

ISBN: 978-979-1159-23-4

Prosiding Simposium V Tanaman Pangan
Inovasi Teknologi Tanaman Pangan
Buku 3:
Penelitian dan Pengembangan Palawija



Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2008

Inovasi Teknologi Tanaman Pangan, Buku 3: Penelitian dan Pengembangan Palawija. Prosiding Simposium V Tanaman Pangan/penyunting Makarim (*et al.*)-Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Deptan 2008
vii; 415 hlm; 2,0 cm

ISBN: 978-979-1159-20-3 Jilid Lengkap
978-979-1159-21-0 Jilid 1
978-979-1159-22-7 Jilid 2
978-979-1159-23-4 Jilid 3

I. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan

II. Zaini

Penyunting:

Zulkifli Zaini
Firdaus Kasim
Hermanto
Sunihardi

Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
2008

Pengantar

Tantangan dalam peningkatan produksi tanaman pangan makin beragam. Konversi lahan pertanian yang masih terus berlangsung di beberapa daerah, penurunan kualitas lahan dan lingkungan, organisme pengganggu tanaman yang terus berkembang, masih tingginya kehilangan hasil pada saat panen dan setelah panen, rendahnya gizi anak di beberapa daerah karena tidak memperoleh masukan yang memadai dari makanan yang dikonsumsi, dan tidak memadainya keuntungan yang diperoleh petani dari usahatani tanaman pangan adalah bagian penting dari tantangan yang perlu diatasi.

Pengalaman selama ini membuktikan penerapan teknologi dapat memecahkan masalah teknis yang dihadapi dalam peningkatan produksi. Oleh karena itu Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan melalui unit pelaksana teknis penelitiannya senantiasa melakukan penelitian untuk menghasilkan inovasi teknologi yang mampu memberikan kontribusi yang lebih besar bagi peningkatan produksi untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional, perbaikan gizi masyarakat, dan peningkatan pendapatan petani.

Untuk mengevaluasi inovasi teknologi yang dihasilkan melalui penelitian dalam beberapa tahun terakhir, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan menyelenggarakan Simposium V Penelitian Tanaman Pangan di Bogor pada 28-29 Agustus 2007. Informasi dari inovasi teknologi tersebut, yang diterbitkan dalam prosiding simposium ini, diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan tanaman pangan.

Akhir kata, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berkontribusi dalam Simposium V Tanaman Pangan dan penerbitan prosiding ini.

Bogor, November 2008

Kepala Pusat,

Prof. Dr. Suyamto



Daftar Isi

Pengantar	iii
Prospek Pengelolaan Tanaman Terpadu dalam Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Sawah	599
<i>T. Adisarwanto, D. Harnowo, Marwoto, Suhartina, Riwanodja, dan H. Kuntastuti</i>	
Parasitoid <i>Trichogrammatoidea bactrae-bactrae</i> : Agens Hayati Pengendali Hama Penggerek Polong Kedelai	608
<i>Marwoto</i>	
Prospek dan Kendala Pengembangan Penangkaran Benih Kedelai Berbasis Komunitas	619
<i>Didik Harnowo dan Subandi</i>	
Prospek Penerapan Pengering Cepat Kedelai Brangkasan pada Musim Hujan	635
<i>I.K. Tastra, Gatot S.A. Fatah, Didik Harnowo, dan Riwanodja</i>	
Inovasi Teknologi dan Masalah Pengembangan Kedelai pada Lahan Kering Masam	657
<i>Erythrina</i>	
Potensi Pengembangan Mikoriza Alami sebagai Penambang Hara di Lahan Kering Masam Lampung Tengah	664
<i>Prihastuti dan A. Harsono</i>	
Respon Genotipe Kacang Tanah terhadap Cekaman Aluminium pada Stadia Perkecambahan	675
<i>Trustinah, A. Kasno, dan A. Widjanarko</i>	
Pemetaan Teknologi Spesifik Lokasi dalam Upaya Pemenuhan Produksi Kacang Tanah	686
<i>Astanto Kasno</i>	
Inventarisasi Penyakit Ubi Kayu di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung	701
<i>Sri Hardaningsih</i>	
Pembentukan Hibrida Jagung Berbasis Marka Molekuler	706
<i>Marcia B. Pabendon, Sri Sunarti, dan M. Azrai</i>	
Peluang Pengembangan Jagung Varietas Anoman 1 pada Lahan Kering Beriklim Kering	718
<i>M. Yasin HG., Abd. Rahman, dan M. Azrai</i>	
Analisis Koefisien Lintas Komponen Hasil dengan Hasil Beberapa Calon Varietas Jagung Hibrida Umur Dalam	729
<i>D.A. Wanayenti, W. Mangoendidjojo, D. Prajitno, dan Andi Takdir M.</i>	

Evaluasi Daya Hasil Jagung Hibrida pada Kondisi Cekaman Kekeringan <i>Sri Sunarti, Andi Takdir M., Nuning Argo S., dan R. Neni Iriany</i>	743
Percepatan Penyediaan dan Distribusi Benih Jagung Berbasis Komunitas Petani <i>Sania Saenong dan J. Rachman Hidajat</i>	753
Perkembangan Produksi dan Distribusi Benih Sumber Jagung di Nusa Tenggara Timur <i>Faesar, Syuryawati, dan Sania Saenong</i>	771
Pengelolaan Tanaman Jagung secara Terpadu pada Lahan Sawah Tadah Hujan <i>Zubachtirodin, Margaretha SL, dan M.S. Pabbage</i>	779
Pemantauan Cepat Status Hara N Pada Tanaman Jagung Menggunakan Bagan Warna Daun dan Klorofil Meter <i>Syafrudin, Sania Saenong, M.S. Pabbage, dan Subandi</i>	793
Peningkatan Produksi Jagung dengan Pemberian Bahan Organik di Lahan Kering <i>M. Akil</i>	803
Pengaruh Cara Penyiapan Lahan terhadap Hasil Jagung pada Tanah Bertekstur Sedang <i>Roy Efendi, A.F. Fadhly, dan M. Akil</i>	814
Potensi Parasitoid Telur <i>Trichogramma evanescens</i> sebagai Pengendali Hama Penggerek Jagung <i>M.S. Pabbage</i>	822
Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Jagung Ramah Lingkungan <i>Wasmo Wakman</i>	837
Peningkatan Produksi Jagung melalui Teknologi Tanpa Olah Tanah <i>A.F. Fadhly</i>	844
Inovasi Teknologi Prapanen Menunjang Peningkatan Produktivitas Jagung <i>Muhammad Aqil, I.U. Firmansyah, dan Suarni</i>	857
Masalah Aflatoksin pada Jagung di Tingkat Petani dan Pengendaliannya <i>J. Tandiabang, Syahrir Pakki, dan W. Wakman</i>	864
Penanganan Pascapanen Jagung untuk Mencegah Kontaminasi Aflatoksin: Studi Kasus di Gorontalo <i>Suarni dan M. Aqil</i>	875
Pengaruh Sortasi Biji terhadap Mutu Benih Jagung <i>Rahmawati dan Sania Saenong</i>	885
Pengaruh Densitas dan Volume Kemasan Plastik terhadap Mutu Benih Jagung setelah Disimpan <i>Fauziah Koes dan Ramlah Arief</i>	897

Studi Kelembagaan Perbenihan Berbasis Komunitas di Kalimantan Selatan	905
<i>Bachtiar, Sudjak Saenong, dan I.U.Firmansyah</i>	
Pendapatan Usahatani Jagung pada Berbagai Pola Tanam di Pangkep dan Lombok Timur	918
<i>Margaretha Sadipun L., Sania Saenong, dan Zubachtiroddin</i>	
Adopsi Teknologi Jagung: Peluang dan Tantangan	925
<i>Syuryawati, Margaretha SL, dan IGP. Sarasutha</i>	
Prospek Pengembangan Sorgum sebagai Bahan Baku Bioetanol	931
<i>Sigit Budi Santoso dan Sumarni Singgih</i>	
Evaluasi Ketahanan Plasma Nutfah Gandum terhadap Hama <i>Sitophilus Zeamais</i>	945
<i>A. Tenrirawe, Muslimah Hamdani, dan M.S. Pabbage</i>	
Telaah Hasil Penelitian Tanaman Pangan di Lahan Rawa dan Kendala Pengembangannya di Provinsi Jambi	954
<i>Nur Imdah Minsyah</i>	
Peluang Pengembangan Tanaman Pangan di Lahan Rawa Sumatera Selatan	966
<i>Zakiah dan Erythrina</i>	
Diversifikasi Usaha Rumah Tangga di Lahan Marjinal Mendukung Peningkatan Pendapatan Petani Di Bali	975
<i>Roosganda Elizabeth</i>	
Restrukturisasi Pemberdayaan Kelembagaan Pangan Mendukung Perekonomian Rakyat Di Perdesaan dan Ketahanan Pangan	985
<i>Roosganda Elizabeth</i>	
Potensi Pengembangan Agroindustri Sagu di Kepulauan Riau	994
<i>Dorlan Sipahutar, Husni Malian, dan Herman Supriadi</i>	

Prospek Pengelolaan Tanaman Terpadu dalam Peningkatan Produksi Kedelai di Lahan Sawah

T. Adisarwanto, D. Harnowo, Marwoto, Suhartina, Riwanodja, dan H. Kuntastyuti
Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Dalam jangka waktu 12 tahun areal pertanaman kedelai mengalami penurunan sebesar 66% dari 1.700.000 ha pada tahun 1992 menjadi 620.000 ha pada tahun 2005. Luas areal tanam kedelai di lahan sawah 325.000 ha. Kombinasi antara faktor sosial-ekonomi dan teknis berpengaruh terhadap luas areal tanam kedelai. Di lahan sawah, kedelai masih menjadi salah satu pilihan dalam pola tanam yaitu padi-padi-kedelai (sawah irigasi teknis), padi-kedelai-palawija lain (sawah irigasi 1/2 teknis), padi-kedelai-bera (sawah tadah hujan). Faktor penentu yang harus dipenuhi agar kedelai masuk ke dalam pola tanam tersebut antara lain umur genjah (< 80 hari), berbiji besar, dan produktivitas tinggi (> 2,0 t/ha). Hal ini penting artinya untuk meningkatkan pendapatan petani. Melalui pendekatan PTT di lahan sawah pada MT 2005 dan 2006, penerapan komponen teknologi kunci (penyiapan lahan secara optimal, varietas unggul, waktu tanam yang tepat, benih bermutu, dan populasi tanaman optimal, pengendalian OPT secara terpadu) mampu memberikan hasil > 2,0 t/ha sehingga meningkatkan pendapatan petani.

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas prioritas dalam program revitalisasi pertanian yang telah dicanangkan pemerintah pada tahun 2005. Hal ini didasarkan kenyataan bahwa kemampuan memproduksi kedelai di dalam negeri hanya dapat memenuhi sekitar 35% dari total kebutuhan, sehingga kekurangannya harus dipenuhi dari impor. Data menunjukkan bahwa produksi kedelai di tingkat nasional selama dasawarsa terakhir telah mengalami penurunan lebih 50% yaitu dari 1,90 juta ton pada tahun 1992 menjadi sekitar 800 ribu ton pada tahun 2005 (BPS 1992, 2006). Untuk itu produksi di dalam negeri perlu segera dipacu.

Upaya peningkatan produksi sudah sejak 1990 melalui berbagai program, mulai dari Opsus Kedelai hingga Gemapalagung. Namun realisasi program di lapang tidak sesuai dengan rencana sehingga target peningkatan produksi tidak tercapai. Pada tahun 2003 Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian melaksanakan program Bangkit Kedelai (Anonim 2003) dan pada tahun 2004 angka statistik menunjukkan adanya kenaikan produksi 8%. Pada tahun 2006

Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian merencanakan upaya peningkatan produksi kedelai pada areal seluas 650.000 ha melalui tiga pendekatan yaitu pusat pertumbuhan (24.500 ha), pengembangan usaha (595.000 ha), dan pengembangan kemitraan (30.000 ha).

Keberhasilan upaya peningkatan produksi kedelai tidak lepas dari potensi dan peluang yang ada. Tabel 1 menunjukkan bahwa pengembangan kedelai sampai tahun 2004 masih berada di Jawa, baik dari segi luas areal pertanian maupun produktivitas (BPS 2004).

Salah satu pendekatan yang dapat menjamin keberlanjutan produksi kedelai dewasa ini adalah Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT). Penerapan PTT kedelai berbeda pada setiap agroekologi. Oleh karena itu, studi potensi sumber daya merupakan langkah awal sebelum penerapan PTT. Kata kunci PTT adalah sinergis, dinamis, partisipatif, dan terpadu (Sunendar dan Fagi 2000). Dalam penerapan PTT, setiap komponen teknologi yang akan dipadukan dengan sumber daya yang tersedia dan kondisi sosial-ekonomi petani harus memiliki kemampuan untuk berinteraksi saling menunjang satu sama lain agar dapat mencapai sasaran yang diharapkan. Saat ini telah tersedia paket teknologi untuk meningkatkan produksi kedelai di lahan sawah maupun lahan kering, tetapi masih bersifat parsial. Untuk itu diperlukan klarifikasi lebih lanjut agar diperoleh paket teknologi spesifik agroekologi (Saleh *et al.* 2000).

Di sisi lain Sumarno (1997) berpendapat bahwa tujuan dari PTT adalah (1) memperoleh kepastian keberhasilan panen dengan produktivitas optimal, (2) penggunaan masukan efisien, (3) risiko gagal panen kecil dan mutu produk tinggi, dan (4) menjaga kelestarian lingkungan. Melalui pendekatan PTT diupayakan adanya penyediaan teknologi yang mendukung keberlanjutan sistem produksi (*sustainable agriculture*) yang ramah lingkungan dan spesifik. Dengan demikian akan tertata suatu keseimbangan dan keserasian antara

Tabel 1. Luas tanam dan produktivitas kedelai menurut wilayah, 1992 vs 2004.

Wilayah	Areal 1992		Produktivitas 1992 (t/ha)	Areal 2004		Produktivitas 2004 (t/ha)
	ha	%		ha	%	
Sumatera	480.714	28,86	0,95	54.697	9,61	1,18
Jawa	879.650	52,81	1,27	386.682	67,89	1,36
Kalimantan	23.148	1,39	0,96	8.167	1,43	1,86
Bali & NTB	152.388	9,15	1,03	87.995	15,45	1,55
Sulawesi	124.551	7,48	1,19	26.056	4,57	1,37
Maluku & Papua	5.255	0,32	1,08	5.972	1,05	1,10
	1.665.706	100	1,12	569.569	100	1,28

Sumber: BPS (1992, 2004)

lingkungan, teknologi, dan ekonomi untuk menunjang keberlanjutan sistem produksi kedelai. Indikator keberhasilan PTT adalah (1) biaya produksi lebih efisien, (2) penggunaan sumber daya efisien, dan (3) pendapatan petani meningkat tanpa merusak lingkungan.

Di lahan sawah, ada beberapa pola tanam berdasarkan ketersediaan air irigasi dan umumnya kedelai ditanam setelah padi dalam pola padi-padi-kedelai, padi-kedelai-kedelai, dan padi-kedelai. Pada saat ini sebagian lahan sawah sudah mengalami kemunduran kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah akibat pengelolaan tanaman dan lahan yang kurang bijak. Untuk itu diperlukan keterpaduan penanganan pemecahan masalah yang terkait dengan produksi kedelai. PTT merupakan pendekatan yang diharapkan mampu mengatasi berbagai masalah di lapangan dengan menerapkan teknologi spesifik lokasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keandalan PTT dalam meningkatkan produksi kedelai di lahan sawah.

TAHAPAN KEGIATAN

Karakterisasi dan Potensi Lokasi

Penelitian dilakukan di Kecamatan Bangsal, Mojokerto, Jawa Timur, pada MK 2003, yang diawali dengan karakterisasi masalah dan potensi lokasi yang mencakup kondisi fisik dan kimia tanah serta kelembagaan petani.

Kondisi Fisik dan Kimia Tanah

Tanah di lokasi penelitian umumnya lempung berliat, kadar C-organik, nitrogen dan sulfur sangat rendah-rendah, kadar P sangat tinggi dan K rendah (Tabel 2).

Kelembagaan Petani

Keberhasilan penerapan PTT kedelai antara lain ditentukan oleh kelembagaan petani yang dapat memperlancar proses pengembangan kedelai. Di Desa Gayam Mojokerto telah terbentuk kelompok tani maju dengan anggota sebanyak 100 orang. Kelompok tani sudah mempunyai kios saprodi sendiri. Pemilikan lahan garapan berkisar antara 0,25-1,00 ha dengan rata-rata 0,40 ha/petani dengan status sebagai pemilik. Pengalaman mereka dalam berusahatani kedelai berkisar antara 2-45 tahun.

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia contoh tanah pertanian kedelai di Kecamatan Bangsal, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur, 2003.

Sifat fisik/kimia	Puloniti	Sidomulyo	Gayam 1	Gayam 2
Pasir (%)	43	57	30	34
Debu (%)	28	29	35	43
Liat (%)	29	14	35	23
Klas tekstur	lempung berpasir	lempung berpasir	lempung berliat	lempung
pH H ₂ O	6,75	6,25	6,35	6,55
pH KCl	5,55 r	5,45	5,50	5,65
N(%)	0,12 r	0,09 sr	0,12 r	0,07 sr
C-organik(%)	1,90 sr	1,60 r	1,94 r	2,16 s
P ₂ O ₅ (ppm)	11,9 r	18,0 st	22,1 st	39,9 st
SO ₄ (ppm)	19,1 sr	41,3 sr	82,0 r	31,1 sr
K (me/100 g)	0,34 r	0,12 r	0,24 r	0,21 r
Na (me/100 g)	0,54 s	0,26 r	0,42 s	0,37 r
Ca (me/100 g)	15,6 t	9,87 s	11,2 s	9,74 s
Mg (me/100 g)	6,44 t	2,77 t	6,30 t	6,04 t
CTC	67,5 st	23,8 s	55,6 st	43,6 st

Sumber: Adisarwanto *et al.* 2004

Superimpos

Penelitian Komponen Teknologi Pemupukan

Penelitian pada MK II 2003 menunjukkan bahwa aplikasi 50 kg urea + 50 kg SP36 + 50 kg KCl/ha sama baiknya dengan 10 t/ha limbah kandang ayam (Tabel 3). Anjuran pemupukan kedelai oleh BPTP Karangploso untuk daerah Mojokerto juga pada takaran 50 kg urea, 50 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha (Rusmiyanto *et al.* 1999).

Penggunaan 10 t/ha limbah kandang ayam disesuaikan dengan kemampuan petani karena pengadaannya membutuhkan biaya cukup besar.

Pra-PTT Kedelai

Mengacu pada hasil superimpos MT 2003, maka pada MK II 2004 dilaksanakan penelitian pra-PTT kedelai pada areal seluas 2 ha dengan menanam varietas Mahameru (unggul baru) dan Wilis (pembanding). Kegiatan ini melibatkan kelompok tani. PTT kedelai dengan menanam varietas Mahameru atau Wilis meningkatkan hasil masing-masing sebesar 45% dan 31% dibanding dengan cara petani. Untuk varietas Mahameru, produktivitas tertinggi mencapai 2,30 t/ha, sedangkan Wilis 1,90 t/ha.

Tabel 3. Hasil kedelai dengan perlakuan pemupukan. Mojokerto. MK II 2003.

Perlakuan	Hasil (t/ha)		
	Gayam	Wunut	Sidomulyo
50 kg urea+ 50 kg SP36+ 50 kg KCl/ha	1,88 ab	1,83 a	2,13 b
10 t/ha limbah kandang ayam	2,04 a	1,80 a	1,89 cd
100 kg ZA + 50 kg KCl/ha	1,69 bc	1,88 a	2,25 a
5 t/ha limbah kandang ayam+ 50 kg ZA+50 kg KCl/ha	1,84 abc	1,72 a	1,88 d
Kontrol (tanpa pupuk)	1,67 c	1,79 a	1,98 c
BNT 0,01	0,21	tn	0,08
KK (%)	4,30	18,98	3,36

Sumber: Adisarwanto *et al.* 2004

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 4. Produktivitas kedelai di lahan sawah. lahan sawah 1/2 teknis. Mojokerto, MK 2004.

Varietas	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah polong isi	Ukuran biji (g/100 biji)	Produktivitas (t/ha)	
				Kisaran	Rata-rata
Mahameru					
PTT kedelai	55,1	34	13,7	1,40-2,30	1,91
Petani (non-PTT)	53,7	33	13,8	0,88-1,73	1,30
Wilis					
PTT kedelai	49,6	27	11,9	1,22-1,90	1,63
Petani (non-PTT)	49,7	31	8,3	0,81-1,59	1,24

Sumber: Adisarwanto *et al.* 2005

Komponen teknologi pra-PTT adalah: 1) penyiapan lahan tanpa olah tanah, 2) varietas kedelai berbiji besar Mahameru, 3) jarak tanam 40 cm x 10 cm, dua biji/lubang, 4) pembuatan saluran drainase setiap 4 m, kedalamannya 25 cm, lebar 20 cm, 5) jerami padi 5 t/ha dihamparkan sebagai mulsa, 6) pupuk dengan takaran 50 kg urea + 50 kg SP36 + 50 kg KCl/ha diberikan saat tanam, 7) pengendalian hama, dan 8) pengairan dua kali pada fase berbunga dan pengisian polong.

Pada MK II 2005, kegiatan PTT Kedelai tidak dilanjutkan di Mojokerto karena lokasi PTT digunakan untuk program Bangkit Kedelai yang juga menerapkan teknologi PTT. Produktivitas yang dicapai petani cukup baik yaitu 1,82 t/ha untuk Bangkit Kedelai, sedangkan pada Pengembangan Usaha 1,45 t/ha yang berarti sudah melebihi rata-rata produktivitas kedelai di Kabupaten Mojokerto dan Propinsi Jawa Timur (1,30 t/ha).

Tabel 5. Produktivitas kedelai kelompok tani dalam program Bangkit Kedelai. Mojokerto MK 2005.

Kelompok tani	Produktivitas (t/ha)	
	Bangkit Kedelai	Pengembangan usaha
Sumber Rejeki	1,78	1,46
Tani Restu	1,75	1,46
Rukun Makmur III	1,85	1,44
Rukun Makmur IV	1,90	1,43
Budi Luhur	1,83	1,44
Rata-rata	1,82	1,45

Sumber: Distan Jatim 2006

Tabel 6. Tingkat keuntungan kedelai. Mojokerto. MK II 2004.

Varietas	Keuntungan		Biaya tenaga		Biaya saprotan		Biaya		HOK	
	PTT	Petani	PTT	Petani	PTT	Petani	PTT	Petani	PTT	Petani
	(Rp'000)									
Mahameru	2.428	1.149	2.219	1.743	1.082	815	3.302	2.558	111	87
Wilis	1.588	1.162								

Sumber: Adisarwanto *et al.* 2005

Analisis usahatani menunjukkan bahwa keuntungan dari PTT kedelai dengan penanaman varietas Mahameru dan Wilis masing-masing Rp 2.428.000 dan Rp 1.588.000/ha atau meningkat 74% dibanding cara petani meskipun diikuti oleh kenaikan kebutuhan tenaga sebesar 28% (Tabel 6).

PTT KEDELAI DI LAHAN SAWAH DENGAN POLA PADI-PADI-KEDELAI

Pada MK II 2005 dan 2006 penelitian pendekatan PTT kedelai telah dilakukan pada lahan seluas 5 ha dengan melibatkan 30 petani di Kabupaten Ngawi (Jatim). Hasil penelitian 1-5 tahun sebelumnya di daerah Ngawi dijadikan dasar yang harus dilakukan petani, antara lain penyiapan lahan tanpa olah tanah, diikuti pembuatan saluran drainase setiap 3-4 m, jerami padi dibakar sebelum tanam, tanam memakai tugal dengan jarak tanam 40 cm x 10-15 cm, 2-3 biji setiap lubang, dan penggunaan pupuk dengan takaran 50 kg ZA + 50 kg SP36 + 75 kg KCl/ha, diberikan secara dilarik pada saat tanaman berumur 7-10 hari setelah tanam. Varietas yang ditanam adalah Kaba, Anjasmoro, Sinabung, dan Baluran (Tabel 8).

Tabel 7. Komponen teknologi kedelai. Ngawi, MK II 2005.

Komponen teknologi	PTT	Cara petani
Varietas	Sinabung, Kaba, Baluran	Wilis lama
Kualitas benih	Murni, Daya tumbuh >90%	Asalan, daya tumbuh 80-90%
Penyiapan lahan	Tanpa diolah	Tanpa diolah
Saluran draenasi	Setiap 3-4 m	3-4 m
Cara tanam	Tugal sedalam 2-3 cm	Tugal sedalam 3-4 cm
Jarak tanam	40 cm x 10-15 cm, 2 tan/lubang	20 cm x 20 cm
Pemupukan (ZA-SP36-KCI)	50-50-100	100-50
Pengendalian gulma	jerami dibakar	jerami dibakar
Pengendalian hama	pemantauan (4 kali)	pemantauan (4 kali)
Pengendalian penyakit	fungisida (2 kali)	berkala (3 kali)
Perontok biji	memakai tresher	tanpa memakai tresher

Tabel 8. Produktivitas dan pendapatan petani PTT kedelai. Ngawi, 2005 dan 2006.

Musim tanam	Produktivitas (t/ha)		Keuntungan (Rp 000/ha)	
	PTT	Non-PTT	PTT	Non-PTT
MK II 2005	2,11	1,50	3,521	1.850.
MK II 2006	2,00	1,60	2.650	1.450
Rata-rata	2.05	1.55	3.085	1.650

Sumber: Adisarwanto *et al.* 2005, 2006

Produktivitas kedelai dengan pendekatan PTT lebih 2,0 t/ha, tetapi kisaran produktivitas di antara petani masih cukup besar, yaitu 1,77-2,55 t/ha. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tingkat penerapan teknologi akibat perbedaan tingkat pendidikan, umur, luas lahan garapan dan persepsi terhadap teknologi secara keseluruhan.

Keuntungan yang diperoleh dengan pendekatan PTT naik 86%. Penurunan keuntungan pada MT 2006 disebabkan harga jual kedelai yang menurun dari Rp 3.250 pada tahun 2005 menjadi Rp 2.650/kg pada tahun 2006.

Dengan introduksi pendekatan PTT, petani telah mengalami langkah-langkah prosedur baku (SOP) yang harus dilakukan. Di samping itu, dilakukan juga pembinaan petani sebagai penangkar benih secara kelompok dan pemantapan kelompok. Kegiatan SLPHT dilakukan bersama dengan instansi terkait. Hal ini penting artinya dalam pengendalian hama yang seringkali menyebabkan rendahnya produksi kedelai. keberhasilan penerapan teknologi dengan pendekatan PTT tercermin dari perbedaan keragaan tanaman kedelai yang diusahakan petani kooperator dan nonkooperator.

Hasil penelitian menunjukkan perbedaan penampilan tanaman yang antara lain disebabkan oleh penggunaan varietas, kualitas benih, dan saluran drainase. Tanaman yang diusahakan dengan pendekatan PTT menunjukkan pertumbuhan yang baik dan seragam dengan daya tumbuh 90%. Produktivitas kedelai berkisar antara 1,77-2,55 t/ha dengan rata-rata 2,11 t/ha. Tingkat produktivitas ini lebih tinggi 51-62% dibandingkan dengan produktivitas kedelai petani di daerah Ngawi, yang hanya 1,40 t/ha.

Pada temu lapang yang diselenggarakan pada saat panen kedelai dengan penerapan teknologi melalui pendekatan PTT, mayoritas petani memberikan respon positif terutama terhadap komponen teknologi kunci yaitu:

1. Varietas unggul baru (Kaba, Sinabung, Anjasmoro), karena berdaya hasil tinggi dan berumur genjah (<90 hari).
2. Pembuatan saluran drainase, diyakini dapat mengurangi risiko kelebihan air yang dapat menyebabkan benih tidak tumbuh.
3. Tanam dengan jarak teratur, memudahkan dalam pemeliharaan tanaman (penyiangan dan pengendalian hama/penyakit). Populasi tanaman dapat mencapai optimum, berkisar antara 400-500 ribu tanaman/ha dan kebutuhan benih lebih sedikit (40-50 kg/ha) dibandingkan dengan praktek petani yang menanam kedelai tidak teratur dengan kebutuhan benih lebih banyak (60-70 kg/ha).

KESIMPULAN

1. Penerapan teknologi kedelai melalui pendekatan PTT di lahan sawah meningkatkan rata-rata 47% dengan produktivitas > 2,0 t/ha.
2. Penerapan pendekatan PTT kedelai di lahan sawah meningkatkan pendapatan petani sebesar 81%.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T., Marwoto, Riwanodja, Suhartina, M. Rachmat, dan H. Kuntastyuti. 2004. Pengelolaan tanaman terpadu kedelai di lahan sawah. Laporan akhir tahun 2003. Penelitian komponen teknologi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi. Malang. p. 208-234.
- Adisarwanto, T., Marwoto, Riwanodja, Suhartina, M. Rachmat, dan H. Kuntastyuti. 2005. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) pada tanaman kedelai di lahan sawah. Laporan akhir tahun 2004. Penelitian komponen teknologi tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi. Malang. 14 p.
- Adisarwanto, T., Marwoto, Darman M. Arsyad, A. Taufiq, Riwanodja, Suhartina, H. Kuntastyuti, dan Heryanto 2006. Verifikasi efektivitas dan efisiensi paket

teknologi PTT kedelai di lahan sawah dan lahan kering masam. Laporan tahunan 2005. Balitkabi. Malang. 24 p.

Adisarwanto, T., Marwoto, Darman M. Arsyad, A. Taufiq, Riwanodja, dan Suhartina. 2007. Verifikasi efektivitas dan efisiensi paket teknologi PTT kedelai di lahan sawah dan lahan kering masam. Laporan tahunan 2006. Balitkabi. Malang. 24 p.

BPS. 1992. Statistik Indonesia. BPS Jakarta.

BPS. 2005. Statistik Indonesia. BPS, Jakarta.

Departemen Pertanian. 2004. Statistik Pertanian Indonesia. Departemen Pertanian, Jakarta

Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2003. Pedoman umum pengembangan pusat pertumbuhan agribisnis kedelai. Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Jakarta. 36 p.

Dinas Pertanian Tanaman Pangan Jatim. 2006. Perkembangan kedelai di Jawa Timur. Pertemuan Pemantapan Bangkit Kedelai. Lawang, Malang, 17 Juli 2006. 12 p.

Roesmiyanto, Suyamto, dan F. Kasijadi. 1999. Acuan rekomendasi pemupukan spesifik lokasi tanaman kedelai di Jawa Timur. BPTP Karangploso. 33 p.

Roger, E.M, dan F. Floyd Shoemaker. 1999. Memasyarakatkan ide-ide baru. Disarikan oleh Abdillah Hanafi. Usaha Nasional. Surabaya. p. 25-39

Rozi, F., Heryanto, R. Krisdiana, Marwoto, dan T. Adisarwanto. 2006. Eksistensi budi daya kedelai sebagai pilihan pola usahatani petani. Laporan Teknis Balitkabi 2006. Malang. 25 p.

Sumarno. 1997. Agroekoteknologi sebagai dasar pembangunan sistem usaha pertanian berkelanjutan. *Dalam* M.C. Mahfud dan M. Sugiarto (*Eds*). Prosiding Lokakarya Wawasan dan Strategi Pembangunan Pertanian di Jawa Timur Menjelang Abad XXI. BPTP Karangploso. Malang. p. 156-164.

Sunendar, K. dan A.M. Fagi. 2000. Pengelolaan tanaman terpadu: konsep dan penerapan. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV. Bogor, 22-24 November 1999. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor. p. 75-103.

Saleh N., T. Adisarwanto, A.Kasno, dan Sudaryono. 2000. Teknologi kunci dalam pengembangan kedelai di Indonesia. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan IV, Bogor. 22-24 November 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 183-207.

Tri Pranadji, 1984. Partisipasi petani dalam program pengembangan teknologi tanaman pangan. Forum Penelitian Agro-Ekonomi. Pusat Penelitian Agro Ekonomi. Bogor. 15 p.

Parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*: Agens Hayati Pengendali Hama Penggerek Polong Kedelai

Marwoto

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Hama penggerek polong kedelai di Indonesia didominasi oleh dua spesies yakni *Etiella zinckenella* dan *Etiella hobsoni*. Serangan hama ini dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian. Usaha pengendalian hingga saat ini masih bertumpu pada penggunaan pestisida, tetapi belum berhasil dengan baik dan kehilangan hasil masih cukup tinggi. Kegagalan pemanfaatan pestisida untuk mengendalikan hama penggerek polong kedelai *E. zinckenella* mendorong upaya pengendalian secara hayati. Pemanfaatan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja sebagai agens pengendali hama penggerek polong kedelai cukup prospektif. Untuk meningkatkan efektivitas parasitoid telur *Trichogramma* spp. bagi pengendalian hama penggerek polong kedelai telah ditemukan spesies *T. bactrae-bactrae*. Spesies ini mudah diperbanyak, telah tersedia teknik pelepasan yang efektif (jumlah, frekuensi, waktu pelepasan), dan pelepasan parasitoid telur dapat dikombinasikan dengan aplikasi pestisida. Penggunaan parasitoid telur sebagai agens hayati selain efektif juga merupakan teknologi yang ramah lingkungan. Pada era pasar bebas, konsumen akan memilih untuk mengkonsumsi produk pertanian yang proses pengelolaan produksinya ramah lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan *T. bactrae-bactrae* berperan penting dalam mengendalikan hama dan menghasilkan produk yang sehat dan aman dikonsumsi.

PENDAHULUAN

Salah satu hama penting tanaman kedelai adalah hama penggerek polong *Etiella* spp. (Lepidoptera: Pyralidae), yang di Indonesia lebih didominasi oleh dua spesies, yakni *Etiella zinckenella* dan *Etiella hobsoni*. Serangan hama ini sangat merugikan petani karena dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 80% (Sumarno 1999; Marwoto 1999). Usaha pengendalian masih bertumpu pada penggunaan pestisida, tetapi belum berhasil dengan baik sehingga kehilangan hasil masih cukup tinggi (Marwoto *et al.* 1999). Kegagalan pemanfaatan pestisida untuk pengendalian hama penggerek polong kedelai *E. zinckenella*, mendorong upaya secara pengendalian hayati. Pengendalian hayati adalah

pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan hama yang merugikan, antara lain dengan memanfaatkan parasitoid. Hasil penelitian Mangundojo (1958) menunjukkan bahwa pada telur *Etiella* spp. dapat ditemukan parasitoid *Trichogramma persunatum* Relly (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Naito dan Djuwarso (1993) telah mengidentifikasi parasitoid tersebut sebagai *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja. Potensi parasitoid *Trichogramma* sebagai agens pengendali hama secara hayati telah teruji di berbagai negara dan berhasil dengan baik.

STATUS HAMA PENGGEREK POLONG *Etiella* spp. PADA TANAMAN KEDELAI

Hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. dapat menimbulkan kerusakan polong yang sangat parah. Kehilangan hasil akibat serangan hama ini dapat mencapai 80%, bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian (Marwoto *et al.* 1991; Marwoto *et al.* 1999). Larva *Etiella* spp. lebih suka makan biji muda. Biji yang digerek dapat habis sama sekali atau tersisa sedikit. Dalam satu polong, jarang ditemukan lebih dari satu ekor larva (Djuwarso dan Harnoto 1998). Larva lebih senang hidup sendiri dalam polong. Jika terjadi dalam satu polong terdapat lebih dari satu larva maka akan terjadi kompetisi yang akhirnya larva yang lemah akan keluar dan pindah ke polong lain. Serangan pada polong muda dapat mengakibatkan polong rontok. Serangan pada polong yang telah tua dapat menurunkan kuantitas dan kualitas biji kedelai (Marwoto *et al.* 1999).

Di Indonesia, hama ini terdapat di hampir seluruh propinsi dan merupakan salah satu hama utama di sentra produksi kedelai (Naito dan Harnoto 1984, Okada *et al.* 1988). Survei pada tahun 1991 mencatat bahwa hama ini ditemukan di 20 propinsi di Indonesia (BPS 1992). *Etiella hopsoni* banyak terdapat di Sumatera, serta beberapa tempat di Jawa dan Sulawesi, sedangkan *E. zinckenella* tersebar luas di seluruh Indonesia (Okada *et al.* 1988). Diduga kepadatan populasi *Etiella* spp. cenderung meningkat bila pertanaman inangnya semakin luas (Hirano *et al.* 1992). Pertumbuhan dan perkembangan serangga hama di alam di antaranya dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas pakan. Semakin banyak pakan yang disukai, semakin cepat pertumbuhan dan perkembangan serangga. Luas serangan penggerek polong di Indonesia dalam periode 1986-1990 rata-rata 10.788 ha (Direktorat Perlindungan Tanaman 1992). Pada tahun 2003 luas serangan hama penggerek polong menunjukkan penurunan, karena berkurangnya luas pertanaman kedelai (Direktorat Perlindungan Tanaman 2004).

Musim sangat menentukan populasi larva *Etiella* spp. Hasil penelitian pada musim hujan di Jawa Barat menunjukkan bahwa populasi larva *Etiella* spp. rendah. Populasi meningkat dari akhir bulan Mei hingga awal Juni dan mencapai

puncaknya pada awal Juni atau awal Juli (Naito dan Harnoto 1984). Di Jawa Timur populasi cenderung meningkat pada musim kemarau dan serangan yang paling berat terjadi pada Juli-Agustus (Marwoto dan Neering 1988). Pada musim kemarau, suhu yang panas menyebabkan aktifitas metabolisme hama semakin cepat (Marwoto 1999), serangan memperpendek siklus hidupnya dan populasi hama meningkat dengan cepat.

Hama penggerek polong *Etiella* spp. juga dapat hidup pada polong kacang hijau (*Vigna radiata*), kacang tunggak (*Vigna unguiculata*), kacang gude (*Cajanus cajan*), dan kacang panjang (*Vigna sinensis*) (Naito *et al.* 1991). Larva dan gejala serangan *Etiella* spp. tidak dijumpai pada tanaman kacang tanah. Ngengat *Etiella* spp. yang muncul dari polong kedelai tidak menyukai meletakkan telur pada *Crotalaria*, kacang hijau (*Vigna radiata*), dan kacang panjang (*Vigna sinensis*). Ngengat yang keluar dari *Crotalaria* dan kacang hijau juga lebih memilih polong kedelai (Djuwarso dan Harnoto 1998).

PARASITOID TRICHOGRAMMA SEBAGAI AGENS PENGENDALIAN HAYATI

Pelepasan parasitoid bertujuan untuk menambah populasi parasitoid yang telah ada di alam. Teknik pelepasan bergantung pada tujuan pelepasan parasitoid. Pelepasan dengan cara inundasi adalah pelepasan parasitoid dalam jumlah yang banyak, agar segera dapat menekan populasi hama. Pelepasan parasitoid dalam jumlah ribuan hingga jutaan diharapkan dapat segera menurunkan populasi hama. Pelepasan inundasi sering disebut “pestisida biologik” karena dalam hal ini musuh alami diharapkan dapat bekerja secepat pestisida (Untung 1993; Mudjiono 1994). Teknik pelepasan secara inundasi memerlukan jumlah parasitoid yang cukup banyak, karena itu diperlukan teknik pembiakan massal secara cepat dan ekonomis.

Efektivitas pelepasan parasitoid dipengaruhi oleh kepadatan populasi hama, kepadatan populasi parasitoid, dan lingkungan (iklim mikro). Menurut Voegelé (1986), Knipling (1992), dan Nurindah (2000), agar pelepasan parasitoid dapat efektif, maka yang perlu dipertimbangkan adalah: (a) dinamika populasi hama dan kapan telur-telur mulai diletakkan dalam hubungannya dengan fenologi tanaman, (b) faktor lingkungan yang mendorong sehingga parasitoid dapat menetap dan tetap aktif mencari inang, (c) kecepatan parasitoid untuk menyebar dan menemukan inangnya, (d) waktu yang tepat untuk pelepasan parasitoid, (e) jarak antarwaktu pelepasan dan jumlah yang dilepas, (f) pengaruh buruk penggunaan pestisida dari tempat lain yang dapat menyebar ke daerah pelepasan.

Penelitian Fang (1986) menunjukkan bahwa penggunaan *Trichogramma* spp. cukup efektif dan efisien mengendalikan hama penggerek batang tebu.

Dalam hal ini pelepasan parasitoid pada awal musim semi, dengan pertimbangan kondisi lingkungan lebih menguntungkan bagi inang maupun parasitoid. Meskipun pelepasan parasitoid dalam jumlah sedikit dan hanya sekali pelepasan tetapi efektifnya sama dengan pelepasan secara massal. Garcia dan Jimenes (1992) mengemukakan bahwa pelepasan parasitoid di lapang perlu disesuaikan dengan populasi hama. *Trichogramma* spp. adalah serangga yang kehidupannya sangat bergantung pada suhu dan kondisi lingkungan. Keberhasilan parasitisasi terhadap inang bergantung pada daya mencari inang, pemilihan inang dan proses peletakan telur (Reznik *et al.* 1992, Reznik *et al.* 2000). Pelepasan *Trichogramma* spp. hendaknya tidak dilakukan pada saat hujan dan cuaca berawan. Suhu sangat berpengaruh terhadap waktu penerbangan, 70-80% parasitoid terbang pada kisaran suhu 25-30°C (Forsse *et al.* 1992). Pada umumnya parasitoid ini tidak aktif terbang pada malam hari (Ashley *et al.* 1973) dan tidak dapat menemukan inang dalam keadaan gelap (Brower 1990). Kemampuan *T. bactrae-bactrae* memarasitisasi lebih efektif pada pagi hari daripada sore hari (Marwoto dan Supriyatin 1999; Marwoto 2001; Marwoto 2002). Hasil penelitian Manjunath (1972) menunjukkan bahwa *Trichogramma* spp. betina bergerak cenderung ke arah sumber sinar. Daya sebar parasitoid *Trichogramma* mampu menyebar sejauh 50 m dari titik pelepasan namun efektivitas memarasit inang hanya pada jarak 5 m (Marwoto dan Supriyatin 1999; Marwoto dan Supriyatin 2000; Marwoto 2002a; Marwoto 2002b).

Populasi parasitoid yang efektif untuk mengendalikan hama berbeda untuk setiap spesies parasitoid dan spesies hama yang dikendalikan. Menurut Guo (1986) parasitasi *T. dendrolimi* terhadap *Adoxophyes orana* dan *Lampronadata cristata* dapat mencapai 80%. Oatman dan Platner (1978) mengemukakan, pelepasan *T. pretiosum* untuk mengendalikan hama *Heliothis zea* pada tanaman tomat diperlukan 800.000 ekor sampai 1.272.000 ekor/ha, dan parasitisasinya mencapai 53,1-85,4%.

Efektivitas parasitoid *Trichogramma* spp. sebagai agens hayati pengendali hama dapat ditingkatkan dengan mempelajari terlebih dahulu tentang strain parasitoid (Marwoto 2002c). Salah satu faktor yang menentukan efektivitas *Trichogramma* spp. adalah jenis spesies atau ras yang mempunyai daya parasitisasi tinggi terhadap hama, sesuai dengan jenis tanaman, dan iklim (Beglyarov and Smetnik 1977). Ras atau strain dapat muncul akibat adanya keragaman habitat dan tekanan seleksi dari lingkungan. Ras atau strain adalah variasi serangga pada spesies yang sama yang timbul karena tekanan lingkungan (Mudjiono 1994). Ras atau strain berbeda dalam habitat, sifat fisiologis atau geografis, sedangkan morfologinya sama. Parasitoid dari spesies yang sama kemungkinan dapat berbeda daya adaptasinya, baik terhadap inang maupun pada habitat yang berbeda. Perkawinan antar atau inter ras atau strain akan melahirkan ras baru yang kemampuan daya parasitisasinya berbeda. Pada

umumnya *Trichogramma* spp. memarasitasi banyak inang, terutama dari Ordo Lepidoptera. Satu spesies *Trichogramma* spp. dapat memparasitasi lebih dari satu inang dan satu spesies inang dapat diparasitasi lebih dari satu spesies *Trichogramma* spp. Oleh karena itu akan terdapat variasi intra dan interspesifik dalam preferensi pemilihan inang, perilaku dalam mencari inang, dan kemampuan dalam merespon lingkungan (Dijken *et al.* 1986; Hassan 1989). Sebelum memutuskan pembiakan parasitoid telur untuk mengendalikan hama, diperlukan seleksi kualitas, ras/strain parasitoid yang mempunyai daya adaptasi dan parasitasi yang tinggi (Marwoto 2000c).

Pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. sebagai pengendali populasi hama *Etiella* spp. pada tanaman kedelai perlu dikaji efektivitasnya. Parasitoid sebagai pengendali hama yang efektif harus didukung oleh: (1) daya kelangsungan hidup parasitoid, (2) satu inang diperlukan untuk melengkapi daur hidupnya, (3) populasi parasitoid dapat tetap bertahan meskipun populasi inangnya rendah, (4) sebagian parasitoid bersifat monofag atau oligofag yang berarti memiliki kisaran inang yang sempit (Pedigo 1989). Kelemahan pemanfaatan parasitoid sebagai pengendali hama adalah: (1) kemampuan mencari inang sangat dipengaruhi oleh cuaca atau faktor lain, (2) hanya parasitoid betina yang aktif mencari inang, (3) parasitoid yang mempunyai daya cari tinggi, jumlah telurnya sedikit.

Fluktuasi populasi hama penggerek polong *Etiella* spp. pada tanaman kedelai ditemukan seminggu setelah berbunga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telur-telur mulai ditemukan pada saat tanaman berumur 44 hari setelah tanam (HST) atau seminggu setelah berbunga dan mencapai puncaknya pada saat tanaman berumur 51 HST atau dua minggu setelah berbunga (Soejitno 1987). Agar dapat berperan sebagai pengendali hama, pelepasan parasitoid segera setelah ditemukan telur inang (hama). Pelepasan parasitoid *Trichogramma* spp. sebagai pengendali hama *Etiella* spp. dilakukan pada populasi telur inang (hama) tinggi pada saat tanaman berumur 45 hari dan diulang tiga kali dengan interval waktu tujuh hari (Marwoto *et al.* 1997; Marwoto 2001).

Aplikasi pestisida berpengaruh terhadap hama, tanaman, dan parasitoid. Parasitoid lebih peka terhadap pestisida daripada hama sasaran. Tingkat parasitasi parasitoid akan menurun jika di pertanaman digunakan pestisida (Scholz 1991). Dampak pestisida terhadap pelepasan *Trichogramma* spp. telah dievaluasi oleh King *et al.* (1986). Mereka membuktikan bahwa pelepasan *Trichogramma pretiosum* untuk mengendalikan *Heliothis* spp. pada tanaman kapas kurang berhasil, karena masih menggunakan pestisida sebagai alat pengendali utama. Penelitian untuk mengetahui pengaruh pestisida terhadap kemunculan imago *T. brasiliensis* pada berbagai umur telur inang yang terparasitasi telah dilakukan oleh Varma dan Singh (1987). Pestisida dari golongan organofosfat dari jenis quinalphos dan fenitrothion mengakibatkan

tidak munculnya imago parasitoid pada semua tingkat umur telur yang terparasit (1-7 hari setelah telur terparasit). Pengaruh buruk pestisida akan menurun dengan semakin bertambahnya umur telur terparasit. Residu pestisida sihalotrin pada telur *E. zinckenella* mempengaruhi perilaku imago parasitoid *T. batrae-batrae* sehingga tingkat parasitisasinya sangat rendah (Djuwarso dan Tengkanono 1999). Pestisida klorpirifos yang diaplikasikan pada beberapa umur praimago *T. batrae-batrae* dalam inang telur *C. cephalonica* berdampak negatif terhadap pertumbuhan, perkembangan praimago, dan kemunculan imago F1. Semakin meningkat umur praimago parasitoid semakin rentan terhadap berbagai jenis pestisida yang diaplikasikan (Marwoto *et al.* 1997). Menurut Xiong *et al.* (1988) stadia telur parasitoid paling tahan terhadap pestisida dibanding stadia pupa dan imago.

PEMANFAATAN PARASITOID TELUR *Trichogrammatoidea batrae-batrae*

Prospek Pemanfaatan

Pada era pasar bebas konsumen akan memilih produk pertanian yang cara pengendalian hama menggunakan teknologi alami seperti agens hayati. Saat ini permintaan terhadap produk pertanian organik mulai meningkat. Oleh karena itu, pemanfaatan parasitoid *Trichogrammatoidea batrae-batrae* berperan penting dalam mengendalikan hama dan menghasilkan produk yang sehat. Agar pengendalian hama secara hayati dapat efektif dalam kaitannya dengan pemanfaatan peluang pasar maka implementasinya perlu diintegrasikan ke dalam pengelolaan ekosistem pertanian berwawasan lingkungan. Pengendalian hayati tidak dapat berdiri dan berjalan sendiri tetapi merupakan salah satu komponen dari sistem pertanian berkelanjutan. Pengendalian hayati merupakan bagian dari subsistem PHT yang harus dipadukan dengan teknologi budi daya pertanian berwawasan lingkungan, seperti penggunaan pupuk hijau, kompos, dan pergiliran tanaman.

Penelitian dan Pengembangan

Arah dan Sasaran Penelitian

Survei dan identifikasi parasitoid telur Trichogrammatidae secara berkala merupakan usaha untuk mendapatkan ras/strain/spesies *Trichogramma* spp. yang mempunyai daya cari inang dan daya parasitisasi yang tinggi. Daya parasitisasi dan adaptasi agens hayati pengendali hama yang potensial biasanya diperoleh dari daerah agroekosistem spesifik lokasi (Marwoto 2001). Kriteria efektivitas parasitoid yang terpilih ditentukan oleh daya carinya (habitat, inang),

preferensi terhadap serangga sasaran (pengenalan, penerimaan, dan kesesuaian inang), dan toleransinya terhadap kondisi lingkungan. Kualitas dan kuantitas parasitoid dari hasil pembiakkan massal menentukan tingkat keberhasilan program pengendalian hayati. Pengendalian kualitas (*quality control*) parasitoid telur famili Trichogrammatidae sebagai pengendali hayati perlu dilakukan secara berkala, dengan mengidentifikasi keragaman spesies, daya parasitisasi, dan vigor serangga parasitoid.

Kebijakan Pengembangan

Pengembangan agens hayati parasitoid telur famili Trichogrammatidae perlu dukungan dari penentu kebijakan, penelitian, dan pelaksana teknis. Pola pengembangan pemanfaatan parasitoid telur sebagai agens pengendali hama dilakukan melalui diseminasi hasil penelitian dengan melibatkan penentu kebijakan, penyuluh, pengamat hama dan petani (Marwoto *et al.* 1997). Diseminasi hasil penelitian dapat dilakukan melalui kegiatan: a) lokakarya yang diikuti oleh peneliti, penyuluh, pengamat hama, dan penentu kebijakan dengan materi hasil penelitian tentang teknik pembiakan massal, identifikasi spesies parasitoid potensial, dan upaya peningkatan efektivitas peran parasitoid *Trichogramma* spp. sebagai agens pengendali hama, b) pelatihan terhadap petugas lapang dan petani kooperator tentang praktek pembiakan massal dan pelepasan parasitoid di lahan petani kooperator, c) demonstrasi pelepasan parasitoid.

Strategi pengembangan pemanfaatan parasitoid adalah dengan mengadakan pelatihan nasional terhadap calon pelatih (*training of trainers*) yang berasal dari Propinsi. Pelatih yang dihasilkan dari tingkat Nasional akan melatih petugas-petugas yang ada di wilayah propinsi. Pelatih yang berasal dari propinsi akan melatih petani pemandu di daerah. Ujung dari pemasyarakatan pemanfaatan parasitoid sebagai agens hayati pengendali hama adalah pelatihan pemanfaatan parasitoid yang dilakukan di tingkat petani oleh petani pemandu. Dalam operasional pengembangan parasitoid *Trichogramma* spp sebagai agens pengendali hama di tingkat petani, penyuluh dan pengamat hama berperan sebagai konsultan.

PENUTUP

1. Penggerek polong kedelai *Etiella* spp. merupakan salah satu hama penting tanaman kedelai. Kehilangan hasil akibat serangan hama ini dapat mencapai 80% bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian. Oleh karena itu, strategi dan kebijakan yang di ambil untuk antisipasi dan penanggulangan hama harus bertitik tolak pada program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang berorientasi pada aspek ekonomi dan ekologi.

2. Pengendalian hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. secara hayati merupakan tuntutan yang harus dipenuhi dalam kaitannya dengan pelestarian lingkungan. Parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* adalah agens hayati yang potensial dikembangkan untuk mengendalikan hama penggerek polong kedelai.
3. Efektivitas parasitoid telur *Trichogramma* spp. dapat dilakukan dengan: a) pemilihan strain/ras/spesies yang efektif dan telah ditemukan dari spesies *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae*, b) teknik pelepasan yang efektif.
4. Pengembangan pemanfaatan parasitoid telur *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* sebagai agens pengendali hama penggerek polong memerlukan dukungan dari pengambil kebijakan di tingkat pusat dan daerah serta partisipasi aktif kelompok tani. Strategi pengembangan dapat dilakukan dengan diseminasi hasil penelitian melalui lokakarya, sarasehan, temu lapang, demonstrasi lapang yang dilaksanakan bekerjasama dengan pengguna teknologi pertanian. Kegiatan ini bertujuan untuk menginformasikan, mengevaluasi keberhasilan dan kendala pengembangan pemanfaatan parasitoid *Trichogramma* spp.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2004. Program bangkit kedelai tahun 2004. Direktorat Kacangkacangan dan Umbi-umbian. Ditjen Bina Prod. Tan. Pangan. 21p.
- Ashley, J.C., D. Gonzalez and T.F. Leigh. 1973. Reduction in effectiveness of laboratory reared *Trichogramma*. Environ. Entomol. 2:1061-1073.
- Beglyarov, G.A. and A.I. Smetnik. 1977. Seasonal colonization of entomophages. In Ridgway and S.B. Vinson (Ed). Biological control by augmentation of natural enemies. Plenum Press. New York and London. p. 283-328.
- Brower, J.H. 1990. Influence of light on dispersal of *Trichogramma pretiosum* in a warehouse. *Trichogramma* and other egg parasitoids. *Trichogramma and Other Parasites*. 3rd Int. Symp. San Antonio, Tx, USA. p. 55-58.
- Dijken, M.J., M. Kole, J.C. van Lenteren and A.M. Brand. 1986. Host preference studies with *Trichogramma evanescen* West Wood (Hym.: Trichogrammatidae) for *Mamestra brassicae*, *Pieris brassicae* and *Pieris rapae*. Zeitschrift for Angewandte Entomologie 101: 64-85.
- Djuawarso, T. dan Harnoto. 1998. Strategi pengendalian hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. J. Penel. Pengemb. Pert. 13(3):90-98.
- Djuwarso, T., dan W. Tengkan. 1999. Dampak aplikasi pestisida terhadap kelangsungan hidup dan tingkat parasitisme *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* Nagaraja. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 18 (1): 57-63.

- Fang, G.M. 1988. New methode of *Trichogramma* utilization. In J. Voegelé, J. Waage, J. van Lanteren (Eds). *Trichogramma* and Other Parasites 2nd Int. Symp., Guangzhou, China. Nov. 10-15 1986. p. 467-471.
- Forsse, E., S.M. Smith, and R.S. Bouchier. 1992. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*: effects of ambient temperature, mates, food and host eggs. *Entomol. Exp. Appl.* 62:147-154.
- Gracia, R.F. and V.J. Jimenes. 1992. Production and management of *Trichogramma* spp. in Columbia. *ICA-inform.* 26(1):3-8.
- Guo, F.J. 1988. Studies on the biological control of insect in Fruit tree and oak tree with *Trichogramma denrolini* Matsumura. In J. Voegelé, J. Waage, and J. van Lanteren (Eds). *Trichogramma* and Other Parasites 2nd Int. Symp., Guangzhou, China. Nov. 10-15 1986). p. 461-467.
- Hassan, S.A. 1993. The mass rearing and utilization of *Trichogramma* to control Lepidoptera pests achievement and out break. *Pestc.Sci.* 37(4):387-391.
- Hirano, K., Budiyo, N. Swastika, U. Suherdis, and S. Winarni. 1992. Cause of seasonal changes in population density of soybean pod borers in Java Indonesia. *JARQ* 26(2):130-138.
- Knipling, E.F. 1992. Principles of insect parasitism analyzed from new perspectives. United State Dept. of Agric. Agric. Hand Book. 331 p.
- King, E.G., L.F. Bouse, D.L. Bull, R.J. Coleman, W.A. Dickerson, W.J. Lewis, J.D. Lopez, R.K. Morrison and J.R. Phillip. 1986. Management of *Heliothis* spp. in cotton by augmentative releases of *Trichogramma pretiosum* Ril. *J. Appl.Ent.* 101: 2-10.
- Mangundojo, R.G.S. 1958. Pengendalian mengenai penggerek polong *Crotalaria puncea* L. di Jawa. Balai Besar Penyelidikan Pertanian 153: 1-101.
- Manjunath, T.M. 1972. Biological studies on *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja, a new dimorphic egg parasite of *Heliothis armigera* Hubner in India. *Entomophaga* 17(2):131-147.
- Marwoto dan K.E. Neering. 1988. Pengendalian hama kedelai dengan insektisida di lahan sawah setelah padi. Lap. Balittan Malang. 11 p.
- Marwoto, E. Wahyuni, dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan pestisida dalam pengendalian hama kedelai secara terpadu. Monograf Balittan Malang No.7. 38 p.
- Marwoto. 1999. Rakitan teknologi PHT pada tanaman kedelai. Pros. Lokakarya Pengemb. Prod. Kedelai Nas. p. 67-97.
- Marwoto dan Supriyatin 1999. Efektivitas teknik pelepasan parasitoid *Trichogrammatoidea bactrae-bactrae* untuk mengendalikan hama penggerek polong kedelai *Etiella* spp. pada pertanaman kedelai. Laporan teknis penelitian PAATP. p.1-40.

- Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin. 1999. Hama kedelai dan komponen pengendalian hama terpadu. Monograf Balitkabi 4. 50 p.
- Marwoto dan Supriyatin. 2000. Daya sebar dan efikasi parasitoid *T. bactrae-bactrae* dalam mengendalikan hama penggerek polong kedelai. Penelitian Pertanian 19(1):15-21.
- Marwoto. 2001. Potensi dan peluang parasitoid Trichogramma untuk menekan populasi hama pada tanaman kedelai. Pros. Sem. Nas. Kinerja teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Kacang-kacangan Dan Umbi-umbian. Puslitbangtan. Bogor. p. 103-109.
- Marwoto. 2002a. Prospek parasitoid telur Trichogramma sebagai agens hayati pengendalian hama dalam pertanian organik. Pros. Sem. Pert. Organik, Jakarta, 2-3 Juli 2002. p. 209-220.
- Marwoto. 2000b. Perilaku parasitoid Trichogrammatidae (Hymenoptera) sebagai agens pengendali hama. Pross. Seminar Hasil Penelitian. Peningkatan Produktivitas, Kualitas, Efisiensi, dan Sistem Produksi Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Menuju Ketahanan Pangan dan Pengembangan Agribisnis. Puslitbangtan. Bogor. p. 318-327.
- Marwoto. 2002c. Daya parasitisasi parasitoid Trichogrammatidae sebagai pengendali hama penggerek polong kedelai. Prosiding Seminar Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Puslitbangtan. Bogor. p. 349-355.
- Metcalf, R.L. 1974. Insecticide in Pest Management. John Wiley and Sons. New York. p. 235-274.
- Mudjiono, G. 1994. Peranan serangga entomofagus dalam pengendalian hayati serangga hama. Fak. Pert. Unibraw, Malang. 178 p.
- Naito, A. and Harnoto. 1984. Ecology of soybean pod borer *Etiella zinckenella* Treit. and *Etiella hobsoni* Butler. Contr. Centr. Res. Inst. 71:417-421.
- Naito, A., T. Djuwarso, and Soeyitno. 1991. Some aspects of the biological characteristics of *Etiella* podborer in tropical humid areas. Proc. of Final Seminar of the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crops Production (ATA-378). Bogor, March 4-5 1991. p. 65-77.
- Nuridah. 2000. Teknik perbanyakan massal parasitoid telur Trichogrammatidae. Workshop and development and utilization of Parasitoids. Pusat Kajian PHT IPB. p. 1-16.
- Okada, T., W. Tengkan, and T. Djuwarso. 1988. An outline of soybean pest in Indonesia in faunistic aspects. Seminar Balittan Bogor, 6 Desember 1988. 37 p.

- Oatman, E.R. and G.R. Platner. 1978. Effect of mass release of *Trichogramma pretiosum* against Lepidopterous pests on processing tomatoes in Southern California, with notes on host population trends. J. Econ. Entomol. 71:896-900.
- Pedigo, L.P. 1989. Entomology and Pest Management. Mac Millan Publishing Company, New York. 646 p.
- Resznik, S.Ya., D.G. Chernoguz and K.B. Zinovjeva. 1992. Host search, host selection, and host parasitoid interrelations in alysia manducator (Hymenoptera: Braconidae). Zoological Institute St. Petersburg. <http://www.Zin.ru/labs/expent>. Accessed on Agust. 7th 2004.
- Resznik, S.Ya., N.D. Voinovich, and T.Ya. Umarova. 2000. Host selection, oviposition and egg retention in trichogramma. Zoological Institute St. Petersburg. <http://www.Zin.ru/labs/expent>. Accessed on Agust. 7th 2004.
- Scholz, B.C.G. 1991. Evaluation and selection of native egg parasitoids for bollworm management in Australian cotton. Colloques de 1 INRA 56: 235-238.
- Stehr, D.W. 1974. Parasitoid and Predator in Pest Management. Introduction to Insect Management. John Wiley and Sons. New York. p. 135-173.
- Sumarno. 1999. Strategi pengembangan produksi kedelai nasional mendukung Gema Palagung 2001. Pros. Lokakarya Pengem. Prod. Kedelai Nas. p.7-22.
- Soejitno, J. 1987. Status and current research of soybean insect pest in Indonesia. Soybean Research and Development in Indonesia Workshop, Cipayung, Bogor. 16 p.
- Untung, K. 1993. Penggunaan pestisida oleh petani tanaman pangan di Prop. Jateng dan D.I. Yogyakarta pada tahun 1989. Ilmu Pertanian 5 (2):575-585.
- Varma, G.C. and P.P. Singh. 1987. Effect of insecticides on the emergence of *Trichogramma brasiliensis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) from parasitized host eggs. Entomophaga 32(5):443-448.
- Voegelé, J. 1988. Reflections upon the last ten year of research concerning *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatoidea). In J. Voegelé, J. Waage, J. van Lanteren (Eds). *Trichogramma and Other Parasites* 2nd International Symposium, Guangzhou, China. Nov. 10-15 1986. p. 17-32.
- Xiong, H., L.K. Huang, L.Y. Fen, M.Q. Zhi, L.L. Ying, and Z.L. Chu. 1988. Preliminary study on selection for insecticide-resistant strain of *Trichogramma japonicum* Ashamed. *Trichogramma and Other Parasites*. 2nd International Symp. Guangzhou, China. Nov. 10-15, 1986. p. 411-418.

Prospek dan Kendala Pengembangan Penangkaran Benih Kedelai Berbasis Komunitas

Didik Harnowo dan Subandi

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Penyediaan benih kedelai yang memenuhi syarat “enam tepat” merupakan prasarat penting bagi keberhasilan peningkatan produksi kedelai nasional. Pengadaan benih kedelai bermutu oleh penangkar/produsen benih perorangan/swasta hingga saat ini masih terbatas, sehingga belum mampu memenuhi kebutuhan benih bermutu secara nasional pada setiap musim tanam. Hal tersebut antara lain disebabkan oleh terbatasnya jumlah penangkar benih kedelai berskala menengah hingga besar, selain musim tanam yang tidak selalu sesuai untuk penangkaran perbanyakan benih kedelai. Upaya yang mengarah pada “swasembada benih kedelai bermutu” di setiap wilayah (kabupaten) atau sentra produksi kedelai perlu diwujudkan dalam rangka penyediaan benih kedelai yang memenuhi syarat “enam tepat” di wilayah tersebut. Penangkaran benih kedelai berbasis komunitas memiliki prospek cukup baik untuk dikembangkan di sentra produksi kedelai. Belum dikuasainya teknik produksi dan penanganan pascapanen oleh penangkar dan terbatasnya musim yang sesuai untuk penangkaran benih kedelai merupakan kendala bagi pengembangan penangkaran benih berbasis komunitas di sentra produksi. Untuk mendukung usaha penangkaran benih kedelai berbasis komunitas, kerja sama kemitraan antara kelompok tani atau gabungan kelompok tani (Gapoktan) dengan penangkar benih berskala menengah – besar. Selain itu diperlukan dukungan dan kebijakan pemerintah daerah setempat melalui kebijakan tentang penyediaan benih kedelai bermutu.

PENDAHULUAN

Penggunaan benih bermutu dari varietas unggul baru kedelai oleh petani hingga kini masih terbatas, kurang dari 10%. Sebagian besar petani menggunakan benih kedelai yang berasal dari hasil panen sendiri dari musim sebelumnya atau membeli benih ke pedagang hasil bumi yang mendapatkan kedelai dari wilayah lain dengan mutu yang tidak terkontrol. Cara penyediaan benih yang demikian disebut sistem ‘Jabalsim’ (Jalinan Arus Benih Antar-Lapang dan Musim). Penyediaan benih kedelai dengan sistem Jabalsim umumnya berlaku di Jawa yang memiliki beberapa musim tanam, yakni musim hujan (MH) di lahan kering dan musim kemarau (MK) di lahan sawah. Benih yang diperoleh

dengan cara tersebut diyakini berkontribusi terhadap rendahnya produktivitas kedelai di tingkat petani.

Pada sistem Jabalsim, benih untuk ditanam pada lahan sawah MK 1 (April-Juni) dapat dipenuhi dari panen kedelai pada lahan kering/tegal pada MH 1 (Nopember-Pebruari). Selanjutnya hasil panen kedelai dari lahan sawah MK 1 merupakan sumber benih untuk musim tanam di lahan sawah pada MK 2 (Juli-Oktober). Kebutuhan benih untuk lahan sawah MK 2 juga dapat dipenuhi dari hasil panen kedelai di lahan tegal pada MH 2 (Pebruari-Mei), sedangkan benih untuk lahan tegal MH 2 berasal dari hasil panen kedelai di lahan tegal MH 1 (Nopember-Pebruari). Menurut Sumarno (1998), cara demikian sulit untuk menyediakan varietas spesifik bagi masing-masing agroekologi.

Penyediaan benih dengan cara “enam tepat” (tepat varietas, jumlah, mutu, lokasi, waktu, dan harga) adalah prasyarat penting bagi keberhasilan peningkatan produksi kedelai nasional menuju swasembada kedelai pada tahun 2015. Salah satu penyebab belum tersedianya benih kedelai yang memenuhi syarat ‘enam tepat’ adalah terbatasnya penangkar benih kedelai. Hal tersebut disebabkan oleh belum adanya jaminan pasar (pembeli benih), terbatasnya kemampuan petani dalam memproduksi dan mengolah benih setelah panen, tingginya risiko kegagalan usahatani benih kedelai, benih kedelai tidak tahan disimpan lama, dan rendahnya keuntungan bagi penangkar/produsen benih.

Dalam rangka penyediaan benih kedelai bermutu bagi petani, pengadaan secara berkelompok (berbasis komunitas) dan bermitra dengan penangkar benih diharapkan dapat berjalan dan sebagai alternatif perbaikan sistem penyediaan benih yang sudah ada (Jabalsim). Dengan demikian sistem pengadaan benih oleh penangkar benih berbasis komunitas diharapkan mampu memenuhi kebutuhan benih kedelai di wilayah produksi kedelai secara “enam tepat”.

BATASAN DAN KONSEP AGRIBISNIS BERBASIS KOMUNITAS

Agribisnis dapat didefinisikan sebagai kegiatan manusia yang memanfaatkan sumber daya alam untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya. Agribisnis juga dapat diartikan sebagai cara pandang ekonomi bagi kegiatan dalam bidang pertanian. Dengan demikian, agribisnis tidak dapat terlepas dari prinsip-prinsip ekonomi, yang bukan saja mengarah pada usaha yang ditunjukkan untuk pemenuhan kebutuhan keluarga, tetapi juga mengarah pada usaha yang memberikan keuntungan dengan memanfaatkan modal secara efektif untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Agribisnis mencakup aspek budi daya, pascapanen, dan proses pengolahan hingga pemasaran.

Penangkaran benih merupakan bentuk usaha agribisnis (bisnis di bidang pertanian). Menurut Hardiman (1990), agribisnis di sini dipahami sebagai proses hubungan komunikatif antara subjek-subjek (pelaku) kegiatan agribisnis, sedangkan proses kerja terlihat pada tindakan teknis pelaku-pelaku tersebut terhadap obyek kegiatan agribisnis, yaitu sumber daya agraria, khususnya tanah dan air (modal alami). Penangkaran benih dapat dikategorikan sebagai agribisnis yang didasarkan pada dua hal, yaitu: (1) benih merupakan salah satu sarana produksi pertanian, dan (2) penangkaran/perbanyakan benih adalah usaha yang diarahkan (berorientasi) kepada keuntungan (*profit oriented*). Dengan kata lain, usaha penangkaran benih adalah salah satu bentuk usaha agribisnis yang akan diperoleh keuntungan.

Menurut Kantor Menko Ekuin dan PSP (2000 *dalam* Sitorus 2002), orientasi pengembangan sistem agribisnis adalah peningkatan keunggulan bersaing melalui pendayagunaan sumber daya secara komparatif sebagai wujud peningkatan kesejahteraan rakyat. Menurut batasan tersebut, pengembangan sistem agribisnis dikonsepsikan sebagai proses perkembangan yang meliputi tiga tahapan.

- Tahap I: agribisnis berbasis sumber daya, di mana pembangunan agribisnis digerakkan oleh kelimpahan faktor produksi (*factor-driven*), yaitu sumber daya alam dan sumber daya manusia berupa tenaga kerja tak terdidik (*unskilled labor*).
- Tahap II: agribisnis berbasis investasi, di mana pembangunan agribisnis digerakkan oleh kekuatan investasi (*investment-driven*) melalui percepatan pembangunan dan pendalaman industri pengolahan dan industri hulu serta peningkatan kemampuan sumber daya manusia. Produk akhir agribisnis pada tahapan ini didominasi oleh komoditas padat modal dan tenaga terdidik (*capital intensive and skilled labor*), serta memiliki nilai tambah lebih besar dan segmen pasar yang lebih luas.
- Tahap III: agribisnis berbasis inovasi, di mana pembangunan agribisnis digerakkan oleh 'temuan baru' atau inovasi (*innovation-driven*) melalui peningkatan kemajuan teknologi pada setiap subsistem agribisnis, serta peningkatan kemampuan sumber daya manusia pada saat yang bersamaan. Produk agribisnis pada tahapan ini didominasi oleh komoditas padat ilmu pengetahuan dan tenaga terdidik (*science and skilled labor based*) serta memiliki nilai tambah yang lebih besar dan pangsa pasar yang lebih luas lagi.

Ketiga tahap perkembangan sistem agribisnis tersebut sekaligus menggambarkan pergeseran paradigma pembangunan ekonomi nasional dari yang mengandalkan keunggulan komparatif menjadi keunggulan kompetitif (Sitorus 1992). Konsepsi 'agribisnis berbasis komunitas' sendiri menunjuk pada

kehadiran dua pilar sosial sebagai subjek pelaku, yaitu pengusaha (perusahaan agribisnis) dan kaum tani (komunitas petani). Dengan demikian, kegiatan agribisnis berbasis komunitas adalah proses interaksi sinergis dari kekuatan sosial-ekonomi kedua pilar tersebut, yang dikenakan terhadap modal alami dalam rangka produksi. Kekuatan sosial-ekonomi yang dimaksud adalah modal ekonomi yang dikuasai oleh pengusaha dan modal sosial yang dikuasai oleh kaum tani. Dari uraian di atas jelas bahwa kegiatan agribisnis berbasis komunitas adalah aktualisasi tiga jenis modal subjek pelaku agribisnis, yaitu modal alami, modal ekonomi, dan modal sosial (Sitorus 2002).

Dengan pendayagunaan modal sosial, kegiatan agribisnis berbasis komunitas membuka atau memperluas peluang berusaha (sebagai pengusaha agribisnis) di samping peluang kerja (sebagai pelaku langsung dalam aspek produksi) bagi kaum tani. Dengan demikian, dalam kegiatan agribisnis berbasis komunitas, kaum tani terlibat langsung sebagai subjek pelaku agribisnis dalam produksi, tidak hanya sebagai buruh tani. Pada konsep 'agribisnis berbasis komunitas', kaum tani dipertimbangkan sebagai subjek pelaku yang harus menjadi perhatian utama dalam proses pembangunan agribisnis. Keteringgalan kaum tani dalam proses pengembangan sistem agribisnis berbasis komunitas adalah suatu kegagalan besar.

Sebuah contoh, penerapan pola kegiatan agribisnis berbasis komunitas telah dilakukan oleh Sang Hyang Seri dalam produksi/penangkaran benih padi di Sukamandi (Sang Hyang Seri 1999 *dalam* Sitorus 2002). Dalam pelaksanaannya, perusahaan tersebut menampilkan keunikan karena mencakup fungsi dari keempat subsistem agribisnis sekaligus, yakni:

1. Fungsi subsistem agribisnis hulu, di mana perusahaan melakukan kegiatan industri dan perdagangan hulu, yaitu menghasilkan dan menjual sarana produksi pertanian berupa benih padi. Produk benih tersebut meliputi benih sebar (*extension seeds*, ES) untuk konsumsi petani dan benih sumber yang terdiri atas benih penjenis (*breeder seeds*, BS), benih dasar (*Foundation Seeds*, FS), dan benih pokok (*Stock Seeds*, SS) untuk keperluan pemuliaan dan penangkaran.
2. Fungsi subsistem agribisnis pertanian primer, di mana perusahaan melakukan kegiatan pertanian primer yang menghasilkan padi bakal benih sebagai komoditas utama.
3. Fungsi subsistem agribisnis hilir, di mana perusahaan melakukan kegiatan industri pengolahan komoditas padi bakal benih menjadi komoditas benih bersertifikat yang kemudian dipasarkan kepada petani konsumen.
4. Fungsi subsistem penunjang, di mana perusahaan melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan benih padi unggul, dan diseminasi atau alih teknologi maju kepada petani dalam bentuk proyek uji coba.

Karena melakukan kegiatan yang mencakup keempat fungsi pada sistem agribisnis sekaligus, maka perusahaan tersebut dapat dikategorikan sebagai 'perusahaan agribisnis terpadu'. Dalam operasionalisasinya, perusahaan tersebut menerapkan tiga pola dalam produksi benih, yakni pola swakelola, pola kerja sama produksi, dan pola kerja sama (KS). Dua pola kerja sama produksi yang diterapkan (pola KSP dan KS) mencerminkan paduan sinergis antara modal ekonomi dan modal sosial. Modal ekonomi, khususnya yang disumbangkan oleh PT Sang Hyang Seri, adalah dalam bentuk finansial, teknologi, dan keahlian manajemen agribisnis modern, sedangkan modal sosial disumbangkan oleh komunitas petani lokal dalam bentuk institusi hubungan produksi pertanian lokal yang membuka akses bagi petani terhadap sumber-sumber agraria. Secara khusus, pola KSP telah membuka akses petani terhadap modal alami tanah yang dikuasai perusahaan, sementara pola KS lebih membuka peluang bagi petani relatif besar karena sistem sewa yang mempersyaratkan penggunaan modal usahatani sendiri (Sitorus 2002).

KEBERADAAN PENANGKAR BENIH KEDELAI SAAT INI

Hingga tahun 2007, varietas unggul kedelai yang telah dilepas (diakui secara resmi) oleh pemerintah (c.q. Departemen Pertanian) tidak kurang dari 30 varietas. Namun demikian, perlu diakui bahwa dari varietas-varietas yang telah dilepas tersebut, yang merupakan *core product* dari benih hanya beberapa (sebagian kecil) saja yang diterima pasar. Selain itu, varietas tertentu mungkin menghendaki lingkungan tumbuh optimal yang berbeda dan tidak selalu cocok di semua tipe agroekologi dan preferensi konsumen.

Jumlah penangkar benih kedelai yang terdaftar secara resmi di BPSB (selaku instansi yang diberi tugas dan wewenang membina para penangkar benih) belum jelas. Data Statistik Pertanian menginformasikan belum tersedianya data tentang keberadaan dan jumlah penangkar benih kedelai di Indonesia hingga tahun 2004. Namun demikian, jumlah benih bersertifikat yang berhasil diproduksi mencapai 3.955,5 ton untuk benih berlabel merah jambu (LMJ) dan 439,37 ton untuk benih Label Biru /Benih Sebar (Tabel 1 dan 2). Apabila jumlah benih bersertifikat yang diproduksi tersebut dibandingkan dengan jumlah kebutuhan benih sebar pada tahun yang sama, maka penggunaan benih bermutu (benih bersertifikat) oleh petani kurang dari 5%, lebih rendah daripada yang dinyatakan oleh Baihaki (2002) yakni sekitar 10%.

Data pada Tabel 1 dan 2 mengindikasikan bahwa: (1) keberadaan penangkar benih kedelai belum merata di setiap propinsi, terutama di propinsi penghasil utama kedelai, (2) jumlah benih yang diproduksi setiap tahun di masing-masing propinsi berfluktuasi, (3) terbatasnya benih sumber (benih bersertifikat di atas benih sebar/BR) yang diproduksi oleh penangkar, (4)

kemungkinan kurangnya aksi dari pemerintah daerah berkaitan dengan upaya peningkatan produksi kedelai secara nasional melalui penggunaan benih bermutu, dan (5) rendahnya minat petani/pihak swasta untuk menjadi penangkar benih kedelai. Khusus yang berkaitan dengan point 4, hal tersebut kemungkinan disebabkan oleh: (a) benih kedelai yang mudah rusak, apalagi bila penanganan pascapanennya tidak optimal, sehingga memerlukan biaya cukup tinggi, (b) risiko kegagalan akibat kerusakan benih selama belum terjual cukup tinggi yang terkait dengan masa berlaku label (masa kedaluwarsa) benih yang cukup pendek (sekitar 3 bulan) dan penangkar yang harus menanggungnya, (c) pasar bagi benih kedelai bersertifikat belum cukup menarik oleh calon penangkar/pihak swasta untuk memproduksi benih kedelai bersertifikat, (d) harga benih bersertifikat dirasakan cukup mahal bagi petani, dan (e) adanya

Tabel 1. Perkembangan produksi benih kedelai bersertifikat (label merah jambu) tahun 2001-2005.

Propinsi	Produksi benih (ton)				
	2001	2002	2003	2004	2005
Nanggroe Aceh Darussalam	199,20	-	106,69	-	-
Sumatera Utara	478,60	67,00	123,43	528,60	-
Sumatera Barat	-	44,00	44,00	48,00	-
Riau	-	80,00	80,00	0,60	-
Jambi	30,20	67,00	67,00	130,00	17,50
Sumatera Selatan	70,41	310,00	310,00	33,00	-
Bangka Belitung	70,41	310,00	310,00	33,00	-
Bengkulu	-	-	20,75	-	-
Lampung	39,21	36,00	36,00	15,81	-
DKI Jakarta	70,00	9,00	22,97	-	-
Jawa Barat	899,87	146,00	338,46	14,04	-
Banten	-	-	-	48,00	-
Jawa Tengah	1.020,45	-	320,07	855,57	839,00
DI Yogyakarta	285,74	28,00	96,32	1,70	5,00
Jawa Timur	917,89	299,00	364,05	986,00	-
Bali	17,06	5,40	45,46	27,40	-
NTB	150,54	29,43	218,03	936,00	-
NTT	-	500,28	426,77	-	-
Kalimantan Barat	9,40	-	-	22,75	-
Kalimantan Tengah	2,20	-	-	-	-
Kalimantan Selatan	3,40	9,00	9,00	-	-
Kalimantan Timur	-	0,41	-	-	-
Sulawesi Utara	-	1,60	2,00	185,65	-
Sulawesi Tengah	-	-	-	-	-
Sulawesi Selatan	562,41	50,00	50,00	122,50	320,00
Sulawesi Tenggara	39,81	-	-	-	-
Papua	12,00	-	-	-	-
Maluku	-	-	-	-	-
Maluku Utara	-	-	-	-	-
Gorontalo	-	88,60	89,00	-	-

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2005).

Tabel 2. Perkembangan produksi benih kedelai bersertifikat (label merah biru) tahun 2001-2005.

Propinsi	Produksi benih (ton)				
	2001	2002	2003	2004	2005
Nanggroe Aceh Darussalam	-	-	-	-	-
Sumatera Utara	-	490,00	490,00	4,80	4,80
Sumatera Barat	1,15	149,30	149,00	1,00	-
Riau	7,92	8,94	9,00	1,91	-
Jambi	4,80	-	-	98,00	-
Sumatera Selatan	0,96	100,00	100,00	15,00	-
Bangka Belitung	-	-	-	-	-
Bengkulu	2,02	2,00	2,00	11,90	-
Lampung	17,40	12,00	12,00	0,80	-
DKI Jakarta	-	-	-	-	-
Jawa barat	114,14	12,00	29,00	11,29	-
Banten	-	-	-	-	-
Jawa Tengah	131,61	-	-	2,21	-
DI Yogyakarta	52,34	8,40	8,00	5,79	1,00
Jawa Timur	199,61	1.889,00	1.909,00	51,00	546,05
Bali	13,38	280,00	280,00	23,10	21,00
NTB	116,64	75,00	95,00	141,30	22,40
NTT	40,80	-	-	-	-
Kalimantan Barat	5,28	40,00	40,00	19,00	1,00
Kalimantan Tengah	11,40	-	-	17,10	-
Kalimantan Selatan	15,00	21,00	21,00	1,24	-
Kalimantan Timur	-	1,69	2,00	19,30	-
Sulawesi Utara	-	7,40	7,00	-	8,10
Sulawesi Tengah	23,18	-	-	-	-
Sulawesi Selatan	23,18	-	-	3,39	-
Sulawesi Tenggara	0,00	-	-	-	-
Papua	17,64	-	-	2,50	-
Maluku	-	680,00	680,00	-	-
Maluku Utara	-	-	-	-	-
Gorontalo	-	2,00	2,00	8,20	-

Sumber: Badan Litbang Pertanian (2005).

alternatif cara lain yang lebih mudah dengan harga benih lebih 'murah' (terjangkau), yakni melalui sistem Jabalsim.

Para produsen benih kedelai yang ada di sentra produksi pada kenyataannya sangat dekat dengan petani sehingga mereka mengetahui secara jelas kebutuhan petani/masyarakat di wilayah tersebut, bahkan untuk daerah-daerah lainnya. Dengan demikian, idealnya produsen hanya akan menangkarkan varietas yang paling disukai petani konsumen (*market oriented*). Namun, mereka belum dilibatkan dalam memilih/menentukan varietas yang akan dilepas. Dengan dilepasnya varietas unggul baru, para produsen perlu waktu untuk mengetahui secara jelas sifat-sifat dari varietas tersebut. Hal ini sering mengakibatkan adanya kebingungan para produsen yang sekaligus bertindak

sebagai pihak yang memperkenalkan varietas baru tersebut di lapangan. Apabila produsen langsung memproduksi benih dalam jumlah banyak, maka seringkali di tengah jalan para penangkar kesulitan menjual benih varietas baru jika petani yang melihat langsung penampilan varietas baru tersebut di lapangan menolaknya. Lambat atau rendahnya adopsi benih varietas unggul baru tersebut mungkin juga disebabkan para pemulia tanaman (khususnya pemulia tanaman kedelai) kurang mengikuti perkembangan selanjutnya mengenai adopsi varietas unggul baru yang telah dilepas sebelumnya. Di sisi lain, sistem pelepasan varietas unggul baru seperti yang berlaku sekarang ini, yang tidak melibatkan para penangkar benih, memiliki beberapa keuntungan, antara lain:

- a. Produsen benih dilatih sejak awal dalam perencanaan teknologi varietas, yang dikaitkan dengan agroekologi dan preferensi konsumen.
- b. Produsen/penangkar benih mengetahui betul sifat-sifat keunggulan dari produk (berupa benih) yang dijualnya,
- c. Mendorong persaingan sehat antarprodusen benih sebagai akibat dari persaingan pemilihan teknologi, varietas yang lebih unggul akan unggul pula dalam persaingan,
- d. Memacu para pemulia untuk melayani secara langsung permintaan para produsen, terkait dengan keunggulan varietas yang dikehendaki pengguna.
- e. Konsep tersebut (terutama point d) sekaligus dapat digunakan sebagai *embryo breeders' right*, yang nantinya akan semakin baik.
- f. Petani akan lebih menerima teknologi varietas unggul, yang akhirnya terjadi peningkatan produksi secara berkelanjutan dan efisien.

KEBIJAKAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN INDUSTRI BENIH KEDELAI

Kebijakan dan strategi pengembangan perbenihan (industri benih) tanaman pangan (termasuk kedelai) di Indonesia telah disusun (Dirjen Tanaman Pangan 2005) dengan mengacu pada peraturan perundangan yang berlaku, misalnya UU No. 13 Tahun 1992 tentang Sistem Budi Daya Tanaman, PP No. 44 Tahun 1995 tentang Perbenihan Tanaman Pangan, dan Kepmentan di bidang perbenihan tanaman pangan. Hal-hal pokok yang menyangkut kebijakan dan strategi pengembangan industri benih kedelai di Indonesia dijelaskan secara ringkas di bawah ini.

Kebijakan pemerintah di bidang perbenihan tanaman pangan (termasuk kedelai) pada dasarnya diarahkan untuk mendorong tumbuh dan berkembangnya sektor swasta dalam usaha perbenihan. Implikasinya pengadaan benih atau industri benih pada dasarnya diserahkan kepada masyarakat dan sektor swasta, sedangkan pemerintah berperan memberikan pembinaan. Kebijakan tersebut meliputi:

1. Pemerintah senantiasa berupaya menciptakan iklim yang kondusif untuk tumbuh dan berkembangnya peran sektor swasta.
2. Setiap industri/produsen benih diberikan peluang yang sama untuk bersaing secara sehat dalam melayani kebutuhan petani,
3. Pengguna atau petani bebas menetapkan pilihannya dalam menggunakan benih berlabel, sepanjang tidak merugikan masyarakat, budi daya tanaman, sumber daya alam, dan lingkungan hidup.
4. Benih yang diperdagangkan harus senantiasa memenuhi persyaratan (UU, PP, dan Kepmentan).
5. Plasma nutfah untuk pemuliaan tanaman dapat berasal dari dalam maupun dari luar negeri.

Strategi pengembangan perbenihan tanaman pangan (termasuk kedelai) ditempuh melalui lima pendekatan, yakni: (1) pemantapan sistem perbenihan, (2) pengembangan usaha agribisnis perbenihan, (3) pemantapan kelembagaan perbenihan, (4) pengembangan potensi pasar, dan (5) penumbuhan kemitraan.

1. Pemantapan sistem perbenihan. Pemantapan sistem perbenihan meliputi subsistem:
 - (a) Subsistem penelitian, pemuliaan dan pelepasan varietas. Dalam hal ini pemerintah masih berperan lebih banyak, misalnya dalam kegiatan penelitian, pemuliaan, pendidikan, dan pelatihan.
 - (b) Subsistem produksi dan distribusi. Benih sumber dihasilkan oleh pemerintah dan diharapkan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh industri benih swasta. Kelembagaan balai benih terus dimantapkan guna memenuhi kebutuhan benih sumber bagi penangkar. Industri benih swasta terus didorong untuk mampu memenuhi kebutuhannya sendiri akan benih sumber. Dalam aspek distribusi, industri benih swasta dapat menjalin kemitraan dengan perusahaan pengolah produk maupun dengan pengguna benih lainnya.
 - (c) Subsistem pengawasan mutu dan sertifikasi benih. Pengawasan mutu dan sertifikasi benih dilakukan oleh pemerintah (BPSB-TPH). Untuk kelancaran proses ini, industri/produsen benih harus menjalin komunikasi dan koordinasi yang optimal dengan lembaga BPSB. Pada masa yang akan datang, produsen benih yang memenuhi persyaratan akan mendapatkan sertifikat mandiri untuk produksi benihnya dari Lembaga Sertifikasi Sistem Mutu (LSSM) yang dibentuk oleh pemerintah.
 - (d) Subsistem penunjang, antara lain peraturan perundangan, sumber daya manusia, dan sarana/prasarana. Perbaikan subsistem ini terus dilakukan dalam rangka menjadikan industri benih berkembang di negeri sendiri, dan bahkan dapat menjangkau pasar luar negeri.

2. Pengembangan usaha agribisnis perbenihan. Pemerintah mendorong dan memberikan peluang seluas-luasnya kepada sektor swasta untuk berperan dalam perbenihan, baik di hulu (perakitan varietas), produksi benih sumber dan benih sebar, maupun di hilir (distribusi/pemasaran).
3. Pemantapan kelembagaan perbenihan. Kelembagaan perbenihan seperti Badan Benih Nasional, Balai Benih, dan Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih terus dievaluasi dan disesuaikan, baik dalam hal struktur organisasi maupun mekanisme kerja.
4. Pengembangan potensi pasar benih. Kegiatan ini terus dilakukan dalam rangka adopsi varietas unggul baru oleh petani. Kegiatan aksinya antara lain adalah sosialisasi varietas dan manfaat penggunaan benih bermutu, terutama di sentra produksi atau di daerah yang tingkat penggunaan benih bermutunya masih rendah. Hal ini untuk lebih mendorong berkembangnya industri benih kedelai di wilayah tersebut.
5. Penumbuhan kemitraan. Kegiatan ini dilakukan dalam rangka mendorong peningkatan produksi dan distribusi benih, melalui kerja sama yang saling menguntungkan antara kelompok penangkar dengan pihak industri/produsen benih.

MODEL SISTEM PENANGKARAN BENIH BERBASIS KOMUNITAS

Sejalan dengan kebijakan dan strategi pengembangan industri benih kedelai di dalam negeri, maka perlu diketahui terlebih dahulu tahapan dan posisi (tingkat) industri benih kedelai saat ini dan yang diinginkan di masa mendatang. Menurut Douglas (1980), sistem perbenihan dapat diartikan sebagai peraturan yang harus diikuti dan program tindakan yang harus dilaksanakan untuk mencapai produksi dan distribusi benih dengan kualitas dan kuantitas yang direncanakan. Perkembangan sistem perbenihan dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

- Tahap I : Petani masih menggunakan benih sendiri; varietas, mutu benih, dan cara budi daya tanaman bersifat tradisional.
- Tahap II: Beberapa petani menggunakan benih bermutu, mulai terdapat pengusaha benih secara komersial, varietas unggul mulai menggantikan varietas lokal.
- Tahap III: Beberapa komponen sistem perbenihan telah dilaksanakan, penyediaan benih bermutu hampir cukup, varietas unggul dengan cepat menggantikan varietas lokal, tetapi belum semua petani menggunakan benih bermutu, tingkat penggantian benih per musim tanam (*seed replacement rate*) berkisar 30-60%, sedang sisanya dipenuhi oleh benih yang diperoleh dari hasil petani sendiri (*saved seeds*).

Tahap IV: Pada tahap ini sistem perbenihan sudah maju dan berjalan lancar. Peraturan perbenihan telah dilaksanakan, kebijakan dalam perbenihan jelas dan umumnya mendukung perkembangan produksi dan pemasaran benih secara komersial, usahatani bersifat komersial penuh, budi daya menerapkan teknologi maju yang baku, dan terdapat diferensiasi fungsi komponen usahatani.

Hubungan antara tahap perkembangan perbenihan dengan tingkat usahatani petani (Tabel 3) bersifat timbal balik. Tingkat industri benih yang ada pada suatu periode tertentu sangat berkaitan dengan status teknologi usahatani pada periode tersebut. Sumarno (1998) memprediksi sistem perbenihan kedelai di Indonesia baru mencapai Tahap II. Namun saat ini sistem perbenihan kedelai sudah mengarah pada Tahap III. Dengan demikian, pengadaan benih kedelai yang dekat dengan petani dan memenuhi persyaratan ‘enam tepat’ akan dapat dicapai. Penyebab lambatnya perkembangan perbenihan kedelai antara lain:

1. Usahatani kedelai bersifat sampingan (bukan utama), sehingga petani belum memikirkan penggunaan benih bermutu sebagai komponen utama usahatani kedelai.
2. Skala usahatani sempit dan tersebar dalam areal yang terpencar, musim tanam terbagi dan tidak serempak sehingga tidak kondusif untuk pasar industri benih kedelai.
3. Musim tanam kedelai, terutama pada MH 1 (awal musim hujan), bersamaan dengan ‘musim paceklik’ sehingga petani tidak memiliki modal untuk membeli benih. hal ini menyebabkan mereka menggunakan benih sendiri.

Tabel 3. Hubungan antara perkembangan sistem perbenihan dengan kemajuan usahatani.

Tahap sistem perbenihan ¹⁾	Industri benih nasional	Tingkat usahatani	Budi daya tanaman	Penggunaan benih
Tahap I	Belum ada	Tradisional, subsistensi	Tradisional, seadanya	Asal petani
Tahap II	Permulaan, kecil	Agak maju, pra komersial	Agak maju, mulai menerapkan komponen teknologi	Sebagian petani menggunakan benih bermutu
Tahap III	Tumbuh, jumlahnya agak banyak	Semi komersial/ komersial	Maju, menerapkan paket teknologi	20-30% benih yang ditanam bermutu
Tahap IV	Berkembang maju, banyak	Komersial/ agribisnis	Teknologi maju, optimasi input	70-100% benih berupa benih bermutu

¹⁾ Tahapan Sistem Perbenihan menurut Douglas (1980).

4. Menurut petani, harga benih kedelai bermutu yang diproduksi oleh pengusaha benih formal mahal.
5. Jaminan mutu benih bersertifikat dalam hal daya tumbuh, vigor, kemurnian, dan kesehatan benih belum meyakinkan petani.

Agar sistem penyediaan benih kedelai bermutu dapat berkembang, maka upaya penumbuhan usaha penangkaran benih kedelai perlu menyesuaikan dengan perkembangan tingkat usahatan. Suyanto (2006) menyatakan bahwa perusahaan benih ke depan akan diberi keleluasaan melepas varietas baru yang mereka hasilkan ke pasar tanpa harus melalui mekanisme pelepasan varietas oleh pemerintah. Nantinya pasar (masyarakat pengguna benih) yang akan menilai apakah varietas tersebut diterima atau tidak. Berkaitan dengan pengembangan penangkaran benih kedelai berbasis komunitas, strategi yang dapat ditempuh adalah sebagai berikut:

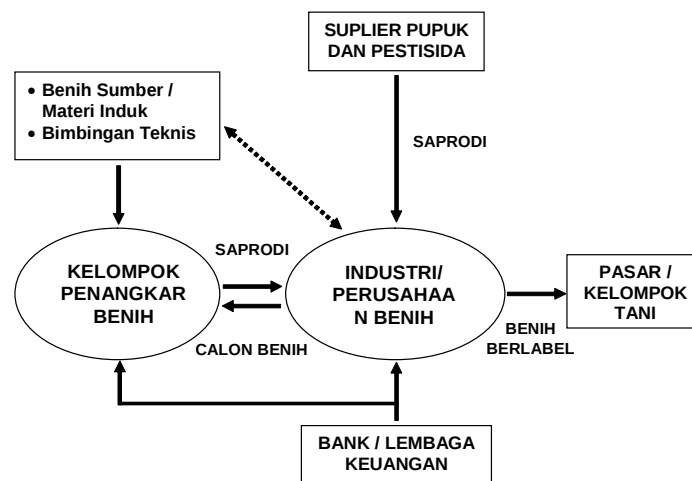
- a. Mendorong terbentuknya penangkar benih informal di sentra produksi kedelai.
- b. Memberdayakan kelompok tani di sentra produksi kedelai dengan jalan pelatihan, magang, dan sekolah lapang produksi benih.
- c. Mendorong salah satu anggota kelompok tani di sentra produksi menjadi penangkar benih kedelai. Pada tahap awal, mereka menyediakan benih untuk kelompoknya, selanjutnya untuk petani kelompok lain di wilayahnya, dan seterusnya.
- d. Membimbing penangkar benih informal untuk menjadi perusahaan benih formal skala kecil, berbasis modal anggota kelompok atau koperasi.
- e. Menjadikan perusahaan-perusahaan benih formal kecil di sentra produksi kedelai sebagai kekuatan sistem perbenihan kedelai nasional.
- f. Membentuk asosiasi perusahaan benih dan mengusahakan kemitraan usaha antara perusahaan benih kecil dengan perusahaan benih besar, seperti PT Sang Hyang Seri, PT Pertani, dan PT Pioneer.
- g. Menjadikan usaha perbenihan sebagai bagian integral dari kegiatan agribisnis di pedesaan.

PROSPEK DAN KENDALA PENANGKARAN BENIH BERBASIS KOMUNITAS

Varietas unggul baru kedelai akan memberikan manfaat apabila diadopsi/ditanam oleh masyarakat (petani) secara luas. Diadopsinya varietas unggul oleh petani mensyaratkan bahwa mereka yakin keuntungan yang diperoleh dari penggunaan benih dari varietas unggul tersebut lebih besar dari harga benih yang mereka beli. Untuk meningkatkan permintaan terhadap benih bermutu dapat diupayakan melalui tiga pendekatan, yaitu (1) menekan biaya

produksi sampai ke tingkat minimum, (2) meningkatkan mutu benih, dan (3) mengaitkan produksi pertanian dengan pasar/konsumen yang peduli mutu, seperti industri pengolahan, pasar swalayan, dan pasar ekspor (Nugraha dan Hadi 2005).

Dikaitkan dengan teori kesejajaran antara tingkat usahatani dan tingkat kemajuan industri benih (Douglas 1980), pada masa-masa mendatang status industri benih kedelai akan meningkat dibandingkan dengan saat ini. Faktor pendorong utamanya adalah permintaan benih kedelai (baik dalam jumlah maupun mutu) semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kesadaran petani untuk menggunakan benih kedelai bermutu. Produksi benih bermutu hanya dapat dilaksanakan oleh penangkar/produsen benih yang mempunyai komitmen tinggi terhadap mutu benih yang dihasilkan. Berdasarkan kondisi sosial-ekonomi petani di Indonesia, maka model industri benih kedelai yang sesuai untuk dikembangkan adalah 'industri benih berbasis komunitas' sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa penangkaran benih kedelai berbasis komunitas mempunyai prospek yang cukup baik untuk dikembangkan. Hal tersebut didasarkan atas beberapa alasan yakni: (1) potensi permintaan pasar terhadap benih kedelai bermutu di masa mendatang cukup besar, (2) industri pengolahan pangan berbahan baku kedelai (susu, tepung, makanan bayi, dll.) makin berkembang, dan (3) kesadaran dan pemahaman petani tentang manfaat penggunaan benih bermutu semakin meningkat.



Gambar 1. Model kemitraan dalam penangkaran benih kedelai berbasis komunitas (Ditjen Tanaman Pangan 2005).

Berkembangnya penangkaran benih kedelai berbasis komunitas akan memperbaiki sistem penyediaan benih kedelai yang ada saat ini (Jabalsim tradisional), yang dinilai memiliki beberapa kelemahan, antara lain tidak ada organisasi produsen benih yang jelas, belum ada mekanisme pengendalian mutu benih dengan standar mutu yang memadai untuk sertifikasi, dan tidak ada injeksi benih sumber pada saat tertentu (Nugraha 1996; Harnowo 2005). Pengadaan benih melalui penangkaran berbasis komunitas memiliki ciri: penanaman pada saat optimum, pemusatan lokasi produksi, sentralisasi manajemen, pengendalian mutu benih secara optimal, adanya partisipasi petani dalam pemanfaatan modal alam dan modal sosial, dan adanya kemitraan antara petani/kelompok tani penangkar dengan produsen/industri benih swasta atau perorangan yang memiliki fasilitas pengolahan benih cukup memadai. Dengan berkembangnya penangkaran benih berbasis komunitas maka akan tumbuh dan berkembang pula usaha agribisnis perbenihan yang sehat dan berkesinambungan di sentra produksi kedelai.

Pada tahap-tahap awal pengembangan penangkaran benih kedelai berbasis komunitas menuntut adanya pembinaan yang kontinu dari aparat terkait, meliputi: (1) perencanaan produksi secara matang, antara lain penentuan varietas, kelas benih yang akan diproduksi, suplai benih sumber, volume dan lokasi produksi, waktu tanam dan panen, pengeringan dan pengolahan benih, serta sumber daya manusia dan dana yang diperlukan, (2) peningkatan efisiensi produksi benih yang meliputi optimalisasi produksi dan pengolahan benih, pengendalian mutu sejak di lapangan hingga penyimpanan, (3) pengendalian mutu eksternal dan internal, cara mendiagnosis masalah dan penanggulangannya, (4) penyimpanan benih jangka pendek-menengah (1-2 tahun) yang efektif dan efisien untuk benih kelas SS dan ES, (5) peningkatan kemampuan petani dalam hal teknis maupun permodalan.

Di samping peluang seperti yang telah dikemukakan di atas, dijumpai juga kendala pengembangan usaha penangkaran benih kedelai berbasis komunitas. Beberapa kendala yang diidentifikasi antara lain: (1) kepemilikan lahan petani di sentra produksi kedelai relatif sempit yang menyebabkan penerapan teknologi dan efisiensi produksi menjadi belum dirasakan manfaatnya oleh petani/penangkar, (2) sering ditemui masalah dalam penyediaan saprodi (terutama pupuk) yang kurang tepat jenis, jumlah dan waktu, (3) belum adanya kepastian harga kedelai bakal benih sehingga menimbulkan keengganan bagi petani penangkar, dan (4) belum adanya jaminan pasar yang pasti bagi benih bermutu yang dihasilkan oleh produsen/pengusaha benih. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diperlukan kebijakan yang jelas dan konsisten dari pemerintah daerah setempat, antara lain mengenai program peningkatan produksi kedelai, program pengadaan benih kedelai bermutu, jaminan harga benih yang layak bagi pengusaha dan terjangkau oleh konsumen benih, dan penyediaan saprodi yang memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 2005. Statistik pertanian tahun 2005. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Baihaki, A. 2002. Review pemuliaan tanaman dalam industri benih di Indonesia. p. 1-6. *Dalam* E. Murniati *et al.* (Eds.). Industri benih di Indonesia: aspek penunjang pengembangan. Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih-BDP. IPB. Bogor.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2005. Kebijakan perbenihan tanaman pangan. p. 1-17. *Dalam* E. Murniati dan T. Budiarti (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Peran Perbenihan Dalam Revitalisasi Pertanian. IPB. Bogor.
- Deptan. 2006. Arah dan strategi sistem perbenihan tanaman nasional. Departemen Pertanian. Jakarta. 53 p.
- Douglas, J. E. 1980. Succesfull Seed Programs: A Planning and Management Guide. Westview Press.Inc. USA. 302 p.
- Hardiman, F.B. 1990. Kritik Ideologi: Pertautan Pengetahuan dan Kepentingan. Kanisius. Yogyakarta.
- Harnowo, D. 2005. Jabal system: performance and its potential for soybean seed provision and agribusiness. Makalah Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Bogor, 7-8 September 2005.
- Nugraha, U.S. dan S. Hadi. 2005. Strategi pengembangan industri benih nasional dalam menghadapi persaingan global. p. 55-71. *Dalam* D. Effendi *et al.* (Eds.). Menuju Indonesia berswasembada varietas unggul. Prosiding Simposium PERIPI. Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia, Bagian Non Ruminansia dan Satwa Harapan. Fakultas Peternakan IPB. Bogor.
- Nugraha, U.S., H. Smalders, and N. Saleh. 1995. Seed quality of secondary food crops in Indonesia. Paper presented at the workshop on Integrated Seed Systems For Low-Input Agriculture. Malang, 24-27 October 1995. Research Institute for Legume and Tuber Crops (RILET).
- Nugraha, U.S. 1996. Produksi benih kedelai bermutu melalui system 'Jabal' dan partisipasi petani. Jurnal Litbang Pertanian XV (2):27-34.
- Sinaga, H.H.T. 2008. Harga pangan tetap tinggi. Harian Jurnal Nasional, Selasa 22 Januari 2008.
- Sitorus, M.T.F. 2002. Agribisnis berbasis komunitas, sinergi modal ekonomi dan modal sosial di atas modal alami: kasus agribisnis 'Sang Hyang Seri' Sukamandi. *Dalam* E. Murniati *et al.* (Eds.). Industri benih di Indonesia: aspek penunjang pengembangan. Laboratorium Ilmu dan Teknologi Benih-BDP. IPB. Bogor.

- Sumarno. 1998. Penyediaan benih berdasarkan adaptasi varietas kedelai pada agroklimatologi spesifik. Prosiding Lokakarya Sistem Produksi dan Peningkatan Mutu Benih Kedelai di Jawa Timur. JICA-BPTP Jawa Timur-Diperta Tanaman Pangan dan Hortikultura Jawa Timur. p. 1-12.
- Suyamto. 2006. Arah kebijakan sistem perbenihan nasional. Agrotek, Januari-Februari 2006. p. 14-27.

Prospek Penerapan Pengering Cepat Kedelai Brangkasan pada Musim Hujan

I.K. Tastra, Gatot S.A. Fatah, Didik Harnowo, dan Riwanodja
Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Rekayasa sistem pengeringan kedelai brangkasan (kapasitas 0,5 t kedelai brangkasan/jam) dengan menggunakan rak bambu yang dipadukan dengan unit energi pengering suhu tinggi (65-75 °C) telah dilakukan di Laboratorium Mekanisasi dan Rekayasa, Balitkabi, pada tahun 1999. Dari evaluasi kinerja dan kelayakan penerapannya dapat disimpulkan: (1) sistem pengeringan kedelai brangkasan (kadar air awal 30-35% bb) dengan menggunakan alat pengering tipe rak yang dipadukan dengan unit penjualan jasa energi pengering suhu tinggi (65-75 °C), pada laju aliran udara 1172 m³/jam selama dua jam pada awal proses pengeringan dapat meningkatkan mutu benih kedelai (daya tumbuh 90,3%) dan mempercepat proses pengeringan selama satu hari (dari 6 hari menjadi 5 hari); (2) tingkat sewa energi pengering yang optimum (Y) dapat dihitung dengan menggunakan model $Y = 11,55786 X 0,41336$ ($R^2 = 0,7890$), di mana X merupakan perkalian tingkat hasil kedelai (t/ha), perolehan benih (%), dan upah operator penjual jasa energi pengering (Rp 000/hari); (3) pada tingkat hasil kedelai 1,2-1,6 t/ha, perolehan benih 55% dan upah dua orang operator Rp 50.000/hari; unit penjualan jasa energi pengering dan pengering tipe rak layak diterapkan pada tingkat sewa energi pengering optimum sebesar Rp 49,0-55,2/kg kedelai brangkasan, dengan B/C ratio 1,2-1,4. Dengan demikian, unit penjualan jasa energi pengering cukup layak dikembangkan dalam bentuk SIPUJA (Sistem Penjualan Jasa Alsintan), guna meningkatkan mutu benih kedelai hasil panen musim hujan yang dikeringkan dengan sistem rak bambu.

PENDAHULUAN

Dalam upaya memenuhi kebutuhan bahan baku industri berbasis kedelai (industri pangan dan pakan) yang terus meningkat dengan laju 6-7%/tahun (Sudaryanto *et al.* 1994), pemerintah telah mencanangkan Program Bangkit Kedelai (Direktorat Kacang-kacangan dan umbi-umbian 2004). Namun tantangannya cukup berat dalam memacu peningkatan produksi kedelai di lahan kering dan lahan sawah pada MK II yang panennya sebagian jatuh pada musim hujan sehingga hasil panen tidak jarang mengalami penundaan pengeringan.

Penundaan pengeringan kedelai brangkasan pada kadar air awal biji 35% bb selama empat hari dapat menyebabkan biji rusak sampai 48% akibat busuk dan berjamur (Sudaryono dan Setyoso 1990). Sementara itu, sistem penjualan jasa pengeringan belum berkembang karena dinilai kurang menguntungkan oleh penjual jasa alsintan bila dibandingkan dengan menjual jasa perontokan kedelai. Akibatnya pencapaian standar mutu biji kedelai di tingkat petani belum terpenuhi (SNI 1995).

Dalam kondisi kecilnya akses teknologi pengeringan terutama bagi petani dengan luas pemilikan lahan sempit, 0,25-0,5 ha, pengeringan kedelai brangkasan dengan menggantung di rak bambu dapat mengurangi tingkat kerusakan biji dari 8,7% (di lamporan) menjadi 1,6% pada tingkat kapasitas 32 kg/m² dan laju pengeringan 1,6% bk/jam (Thahir 1993). Mahagyosuko (1993) juga melaporkan bahwa penggunaan pengering tipe rak untuk mengeringkan kedelai brangkasan yang diikat seberat 1-1,5 kg (keliling ikatan 30 cm) dapat mempercepat pengeringan dibandingkan dengan dihamparkan di atas tanah. Laju pengeringan dengan pengering tipe rak rata-rata 1,83% bk/jam, sementara dengan menghamparkan hanya 1,38% bk/jam. Kapasitas pengering tipe rak adalah 202 kg kedelai brangkasan (32,4 kg/m²) dengan lama pengeringan 21 jam untuk menurunkan kadar air biji dari 34% bb menjadi 17% bb.

Meskipun pengeringan kedelai brangkasan sistem rak dapat mempercepat proses pengeringan dibandingkan dengan dihamparkan di atas tanah, kapasitasnya hanya 32 kg/m². Untuk itu kinerjanya perlu ditingkatkan. Upaya pengembangan pengeringan kedelai brangkasan sistem rak juga disarankan oleh Damardjati (1993) dalam upaya meningkatkan kelayakan penerapannya di tingkat petani.

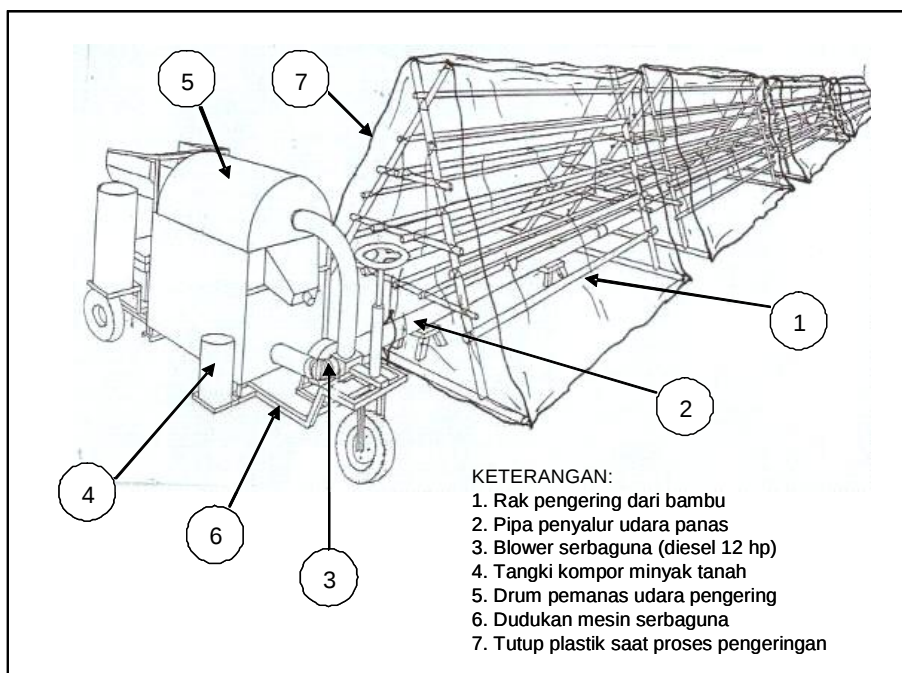
Kulit polong kedelai yang relatif basah (kadar air tinggi 35% hingga 40% bb) pada saat panen menunjukkan adanya peluang untuk menguapkan air bebas yang terkandung dengan cepat pada tingkat laju pengeringan yang konstan (pada awal proses pengeringan kedelai brangkasan). Hal ini dapat dilakukan dengan rekayasa unit pemanas (energi pengering) yang dapat beroperasi keliling, melayani petani yang menjemur kedelai brangkasan dalam beberapa rak bambu (agar kapasitasnya meningkat) ditutup plastik tranparan. Dengan demikian, penambahan energi pengering (hembusan udara pengering suhu 65-75°C) dalam waktu 1-2 jam pada awal pengeringan diharapkan dapat meningkatkan kapasitas dan laju pengeringan kedelai brangkasan sistem rak, dengan mutu benih (daya tumbuh) yang memenuhi standar.

Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kinerja pengering kedelai brangkasan tipe rak yang disinergikan dengan unit penjual jasa energi pengering dan kelayakan penerapannya di tingkat petani.

TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan kegiatan untuk meningkatkan kinerja pengering kedelai brangkasan tipe rak yang disinergikan dengan unit penjual jasa energi pengering dan kelayakan penerapannya di tingkat petani adalah sebagai berikut:

Tahap pertama, rekayasa unit energi pengering yang merupakan modifikasi dari pengering cepat polong kacang tanah (Tastra *et al.* 1998) agar bersifat multiguna (Gambar 1). Modifikasi berupa tambahan komponen *blower* yang mampu menghasilkan laju aliran udara 1.172 m³/jam pada putaran normal mesin penggerak 12 hp, dan pipa penyalur udara panas yang dilengkapi dengan pengatur debit aliran udara pengering agar merata pada setiap rak pengering. Dengan memakai empat rak pengering dari bambu maka kapasitas pengeringan kedelai brangkasan dapat mencapai 1,0-1,2 t/rak pengering. Pada suhu tinggi dengan lama pengeringan 2 jam maka kapasitas rata-rata 0,5 t kedelai brangkasan/jam. Biaya pembuatan unit energi pengering adalah Rp 1.500.000, tidak termasuk biaya tenaga penggerak dan dudukan mesin. Biaya pembuatan pengering tipe rak dari bambu ukuran 2,5 x 2,5 x 2,5 m Rp 75.000/rak, termasuk bahan tutup plastik saat pengeringan cepat dilakukan.



Gambar 1. Pengering kedelai brangkasan tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering.

Tahap kedua, evaluasi kinerja pengering kedelai brangkasan sistem rak dengan tambahan energi pengering selama satu jam dan dua jam, dengan menggunakan kedelai varietas Wilis kadar air awal 30-35% basis basah (bb). Pada saat awal pengeringan dengan suhu tinggi 65-75°C, rak pengering ditutup plastik yang pada bagian atasnya dilubangi untuk mengeluarkan uap air (udara lembab). Setelah pengeringan pendahuluan, tutup plastik dibuka kembali agar kondisinya sama dengan kontrol (pengeringan kedelai brangkasan sistem rak tanpa tambahan energi pengering dan tanpa tutup plastik). Pengeringan dilakukan di dalam ruangan yang mendapat aerasi secara alami, tanpa mendapat tambahan sinar matahari. Kondisi pengeringan ini untuk mensimulasi kondisi pengeringan pada musim hujan.

Tahap ketiga, analisis kinerja alat yang ditujukan untuk mengetahui dampak pengeringan pendahuluan suhu tinggi terhadap kecepatan pengeringan dan mutu benih (terutama daya tumbuh benih), dengan menggunakan uji t-student dan analisis homogenitas koefisien regresi linier model pengeringan kedelai brangkasan (Gomez and Gomez 1984). Di samping itu juga dilakukan analisis finansial untuk mengetahui tingkat kelayakan unit energi pengering yang akan dioperasikan oleh penjual jasa alsintan dan analisis nilai tambah dari penggunaan pengering tipe rak oleh petani (penangkar benih). Analisis kepekaan pada berbagai tingkat hasil kedelai (1,2; 1,3; 1,4; 1,5 dan 1,6 t/ha), tingkat perolehan benih (50%, 55%, dan 60% dari tingkat hasil kedelai) dan upah dari dua orang operator (Rp 40.000, Rp 50.000, dan Rp 60.000/hari) juga dilakukan untuk menentukan tingkat sewa energi pengering yang optimum bagi penjual jasa energi pengering maupun petani pengguna.

Untuk menentukan kapasitas pengeringan dilakukan analisis proses pengeringan dengan menggunakan model pengeringan sederhana berikut:

$$Y = A + B * X \dots\dots\dots (1)$$

$$Y = A * \text{Exp} (B * X) \dots\dots\dots (2)$$

di mana:

Y : Kadar air biji kedelai (% bb)

A, B : Konstanta

X : Waktu pengeringan (jam)

Berdasarkan data teknis kapasitas pengeringan dilakukan analisis kelayakan finansial, yang meliputi perhitungan: biaya pokok (BP), titik impas (BEP), waktu pengembalian modal (PBP), nilai keuntungan sekarang (NPV), nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) dan tingkat pengembalian modal (IRR) (Tastra 1995, Manilay 1987). Unit penjual jasa energi pengering dinilai layak diterapkan dalam bentuk penjualan jasa pengeringan apabila NPV>0, B/C>1,0 dan IRR> tingkat bunga bank (18%/tahun).

Untuk menentukan tingkat sewa energi pengering yang optimum bagi penjual jasa energi pengering maupun petani pengguna digunakan tiga model berikut:

$$Y = C + D * X \dots\dots\dots (3)$$

$$Y = C * \text{Exp} (D * X) \dots\dots\dots (4)$$

$$Y = C * X^D \dots\dots\dots (5)$$

di mana:

Y : Sewa energi pengering optimum (Rp/kg kedelai brangkasan)

C, D : Konstanta

X : Perkalian tingkat hasil kedelai (t/ha), perolehan benih (%), dan upah operator penjual jasa energi pengering (Rp 000/hari).

Model yang mempunyai koefisien determinasi (R^2) terbesar adalah model yang paling tepat untuk menentukan tingkat sewa energi pengering yang optimum.

Bila nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) dipakai sebagai tolok ukur maka pada tingkat sewa jasa energi pengering yang optimum, nilai B/C dari usaha penjualan jasa unit energi pengering sama dengan nilai B/C produksi benih kedelai oleh petani. Dengan demikian tingkat sewa energi pengering yang optimum dapat diperoleh dari titik potong antara model B/C yang diturunkan dari sisi penjual jasa dengan model B/C yang diturunkan dari sisi petani pengguna. Model B/C tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y = E * X^F \dots\dots\dots (6)$$

di mana:

Y : Nisbah keuntungan dengan biaya (B/C).

E, F : Konstanta.

X : Sewa energi pengering (Rp / kg kedelai brangkasan).

Model yang mempunyai koefisien determinasi (R^2) terbesar adalah model yang paling tepat untuk menentukan tingkat sewa energi pengering yang optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

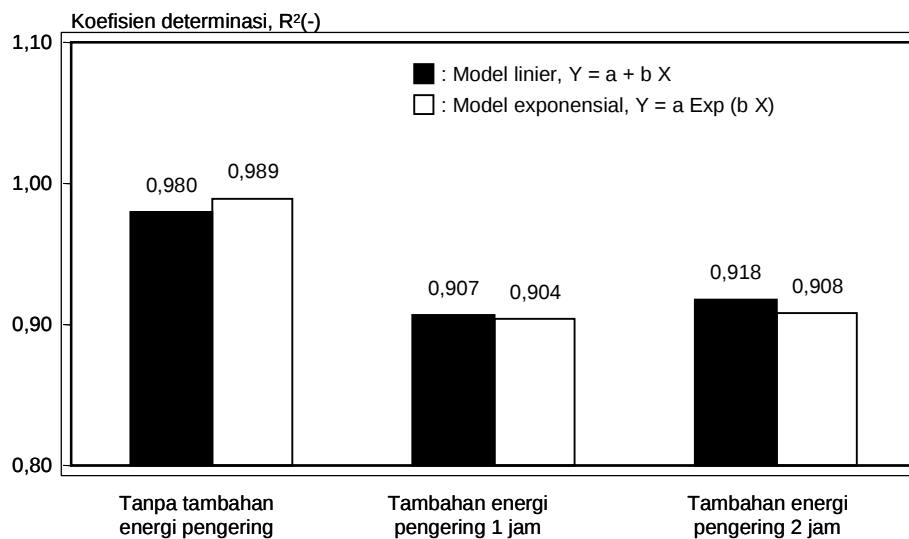
Kinerja Pengering Tipe Rak dengan Tambahan Energi Pengering

Laju Pengeringan

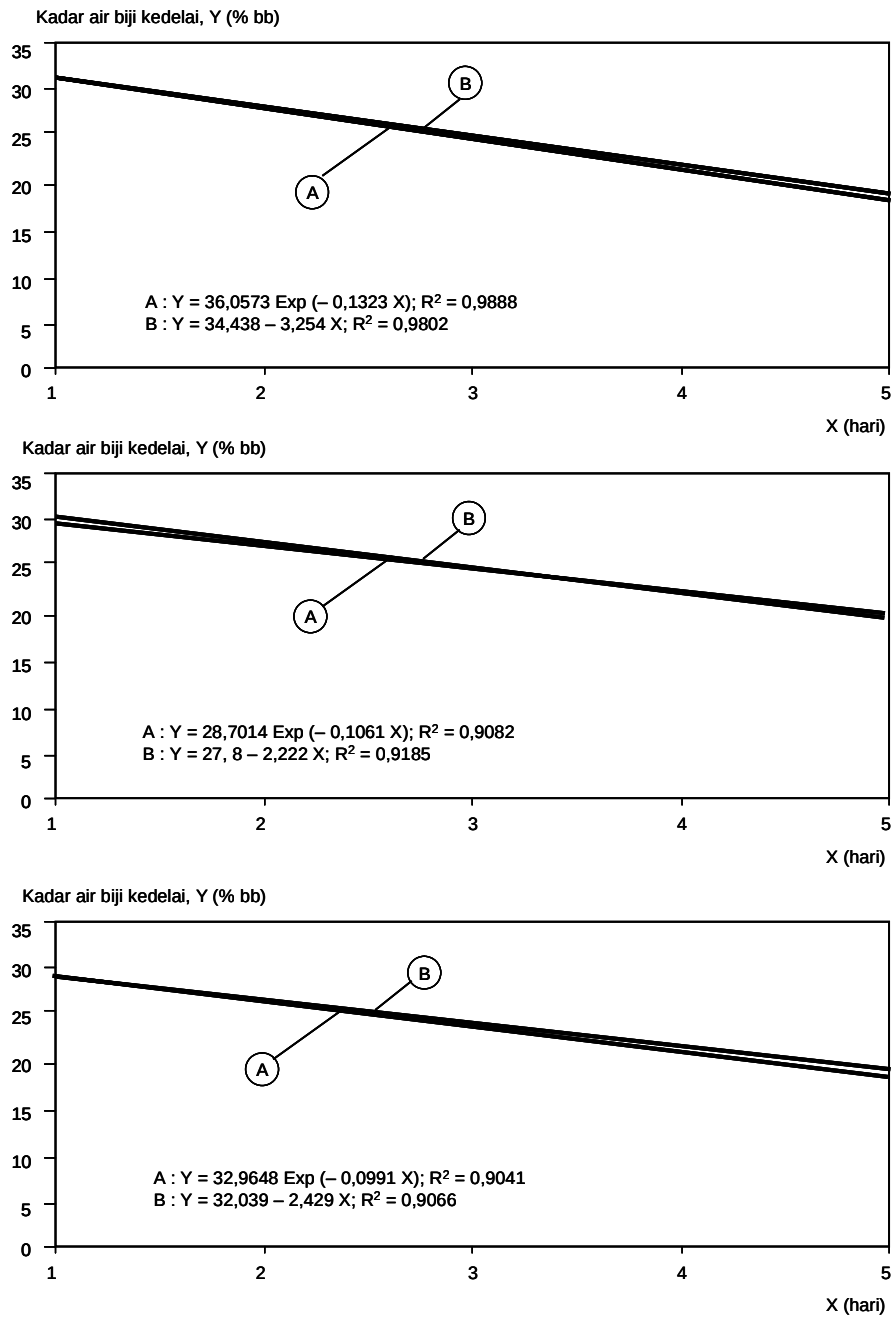
Pemberian tambahan energi pengering berupa udara panas suhu tinggi (65-75°C) pada laju 1.172 m³/jam (dibagi 4) selama satu jam dan dua jam dapat memacu kecepatan pengeringan kedelai brangkasan. Hal ini terlihat dari nilai koefisien determinasi (Gambar 2) model pengeringan kedelai brangkasan (Gambar 3). Pada pengering tipe rak yang tidak diberikan tambahan energi, proses pengeringan berjalan lambat (mengikuti model ekponensial). Sebaliknya, pada pengeringan tipe rak yang diberi tambahan energi selama satu dan dua jam, proses pengeringan berjalan cepat mengikuti model linier. Namun demikian, pemberian tambahan energi pengering selama satu dan dua jam menghasilkan laju pengeringan yang sama (Gambar 4), meskipun pemberian tambahan energi selama dua jam dapat menekan kadar air awal biji kedelai dari 32,0% menjadi 27,8% bb.

Lama Pengeringan

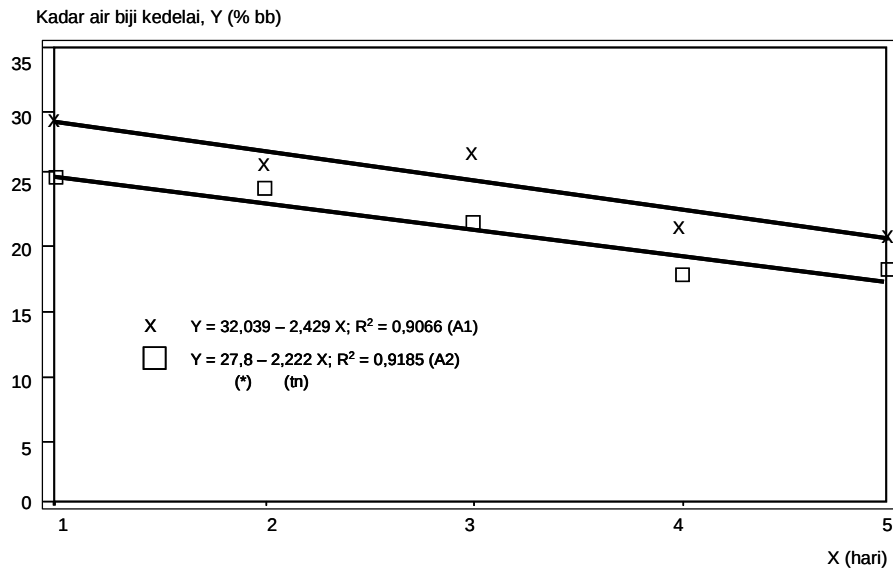
Perbedaan kondisi kadar air awal biji kedelai brangkasan yang relatif kecil antara pengering tipe rak yang diberi dan tidak diberi tambahan energi pengering



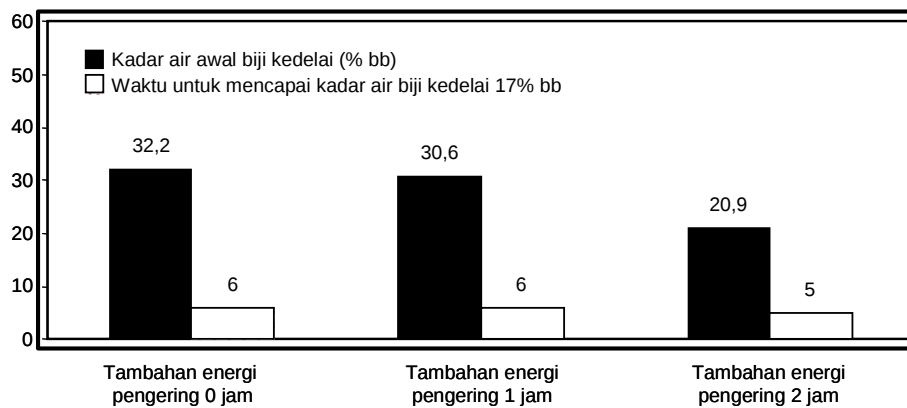
Gambar 2. Koefisien determinasi model pengeringan kedelai brangkasan (Y: kadar air biji, % bb; X : waktu pengeringan (hari) dengan pengering tipe rak yang disinergikan dengan unit energi pengering.



Gambar 3. Model pengeringan kedelai brangkasan tanpa tambahan energi pengering (a), dengan tambahan energi pengering selama 1 jam (b) dan 2 jam.



Gambar 4. Uji kesamaan koefisien regresi linier pengeringan kedelai brangkasn memakai pengering tipe rak dengan tambahan energi pengering selama 1 jam (A1) dan 2 jam (A2) pada awal pengeringan (hari ke0).



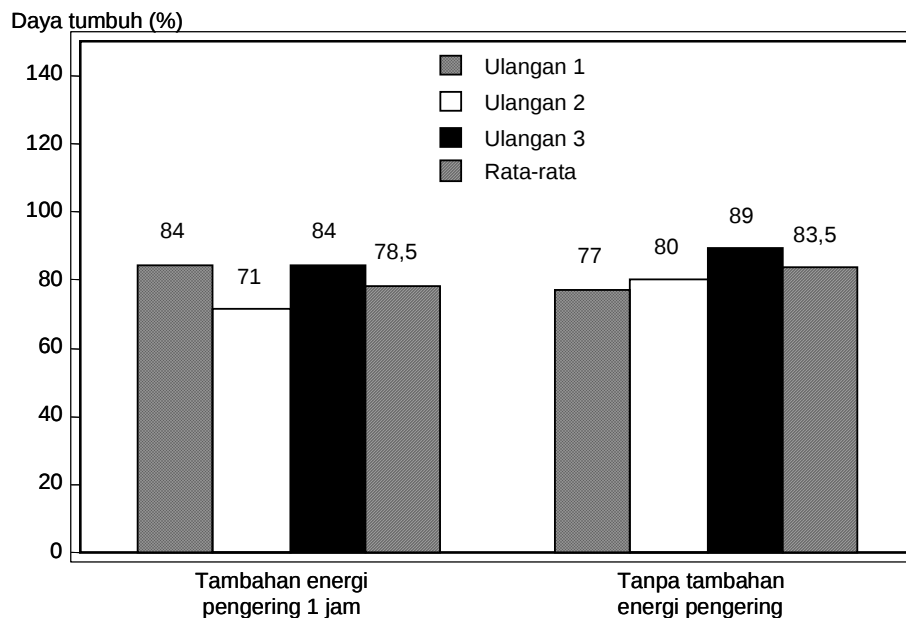
Gambar 5. Pengaruh pemberian energi pengering terhadap lama pengeringan kedelai brangkasn mencapai kadar air biji 17% bb.

selama satu jam tidak dipengaruhi waktu pengeringan (6 hari) untuk mencapai kadar air biji 17% bb (Gambar 5). Sebaliknya, perbedaan kadar air yang cukup besar antara pengering tipe rak yang diberi tambahan energi pengering satu jam dan dua jam dapat menghemat waktu pengeringan untuk mencapai kadar air 17% bb, dari 6 hari menjadi 5 hari.

Daya Tumbuh Benih

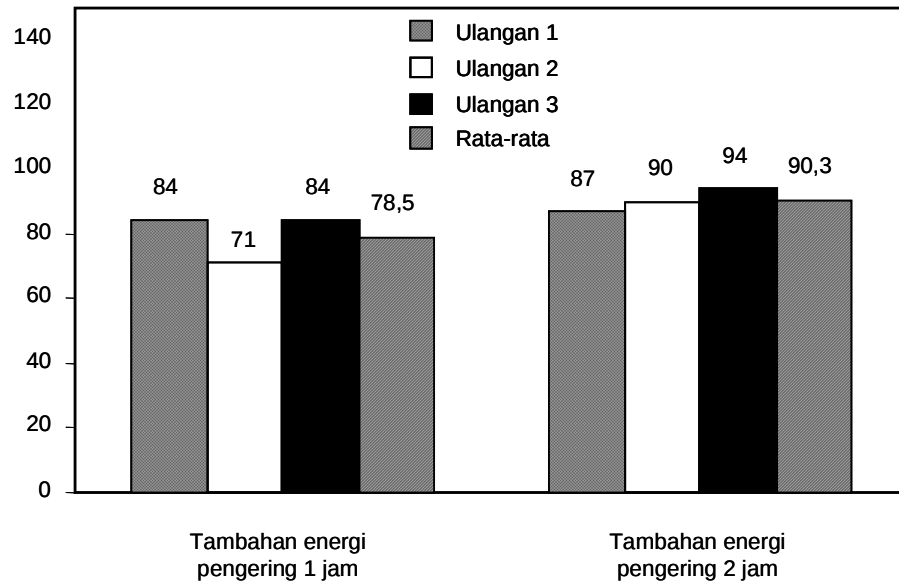
Pemberian tambahan energi pengering selama satu jam pada awal pengeringan, di samping tidak dapat mempersingkat waktu pengeringan juga belum dapat meningkatkan daya tumbuh benih (Gambar 6). Daya tumbuh benih yang dihasilkan (83,5%) lebih rendah dari standar daya tumbuh kedelai (minimal 90,3%). Dengan meningkatkan lama pemberian energi pengering pada awal pengeringan, daya tumbuh kedelai (90,3%) telah memenuhi standar mutu benih kedelai (Gambar 7).

Dari bahasan yang telah dikemukakan dapat ditarik implikasi praktisnya, baik dari sisi penjual jasa energi pengering (alsintan) maupun petani yang menyewa alsintan. Bagi penjual jasa energi pengering, minimal penyewaan jasa energi pengering adalah dua jam agar memberikan nilai tambah yang nyata bagi petani pengguna (berupa penghematan waktu pengeringan). Pemberian tambahan energi pengering lebih dari dua jam, di samping memperkecil jam kerja pengoperasian penjual jasa alsintan juga berisiko terhadap penurunan mutu akibat deraan suhu tinggi yang relatif lama pada kedelai brangkas. Hal ini perlu dipertimbangkan mengingat dengan tambahan energi pengering selama dua jam pada awal pengeringan hanya menghasilkan benih dengan mutu yang sedikit lebih tinggi (DT 90,3%) dibandingkan standar mutu



Gambar 6. Pengaruh pemberian energi pengering (udara panas suhu 65-75 °C) selama 1 jam terhadap daya tumbuh benih kedelai.

Daya tumbuh (%)



Gambar 7. Pengaruh pemberian energi pengering (udara panas suhu 65-75 °C) selama 2 jam terhadap daya tumbuh benih kedelai.

benih kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tambahan energi pengering selama dua jam pada pengeringan kedelai brangkasian sistem rak merupakan pengeringan suhu tinggi yang optimum ditinjau dari sisi teknis pengoperasian penjualan jasa alsintan maupun tujuan pengeringan yang dikehendaki petani (mutu hasil kedelai memenuhi standar dan percepatan waktu pengeringan).

Ditinjau dari Penjual Jasa Alsintan

Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa penjualan jasa energi pengering mempunyai tingkat kelayakan paling tinggi (Tabel 1) pada tingkat upah dua orang operator Rp 40.000/hari dan harga energi pengering Rp 60/kg kedelai brangkasian. Pada kondisi pengoperasian alat tersebut diperoleh nilai keuntungan (NPV) selama lima tahun umur ekonomis alat sebesar Rp 5,1 juta dengan B/C ratio 1,62, tingkat pengembalian modal (IRR) 159,2%, biaya pokok pengoperasian alat (BP) Rp 30,4/kg kedelai brangkasian, titik impas 17,2 t kedelai brangkasian, dan waktu pengembalian modal (PBP) 0,6 tahun.

Sebaliknya, tingkat kelayakan penerapan alat paling rendah diperoleh pada tingkat upah dua orang operator Rp 50.000/hari dan tingkat harga energi

pengering Rp 40/kg kedelai brangkasan untuk sekali proses selama dua jam. Pada kondisi pengoperasian alat tersebut diperoleh nilai keuntungan (NPV) selama lima tahun umur ekonomis alat sebesar Rp 100.000, dengan B/C ratio 1,01, tingkat pengembalian modal (IRR) 27,5%, biaya pokok pengoperasian alat (BP) Rp 32,9/kg kedelai brangkasan, titik impas 42,6 t kedelai brangkasan, dan waktu pengembalian modal (PBP) 2,6 tahun.

Bila pada tingkat harga jasa energi pengering Rp 40/kg kedelai brangkasan, upah dua orang operator dinaikkan menjadi Rp 60.000/hari maka penjualan jasa energi pengering sudah tidak menguntungkan. Oleh karena itu, rentang kelayakan penerapan unit penjualan jasa energi pengering yang aman adalah pada kombinasi tingkat upah operator kurang dari Rp 60.000/hari dengan tingkat sewa energi pengering lebih besar dari Rp 40/kg kedelai brangkasan. Jika calon penjual jasa energi pengering menggunakan tolok ukur nilai keuntungan (NPV) minimal Rp 1.000.000/lima tahun umur ekonomis alat maka kombinasi tingkat upah operator: Rp 40.000, Rp 50.000, dan Rp 60.000/hari dengan tingkat sewa energi pengering Rp 50 dan Rp 60/kg kedelai brangkasan cukup menguntungkan. Pada rentang kombinasi tersebut, keuntungan yang diperoleh berkisar antara Rp 1.800.000-5.100.000/lima tahun umur ekonomis alat.

Tabel 1. Analisis kelayakan penerapan unit penjualan jasa energi pengering, untuk pengeringan kedelai brangkasan sistem rak^{a)}.

Uraian	Kombinasi tingkat sewa energi pengring dengan upah operator ^{b)}									
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	
1. Biaya pokok (BP) (Rp/kg kedelai brangkasan)	30,4	32,9	35,4	30,4	32,9	35,4	30,4	32,9	35,4	
2. Titik impas (BEP) (t kedelai brangkasan)	36,5	42,6	51	23,4	25,7	28,5	17,2	18,4	19,8	
3. Waktu pengembalian modal (PBP) (tahun)	1,9	2,6	4,1	1,0	1,1	1,3	0,6	0,7	0,8	
4. Nilai keuntungan (NPV) (Rp juta)	0,7	0,1	-0,4	2,9	2,3	1,8	5,1	4,5	4,0	
5. Nisbah keuntungan dengan biaya (B/C)(-)	1,08	1,01	0,95	1,35	1,26	1,19	1,62	1,52	1,43	
6. Tingkat pengembalian modal (IRR)(%)	44,2	27,5	0,0	101,9	89,0	74,2	159,2	146,7	129,8	

a) Contoh perhitungan pada lampiran 2 dan 3 untuk kombinasi 11.

b) Angka pertama, tingkat sewa jasa energi pengering: 1 = Rp 40/kg kedelai brangkasan; 2 = Rp 50,00/kg kedelai brangkasan dan 3 = Rp 60,00/kg kedelai brangkasan. Angka kedua, tingkat upah dua orang operator: 1 = Rp 40.000/hari; 2 = Rp 50.000/hari dan 3 = Rp 60.000/hari.

Ditinjau dari Petani Pengguna

Petani pengguna jasa energi pengering yang menanam kedelai pada musim hujan menanggung risiko kegagalan yang cukup besar dibanding musim kemarau. Oleh karena itu, penerapan pengering tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering untuk tujuan produksi benih kedelai dapat memberikan keuntungan minimal Rp 1.000.000/ha dan tingkat *Marginal Rate of Return* (MRR) > 2 pada berbagai tingkat perolehan benih (50, 55, dan 60%) dan hasil kedelai (1,2 t, 1,3 t, 1,4 t, 1,5 t, dan 1,6 t/ha). Porsi perolehan benih kedelai yang didapat dari pertanaman kedelai pada musim hujan diasumsikan lebih rendah dari yang dilaporkan Syarifuddin dan Sumardi (1990) dan Harnowo (1996). Demikian juga perkiraan hasil kedelai yang hanya berkisar antara 1,2-1,6 t/ha. Hal ini dimaksudkan agar analisis kelayakan penerapan pengering tipe rak lebih mendekati kondisi riil di tingkat petani.

Kelayakan Pengering Tipe Rak pada Tingkat Perolehan Benih 50%

Dilihat dari nisbah keuntungan dengan biaya yang lebih besar dari 1 (Tabel 2), usaha produksi benih kedelai lebih menguntungkan dibandingkan dengan menanam kedelai untuk tujuan konsumsi. Namun nilai keuntungan yang lebih besar dari Rp 1.000.000/ha hanya bisa dicapai pada tingkat hasil 1,5 t dan 1,6 t/ha serta sewa jasa energi pengering Rp 40, Rp 50, dan Rp 60/kg kedelai brangkas. Pada kombinasi tersebut, penerapan pengering tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering, nilai tambahnya belum optimal, seperti nampak dari nilai MRR yang kurang dari 2. Dengan demikian, untuk setiap satu rupiah yang dikeluarkan dalam menerapkan alat pengering tipe rak masih menghasilkan keuntungan kurang dari Rp 1.000.000, bila tingkat perolehan benih kedelai 50%.

Kelayakan Pengering Tipe Rak pada Tingkat Perolehan Benih 55%

Pada tingkat perolehan benih 55% (45% kedelai konsumsi), kelayakan produksi benih kedelai semakin meningkat dibandingkan dengan untuk konsumsi (Tabel 3). Namun demikian, kombinasi tingkat hasil dan sewa jasa energi pengering yang memberikan tingkat keuntungan yang lebih besar dari Rp 1.000.000/ha dan nilai MMR > 2 hanya pada tingkat hasil 1,5-1,6 t/ha dan tingkat sewa energi pengering Rp 40/kg kedelai brangkas.

Kelayakan Pengering Tipe Rak pada Tingkat Perolehan Benih 60%

Meningkatnya perolehan benih dari 55% menjadi 60% (40% kedelai konsumsi) juga meningkatkan kelayakan produksi benih kedelai dibandingkan dengan untuk konsumsi (Tabel 4). Namun kombinasi tingkat hasil dan sewa jasa energi pengering yang memberikan tingkat keuntungan lebih besar dari Rp 1.000.000/

Tabel 2. Analisis kelayakan penerapan pengering tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering untuk pengeringan kedelai brangkasan yang diproses untuk benih (diperkirakan dari pertanaman kedelai pada musim hujan diperoleh minimal 50% benih kedelai dan 50% kedelai konsumsi).

Uraian	Kombinasi tingkat hasil kedelai dan sewa jasa energi pengering ^{a)}														
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	51	52	53
Nisbah keuntungan dengan biaya produksi kedelai untuk tujuan:															
Benih (50%) + konsumsi (50%)	1,13	1,12	1,10	1,22	1,20	1,19	1,31	1,29	1,27	1,39	1,37	1,35	1,48	1,46	1,43
Konsumsi (100%)	0,95	0,95	0,95	1,03	1,03	1,03	1,10	1,10	1,10	1,18	1,18	1,18	1,26	1,26	1,26
Nilai keuntungan produksi kedelai untuk:															
Benih (50%) + Konsumsi (50%)(Rp 000/ha)	327,2	295,6	264	554,2	518,9	485,7	781,1	744,3	707,4	1.008,1	968,6	929,2	1.235,1	1.193	1.150,9
Konsumsi (100%) (Rp 000/ha)	-118,5	-118,5	-118,5	56,5	56,5	56,5	231,5	231,5	231,5	406,5	406,5	406,5	581,5	581,5	581,5
Nilai tambah produksi benih kedelai:															
Per ha (Rp 000/ha)	445,7	414,1	382,5	497,7	463,4	429,2	549,6	512,8	475,9	601,6	562,1	522,7	653,6	611,5	569,5
Per kg (Rp/kg biji kedelai)	371,4	345,1	318,8	382,8	356,5	330,2	392,6	366,3	340	401,1	374,8	348,4	408,5	382,2	355,9
Nilai tambah penggunaan pengering tipe rak															
Persentase tambahan biaya sewa energi pengering (%)	41,5	47	51,6	43,5	49	53,6	45,3	50,9	55,4	47	52,6	57,1	48,6	54,2	58,7
Tambahan keuntungan proses pengeringan kedelai brangkasan (Rp/kg)	154,2	162,2	164,4	166,4	174,7	176,8	177,8	186,3	188,7	188,5	197	198,9	198,6	207,1	208,8
Marginal Rate of Return (MRR) pada:															
Tingkat sewa energi pengering (Rp/kg kedelai brangkasan)	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60
Nilai MRR	1,5	1,2	1	1,6	1,3	1,1	1,7	1,4	1,2	1,8	1,5	1,3	1,9	1,6	1,3

^{a)} Angka pertama, tingkat hasil kedelai: 1 = 1,2 t/ha; 2 = 1,3 t/ha; 3 = 1,4 t/ha; 4 = 1,5 t/ha; 5 = 1,6 t/ha
Angka kedua, tingkat sewa jasa energi pengering 1 = Rp 40/kg kedelai brangkasan; 2 = Rp 50/kg kedelai brangkasan dan 3 = Rp 60/kg kedelai brangkasan.

Tabel 3. Analisis kelayakan penerapan pengering tipe rak yang disinerjikan dengan unit penjualan jasa energi pengering untuk pengeringan kedelai brangkasan yang diproses untuk benih (diperkirakan dari pertanaman kedelai pada musim hujan diperoleh minimal 55% benih kedelai dan 45% kedelai konsumsi).

Uraian	Kombinasi tingkat hasil kedelai dan sewa jasa energi pengering ^{a)}														
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	51	52	53
Nisbah keuntungan dengan biaya produksi kedelai untuk tujuan:															
Benih (55%) + konsumsi (45%)	1,16	1,15	1,13	1,25	1,23	1,22	1,34	1,32	1,30	1,43	1,41	1,39	1,52	1,50	1,47
Konsumsi (100%)	0,95	0,95	0,95	1,03	1,03	1,03	1,10	1,10	1,10	1,18	1,18	1,18	1,26	1,26	1,26
Nilai keuntungan produksi kedelai untuk:															
Benih (55%) + Konsumsi (45%) (Rp 000/ha)	402,2	370,6	339	635,4	601,2	567	868,6	831,8	794,9	1.101,9	1.062,4	1.022,9	1.335,1	1.293	1.250,9
Konsumsi (100%) (Rp 000/ha)	-118,5	-118,5	-118,5	56,5	56,5	56,5	231,5	231,5	231,5	406,5	406,5	406,5	581,5	581,5	581,5
Nilai tambah produksi benih kedelai:															
Per ha (Rp 000/ha)	520,7	489,1	457,5	578,9	544,7	510,5	637,1	600,3	563,4	695,4	655,9	616,4	753,6	711,5	669,4
Per kg (Rp/kg biji kedelai)	433,9	407,6	381,3	445,3	419	392,7	455,1	428,8	402,5	463,6	437,3	410,9	471	444,7	418,4
Nilai tambah penggunaan pengering tipe rak															
Persentase lambatan biaya sewa energi pengering (%)	41,5	47	51,6	43,5	49	53,6	45,3	50,9	55,4	47	52,6	57,1	48,6	54,2	58,7
Tambahan keuntungan proses pengeringan kedelai brangkasan (Rp/kg)	180,1	191,6	196,6	193,5	205,3	210,3	206,1	218,1	222,9	217,9	229,9	234,6	229	240,9	245,4
Marginal Rate of Return (MRR) pada:															
Tingkat sewa energi pengering (Rp/kg kedelai brangkasan)	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60
Nilai MRR	1,7	1,5	1,2	1,8	1,6	1,3	2	1,7	1,4	2,1	1,7	1,5	2,2	1,8	1,6

^{a)} Angka pertama, tingkat hasil kedelai : 1 = 1,2 t/ha; 2 = 1,3 t/ha; 3 = 1,4 t/ha; 4 = 1,5 t/ha; 5 = 1,6 t/ha
Angka kedua, tingkat sewa jasa energi pengering 1 = Rp 40,00/kg kedelai brangkasan; 2 = Rp 50,00/kg kedelai brangkasan dan 3 = Rp 60,00/kg kedelai brangkasan.

Tabel 4. Analisis kelayakan penerapan pengering tipe rak yang disinergikan dengan unit penjualan jasa energi pengering untuk pengeringan kedelai brangkasan yang diproses untuk benih (diperkirakan dari pertanaman kedelai pada musim hujan diperoleh minimal 60% benih kedelai dan 40% kedelai konsumsi).

Uraian	Kombinasi tingkat hasil kedelai dan sewa jasa energi pengering ^{a)}													
	11	12	13	21	22	23	31	32	33	41	42	43	51	53
Nisbah keuntungan dengan biaya produksi kedelai untuk tujuan:														
Benih (60%) + konsumsi (40%)	1,19	1,17	1,16	1,28	1,27	1,25	1,38	1,36	1,34	1,47	1,45	1,42	1,56	1,51
Konsumsi (100%)	0,95	0,95	0,95	1,03	1,03	1,03	1,10	1,10	1,10	1,18	1,18	1,18	1,26	1,26
Nilai keuntungan produksi kedelai untuk:														
Benih (60%) + konsumsi (40%)(Rp 000/ha)	477,2	445	414	716,7	682,4	648,2	956,1	919,3	882,2	1.195,6	1.156,1	1.116,7	1.435,1	1.393
Konsumsi (100%)(Rp 000/ha)	-118,5	-118,5	-118,5	56,5	56,5	56,5	231,5	231,5	231,5	406,5	406,5	406,5	581,5	581,5
Nilai tambah produksi benih kedelai:														
Per ha ... (Rp 000/ha)	595,7	564,1	532,5	660,2	625,9	591,7	724,6	687,8	650,9	789,1	749,6	710,2	853,6	811,5
Per kg (Rp/kg biji kedelai)	496,4	470,1	443,8	507,8	481,5	455,2	517,6	491,3	465	526,1	499,8	473,4	533,5	507,2
Nilai tambah penggunaan pengering tipe rak														
Persentase tambahan biaya sewa energi pengering (%)	41,5	47	51,6	43,5	49	53,6	45,3	50,9	55,4	47	52,6	57,1	48,6	58,7
Tambahan keuntungan proses pengeringan kedelai brangkasan (Rp/kg)	206	221	228,8	220,7	236	243,8	234,4	249,9	257,6	247,3	262,8	270,3	254,4	282,1
Marginal Rate of Return (MRR) pada:														
Tingkat sewa energi pengering (Rp/kg kedelai brangkasan)	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50	60	40	50
Nilai MRR	2	1,7	1,4	2,1	1,8	1,5	2,2	1,9	1,6	2,3	2	1,7	2,5	2,1

^{a)}Angka pertama, tingkat hasil kedelai: 1 = 1,2 t/ha; 2 = 1,3 t/ha; 3 = 1,4 t/ha; 4 = 1,5 t/ha; 5 = 1,6 t/ha

Angka kedua, tingkat sewa jasa energi pengering 1 = Rp 40,00/kg kedelai brangkasan; 2 = Rp 50,00/kg kedelai brangkasan dan 3 = Rp 60,00/kg kedelai brangkasan.

ha dan nilai $MRR > 2$ juga pada tingkat hasil 1,5-1,6 t/ha dan tingkat sewa energi pengering Rp 40-50,00/kg kedelai brangkasan.

OPTIMASI SEWA ENERGI PENERING

Kelayakan penerapan unit penjualan jasa optimal bila tingkat sewa energi pengering Rp 50-60/kg kedelai brangkasan. Sebaliknya, dari sisi petani yang menerapkan pengering tipe rak untuk tujuan benih, tingkat kelayakan optimumnya terjadi bila sewa jasa energi pengering Rp 40-50/kg kedelai brangkasan. Oleh karena itu, perlu dikaji sewa energi pengering yang optimum agar penjual jasa alsintan dan petani pengguna sama-sama mendapatkan keuntungan yang adil. Bila nisbah keuntungan dengan biaya (B/C) dipakai sebagai tolak ukur maka pada tingkat sewa jasa energi pengering yang optimum, nilai B/C usaha penjualan jasa unit energi pengering sama dengan nilai B/C produksi benih kedelai.

Untuk menentukan tingkat sewa energi pengering telah diturunkan model regresi hubungan antara sewa energi pengering dengan B/C, pada beberapa tingkat upah operator, tingkat hasil kedelai untuk benih (Tabel 5). Koefisien determinasi dari model yang diturunkan lebih besar dari 0,9 sehingga layak digunakan untuk proses optimasi. Proses optimasi dilakukan dengan cara mencari titik potong antara model regresi yang diturunkan dari sisi penjual jasa alsintan dengan model regresi yang diturunkan dari sisi petani (Gambar 8).

Dari hasil optimasi nampak bahwa pada tingkat hasil kedelai 1,2 t/ha, perolehan benih 50%, dan upah dua orang operator Rp 40.000/hari, sewa energi pengering optimum terkecil adalah Rp 41,8/kg kedelai brangkasan (Tabel 6). Tingkat sewa energi pengering yang optimum meningkat sejalan dengan meningkatnya hasil kedelai, perolehan benih dan tingkat upah operator. Pada tingkat hasil kedelai 1,6 t/ha, perolehan benih 60% dan upah dua orang operator Rp 60.000/hari, sewa energi pengering optimum terbesar mencapai Rp 63/kg kedelai brangkasan. Sementara itu, pada tingkat upah rata-rata dua orang operator Rp 50.000/hari, perolehan benih kedelai 55%, sewa energi pengering optimum meningkat dari Rp 44,5/kg kedelai brangkasan pada tingkat hasil 1,2 t/ha menjadi Rp 58,3/kg kedelai brangkasan pada tingkat hasil 1,6 t/ha (Gambar 9).

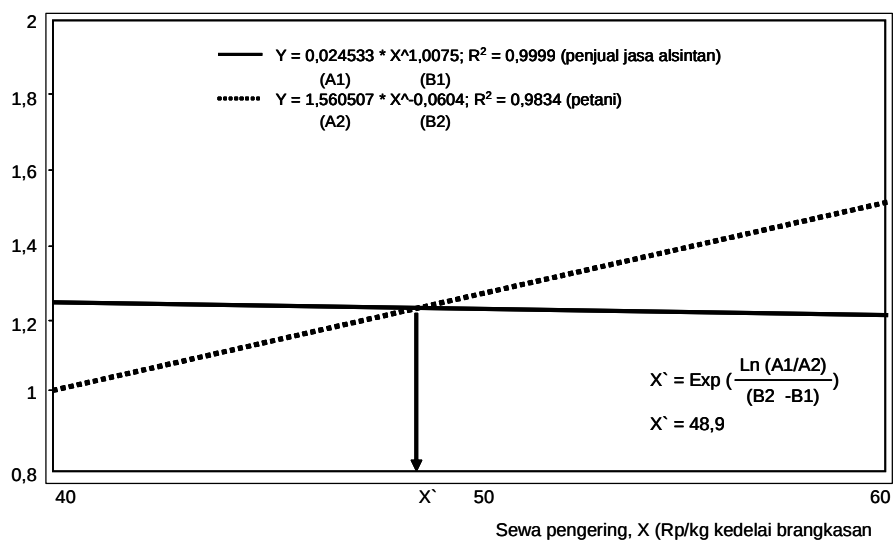
Untuk memudahkan perkiraan nilai sewa energi pengering yang optimum telah diturunkan model sewa energi pengering optimum yang merupakan fungsi dari kombinasi tingkat hasil, persentase perolehan benih, dan upah operator (Gambar 10). Dengan menggunakan model tersebut telah dicoba simulasi sewa energi pengering yang optimum pada kombinasi tingkat hasil (1,2 t, 1,3 t, 1,4 t, 1,5 t, dan 1,6 t/ha), tingkat perolehan benih rata-rata 55%, dan upah dua orang operator Rp 50.000/hari (Gambar 11). Hasil simulasi sewa

Tabel 5. Nilai parameter koefisien regresi hubungan tingkat sewa jasa energi pengering (X) dengan nisbah keuntungan dengan biaya (Y)^{a)}.

Parameter	Upah dua orang operator (Rp 000/hari)			Perkiraan tingkat hasil kedelai(t/ha)					Perkiraan perolehan benih kedelai (%)
	40	50	60	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
A	0,02700	0,02453	0,02300	144,078	153,149	173,609	181,206	201,995	50
B	10,000	10,075	10,087	-0,0654	-0,0619	-0,0762	-0,0718	-0,0839	50
R ²	10,000	0,9999	10,000	0,9381	0,9835	0,9961	0,9961	0,9688	50
A	0,02700	0,02453	0,02300	146,965	156,051	176,452	185,024	205,735	55
B	10,000	10,075	10,087	-0,0637	-0,0604	-0,0745	-0,0697	-0,0816	55
R ²	10,000	0,9999	10,000	0,9381	0,9834	0,9961	0,9961	0,9688	55
A	0,02700	0,02453	0,02300	150,253	158,569	180,254	201,062	209,913	60
B	10,000	10,075	10,087	-0,0635	-0,0576	-0,0723	-0,0845	-0,0806	60
R ²	10,000	0,9999	10,000	0,9835	0,9383	0,9961	0,9687	0,9973	60

a) $Y = A * X^B$

Nisbah keuntungan dengan biaya, Y (-)



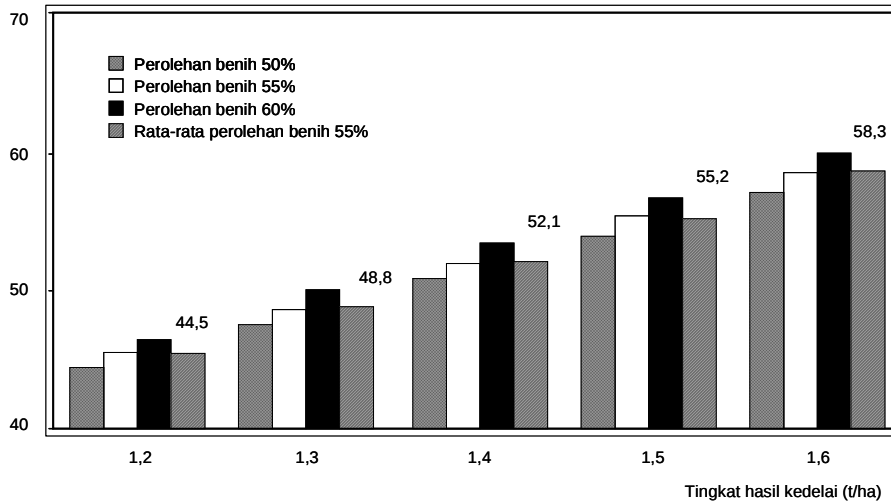
Gambar 8. Contoh penentuan tingkat sewa energi pengering yang optimum (X') pada tingkat upah operator Rp 50.000; hasil kedelai 1,3 t/ha dan porsi perolehan benih 55%.

Tabel 6. Sewa jasa energi pengering yang optimum pada berbagai tingkat hasil kedelai, porsi perolehan benih dan upah operator.

Upah dua orang operator (Rp 000/hari)	Hasil kedelai (t/ha)					Perkiraan perolehan benih (%)
	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	
	Sewa energi pengering yang optimum (Rp/kg kedelai brangkasan)					
40	41,8	44,9	47,9	50,7	53,6	50
50	44,6	47,8	51,0	53,9	56,9	50
60	47,1	50,5	53,8	56,9	60,1	50
40	42,9	45,9	49,0	52,1	55,0	55
50	45,7	48,9 ^{*)}	52,1	55,3	58,3	55
60	48,3	51,7	55,0	58,5	61,6	55
40	43,8	47,1	50,3	53,3	56,2	60
50	46,7	50,1	53,5	56,5	59,6	60
60	49,3	53,0	56,5	59,7	63,0	60

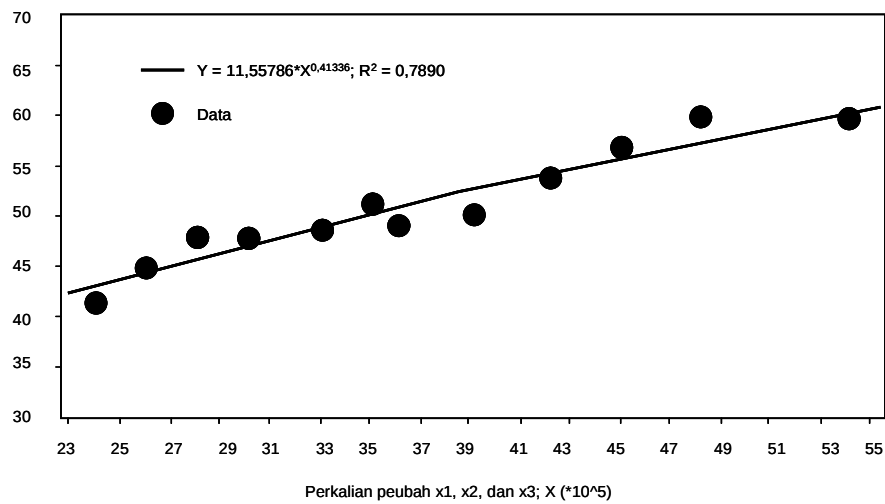
^{*)} Dihitung dari nilai parameter koefisien regresi pada Tabel 5, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Sewa energi pengering optimum, Y (Rp/kg kedelai brangkasan)

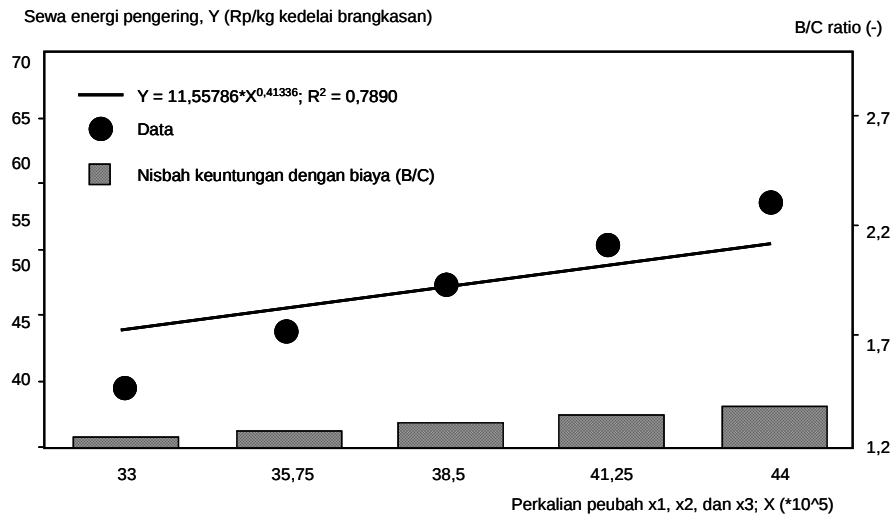


Gambar 9. Sewa jasa energi pengering yang noptimum pada tingkat upah rata-rata operator Rp 50.000/hari/ 2 orang operator.

Sewa energi pengering optimum, Y (Rp/kg kedelai brangkasan)



Gambar 10. Model sewa energi pengering yang optimum pada berbagai kombinasi tingkat hasil kedelai (x1), persentase perolehan benih (x2) dan upah operator penjual jasa energi pengering (x3).



Gambar 11. Simulasi sewa energi pengering yang optimum pada kombinasi tingkat hasil kedelai (x1: 1,2; 1,3; 1,4; 1,5; 1,6 t/ha), persentase perolehan benih (x2: 55%) dan upah operator penjual jasa energi pengering (x3: Rp 50.000/hari/2 orang operator).

energi pengering yang optimum mendekati data. Dengan demikian, model sewa energi pengering yang optimum dapat digunakan untuk menentukan harga sewa energi pengering yang sama-sama menguntungkan (nilai B/C sama) bagi petani dan penjual jasa.

Dengan mensubstitusikan nilai hasil simulasi sewa energi pengering pada model yang dinyatakan pada Tabel 5, maka pada tingkat hasil kedelai 1,2-1,6 t/ha, perolehan benih 55%, dan upah dua orang operator Rp 50.000/hari diperoleh nisbah keuntungan dengan B/C ratio 1,2-1,4 (Gambar 11).

KESIMPULAN

1. Sistem pengeringan kedelai brangkas (kadar air awal 30-35% bb) dengan menggunakan alat pengering tipe rak yang dipadukan dengan unit penjual jasa energi pengering suhu tinggi (65-75°C, pada laju aliran udara 1172 m³/jam) selama dua jam pada awal proses pengeringan meningkatkan mutu benih kedelai (daya tumbuh 90,3%) dan mempercepat proses pengeringan selama satu hari (dari 6 hari menjadi 5 hari).
2. Tingkat sewa energi pengering yang optimum (Y) dapat dihitung dengan menggunakan model $Y = 11,55786 X^{0,41336}$ ($R^2 = 0,7890$), di mana X merupakan perkalian tingkat hasil kedelai (t/ha), perolehan benih (%), dan upah operator penjual jasa energi pengering (Rp 000/hari).

3. Pada tingkat hasil kedelai 1,2-1,6 t/ha, tingkat perolehan benih 55%, dan upah dua orang operator Rp 50.000/hari, maka unit penjualan jasa energi pengering dan pengering tipe rak layak diterapkan pada tingkat sewa energi pengering optimum Rp 49,0-55,2/kg kedelai brangkas, dengan B/C ratio 1,2-1,4.

DAFTAR PUSTAKA

- Damardjati, D. S. 1993. Pembahasan makalah pengembangan sistem penjemuran kedelai. Makalah pada Seminar Nasional Penanganan Pascapanen Kedelai. BULOG – AGPP – IPB – DEPTAN – UGM. Jakarta, 16 Pebruari 1993. 5 p.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1984. Statistical Procedures for Agricultural Research. 2nd Ed. John Willey & Sons, New York. p. 372-379.
- Harnowo, D. 1996. Teknologi pra dan pascapanen kedelai. *Dalam* Heriyanto *et al.* (Eds.). Pemantapan teknologi usahatani palawija untuk mendukung sistem usahatani berbasis padi dengan wawasan agribisnis (SUTPA). Risalah Lokakarya, Balitkabi, 8-9 Mei 1996. Edisi Khusus No.8,1996. p. 787-791.
- Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 2004. Program Bangkit Kedelai Tahun 2004. Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. Jakarta.
- Karama, A.S. dan Sumardi. 1991. Meningkatkan peran petani pembeli pengumpul (OPKUP) sebagai penangkar benih kedelai. *Dalam* M. Syam dan A. Musaddad (Eds.). Pengembangan kedelai: potensi, kendala dan peluang. Risalah Lokakarya. Bogor, 13 Desember 1990. p. 55-63.
- Manilay, A. A. 1987. Project analysis in the grain post-harvest system. The ACPHP Technical Paper Series No. 2. ACPHP, Manila, Philippines.
- Mahagyosuko, H. 1993. Mempelajari karakteristik penjemuran brangkas dan benih kedelai. Thesis S2. Program Pascasarjana IPB. Bogor. 100 p. (tidak dipublikasi).
- Sudaryono dan Setyoso. 1990. Pengaruh cara perawatan kedelai brangkas hasil panen musim hujan terhadap butir rusak dan daya kecambah. Prosiding Hasil Penelitian Pascapanen. Laboratorium Pascapanen Karawang. Balitan Sukamandi.
- SNI. 1995. Deskripsi standar mutu kedelai di Indonesia (SNI 01-3922-1995). Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta. 6 p.

- Thahir, R. 1993. Pengembangan sistem penjemuran kedelai. Makalah pada Seminar Nasional Penanganan Pascapanen Kedelai. Jakarta, 16 Pebruari 1993. BULOG – AGPP – IPB – DEPTAN – UGM.
- Tastra, I.K. 1995. Evaluasi kelayakan finansial mesin pemipil penjual jasa pemipilan di sentra produksi jagung Kediri, Jawa Timur. *Dalam* Supriyatin *et al.* (Eds.). Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1994. Balittan Malang. p. 275-286.
- Tastra, I.K., S.A.F. Gatot, Mugiono, dan Wijiyono. 2003. Alat pengering cepat kedelai brangkasan. Usulan program “oleh paten” tahun 2003. Balitkabi. Malang. 10 p.
- Tastra, I.K., S.A.F. Gatot, E. Ginting, dan Handaka. 1998. Perbaikan kinerja pengering kacang tanah polong sistem konduksi untuk mendukung sistem usahatani berbasis kacang tanah. Laporan kegiatan penelitian 1997/1998. Balitkabi. Malang. 28 p.

Inovasi Teknologi dan Masalah Pengembangan Kedelai pada Lahan Kering Masam

Erythrina

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Lahan kering dataran rendah dengan iklim basah umumnya miskin unsur hara NPK, pH rendah, kapasitas tukar kation rendah, fiksasi fosfat tinggi, miskin bahan organik, lapisan bawah kaya Al, dan peka terhadap erosi. Tanaman kedelai peka terhadap keracunan Al. Secara alamiah, budi daya kedelai pada lahan suboptimal sering kurang ekonomis karena produksinya rendah. Dengan pengelolaan yang tepat, lahan tersebut dapat dimanfaatkan dengan produktivitas optimal. Penggunaan varietas unggul toleran kemasaman tanah dan dibudidayakan dengan pendekatan PTT hasil kedelai di lahan kering masam dapat mencapai 1,75-2,0 t/ha. Hal ini mengindikasikan, dengan teknologi yang sesuai di mana petani ikut berpartisipasi dalam pemilihan komponen teknologi memberikan hasil yang memuaskan. Namun, kondisi ini belum didukung oleh kebijakan lain seperti kepastian harga pada saat panen, kesediaan KOPTI untuk menampung hasil, dan rendahnya pajak impor menyebabkan kedelai dalam negeri tidak bisa bersaing dengan kedelai luar negeri.

PENDAHULUAN

Ditinjau dari ketersediaan lahan, Indonesia berpeluang meningkatkan produksi kedelai. Dewasa ini terdapat sekitar 2,5 juta ha lahan kering dataran rendah yang dapat dimanfaatkan bagi pengembangan kedelai (Hidayat *et al.* 2004). Meskipun demikian, lahan kering yang tersedia umumnya bereaksi masam. Untuk mendukung pengembangan kedelai pada lahan kering masam, Puslitbang Tanaman Pangan dalam periode 2001-2003 telah menghasilkan berbagai inovasi teknologi, di antaranya varietas unggul toleran lahan masam yaitu Tanggamus, Sibayak, Nanti, Ratai, dan Seulawah dengan potensi hasil lebih dari 2 t/ha (Arsyad *et al.* 2007).

Lahan kering di dataran rendah didominasi oleh ordo tanah Ultisols, Inceptisols, dan Oxisols. Tanah ini umumnya telah mengalami pelapukan lanjut sampai sangat lanjut dengan iklim basah. Sifat-sifat utamanya di antaranya: miskin unsur hara NPK, sangat masam sampai masam, kapasitas tukar kation rendah, fiksasi fosfat tinggi, miskin bahan organik, lapisan bawah kaya aluminium (Al), dan peka terhadap erosi (Hidayat *et al.* 2004).

Di Propinsi Lampung telah dilakukan pemetaan kesesuaian lahan semi detail (skala 1:50.000) secara kuantitatif untuk tanaman kedelai, termasuk kelas kesesuaian lahan secara ekonomi (Djaenuddin *et al.* 2006). Pengembangan kedelai di lahan suboptimal dihadapkan pada beberapa masalah seperti kemasaman tanah, keracunan Al, dan masalah yang berhubungan dengan ketidaktepatan pengelolaannya oleh penggarap lahan. Dibandingkan dengan jenis tanaman pangan lainnya seperti padi gogo, ubi kayu dan jagung, kedelai relatif lebih peka terhadap keracunan Al. Dengan adanya masalah tersebut, secara alamiah budi daya kedelai pada lahan suboptimal sering kurang ekonomis karena produksinya rendah. Dengan teknologi pengelolaan yang tepat, lahan tersebut dapat dimanfaatkan dengan produktivitas optimal.

PEMUPUKAN DAN AMELIORASI LAHAN

Pengaruh pemupukan dan ameliorasi lahan terhadap hasil kedelai pada lahan kering masam Lampung disajikan pada Tabel 1 dan 2. Pemberian pupuk saja tidak meningkatkan hasil kedelai bila lahan tidak dikapur atau diberi tambahan bahan organik. Lahan kering masam memiliki tingkat kemasaman yang tinggi. Kondisi ini memicu kelarutan unsur beracun yang tinggi dan fiksasi hara yang tinggi pula. Tanaman kedelai memerlukan lahan dengan kondisi yang mendekati netral, pH 5,6-6,5. Untuk memperbaiki kondisi ini diperlukan bahan pembenah tanah agar akar tanaman dapat berkembang dan berfungsi dengan baik. Bahan pembenah tanah yang paling banyak digunakan adalah kapur, baik kapur pertanian (kaptan) maupun dolomit. Pemberian kapur tidak saja mengurangi kemasaman tanah, tapi juga mengurangi kelarutan Al dan menyediakan unsur Ca dan Mg bagi tanaman dan memperbaiki sifat fisik tanah.

Bahan pembenah tanah lainnya adalah bahan organik, kompos maupun pupuk kandang. Pemberian bahan organik mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah. Bahan organik berperan meningkatkan kapasitas sangga tanah (*soil buffer capacity*) sehingga mampu menurunkan kemasaman sampai pH 5,0-5,5. Bahan organik juga mampu mengkhelat unsur yang bersifat racun seperti Fe, Al, dan Mn sehingga tidak meracuni tanaman (Rachman *et al.* 2007).

Tabel 1. Pemupukan dan ameliorasi lahan kedelai, Lampung Tengah, MH 2006.

Urea (kg/ha)	SP36 (kg/ha)	KCl (kg/ha)	Dolomit (kg/ha)	Pukan (kg/ha)	Hasil (kg/ha)
150	150	100	-	-	650
50	75	75	1000	5000	1280
50	75	75	3000	2000	1230

Sumber: Taufiq *et al.* 2004.

Tabel 2. Keragaan hasil kedelai varietas Tanggamus di lahan kering masam Lampung dengan masukan sedang dan tinggi, MH 2003/04.

Lokasi	Masukan sedang ¹⁾	Masukan tinggi ²⁾
Seputih Raman	0,8	2,1
Punggur	1,4	1,7
Trimulyo	2,4	2,5
Margomulyo	1,8	2,6
Sukadana	2,1	2,2
Rata-rata	1,7	2,2

¹⁾ Masukan sedang: urea 50 kg + SP-36 75 kg + KCl 75 kg/ha

²⁾ Masukan tinggi: urea 75 kg + SP36 150 kg + KCl 100 kg/ha + Dolomit 1 t/ha.

Oleh karenanya, pemanfaatan bahan organik *in situ* menjadi bagian penting dalam pengelolaan bahan organik di lahan kering masam.

PENGELOLAAN TANAMAN TERPADU KEDELAI

Keberhasilan pengembangan kedelai ditentukan oleh pendapatan yang diperoleh dari usahatannya. Untuk mengoptimalkan pendapatan usahatani kedelai diperlukan proses produksi melalui pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) kedelai. PTT merupakan upaya untuk meningkatkan hasil dan pendapatan petani melalui penerapan teknologi yang sesuai dengan kondisi lahan pertanian setempat. Penerapan PTT berpedoman kepada: (a) pemahaman masalah yang dihadapi petani, baik yang bersifat teknis maupun sosial-ekonomi, (b) identifikasi peluang yang mungkin dapat diraih dan pemilihan komponen teknologi untuk meningkatkan hasil dan pendapatan petani, dan (c) kesesuaian teknologi dan ketersediaan sarana pertanian untuk wilayah pertanian setempat.

Untuk lahan kering masam di Propinsi Lampung pilihan teknologi yang disarankan adalah: (1) varietas unggul baru, (2) benih berkualitas dengan daya kecambah di atas 90%, (3) olah tanah sempurna, (4) jarak tanam 40 cm x 15 cm, dua biji/lubang, (5) saluran drainase dengan jarak 5 m antar saluran, (6) ameliorasi lahan dengan dolomit 1,5 t/ha, (7) pupuk dengan takaran 75 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha, dan (8) pengendalian hama penyakit berdasarkan pemantauan populasi. Hasil dan analisis usahatani kedelai yang dikembangkan dengan pendekatan PTT pada areal seluas 15 ha yang melibatkan sekitar 26 petani disajikan pada Tabel 3. Hasil kedelai 1,75-2,0 t/ha di lahan kering masam dengan pendekatan PTT cukup optimal. Hal ini mengindikasikan dengan teknologi yang sesuai di mana petani ikut berpartisipasi dalam pemilihan komponen teknologinya memberikan hasil yang memuaskan.

Tabel 3. Keragaan PTT kedelai pada lahan kering masam, Lampung Tengah, MH 2005-06.

Varietas	Hasil (t/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Pendapatan (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)
Kaba	2,02	4.006.460	7.070.000	3.063.240
Sinabung	1,95	4.146.760	6.825.000	2.678.240
Burangrang	1,76	4.006.760	6.160.000	2.153.240

Sumber: Subandi *et al.* 2008.

Tabel 4. Preferensi konsumen terhadap beberapa varietas kedelai di lahan kering dibandingkan kedelai impor, Lampung Selatan (Erythrina *et.al*, 2006).

Varietas	Bentuk biji kedelai			Rasa tempe		
	Menarik	Sedang	Kurang	Menarik	Sedang	Kurang
Tanggamus	0 *)	22,7	77,3	4,5	45,5	50,0
Mahameru	95,4	4,5	0	59,1	36,4	4,5
Panderman	13,6	86,4	0	68,2	31,8	0
Sibayak	0	36,4	63,6	0	36,4	63,6
Nanti	0	4,5	95,4	4,5	4,5	91,0
Kedelai impor	86,4	13,6	0	86,4	13,6	0

*) Persen penilaian 22 responden.

Namun, kondisi ini belum didukung oleh kebijakan lain seperti kepastian harga pada saat panen, kesediaan KOPTI untuk menampung hasil, dan rendahnya pajak impor menyebabkan kedelai dalam negeri tidak bisa bersaing dengan kedelai impor.

Rendahnya daya saing kedelai dibandingkan komoditas lainnya seperti jagung dan ubi kayu antara lain disebabkan oleh masuknya kedelai impor dengan kualitas yang lebih baik di pasar domestik (Tabel 4). Adanya insentif untuk importir membuat harga kedelai dalam negeri anjlok, sehingga petani memilih berpindah mengusahakan tanaman lain yang lebih menguntungkan.

Pertanaman kedelai di lahan kering seluruhnya diusahakan oleh petani, sehingga merupakan pertanian individu petani dengan skala usaha kecil, rata-rata < 0,5 ha. Keragaan teknologi eksisting di salah satu sentral kedelai di Lampung Tengah disajikan pada Tabel 5. Di antara areal yang berdekatan dalam kondisi agroekologi yang relatif sama terdapat keragaman operasional atau tata kelola budi daya tanaman kedelai di lahan kering. Hal ini disebabkan karena kedelai merupakan komoditas tambahan yang diusahakan secara individual oleh petani dan jarang diusahakan dalam hamparan yang luas, sehingga menyulitkan dalam melakukan pembinaan.

Tabel 5. Keragaan teknologi eksisting di salah satu sentral produksi kedelai, Kalirejo, Lampung Tengah (n = 15 petani).

Uraian	Keterangan
Rataan luas pemilikan lahan	
• Sawah tadah hujan	0,08 ha
• Lahan kering	0,58 ha
Polatanam utama	
• Sawah tadah hujan	Padi-palawija
• Lahan kering	Jagung-jagung/kedelai
Sumber benih	
• Dari petani lain di luar desa	60%
• Dari kios/penangkar benih	40%
Varietas dominan	
• Wilis	95%
• Baluran	5%
Pengendalian gulma	
• Mekanis	90%
• Herbisida	10%
Hama/penyakit utama	
• Kumbang moncong (<i>Hypomeces</i> spp.)	34%
• Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>)	21%
• Kepik hijau (<i>Nezara viridula</i>)	10%
• Hawar batang (<i>Rhizoctonia solani</i>)	27%
• Lainnya	8%
Frekuensi penyemprotan	
• Musim gadu	4,2 x
• Musim hujan	6,3 x
Pasca panen	
• Penjemuran	2-6 hari
• Perontokan	Menggunakan bambu
Hasil per ha dalam tumpang sari jagung-kedelai	
• Wilis	488 kg
• Baluran	681 kg
Penjualan hasil	
• Perajin tahu/tempe	80%
• Konsumsi sendiri	10%
• Cadangan benih	10%

Sumber: Zaini *et al.* 2004.

MASALAH PENGEMBANGAN KEDELAI

Permasalahan teknis yang dihadapi di lahan kering masam adalah tingginya tingkat kemasaman tanah dan tingginya kandungan Al dan Mn yang menghambat perkembangan perakaran tanaman kedelai. Oleh karena itu, teknologi yang mengacu kepada perbaikan varietas dan perbaikan kultur teknis diperlukan untuk mengatasi kendala tersebut.

Walaupun jumlah varietas unggul baru kedelai dewasa ini cukup banyak, namun belum semuanya berkembang luas di tingkat petani. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal seperti: (a) sistem perbenihan belum terbina secara optimal, (b) agribisnis benih kedelai kurang menarik dan berisiko tinggi karena daya tumbuhnya cepat menurun, sehingga perbanyakan benih harus di luar musim, (c) ketersediaan benih sumber terbatas, (d) waktu tanam tidak tepat, (e) pascapanen kurang optimal, dan (f) petani belum mengetahui varietas yang sesuai untuk wilayah mereka dan sesuai dengan preferensi konsumen. Keberhasilan peningkatan produktivitas kedelai secara umum dipengaruhi oleh tingkat kesesuaian lahan, sosial-budaya dan ekonomi.

Kedelai umumnya ditanam pada lingkungan yang relatif seragam dari segi tipologi lahan. Namun di antara areal yang berdekatan dalam kondisi agro-ekologi yang relatif sama, terdapat keragaman tata operasional atau tata kelola budi daya. Faktor-faktor yang diduga berbeda antara yang satu dengan yang lain dalam tata kelola tanaman kedelai di lahan kering masam antara lain adalah: (1) teknik pengolahan tanah/kedalaman pembajakan, (2) ameliorasi lahan/bahan pembenah tanah, (3) kualitas benih dan varietas yang ditanam, (4) penyiapan lahan sebelum tanam, (5) takaran pemupukan dalam pola tanam, (6) waktu menyang, (7) pemantauan dan pengendalian OPT, serta (9) penanganan pascapanen. Keragaman produktivitas antarpetani dan senjang hasil yang terjadi di sentra produksi kedelai di lahan kering masam diduga sebagian besar disebabkan oleh perbedaan praktek budi daya. Untuk itu perlu disusun standar operasional prosedur (SOP) teknik budi daya kedelai di lahan kering masam, yang dapat digunakan sebagai acuan oleh penyuluh pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, D.M. 2004. Varietas kedelai toleran lahan kering masam. Makalah pada Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Masam. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, 30 September 2004.
- Arsyad, D.M., M. Muchlish Adie, dan H. Kuswantoro. 2007. Perakitan varietas unggul kedelai spesifik lokasi. *Dalam* Sumarno *et al.* (Eds.) Kedelai. Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 205-228.
- Djaenuddin, D., M. Hendrisman, dan Z. Zaini. 2006. Kesesuaian lahan secara kuantitatif untuk tanaman jagung, kedelai, kakao, dan kelapa di daerah Tanjung Bintang, Propinsi Lampung. *J. Tanah Trop.*, 12(1):61-68

- Erythrina, B. Hafif, dan Z. Zaini. 2006. Keragaan beberapa varietas kedelai di lahan kering masam. *Dalam* Peningkatan produksi kacang-kacangan dan umbi-ubian mendukung kemandirian pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 331-339.
- Hidayat, A., Hikmatullah, dan D. Santoso. 2004. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran rendah. *Dalam* Sumber daya lahan Indonesia dan pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor. p. 197-226.
- Subandi, Marwoto, dan H. Kuntastyuti. 2008. Kesiapan teknologi mendukung peningkatan produksi menuju swasembada kedelai. Prosiding Simposium V Tanaman Pangan. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Buku 1. Kebijakan Penelitian dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 188-119.
- Suryana, A. 2008. Kebijakan, arah, strategi dan program penelitian dan pengembangan tanaman pangan. Prosiding Simposium V Tanaman Pangan. Inovasi Teknologi Tanaman Pangan. Buku 1. Kebijakan Penelitian dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 1-17.
- Taufiq, A., K. Henny, Sudaryono, A.G. Manshuri, Suryantini, T. Wardani, dan C. Prahoro. 2004. Perbaikan dan peningkatan efisiensi teknik produksi kedelai di lahan kering masam. Laporan teknis Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Ubi-ubian, Malang.
- Zaini, Z., Jamhari, dan Erythrina. 2004. Peluang dan permasalahan pengembangan kedelai di lahan kering Propinsi Lampung. Makalah pada Lokakarya Pengembangan Kedelai melalui Pendekatan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Lahan Masam. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung, 30 September 2004.

Potensi Pengembangan Mikoriza Alami sebagai Penambang Hara di Lahan Kering Masam Lampung Tengah

Prihastuti dan A. Harsono

Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang

ABSTRAK

Potensi lahan kering masam cukup besar untuk pengembangan tanaman kacang-kacangan, tetapi kurang produktif. Tingkat kemasaman yang tinggi (pH rendah), kandungan hara N, P, K, Mg dan Ca rendah, Al dan Mn tinggi menjadi kendala pengembangan tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Mikoriza sebagai jasad penambang hara banyak ditemukan di lahan kering masam, karena mempunyai kemampuan bertahan hidup pada lahan tersebut. Dalam upaya mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan, diperlukan teknologi pemanfaatan mikroba tanah, antara lain mikoriza. Keberagaman mikoriza di lahan kering masam cukup tinggi pada beberapa jenis tanaman inang, tetapi didominasi oleh *Gigaspora margarita*. Pada pH tanah rendah (4,35-6,0), mikoriza alami di lahan kering masam Lampung Tengah mampu menginfeksi akar tanaman kedelai (74,5%), kacang tanah (85,1%), ubi kayu (90,3%), ubi jalar (84,3%), jagung (62,5%), dan alang-alang (50,0%). Jumlah spora mikoriza per gram tanah pada perakaran kedelai rata-rata 171,5 spora, pada jagung 162 spora, pada kacang tanah 57,7 spora, pada ubi jalar 83,0 spora, pada ubi kayu 56,3 spora, dan pada alang-alang 145,0 spora. Kelimpahan dan tanggap tanaman inang terhadap infeksi mikoriza di lahan kering masam yang cukup tinggi memberi harapan bagi pengembangannya sebagai penambang hara terutama P di lahan tersebut. Dalam pemanfatannya, mikoriza diinokulasikan atau dengan memelihara lahan yang menjadi lingkungan tumbuhnya.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, lahan kering masam mempunyai potensi cukup besar untuk pengembangan tanaman pangan. Pemanfaatan mikroba tanah seperti mikoriza diharapkan dapat meningkatkan kesuburan tanah di lahan tersebut. Populasi mikroba di lahan kering masam relatif rendah, berkisar antara $57,10^3$ hingga $29,10^4$ cfu/g tanah, tetapi keragamannya cukup tinggi dan mengandung beberapa spesies mikroba yang bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman (Prihastuti *et al.* 2006^a). Mikoriza vesikular arbuskular merupakan salah satu jenis mikroba tanah yang dominan di lahan kering masam. Mikoriza mampu

berkembang dengan baik pada lingkungan yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan mikroba tanah lainnya (Keltjen 1997).

Mikoriza merupakan asosiasi antara jamur tanah dan akar tanaman yang saling bersimbiose bagi kehidupan keduanya. Melalui infeksi akar, spesies jamur ini memberi manfaat bagi perkembangan tanaman inangnya, antara lain meningkatkan absorpsi hara dari dalam tanah, sebagai penghalang biologi terhadap infeksi patogen akar, meningkatkan toleransi terhadap kekeringan, meningkatkan hormon pemacu tumbuh, dan menjamin terselenggaranya siklus biogeokimia (Nuhamara 1994). Sebaliknya, mikoriza mendapat keuntungan nutrisi untuk keperluan hidupnya dari akar tanaman (Smith and Read 1997). Menurut Douds dan Millner (1999), ketergantungan aktivitas hidup mikoriza terhadap tanaman inang cukup tinggi, mencapai 40% dari senyawa karbon dan hasil fotosintesis dialokasikan ke bagian akar dan sekitar 30% diberikan kepada mikoriza.

Perkembangan mikoriza didahului dengan proses infeksi pada jaringan akar tanaman inang. Prihastuti dan Sudaryono (2006) melaporkan, di lahan kering masam Lampung Tengah banyak terdapat mikoriza vesikular-arbuskular, yang diindikasikan dengan tingginya tingkat infeksi akar (mencapai 50-94%). Tingkat infeksi akar yang tinggi memberi manfaat penting, antara lain: (1) miselium mikoriza mampu memperluas jangkauan penyerapan air dan unsur hara, terutama P dari dalam tanah (Mosse 1981), (2) memacu aktivitas enzim fosfatase yang dapat meningkatkan laju mineralisasi P organik (Tinker 1976; Alexander 1978), dan (3) melarutkan P terjerap dalam tanah menjadi bentuk tersedia, karena dihasilkannya asam-asam organik pelarut P dalam eksudatnya (Nagarajah *et al.* 1970; Lopez-Hernandez *et al.* 1979).

Potensi mikoriza untuk diaplikasikan pada lahan kering masam cukup baik, sehingga dapat memperbaiki ketersediaan hara bagi tanaman di lahan kering masam (Prihastuti 2007). Teknologi pemberdayaan mikoriza di lahan kering masam, yang meliputi pemanfaatan inokulum, perbaikan kondisi lahan, kesesuaian tanaman inang dan spesies eksotik di lahan (Linderman and Hendrix 1984) dapat meningkatkan efektivitas penggunaan mikoriza sebagai penambang hara.

MIKORIZA DI LAHAN KERING MASAM

Sebaran mikoriza sangat luas, tetapi perbedaan jenis tanah dan tanaman inang akan menentukan tingkat kelimpahannya. Terjadinya interaksi antara mikoriza dan tanaman inang ditentukan oleh kondisi lingkungan tumbuhnya (Bethlenfalvey and Linderman 1992). Tingkat kelimpahan mikoriza dapat ditentukan melalui analisis tingkat infeksi akar dan penghitungan spora mikoriza pada daerah perakaran.

Tabel 1. Tingkat infeksi mikoriza pada beberapa jenis tanaman di lahan kering masam, Lampung Tengah.

pH tanah	Tingkat infeksi akar (%) pada komoditas						Jumlah	Rata-rata
	Kedelai	Kacang tanah	Ubi kayu	Ubi jalar	Jagung	Alang alang		
6,0	94,1	-	91,7	84,3	62,5	-	332,6	83,2
5,2	64,0	73,6	90,9	-	-	50,0	278,5	69,6
4,8	83,3	86,1	85,0	-	-	-	254,4	84,8
4,4	56,5	95,5	93,8	-	-	-	245,7	81,9
Jumlah	297,9	255,2	361,3	84,3	62,5	50,0	1111,2	319,5
Rata-rata	74,5	63,8	90,3	84,3	62,5	50,0	277,8	79,9

Sumber: Prihastuti dan Sudaryono (2006)

Tingkat infeksi akar oleh mikoriza cukup tinggi apabila mencapai nilai rata-rata lebih dari 50%. Di tanah masam (pH 4,35-6,00) Lampung Tengah, infeksi mikoriza pada tanaman inang ubi kayu mencapai 90%, ubi jalar 84%, kedelai 74%, kacang tanah 64%, jagung 63% dan alang-alang 50% (Tabel 1). Perbedaan pH tanah tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat infeksi akar. Hal ini menunjukkan bahwa setelah terjadi proses infeksi akar, mikoriza akan berkembang dalam jaringan akar dengan baik tanpa dipengaruhi lagi oleh pH tanah. Keadaan ini menunjukkan mikoriza di lahan masam dapat menginfeksi akar tanaman dan berkembang baik.

Tanaman kedelai dan kacang tanah mempunyai respon positif terhadap infeksi mikoriza (Tabel 1), keadaan ini dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan produktivitas tanaman kacang-kacangan di lahan kering masam. Demikian pula terhadap interaksi positif mikoriza dengan tanaman jagung, ubi jalar dan ubi kayu. Wardati (2000) melaporkan asosiasi antara alang-alang dengan mikoriza, semakin banyak jumlah alang-alang semakin tinggi tingkat infeksi akar. Daya tumbuh alang-alang yang sangat tinggi memberi harapan untuk memanfaatkan potongan-potongan akar yang terinfeksi mikoriza sebagai propagul bagi perbanyakan dan penyebaran mikoriza.

Spora mikoriza yang ditemukan pada masing-masing tanah sangat bervariasi. Hal ini menunjukkan tingkat sebaran dan dominansi mikoriza pada masing-masing tanah berbeda. Jumlah spora yang ditemukan pada lahan kering masam berkisar antara 33-311 spora/g tanah. Jumlah spora mikoriza per gram tanah pada perakaran kedelai 172 spora, pada jagung 162 spora, pada kacang tanah 58 spora, pada ubi jalar 83 spora, pada ubi kayu 56 spora, dan pada alang-alang 145 spora (Tabel 2). Spora dapat digunakan sebagai pendorong perkembangbiakan vegetatif. Hal ini merupakan potensi mikoriza vesikular-arbuskular untuk dapat diaplikasikan pada lahan kering masam.

Tabel 2. Jumlah spora mikoriza pada beberapa tingkat kemasaman tanah dan jenis tanaman di lahan kering masam, Lampung Tengah.

pH tanah	Jumlah spora pada risosfer (spora/gram tanah)						Jumlah	Rata-rata
	Kedelai	Kacang tanah	Ubi kayu	Ubi jalar	Jagung	Alang alang		
6.00	82	-	43	83	162	-	370	92,5
5.15	311	67	95	-	-	145	618	154,5
4.80	147	20	33	-	-	-	200	66,7
4.35	146	89	54	-	-	-	289	96,3
Jumlah	686	176	225	83	162	145	1477	410
Rata-rata	171,5	58,7	56,3	83	162	145	369,3	102,5

Sumber: Prihastuti dan Sudaryono (2006)

Prihastuti dan Sudaryono (2006) melaporkan tidak ada korelasi antara jumlah spora pada daerah perakaran dengan tingkat infeksi akar yang terjadi. Keadaan ini disebabkan oleh adanya proses pembentukan spora yang akan terjadi pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi kehidupan mikoriza. Tingkat infeksi akar oleh mikoriza tidak ditentukan oleh jumlah spora yang ada, tetapi lebih ditentukan oleh kemampuan mikoriza dan tanggap perakaran tanaman untuk berlangsungnya proses infeksi. Donahoe *et al.* (1983) melaporkan bahwa tingkat infeksi akar oleh mikoriza ditentukan oleh tingkat kepekaan inang, iklim, dan tanah. Dari kenyataan yang ada dapat disimpulkan bahwa untuk mengaplikasikan formula mikoriza ke dalam tanah perlu mempertimbangkan kompatibilitas spesies mikoriza dengan tanaman inang pada proses infeksi akar, bukan hanya sekadar pertimbangan jumlah spora mikoriza yang diberikan.

JENIS MIKORIZA DI LAHAN KERING MASAM

Lahan kering masam mempunyai jenis mikoriza yang beranekaragam. Prihastuti *et al.* (2006^b) melaporkan delapan bentuk spora mikoriza yang terdapat di lahan kering masam Lampung Tengah.

Mikoriza vesikular-arbuskular dapat membentuk *resting spore* dalam tanah, baik secara tunggal maupun dalam bentuk sporokarp. Spora mikoriza dapat terbentuk pada ujung hifa eksternal dengan ukuran bervariasi antara 100-600 mm, bergantung pada jenisnya. Untuk mendapatkan spora mikoriza dapat diupayakan melalui penyaringan tanah (Anas 1992). Dalam kondisi yang tidak menguntungkan, keberadaan mikoriza dapat diamati dalam bentuk spora (Brundrett 2006). Dalam bentuk spora, mikoriza dapat mempertahankan kehidupannya untuk waktu yang cukup lama dan spora dapat berkecambah setelah kondisi lingkungan memungkinkan, diawali dengan proses infeksi akar.

Menurut Harley (1972), satu jenis mikoriza vesikular-arbuskular dapat menginfeksi lebih dari satu jenis akar tanaman. Sebaliknya, satu jenis tanaman dapat mengalami infeksi akar oleh lebih dari satu jenis mikoriza. Satu individu tanaman dapat berasosiasi dengan lebih dari satu mikobion (Nuhamara *et al.* 1985) dan suatu mikobion dapat berasosiasi dengan satu atau lebih autobion (Nuhamara 1993). Keberagaman jenis mikoriza alami yang tinggi menunjukkan adanya tingkat kepekaan yang tinggi tanaman inang terhadap infeksi mikoriza.

Jenis mikoriza yang terdapat pada daerah perakaran lahan kering masam didominasi oleh *Gigaspora margarita* yang ditunjukkan oleh populasi yang lebih besar, baik pada rentang pH tanah 4.35-6.00, maupun jenis tanaman inang berbeda (Tabel 3). Dengan demikian, pengembangan mikoriza di lahan kering masam dapat diawali dengan isolasi atau perbanyakan mikoriza jenis *G. margarita* atau dengan mengintroduksi jenis ini ke lahan tersebut.

Tabel 3. Jenis mikoriza dan kemelimpahannya pada beberapa komoditas.

Komoditas	Jenis mikoriza	Kuantitas	Komoditas	Jenis mikoriza	Kuantitas
pH tanah 6,0			pH tanah 5,15		
Jagung	<i>Acaulospora sp</i>	+	Kedelai	<i>Acaulospora sp</i>	+
	<i>Entrophospora sp</i>	+		<i>Gigaspora margarita</i>	++++
	<i>Gigaspora margarita</i>	+++		<i>Glomus moseae</i>	++
Ubi	<i>Glomus moseae</i>	++	Kacang	<i>Entrophospora sp</i>	++
jalar	<i>Smilacina racemosa</i>	+	tanah	<i>Gigaspora margarita</i>	++++
				<i>Glomus moseae</i>	++
				<i>Glomus versiforme</i>	++
Kedelai	<i>Acaulospora sp</i>	++	Ubi	<i>Endogone visiforme</i>	+
	<i>Entrophospora sp</i>	+	kayu	<i>Glomus versiforme</i>	+++
	<i>Gigaspora margarita</i>	+++		<i>Scutellospora sp</i>	+
Ubi	<i>Acaulospora sp</i>	++	Alang-	<i>Glomus versiforme</i>	+++
kayu	<i>Gigaspora margarita</i>	++++	alang	<i>Smilacina racemosa</i>	+
	<i>Glomus moseae</i>	+++			
pH tanah 4,8			pH tanah 4,35		
Kacang	<i>Gigaspora margarita</i>	++++	Kacang	<i>Endogone pisiforme</i>	+
tanah	<i>Glomus versiforme</i>	++	tanah	<i>Gigaspora margarita</i>	++
				<i>Glomus versiforme</i>	++
				<i>Scutellospora sp</i>	+
Kedelai	<i>Acaulospora sp</i>	++	Ubi	<i>Glomus versiforme</i>	++
	<i>Glomus moseae</i>	+++	kayu	<i>Smilacina racemosa</i>	+
	<i>Scutellospora sp</i>	+			
Ubi	<i>Entrophospora sp</i>	+	Kedelai	<i>Endogone pisiformis</i>	++
kayu	<i>Glomus moseae</i>	++		<i>Gigaspora margarita</i>	++++
	<i>Glomus versiforme</i>	+++		<i>Glomus moseae</i>	++

+ = jarang, ++ = agak rapat, +++ = rapat, ++++ = melimpah

Sumber: Prihastuti *et al.* (2006^b)

PERKEMBANGAN MIKORIZA PADA AKAR TANAMAN

Perkembangan mikoriza diawali sejak berada di tanah dalam bentuk spora hingga dapat menginfeksi akar tanaman. Solaiman dan Hirata (1995) melaporkan bahwa mikoriza tidak hanya berkembang pada tanah yang berdrainase baik. Pada lahan yang tergenang air seperti pada lahan sawah mikoriza juga mampu hidup. Aggangan *et al.* (1998) melaporkan bahwa pada lingkungan yang miskin hara atau lingkungan yang telah tercemar limbah berbahaya, mikoriza mampu memperlihatkan eksistensinya.

Perkembangan infeksi mikoriza dimulai dengan pembentukan apresorium pada permukaan akar oleh hifa eksternal yang berasal dari spora mikoriza dalam tanah. Hifa dari apresorium menembus sel-sel epidermis dan menjalar di antara sel atau dalam sel sepanjang akar korteks. Hifa di jaringan akar tanaman yang terinfeksi mikoriza terdiri atas hifa tidak bercabang di ruangan antara sel dan terdapat pula hifa intraseluler membengkok menjadi bulat atau bulat memanjang yang disebut vesikel.

Beberapa peneliti melaporkan interaksi mikoriza dengan akar tanaman mampu meningkatkan hasil kedelai, tetapi populasi jamur ini di dalam tanah umumnya tidak terdistribusi merata. Menurut Le Tacon (1985), untuk meng-efektifkan dan mengefisiensikan manfaat mikoriza, perlu ditambahkan inokulan ke dalam tanah. Sumber inokulan mikoriza dapat berupa propagul yang berisi spora atau potongan-potongan akar terinfeksi dan tanah. Dalam pemberian inokulan mikoriza perlu diperhatikan jumlah atau dosisnya, karena akan menentukan keberhasilan infeksi jamur dan simbiosisnya dengan tanaman inang (Wilson and Trinik 1983).

MANFAAT APLIKASI MIKORIZA

Kahat hara P pada tanaman sering terjadi pada lahan masam. Hal ini disebabkan oleh adanya jerapan P yang menyebabkan unsur tersebut kurang tersedia bagi tanaman. Jerapan terjadi karena P cepat bereaksi dengan ion-ion Al, Fe dan Ca membentuk senyawa Al-P, Fe-P dan Ca-P yang bersifat immobil, sehingga tidak dapat digunakan tanaman (Tisdale *et al.* 1985). Larutan Fe dan Mn pada tanah dalam keadaan kering akan mengeras dan bersifat tidak balik. Dalam proses pengerasan tersebut, senyawa P (Fe-P, Al-P, atau Ca-P) dapat terperangkap menjadi inti membentuk *occluded-P* (Hesse 1972).

Unsur P merupakan unsur hara esensial bagi tanaman selain N. Pada tanah masam, unsur P sering menjadi pembatas pertumbuhan tanaman karena difiksasi oleh Al dan Fe, sehingga gerakan P menjadi sangat lambat. Melalui hubungan simbiotik dengan mikoriza, tanaman dapat meningkatkan pengambilan P (Keltjens 1997). Mikoriza dapat hidup dengan baik pada tanah

masam dan mampu menghasilkan asam-asam organik yang membebaskan P terfiksasi. Wakidah (1999) melaporkan bahwa mikoriza mampu meningkatkan kadar asam sitrat dan oksalat dalam tanah. Asam sitrat dan oksalat merupakan asam organik yang memiliki kemampuan kuat dalam membebaskan *occluded-P* dibanding asam-asam organik lainnya. Mekanisme asam organik dalam meningkatkan ketersediaan P tanah antara lain melalui anion organik, bersaing dengan ortofosfat pada permukaan koloid yang bermuatan positif (Nagarajah *et al.* 1970; Lopez-Hernandez *et al.* 1979); pelepasan ortofosfat dari ikatan logam P tertentu melalui pembentukan kompleks logam-organik (Earl *et al.* 1979), dan modifikasi muatan permukaan koloid oleh ligan organik (Nagarajah *et al.* 1970; Kwong and Huang 1979).

Pendekatan mikrobiologis melalui aplikasi mikoriza dapat mengurangi kebutuhan pupuk P dari sumber TSP antara 10-30% (Sugito 1997). Selama status P dalam jaringan tanaman rendah, tanaman akan mengembangkan mekanisme interaksi dengan mikoriza (Gunawan 1993). Peningkatan ketahanan tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza disebabkan oleh kemampuan mikoriza dalam meningkatkan persaingan kebutuhan hidup di daerah perakaran. Keberhasilan tanaman yang berasosiasi dengan mikoriza dalam menekan infeksi patogen berkaitan erat dengan serapan hara yang lebih baik pada tanaman yang tidak bermikoriza. Vigoritas yang baik menjadikan tanaman tidak terpengaruh oleh kematian akar dan dapat mentoleransi akar yang mati dengan membentuk akar baru (Chakravarty and Chatarpaul 1988).

Infeksi mikoriza pada sistem perakaran tanaman dapat meningkatkan serapan P pada tanah kahat P. Dengan meningkatnya unsur hara P di dalam tanah diharapkan tanaman mampu menyerap hara tersebut lebih banyak, sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan menjadikan tanaman lebih tahan terhadap serangan patogen akar (Baon *et al.* 1997). Semakin banyak tingkat infeksi akar, memungkinkan jaringan hifa eksternal yang dibentuk semakin panjang dan menjadikan akar mampu menyerap P lebih cepat dan lebih banyak (Stribley 1987). Mikoriza juga mampu meningkatkan serapan hara Ca, Mg, K, Zn, dan Cu, meningkatkan toleransi tanaman terhadap kekeringan dan melindungi tanaman dari keracunan logam-logam berat, sehingga tanaman mampu hidup pada kondisi yang tidak menguntungkan (Setiadi 1991). Oleh karena itu, mikoriza mempunyai peranan cukup besar dalam meningkatkan produktivitas tanaman di lahan marginal maupun menjaga keseimbangan lingkungan.

PENUTUP

Mikoriza dapat tumbuh dan berkembang di lahan kering masam Lampung Tengah. Menurut Marwoto *et al.* (2005), Lampung merupakan daerah prioritas pengembangan kedelai dengan luas lahan 164.500 ha. Sugito (1997) melaporkan

aplikasi mikoriza dapat mengurangi kebutuhan pupuk P sebesar 10-30%. Apabila mikoriza dapat dikembangkan dengan baik sebagai penambang hara, terutama P, di daerah Lampung, diperkirakan pengembangan kedelai dapat menghemat kebutuhan pupuk P sebanyak 1.645-4.935 t/tahun. Apabila hal ini dapat dikembangkan pada tanaman lain seperti jagung, ubi kayu, ubi jalar, dan kacang tanah, maka penghematan penggunaan pupuk P di lahan kering masam cukup besar tanpa mengabaikan kelestarian kesuburan dan produktivitas lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aggangan, N.S., B. Dell, and N. Malakezuk. 1998. Effect of chromium and nickel on growth of the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus* and formation of ectomycorrhizae on *Eucalyptus urophylla*. S. T. Blake Geoderma 84: 33-39.
- Anas, I. 1992. Bioteknologi pertanian 2. Pusat Antar-Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor. p. 187-327.
- Alexander, M. 1978. Introduction to Soil Microbiology. Wiley Eastern Private Limited. 467 p.
- Allen, M.F. 1992. Mycorrhizal Functioning. Chapman and Hall, New York. 126 p.
- Baon, J.B., Y. Nurkholis, S. Soetanto, and S. Sakdijah. 1997. Nutrient status and growth variation of coffee as affected by the mycorrhizal fungi. Program and Abstract International Workshop on Biological Management of Soil Fertility on Acid Upland Soil. Information Humid Tropics, July 28-31. 1997. Brawijaya University. p. 31-33.
- Bethlerfalvay and R. G. Linderman. 1992. Mycoorhizae in sustainable agriculture. ASA, SSSA, Madison, Wisconsin. p. 45-70
- Brundrett, M. 2006. Mycorrhizae-mutualistic plant-fungus symbioses. (35 pictures). <http://mycorrhiza.ag.utk.edu/>
- Chakravarty, P. and M. Chatarpaul. 1988. Mycorrhizae and control of root diseases. Abst. Publ. European Symp. on Mycol. Prague, Czechoslovakia. p. 51.
- Donahue, R.L., R.W. Miller, and J.C. Shickluna. 1983. Soil in Introduction to Soil and Plant Growth. Prentice Hall, New Jersey. 138 p.
- Douds, D.D. and P.D. Millner. 1999. Biodiversity Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Agroecosystems. Elsevier, USA. 97 p.
- Earl, K.D., J.K. Syers, and J.R. Mc Laughlin. 1979. Origin of the effect of citrate, tartarate and acetate on phosphate sorption by soils and synthetic gel. SSSAJ. 43:474-678.

- Gunawan, A.W. 1993. Mikoriza arbuskuler. PAU Ilmu Hayati, Institut Pertanian Bogor. 210 p
- Harley, J. L. 1972. The biology of mycorrhiza. Plant science monographs. Leonard Hill, London. 334 p.
- Hesse, P. R. 1972. A textbook of Soil Chemical Analysis. Chemical Publ. Co. Inc. New York. 283 p
- Keltjen, W. G. 1997. Plant adaptation and tolerance to acid soils; its possible Al avoidance. A review. *In* A.C. Moniz, A.M.C. Furlani, R.E. Schaffert, N.K. Fageria, C.A. Rosolem, and H. Cantarella (Eds.). Plant-soil interactions at low pH. Sustainable agriculture and forestry production. Brazilian Soil Sci. Soc., Campinas, Brazil. p. 159-164.
- Kwong, K.F. and P.M. Huang. 1979. Surface activity of alluminium hydroxide precipitated in the presence of low molecular weight organic acid. *SSSAJ*. 43:1107-1113.
- Le Tacon, F. 1985. Cooperation between plant and fungi, the mycorrhiza. The Word Scientist.
- Linderman, R.C. and J.W. Hendrix. 1984. Evaluation of plant response to colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 26 p.
- Lopez-Hernandez, D., D. Plores, G. Siegert, and J.V. Rodriguez. 1979. The effect of some organic anions on phosphate removal from acid and calcareous soils. *Soil Science* 128: 321-326.
- Marwoto, D.K.S. Swastika, dan P. Simatupang. 2005. Pengembangan kedelai dan kebijakan penelitian di Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 11 p.
- Mosse, B. 1981. Vesicular-arbuscular mycorrhiza research of phosphate and other nutrients on the development of vesicular arbuscular mycorrhiza in culture. *J. Gen. Microbial*. 69: 159-166.
- Nagarajah, S., A.M. Posneer, and J.P. Quirk. 1970. Desorption of P from caolinite by citrate and bicarbonate. *SSSAJ* 32: 507-510.
- Nuhamara, S.T., S. Hadi, and E.I. Bimaatmadja. 1985. Suspected ectomycorrhizal fungi commonly associated with dipterocarp species. p. 439. Proceeding of 6th North American Conference on Mycorrhizae. *In*: Pam Henderson, R. G. Linderman, D. A. Perry, J. M. Trappe, and R. Molina (Eds.). Bend, Oregon.
- Nuhamara, S.T. 1993. Mikoriza sebagai suatu model parasitisme. *Technicol Notee* 5(1):1-15.

- Nuhamara, S.T. 1994. Peranan mikoriza untuk reklamasi lahan kritis. Program Pelatihan Biologi dan Bioteknologi Mikoriza. Institut Pertanian Bogor. 67 p.
- Prihastuti. 2007. Peluang dan tantangan aplikasi pupuk hayati pada tanaman kacang-kacangan. *Agritek* 15(3):617-624.
- Prihastuti dan Sudaryono. 2006. Tingkat kelimpahan mikoriza vesikular arbuskular di lahan kering masam. Seminar Nasional Pengendalian Pencemaran Lingkungan Pertanian melalui Pendekatan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai secara Terpadu, 28 Maret 2006. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, HITI Jawa Tengah, Balai Penelitian Lingkungan, Jakenan. 9 p.
- Prihastuti, Sudaryono, dan Tri Wardani. 2006^a. Kajian mikrobiologis pada lahan kering masam Lampung. *Agritek* 14(5):1110-1125.
- Prihastuti, Tri Wardani, dan Sudaryono. 2006^b. Pola sebaran dan karakterisasi mikoriza alami di lahan kering masam. Laporan hasil kegiatan penelitian Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian tahun 2005, Malang. 13 p.
- Setiadi, Y. 1991. Aplikasi mikroba tanah sebagai salah satu terapan dalam bioteknologi kehutanan. Makalah Penataran Dosen PTS Bidang Rekayasa Genetika (Bioteknologi). Bogor, 28 Juli-3 Agustus 1991. 12 p.
- Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press. Harcourt Brace and Company Publishers, San Diego. 96 p.
- Solaiman, M. Z. and H. Hirata. 1995. Effect of indigenous arbuscular mycorrhizal fungus and root effect on soil aggregation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57:77-81.
- Stribley, D. P. 1987. Mineral nutrition. pp. 59-70. *In*. G.R. Safir (*Ed*). *Ecophysiology of VAM plants*. CRC Press, Florida.
- Sugito, Y. 1997. Kebijakan energi di bidang pertanian menuju era pembangunan pertanian berkelanjutan. Orasi Ilmiah Pengukuhan Guru Besar Ilmu Ekologi Pertanian. Fakultas Pertanian Brawijaya, Malang. 44 p.
- Tinker, P.B. 1976. Soil chemistry of phosphorus and mycorrhizal effect on plant growth. *In*. F. E. Sander., B. Mosse dan P. B. Tinker (*Eds*). *Endomycorrhizas* Academic Press, London. p. 353-371.
- Tisdale, S.L., W.L. Nelson, and J.D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizer*. Mc Millan Publ. Co., New York. 148 p.
- Wakidah, K. 1999. Pengaruh VAM terhadap peningkatan enzim fosfatase, beberapa asam organik dan pertumbuhan kapas pada Vertisol dan Alfisol. Publikasi Ilmiah Brawijaya, Malang. 18 p.

- Wardati, I. 2000. Kajian asosiasi mikoriza dengan *Setaria plicata* (Lamk) T. Cooke. www.poltekjbr..com. Diakses 14 Februari 2006.
- Wilson, J.M. and Trinik. 1983. Infection development and interaction between VAM fungi. *New Phytol.* 93: 543-553.

Respon Genotipe Kacang Tanah terhadap Cekaman Aluminium pada Stadia Perkecambahan

Trustinah, A. Kasno, dan A. Wijanarko

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di laboratorium pemuliaan Balitkabi pada MK 2006 hingga MH 2006 dalam dua tahap dengan menggunakan larutan AlCl_3 . Tahap pertama menentukan konsentrasi yang sesuai untuk pentapisan bahan genetik. Tahap kedua penapisan bahan genetik pada larutan AlCl_3 hasil penelitian tahap I. Penelitian tahap I menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang diulang tiga kali. Faktor I adalah konsentrasi Al (0 ppm Al, pH netral, berikutnya 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm Al dengan masing-masing pH 4. Faktor II adalah delapan varietas kacang tanah. Penelitian tahap kedua menggunakan rancangan acak kelompok yang diulang dua kali, masing-masing pada tiga lingkungan. Lingkungan I (L1) adalah 0 ppm Al, pH netral, lingkungan 2 (L2) adalah 0 ppm Al, pH 4, dan lingkungan 3 (L3) adalah konsentrasi larutan 60 ppm Al, dan sebagai perlakuan adalah 225 genotipe kacang tanah. Pemberian larutan Al pada perkecambahan kacang tanah menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Al maka panjang akar, jumlah akar, dan bobot kering kecambah semakin menurun. Batas kritis Al pada kacang tanah adalah 60-70 ppm. Sebanyak 225 genotipe kacang tanah yang dievaluasi pada stadia perkecambahan menggunakan larutan AlCl_3 pada konsentrasi 60 ppm pada pH 4 memperlihatkan pertumbuhan akar lebih pendek, jumlah akar berkurang, epikotil lebih pendek, dan jumlah daun lebih sedikit. Dengan menggunakan seleksi secara serentak untuk STI sifat panjang dan bobot akar diperoleh nilai indeks 0,18-2,38. Terpilih sebanyak 21 genotipe kacang tanah yang tergolong toleran dengan nilai indeks di atas 1,0. Empat belas genotipe di antaranya memiliki nilai indeks di atas 1,06 atau di atas batas seleksi 30%. Pewarnaan akar menggunakan hematoxilin pada perlakuan normal menunjukkan warna terang dengan skor 1. Pada perlakuan pH 4 dan Al 60 ppm, semua genotipe memperlihatkan warna merah hingga coklat dengan skor 4-5. Hal tersebut menunjukkan adanya akumulasi Al pada akar.

PENDAHULUAN

Lahan masam yang dapat dikembangkan untuk palawija cukup luas. Kontribusi usahatani kacang tanah di lahan tersebut masih sangat rendah, sekitar 5% terhadap produksi kacang tanah nasional. Masalah utama pengembangan kacang tanah di lahan masam adalah keracunan aluminium (Al). Bila keracunan

Al hanya terjadi pada permukaan tanah, maka cara yang paling umum untuk mengatasinya adalah dengan ameliorasi lahan menggunakan kapur dan atau pupuk kandang. Tetapi bila keracunan Al terjadi pada lapisan dalam (*subsoil*), maka pendekatan melalui penggunaan varietas toleran lebih murah dan ramah lingkungan.

Keracunan Al menyebabkan kerusakan secara langsung pada sistem akar tanaman, perkembangan akar menjadi terhambat, dan akar lebih tebal, pendek, kaku dan memperlihatkan bagian-bagian yang mati (Sanchez 1992). Aluminium yang berada di sekitar akar akan menghalangi pembelahan sel di bagian meristem dan menghentikan perpanjangan akar dan penetrasi akar menjadi lebih lemah (Care 1995). Russel (1988) menyatakan bahwa Al yang diserap tanaman cenderung terakumulasi di akar tanaman dan sulit ditranslokasikan ke bagian atas tanaman sehingga banyak Al yang ditahan pada dinding sel. Hal ini dapat menyebabkan perubahan fisiologi dan biokimia, terutama penurunan permeabilitas membran akar terhadap ion dan air. Scott dan Fisher (1989) mengemukakan empat teknik pentapisan genotipe toleran masam, yaitu pentapisan di lapang, pentapisan di rumah kaca dengan media tanah, pentapisan dengan larutan nutrisi, dan pentapisan cepat. Metode kultur air, pewarnaan hematoxilin dan uji hayati pada fase perkecambahan termasuk dalam metode pentapisan cepat (Duncan and Baligar 1990). Masing-masing metode mempunyai kekurangan dan kelebihan. Metode kultur air sangat baik akurasi, karena dapat dikontrol (Sopandie *et al.* 2000a), namun memerlukan peralatan dan bahan kimia yang mahal.

Teknik skrining/pentapisan di laboratorium dan rumah kaca banyak dilakukan karena lebih cepat, akurat, dan dapat digunakan pada stadia awal pertumbuhan (Carver and Ownby 1995). Deteksi visual dengan pewarnaan hematoxilin memungkinkan pengukuran penetrasi Al ke dalam akar secara cepat dan dapat menentukan tingkat toleransi akar (Duncan and Baligar 1990; Sopandie *et al.* 2000b). Pewarnaan hematoxilin merupakan salah satu metode yang cukup praktis dan telah berhasil mengidentifikasi tingkat toleransi beberapa tanaman terhadap cekaman Al, seperti gandum, padi, dan jagung (Rincon and Gonzales 1992; Santoso 1997, Cancado *et al.* 1999 *dalam* Koesrini dan Purwantoro 2003). Untuk melihat ketahanan terhadap Al dilakukan pewarnaan akar dengan menggunakan pewarnaan hematoxilin yang akan membentuk kompleks Al- hematoxilin yang berwarna ungu-kebiruan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genotipe kacang tanah toleran masam dan keracunan Al pada stadia perkecambahan.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium pemuliaan Balitkabi, Malang, pada MK 2006 hingga MH 2006, dalam dua tahap dengan menggunakan larutan AlCl_3 . Tahap pertama, menentukan konsentrasi yang sesuai untuk penapisan bahan genetik. Tahap kedua, penapisan bahan genetik pada larutan AlCl_3 hasil penelitian tahap I. Penelitian tahap I menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang diulang tiga kali. Faktor I adalah konsentrasi Al 0 ppm, pH netral, berikutnya 30, 40, 50, 60, dan 70 ppm, masing-masing pH 4,0. Faktor II adalah delapan varietas kacang tanah. Penelitian tahap kedua ditujukan untuk menilai toleransi genotipe plasma nutfah kacang tanah terhadap cekaman Al, menggunakan rancangan acak kelompok yang diulang dua kali, masing-masing pada tiga lingkungan. Lingkungan I (L1) adalah 0 ppm Al, pH netral, lingkungan 2 (L2) adalah 0 ppm Al, pH 4, dan lingkungan 3 (L3) adalah konsentrasi larutan 60 ppm Al, pH 4 dan sebagai perlakuan adalah 225 genotipe kacang tanah.

Sebanyak 25 biji kacang tanah yang telah disterilisasi dikecambahkan dalam toples plastik transparan/petridish yang dialas kain tile dan diisi larutan Al sesuai dengan taraf cekaman. Selanjutnya dikecambahkan dalam suhu 25°C . Jika terjadi pengurangan air dalam toples akibat diserap oleh biji ditambah lagi sampai batas yang telah ditentukan. Hal yang sama dilakukan untuk perlakuan pembandingan yang hanya menggunakan air suling. Volume cairan dipertahankan konstan selama proses perkecambahan.

Pengamatan meliputi panjang akar, berat akar, berat kering kecambah, panjang hipokotil, panjang epikotil, jumlah daun pada umur 10 hari, dan skor pewarnaan akar setelah diberi penanda hematoxilin. Penandaan hematoxilin dilakukan dengan cara perendaman pada 0,2% (w/v) larutan hematoxilin dan 0,02% (w/v) larutan KIO_3 selama 10 menit. Kemudian diberi skor yang mengacu pada Koesrini (2001). Skor 1 bila warna kecambah > 75% berwarna terang, skor 2 bila 50-75% berwarna terang, skor 3 bila 25-50% berwarna terang, skor 4 bila < 25% berwarna terang, dan skor 5 bila intensitas warna kecambah 100% berwarna gelap.

Toleransi genotipe kacang tanah terhadap cekaman pH dan Al pada stadia kecambah dihitung dengan rumus stressed tolerance index (STI) mengacu pada Fernandez (1993). Pemilihan genotipe yang toleran didasarkan pada beberapa karakter secara serentak dengan menggunakan indeks seleksi Smithhazel *dalam* Singh dan Chaudhary (1979). Batas seleksi (bs) dihitung dengan $bs = y' + k.sd$ (Falconer 1972). Genotipe yang memiliki nilai lebih besar dari nilai bs dan lebih besar dari nilai varietas pembandingan dipilih sebagai genotipe yang toleran cekaman Al pada stadia kecambah.

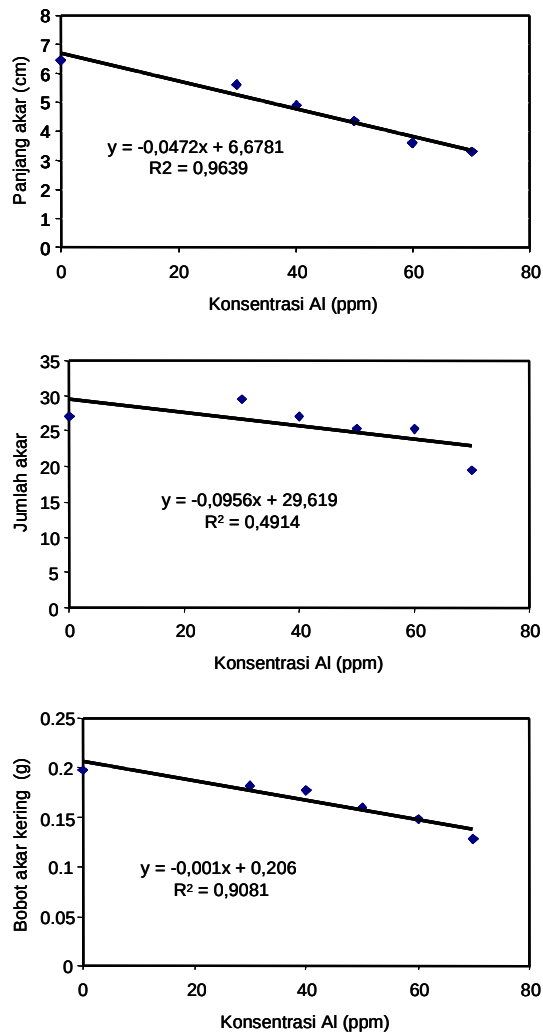
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Tahap I

Hasil penelitian pada tahap pertama menunjukkan konsentrasi larutan Al berpengaruh nyata terhadap panjang akar, jumlah akar, dan bobot kering kecambah kacang tanah, dan pengaruhnya tidak nyata terhadap panjang epikotil, hipokotil dan jumlah daun. Semakin tinggi konsentrasi Al maka panjang akar, jumlah akar, dan bobot kering kecambah semakin menurun. dan varietas yang diuji menunjukkan respon yang sama. Penurunan panjang akar akibat pemberian Al dari 30 ppm hingga 70 ppm berturut-turut sebesar 12,8%, 23,7%, 32,2%, 43,8%, dan 48,6%. Pemberian Al berturut-turut dari 40 ppm hingga 70 ppm menyebabkan penurunan jumlah akar 0,2%, 6,8%, 7,1%, dan 28,2%. Penurunan bobot kering kecambah berkisar antara 3,0-9,9%. Pemberian Al 60-70 ppm memberikan pengaruh yang besar terhadap penurunan panjang, jumlah, dan bobot kering akar (Gambar 1).

Konsentrasi Al tinggi menyebabkan terhambatnya proses pemanjangan akar tanaman karena terhambatnya akar lateral, menghambat pembelahan sel (Horst *et al.* 1999, Hairiah *et al.* 2000), menghambat perpanjangan sel ujung akar (Yokel 2002), dan bahkan dapat menyebabkan kematian sel (Pan *et al.* 2001). Menurut Foy (1974), gejala keracunan Al pada akar tanaman meliputi penurunan panjang akar, percabangan akar yang terhambat, tudung akar rusak, dan akar lateral menebal.

Jumlah akar meningkat pada saat diberi konsentrasi Al sebesar 30 ppm dibandingkan dengan kontrol (tanpa Al), dan kemudian turun pada konsentrasi Al 40 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi 30 ppm, Al dapat merangsang peningkatan jumlah akar kacang tanah. Pendias dan Pendias (1991) mengemukakan bahwa fungsi fisiologi Al dalam tanaman kurang jelas, meskipun dalam jumlah yang rendah mempunyai pengaruh yang menguntungkan pada pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Timothy dan Copeland (1999) memperlihatkan bahwa Al pada kadar 40 mM dapat merangsang pertumbuhan akar kanola. Sebaliknya pada konsentrasi Al 60 mM, pertumbuhan akar terhambat bahkan terjadi kerusakan pada tudung akar. Marchner (1998) mengemukakan bahwa konsentrasi Al yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman berbeda menurut genotipe atau jenis tanaman, misalnya pada bit gula 71,4 mM dan jagung 185 mM, sedangkan pada tanaman teh bisa mencapai 1.000 mM.



Gambar 1. Hubungan antara beberapa konsentrasi Al (ppm) dengan panjang akar (cm), jumlah akar, dan bobot akar kering (g) tanaman kacang tanah. Malang, 2006.

Penelitian Tahap II

Lingkungan tumbuh memberikan pengaruh yang nyata terhadap perkecambahan kacang tanah dan terdapat interaksi antara genotipe dengan lingkungan. Pada larutan pH 4, kacang tanah dapat berkecambah normal sebagaimana pada larutan dengan pH normal. Jumlah biji yang dapat berkecambah dan pertumbuhan kecambah tidak terhambat pada larutan pH

4 sebagaimana yang ditunjukkan oleh pertumbuhan perakaran dan bagian atas tanaman (hipokotil, epikotil, dan daun) dengan indeks cekaman rata-rata 0,03 atau tidak terjadi cekaman (Tabel 1).

Pada larutan pH 4 dengan konsentrasi Al 60 ppm, pertumbuhan kecambah mulai terhambat yang ditunjukkan oleh akar menjadi lebih pendek, jumlah akar berkurang, epikotil lebih pendek, dan jumlah daun lebih sedikit dengan indeks cekaman berkisar antara 0,05-0,22, yang berarti cekaman ringan (Tabel 1). Dari beberapa parameter tersebut panjang akar mengalami cekaman paling besar. Efektivitas seleksi dipengaruhi oleh keragaman bahan genetik. Panjang akar, bobot kering akar, jumlah akar, dan panjang hipokotil memiliki keragaman yang cukup besar dengan koefisien keragaman 20-28% (Tabel 2).

Tabel 1. Analisis ragam, nilai tengah lingkungan dan indeks cekaman perkecambahan kacang tanah terhadap kemasaman dan Al. Malang, 2006.

Sifat	Ringkasan analisis ragam			Nilai tengah lingkungan			BNT lingk.	Indeks cekaman (IC)		
	L	G	GxL	pH normal	pH4	pH4, Al 60 ppm		pH	pH4-Al	Al
Panjang akar	**	**	*	5,16 a	5,11 a	4,01 b	0,30**	0,01	0,22	0,21
Panjang hipokotil	*	**	**	2,42 a	2,34 b	2,31 b	0,07*	0,03	0,05	0,01
Panjang epikotil	*	**	**	5,43 a	4,93 b	4,53 c	0,30**	0,09	0,17	0,08
Jumlah akar	*	**	**	31,56 a	28,8 b	27,54 b	2,19**	0,09	0,13	0,04
Jumlah daun	*	*	**	9,19 a	8,8 b	8,3 c	0,35**	0,04	0,09	0,06
Bobot kering tan.	ns	**	**	1,99 a	1,99 a	1,97 a	tn	0,00	0,01	0,00
Bobot akar kering	ns	**	**	0,21 ab	0,22 b	0,21 a	tn	-0,05	0,00	-0,05
Rata-rata intensitas cekaman (IC)				0,03	0,10	0,05				

*, **, dan tn masing-masing adalah nyata pada batas peluang 0,01, 0,05 dan tidak nyata

Tabel 2. Kisaran, rata-rata, dan koefisien keragaman fenotipik perkecambahan kacang tanah pada pH 4-Al 60 ppm. Malang, 2006.

Sifat yang diamati	Rentang	Rata-rata	Koefisien keragaman fenotipik (%)
Daya kecambah (%)	25-100	77	2,9
Keserempakan berkecambah (%)	25-100	67	2,3
Panjang akar (cm)	2,3-5,8	4,01	15,7
Panjang hipokotil (cm)	1,1-4,4	2,31	19,0
Panjang epikotil (cm)	0,7-7,7	4,53	42,3
Jumlah akar lateral	14,2-39,7	27,54	19,4
Jumlah daun	2,7-24	9,0	16,9
Bobot kering tanaman (g)	0,37-3,02	1,97	45,3
Bobot kering akar (g)	0,09-0,66	0,22	22,3

Untuk menentukan variabel yang paling menentukan digunakan analisis faktor (Santoso 2003). Ketujuh variabel yang diamati dapat dikelompokkan ke dalam dua faktor dengan ragam sebesar 60%. Faktor pertama terdiri atas panjang akar, bobot akar, dan bobot tanaman. Faktor kedua terdiri atas jumlah akar, panjang epikotil, dan jumlah daun. Terdapat korelasi yang erat dan positif antara panjang akar dengan jumlah akar dan bobot akar, dan tidak terdapat korelasi antara panjang akar dengan panjang epikotil. Dengan demikian, panjang akar dan bobot akar digunakan dalam penilaian toleransi perkecambahan kacang tanah.

Beberapa cara telah dilakukan untuk mendapatkan genotipe unggul pada lingkungan optimal dan tercekam. Beberapa di antaranya menggunakan rata-rata hasil, toleransi, indeks kepekaan, dan indeks toleransi terhadap cekaman (Fisher and Maurer 1978; Rosiella and Hamblin 1981; Fernandez 1993; Kasno *et al.* 1997).

Pemilihan genotipe yang toleran pada penelitian ini dilakukan dengan menilai besarnya indeks toleransi terhadap cekaman atau *stress tolerance index* (STI) mengikuti Fernandez (1993). STI dapat digunakan untuk mengidentifikasi genotipe yang unggul di lingkungan optimal maupun bermasalah. Nilai indeks toleransi terhadap cekaman (STI) pada penelitian ini berkorelasi positif dengan hasil kacang tanah pada kondisi normal atau tercekam maupun hasil rata-rata dari kedua lingkungan untuk seluruh sifat yang diamati, terutama panjang akar, jumlah akar, dan bobot akar. Dengan demikian, genotipe yang toleran dan berpenampilan baik ditunjukkan oleh besarnya nilai STI untuk sifat yang diamati. Nilai STI untuk panjang akar berkisar antara 0-2,42, jumlah akar 0-43,8, dan bobot kering tanaman 0-1,20.

Adanya interaksi antara lingkungan dengan beberapa sifat tanaman seperti panjang akar jumlah akar, bobot akar, dan bobot tanaman menyebabkan urutan atau ranking masing-masing genotipe berbeda untuk setiap karakter yang diamati. Begitu pula urutan nilai STI-nya. Pemilihan genotipe yang toleran dapat dilakukan dengan seleksi tandem dengan pemilihan berdasarkan nilai STI untuk suatu sifat secara berurutan terhadap sifat yang akan diseleksi. Pemilihan dapat pula dilakukan berdasarkan beberapa sifat secara serentak dengan menggunakan indeks seleksi Smith-hazel *dalam* Singh dan Chaudhary (1979). Dengan menggunakan seleksi secara serentak untuk STI panjang akar dan bobot akar diperoleh nilai indeks di atas 1,0. Terpilih sebanyak 21 genotipe yang tergolong toleran dengan nilai indeks di atas 1,0. Empat belas genotipe di antaranya memiliki nilai indeks di atas 1,06 atau di atas batas seleksi 30% (Tabel 3). Keempat belas genotipe tersebut adalah MLG 7754, MLG 7697, MLG 7676, MLG 7533, MLG 7730, MLG 7593, MLG 7750, LO 3-23, ICGV 90116, ICGV 87182, ICGV 97846, ICGV 88276, ICGV 91171, dan J 5462 (Jerapah) (Tabel 3). Dua genotipe di antaranya (MLG 7754 dan ICGV 87182) memiliki bobot kering akar, panjang

Tabel 3. Indeks toleransi terhadap cekaman, total indeks, dan skor pewarnaan Al pada perkecambahan genotipe kacang tanah terpilih pada pH 4-Al 60 ppm. Malang, 2006.

Genotipe	Panjang akar (cm)	Bobot akar (g)	Indeks toleransi cekaman (STI) ^{a)}		Total indeks ^{b)}	Skor pewarnaan		Tingkat toleransi
			Panjang akar	Berat akar		Tanpa Al	Al 60 ppm	
ICGV 90116	4,2	0,29	8,01	1,2	1,78	1	4,25	Toleran
ICGV 87182	5,2	0,31	1,37	1,83	1,67	1	4,15	Toleran
ICG 7754	4,9	0,3	1,75	1,36	1,31	1	3,75	Toleran
ICGV 97846	4,1	0,22	1,01	1,43	1,3	1	4,35	Toleran
ICGV 88276	3,8	0,29	0,67	1,38	1,23	1	4,1	Toleran
ICG 7697	3	0,27	0,88	1,32	1,2	1	3,9	Toleran
J 5462	3,5	0,33	0,62	1,35	1,2	1	4,45	Toleran
ICG 7676	4,6	0,25	0,71	1,33	1,19	1	4,35	Toleran
ICG 7533	4,3	0,24	1,4	1,2	1,15	1	3,85	Toleran
ICG 7730	3,3	0,23	1,37	1,17	1,12	1	4,15	Toleran
ICG 7593	3,9	0,22	0,5	1,27	1,12	1	4,45	Toleran
LO 3-23	4,4	0,24	0,94	1,2	1,1	1	4,35	Toleran
ICGV 91171	4,6	0,27	0,78	1,2	1,09	1	3,9	Toleran
ICG 7750	4,7	0,25	1,05	1,17	1,09	1	4,35	Toleran
ICG 7711	5,2	0,25	1,2	1,13	1,07	1	3,5	Toleran
ICGV 88283	4,6	0,28	0,82	1,18	1,07	1	4,35	Toleran
ICG 7860	4,1	0,23	0,99	1,12	1,04	1	4	Toleran
SINGA	4,9	0,28	1,47	1,06	1,03	1	4,3	Toleran
BISON	3,3	0,23	0,57	1,12	1	1	3,65	Toleran
TURANGGA	4,4	0,25	0,67	1,11	1	1	3,5	Toleran
BIAWAK	4,3	0,25	0,95	1,08	1	1	3,65	Toleran
ICG 7547	3,8	0,21	0,64	0,9	0,82	1	3,05	Sedang
7807	3,8	0,21	0,99	0,86	0,82	1	3,15	Sedang
ZEBRA	4,8	0,22	0,93	0,83	0,79	1	3,1	Sedang
ICG 7531	3,8	0,25	0,59	0,78	0,71	1	3,15	Sedang
ICG 7552	4,4	0,22	0,49	0,73	0,66	1	3,05	Sedang
JEPARA	2,9	0,18	0,36	0,73	0,65	1	3,15	Sedang
Rata-rata	4,01	0,21	0,80	0,89	0,79	1	3,9	
Batas seleksi 30%	4,74	0,22	1,44	1,02	1,08			

^{a)} Fernandez (1993), ^{b)} Smith-hazel dalam Singh dan Chaudhary (1979)

akar, jumlah akar, panjang hipokotil, dan panjang epikotil di atas batas seleksi 30%. Varietas Singa, Biawak, Turangga, dan Bison memiliki indeks 1,00-1,03.

Untuk melihat akumulasi Al pada akar dilakukan pewarnaan akar dengan menggunakan hemotoxilin yang akan membentuk kompleks Al- hemotoxilin yang berwarna ungu-kebiruan. Dengan menggunakan pewarnaan, seluruh akar pada perlakuan normal menunjukkan warna terang dengan skor 1. Pada perlakuan pH 4 dan Al 60 ppm, tidak ada genotipe yang memiliki skor 1. Sebagian besar genotipe memiliki skor pewarnaan 4-5. Dengan kata lain, pada genotipe kacang tanah yang dievaluasi tidak terdapat genotipe yang benar-benar akarnya

bebas dari penetrasi Al. Terdapat enam genotipe dengan skor 3,05-3,15, yaitu MLG 7547, MLG 7552, ZEBRA, MLG 7531, MLG 7807, dan Jepara (Tabel 3).

KESIMPULAN

- Genotipe kacang tanah yang diuji memberikan respon yang berbeda terhadap cekaman kemasaman dan Al.
- Dengan menggunakan pewarnaan hematoxilin, tidak terdapat genotipe yang benar-benar akarnya bebas dari penetrasi Al.
- Batas kritis Al yang dapat menghambat perpanjangan akar kacang tanah berkisar antara 60-70 ppm pada pH 4.
- Dengan menggunakan seleksi secara serentak untuk indeks toleransi cekaman (STI) sifat panjang akar dan berat akar terpilih 14 genotipe (MLG 7754, MLG 7697, MLG 7676, MLG 7533, MLG 7730, MLG 7593, MLG 7750, LO 3-23, ICGV 90116, ICGV 87182, ICGV 97846, ICGV 88276, ICGV 91171, J 5462 (Jerapah) yang memiliki total indeks di atas 1,06 atau di atas batas seleksi 30%. Dua genotipe (MLG 7754 dan ICGV 87182) memiliki bobot kering akar, panjang akar, jumlah akar, panjang hipokotil, dan panjang epikotil di atas batas seleksi 30%.

DAFTAR PUSTAKA

- Care, D.A. 1995. The effect of aluminium concentration on root hairs in white clover (*Trifolium repens* L.). In: R.A. Date (Eds). Plant soil interaction at low pH. p 325 - 328. Kluwer Akademik Publishers. Netherlands.
- Carver, B.F., and J.D. Ownby. 1995. Acid soil tolerance in wheat. *Advances Agronomy* 54:117-173.
- Duncan, R. and V.C. Baligar. 1990. Genetic breeding and physiological mechanism of nutrient uptake and use efficiency: an overview, p.3-35. In: V.C. Baligar and R.R. Duncan (Eds). Crop as enhancers of nutrient use. Acad Press Inc., New York.
- Falconer, D.S. 1972. Introduction to Quantitative Genetics. The Ronald Press. New York. 312-322.
- Fernandez, G.C.J. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stresstolerance. In: C.G. Kuo *et al.* (Eds). Adaptation of food crops to temperature and water stress. Proc. of an Inter. Symp. Taiwan, 13-18 August 1999. AVRDC. p. 257-270.

- Foy, C.D. 1974. Effect of Al on plant growth. p:603-642. *In*: Crason Ew (Ed). The root and its enviroment. University of Gronigen. Haren.
- Fischer, R.A. and R. Mauer. 1978. Drought-resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. J. Agr. Res. 29:897-917.
- Hairiah, K., Widiyanto, S.R. Utami, D. Suprayogo, Sunaryo, S.M. Sitompul, B. Lusiana, R. Mulia, M.V. Noordwijk, dan G. Cadisch. 2000. Pengelolaan tanah masam secara biologi: refleksi pengalaman dari Lampung Utara. SMT Grafika Desa Putera. Jakarta. 187 p.
- Horst, W.J., N. Schmohl, M. Kollmeier, F. Baluska, and M. Sivaguru. 1999. Does aluminium affect root growth of maize through interaction with the cell wall plasma membrane cytoskeleton continuum ?. Plant and Soil 215: 163-174.
- Johnson, J.P., B.F.Carver, and V.C.Baligar. 1997. Productivity in Great Plains acid soils of wheat genotypes selected for aluminium tolerance. Plant and Soil 188:101-106.
- Kasno, A., N. Nugrahaeni, J. Purnomo, Trustinah, R. Suhendy, dan M. Anwari. 1997. Parameter seleksi galur unggul kacang tanah dan kacang hijau pada cara tanam tunggal dan tumpangsari dengan jagung. Edisi Khusus Balitkabi No.9, 1997. p. 237-252
- Koesrini. 2001. Studi metode skrining ketahanan terhadap aluminium pada kedelai. Tesis. UGM. Yogyakarta.
- Koesrini dan Purwanto. 2003. Ketahanan 28 genotipe kedelai terhadap cekaman aluminium. Agroscentiae 3(10):117-123.
- Makmun, M.Y., M. Gamanik, dan M. Wilis. 1996. Sistem produksi dan pengembangan kacang tanah di Kalimantan. p.195-206. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (Eds). Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Marchner. 1998. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London. 889 p.
- Pan, J.W, M.Y. Zhu, and H. Chen. 2001. Aluminium-induced cell death in root-tip cells of barley. Environmental and Experimental Botani 46:71-79.
- Pendias, A.K. and H. Pendias. 1991. Trace Element in Soils and Plant. John Wiley and Sons. New York.
- Rincon, M. and R.A. Gonzales. 1992. Aluminium partitioning in intact roots of aluminium-tolerant and aluminium-sensitive wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. Plant Physiol. 99:1021-1028.

- Rosielle, A.A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environment. *Crop Sci.* 21:943-946.
- Russel, R.S. 1988. *Plant Root System*. Mc Graw Hill Book Company. London. 653 p.
- Santosa, B. 1997. Kajian pewarisan ketahanan cekaman aluminium pada beberapa varietas padi (*Oryza sativa* L.). Tesis. Universitas Gajahmada Yogyakarta.
- Sanchez, P.A. 1992. *Properties and Management of Soil in the Tropics*. John Wiley and Sons, New York. 618 p.
- Scott, B.J. and J.A. Fisher. 1989. Selection of genotypes tolerant of aluminium and manganese. *In*: A.D. Robson (*Ed.*). *Soil acidity and plant growth*. p.167-203. Academic Press. Harcourt Brace Jovanovich Publishers.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis*. Kalyani Publishers, New Delhi. 301 p.
- Sopandie, D., M. Yusuf, dan T.D. Setyono. 2000a. Adaptasi kedelai (*Glycine max* Merr) terhadap cekaman pH rendah dan aluminium: Analisis pertumbuhan akar. *Comm. Ag.* 5(2):61-69.
- Sopandie, D., M. Yusuf, dan S. Aisah. 2000b. Toleransi terhadap aluminium pada akar kedelai: Deteksi visual penetrasi aluminium dengan metode pewarnaan hematosilin. *Comm. Ag.* 6(1):25-32.
- Sumarno. 1996. Model pengembangan agribisnis kacang tanah. p. 103-128. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (*Eds*). *Risalah Seminar Prospek Abribisnis Kacang Tanah di Indonesia*. Edisi Khusus Balitkabi No. 7.
- Timothy, S.C and L. Copeland. 1999. Effects of aluminium on canola roots. *Plant and Soil* 216: 27-33.
- Yokel, R.A. 2002. Aluminium chelation principles and recent advances. *Coordination Chemistry: reviews* 228: 97-113.

Pemetaan Teknologi Spesifik Lokasi dalam Upaya Pemenuhan Produksi Kacang Tanah

Astanto Kasno

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Usahatani kacang tanah memberikan keuntungan yang memadai. Luas tanam, produksi, dan produktivitas kacang tanah terus meningkat, namun belum dapat mencukupi kebutuhan dalam negeri. Kekurangan produksi yang telah melebihi 100.000 ton mengharuskan mengimpor kacang tanah. Impor kacang tanah selalu terjadi untuk memenuhi permintaan pada hari besar keagamaan dan nasional seperti Idul Fitri dan tahun baru. Pada saat itu memang terjadi kekurangan pasokan, terutama sejak Juli hingga September dimana kacang tanah baru ditanam. Penanaman kacang tanah pada lahan kering mencapai lebih 60% dari total areal pertanaman. Strategi peningkatan produksi adalah meningkatkan produktivitas dan memperluas areal tanam pada lahan sawah sesudah padi yang memiliki fasilitas irigasi teknis, setengah teknis, dan irigasi pompa. Hal tersebut dimungkinkan bila kacang tanah secara komparatif unggul dari komoditas kopetitorinya. Oleh karena itu, diperlukan strategi peningkatan produksi, faktor produksi, peningkatan nilai tambah dan daya saing, dan dukungan teknologi inovatif.

PENDAHULUAN

Menurut Gaybita (1996), Indonesia termasuk net importir kacang tanah. Impor kacang tanah berasal dari Vietnam, India, Cina dan India (Hutabarat dan Maeno 2003). Impor kacang tanah selalu terjadi pada hari besar keagamaan dan nasional seperti Idul Fitri dan tahun baru. Pada saat itu memang terjadi kekurangan pasokan, terutama sejak Juli hingga September di mana kacang tanah baru ditanam.

Secara umum, peningkatan produksi kacang tanah dapat diupayakan melalui intensifikasi dan ekstensifikasi. Sentra produksi kacang tanah beragam dalam hal agroekosistem maupun dalam akses dan penguasaan teknologi seperti yang tercermin dari produktivitas antardaerah. Oleh karena itu, penerapan teknologi spesifik lokasi merupakan strategi yang tepat. Penerapan teknologi spesifik lokasi memerlukan pemetaan yang dikenal dengan zona agroekologi. Setiap zona memerlukan teknologi spesifik.

Komponen teknologi dapat dibedakan ke dalam komponen teknologi dasar dan komponen teknologi pilihan. Komponen teknologi dasar adalah komponen teknologi yang mudah diterapkan dan besar pengaruhnya terhadap kenaikan hasil dan pendapatan petani. Komponen teknologi dasar antara lain adalah benih, pengolahan tanah, musim tanam, cara tanam, dan pengendalian gulma. Komponen teknologi pilihan meliputi jenis dan takaran pemupukan, penggunaan zar pengatur tumbuh, pupuk alternatif, rhizobium, dll. Paduan komponen teknologi dasar dan komponen teknologi pilihan yang sesuai di suatu lokasi disebut dengan teknologi spesifik lokasi.

Peningkatan produksi kacang tanah akan memberikan dampak ke hulu dan hilir sistem agribisnis. Pada sektor hilir akan berkembang usaha perbenihan. Luas panen kacang tanah dewasa ini adalah 800.000 ha, dengan kebutuhan benih 68.000-80.000 ton biji kering/tahun. Dengan harga benih Rp 8.000/kg polong, maka nilai ekonomi usaha perbenihan ditaksir sekitar Rp 910 milyar.

Permintaan kacang tanah terbesar adalah untuk industri pangan, berupa polong kering untuk kacang ose dan kacang sangrai. Kebutuhan kacang ose untuk industri saat ini 50.000-150.000 ton, dan 30.000-60.000 ton polong segar untuk kacang garing. Diperkirakan Indonesia membutuhkan polong segar kacang tanah 150.000-300.000 ton (Dwi Kelinci 2005). Garuda Group membutuhkan 500 ton polong segar/hari (Garuda Group 1995).

Industri ternak (unggas) merupakan usaha hilir yang banyak menggunakan bungkil kacang tanah dalam pembuatan pakan dengan proporsi 15-20% dari komposisi pakan. Hal tersebut menunjukkan besarnya potensi peningkatan produksi dan prospek agribisnis kacang tanah.

PENGEMBANGAN KACANG TANAH

Strategi pengembangan kacang tanah perlu memperhatikan strategi peningkatan produksi, faktor produksi, peningkatan nilai tambah dan daya saing, serta dukungan teknologi yang sesuai. Sasaran yang ingin dicapai dari pengembangan kacang tanah secara nasional adalah untuk: (1) meningkatkan insentif usahatani kacang tanah sebagai pemacu peningkatan akses terhadap teknologi inovatif, (2) mengaktivasi kelembagaan petani yang sudah ada seperti Gapoktan, Poktan, usaha perbenihan, Asosiasi Produsen Kacang Tanah, IPJA, dan LKM, dan (3) mengembangkan agroindustri berbasis kacang tanah di dalam negeri

Dalam jangka pendek, pengembangan kacang tanah diutamakan untuk menutupi kekurangan kebutuhan dalam negeri sekitar 90.000-120.000 ton/tahun melalui inovasi teknologi. Peningkatan produksi diutamakan pada daerah-daerah yang secara tradisional telah dikenal sebagai pemasok kacang tanah

seperti Jawa Tengah, Jawa Timur bagian timur, Bali, Lombok Barat, dan Sumatera Utara. Dalam jangka menengah, inovasi teknologi ditujukan pada daerah penyangga industri di kawasan tersebut. Dalam jangka panjang adalah mengembangkan kacang tanah di daerah baru dalam rangka menambah areal tanam, terutama di Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, dan Lampung.

Strategi Peningkatan Produksi

Luas areal tanam kacang tanah pada lahan kering mencapai 60% dari total areal tanam, sehingga komoditas ini dapat diusahakan pada MH I dan MH II. Strategi peningkatan produksi adalah dengan meningkatkan produktivitas dan perluasan areal tanam pada lahan sawah sesudah padi yang memiliki fasilitas irigasi dan irigasi pompa. Hal tersebut hanya dimungkinkan bila kacang tanah memiliki keunggulan komparatif dari komoditas kompetitornya.

Intensifikasi

Peningkatan produksi ditempuh melalui peningkatan produktivitas dengan peningkatan mutu intensifikasi. Secara umum produktivitas kacang tanah 1,17 t/ha tergolong rendah, sehingga potensi peningkatan masih cukup besar, karena produktivitas di tingkat penelitian dapat mencapai 1,7-2,0 t/ha biji kering. Terdapat 10 propinsi mencakup 50 kabupaten yang prospektif untuk program peningkatan produktivitas (Tabel 1). Jawa memberikan kontribusi terbesar (67%) terhadap produktivitas nasional, karena memiliki infrastruktur yang baik dan pabrik pengolahan kacang tanah yang besar berada di JawaTengah. Oleh karena itu program peningkatan mutu intensifikasi akan lebih bermakna bila diutamakan di Jawa, khususnya Jawa Tengah.

Pemetaan produktivitas kacang tanah berdasarkan produktivitas di 52 kabupaten penghasil kacang tanah memperlihatkan bahwa status produktivitas daerah tersebut adalah sedang hingga agak tinggi. Peningkatan produktivitas dalam jangka pendek ditekankan pada peningkatan populasi tanaman dua kali dari saat ini, yang tercermin dari penggunaan benih secara nasional yang baru mencapai 50% dari anjuran (BPS 2004), dilanjutkan dengan pemupukan spesifik lokasi untuk menghasilkan kacang tanah 3,5 t polong/ha.

Perluasan Areal

Perluasan areal yang paling mungkin melalui tumpang Sari kacang tanah dengan tanaman perkebunan, terutama sawit dan karet muda. Potensi perluasan areal kacang tanah dengan sistem tumpang Sari pada areal perkebunan kelapa sawit muda sangat besar. Bila 1,0-1,5% dari 1,5 juta ha lahan kebun sawit di Kalimantan, Sumatera, dan Papua yang diremajakan dapat ditanami kacang tanah, akan

Tabel 1. Daerah penghasil utama kacang tanah.

Propinsi	Kabupaten	Luas (ha)
NAD	Aceh Utara, Aceh Selatan, Pidie	13.512
Sumut	Simalungun, Tapanuli Utara, Dairi, Deli Serdang	19.500
Lampung	Lampung Tengah, Lampung Utara	10.500
Jawa Barat	Garut, Cianjur, Subang, Sukabumi, Bogor, Sumedang	71.448
Jawa Tengah	Wonogiri, Jepara, Sragen, Pati, Kebumen, Kendal, Boyolali, Banjumas, Blora, Klaten, Banjannegara	159.034
DIY	Gunung Igdul, Bantul, Sleman	71.609
Jawa Timur	Bangkalan, Tuban, Pacitan, Biitar, Sumenep, Gresik, Jember, Lamongan, Magetan, Pasuruan	181.981
Bali	Karangasem, Klungkung	14.774
NTB	Lombok Tengah, Lombok Barat	38.704
Sulawesi Selatan	Bulukumba, Maros, Sinjai, Bone, Soppeng, Pangkep, Barru	38.198

tersedia lahan seluas sedikitnya 150.000 ha. Dengan produktivitas kacang tanah rata-rata 1,0 t/ha, maka kekurangan produksi 100.000-150.000 ton dapat dipenuhi.

Bagi kebun sawit, integrasi tumpang sari kacang tanah memberikan keuntungan dalam hal pengendalian gulma, perbaikan kesuburan tanah, dan tambahan penghasilan bagi tenaga kerja kontrak/musiman. Tumpang sari sawit muda atau karet muda dengan kacang tanah, masing-masing sampai berumur 3-4 tahun.

Strategi Faktor Produksi

Penyediaan sarana produksi berupa benih, pupuk, pestisida, dan alsintan mempunyai peran penting pada proses peningkatan produksi. Di antara faktor produksi tersebut, benih merupakan faktor yang paling kritis dalam usahatani kacang tanah. Penggunaan benih bermutu di tingkat petani masih kurang dari 1% (Nugraha *et al.* 1995). Hal tersebut membuka peluang untuk usaha penangkaran benih kacang tanah.

Mengingat penggunaan benih bermutu merupakan salah satu faktor penting dalam pengembangan kacang tanah, maka saran kebijakan program perbenihan dalam jangka pendek adalah: (1) bimbingan produksi benih bermutu, (2) pengenalan varietas unggul baru, (3) bimbingan penyimpanan benih pada kios penjual benih, dan (4) bimbingan program benih pada penangkar benih lokal.

Tabel 2. Status produktivitas lahan di 52 kabupaten penghasil kacang tanah.

Propinsi/ kabupaten	Luas tanam (ha)	Potensi	Propinsi/ kabupaten	Luas tanam (ha)	Potensi
Jawa Barat:			Jawa Timur:		
Bogor	4.396	Sedang	Pacitan	3.417	Sedang
Sukabumi	9.666	Agak tinggi	Ponorogo	2.422	Sedang
Cianjur	11.964	Agak tinggi	Tulungagung	3.679	Sedang
Bandung	3.589	Tinggi	Blitar	9.929	Sedang
Garut	17.392	Sedang	Kediri	4.364	Sedang
Tasikmalaya	2.592	Sedang	Malang	2.785	Agak tinggi
Ciamis	5.42	Agak tinggi	Jember	4.197	Agak tinggi
Kuningan	3.709	Sedang	Banyuwangi	2.265	Sedang
Sumedang	4.637	Sedang	Situbondo	3.36	Sedang
Subang	4.147	Sedang	Probolinggo	5.405	Sedang
Purwakarta	2.461	Sedang	Pasuruan	6.761	Sedang
Serang	15.085	Sedang	Mojokerto	2.202	Sedang
Jawa Tengah:			Magetan	5.758	Sedang
Cilacap	3.236	Sedang	Ngawi	2.911	Sedang
Banyumas	3.278	Tinggi	Tuban	29.275	Sedang
Kebumen	8.27	Sedang	Lamongan	7.826	Sedang
Purworejo	2.918	Sedang	Gresik	7.339	Sedang
Magelang	2.854	Sedang	Bangkalan	18.766	Sedang
Boyolali	4.171	Sedang	Sampang	15.107	Sedang
Klaten	2.646	Sedang	Sumenep	5.431	Sedang
Sukoharjo	5.51	Agak tinggi	Bali	14.634	Sedang
Wonogiri	32.603	Sedang	NTB	39.672	Sedang
Karanganyar	6.152	Agak tinggi	Sulawesi Selatan	48.387	Sedang
Sragen	8.273	Sedang	Kalimantan Selatan	13.195	Sedang
Blora	5.202	Sedang	Lampung	11.483	Sedang
Pati	5.283	Sedang	Sumatera Selatan	18.199	Sedang
Jepara	13.291	Sedang	Sumatera Utara	26.047	Sedang
Semarang	4.868	Sedang	NAD	16.756	Sedang
Kendal	4.273	Agak tinggi			
D. I Yogyakarta:					
Bantul	5.398	Sedang			
Gunung Kidul	30.197	Rendah			
Sleman	5.785	Sedang			

Peningkatan Nilai Tambah dan Daya Saing

Peningkatan Kualitas Hasil

Petani menghendaki kacang tanah berproduktivitas tinggi, sarana produksi tersedia tepat waktu dengan harga terjangkau, tersedia pembimbing bila menghadapi masalah, dan tersedia pasar dengan harga yang kompetitif. Sebaliknya, konsumen menghendaki kacang tanah bermutu (banyak polong tua, segar, bersih) dengan harga bersaing. Contoh, kacang ose yang dikehendaki adalah: bersih, sehat/tidak berjamur, diameter 7 mm, ukuran seragam/tidak belah, kadar air 5-7%, dan kulit ari tidak terkelupas.

Kebijakan Harga

Pola harga kacang tanah mengikuti pola panennya. Bulan Februari dan Juni merupakan panen raya, dan mulai Juli hingga Desember pasokan kacang tanah mulai berkurang. Seiring dengan itu, harga kacang tanah mulai meningkat. Umumnya permintaan kacang tanah melonjak seiring dengan peringatan hari-hari besar keagamaan dan tahun baru. Pada saat tersebut pasokan kacang tanah berkurang sehingga harga naik. Pada periode tersebut biasanya dilakukan impor kacang tanah dan lonjakan harga dapat ditekan.

Harga kacang tanah (polong segar) di tingkat petani pemasok pabrik ditentukan berdasarkan perbandingan polong tua dan polong muda. Harga dasar polong tua dan muda dengan perbandingan 1 : 1 pada tahun 2005 adalah Rp 1800-2.000/kg. Bila polong tua semakin banyak maka tambahan harga yang ditetapkan pabrik semakin tinggi. Sebaliknya, semakin banyak polong muda, maka harga dikurangi (Tabel 3). Harga kacang tanah ose (biji) untuk ukuran 7 mm, isi 350-400 biji/ons, dan diterima dipabrik adalah Rp 7.200-7.400/kg.

Prosedur pembelian kacang tanah segar oleh pabrik adalah sebagai berikut: truk berisi kacang tanah segar (maksimal 2 x 24 jam setelah panen) ditimbang (timbangan digital) dan dicek langsung oleh pemasok (petani). Diambil contoh secara acak, diaduk dan contoh kacang tanah dibagi dua bagian, pemasok dan pembeli. Dari contoh yang dipilih, ditimbang 1 kg, kemudian polong dibersihkan dari tangkai polong, dicuci hingga bebas dari tanah lalu dikeringkan. Kemudian bersama petani/pemasok, polong tua dan muda dipisahkan, masing-masing ditimbang dan ditentukan perbandingan polong tua dan muda. Dari hasil tersebut, ditentukan harganya dengan cara: tonase kacang x (100-potongan) % x harga sesuai perbandingan pada Tabel 3. Misalnya, harga standar 1 : 1 = Rp 2000/kg, perbandingan polong tua dan polong muda 3 : 1, berarti harga beli ditambah Rp 300/kg. Untuk memperoleh harga yang lebih tinggi, petani harus menerapkan teknologi spesifik lokasi karena teknologi akan meningkatkan jumlah polong tua.

Tabel 3. Standar tambahan harga kacang tanah polong segar.

Polong tua : muda	Kenaikan harga (Rp/kg)	Polong jelek	Penurunan harga (Rp/kg)
2 : 1	+ 225	4 : 5	- 150
3 : 1	+ 300	1 : 2	- 350
4 : 1	+ 350		
5 : 1	+ 400		
6 : 1	+ 450		
7 : 1	+ 500		

Sumber: Dwi Kelinci (2005)

Kemitraan

Konsolidasi usahatani oleh kelompok tani kacang tanah yang diikuti dengan sosialisasi standar mutu dan bimbingan teknik produksi merupakan langkah praktis yang bisa menjembatani antara keinginan produsen dan konsumen kacang tanah. Dalam hal ini, kemitraan dalam agribisnis kacang tanah sangat dibutuhkan. Kemitraan adalah kerja sama yang erat dan saling menguntungkan. Kemitraan ada dua macam, yakni kemitraan tertutup dan terbuka. Ciri dari kemitraan tertutup adalah: terdapat perjanjian saling mengikat para pihak yang bermitra (petani, bank, pabrik, dan Pemda), tidak ada alternatif pilihan pasar, informasi bisnis terbatas, belum menjamin keuntungan optimal, dan terdapat ketergantungan pada salah satu pihak. Ciri kemitraan terbuka adalah tidak ada perjanjian antara pihak yang bermitra, bersifat terbuka dan saling percaya, alternatif pilihan pasar tersedia sehingga keuntungan bisa optimal dan kemandirian dalam bisnis lebih kokoh.

Konsolidasi Manajemen Usahatani

Agribisnis kacang tanah melibatkan industri hulu, sektor bioekonomi, dan industri hilir. Industri hulu menyediakan sarana produksi berupa benih, pupuk, pestisida dan alsintan yang diperlukan oleh sektor produksi atau sektor bioekonomi. Sektor produksi memerlukan bimbingan teknik produksi agar menghasilkan kacang tanah bermutu yang dikehendaki oleh sektor industri hilir yang mengolah hasil kacang tanah menjadi aneka produk olahan. Jalinan ketiga sektor memerlukan infrastruktur, permodalan, dan kebijakan yang kondusif, sehingga para pihak yang terlibat dalam agribisnis kacang tanah memberikan keuntungan satu sama lain.

Strategi Distribusi dan Pemasaran

Distribusi merupakan salah satu faktor penting yang menentukan keunggulan kompetitif. Rantai tata niaga kacang tanah relatif sederhana dan cenderung monopsoni dan sudah cukup efisien. Para pengolah selain pasif menerima kacang tanah segar maupun kering, juga proaktif mendatangi petani kacang tanah saat panen dengan syarat kacang tanah yang dipanen cukup luas. Hal ini efektif memperpendek rantai pemasaran.

DUKUNGAN TEKNOLOGI

Varietas Unggul

Varietas unggul merupakan komponen teknologi esensial. Dua tipe varietas kacang tanah, yakni Spanish (dua biji/polong) dan Valencia (lebih dari 3 biji/polong), dikembangkan sekaligus, karena masing-masing memiliki segmen pasar sendiri-sendiri. Saat ini varietas kacang tanah tipe Spanish lebih banyak dibutuhkan industri pengolah kacang tanah, meskipun tipe Valencia secara substansial tidak memiliki perbedaan kualitas biji dengan tipe Spanish.

Varietas Jerapah, Singa, dan Sima tergolong toleran kekeringan, adaptif di lahan kering masam, dan agak tahan penyakit karat dan bercak daun. Varietas Panter toleran kekeringan dan agak tahan penyakit daun, varietas Turangga toleran naungan, dan varietas Kancil toleran kahat besi pada tanah Alfisol alkalis.

Perbaikan varietas kacang tanah diarahkan pada perbaikan mutu hasil, dengan fokus pada ketahanan terhadap *Aspergillus flavus* yang merupakan jamur saprofit, koloninya yang sudah menghasilkan spora berwarna kehijau-hijauan, dan miselium yang semula berwarna putih tidak tampak lagi. Selain *A. flavus*, biji kacang tanah juga sering terkontaminasi oleh *A. niger* dan *Penicillium sp.* Kacang tanah varietas lokal dan varietas unggul lama peka terhadap *A. flavus* dan jamur lainnya (Kasno 2003). Bila *A. flavus* telah memproduksi aflatoksin, maka biji kacang tanah akan terasa pahit. Kandungan aflatoksin yang semakin tinggi diketahui dari warna biji yang semakin coklat dan rasanya semakin pahit. Kacang tanah varietas Jerapah, Kancil, Singa, Bison, dan Domba tergolong agak tahan *A. flavus*.

Produktivitas varietas kacang tanah yang telah dilepas relatif mengalami sedikit peningkatan, namun diimbangi oleh tingkat ketahanan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik yang lebih baik. Ketahanan terhadap cekaman lingkungan biotik dan abiotik berperan penting dalam sistem produksi ramah lingkungan dan hemat input.

Pengolahan Tanah

Tanah diolah hingga gembur, biasanya setelah dibajak tanah dibiarkan beberapa saat (detoksifikasi), kemudian digaru dan dibuat saluran drainase, lebar 30-40 cm dan dalam 25-30 cm. Banyaknya drainase mencerminkan lebar bedengan, yang akan memudahkan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT).

Jarak Tanam

Tanam teratur dengan jarak 40 cm x 10 cm atau 40 cm x 15 cm dan satu biji/lubang dianjurkan untuk varietas berukuran biji sedang. Untuk varietas lokal yang umumnya berbiji kecil, ditanam lebih rapat dengan jarak 20 cm x 20 cm (Sumarno 1986). Jarak tanam teratur ternyata sukar diadopsi petani karena perlu waktu dan biaya tanam lebih besar daripada tanam lebar atau tanam pada alur bajak. Modifikasi yang dilakukan adalah tanam pada alur bajak dengan jarak antara alur teratur 40 cm dan biji kacang tanah diletakkan teratur di dalam alur dengan jarak 10-15 cm (Saleh *et al.* 1993; Adisarwanto *et al.* 1993; Balitkabi 2004).

Musim Tanam

Kacang tanah ditanam di lahan sawah sesudah padi maupun di lahan kering. Waktu tanam kacang tanah di lahan kering adalah pada awal musim hujan (Oktober-November) dan akhir musim hujan (Maret-April).

Pengendalian Gulma

Pengendalian gulma dapat dilakukan secara mekanis dengan penyiangan sebelum tanaman berbunga. Penyiangan umumnya dilakukan 2-3 minggu setelah tanam. Penyiangan pada saat tanaman berbunga menyebabkan bunga gugur dan ginofor (bakal buah) gagal membentuk polong. Pada stadia berbunga penyiangan dapat dilakukan secara mekanis dengan mencabut gulma yang tumbuh.

Komponen Teknologi Pilihan

Komponen teknologi pilihan diperlukan untuk mencapai hasil optimal pada lokasi tersebut. Pemupukan, zat pengatur tumbuh, penggunaan rhizobium, pengendalian OPT, aplikasinya bersifat pilihan, bergantung pada karakteristik dan permasalahan pada lokasi yang bersangkutan.

a) Pemupukan

Pemupukan spesifik lokasi dapat mengacu pada target hasil dan kelestarian lingkungan untuk berproduksi lebih lanjut. Takaran pupuk spesifik lokasi dapat memperhatikan hal berikut:

- Untuk menghasilkan 3,5 t/ha polong kering, tanaman kacang tanah, memerlukan 230 kg N + 39 P₂O₅ + 116 K₂O + 66 kg Ca + 21 kg Mg, dan 24 kg S/ha. Dengan pertimbangan efisiensi dan kelestarian lahan, diajarkan untuk memberikan pupuk dasar pada tanah yang tergolong miskin, yaitu 75-100 kg urea, 75-100 kg SP36, dan 75-100 kg KCl/ha.
- Belerang (S) sebagai hara penting untuk sintesis protein dapat diberikan dengan mengganti separuh takaran urea dengan ZA.
- Hara kalsium (Ca) tergolong esensial bagi kacang tanah, karena diperlukan untuk pembentukan polong dan biji. Kapur 200-400 kg/ha dianjurkan untuk diberikan pada saat tanaman kacang tanah berumur 20-25 hari, terutama pada tanah yang memiliki kandungan Ca kurang dari 120 ppm atau 0,6 meq/100 g tanah (Sumarno 1986).
- Sebagian besar kacang tanah ditanam di lahan kering Alfisol. Pupuk dengan takaran 50 kg urea, 100 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha dapat digunakan sebagai pedoman (Balitkabi 2003; Saleh *et al.* 2003; Hilman *et al.* 2004).

b) Pengairan

Pada lahan kering, kebutuhan air bagi tanaman kacang tanah bergantung pada air hujan, namun pada lahan sawah yang memiliki fasilitas irigasi, pengairan dapat diberikan pada periode kritis, yakni stadia berkecambah, berbunga, pembentukan polong dari biji, atau pada umur 1-4 minggu, 5-6 minggu dan 7-11 minggu. Kacang tanah sangat sensitif terhadap genangan air, dan bila tanah becek perlu dibuat parit drainase (Sumarno 1986).

c) Inokulasi rhizobium

Tanaman kacang tanah bersimbose dengan bakteri penambat N, yakni rhizobium. Inokulasi rhizobium dianjurkan pada pertanaman kacang tanah pada tanah bukaan baru dengan takaran inokulum 200-300 g untuk setiap 70 kg benih kacang tanah.

d) Pengendalian hama/penyakit

Hama dan penyakit tidak selalu menyerang pertanaman kacang tanah, namun bila terjadi serangan, hal berikut dapat digunakan sebagai pedoman.

- Hama penggulung daun (*Lamprosema indicata*), ulat penggerek daun (*Stomopteryx subsecivella*), wereng empoasca (*Empoasca flavescens*), kutu trips (*Aphis sp.*), kutu kebul (*Bemecia tabaci*), dan tungau tetranikus (*Tetranychus sp.*) sudah diketahui sejak lama, namun petani hingga kini jarang melakukan pengendalian, terutama dengan pestisida. Pestisida yang dianjurkan untuk mengendalikan hama tersebut adalah yang berbahan aktif organofosfat, peritroid sintetik dan carbamat (Supriyatin dan Marwoto 1993).
- *Gapong* adalah gejala pembusukan polong karena gigitan hama tanah dan infeksi cendawan yang sering terjadi di Kuningan, yang hingga kini belum dapat diatasi. Pencegahannya adalah dengan perbaikan drainase, rotasi tanaman, dan pengairan pada sore hari (Sumarno 1986).
- Penyakit layu bakteri (*P. solanacearum*), telah dapat dikenalkan dengan penggunaan varietas tahan. Semua varietas unggul lama (Schwarz 21, Gajah, Macan, Kidang, Banteng) tergolong tahan penyakit layu.
- Semua varietas lokal dan varietas unggul lama rentan terhadap penyakit karat (*Puccinia arachidis*) dan bercak daun (*Cercospora sp.*). Varietas unggul baru kacang tanah umumnya memiliki ketahanan moderat terhadap penyakit tersebut. Guna mencegah kehilangan hasil yang lebih besar, disarankan untuk menggunakan fungisida. Penyemprotan fungisida *thiofanat metil* pada umur 7 dan 9 minggu dapat mencegah kehilangan hasil 30%.
- Penyakit penting lain pada kacang tanah yang belum dapat dikendalikan adalah yang disebabkan oleh virus, terutama virus belang dan sapu setan (mikoplasma). Saran pencegahannya adalah dengan mengendalikan vektor *Aphis sp* (virus belang dan bilir), dan *O. argentatus* (untuk sapu setan) menggunakan insektisida atau eradikasi tanaman sakit (Saleh dan Baliadi 1993).

Pencegahan Kontaminasi Aflatoksin

Aflatoksin adalah mikotoksin yang dihasilkan oleh jamur *A. flavus*. Aflatoksin B1 diketahui paling toksik karena bersifat karsinogenik, hepatoksik, dan mutagenik bagi manusia, mamalia, dan unggas. Kontaminasi aflatoksin dapat cegah dengan menanam varietas tahan, yaitu varietas Jerapah dan Turangga dan atau melalui penanganan pra dan pascapanen yang tepat. Tanaman kacang tanah yang tercekam kekeringan pada stadia reproduktif rentan terhadap infeksi jamur *A. flavus*. Hasil penelitian menunjukkan, pengairan secara optimal pada stadia reproduktif dapat menekan infeksi jamur dari 28% menjadi 3%. pengendalian penyakit daun dapat mengurangi perkembangan jamur *A. flavus* dari 13% menjadi 7% (Balitkabi 2003; Kasno 2003).

ANALISIS EKONOMI

Usahatani kacang tanah memberikan nilai tambah yang cukup besar (Tabel 4), dan lebih menguntungkan dibandingkan dengan palawija lainnya (Tabel 5). Keuntungan bertambah besar bila usahatani kacang tanah menggunakan teknologi varietas unggul. Varietas lokal kurang responsif terhadap perbaikan teknik produksi (Tabel 6).

Tabel 4. Biaya produksi dan pendapatan usahatani kacang tanah di berbagai daerah.

Daerah	Biaya produksi		Penerimaan (Rp/ha)	Pendapatan	
	(Rp/ha)	(Rp/kg)		(Rp/ha)	(Rp/kg)
Jawa	737.671	832	1.069.122	331.452	376,45
Sumatera	751.075	694	1.195.573	444.498	440,72
Kalimantan	753.715	906	1.105.819	352.104	409,32
Sulawesi	533.564	572	1.080.428	546.844	566,82
Bali	383.283	293	1.429.900	1.044.617	797,42
Indonesia	660.015	691	1.126.776	466.761	488, 41

Sumber: Erwidodo dan Saptana (1994)

Tabel 5. Rata-rata pendapatan usahatani dari beberapa jenis tanaman pangan 1969-1994.

Jenis tanaman	Pendapatan (Rp/ha)				
	1969-1974	1974-1979	1979-1984	1984-1989	1989-1994
Padi sawah	68.600	160.800	314.400	519.000	865.500
Jagung	14.700	46.000	102.400	186.400	350.400
Kedelai	34.500	85.900	196.400	360.400	653.100
Kacang tanah	35.100	144.700	313.200	470.700	761.800

Sumber: BPS (1995)

Tabel 6. Pendapatan usahatani kacang tanah dengan berbagai teknik produksi.

Komponen	Teknologi petani varietas lokal	Teknologi inovatif		Tenaga kerja (HOK) ^a	
		Varietas lokal	Varietas Kelinci	Petani	Inovatif
Benih (Rp/ha)	160.000	160.000	160.000	20	20
Pupuk (Rp/ha)	0	19.500	19.500	5	10
Pestisida (Rp/ha)	1.300	28.820	28.820	3	6
Tenaga (Rp/ha)	247.150	493.725	493.725	40	102
Hasil (ton/ha)	1,60	1,78	2,50	32	32
Pendapatan (Rp/ha)	1.520.000	1.691.000	2.375.000	100	138
Keuntungan (Rp/ha)	1.111.550	988.955	1.672.955		

Sumber: Saleh *et al.* (1993)

Teknologi petani: TOT, varietas lokal, tanam tugal dengan jarak 40 cm x 20 cm dan 2 biji/lubang, tanpa pupuk, dengan mulsa jerami, disiang 2 kali, diairi 3 kali, pengendalian OPT minimal

Teknologi inovatif: tanah diolah, varietas lokal atau Vu Kelinci, tanam tugal dengan jarak 40 cm x 10 cm dan 1 biji/lubang, dipupuk 25 kg Urea, 25 kg TSP, 25 kg KLI per ha, mulsa jerami, disiang 3 kali, pengendalian OPT dengan pestisida 3 kali dan bersaluran drainase.

^{a)} HOK untuk 1 = tanam, 2 = pemupukan, 3 = penyemprotan, 4 = penyiapan lahan dan penyiangan, 5 = panen dan pascapanen

PENUTUP

Kacang tanah memiliki peran strategis sebagai sumber protein dan minyak nabati. Konsumsi kacang tanah sebagai sumber pangan sehat terus meningkat, namun kemampuan produksi di dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan yang terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan kacang tanah, peningkatan produksi melalui penambahan areal panen dapat dilakukan pada lahan sawah melalui peningkatan mutu intensifikasi dan peningkatan indeks pertanaman dengan dukungan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T., A.A. Rahmianna, dan Suhartina. 1993. Budi daya kacang tanah. *Dalam* A. Kasno, A. Winarto, dan Sunardi (Eds). Kacang tanah. Monografi Balittan Malang No. 12.
- Balitkabi. 2003. Laporan tahunan Balitkabi 2002. Balitkabi. Malang. 66 p.
- Balitkabi. 2004. Teknologi budi daya kacang-kacangan dan umbi-umbian. Balitkabi. Malang. 22 p.
- BPS. 1995. Konsumsi dan protein penduduk Indonesia dan propinsi. Survei sosial ekonomi nasional. Buku 2. BPS. Jakarta. 266 p.

- BPS. 2001. Statistik Indonesia 1998. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Dwi Kelinci. 2005. Menuju swasembada kacang tanah di Indonesia. Makalah pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka Upsus Pengembangan kacang tanah menuju swasembada. Yogyakarta, 29 September 2005.
- Departemen Pertanian. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis kacang tanah. Deptan. 32 p.
- Erwidodo dan Saptana. 1996. Prospek harga dan pemasaran kacang tanah di Indonesia. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (*Eds.*). Risalah Seminar Prospek Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7. p. 21-40.
- Garuda Group. 2005. Menuju swasembada kacang tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada Pertemuan Kooordinasi Instansi Terkait dalam rangka UPSUS Pengembangan Kacang tanah Menuju Swasembada di Yogyakarta, 29 September 2005.
- Gaybita, A.M. 1996. Usahatani kacang tanah dalam perspektif agribisnis di Indonesia. *Dalam* N. Saleh, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (*Eds.*). Risalah Seminar Prospek Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7. p. 9-20.
- Hilman, Y., A. Kasno, N. Saleh, T. Adisarwanto, dan K. Hartojo. 2004. Varietas unggul baru dan teknik produksi mendukung program pengembangan tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. Makalah Lokakarya Pemberdayaan Penyuluh di Jawa Timur. Surabaya, 16 Juni 2004.
- Hutabarat, B. and N. Maeno. 2002. Economic significance of legumes, roots, and tuber crops in Asia and the Pasific. *Dalam* M. Jusuf, J. Soejitno, Sudaryono, Darman M. Arsyad, A.A. Rahmianna, Heriyanto, Marwoto, I.K. Tastra. M.M. Adie, dan Hermanto (*Eds.*). Risalah Seminar Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan. Malang, 25-26 Juni 2002. Balitkabi 2002. p. 41-52.
- Kasno. A. 2003. Varietas kacang tanah tahan *Aspergillus flavus* sebagai komponen esensial dalam pencegahan kontaminasi aflatoksin. Orasi Pengukuhan Profesor Riset Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 61 p.
- Manurung, R.M.H. 2002. Tantangan dan peluang pengembangan tanaman kacang-kacangan dan umbi-umbian. *Dalam* M. Yusuf, J. Soejitno, Sudaryono, D.M. Arsyad, A.A. Rahmianna, Heriyanto, Marwoto, I.K. Tastra, M.M. Adie, dan Hermanto (*Eds.*). Prod. Sem. Teknologi Inovatif Tamaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. 25-26 Juni 2002. Balitkabi. p. 19-40.

- Nugraha, U.S. 1995. Seed quality secondary food crop in Indonesia. *In* van Amstel, A. J.W.T. Bottema, M. Sidik, and C.E. Santen (*Eds.*). Proceeding of a Workshop Integretating Seed Systems for Annual Food Crops. Malang, October 24-27, 1995). CGPRT No, 32. p.183-200.
- Nur, H.I.M., S. Tirtoutomo, dan L. Hutagalung. 1996. Perspektif agribisnis kacang tanah di Sumatera. *Dalam*: N. Saleh, K.H. Hendroatmojo. A. Kasno, A.G. Manshuri, dan A. Winarto (*Eds.*). Risalah Seminar Prospek Agribisnis Kacang Tanah di Indonesia. Edisi Khusus Balitkabi No. 7. p. 158-164.
- Nugraha, U.S., H. Smolders, and N. Saleh. 1996. Seed quality of secondary foodcrops in Indonesia. CGPRT No. 22. p.183-200.
- Saleh, N., dan Y. Baliadi. 1993. Penyakit virus pada kacang tanah dan upaya pengendaliannya. *Dalam*: A. Kasno, A. Winarto, dan Sunardi (*Eds.*). Kacang Tanah. Monografi Balittan Malang No. 12. p. 205-224.
- Saleh, N., A.Kasno, T. Adisarwanto dan K. Hartojo. 2003. Teknologi inovatif kacang- kacangan dan umbi-umbian mendukung ketahanan pangan dan pengembangan agroindustri. Seminar di Balitkabi, Malang, 16-17 September 2003.
- Sri Hardaningsih. 1993. Teknologi untuk mengendalikan penyakit daun kacang tanah. Seri Pengembangan No. 29/12/1993. Balitttan Malang.
- Supriyatin dan Marwoto. 1993. Hama-hama penting pada kacang tanah, hal 225-244. *Dalam* A. Kasno, A. Winarto, dan Sunardi (*Eds.*). Kacang Tanah. Monografi Balittan Malang No. 12. p. 205-224.
- Sumarno dan I. Manwan. 1992. Program nasional penelitian kacang-kacangan. *Dalam* R. Soehendai dan A.A. Rahmianna (Penerjemah). National Coordinated Research: Grain Legumes). Balittan Malang.
- Sumarno. 1986. Teknik budi daya kacang tanah. Sinar Baru, Bandung. 79 p.

Inventarisasi Penyakit Ubi Kayu di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung

Sri Hardaningsih

Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

ABSTRAK

Bakteri hawar, antraknose, dan bercak coklat yang berturut-turut disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv *manihotis*, *Colletotrichum* sp., dan *Cercospora henningsii* merupakan penyakit yang umum terdapat di pertanaman ubi kayu di Indonesia. Pengamatan terhadap tanaman ubi kayu berumur 1-3 bulan yang berasal dari beberapa kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung menunjukkan bahwa penyakit busuk batang/cabang/umbi merupakan penyakit penting dan dominan. Penyakit yang lain adalah gejala mati pucuk pada stek dan karat pada daun dan batang. Inventarisasi dan identifikasi penyakit ubi kayu diperlukan untuk mengetahui penyebab penyakit dan menentukan prioritas pengendaliannya. Identifikasi penyebab penyakit dilakukan di Laboratorium Mikologi Balitkabi Malang, Jawa Timur, pada Januari-Maret 2007. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa busuk batang/cabang dan umbi disebabkan oleh tiga patogen, yaitu: *Botryodiplodia* sp., *Macrophomina* sp., dan *Fusarium* sp. Sedangkan *Graphium* sp. dan *Colletotrichum* sp. adalah penyebab mati pucuk. *Stagonospora* sp. dan *Uromyces* sp., berturut-turut merupakan penyebab penyakit bercak dan karat daun ubi kayu.

PENDAHULUAN

Penyakit tanaman merupakan salah satu faktor penghambat upaya peningkatan produksi ubi kayu di Indonesia. Bakteri hawar, antraknose, dan bercak coklat yang berturut-turut disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv *manihotis*, *Colletotrichum* sp./*Gloesporium* sp., dan *Cercospora henningsii* merupakan penyakit yang umum terdapat di pertanaman ubi kayu di Indonesia (Semangun 1991; Lozano *et al.* 1981)

Pada tahun 2006 di lokasi pertanaman ubi kayu di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung dilaporkan tersebarnya penyakit yang sangat merugikan dan belum pernah dilaporkan sebelumnya di Indonesia (Semangun 1991). Pengamatan yang dilakukan pada tanaman ubi kayu berumur 1-3 bulan yang berasal dari beberapa Kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung menunjukkan bahwa penyakit busuk batang/cabang dan umbi merupakan

penyakit penting dan dominan. Penyakit lain yang ditemukan adalah gejala mati pucuk pada stek dan karat pada daun dan batang.

Inventarisasi dan identifikasi penyakit ubi kayu penting bertujuan untuk mengetahui penyebab penyakit dengan tepat, intensitas penularan dan penyebaran dalam upaya menentukan prioritas pengendaliannya

BAHAN DAN METODE

Sebagai bahan identifikasi adalah bagian tanaman ubi kayu berumur 1-3 bulan yang berasal dari beberapa kabupaten di Jawa Timur, Jawa Tengah, dan Lampung yang menunjukkan gejala: (1) busuk batang/cabang/umbi, (2) gejala mati pucuk pada stek, dan (3) karat pada daun dan batang.

Contoh tanaman diamati langsung menggunakan mikroskop dengan pembesaran sampai 400 x, kemudian ditumbuhkan pada media PDA. Hasil pengamatan langsung dan pertumbuhan pada media selanjutnya diidentifikasi menggunakan beberapa acuan, antara lain Barnet dan Hunter (1974), Gaams *et al.* (1987), dan Von Arx (1981). Inokulasi dilakukan pada tanaman berumur 1 1,5 bulan pada klon Malang 6.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Busuk Batang/Cabang/Umbi

Tanaman sakit umumnya menunjukkan gejala perubahan warna. Awalnya, epidermis membusuk; selanjutnya badan buah patogen mulai terbentuk. Pengamatan pada tanaman sakit termasuk batang, kulit batang, dan akar ditemukan tiga jenis jamur: 1) coklat tua, bersel dua ukuran 24 mm x 10 mm, 2) hialin bersel satu ukuran 24 mm x 10 mm, 3) hialin berbentuk bulan sabit. Inokulasi ketiga jamur menghasilkan gejala seperti semula. Pada reisolasi tanaman sehat yang menunjukkan gejala juga ditemukan jamur yang sama. Menurut Barnet dan Hunter (1974) ketiga jamur tersebut diidentifikasi sebagai *Botryodiplodia* sp., *Macrophomina* sp., dan *Fusarium* sp.

Gejala Mati Pucuk

Gejala Mati Pucuk pada Daun

Pengamatan langsung pada mikroskop dan pengamatan setelah dilakukan isolasi jaringan terinfeksi mengindikasikan bahwa penyebab matinya daun pada pucuk tanaman disebabkan oleh jamur *Graphium* sp. Ciri-ciri morfologi

Graphium sama dengan yang diuraikan oleh CMI (1973) dan von Arx (1981). Dalam kultur PDA, mula-mula miselium berwarna kuning pucat sampai coklat muda, kemudian berubah menjadi abu-abu gelap sampai coklat ke abu-abuan dengan perkembangan jaringan koremia, 2-10 hifa tumbuh dan membentuk benang. Miselium udara menghasilkan massa konidia dalam waktu 24 jam dan seluruh miselium tertutup oleh konidia. Konidiofor terdiri atas dua tipe hifa lateral yang memproduksi kumpulan konidia. Konidia hialin, bentuk obovoid sampai ellipsoid dan bervariasi dalam ukuran 6,5-14 mm x 2-3 mm. Tipe kedua adalah yang disebut sebagai stadium *Graphium*. Pada konidiofor terdapat 3-20 hifa yang menyatu kompak berwarna hitam beberapa mm, ujung membulat dan mengembang seperti sapu dan memproduksi konidia yang bentuk dan ukurannya seperti pada stadium hifa.

Pengamatan Gejala Mati Tunas

Pengamatan langsung pada mikroskop dan pengamatan setelah dilakukan isolasi jaringan terinfeksi ditemukan setae berwarna coklat tua yang merupakan ciri khas jamur dari marga *Colletotrichum* dengan konidium bengkok, berukuran 26 mm x 2 mm.

Gejala Bercak Daun dan Karat

Pengamatan langsung pada mikroskop dan pengamatan setelah dilakukan isolasi jaringan ditemukan jamur *Stagonospora* sp. berbentuk agak bengkok bersel 3-5 sekat seperti *Fusarium* sp. dengan ukuran 4 mm x 50 mm. Pada daun ubi kayu dengan gejala karat ditemukan konidium jamur *Uromyces* sp. berwarna kuning berbentuk agak bulat dengan tepi berduri dengan ukuran 24 mm x 36 mm.

Dari hasil identifikasi disimpulkan bahwa busuk batang/cabang/umbi pada ubi kayu disebabkan oleh jamur *Botryodiplodia* sp., *Macrophomina* sp., dan *Fusarium* sp. Gejala mati pucuk dan mati tunas masing-masing disebabkan oleh *Graphium* sp. dan *Colletotrichum* sp. Bercak daun dan karat pada ubi kayu masing-masing disebabkan oleh *Stagonospora* sp dan *Uromyces* sp. (Tabel 1).

Penyakit busuk pada batang, cabang, dan umbi perlu diantisipasi dan dilakukan tindakan pencegahan atau pengendalian karena dari tanaman muda dapat menyebar ke tanaman tua. Di samping itu, penyakit mati pucuk dan mati tunas mampu menyebar melalui bahan stek.

Tabel 1. Penyakit ubi kayu yang ditemukan di Jawa Timur, Jawa Tengah dan Lampung (umur 1-3 bulan).

Lokasi/ Kabupaten	Provinsi	Umur tanaman	Gejala	Penyebab penyakit
Rumbia, Lampung Tengah	Lampung	1,5 bulan	Busuk batang	<i>Botryodi-plodia</i> sp./ <i>Fusarium</i> sp.
Punggur, Lampung Tengah	Lampung	3 bulan	Busuk arang	<i>Macrophomina</i> sp.
Sulusuban, Lampung Tengah	Lampung	1,5 bulan	Busuk batang/ mati pucuk/ mati tunas	<i>Botryodi-plodia</i> sp./ <i>Graphium</i> sp./ <i>Colletotri-chum</i> sp.
Pekalongan, Lampung Timur	Lampung	6 bulan	Busuk batang/ cabang	<i>Botryodi-plodia</i> sp./ <i>Fusarium</i> sp.
Krejo, Trenggalek	Jawa Timur	3 bulan	Busuk arang	<i>Macrophomina</i> sp.
Ngancar, Kediri	Jawa Timur	3 bulan	Busuk batang	<i>Botryodi-plodia</i> sp.
Purwonegoro, Banjarnegara	Jawa Tengah	3 bulan	Bercak daun Karat	<i>Stagonospora</i> sp. <i>Uromyces</i> sp
Kendalpayak, Malang	Jawa Timur	1 bulan	Busuk batang/ busuk arang	<i>Botryodi-plodia</i> sp. <i>Macrophomina</i> sp.

KESIMPULAN

1. Penyakit busuk batang/cabang dan umbi disebabkan oleh tiga patogen, yaitu *Botryodiplodia* sp. *Macrophomina* sp., dan *Fusarium* sp. *Graphium* sp. dan *Colletotrichum* sp adalah penyebab mati pucuk. sedangkan *Stagonospora* sp. dan *Uromyces* sp. berturut-turut adalah penyebab penyakit bercak dan karat daun ubi kayu.
2. Penyakit busuk batang, cabang, dan umbi perlu diantisipasi, dicegah, atau dikendalikan, termasuk penyakit mati pucuk dan mati tunas, karena mampu menyebar melalui bahan stek.

DAFTAR PUSTAKA

- Booth, C. and IAS Gibson. 1973. Descriptions of fungi and bacteria No.361. CMI, Kew, Surrey, England.
- Gaams, W., van der A.A., A.J. van der Plaats-Niterink, R.A. Samson, and J.A. Stalpers. 1987. CBS course of mycology (Third Ed.). Centraal Bureau Voor Schimmel Cultures Baarn-Delf. 136 p.
- Lozano, J.C., A. Bellotti, J.A. Reyes, R. Howeler, D. Leihner, and J. Doll. 1981. Field problems in cassava, CIAT, Colombia. 205 p.

Semangun, H. 1991. Penyakit-penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press. 449 p.

Von Arx, J.A. 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. Strauss & Kramer Gmb. Germany.

Pembentukan Hibrida Jagung Berbasis Marka Molekuler

Marcia B. Pabendon, Sri Sunarti, dan M. Azrai
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Jagung adalah salah satu target dalam pemanfaatan marka molekuler karena berperan penting sebagai bahan pangan dan bahan baku industri, di samping kehadiran teknologi hibrida. Para pemulia dihadapkan pada berbagai tantangan dalam aplikasi teknologi marka molekuler, di antaranya dalam mengidentifikasi makna faktor-faktor genetik dalam populasi atau galur yang berbeda (seperti aksesori eksotik), prediksi penampilan hibrida, dan mengintrogressi faktor-faktor genetik penting ke dalam galur-galur elit pemuliaan. Teknologi marka DNA dalam kaitannya dengan pengembangan hibrida jagung telah banyak diaplikasikan dalam sidik jari genotipe, analisis keragaman genetik koleksi plasma nutfah, dan pemanfaatan MAS dalam kaitannya dengan introgressi gen-gen yang dapat meningkatkan kualitas hibrida yang dihasilkan.

PENDAHULUAN

Produksi jagung dapat ditingkatkan melalui pemakaian varietas unggul dengan potensi hasil tinggi seperti hibrida. Hibrida jagung mulai berkembang di Amerika Serikat sejak tahun 30an (Hallauer 1987). Di Indonesia, penggunaan jagung hibrida dimulai pada tahun 40an. Pada tahun 2000, sekitar 75% dari areal pertanaman jagung di Indonesia telah ditanami varietas unggul yang terdiri atas 28% jenis hibrida dan 47% jenis komposit, sisanya 2% komposit lokal (Nugraha *et al.* 2002). Dari data ini nampak bahwa perkembangan jagung hibrida di Indonesia sangat lambat. Varietas hibrida yang dilepas sangat terbatas dan pada umumnya masih mengarah hanya pada potensi hasil tinggi. Kondisi lingkungan yang sangat bervariasi seperti jenis tanah dan iklim menuntut penggunaan varietas dengan sifat yang juga bervariasi atau spesifik lokasi. Varietas yang mempunyai keunggulan spesifik masih langka, khususnya untuk jagung.

Jagung hibrida dapat memberikan hasil yang lebih tinggi daripada varietas bersari bebas. Namun hasil jagung hibrida bergantung pada potensi hasil populasi dasar. Salah satu terobosan yang dapat ditempuh untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah dengan pemanfaatan marka molekuler yang dapat mempercepat dan meningkatkan pembentukan varietas yang berkualitas dan menghemat waktu, biaya, dan tenaga. Kemajuan penelitian genom terbaru

telah menghasilkan daya tarik tersendiri dalam memprediksi penampilan jagung hibrida berbasis marka molekuler, yang akan mempercepat proses seleksi, sehingga efektif dalam memprediksi heterosis.

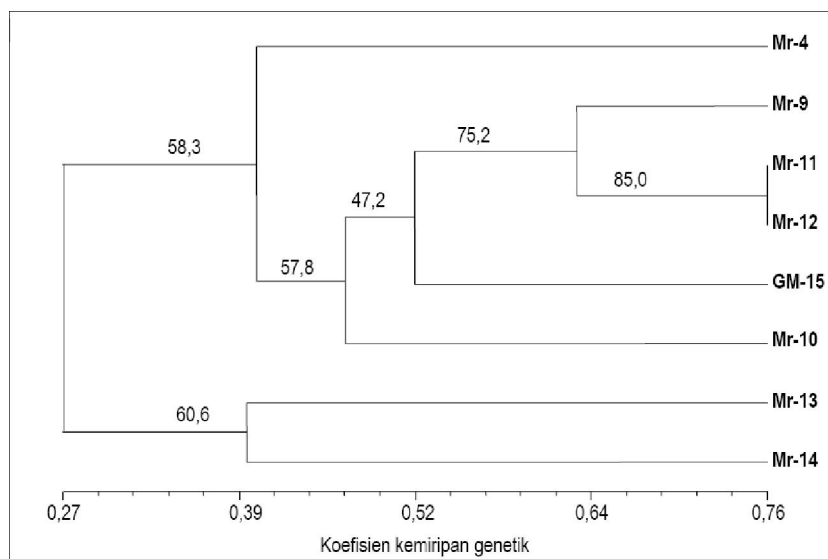
IDENTIFIKASI GENOTIPE DAN KERAGAMAN GENETIK

Jagung di daerah tropis mempunyai latar belakang genetik yang luas dibandingkan jagung di daerah temperate. Oleh karena itu, estimasi dan pemanfaatan keragaman genetik di daerah tropis berdasarkan marka DNA akan sangat membantu dalam menentukan strategi pemuliaan yang efisien (Betran *et al.* 2003). Pendekatan berdasarkan data marka molekuler juga bermanfaat dalam menentukan perbedaan genetik di antara inbrida. Selain itu data marka molekuler bermanfaat untuk melengkapi data *pedigree* dan memprediksi kelompok heterotik inbrida yang berkerabat jauh atau tidak berkerabat. Kekurangannya adalah tidak dapat mendeteksi kombinasi heterotik yang baik, yang hanya dapat dilakukan melalui pendekatan penampilan karakter morfologi. Oleh karena itu, penelitian secara komprehensif dengan menggabungkan data fenotipik dan genotipik akan lebih efisien.

Marka DNA merupakan alat bantu dalam membedakan variasi di antara plasma nutfah tanaman, identifikasi genotipe dan studi hubungan kekerabatan (Caetano-Anolles 1996). Liu *et al.* (2003) mengamati struktur dan keragaman genetik pada sejumlah galur inbrida menggunakan marka mikrosatelit. Hasil analisis kluster menunjukkan diagram filogenetik yang sesuai dengan informasi *pedigree*.

Hasil karakterisasi delapan inbrida jagung yang digunakan sebagai tetua hibrida di Balitsereal, sekaligus sebagai konfirmasi hasil kegiatan secara konvensional yang dilakukan selama bertahun-tahun, diperoleh dendrogram berdasarkan kemiripan genetik seperti pada Gambar 1. Koefisien kofenetik (r) sebesar 0,94 tergolong sangat stabil (Rohlf 2000). Dari dendrogram tersebut, inbrida Mr-11 dan Mr-12 mempunyai tingkat kemiripan yang paling tinggi (76%), dengan tingkat kepercayaan pengelompokan (85%). Inbrida Mr-13 dan Mr-14 berada pada kluster yang lain dan mempunyai kemiripan genetik yang paling rendah dengan inbrida lainnya, sekitar 39%. Berdasarkan data tersebut maka memungkinkan bagi pemulia untuk melakukan klasterisasi galur-galur jagung ke dalam kelompok heterotik sebelum pengujian di lapangan. Dengan demikian, jumlah persilangan dapat dikurangi sehingga dapat menghemat penggunaan tenaga, waktu, dan biaya. Selain itu dapat menghindari terjadinya persilangan di dalam kelompok heterotik.

Berdasarkan nilai jarak genetik antarinbrida (Tabel 1), sebagai contoh varietas Semar-10, adalah hasil silang tiga jalur {(Mr-13 x Mr-14) x Mr-4}. Jarak genetik antara Mr-13 dan Mr-14 adalah 0,60, sedangkan antara Mr-4 dengan



Gambar 1. Dendrogram delapan inbrida jagung berdasarkan kemiripan genetik yang dikonstruksi berdasarkan UPGMA menggunakan 26 marka SSR. Nilai di atas garis menunjukkan tingkat kepercayaan pengelompokan yang diperoleh melalui analisis *boot strapping*.

Tabel 1. Jarak genetik delapan inbrida yang digunakan sebagai tetua hibrida di Balitsereal Maros menggunakan marka SSR.

Inbrida	Mr4	Mr9	Mr10	Mr11	Mr12	Mr13	Mr14	GM15
Mr4	0,00							
Mr9	0,65	0,00						
Mr10	0,60	0,50	0,00					
Mr11	0,55	0,38	0,56	0,00				
Mr12	0,53	0,34	0,48	0,25	0,00			
Mr13	0,62	0,71	0,63	0,78	0,68	0,00		
Mr14	0,71	0,75	0,76	0,74	0,74	0,60	0,00	
GM15	0,60	0,51	0,54	0,46	0,49	0,73	0,83	0,00

Sumber: Pabendon *et al.* (2005)

Mr-13 dan Mr-14 masing-masing 0,62 dan 0,71. Varietas Bima-1 merupakan hasil silang tunggal antara Mr-4 dan Mr-14 dengan nilai jarak genetik 0,71. Dengan alat bantu marka molekuler maka akan lebih akurat dalam memilih pasangan heterotik yang mempunyai peluang untuk memperoleh heterosis tinggi. Selain itu jumlah pasangan persilangan yang akan diuji di lapang akan jauh berkurang sehingga dapat menghemat biaya, waktu, dan tenaga.

POLA HETEROSIS

Heterosis atau vigor hibrida biasanya digambarkan sebagai superioritas F1 yang berada di atas ukuran penampilan rata-rata tetuanya. Hal tersebut dapat diketahui melalui penampakan biomas progeni yang lebih baik, pertumbuhan dan perkembangan yang lebih cepat, dan lebih subur daripada kedua tetuanya. Pada tingkat molekuler terdapat dua model ekstrim yang dapat menggambarkan heterosis secara jelas. Pertama, jika pada hibrida terdapat dua alel yang berbeda dari berbagai gen dalam genom pada daerah yang sama, maka kombinasi alelik akan terekspresi. Pada model kedua, kombinasi dari alel yang berbeda akan menghasilkan interaksi yang menyebabkan ekspresi gen pada hibrida yang menjadi dasar dalam memprediksi rata-rata tetua. Model molekuler untuk heterosis adalah untuk mengkonfirmasi antara karakter fenotipik dan berbagai sebab akibat kejadian molekuler yang terjadi pada hibrida. Skenario ini merupakan hal mendasar yang mengatur interaksi gen alelik (Birchler *et al.* 2003). Song dan Messing (2003) dalam Birchler *et al.* 2003, menjelaskan bahwa untuk mengetahui pengaruh gen regulator di dalam hibrida maka tantangan yang perlu dipecahkan diilustrasikan pada Gambar 2, yang memperlihatkan tercapainya heterosis pada jagung. Gambar tersebut menunjukkan penampilan secara individu dari kedua tetua hibrida (B73 dan Mo17), dan turunan hibrida hasil persilangan secara resiprokal (B73/Mo17 dan Mo17/B73). Tetua betina adalah yang pertama ditulis sesuai nomenklatur genetika jagung. B73 dan Mo17 adalah dua inbrida kualitas tinggi. Sekalipun demikian, turunan hibrida hasil persilangan antara kedua inbrida ini lebih tinggi dan lebih produktif daripada tetuanya, mengilustrasikan konsep heterosis.



Gambar 2. Heterosis pada jagung (Sumber: Birchler *et al.* 2003).

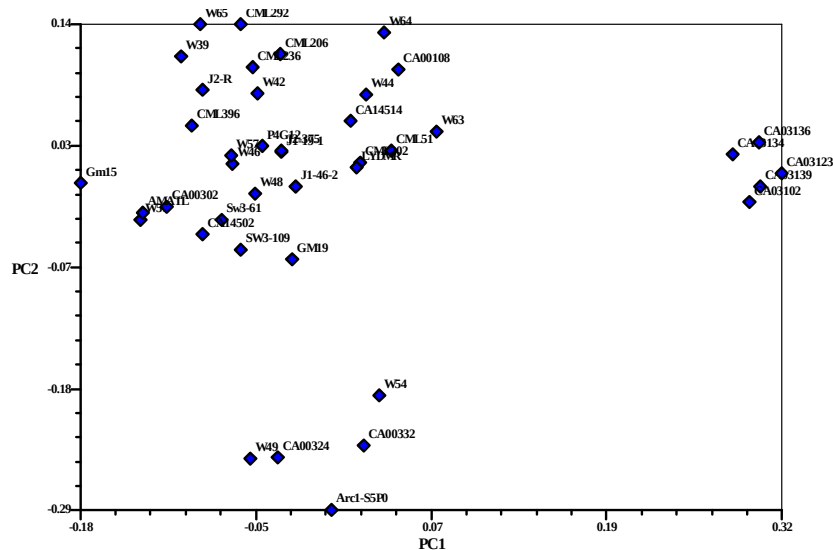
Kualitas dua inbrida tidak selalu dapat memprediksi besarnya heterosis, yang ditentukan dalam persilangan. Hasil observasi ini menjelaskan bahwa selain pemindahan alel dari gen yang memodulasi proses fisiologis penting bagi tanaman, peningkatan yang nyata pada vigor hibrida kemungkinan terjadi melalui seleksi alel pada daerah yang tepat dalam lokus yang menghasilkan kombinasi yang paling baik pada hibrida yang menyebabkan terjadinya heterosis. Hal tersebut dapat dilakukan dengan bantuan marka molekuler.

Kelompok heterotik telah dikategorikan sebagai koleksi plasma nutfah. Jika disilangkan dengan plasma nutfah di luar kelompoknya akan menghasilkan tingkat heterosis yang lebih tinggi dibandingkan dengan jika disilangkan dengan plasma nutfah di dalam kelompoknya (Lee 1995). Informasi pola heterosis berguna dalam pembuatan hibrida untuk mengurangi waktu dan dana yang diperlukan. Adanya heterosis menunjukkan adanya keragaman genetik. Tetapi besarnya heterosis tidak menggambarkan potensi hasil populasi bersangkutan. Eksploitasi secara rasional dari heterosis merupakan salah satu alasan utama keberhasilan industri benih komersial pada beberapa tanaman, khususnya jagung (Stuber 1994). Lee *et al.* (1998) mengemukakan bahwa untuk program jangka panjang, kelompok dan pola heterotik mempunyai implikasi yang besar dalam program pemuliaan. Namun, identifikasi dan pembentukan kelompok dan pola heterotik secara umum belum terdokumentasi secara jelas.

Di negara-negara penghasil utama jagung, penelitian pola heterosis telah banyak dilakukan, misalnya antara grup *Lancaster Surecrop* (LSC) dengan grup *Reid Yellow Dent* (RYD) di Amerika Serikat. Kelompok heterotik plasma nutfah lebih mudah dibedakan pada daerah temperate (*Galur European Flint x US Dent* di Eropa dan *Reid Yellow Dent x Lancaster* di Amerika Serikat) daripada plasma nutfah di daerah tropis (Hallauer *et al.* 1987). Grup heterotik dapat dibentuk dengan menentukan tetua penguji, sehingga grup yang diuji menjadi pasangannya (Dahlan *et al.* 1996).

Persilangan antara dua inbrida dapat memberikan hasil yang lebih tinggi dari kedua tetuanya. Hasil akan makin tinggi apabila inbrida-inbrida ini berasal dari dua populasi dengan kelompok heterotik yang berbeda. Pembentukan inbrida jagung yang akan digunakan dalam kombinasi hibrida berdasarkan identifikasi dan penggunaan pola kelompok heterotik membutuhkan ketelitian yang tinggi dalam evaluasi dan skrining sumber plasma nutfah, karena sifatnya yang bersari bebas. Sejumlah galur koleksi Balitsereal yang telah dibentuk dari sejumlah populasi dan telah berada pada generasi lanjut juga dikarakterisasi menggunakan marka SSR. Hasil analisis PCoA (*Principal Coordinate Analisis*) menghasilkan tiga kelompok heterotik yang sangat jelas (Gambar 3).

Di Indonesia juga telah dibentuk pola heterotik berdasarkan karakter morfologi antara dua pasangan populasi, yaitu pasangan Malang Sintetik (MS) J1 dengan J2 versi umur dalam, dan pasangan MS K1 dengan K2 versi umur



Gambar 3. Kelompok heterotik yang terbentuk dari 41 galur jagung generasi lanjut menggunakan 42 marka SSR berdasarkan analisis PCoA.

genjah melalui prosedur Modifikasi Seleksi Berulang Berbalasan (*Modified Reciprocal Recurrent Selection*). Hibrida silang tiga-jalur yang diperoleh dari seleksi berulang berbalasan J1 dan J2, memberikan hasil 32% di atas hasil silang tunggal populasi asal J1CO x J2CO. Pasangan populasi MS, J1 dengan J2 dan K1 dengan K2, memiliki peluang untuk memperoleh hibrida jagung berdaya hasil tinggi (Dahlan *et al.* 1996). Menurut Sant *et al.* (1999), evaluasi hibrida untuk heterosis atau kemampuan daya gabung di lapang lebih mahal dan boros waktu. Pabendon *et al.* (2003) melakukan karakterisasi marka molekuler berdasarkan kemiripan genetik pada sejumlah genotipe jagung. Nilai jarak genetik J1 vs J2 cukup tinggi, yaitu J2-R-144 vs J1-46 sebesar 0.80, J2-R-144 vs J1-19-1 sebesar 0.72. Dengan demikian, informasi daya gabung khusus konsisten dengan informasi nilai jarak genetik secara molekuler.

Hal pertama yang diperlukan dalam pemanfaatan marka molekuler untuk memprediksi heterosis adalah korelasi yang kuat antara jarak genetik di antara tetua dan penampilan F1 (heterosis). Penelitian untuk mengetahui hubungan antara jarak genetik dan penampilan hibrida jagung menghasilkan data yang beragam. Parentoni *et al.* (2001) menggunakan marka RAPD pada jagung menghasilkan filogeny yang sesuai dengan data *pedigree*. Dalam penelitian tersebut, walaupun korelasi antara jarak genetik dan daya gabung khusus positif nyata, tetapi sangat lemah. Barbosa *et al.* (2003) menganalisis kluster untuk membentuk kelompok heterotik inbrida jagung dan memperoleh korelasi yang signifikan antara jarak genetik dan hasil. Lanza *et al.* (1997) tidak menemukan

adanya korelasi antara jarak genetik dan hasil secara umum. Namun korelasi menjadi nyata ketika mereka melakukan analisis antarklaster. Menurut Dias *et al.* (2004), perbedaan genetik yang kontras dan heterosis tidak selalu berhubungan secara linier. Sant *et al.* (1999) menggambarkan bahwa hubungan nonlinier yang terjadi antara jarak genetik dan hasil yang eratik (tidak menentu) dari sejumlah penelitian dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

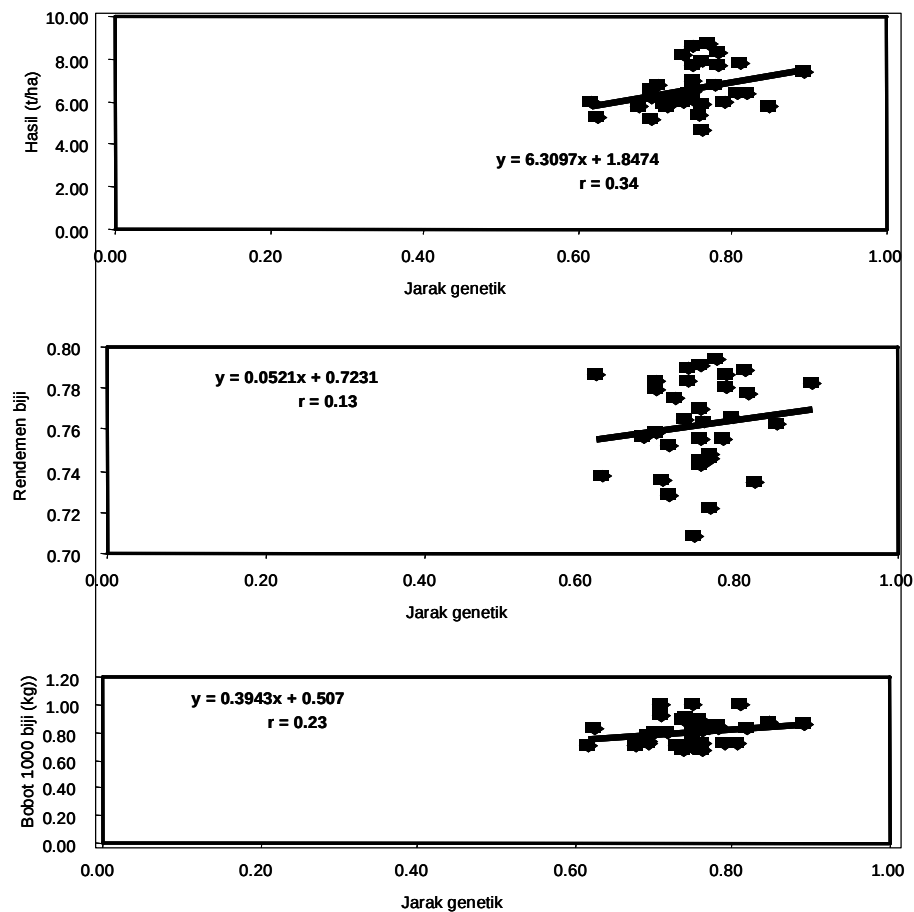
Pada padi, Zhang *et al.* (1994, 1995) mengamati hubungan heterosisitas marka molekuler dengan penampilan hibrida dan heterosis dari sejumlah karakter delapan inbrida tetua hibrida padi di Cina. Hasil analisis menunjukkan korelasi yang rendah antara heterosisitas secara umum, yang didasarkan pada semua marka yang digunakan, serta penampilan F1 dan heterosis. Sebaliknya, ada korelasi yang tinggi terdeteksi antara heterosis rata-rata tetua dan heterosisitas spesifik, yang didasarkan hanya pada marka-marka yang terdeteksi secara nyata, berpengaruh terhadap hampir semua karakter. Mereka berpendapat bahwa yang mempunyai korelasi tinggi dapat bermanfaat dalam memprediksi heterosis.

Pabendon *et al.* 2007 (belum dipublikasi) menganalisis korelasi antara nilai jarak genetik dengan penampilan rata-rata hibrida F1 (hasil biji, rendemen biji, dan bobot 1.000 biji) hasil silang uji dengan Mr4 dan Mr14 (Gambar 4a dan 4b). Nilai korelasi (r) antara jarak genetik masing-masing inbrida terhadap karakter fenotipik semuanya positif, yaitu berturut-turut 0,34, 0,13, dan 0,23. Namun, pada materi F1 hasil silang uji dengan Mr14, nilai korelasi (r) yang diperoleh negatif walaupun sangat kecil, berturut-turut -0,03, -0,10, dan -0,01.

Untuk mendapatkan korelasi yang akurat maka data lapangan harus lebih dari satu lokasi atau musim, karena faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap karakter komponen hasil.

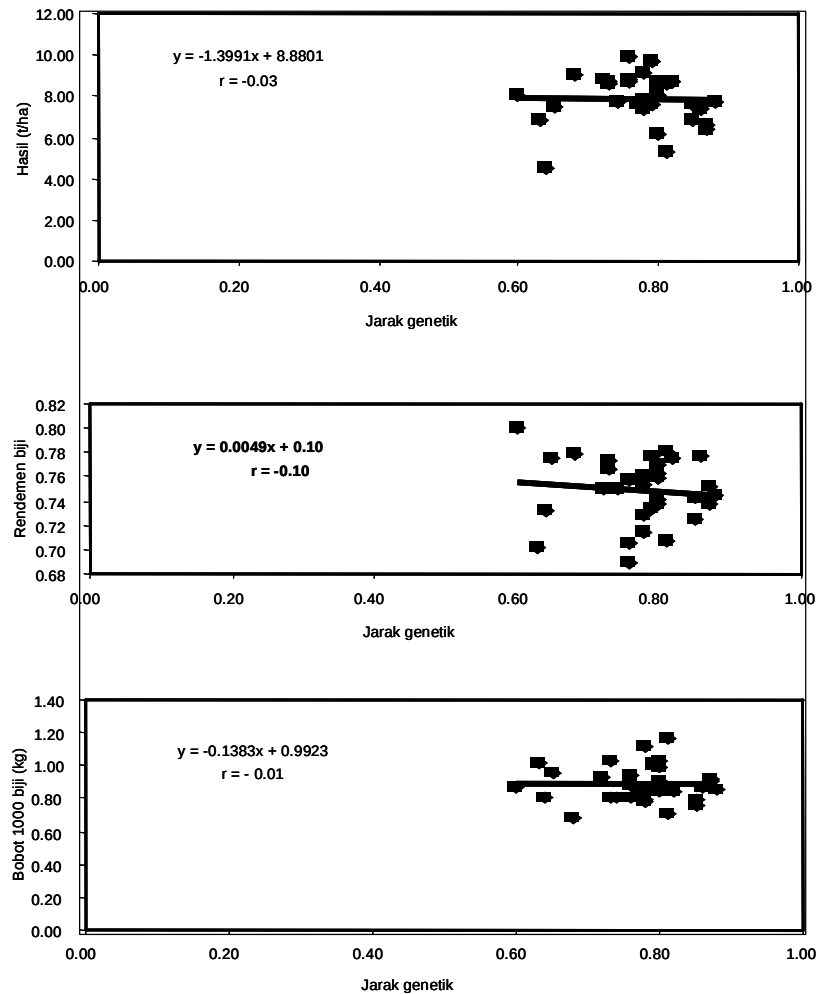
APLIKASI MAS DALAM PEMBENTUKAN HIBRIDA

Marker-assisted breeding menghasilkan perbaikan yang dramatik dalam hal efisiensi, di mana para pemulia dapat menyeleksi tanaman dengan kombinasi gen-gen yang diinginkan. Marker adalah penanda genetik yang dapat mengidentifikasi lokasi spesifik pada sekuen DNA tanaman. Marker dapat digunakan untuk mentransfer gen tunggal ke dalam varietas baru atau untuk mewariskan beberapa gen sekaligus. Marka DNA mengidentifikasi lokasi dengan sekuen berbeda di antara varietas atau galur-galur pemuliaan. Marker dapat berada di dalam gen atau DNA di antara gen-gen, sehingga merupakan sekuen yang unik dan berbeda di antara tanaman target. Perbedaan ini disebut polimorfis. Ada berbagai cara untuk mendeteksi dan memanfaatkan penanda ini di dalam kromosom.



Gambar 4a. Korelasi jarak genetik berdasarkan marka SSR terhadap hasil jagung (t/ha), rendemen biji, dan bobot 1.000 biji (kg) materi F1 hasil silang uji dengan inbrida Mr4.

Molecular Marker Assisted Selection, secara sederhana sering disebut sebagai *Marker Assisted Selection* (MAS) yang melibatkan seleksi tanaman yang mengandung daerah genomik dalam ekspresi karakter yang diinginkan melalui marka molekuler. Dengan perkembangan dan ketersediaan marka molekuler dalam jumlah yang banyak dan peta genetik molekuler yang rapat di dalam tanaman, MAS memberi peluang untuk karakter, baik yang dikontrol oleh gen mayor maupun *Quantitative Trait Loci* (QTLs) (Mackill and Junjian 2001). Jika gen-gen individual atau QTLs yang berpengaruh nyata pada karakter-karakter target spesifik dapat diidentifikasi atau diberi penanda marker, berdasarkan keterpautan gen-gen tersebut terhadap marka-marka molekuler, maka efisiensi intrograsi karakter target ke dalam galur elit dapat berhasil dengan baik.



Gambar 4b. Korelasi jarak genetik berdasarkan marka SSR terhadap hasil jagung (t/ha), rendemen biji, dan bobot 1.000 biji (kg) materi F1 hasil silang uji dengan inbrida Mr14.

Dalam konteks MAS, marker berbasis DNA dapat efektif digunakan untuk tiga tujuan dasar yaitu: (i) identifikasi galur-galur tetua dengan tepat untuk perbaikan karakter khusus yang diinginkan, (ii) introgresi alel-alel yang menguntungkan (dominan atau resesif) pada generasi-generasi persilangan, dan (iii) identifikasi individu yang paling cocok di antara progeni segregasi berdasarkan komposisi alelik pada sebagian atau keseluruhan genom.

Dalam pembentukan hibrida, MAS dapat bermanfaat dalam perbaikan karakter kualitatif maupun kuantitatif tanaman. Keberhasilan MAS bergantung

pada lokasi marker yang terkait dengan gen target. Sebagai contoh, marka mikrosatelit atau SSRs (*Simple Sequence Repeats*) yang telah didesain menggunakan informasi sekuen DNA untuk alel *opaque-2* (*o-2*), yaitu karakter kualitatif yang dapat mengkonversi kandungan lisin dan triptofan di dalam kernel jagung. Pemuliaan ini ditujukan untuk perbaikan mutu protein pada jagung. Gen *o-2* bersifat homosigous resesif. Transfer sifat-sifat yang diatur oleh gen resesif dari tetua donor ke dalam tetua penerima (*recurrent*) dan seleksi/identifikasi fenotipik pada progeni yang mengandung gen resesif pada program silang balik tidak bisa dilakukan langsung seperti pada sifat yang diatur oleh gen dominan. Oleh sebab itu, harus dilakukan silang diri yang dilanjutkan dengan uji progeni. Silang diri akan menyebabkan terjadinya segregasi, dan hanya genotipe homosigous resesif yang akan disilangkan dengan tetua penerima. Jika dilakukan secara konvensional, paling sedikit memerlukan enam generasi silang balik untuk memulihkan genom tetua penerima. Selain itu introgresi *o-2* bersama dengan *modifier endosperm* ke dalam galur-galur elit melalui pemuliaan secara konvensional cukup rumit karena adanya tiga faktor pembatas utama (Babu *et al.* 2002). Namun, jika memanfaatkan alat bantu molekuler maka identifikasi genotipe homosigous resesif bisa dilakukan secara langsung. Dengan bantuan marka molekuler hanya dibutuhkan tiga generasi silang balik dan dua generasi silang diri untuk memindahkan gen-gen pengendali sifat-sifat baik.

Pembentukan hibrida QPM tahan bulai (Azrai *et al.* 2007, belum dipublikasi) telah dilakukan di Balitsereal sejak 2004. Proses introgresi gen *o-2* dilakukan dengan bantuan MAS menggunakan marka SSR phi057 dan umc1066. Dari kegiatan tersebut diperoleh tiga hibrida jagung berdaya hasil tinggi, tahan terhadap penyakit bulai dan bermutu protein tinggi yaitu Nei9008+*o2*-27 x Mr10+*o2*-13 (8,4 t/ha), Nei9008+*o2*-09 x Mr10+*o2*-26 (7,7 t/ha), Nei9008+*o2*-27 x Mr10+*o2*-08 (7,4 t/ha). Ketiga hibrida tersebut saat ini dalam pengujian multilokasi, dan diharapkan dalam waktu dekat dapat dilepas sebagai varioetas unggul.

DAFTAR PUSTAKA

- Babu, R., S.K. Nair, B.M. Prasanna, and H.S. Gupta. 2004. Integrating marker-assisted selection in crop breeding – prospects and challenges. *Current Science* 87: 607-619.
- Barbosa, A.M.M., I.O. Gerald, L.L. Benchimol, A.A.F. Garcia, Jr. Souza, and A.P. Souza. 2003. Relationship of intra- and interpopulation tropical maize single cross hybrid performance and genetic distances computed from AFLP and SSR markers. *Euphytica* 130: 87-99.

- Betrán, F.J., J.M. Ribaut, D. Beck, and D. Gonzalez de León. 2003. Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and nonstress environments.
- Birchler, J.A., L.A. Donald, and C.R. Nicole. 2003. In search of the molecular basis of heterosis. *The Plant Cell* 15: 2236-2239.
- Caetano-Anolles, G. 1996. Scanning of nucleic acids by in vitro amplification: new developments and applications. Review Article. *Nat. Biotechnology* 14: 1668-1674.
- Dahlan, M.M., S. Slamet, M.J. Mejaya, Mudjiono, J.A. Bety, dan F. Kasim. 1996. Peningkatan heterosis populasi jagung untuk pembentukan kultivar hibrida. *Balitjas. Maros*. p. 50.
- Dias, L.A.S., E.A.T. Picolt, R.B. Roca, and A.C. Alfenas. 2004. A priori choice of hybrid parents in plants. *Genetic and Molecular Research* 3(3):356-368.
- Hallauer A.R. 1987. Maize: principles of cultivar development. Vol 2. Crop species. Macmillan Publishing Company A. Division of Macmillan, Inc. New York.
- Kasryno, F. 2002. The progress of world maize production and consumption for the last four decades, and its implication to Indonesia. Paper presented at one day seminar on maize agribusiness. Bogor, 24 June 2002. AARD. Jakarta.
- Lanza, L.L.B., C.L. de Souza, L.M.M. Ottoboni, M.L.C. Vieira, and A.P. de Souza. 1997. Genetic distance of inbred lines and prediction of maize single-cross performance using RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 94:1023-1030.
- Lee, M. 1998. DNA markers for detecting genetic relationship among germplasm revealed for establishing heterotic groups. Presented at the Maize Training Course. CIMMYT, Texcoco, Mexico, August 25, 1998.
- Lee, M. 1995. DNA markers and plant breeding programs. *Adv. Agron.* 55:265-344.
- Liu, K., M. Goodman, S. Muse, and J.S. Smith. 2003. Genetic structure and diversity among maize inbred lines as inferred from DNA microsatellites. *Genetics* 165: 2117-2128.
- Mackill, D.J. and N. Junjjan. 2001. Molecular mapping and marker assisted selection for major gene traits in rice. In *Rice Genetics*, IV. Science Publishers Inc., IRRI, Philippines, pp. 137-151.
- Nugraha, U.S., Subandi, A. Hasanuddin dan Subandi. 2002. Perkembangan teknologi budidaya dan industri benih jagung. *Dalam: Kasryno et al., (eds.) Ekonomi Jagung Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Deptan. p. 37-72.

- Pabendon, M.B., E. Regalado, Sutrisno, M. Dahlan, dan M.L.George. 2003. Pembentukan kelompok genotipe jagung berdasarkan marka SSR (*Simple Sequence Repeat*). Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 22(1):23-30.
- Parentoni, S.N., J.V. Magalhaes, C.A.P. Pacheco, M.X. Santos, T. Abadie, E.E.G. Gama, P.E.O. Guimares, W.F. Meirelles, M.A. Lopez, M.J.V. Vasconcelos, and E. Paiva. 2001. Heterotic groups based on yield-specific combining ability data and phylogenetic relationship determined by RAPD markers for 28 tropical maize open pollinated varieties. Euphytica, 121: 197-208.
- Rohlf, F.J. 2000. NTSYSpc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.1. Applied Biostatistics Inc.
- Sant, V.J., A.G Patankar, N.D. Sarode, L.B. Mhase, M.N. Sainani, R.B. Desmukh, P.K. Ranjekar and V.S. Gupta. 1999. Potential of DNA markers in detecting divergence and in analyzing heterosis in Indian elite chickpea cultivars. Theor Appl Genet. 98: 1217-1225.

Peluang Pengembangan Jagung Varietas Anoman 1 pada Lahan Kering Beriklim Kering

M Yasin HG, Abd. Rahman, dan M. Azrai
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK.

Jagung berbiji putih Anoman 1 diseleksi untuk adaptif di lahan kering beriklim kering. Tetuanya berasal dari hasil saling-silang 20 galur S1 populasi Maros Sintetik-2 yang frekuensi genetiknya ditingkatkan satu siklus/daur pada lingkungan kekeringan pada periode pembungaan. Sejumlah wilayah tercekam kekeringan (curah hujan pendek dan eratik) di NTT, NTB, dan Jawa Tengah telah menjadikan Anoman 1 sebagai makanan pokok yang dicampur beras yang dikenal nasi-jagung. Pengujian organoleptik Anoman 1 ukuran giling 0,10-0,15 mm dengan substitusi beras 5-20% menunjukkan rasa nasi yang sama dengan 100% beras. Biji Anoman 1 mengandung gizi cukup tinggi, abu 1,6%, lemak 4,9%, serat kasar 2,1%, karbohidrat 74,8%, dan amilosa 20,5%. Pembinaan penangkaran benih ke kelompok tani di NTT dan NTB oleh peneliti Balitsereal, BPTP, dan penyuluh dapat ditingkatkan sehingga kebutuhan benih di kawasan ini dapat terpenuhi. Hasil Anoman 1 di sejumlah sentra produksi jagung rata-rata 6,6 t/ha. Tipe biji berlekuk (*dent*) dan keras sehingga mudah digiling, umur 100 hari, $ASI < 3,0$ hari, warna malai dan rambut kemerahan dan tahan hama penggerek batang. Varietas ini dapat dibudidayakan pada lahan kering beriklim kering sampai ketinggian 1200 m dpl.

PENDAHULUAN

Anoman 1 merupakan jagung bersari bebas sintetik berbiji putih yang dilepas pada tahun 2006. Sebelumnya Departemen Pertanian telah melepas dua jagung berbiji putih, yaitu varietas Bayur pada tahun 1991 dan Srikandi Putih-1 pada tahun 2003. Jagung putih dapat dicampur beras setelah digiling dengan komposisi tertentu sebagai makanan pokok nasi-jagung, di samping dijadikan tepung untuk bahan dasar adonan kue. Jagung putih juga dapat menjadi menu bagi penderita sakit gula (diabetes).

Jagung putih adalah jagung yang secara biologis dan genetik serupa dengan jagung kuning, kecuali pigment karoten yang tidak ditemukan pada jagung putih. Sebagian petani di Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, dan Gorontalo beranggapan bahwa jagung pulut varietas lokal adalah jagung putih, banyak diminati sebagai hidangan rebusan muda.

Anoman 1 dimuliakan pada lahan yang kekeringan. Populasi ini berasal dari CIMMYT Meksico dengan nama *Tuxpeno Sequia* pada status siklus/daur C6. Melalui serangkaian seleksi famili S1, populasi selanjutnya diberi nama Maros Sintetik-2 atau MS-2.C0. *Sequia* adalah bahasa Spanyol yang artinya toleran kering. Sebelum diintroduksi ke Indonesia, populasi Tox Sequia C6 telah dimuliakan untuk cekaman kekeringan.

Lahan kering di Indonesia cukup luas terutama pada kawasan timur (NTT, NTB, sebagian Sulawesi Selatan dan Tengah, Bali, Jawa Timur, dan Maluku Tenggara). Lahan tercekam kekeringan ditandai oleh kahat hara, pH adakalanya rendah, jumlah bulan kering lebih panjang dan curah hujan eratik, di mana pada suatu waktu curah hujan sangat tinggi namun disusul dengan periode kering yang berkepanjangan, sehingga petani melakukan tanam ulang. Pada kondisi demikian hasil tanaman pangan seperti jagung akan rendah.

Gunn *et al.* (1988) melaporkan bahwa pada lahan kering masam terdapat sulfat terlarut dengan konsentrasi tinggi yang dapat meracuni tanaman. Pada lingkungan ini tanah dicirikan pH rendah, kekurangan hara makro N, P, K dan mikro Cu, Zn. Pada kondisi demikian terjadi akumulasi Al dalam bentuk kation dan hidroksi Al (Soepardi 1988). Sumartono (1995) mengemukakan bahwa melalui serangkaian seleksi berulang timbal balik (*reciprocal recurrent selection*) pada populasi heterotik dapat dirakit varietas bersari bebas maupun hibrida toleran cekaman abiotik atau kemasaman tanah.

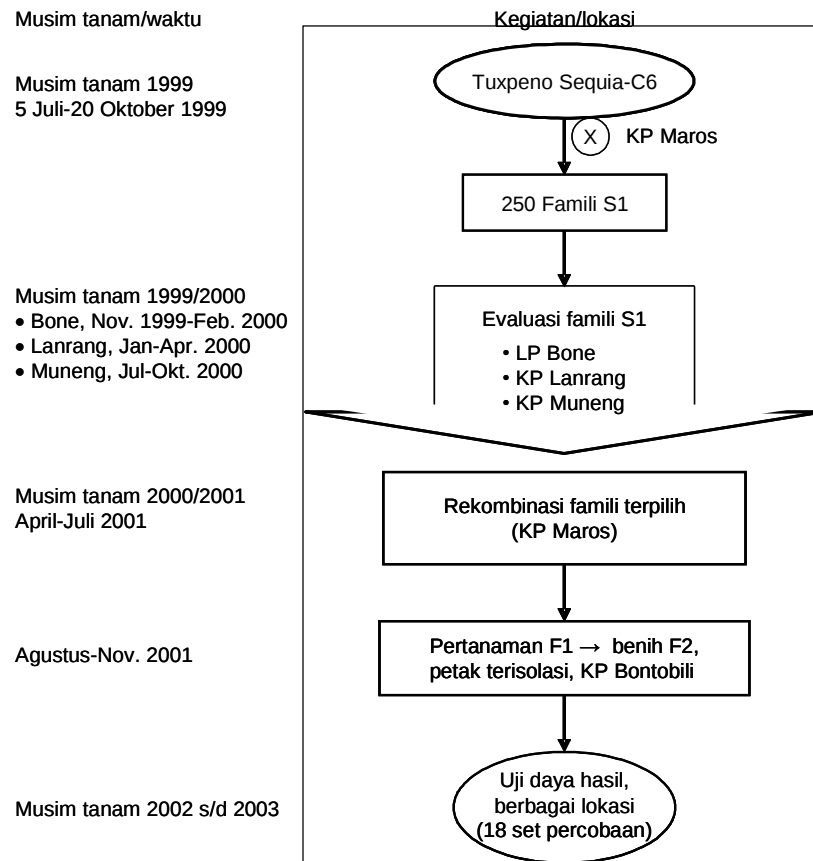
SILSILAH DAN KEUNGGULAN ANOMAN 1

Silsilah

Anoman 1 adalah populasi Maros Sintetik-2 yang berasal dari CIMMYT Meksico, diterima pada tahun 1999 pada status siklus ke-6 dengan nama *Tuxpeno Sequia* yang diseleksi untuk lingkungan tropis dan toleran kering. Populasi dimuliakan dengan membentuk 250 famili S1 dan dievaluasi pada tiga lingkungan tumbuh (Bone, KP Lanrang, dan KP Muneng). Anoman 1 diseleksi dengan metode perbaikan dalam populasi (*intra population improvement*). Perbaikan dalam populasi menggunakan metode seleksi dalam satu populasi yang dimulai dengan pembentukan famili, kemudian evaluasi famili, dan terhadap famili terpilih dilakukan saling silang atau rekombinasi (Gonzalo 2002). Pengujian di Muneng ditekankan untuk seleksi S1 toleran kekeringan; di Bone dan Lanrang pada lahan tadah hujan dan lahan sawah berpengairan teknis. Berdasarkan analisis data dari dua lokasi (Lanrang dan Muneng) dan dengan intensitas seleksi 8% dipilih 20 famili S1 terbaik. Famili terpilih adalah MS-2(S1)C6 nomor 8, 16, 17, 24, 28, 44, 47, 51, 52, 53, 57, 62, 70, 82, 83, 84, 85, 144, 146, dan 151. Hasil

famili S1 ini berkisar antara 3,10-4,24 t/ha. Silsilah pembentukan varietas unggul jagung biji putih Anoman 1 disajikan pada Gambar 1.

Rekombinasi dilakukan dengan pola perkawinan setengah diallel 20 famili S1 yang disaling-silangkan. Benih F1 hasil rekombinasi dari persilangan dicampur seimbang (*balance composite*) untuk membentuk *bulk* dari calon benih turunan F2. Benih ditanam pada lahan isolasi terpisah dengan metode persarian bebas (*open pollinated*). Hasil seleksi tongkol-tongkol terbaik digabung dan merupakan populasi baru yang diberi nama Maros Sintetik-2. Populasi ini mulai diuji multilokasi pada tahun 2002. Edmeades *et al.* (1994) melaporkan bahwa *Tuxpeno Sequia* mengalami kenaikan hasil 9,1% dari C0 sampai C6. Menurut Stoskopf *et al.* (1993), Hallauer dan Miranda (1988), peningkatan frekuensi gen pada cekaman abiotik sampai tiga siklus dapat digunakan dalam perakitan varietas bersari bebas dan hibrida konvensional.



Gambar 1. Silsilah dan langkah pembentukan varietas Anoman 1.

Keunggulan

Toleran Kering

Pada kegiatan diseminasi MK 2003 di Blora, Jateng, Anoman 1 diminati oleh sejumlah kelompok tani karena toleran kekeringan. Pada kondisi kering (tidak ada hujan) dan dilakukan penyiraman enam kali selama masa tumbuh, Anoman 1 mampu memperlihatkan sinkronisasi penyerbukan dengan hasil 3,0 t/ha, sementara hasil varietas lainnya < 1,0 t/ha (Balitsereal 2003). Di Blora, Anoman 1 telah berkembang sebagai jagung konsumsi di kalangan sejumlah kelompok tani, bahkan Dinas Pertanian memberikan nama varietas Blora 2 untuk Anoman 1. Dilaporkan oleh BPTP Jateng bahwa pada MT 2005 jagung putih Anoman 1 telah berkembang di Kabupaten Magelang, Banjarnegara, Wonosobo, dan Temanggung seluas 110 ha. Di Lembang, Anoman 1 memperlihatkan daya adaptasi baik pada ketinggian 1.200 m dpl. Di Tondano, Manado, pada ketinggian 850 m dpl, Anoman 1 mendapat perhatian dari sejumlah kelompok tani dan memesan benihnya untuk ditangkar.

Sifat toleran kekeringan Anoman 1 dapat diketahui dengan formula indeks kering (IK) dari Fischer *et al.* (1981):

$$IK = [(Y_s/Y_n)/(\bar{Y}_s/\bar{Y}_n)]$$

IK = indeks kekeringan

Y_n = hasil setiap entri pada lingkungan normal

Y_s = hasil setiap entri pada lingkungan tercekam kekeringan

$\bar{Y}_n$ = rata-rata hasil populasi pada lingkungan normal

$\bar{Y}_s$ = rata-rata hasil populasi pada lingkungan tercekam kekeringan

Jika $IK \geq 1,0$ artinya entri digolongkan toleran kekeringan dan jika $IK < 1,0$ maka entri rentan kekeringan. Penelitian di KP Muneng dan KP Bajeng menunjukkan nilai indeks kering Anoman 1 $IK = 1,193$ dan tertinggi di antara sejumlah entri yang diteliti. Di samping itu diketahui bahwa kehilangan hasil Anoman 1 tidak mencapai 1,0%.

Kandungan Klorofil a dan b

Semakin tinggi kandungan klorofil pada daun, baik klorofil a maupun b semakin superior dalam hal memproduksi biji, karena kegiatan fotosintesis lebih kuat dan tanaman akan semakin toleran terhadap cekaman abiotik (seperti kekeringan dan keasaman tanah) maupun abiotik. Percobaan di KP Muneng pada MT 2005 menunjukkan bahwa kandungan klorofil a Anoman 1 pada daun di lingkungan normal dan tercekam air masing-masing 36,9% dan 31,5% atau terjadi penurunan 14,7%, sedangkan pada varietas pembanding jagung putih Bayu masing-masing 37,6% dan 21,3% dengan penurunan 43,4%. Pada klorofil b, Anoman 1 terjadi penurunan 6,7% dan Bayu 12,1%. Sifat unggul ini

Tabel 1. Kandungan nutrisi Anoman 1 vs varietas Bayu.

Varietas	Abu (%)	Lemak (%)	Serat kasar (%)	Karbohidrat (%)	Amilosa (%)
Anoman 1	1,6	4,9	2,1	74,8	20,5
Bayu	1,9	4,1	1,8	74,0	22,6

menjadikan Anoman 1 berpeluang dikembangkan pada lahan kering di mana mayoritas petaninya menyenangi jagung biji putih.

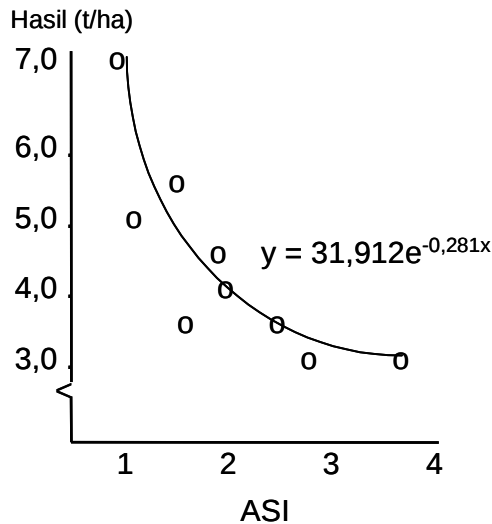
Nutrisi

Pengujian organoleptik terhadap 20 responden menunjukkan bahwa tongkol muda Anoman 1 yang direbus pada umur 75-80 HST diminati dengan skor: 1 (1: enak, 2: sedang, 3: kurang), walaupun rasa gurihnya belum menyamai jagung pulut. Hidangan yang terdiri atas 20% Anoman 1 dan 80% beras, menurut responden, tidak berbeda rasa nasinya dengan hidangan 100% nasi tanpa jagung. Kandungan nutrisi jagung putih Anoman 1 dan Bayu disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan data tersebut dapat diartikan bahwa tidak ada perbedaan yang berarti antara kandungan proksimat biji varietas Anoman 1 dengan biji varietas Bayu.

Nilai ASI

Anoman 1 mempunyai nilai ASI (*anthesis silking interval*) lebih rendah dari lima hari, hal ini dibuktikan bahwa pada kondisi tercekam kering di mana kondisi air lengas tanah sangat rendah. Anoman 1 masih dapat memberikan hasil. ASI adalah selisih antara umur tanaman jagung saat berambut atau berbunga betina terhadap saat malai mulai mengeluarkan serbuk sari atau berbunga jantan (*pollen seed*). Semakin rendah nilai ASI semakin superior tanaman dan produktivitas juga akan tinggi. Sejumlah pada populasi atau galur murni generasi lanjut (*advance generation inbred line*) yang telah mengalami seleksi 5-6 daur dapat dihasilkan nilai ASI negatif. Nilai ASI yang negatif artinya rambut tanaman lebih dahulu mekar dari keluarnya serbuk sari. Jugenheimer (1985) mengemukakan bahwa nilai ASI setiap famili dalam populasi mempunyai korelasi positif terhadap parameter umur panen, tinggi tanaman, tinggi tongkol, dan hasil. Vasal *et al.* (1998) ASI pada galur murni 0-2 hari dapat diperoleh hasil 3,8-4,5 t/ha. ASI merupakan kriteria utama merakit varietas, nilai -1,0 sampai +3,0 hari merupakan nilai terbaik untuk varietas unggul (Bolanos and Edmeades 1993; Dahlan 1995). Pada Gambar 2 disajikan model hubungan antara hasil



Gambar 2. Hubungan antara hasil dan ASI populasi jagung.

dengan nilai ASI dari sejumlah populasi pada peubah hasil untuk lahan tercekam kekeringan (Yasin *et al.* 2005). Hubungan antara selisih berbunga jantan dan betina (ASI) terhadap hasil berbentuk sigmoid. Hasil akan menurun tajam untuk setiap selisih satu hari, hasil tertinggi dapat dicapai pada kisaran 0-1 hari. Beck *et al.* (1996) mengemukakan nilai ASI -1,0 sampai +3,0 hari memberikan hasil maksimal pada jagung.

POTENSI HASIL TEKNIK PERBENIHAN ANOMAN 1

Sejumlah hasil pengujian di sentra produksi jagung menunjukkan bahwa Anoman 1 mempunyai kisaran hasil 2,21-6,60 t/ha (Tabel 2). Hasil terendah terdapat pada lahan terkering, yakni di Kab. Jeneponto, Sulsel. Saat itu tanaman tidak mendapat air pada fase pembungaan sampai panen.

Pada prinsipnya jagung bersari bebas, termasuk Anoman 1, sulit mendapat keseragaman setara hibrida, terutama silang tunggal karena adanya perbedaan tetua dalam pembentukannya. Jagung hibrida dirakit atas dua atau tiga tetua, sedangkan bersari bebas adalah rekombinasi 12-16 tetua superior, bisa tetua yang telah atau belum mengalami depresi silang dalam (*inbreeding*). *Inbreeding* adalah tanaman yang mengalami penurunan fenotipe, ketahanan hama penyakit, termasuk hasil, akibat segregasi dari kawin diri (Stoskopf *et al.* 1993).

Tabel 2. Rata-rata hasil dan karakter agronomis varietas Anoman 1 di sentra produksi jagung, MT 2003-2004.

Lokasi	Hasil (t/ha)	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi tongkol (cm)	Periode menyerbuk (hari)
Bontobili	3,89	174	73	54-57
Jeneponto	2,21	153	72	55-58
Bajeng	6,60	159	78	50-50
Bajeng	3,30	175	82	51-53
Jeneponto	2,75	158	75	57-60
Lombok Timur	5,33	145	81	56-56
Lombok Barat	4,81	196	93	51-54
Muneng, Probolinggo	5,38	170	85	51-53
Sukabumi	5,93	144	70	50-53
Muara, Bogor	5,76	214	103	57-58
Cekemuh, Bogor	4,69	152	70	50-53
Tianyar Timur, Bali	4,74	160	75	48-50
Sambirantap	5,96	170	80	48-51
Natar, Lampung	3,48	185	85	45-48
Sleman, Yogyakarta	6,24	169	73	58-60
Limboto, Gorontalo	4,06	201	95	-
Rata-rata	4,69	170	80	48-51

Metode produksi benih sumber Anoman 1 sesuai kelas yang akan dicapai di antaranya yang dikemukakan oleh Paliwal (1986):

1. Benih inti (*nuclear seeds*). Benih inti hanya diproduksi oleh pemulia varietas tersebut. Metode perbanyakan dengan persilangan satu tanaman kesatu tanaman (*plant to plant*) dibuat sesuai dengan kebutuhan. Dalam hal ini dipilih tanaman sehat, superior, dan seragam, kemudian saling disilangkan. Pada saat panen dipilih tongkol terbaik. Diperlukan 300 tongkol sebagai stok perbanyakan ke kelas berikutnya.
2. Seleksi tongkol satu baris (*ear to row*). Metode ini untuk membentuk benih kelas pemulia atau BS (*breeder's seed*). Sejumlah 300 tongkol dari kelas benih inti masing-masing diambil 40-50 biji per tongkol (*balance composite*) yang diperuntukkan sebagai tetua pejantan. Tetua betina ditanam per tongkol, jumlah biji ditanam sesuai target produksi. Saat fase *tasseling*, malai tetua betina dicabut/*detaseling*. Saat panen dipilih tongkol-tongkol terbaik dari barisan induk betina. Biji dari tongkol induk betina merupakan benih kelas BS.
3. Modifikasi CIMMYT untuk tongkol satu baris (*CIMMYT modified ear to row*). Metode ini merupakan modifikasi dari seleksi baris per tongkol. Tongkol paling superior (30-40 tongkol) dari benih inti dipipil campur yang akan digunakan sebagai pejantan, dengan jumlah berimbang (*balance compiste seeds*). Kemudian biji dari 300-400 tongkol ditanam sebagai induk betina,

- dan pada fase *tasseling* malai tetua betina dicabut/*detaseling*. Pada saat panen dipilih tongkol-tongkol terbaik dari barisan induk betina, benih yang dihasilkan juga digolongkan sebagai benih kelas BS.
4. Konversi F2 ke saudara tiri (F2 *bulk converted half sib isolation*). Benih dari 300 tongkol superior dari kelas benih inti dicampur dengan jumlah yang relatif sama, ditanam pada lahan terisolasi, kemudian ditetapkan barisan jantan dan betina dengan perbandingan 2:4. Pada fase *tasseling* malai dicabut pada barisan induk betina. Pada saat panen dipilih tongkol-tongkol terbaik dari barisan induk betina. Metode ini sesuai untuk anjuran pada petani/penangkar yang akan memproduksi benih yang setara dengan benih kelas BS. Rasio barisan jantan dan betina dapat disesuaikan dengan jumlah bobot benih yang akan dihasilkan.
 5. Persarian terbuka (*open pollinated*). Metode ini untuk menghasilkan benih di bawah kelas benih inti dan benih pemulia. Jika digandakan dari benih BS maka hasilnya setara dengan benih dasar (*FS foundation seed*), dan jika asalnya dari kelas benih dasar maka dengan sistem persarian terbuka dihasilkan benih dengan setara benih pokok (*sertified seed*), dan seterusnya sampai kelas benih sebar (*extention seed*). Anjuran pelaksanaan untuk persarian terbuka:
 - Pilih lahan terisolasi, tidak ada pertanaman jagung di sekitarnya, perhatikan jarak dan isolasi waktu tanam.
 - *Rouging* setiap dua minggu untuk menghindari tanaman yang menyimpang dari keadaan populasinya (*off type*).
 - Lakukan seleksi massa atas individu tanaman.
 - Budi daya secara maksimal, pemupukan, penyiangan, pembumbunan, dan pengendalian hama penyakit harus maksimal.
 - Panen dilakukan pada saat jagung telah masak fisiologis, sudah terlihat lapisan hitam pada pangkal biji.
 - Hasil panen disimpan pada kadar air < 12% di ruang ber AC atau dalam *cold storage*.

KESIMPULAN

Anoman 1 adalah varietas unggul jagung berbiji putih yang dimuliakan untuk lahan kering beriklim iklim dengan curah hujan pendek. Potensi hasil varietas ini mencapai 6,0 t/ha, dan pada kondisi sangat kering masih dapat berproduksi 2,0 t/ha. Anoman 1 dengan ukuran giling 0,10-0,15 mm dapat mensubstitusi beras sampai 20% dan mempunyai rasa nasi yang sama dengan 100% beras. Tipe biji berlekuk (*dent*), keras sehingga mudah digiling. Gizi cukup tinggi, abu 1,6%, lemak 4,9%, serat kasar 2,1%, karbohidrat 74,8%, dan amilosa 20,5%.

Anoman 1 dapat dibudidayakan kepada lahan beriklim kering sampai ketinggian 1200 m dpl.

DAFTAR PUSTAKA

- Balitsereal. 2003. Laporan diseminasi hasil penelitian jagung dan sereal lain. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros. p.17-18.
- Balitsereal. 2005. Deskripsi varietas jagung. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros.
- Beck.D., J. Betran, M. Banzinger, G. Edmeades, R.M. Ribaut, M. Wilcox, S.K.Vasal, and A.Ortega. 1996. Progress in developing drought and low soil nitrogen tolerance in maize. Annual Corn & Sorghum Research Conference.
- Bolanos. J. and G.O. Edmeades. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize I. responses in grain yield biomass, and radiation utilization. Field Crops Research. 31(1993). Elsevier Science Publishers. B.N. Amsterdam. 31: 233-52.
- Dahlan. M. 1995. Pemuliaan tanaman untuk ketahanan terhadap kekeringan. Makalah pada International Conference on Agricultural Development NTT, Timtim and Maluku Tenggara. Kupang, 11-15 Desember 1995.
- Fisher, K.S., E.C. Johnson, and G.O. Edmeades. 1981. Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. Maize Agronomist/Physiologist. CIMMYT. El Batan Mexico. Crops Research Institute. Kumasi Ghana. 9 p.
- Gonzalo. G. 2002. Population improvement of maize. Maize breeding division of CIMMYT. Adiestramiento En Maize. CIMMYT El Batan Mexico. 2 p.
- Gunn, R.H., J.A. Beatle, R.E. Reid, R.H.M. and Van De Graff. 1988. Australian soil and land survey handbook. Guidelines for conducting surveys. Inkata Press. Melbourne. p. 249.
- Hallauer, A.R. and J.B. Miranda. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2nd edition. Iowa State University Press. p.169, 179, 411.
- Jugenheimer, R.W. 1985. Corn improvement. Seed production and uses. Evaluating inbred lines. Robert E. Krieger Publishing Company. Malabar Florida. p. 142.
- Palliwal. 1986. Development, maintenance, and seed multiplication of OPBV. Plant Breeding Division. El Batan, Mexico. p.7.
- Soepardi. G. 1988. Sifat dan ciri tanah. Departemen Tanah IPB. Bogor. p.270-340.

- Soemartono. 1995. Cekaman lingkungan, tantangan pemuliaan tanaman masa depan. Prosiding Simposium Pemuliaan Tanaman III. Peripi Komisariat Jawa Timur. p. 1.
- Stoskopf, N.C., D.T. Tomes, and B.R. Christie. 1993. Plant Breeding theory and practice. Westview Press. Oxford. p. 28, 87.
- Vasal, S.K., H.S. Cordova, D.L. Beck, and G.O. Edmeages. 1996 Choices among breeding procedures and strategies for developing stress tolerant maize germplasm. Proceeding of Symposium. Developing Drought and Low N Tolerant Maize. CIMMYT, El Batan, Mexico, March 25-29, 1996.

LAMPIRAN

DESKRIPSI VARIETAS ANOMAN 1

Asal populasi	: Maros Sintetik-2 dibentuk dari populasi introduksi asal CIMMYT: ' <i>Tuxpeno Sequia C6</i> ' (1999). Populasi dasar (S1) dievaluasi dalam lingkungan tercekam kekeringan selama satu siklus. Sejumlah 20 famili S1 terpilih direkombinasi untuk membentuk Maros Sintetik-2
Golongan	: Bersari bebas sintetik
Umur berbunga jantan	: 55 hari
Umur berbunga betina	: 56 hari
Umur panen	: 103 hari
Tipe batang	: Kuat dan tegak
Tinggi tanaman	: 161 cm
Tinggi tongkol	: 71 cm
Daun	: Panjang dan lebar
Warna daun	: Hijau
Warna malai	: Kemerahan
Warna rambut	: Kemerahan
Keragaman tanaman	: Agak seragam
Kerebahan	: Tahan rebah
Bentuk tongkol	: Panjang dan silindris
Penutupan kelobot	: Kelobot tertutup rapat (95%)
Jumlah barisan biji/tongkol	: 14-18 baris
Warna biji	: Putih
Tipe biji	: Gigi kuda-semi gigi kuda
Bobot 1.000 biji	: 320 g
Potensi hasil (ka. 15%)	: 6,6 t/ha
Ketahanan penyakit	: Tahan terhadap bulai (<i>Peronosclerospora maydis</i>), dan tegolong moderat terhadap hawar daun (<i>Helminthosporium turcicum</i>), dan bercak daun-kelabu (<i>Cercospora zeae-maydis</i>)
Ketahanan Abiotis	: Toleran kekeringan (IK > 1,0 kandungan klorofil daun 30,9-36,9%)
Daerah sebaran/adaptasi	: Lingkungan kering bercurah hujan pendek (800-1200 mm per tahun), dataran rendah sampai dataran tinggi (1.100 m di atas permukaan laut)

Analisis Koefisien Lintas Komponen Hasil dengan Hasil Beberapa Calon Varietas Jagung Hibrida Umur Dalam

D.A. Wanayenti¹, W. Mangoendidjojo¹, D. Prajitno¹, dan Andi Takdir M.²

¹Fakultas Pertanian UGM, Yogyakarta

²Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Analisis koefisien lintas komponen hasil dan hasil jagung hibrida dilakukan terhadap 16 genotipe jagung hibrida harapan. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui dan mengidentifikasi komponen hasil yang memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan hasil menggunakan metode analisis koefisien lintas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai parameter yang berpengaruh paling besar terhadap hasil dan menentukan kriteria seleksi yang efektif guna memperoleh genotipe yang berdaya hasil tinggi. Enam belas genotipe jagung hibrida, termasuk dua varietas pembanding (Bima 1 dan Bisi 2), dievaluasi menggunakan rancangan acak kelompok dengan empat ulangan di Kebun Percobaan Bajeng, Sulawesi Selatan, pada MK 2006. Pengamatan dilakukan terhadap tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, jumlah tongkol per tanaman, diameter tongkol, panjang tongkol, umur berbunga, umur panen, berat tongkol, jumlah biji per tongkol, bobot 100 biji, hasil, indeks luas daun, berat biomas, indeks panen. Hasil tertinggi dicapai oleh genotipe N130 sebanyak 8,1 t/ha, melebihi kedua varietas pembanding dan hasil terendah pada genotipe N79 (5,03 t/ha). Terdapat hubungan korelasi yang nyata dan sangat nyata pada parameter berat tongkol (-0,4693*), jumlah biji (-0,4787*), tinggi tanaman (-0,5649**), tinggi letak tongkol (-0,8232**), indeks luas daun (-0,8390**), dan umur panen (-0,5819**) dengan hasil. Parameter lainnya tidak berkorelasi dengan hasil. Kriteria seleksi genotipe yaitu pengaruh langsung diameter janggol, bobot 100 biji, dan jumlah biji. Kriteria seleksi fenotipe terhadap hasil yang dianjurkan berdasarkan analisis lintas yaitu pengaruh langsung parameter diameter janggol, jumlah biji, berat 100 biji, panjang tongkol, diameter tongkol, dan indeks panen. Koefisien lintas dapat digunakan untuk mengkuantifikasi nilai hubungan antara masing-masing komponen hasil dengan hasil, sebagai kriteria seleksi yang efektif untuk peningkatan hasil jagung.

PENDAHULUAN

Hubungan antarkarakter tanaman yang biasanya diukur dengan koefisien korelasi berperan penting dalam perencanaan dan evaluasi program pemuliaan

karena koefisien ini mengukur derajat hubungan antara dua karakter atau lebih, baik dari segi genetik maupun nongenetik. Koefisien korelasi genotipik mengukur keeratan hubungan antara karakter-karakter yang mungkin berguna sebagai indikator karakter lain yang lebih penting (Soemartono *et al.* 1992, Masnenah *et al.* 2004). Korelasi antara dua karakter dapat dibagi kedalam korelasi fenotipik dan korelasi genotipik. Oleh karena itu, korelasi ini selanjutnya diharapkan dapat menunjukkan korelasi genotipik yang lebih berarti dalam program pemuliaan tanaman dan dapat diartikan sebagai korelasi nilai pemuliaan dari dua karakter yang diamati. Korelasi lingkungan merupakan sisa galat yang juga memberikan kontribusi terhadap fenotipe (Nasir 2001).

Estimasi koefisien korelasi juga membantu dalam menentukan karakter-karakter yang kurang penting dalam program seleksi. Manfaat lain korelasi antarkarakter adalah dalam penerapan seleksi tidak langsung. Cara ini diterapkan bila karakter primer sulit diukur atau dievaluasi, sedangkan karakter yang lain yang berkorelasi dengan karakter primer mudah diukur dan dievaluasi atau bila karakter primer memiliki heritabilitas rendah dan karakter lain yang berkorelasi mempunyai heritabilitas tinggi (Soemartono *et al.* 1992 dalam Masnenah *et al.* 2004). Karakter hasil merupakan salah satu karakter yang bersifat kuantitatif, yang nilainya sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk lingkungan tumbuh, sehingga untuk menduga keragamannya diperlukan karakter lain (misalnya komponen hasil) yang diketahui memiliki hubungan fungsional dengan hasil (Budiarti *et al.* 2004).

Pola hubungan antara hasil dan komponen hasil dapat diketahui melalui perhitungan dengan menggunakan analisis korelasi. Metode perhitungan menggunakan analisis korelasi memiliki kelemahan, karena dapat terjadi salah penafsiran yang disebabkan oleh adanya saling interaksi antarkomponen hasil. Pengaruh tidak langsung melalui komponen lain dapat lebih berperan daripada pengaruh langsung. Selain itu, hubungan kausal (sebab-akibat) tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh metode ini. Kendala ini dapat diatasi dengan menggunakan analisis koefisien lintas (*path-coefficient analysis*) yang mampu menentukan kontribusi relatif, dari komponen hasil terhadap hasil, baik langsung maupun tidak langsung. Metode ini dapat memecahkan masalah koefisien korelasi antara masing-masing karakter yang dikorelasikan dengan hasil menjadi dua komponen, yaitu pengaruh langsung dan tidak langsung, sehingga hubungan kausal di antara karakter yang dikorelasikan dapat diketahui (Budiarti *et al.* 2004).

Analisis hubungan kausal antara karakter yang dikorelasikan dapat dianalisis dengan metode analisis koefisien lintas (*path-coefficient analysis*), masing-masing komponen yang dikorelasikan dengan hasil dapat dijelaskan dalam dua komponen, yaitu pengaruh langsung dan tidak langsung. Walaupun suatu komponen secara langsung berpengaruh dalam memberikan nilai korelasi negatif, tetapi mungkin pengaruh tidak langsungnya bernilai positif. Hal tersebut

karena pengaruhnya melalui komponen lain sangat negatif, maka kumulatif pengaruh komponen ini terhadap hasil yang terukur oleh analisis koefisien korelasi menjadi positif (Sutaryo dan Suprihatno 1999). Hipotesis penelitian yang diajukan adalah terdapat pengaruh langsung dan tidak langsung karakter morfologi yang berperan terhadap hasil biji jagung.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengidentifikasi komponen hasil yang memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan hasil jagung menggunakan metode analisis koefisien lintas.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Bajeng, Sulawesi Selatan, pada MK 2006, dari bulan Juni sampai September 2006, termasuk dua varietas pembanding (Bima 1 dan Bisi 2) (Tabel 1). Sebagai perlakuan adalah 16 genotipe jagung hibrida umur dalam, disusun dalam rancangan acak kelompok lengkap dengan empat ulangan. Petak percobaan berukuran 1,5 m x 5 m, jarak tanam 0,75 m x 0,20 m, satu tanaman per rumpun. Tanaman dipupuk dengan 150 kg urea, 200 kg SP36, 100 kg KCl/ha, diberikan pada waktu tanam di samping lubang tanam. Pupuk susulan diberikan pada saat tanaman berumur 30 HST dengan 150 kg urea/ha. Pemeliharaan tanaman, termasuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT), dilakukan secara intensif. Pengairan tanaman berasal dari air irigasi yang diberikan setiap dua minggu sekali.

Tabel 1. Calon varietas hibrida jagung umur dalam sebagai perlakuan dalam percobaan, di Kebun Percobaan Bajeng, Sulawesi Selatan, MK 2006.

Genotipe	Pedigree
N10	26 x 17
N22	21 x 17
N26	20 x 17
N39	22 x 17
N68	25 x 17
N79	30 x 17
N86	32 x 17
N87	29 x 17
N102	28 x 17
N130	37 x 17
N139	18 x 17
N153	23 x 17
N167	27 x 17
N226	25 x 17
Bima 1	
Bisi 2	

Data yang diamati adalah umur 50% berbunga jantan dan betina, tinggi tanaman, tinggi letak tongkol, indeks luas daun, diameter tongkol dan janggel, panjang tongkol, umur panen, berat tongkol kupasan basah, jumlah biji per tongkol, bobot 100 biji, berat biomas, indeks panen, dan hasil. Data pengukuran beberapa parameter dikumpulkan, kemudian dianalisis dengan ANOVA. Nilai heritabilitas dihitung dari estimasi varian genotipe dan lingkungan. Parameter yang berbeda nyata pada taraf 0,05 dilanjutkan dengan uji DMRT. Korelasi genotipe dan fenotipe antarparameter dihitung, kemudian dilanjutkan dengan analisis koefisien lintas (*path coefficient*) (Singh and Chaudhary 1979).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Hasil dan Hasil

Penampilan tanaman umumnya baik. Kehilangan hasil yang tinggi lebih disebabkan oleh faktor tanaman yang penutupan kelobot yang tidak sempurna, sehingga sebagian tongkol terserang hama tikus. Kelobot tongkol yang terbuka mengundang berbagai hama dan penyakit dan dapat menurunkan hasil. Menurut Takdir (2006), hibrida-hibrida ini sebelumnya telah diuji di Kebun Percobaan Muneng, Jawa Timur, dan menunjukkan hasil *staygreen* 24% lebih tinggi dibanding Bisi 2. *Staygreen* adalah kondisi tanaman pada saat masak fisiologis dan tajuk di atas tongkol masih hijau sehingga bisa digunakan sebagai pakan ternak. Tetua hibrida merupakan ekstraksi dari plasma nutfah Balitsereal sebagai tetua betina. Tetua jantan yakni Mr14 adalah galur SW3-3, dikembangkan dari populasi Suwan 3 yang merupakan galur penguji terbaik saat ini. Hibrida umur dalam mempunyai umur panen lebih dari 100 hari. Arah pemuliaan ke depan diupayakan untuk merakit hibrida umur dalam yang mempunyai potensi hasil tinggi dan toleran kekeringan.

Genotipe yang umur berbunga betinanya relatif cepat yakni N68 (59 HST) berbeda nyata dengan genotipe lainnya, sebaran data umumnya kecil dengan standar deviasi 0,85 (Tabel 2). Umur berbunganya umumnya seragam dengan kisaran antara 59-61 HST. Tinggi tanaman berkisar antara 212-243 cm. Tinggi tanaman maksimal genotipe N22 berbeda nyata dengan genotipe lainnya. Genotipe yang ditanam di bagian pinggir dekat tanaman *border*, cenderung lebih pendek dan cepat berbunga dibanding tanaman bagian tengah. Hal ini tampaknya dipengaruhi oleh penerimaan cahaya matahari bagi tanaman. Tanaman yang terletak di tengah relatif lebih tinggi karena lebih banyak memperoleh cahaya matahari. Menurut Gardner *et al.* (1991), seluruh daun jagung menyumbang sebagian hasil asimilasinya ke biji. Letak tongkol hampir sama dengan setengah rata-rata tinggi tanaman. Penampilan tanaman umumnya ideal, karena tongkol berada tepat di pertengahan. Asimilat terakumulasi dengan baik dari tajuk bagian atas maupun bawah. Batang bagian bawah

Tabel 2. Hasil dan komponen hasil 16 genotipe jagung hibrida umur dalam, KP Bajeng, MK 2006.

Genotipe	Umur berbunga betina (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Tinggi letak tongkol (cm)	Indeks luas daun	Diameter tongkol (cm)	Diameter janggel (cm)	Panjang tongkol (cm)
N10	60 bcd	222 bc	109 cdef	3,51 abc	5,20 abc	3,32 bc	18,97 ab
N22	60 abcd	243 a	117 bc	3,57 ab	5,08 bcde	3,16 de	18,87 ab
N26	59 efg	212 c	95 g	2,96 d	5,30 a	3,54 a	18,16 abc
N39	59 efg	226 bc	99 fg	3,10 cd	5,08 cde	3,13 de	18,72 ab
N68	58 g	224 bc	110 cdef	3,29 abcd	5,09 bcde	3,25 cd	19,13 ab
N79	60 ab	234 ab	113 bcd	3,22 abcd	5,26 abc	3,41 b	18,37 abc
N86	60 abc	211 c	100 efg	3,11 cd	4,97 de	3,08 e	18,30 abc
N87	61 a	235 ab	102 defg	3,37 abcd	4,67 f	2,96 f	19,15 ab
N102	59 def	236 ab	109 cdef	3,18 bcd	5,17 abc	3,30 bc	18,38 abc
N130	58 fg	225 bc	105 cdefg	3,10 cd	5,28 ab	3,40 b	17,10 c
N139	59 def	222 bc	113 bcd	3,17 bcd	4,95 de	3,21 cd	17,63 bc
N153	59 cde	220 bc	102 defg	3,02 d	4,92 e	3,13 de	17,92 abc
N167	59 def	219 bc	108 cdef	3,64 a	5,21 abc	3,32 bc	18,38 abc
N226	59 bcde	221 bc	112 bcde	3,29 abcd	4,97 de	3,17 de	17,82 bc
Bima 1	59 cde	242 a	123 ab	3,50 abc	5,14 abcd	3,30 bc	19,47 a
Bisi 2	60 abc	235 ab	132 a	3,03 d	4,48	2,51 g	18,34 abc
Rata-rata	59	227	109	3,25	5,05	3,20	18,42
KK (%)	0,922	4,41	6,56	8,00	2,46	2,37	5,10
r thd hasil (genotipe)	-0,4348	-0,5649**	-0,8232**	-0,8390**	-0,0883	0,1167	-1,2913
r thd hasil (fenotipe)	-0,0126	0,3007*	0,1003	0,2340	0,1092	-0,1045	0,4968**

KK: koefisien keragaman
Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 2. lanjutan.

Genotipe	Umur panen (hari)	Berat tongkol (g)	Berat kelobot (g)	Jumlah biji	Berat 100 biji (g)	Hasil (kg/ha)	Biomass (cm)	Indeks panen
N10	109 ab	289,43 abc	43,40 ab	444,20 abcd	35,68 bcd	6330,9 abc	327,13a	0,53 ab
N22	111 ab	289,83 abc	37,33 abc	445,75 abcd	36,46 bc	6422,4 abc	351,63a	0,52 ab
N26	108 b	285,18 abc	42,98 ab	377,40 d	39,57 a	7221,1 ab	339,50a	0,58 ab
N39	106 b	286,18 abc	34,65 abc	517,80 a	33,26 cde	7135,4 ab	343,00a	0,56 ab
N68	107 b	274,28 abc	32,30 abc	460,95 abc	36,40 bc	5657,7 bc	310,38a	0,55 ab
N79	110 ab	285,43 abc	46,10 a	401,15 cd	37,10 ab	5034,3 c	362,88a	0,53 ab
N86	108 b	273,05 abc	37,00 abc	452,30 abc	31,68 e	5933,9 bc	322,50a	0,51 ab
N87	109 ab	252,35 c	26,80 c	474,15 abc	31,11 e	7012,1 ab	318,63a	0,55 ab
N102	106 b	287,53 abc	33,58 abc	504,30 ab	32,81 de	6267,5 bc	286,00a	0,57 ab
N130	107 b	270,70 abc	39,08 abc	430,55 bcd	36,38 bc	8102,9 a	284,13a	0,44 ab
N139	112 ab	257,95 c	45,48 a	423,30 cd	33,06 de	6743,0 abc	293,50a	0,51 ab
N153	107 b	264,85 bc	39,20 abc	430,30 bcd	33,91 bcde	7180,4 ab	317,25a	0,56 ab
N167	107	299,08 ab	29,38 bc	503,80 ab	35,13 bcd	6072,7 bc	316,38a	0,60 a
N226	107 b	256,90 c	39,20 abc	462,75 abc	31,51 e	6638,5 abc	297,50a	0,55 ab
Bima 1	107 b	307,98 a	45,05 a	498,75 ab	33,72 cde	6423,0 abc	376,13a	0,51 ab
Bisi 2	114 a	215,88 d	35,70 abc	456,60 abc	30,87 e	6161,8 bc	286,00a	0,42 b
Rata-rata	108	274,78	37,95	455,25	34,29	6521,1	320,78	0,53
KK (%)	2,98	8,21	22,80	9,76	5,80	16,57	18,81	18,98
r thd hasil (genotipe)	-0,5819**	-0,4693*	0,1021	-0,4787*	-0,0766			
r thd hasil (fenotipe)	-0,1156	0,5101**	-0,2198	0,2435	-0,0393		-0,3217**	0,2435

KK: koefisien keragaman

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

pengangkut unsur hara ke organ daun sebagai materi fotosintesis. Daun bagian atas merupakan penerima radiasi terbesar sehingga fotosintesis maksimal terjadi di sini. Pengangkutan asimilat dari daun bagian atas maupun bawah tanaman tidak terlalu jauh sehingga potensi transportasi asimilat ke bagian *sink* lebih besar.

Nilai korelasi tersebut lebih menggambarkan keterkaitan sifat antarkarakter genotipe karena tidak melibatkan varian lingkungan. Umumnya, nilai korelasi genotipe sebanding dengan nilai korelasi fenotipe. Ada kecenderungan, jika korelasi genotipe positif maka korelasi fenotipe juga positif. Hal ini tampak pada korelasi antarkarakter komponen hasil. Namun, korelasi antara komponen hasil terhadap hasil tidak demikian. Semua korelasi komponen hasil menunjukkan nilai yang negatif terhadap hasil, kecuali diameter janggel dan berat kelobot (Tabel 2). Secara keseluruhan, nilai korelasi genotipe lebih kecil daripada korelasi fenotipe. Hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan jagung lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Seleksi akan lebih efektif melalui kendali lingkungan.

Korelasi komponen hasil yang nyata dan sangat nyata pengaruhnya terhadap hasil antara lain adalah pada parameter berat tongkol (-0,4693*), jumlah biji (-0,4787*), tinggi tanaman (-0,5649**), tinggi letak tongkol (-0,8232**), indeks luas daun (-0,8390**), dan umur panen (-0,5819**). Dari korelasi yang berbeda nyata ini dapat ditelusuri komponen hasil yang paling berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap hasil. Korelasi negatif dari komponen hasil memberikan pengertian bahwa secara genetik komponen hasil tersebut memberikan asosiasi penurunan hasil.

Analisis Lintas

Genotipe

Korelasi diameter janggel sangat nyata terhadap hasil, koefisien lintas dari pengaruh langsungnya positif (2,1695) sehingga dapat digunakan sebagai kriteria seleksi (Tabel 3). Korelasi diameter tongkol juga sangat nyata terhadap hasil, koefisien lintas dari pengaruh langsungnya negatif (-4,7686) sehingga kurang efektif digunakan sebagai kriteria seleksi. Langkah selanjutnya adalah melalui penelusuran pengaruh tidak langsung dengan koefisien lintas yang ternyata lebih besar dan positif seperti pengaruh tidak langsung pada diameter tongkol (2,0994). Kriteria seleksi yang digunakan adalah diameter tongkol melalui pengaruh tidak langsung diameter janggel.

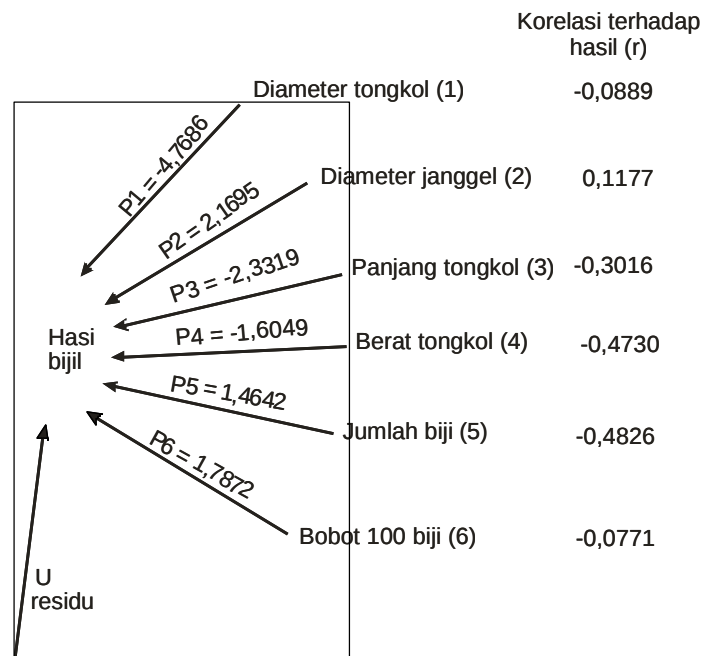
Korelasi bobot 100 biji yang sangat nyata terhadap hasil, nilai koefisien lintas pengaruh langsung (1,7872) lebih kecil dibanding salah satu pengaruh tidak langsungnya (1,8395) dari parameter diameter janggel. Seleksi dapat

Tabel 3. Pengaruh langsung (koefisien lintas genotipe) antara komponen hasil terhadap hasil genotipe jagung hibrida umur dalam dan pengaruh tidak langsung melalui komponen hasil lainnya, KP, Bajeng, MK 2006.

Pengaruh langsung komponen hasil terhadap biji	Pengaruh tidak langsung melalui komponen hasil lainnya	Koefisien
Diameter tongkol (P_1)		-4,7686
	Diameter janggel	2,0994
	Panjang tongkol	0,6220
	Berat tongkol	-1,4144
	Jumlah biji	-0,4819
	Bobot 100 biji	1,6008
Diameter janggel (P_2)		2,1695
	Diameter tongkol	-4,6146
	Panjang tongkol	0,5694
	Berat tongkol	-1,3811
	Jumlah biji	-0,5516
	Bobot 100 biji	1,5154
Panjang tongkol (P_3)		-2,3319
	Diameter tongkol	1,2719
	Diameter janggel	-0,5297
	Berat tongkol	-0,1287
	Jumlah biji	0,5153
	Bobot 100 biji	-0,0230
Berat tongkol (P_4)		-1,6049
	Diameter tongkol	-4,2024
	Diameter janggel	1,8669
	Panjang tongkol	-0,1869
	Jumlah biji	-0,0850
	Bobot 100 biji	1,2753
Jumlah biji (P_5)		1,4642
	Diameter tongkol	1,5694
	Diameter janggel	-0,8174
	Panjang tongkol	-0,8207
	Berat tongkol	0,0932
	Bobot 100 biji	-1,3099
Bobot 100 biji (P_6)		1,7872
	Diameter tongkol	-4,2712
	Diameter janggel	1,8395
	Panjang tongkol	0,0300
	Berat tongkol	-1,1453
	Jumlah biji	-1,0732

memanfaatkan karakter bobot 100 biji melalui pengaruh tidak langsung diameter janggol. Korelasi diameter tongkol nyata terhadap hasil, dan pengaruh langsungnya negatif (-4,7686), sehingga pengaruh tidak langsung melalui diameter janggol (2,0994) lebih tepat dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi. Korelasi jumlah biji juga nyata terhadap hasil, pengaruh langsungnya positif (1,4642) dibanding koefisien lintas pengaruh tidak langsungnya, kecuali diameter tongkol, sehingga dapat pula dipertimbangkan sebagai kriteria seleksi. Secara keseluruhan, pengaruh langsung diameter janggol, bobot 100 biji, dan jumlah biji dapat digunakan sebagai kriteria seleksi yang efektif untuk mendukung peningkatan hasil, sedangkan parameter lainnya melalui pengaruh tidak langsung.

Apabila koefisien korelasi menunjukkan nilai hubungan timbal balik (korelatif) antara dua peubah bebas, maka koefisien lintas menunjukkan nilai pengaruh langsung dari masing-masing peubah bebas terhadap peubah 'akibat' (hasil). Pengaruh langsung dari diameter janggol, bobot 100 biji, dan jumlah biji memiliki nilai relatif cukup besar, berturut-turut $P_2 = 2,1695$, $P_6 = 1,7872$, dan $P_5 = 1,4642$ (Gambar 1). Pengaruh langsung diameter tongkol, panjang tongkol,



Gambar 1. Koefisien lintas genotipe komponen hasil (1-6) terhadap hasil 16 genotipe jagung hibrida umur dalam. KP Bajeng, MK 2006.

dan berat tongkol memperlihatkan nilai negatif, berturut-turut $P_1 = -4,7686$, $P_3 = -2,3319$, dan $P_4 = -1,6049$. Berdasarkan hasil analisis lintas diperoleh informasi bahwa karakter morfologis dan komponen hasil yang sangat berperan terhadap hasil jagung hibrida umur dalam adalah janggél, bobot 100 biji, dan jumlah biji, diikuti oleh pengaruh langsung negatif dari diameter tongkol, panjang tongkol, dan berat tongkol.

Analisis lintas komponen hasil dilakukan untuk mengetahui kriteria seleksi yang paling tepat diterapkan pada seleksi generasi selanjutnya. Menurut Basir *et al.* (1992), keterangan sidik lintas penting artinya dalam menentukan peranan sifat-sifat komponen hasil dan pertumbuhan tanaman terhadap hasil. Koefisien lintas diturunkan dari perhitungan nilai determinan korelasi semua parameter terukur, sedangkan nilai korelasi diturunkan dari kovarian masing-masing pasangan sifat dan varian melalui ANOVA.

Pengamatan yang dilakukan Jenkins (1978) menunjukkan korelasi memberikan indikasi bahwa seleksi efektif yang dibuat pada lini inbred untuk karakter yang diinginkan pada hibrida. Karakter tersebut mengindikasikan vigor pada lini tetua berasosiasi dengan peningkatan produktivitas pada hibrida. Analisis korelasi yang dibuat saat ini tidak hanya memberi gambaran hubungan antarkarakter pertumbuhan terhadap hasil, namun memberikan petunjuk seleksi yang efektif untuk perbaikan generasi selanjutnya.

Fenotipe

Nilai korelasi diameter janggél sangat nyata terhadap hasil, koefisien lintas dari pengaruh langsungnya positif (3,1261), jumlah biji (2,9211), bobot 100 biji (2,4115) dan panjang tongkol (1,3186) nyata pengaruhnya terhadap diameter tongkol (0,8353) dan indeks panen (0,4511) sehingga dapat digunakan sebagai kriteria seleksi (Tabel 4). Korelasi berat tongkol dengan hasil, koefisien lintas dari pengaruh langsungnya sangat negatif (-3,5947), sehingga kurang efektif digunakan sebagai kriteria seleksi, sedangkan pengaruh tidak langsungnya lebih besar dan positif seperti pengaruh tidak langsung diameter janggél (2,8078), diameter janggél (2,0211), dan jumlah biji (1,4899 dan 1,4513).

Secara keseluruhan, nilai korelasi genotipe lebih kecil daripada korelasi fenotipe. Hal ini menunjukkan bahwa penampilan jagung lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

Koefisien korelasi panjang tongkol sangat nyata dengan nilai koefisien lintas positif. Pengaruh tidak langsung jumlah biji perlu dipertimbangkan karena nilainya lebih besar. Kriteria seleksi melalui pengaruh tidak langsung adalah pada jumlah biji. Koefisien lintasan pengaruh langsung dan tidak langsung jumlah biji dapat dipertimbangkan karena selisihnya sangat kecil. Selain itu, parameter panjang tongkol sebagai pengaruh langsung lebih kuat daripada

Tabel 4. Pengaruh langsung (koefisien lintas fenotipe) antara komponen hasil terhadap hasil jagung hibrida umur dalam dan pengaruh tidak langsung melalui komponen hasil lainnya, KP Bajeng, MK 2006.

Pengaruh langsung komponen hasil terhadap biji	Pengaruh tidak langsung melalui komponen hasil lainnya	Koefisien
Diameter tongkol (P_1)		0,8353
	Diameter janggel	2,8078
	Panjang tongkol	0,1218
	Berat tongkol	-2,8133
	Jumlah biji	0,3189
	Bobot 100 biji	0,2574
	Indeks panen	0,0548
Diameter janggel (P_2)		3,1261
	Diameter tongkol	0,7503
	Panjang tongkol	0,0157
	Berat tongkol	-2,3240
	Jumlah biji	-0,3052
	Bobot 100 biji	0,1086
	Indeks panen	0,0324
Panjang tongkol (P_3)		1,3186
	Diameter tongkol	0,0771
	Diameter janggel	0,0371
	Berat tongkol	-2,1144
	Jumlah biji	1,4513
	Bobot 100 biji	0,3488
	Indeks panen	-0,0071
Berat tongkol (P_4)		-3,5947
	Diameter tongkol	0,6537
	Diameter janggel	2,0211
	Panjang tongkol	0,7756
	Jumlah biji	1,4899
	Bobot 100 biji	0,3445
	Indeks panen	0,0715
Jumlah biji (P_5)		2,9211
	Diameter tongkol	0,0912
	Diameter janggel	-0,3266
	Panjang tongkol	0,6551
	Berat tongkol	-1,8335
	Bobot 100 biji	-0,7759
	Indeks panen	0,0411
Bobot 100 biji (P_6)		2,4115
	Diameter tongkol	0,0892
	Diameter janggel	0,1407
	Panjang tongkol	0,1907
	Berat tongkol	-0,5136
	Jumlah biji	-0,9398
	Indeks panen	-0,0129
Indeks panen (P_7)		0,4511
	Diameter tongkol	0,1015
	Diameter janggel	0,2243
	Panjang tongkol	-0,0209
	Berat tongkol	-0,5694
	Jumlah biji	0,2663
	Bobot 100 biji	-0,0689

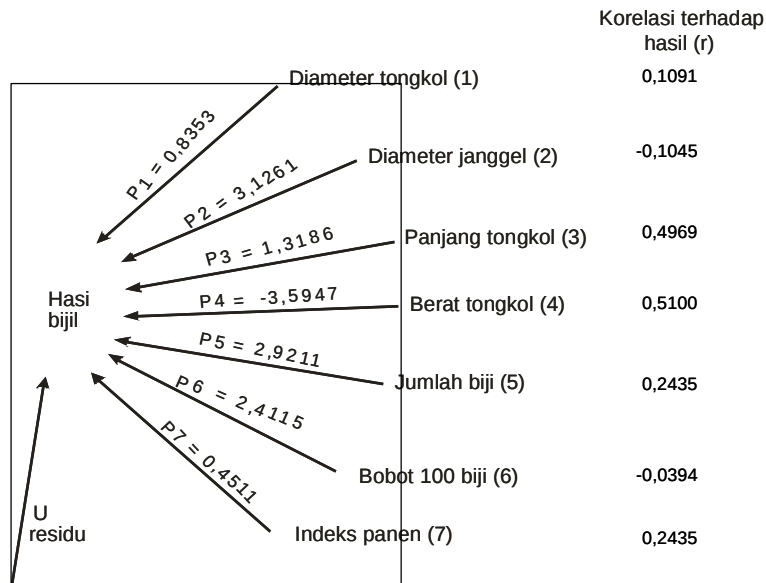
pengaruh tidak langsung, keduanya dapat diperhitungkan sebagai kriteria seleksi.

Panjang tongkol merupakan panjang barisan biji tanpa menghitung tongkol yang tidak ditumbuhi biji. Umumnya, makin panjang tongkol makin banyak jumlah biji dan hasil tetap meningkat dengan mengabaikan biji kosong di tengah tongkol. Menurut Gardner (1991), jumlah biji dipengaruhi oleh jumlah bunga yang muncul, jumlah bunga yang diserbuki, dan jumlah bunga yang bernas yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan pada saat permulaan pembungaan dan penyerbukan.

Untuk parameter berat tongkol, pengaruh langsungnya negatif dan sangat nyata, sehingga dilakukan penelusuran terhadap komponen lain seperti diameter janggel. Diameter janggel yang besar berpotensi memiliki bunga majemuk yang lebih banyak yang kemudian membentuk barisan biji yang lebih banyak pula. Jumlah bunga dikendalikan secara genetik, sedangkan pembungaan dan ukuran biji lebih banyak dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Ada kecenderungan bahwa peningkatan besaran diameter janggel diikuti oleh peningkatan diameter tongkol, demikian sebaliknya. Dengan demikian, diameter janggel ikut memberikan kontribusi terhadap peningkatan hasil biji.

Berdasarkan hasil analisis lintas beberapa komponen hasil terhadap hasil diperoleh kriteria seleksi yang cukup efektif melalui pengaruh tidak langsung jumlah biji dan diameter janggel, karena nilai pengaruh langsungnya lebih kecil.

Pengaruh langsung dari diameter janggel, jumlah biji, bobot 100 biji, panjang tongkol, diameter tongkol, dan indeks panen memiliki nilai relatif besar, berturut-turut $P_2 = 3,1261$, $P_5 = 2,9211$, $P_6 = 2,4115$, $P_3 = 1,3186$, $P_5 = 0,8353$, dan $P_7 = 0,4511$ (Gambar 2). Pengaruh langsung berat tongkol, memperlihatkan nilai negatif, $P_4 = -3,5947$. Berdasarkan hasil analisis lintas fenotipe diperoleh informasi bahwa karakter morfologis dan komponen hasil yang sangat berperan terhadap hasil jagung hibrida umur dalam adalah diameter janggel, jumlah biji, bobot 100 biji, panjang tongkol, diameter tongkol, dan indeks panen.



Gambar 2. Koefisien lintas jalur fenotipe komponen hasil (1-7) terhadap hasil 16 genotipe jagung hibrida umur dalam. KP Bajeng, MK 2006.

KESIMPULAN

1. Analisis lintas terhadap beberapa peubah komponen hasil terhadap hasil jagung hibrida umur dalam memperkuat analisis korelasi biasa dan dapat juga mengukur pengaruh langsung komponen hasil serta dapat mengidentifikasi komponen hasil yang berperan penting terhadap hasil.
2. Pengaruh langsung diameter janggal, bobot 100 biji, dan jumlah biji dapat digunakan sebagai kriteria seleksi genotipe.
3. Pengaruh langsung diameter janggal, jumlah biji, bobot 100 biji, panjang tongkol, diameter tongkol, dan indeks panen dapat digunakan sebagai kriteria seleksi fenotipe.
4. Secara umum, seleksi secara visual di lapang untuk memilih galur jagung umur dalam pada generasi awal adalah dengan memperhatikan diameter janggal, berat biji, dan jumlah biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Basir, M., A. Rosmalasari, dan H. Muslimah. 1992. Analisis lintasan dan koefisien korelasi lima sifat kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dengan menggunakan regresi berganda. Agrikam VII(1):13-18.

- Budiarti S.G., Y.R. Rizki, dan Y.W.E. Kusumo. 2004. Analisis koefisien lintas beberapa sifat pada plasma nutfah gandum (*Triticum Aestivum* L.) koleksi Balitbiogen. *Zuriat* XV(1):31-40.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop* (Fisiologi tanaman budidaya, alihbahasa: H. Susilo). UI Press, Jakarta.
- Jenkins, M.T. 1978. Maize breeding during the development and early years of hybrid maize. *Maize Breeding and Genetics*. John Wiley and Sons, Inc. Canada.
- Masnenah, E., Murdaningsih H.K., R. Setiamihardja, W. Astika, dan A. Baihaki. 2004. Korelasi beberapa karakter morfologi dengan ketahanan tanaman kedelai terhadap panyakit karat. *Zuriat* XV(1).
- Nasir, M. 2001. *Pengantar pemuliaan tanaman*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Singh, R.K. and Chaudhary. 1979. *Biometrical method in quantitative genetic analysis*. Kalyani Publishers, New Delhi.
- Sutaryo, B. dan B. Suprihatno. 1999. Evaluasi standard heterosis hasil dan analisis koefisien lintasan komponen hasil beberapa kombinasi padi hibrida turunan galur mandul jantan IR58025A. *Jurnal Penelitian Pertanian XVIII* (1):15-23.

Evaluasi Daya Hasil Jagung Hibrida pada Lingkungan Kekeringan

Sri Sunarti, Amin Nur, dan Andi Takdir M.
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Peningkatan produksi jagung dapat diupayakan melalui penggunaan varietas hibrida. Uji daya hasil perlu dilakukan untuk mendapatkan hibrida berdaya hasil tinggi pada kondisi lingkungan kekeringan. Penelitian dilakukan di KP Bajeng, Sulawesi Selatan, MK 2005. Materi yang digunakan adalah 50 hibrida dengan empat pembandingan (Bima 1, Bisi 2, NK33, Srikandi Kuning 1). Perlakuan kekeringan dilakukan pada saat tanaman berumur 42 HST dengan cara menghentikan pemberian air sampai tanaman berumur 72 HST. Penelitian disusun mengikuti pola rancangan latis sederhana 6 x 9 dengan tiga ulangan. Jarak tanam 75 x 20 cm, tiap entri ditanam dua baris sepanjang 5 m. Hibrida-hibrida yang diuji mempunyai potensi hasil dengan kisaran 3,09-6,96 t/ha. Hibrida N-165 mempunyai potensi hasil tertinggi dan toleran terhadap kekeringan. Terdapat dua hibrida yang berpotensi hasil tinggi lainnya yaitu N-79 dan N-127 dan memiliki toleransi kekeringan yang cukup baik.

PENDAHULUAN

Peluang perluasan areal tanam jagung pada lahan kering masih cukup besar. Luas lahan kering di Indonesia meliputi 23 juta ha dengan luas lahan yang potensial untuk pengembangan sekitar 3,2 juta (Saenong *et al.* 2002).

Kekeringan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan tanaman. Masa kritis tanaman jagung terhadap kekurangan air adalah pada waktu berbunga sampai pengisian biji, dan hasilnya dapat berkurang sampai 22%. Tanaman jagung sangat sensitif terhadap kekeringan pada periode satu minggu sebelum sampai dua minggu setelah pembungaan (Grant *et al.* 1989). Tanaman jagung yang mengalami kekeringan pada periode pertumbuhan tersebut akan mengalami percepatan pematangan bunga jantan, tetapi terlambat pematangan bunga betina sehingga pembungaan tidak sinkron (Hallauer and Russel 1980; Edmeades *et al.* 2000). Karena itu pemuliaan jagung toleran kekeringan memiliki arti penting (Slamet 1994). Dalam upaya memenuhi kebutuhan jagung yang terus meningkat diperlukan varietas unggul berdaya hasil tinggi dan toleran kekeringan.

Varietas hibrida berdaya hasil relatif lebih tinggi dibanding varietas bersari bebas. Sejauh ini, varietas unggul yang dilepas belum ada yang toleran kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji daya hasil galur-galur hibrida pada kondisi lingkungan kekeringan.

TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian dilakukan di KP Bajeng, MK 2005. Materi yang digunakan adalah 50 kandidat hibrida dengan pembandingan Bima 1, Bisi 2, NK 33, dan Srikandi Kuning 1. Perlakuan kekeringan diberikan pada saat tanaman berumur 42 HST dengan cara menghentikan pemberian air, sampai tanaman berumur 72 HST.

Rancangan yang digunakan adalah latis sederhana 6 x 9 dengan dua ulangan. Jarak tanam 75 x 20 cm, tiap entri ditanam dua baris sepanjang 5 m, dua biji per lubang. Penjarangan segera dilakukan pada 10 HST. Pupuk diberikan dua kali, yaitu saat tanam 100 kg urea, 200 kg SP36, 100 kg KCl/ ha dan pada saat tanaman berumur 30 hari diberikan 200 kg urea/ha.

Karakter yang diamati adalah hasil per tanaman, aspek tanaman, tinggi tanaman, jumlah tanaman panen, umur berbunga jantan, umur berbunga betina, kandungan klorofil daun bendera dan daun di atas tongkol, jumlah tongkol panen, tinggi letak tongkol, diameter tongkol, panjang tongkol, jumlah baris biji per tongkol, bobot 100 biji, kadar air saat panen, dan skor penutupan kelobot.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pada kondisi cekaman kekeringan menunjukkan bahwa genotipe yang dievaluasi masing-masing memberikan reaksi yang sama terhadap cekaman kekeringan pada beberapa karakter, tetapi beberapa karakter lainnya menunjukkan tanggapan yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh keragaman genetik dari genotipe yang dievaluasi. Pertumbuhan dan komponen hasil yang berbeda nyata di antaranya tinggi tanaman, umur berbunga, jumlah tongkol panen, tinggi letak tongkol, diameter dan panjang tongkol (Tabel 1).

Kisaran hasil jagung hibrida yang diuji adalah 3,09-6,96 t/ha, sedangkan varietas pembandingan masing-masing 3,31 t/ha Bisi 2, 3,83 t/ha Srikandi Kuning 1, 4,37 t/ha Bima 2, dan 5,02 t/ha NK33. Hasil ini tergolong normal dalam kondisi kekeringan. Potensi hasil hibrida pada lingkungan normal mencapai 8-9 t/ha (Dahlan dan Sugijatni 1991). Pengalaman CIMMYT (Banziger *et al.* 2000) dalam seleksi untuk kekeringan dengan mengevaluasi galur atau famili dengan cekaman pada waktu berbunga atau pengisian biji (cekaman sedang)

Tabel 1. Analisis ragam hasil dan komponen hasil jagung hibrida pada lingkungan kekeringan. Kebun Percobaan Bajeng, MK 2005.

Variabel	Rata-rata	Kuadrat tengah genotipe	KK (%)	BNT 0,05
Hasil	217,06	0,118 ^{tn}	17,6	0,61
Skor tanaman (PA)	2,12	0,049 ^{tn}	10,34	0,36
Tinggi tanaman (cm)	208,64	552,33*	9,27	31,30
Jumlah tanaman panen	39,37	73,34	18,52	11,81
Interval <i>anthesis silking</i> (ASI)	2,06	0,23	19,05	0,65
Umur berbunga jantan (hari)	56,08	2,678**	2,05	1,86
Umur berbunga betina (hari)	58,14	2,473**	1,92	1,81
Klorofil daun bendera	43,19	44,09 ^{tn}	15,36	10,74
Klorofil daun tongkol	44,12	71,27 ^{tn}	20,26	14,47
Jumlah tongkol panen	33,43	62,647*	19,06	10,32
Tinggi letak tongkol (cm)	108,40	409,59**	14,05	24,65
Diameter tongkol (cm)	4,10	0,259*	10,18	0,68
Panjang tongkol (cm)	15,51	4,092**	9,03	2,27
Jumlah baris/tongkol	13,49	2,16 ^{tn}	7,42	1,62
Skor kelobot (HC)	2,04	0,03 ^{tn}	9,34	0,31
Skor tongkol (EA)	2,18	0,075 ^{tn}	12,86	0,45
Kadar air (%)	22,99	14,046**	12,14	4,52

* = berpengaruh nyata, ** = berpengaruh sangat nyata, tn = berpengaruh tidak nyata

memberikan hasil 30-60% dari hasil lingkungan normal. Jika kekeringan terjadi pada waktu berbunga sampai panen, hasilnya hanya 15-30% dari lingkungan normal. Terdapat 10 hibrida yang memiliki hasil lebih tinggi dibanding NK33. Hibrida-hibrida tersebut berpotensi untuk dievaluasi lebih lanjut guna mendapatkan hibrida toleran kekeringan.

Hibrida N-165 memiliki potensi hasil tertinggi dan lebih tinggi dibandingkan dengan Bima 2, Bisi 2, NK33 dan Srikandi Kuning 1. Tingkat hasil hibrida N-165 terhadap Bima 1, Bisi 2, NK33 dan Srikandi kuning masing-masing 159%, 110%, 139% dan 182% (Tabel 2).

Hasil yang tinggi dari hibrida N-165 didukung oleh komponen hasil yang lebih baik dari hibrida pembandingan (Tabel 3). Bobot 100 biji tertinggi hibrida N-165 rata-rata 7,57 g dengan kadar air rata-rata 26,7% (Tabel 5). Salah satu parameter toleransi terhadap kekeringan adalah interval *anthesis* dan *silking* (ASI) yang rendah. Semakin tinggi ASI semakin rendah hasil karena tidak terjadi sinkronisasi pembungaan. Hibrida N-165 memiliki ASI dua hari dan kandungan klorofil pada daun bendera dan daun tongkol tinggi. Hal ini memberikan indikasi bahwa dengan interval yang kecil mempengaruhi sinkronisasi pembungaan dan memungkinkan pengisian biji akan sempurna. Tinggi tanaman 210 cm dan tinggi letak tongkol 115 cm, letak posisi tongkol berada pada pertengahan tanaman. Salah satu kriteria ideotipe tanaman jagung adalah letak tongkol berada seperdua dari tinggi tanaman sehingga tahan rebah.

Tabel 2. Rata-rata hasil jagung hibrida (t/ha) dan persentase hasil terhadap varietas pembanding pada kondisi lingkungan kekeringan. Kebun Percobaan Bajeng, MK 2005.

No	Genotipe	Hasil (t/ha)	% Bima 1	% Bisi 2	% NK33	% SK
1	N-165	6,96	159	210	39	82
2	N-79	6,18	141	187	123	161
3	N-127	6,07	139	183	121	158
4	N-175	5,65	129	171	13	148
5	N-142	5,43	124	164	108	142
6	N-85	5,37	123	162	107	140
7	N-161	5,27	121	159	105	138
8	N-73	5,19	119	157	103	136
9	N-131	5,16	118	156	103	135
10	N-49	5,09	117	154	101	133
11	N-220	5,00	114	151	100	131
12	N-72	4,86	111	147	97	127
13	N-116	4,82	110	146	96	126
14	N-84	4,74	108	143	94	124
15	N-191	4,70	108	142	94	123
16	N-70	4,70	108	142	94	123
17	N-161	4,61	106	139	92	120
18	N-78	4,55	104	137	91	119
19	N-130	4,54	104	137	90	119
20	N-165	4,49	103	136	89	117
21	N-143	4,46	102	135	89	116
22	N-155	4,45	102	135	89	116
23	N-73	4,38	100	132	87	114
24	N-77	4,36	100	132	87	114
25	N-85	4,36	100	132	87	114
26	N-144	4,31	99	130	86	113
27	N-117	4,26	98	129	85	111
28	N-84	4,22	96	127	84	110
29	N-72	4,10	94	124	82	107
30	N-230	4,04	92	122	80	105
31	N-49	3,97	91	120	79	104
32	N-164	3,94	90	119	79	103
33	N-130	3,89	89	117	77	101
34	N-144	3,77	86	114	75	99
35	N-153	3,68	84	111	73	96
36	N-171	3,68	84	111	73	96
37	N-230	3,68	84	111	73	96
38	N-170	3,65	84	110	73	95
39	N-170	3,63	83	110	72	95
40	N-78	3,60	82	109	72	94
41	N-127	3,53	81	107	70	92
42	N-79	3,53	81	107	70	92
43	N-191	3,50	80	106	70	91
44	N-131	3,46	79	105	69	90
45	N-167	3,30	76	100	66	6
46	N-70	3,27	75	99	65	85
47	N-125	3,23	74	98	64	84
48	N-124	3,20	73	97	64	84
49	N-164	3,12	71	94	62	82
50	N-169	3,09	71	93	62	81

Tabel 3. Nilai beberapa karakter galur-galur jagung hibrida pada kondisi lingkungan kekeringan.

No	Genotipe	PA	TTan	#Tan Pnn	ASI	UBJ	UBB	KIDB	KLDT	#TklPnn
1	N-49	2,00	213,7	37,7	2,0	56,0	58,0	41,9	39,4	36,7
2	N-70	2,17	210,0	34,3	2,0	56,0	58,0	39,0	42,2	32,0
3	N-72	2,33	222,0	43,0	2,0	56,0	58,0	42,2	45,1	39,7
4	N-73	2,17	233,3	42,3	2,3	55,7	58,0	44,6	39,5	36,3
5	N-78	2,00	184,0	45,7	2,3	54,7	57,0	39,0	43,2	35,3
6	N-79	2,00	228,3	44,7	2,7	55,3	58,0	43,4	37,3	44,0
7	N-84	2,00	218,3	45,3	2,3	55,3	57,7	45,0	46,3	36,7
8	N-85	2,17	218,3	44,0	2,3	55,0	57,3	39,9	38,8	41,0
9	N-117	2,17	211,7	45,3	2,0	56,3	58,3	45,0	40,4	37,7
10	N-125	2,17	196,7	32,7	2,0	56,7	58,7	40,2	41,9	33,7
11	N-127	2,17	225,0	43,0	2,0	55,7	57,7	38,4	40,5	36,0
12	N-130	2,17	218,3	33,3	2,0	56,0	58,0	42,9	43,0	32,3
13	N-131	2,17	220,0	40,7	2,3	54,7	57,0	37,9	46,4	38,7
14	N-142	2,33	221,7	41,7	2,0	55,7	57,7	45,9	49,7	38,3
15	N-143	2,17	208,3	44,3	2,0	54,0	56,0	46,8	45,4	38,7
16	N-144	2,17	206,7	29,7	2,0	55,7	57,7	43,2	42,0	31,0
17	N-155	2,00	216,7	31,7	2,0	55,3	57,3	40,1	44,6	31,0
18	N-161	2,00	221,7	41,0	2,3	57,0	59,3	41,2	39,6	39,3
19	N-164	2,17	225,0	32,0	2,0	56,7	58,7	37,4	36,4	34,3
20	N-165	2,00	207,0	35,7	2,3	56,0	58,3	42,0	37,5	36,0
21	N-167	2,00	202,3	33,7	2,0	55,0	57,0	43,8	46,1	29,7
22	N-170	2,00	220,0	40,7	2,0	55,7	57,7	42,1	46,8	33,7
23	N-171	2,33	205,0	43,0	1,7	56,3	58,0	36,6	41,5	29,7
24	N-191	2,17	183,0	35,7	2,3	55,0	57,3	44,3	46,1	36,7
25	N-230	2,50	211,7	28,0	2,0	55,3	57,3	49,5	50,8	27,0
26	N-49	2,00	191,7	37,0	2,0	56,0	58,0	42,9	44,6	29,7
27	N-70	2,00	208,3	41,0	2,0	57,3	59,3	39,6	43,6	32,3
28	N-72	2,33	216,7	44,7	2,0	56,7	58,7	47,8	45,2	31,0
29	N-73	2,00	215,0	42,7	2,3	56,0	58,3	43,0	38,6	37,3
30	N-77	2,00	188,3	33,3	2,0	55,3	57,3	46,9	49,9	29,7
31	N-78	2,33	186,7	40,0	2,0	55,7	57,7	50,6	51,9	28,0
32	N-79	2,17	220,0	43,0	1,3	56,7	58,0	47,5	46,6	27,0
33	N-84	2,33	231,0	43,3	2,0	57,3	59,3	49,3	45,4	33,3
34	N-85	2,00	201,7	39,0	2,0	56,3	58,3	47,2	46,7	30,3
35	N-116	2,00	216,7	41,7	2,0	58,3	60,3	46,9	42,0	38,0
36	N-124	2,17	210,0	35,7	2,3	57,3	59,7	45,6	43,4	25,7
37	N-127	2,33	226,7	44,3	2,0	55,3	57,3	44,8	47,5	38,3
38	N-130	2,00	202,0	41,0	2,0	56,0	58,0	41,9	44,1	26,7
39	N-131	2,00	200,7	42,7	1,7	55,7	57,3	37,8	43,1	31,7
40	N-144	2,00	193,3	45,0	2,0	55,0	57,0	46,2	44,3	34,0
41	N-153	2,17	204,0	37,3	2,3	56,3	58,7	47,2	49,6	32,7
42	N-161	2,17	210,0	44,0	2,3	57,3	59,7	38,4	44,1	33,3
43	N-164	2,17	203,7	41,7	2,0	58,7	60,7	42,4	40,5	31,7
44	N-165	2,00	210,0	32,7	2,0	55,7	57,7	49,2	48,0	38,0
45	N-169	2,00	187,7	43,7	2,0	58,0	60,0	44,9	48,0	26,7
46	N-170	2,00	197,3	43,3	2,0	56,3	58,3	48,0	44,2	27,0
47	N-175	2,17	220,0	32,7	2,0	56,3	58,3	48,7	48,7	32,3
48	N-191	2,17	168,3	35,0	1,7	56,3	58,0	45,4	52,4	29,3
49	N-220	2,00	195,3	43,3	1,7	56,3	58,0	43,3	62,8	41,3
50	N-230	2,17	211,7	38,3	2,0	56,0	58,0	37,9	41,2	28,0

Tabel 3. Lanjutan.

No	Genotype	PA	TTan	#Tan Pnn	ASI	UBJ	UBB	KIDB	KLDT	#TklPnn
51	Bima-2	2,00	207,0	42,7	2,3	55,3	57,7	35,9	35,7	33,7
52	Bisi-2	2,00	199,0	30,7	2,0	57,7	59,7	38,5	35,6	23,7
53	NK33	2,00	196,7	44,3	1,3	57,0	58,3	37,9	38,0	37,7
54	SK	2,17	218,3	33,0	3,0	55,0	58,0	44,3	46,0	31,3
	Rata-rata	2,12	208,6	39,4	2,1	56,1	58,1	43,2	44,1	33,4
	MS	0,05	552,3*	73,3	0,2	2,7**	2,5**	44,0	71,3	62,6*
	% KK	10,34	9,3	18,5	19,1	2,1	1,9	15,4	20,3	19,1
	LSD 0,5	0,36	31,3	11,8	0,7	1,9	1,8	10,7	14,5	10,3

Keterangan:

PA = Plant aspect (aspek tanaman)

TTan = Tinggi tanaman (cm)

#TanPnn = Jumlah tanaman panen

ASI = Anthesis silking interval

UBJ = Umur berbunga jantan (hari)

UBB = Umur berbunga betina (hari)

KIDB = Kandungan klorofil daun bendera (gr/cm²)KIDT = Kandungan klorofil daun tongkol (gr/cm²)

#TklPnn = Jumlah tongkol panen

Jumlah tongkol panen hibrida N-165 sebanyak 38 buah dengan ukuran tongkol lebih besar dibanding Bisi 2, NK33, dan Srikandi Kuning 1. Jumlah baris biji per tongkol juga lebih banyak dari Bima 1 dan Bisi 2, rata-rata 13,3 baris. Hibrida N-165 memiliki ukuran tongkol yang seragam, pengisian biji yang baik, dan kelobot menutup dengan rapat. Ukuran tongkol yang lebih besar, seragam, dan jumlah baris yang lebih banyak diharapkan berkorelasi positif terhadap hasil.

Hibrida berpotensi hasil tinggi selain N-165 adalah N-79 dan N-127 masing-masing 6,18 t/ha dan 6,07 t/ha. Kandungan klorofil pada daun bendera dan daun tongkol N-79 lebih rendah dibanding hibrida lainnya, yaitu 43,4 dan 37,3 (Tabel 4). Hibrida N-79 mampu memproduksi tinggi dengan kandungan klorofil yang rendah. Hibrida N-79 berpotensi dikembangkan pada lahan kering, karena memiliki efisiensi fotosintesis yang tinggi dan ASI 2,7 hari. Nilai ASI -1,0 sampai + 3,0 memberikan hasil yang maksimal pada tanaman jagung (Beck *et al.* 1996)

Hibrida-hibrida yang mempunyai bobot 1.000 biji tinggi memberikan hasil yang tinggi pula. Hal ini dapat dilihat pada hibrida N-165, N-79, N-127, N-175, N-142, N-85, N-73, N-161, N-49, dan N-131. Jumlah tongkol panen berkisar antara 24-44 buah dengan tanaman panen rata-rata 28-46 tanaman. Umumnya hibrida-hibrida yang diuji berpenampilan baik, letak tongkol pada pertengahan tanaman, dengan tinggi tanaman rata-rata 208,6 cm dan tinggi letak tongkol rata-rata 108,4 cm, ukuran tongkol seragam, dan kelobot menutup dengan baik.

Tabel 4. Rata-rata beberapa karakter galur-galur hibrida pada kondisi lingkungan kekeringan.

No	Genotipe	PA	TTan	#Tan Pnn	ASI	UBJ	UBB	KIDB	KLDT	#TklPnn
1	N-49	2,0	213,7	37,7	2,0	56,0	58,0	41,9	39,4	36,7
2	N-70	2,2	210,0	34,3	2,0	56,0	58,0	39,0	42,2	32,0
3	N-72	2,3	222,0	43,0	2,0	56,0	58,0	42,2	45,1	39,7
4	N-73	2,2	233,3	42,3	2,3	55,7	58,0	44,6	39,5	36,3
5	N-78	2,0	184,0	45,7	2,3	54,7	57,0	39,0	43,2	35,3
6	N-79	2,0	228,3	44,7	2,7	55,3	58,0	43,4	37,3	44,0
7	N-84	2,0	218,3	45,3	2,3	55,3	57,7	45,0	46,3	36,7
8	N-85	2,2	218,3	44,0	2,3	55,0	57,3	39,9	38,8	41,0
9	N-117	2,2	211,7	45,3	2,0	56,3	58,3	45,0	40,4	37,67
10	N-125	2,2	196,7	32,7	2,0	56,7	58,7	40,2	41,9	33,7
11	N-127	2,2	225,0	43,0	2,0	55,7	57,7	38,4	40,5	36,0
12	N-130	2,2	218,3	33,3	2,0	56,0	58,0	42,9	43,0	32,3
13	N-131	2,2	220,0	40,7	2,3	54,7	57,0	37,9	46,5	38,7
14	N-142	2,3	221,7	41,7	2,0	55,7	57,7	45,9	49,7	38,3
15	N-143	2,2	208,3	44,3	2,0	54,0	56,0	46,8	45,4	38,7
16	N-144	2,2	206,7	29,7	2,0	55,7	57,7	43,2	42,0	31,0
17	N-155	2,0	216,7	31,7	2,0	55,3	57,3	40,1	44,6	31,0
18	N-161	2,0	221,7	41,0	2,3	57,0	59,3	41,2	39,6	39,3
19	N-164	2,2	225,0	32,0	2,0	56,7	58,7	37,4	36,4	34,3
20	N-165	2,0	207,0	35,7	2,3	56,0	58,3	42,0	37,5	36,0
21	N-167	2,0	202,3	33,7	2,0	55,0	57,0	43,8	46,1	29,7
22	N-170	2,0	220,0	40,7	2,0	55,7	57,7	42,1	46,8	33,7
23	N-171	2,3	205,0	43,0	1,7	56,3	58,0	36,6	41,5	29,7
24	N-191	2,2	183,0	35,7	2,3	55,0	57,3	44,3	46,1	36,7
25	N-230	2,5	211,7	28,0	2,0	55,3	57,3	49,5	50,8	27,0
26	N-49	2,0	191,7	37,0	2,0	56,0	58,0	42,9	44,6	29,7
27	N-70	2,0	208,3	41,0	2,0	57,3	59,3	39,6	43,6	32,3
28	N-72	2,3	216,7	44,7	2,0	56,7	58,7	47,8	45,2	31,0
29	N-73	2,0	215,0	42,7	2,3	56,0	58,3	43,0	38,6	37,3
30	N-77	2,0	188,3	33,3	2,0	55,3	57,3	46,9	49,9	29,7
31	N-78	2,3	186,7	40,0	2,0	55,7	57,7	50,6	51,9	28,0
32	N-79	2,2	220,0	43,0	1,3	56,7	58,0	47,5	46,6	27,0
33	N-84	2,3	231,0	43,3	2,0	57,3	59,3	49,3	45,4	33,3
34	N-85	2,0	201,7	39,0	2,0	56,3	58,3	47,2	46,7	30,3
35	N-116	2,0	216,7	41,7	2,0	58,3	60,3	46,9	42,0	38,0
36	N-124	2,2	210,0	35,7	2,3	57,3	59,7	45,6	43,4	25,7
37	N-127	2,3	226,7	44,3	2,0	55,3	57,3	44,8	47,5	38,3
38	N-130	2,0	202,0	41,0	2,0	56,0	58,0	41,9	44,1	26,7
39	N-131	2,0	200,7	42,7	1,7	55,7	57,3	37,8	43,1	31,7
40	N-144	2,0	193,3	45,0	2,0	55,0	57,0	46,2	44,3	34,0
41	N-153	2,2	204,0	37,3	2,3	56,3	58,7	47,2	49,6	32,7
42	N-161	2,2	210,0	44,0	2,3	57,3	59,7	38,4	44,1	33,3
43	N-164	2,2	203,7	41,7	2,0	58,7	60,7	42,4	40,5	31,7
44	N-165	2,0	210,0	32,7	2,0	55,7	57,7	49,2	48,0	38,0
45	N-169	2,0	187,7	43,7	2,0	58,0	60,0	44,9	48,0	26,7
46	N-170	2,0	197,3	43,3	2,0	56,3	58,3	48,0	44,2	27,0
47	N-175	2,2	220,0	32,7	2,0	56,3	58,3	48,7	48,7	32,3
48	N-191	2,2	168,3	35,0	1,7	56,3	58,0	45,4	52,4	29,3
49	N-220	2,0	195,3	43,3	1,7	56,3	58,0	43,3	62,8	41,3
50	N-230	2,2	211,7	38,3	2,0	56,0	58,0	37,9	41,2	28,0
51	Bima 2	2,0	207,0	42,7	2,3	55,3	57,7	35,9	35,7	33,7
52	Bisi 2	2,0	199,0	30,7	2,0	57,7	59,7	38,5	35,6	23,7
53	NK33	2,0	196,7	44,3	1,3	57,0	58,3	37,9	38,0	37,7
54	SK	2,2	218,3	33,0	3,0	55,0	58,0	44,3	46,0	31,3

Tabel 5. Rata-rata beberapa karakter galur hibrida pada kondisi cekaman kekeringan.

No	Genotipe	TTkl	DTkl	PTkl	#Brs/Tkl	Bbt100	HC	EA
1	N-49	123,3	4,2	16,2	14,0	5,3	2,0	2,0
2	N-70	110,7	4,1	15,1	13,7	3,3	2,0	2,2
3	N-72	114,0	3,8	13,9	12,9	5,2	2,0	2,3
4	N-73	130,7	3,7	14,8	14,0	4,6	2,0	2,3
5	N-78	91,7	3,5	12,9	11,9	3,7	2,0	2,2
6	N-79	115,7	4,6	14,4	13,9	6,7	2,0	2,2
7	N-84	134,0	3,9	17,4	14,5	4,8	2,0	2,2
8	N-85	118,0	4,1	16,9	14,8	5,6	2,0	2,2
9	N-117	107,3	4,4	15,3	14,3	4,4	2,2	2,2
10	N-125	105,0	4,1	13,5	13,6	3,4	2,0	2,3
11	N-127	130,0	3,7	13,1	13,3	3,5	2,0	2,5
12	N-130	110,0	4,5	14,3	13,7	4,7	2,0	2,3
13	N-131	111,0	4,3	15,0	13,2	5,3	2,0	2,0
14	N-142	117,7	4,3	15,4	15,3	5,7	2,0	2,0
15	N-143	98,3	4,2	16,2	14,8	4,4	2,0	2,2
16	N-144	107,3	4,1	15,5	14,7	3,8	2,0	2,2
17	N-155	123,0	3,7	15,9	12,0	4,6	2,0	2,0
18	N-161	122,3	3,6	15,4	13,9	5,6	2,0	2,0
19	N-164	115,0	4,2	14,6	14,0	4,3	2,0	2,3
20	N-165	125,0	4,4	14,9	13,3	4,8	2,0	2,5
21	N-167	114,7	4,0	15,4	14,5	3,4	2,0	2,7
22	N-170	114,3	3,9	15,8	13,6	3,6	2,0	2,0
23	N-171	108,3	3,9	14,2	12,7	3,7	2,0	2,3
24	N-191	100,3	3,7	14,9	13,7	4,7	2,0	2,0
25	N-230	105,0	4,2	16,3	14,0	4,2	1,8	2,0
26	N-49	98,3	4,1	15,0	12,9	4,2	2,0	2,3
27	N-70	101,7	4,4	15,9	13,9	5,2	2,2	2,2
28	N-72	111,7	4,1	16,5	12,7	4,5	2,2	2,3
29	N-73	115,0	4,3	16,4	14,8	5,6	2,2	2,3
30	N-77	91,7	4,2	15,6	14,5	4,7	2,0	2,2
31	N-78	86,7	4,4	16,0	13,3	4,9	2,0	2,0
32	N-79	105,0	4,5	14,9	14,5	3,8	2,2	2,3
33	N-84	101,7	3,7	16,8	13,2	4,5	2,2	2,2
34	N-85	105,0	4,2	16,6	14,0	4,7	2,3	2,0
35	N-116	114,0	3,9	14,3	12,3	5,2	2,0	2,0
36	N-124	103,3	4,1	15,0	13,1	3,5	2,0	2,2
37	N-127	130,7	3,7	15,3	13,6	6,4	2,2	2,0
38	N-130	108,3	4,3	14,2	12,5	4,2	2,0	2,3
39	N-131	95,0	4,1	14,1	13,9	3,7	2,2	2,3
40	N-144	85,0	4,0	15,3	13,3	4,6	2,0	2,2
41	N-153	91,7	4,5	17,7	13,2	3,8	2,0	2,0
42	N-161	101,7	4,5	17,9	13,7	5,0	2,0	2,2
43	N-164	100,0	4,0	14,6	12,8	3,4	2,0	2,0
44	N-165	115,0	4,4	16,1	13,3	7,6	2,0	2,0
45	N-169	95,0	4,2	16,6	12,5	3,5	2,0	2,3
46	N-170	95,7	4,2	15,8	12,4	3,9	2,3	2,2
47	N-175	102,7	4,6	18,6	13,6	6,1	2,3	2,0
48	N-191	110,7	3,6	16,1	12,0	3,6	2,0	2,0
49	N-220	100,0	4,5	16,3	13,3	5,1	2,0	2,2
50	N-230	106,7	3,6	16,8	12,0	4,0	2,0	2,2
51	Bima 2	115,0	4,3	16,6	13,2	4,6	2,0	2,2
52	Bisi 2	120,0	3,8	15,7	11,6	3,6	2,0	2,0
53	NK33	86,7	4,1	14,4	13,5	5,5	1,8	2,2
54	SK	107,3	4,2	15,1	14,3	4,0	2,0	2,2

Tabel 5. Lanjutan.

No Genotype	TTkl	DTkl	PTkl	#Brs/Tkl	Bbt1000	HC	EA
Rata-rata	108,4	4,1	15,5	13,5	4,6	2,0	2,2
MS	409,6**	0,3*	4,1**	2,2	2,6	0,0	0,1
% KK	14,1	10,2	9,0	7,4	36,5	9,3	12,9
LSD 0,5	24,7	0,7	2,3	1,6	2,7	0,3	0,5

Keterangan:

PA = Plant Aspect (aspek tanaman)

Ttan = Tinggi tanaman (cm)

#TanPnn = Jumlah tanaman panen

ASI = Anthesis Silking Interval

UBJ = Umur berbunga jantan (hari)

UBB = Umur berbunga betina (hari)

KIDB = Kandungan klorofil daun bendera (gr/cm²)KIDT = Kandungan klorofil daun tongkol (gr/cm²)

#TklPnn = Jumlah tongkol panen

TTkl = Tinggi tongkol (cm)

DTkl = Diameter tongkol (cm)

PTkl = Panjang tongkol (cm)

#Brs/Tkl = Jumlah baris per tongkol

Bobot 100 = Bobot 100 biji (g)

HC = Husk Cover (aspek kelobot)

EA = Ear aspect (aspek tongkol)

SK = Srikandi Kuning 1

KESIMPULAN

1. Hibrida N-165 memiliki potensi hasil yang tinggi pada lingkungan kekeringan.
2. Hibrida N-79 dan N-127 potensial dikembangkan pada lingkungan kering.

DAFTAR PUSTAKA

- Banziger M.S., Mugo, and G.O. Edmeades. 2000. Breeding for drought tolerance in tropical maize-conventional approach and challenges to molecular approaches. *In* J.M. Ribaut and D. Poland (*Eds.*). Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water limited environment, a strategic planning workshop. El Batan, Mexico, 21-25 June 1999. CIMMYT, p.69-72.
- Beck, D., J. Betran, M. Banzinger, G. Edmeades, R.M. Ribaut, M. Wilcox, S.K. Vasal, and A. Ortega. 1996. Progress in developing drought and low soil nitrogen tolerance in maize. Annual Corn & Sorghum Research Conference. p.51-89.

- Dahlan, M. and S. Slamet. 1991. Pemuliaan tanaman jagung. Makalah Simposium Pemuliaan I Perhimpunan Pemuliaan Indonesia (PERIPI) Jatim, Malang, 27-28 Agustus 1991.
- Edmeades, G.O., J. Balanos, A. Elings, J.M. Ribaut, M. Banziger, and M.E. Westgate. 2000. The role and regulation of the anthesis silking interval in maize. p.254-262. *In* M. E. Westgate and K.J. Boote (Eds.) Physiology and modeling in kernel set in maize. CIMMYT, Mexico D.F., Mexico.
- Grant, R.F., B.S. Jackson J.R. Kiniry, and G.F Arkin. 1989. Water deficit timing effect on yield components in maize. *Agron. J.* 81: 61-65.
- Hallauer, A.R. dan W.A. Russel. 1980. Hibridization of crop plants. W.R. Fehr & H.H. Hodley (Eds). The A Society of Agronomy, USA. 299-312.
- Saenong, S., F. Kasim, W. Wakman, I.U. Firmansyah, dan M. Akil. 2002. Inovasi teknologi jagung. Balitsereal, Maros. 1-18.
- Vasal, S.K. and D.P. Baldos. 1998. Hybrid maize technology: past, present and future. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitsereal, Maros.

Percepatan Penyediaan dan Distribusi Benih Jagung Berbasis Komunitas Petani

Sania Saenong¹ dan J. Rachman Hidayat²

¹Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRAK

Sejak jagung varietas Manado Kuning dilepas sebelum tahun 1945 dengan potensi hasil hanya 1,1 t/ha, hingga tahun 2006 jagung varietas bersari bebas yang telah dilepas di Indonesia mencapai 40 varietas, 38 di antaranya dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian. Potensi hasil varietas unggul yang telah dilepas dari tahun ke tahun meningkat, hingga pada periode 2005-2006 mencapai 6,5-8,5 t/ha. Dari sejumlah varietas unggul baru (VUB) yang telah dilepas tersebut, yang diadopsi petani masih terbatas, karena itu penggunaan varietas lokal oleh petani masih tinggi, yaitu 73,3% pada periode 1985-86, 56% pada periode 1992-93, dan 42,9% pada tahun 2005. Komposit varietas unggul dewasa ini mencapai 20,1%, varietas unggul lama 1,6% dan hibrida 35,4%. Sampai tahun 2003, Balitsereal hanya mendistribusikan benih penjenis (BS) ke BBI di setiap propinsi, kemudian diperbanyak oleh BBI menjadi benih dasar (BD), benih pokok (BP) oleh BBU, kemudian menjadi benih sebar (BR) oleh para penangkar yang sudah terdaftar. Jalur tersebut masih kurang memadai, karena masih banyak petani yang meregenerasi benih dengan alasan masih sulit mengakses benih. Karena itu diperlukan jalur alternatif percepatan distribusi VUB dengan pembentukan penangkar benih berbasis komunitas, terutama di pedesaan. Dengan cara demikian petani dapat mengakses benih secara tepat waktu, tepat varietas, tepat kualitas dan kuantitas, tepat lokasi, dan harga terjangkau. Hasil penelitian di Sulawesi Selatan, Nusatenggara Barat, Nusatenggara Timur, Kalimantan Selatan, dan Sumatera Barat dengan memanfaatkan kearifan lokal menunjukkan bahwa petani cukup respon untuk mengadopsi VUB yang ditangkarkan dan seluruh hasil yang diperoleh sebagian besar langsung diserap oleh petani di lingkungan komunitasnya, bahkan ke luar desa/kabupaten, atas bantuan Dinas Pertanian dan BPTP setempat.

PENDAHULUAN

Varietas unggul introduksi, baik bersari bebas maupun hibrida telah memberikan kontribusi terhadap peningkatan produktivitas atau produksi jagung nasional. Namun, adopsi dari varietas-varietas introduksi tersebut berjalan lambat, sebagaimana terbukti dari pangsa varietas introduksi terhadap penyebaran varietas unggul pada periode 1986-1987, baru mencapai 27%

(Subandi *et al.* 1988), dan meningkat menjadi 44% pada tahun 1993 (CIMMYT 1994). Nugraha dan Subandi (2002) melaporkan bahwa di 19 propinsi yang telah disurvei, jumlah varietas unggul yang digunakan petani telah mencapai 75% yang terdiri atas 48% bersari bebas dan 27% hibrida. Namun data sebaran varietas jagung di Indonesia pada tahun 2005 menunjukkan bahwa adopsi varietas unggul baru komposit baru mencapai 20,1%, komposit unggul lama 1,6%, hibrida 35,36% dan varietas lokal 42,9%. Menurut Kasryno (2002), relatif lambannya peningkatan areal pertanaman jagung di Indonesia antara lain disebabkan oleh sistem perbenihan yang berjalan lambat dibandingkan dengan sistem perbenihan padi. Ini berarti 42,9% areal pertanaman jagung di Indonesia masih menggunakan varietas lokal yang secara umum daya hasilnya rendah (sekitar 2 t/ha), sehingga perlu diganti dengan varietas unggul baru sesuai preferensi petani. Sebagian besar petani masih meregenerasi benih varietas unggul lama, seperti Manado Kuning dan Metro yang masing-masing dilepas pada tahun 1945 dan 1956, tanpa manajemen produksi benih yang benar, sehingga potensi hasilnya dapat menurun. Hal tersebut dilakukan karena petani masih sulit mengakses benih sebar (BR), baik dari segi varietas yang diinginkan, jumlah, kualitas, maupun ketepatan waktu distribusi.

Dalam periode 2000-2006 Badan Litbang Pertanian telah melepas empat varietas jagung hibrida dengan potensi hasil 9,0-11,0 t/ha dan delapan varietas jagung bersari bebas dengan potensi hasil 6,5-8,5 t/ha (Tabel 1). Setiap varietas mempunyai karakter spesifik, sehingga pilihan petani menjadi lebih beragam. Varietas unggul jagung rakitan Balitsereal yang telah dilepas disajikan pada Tabel 1. Namun sampai pada periode 2003, varietas-varietas tersebut belum berkembang luas di tingkat petani.

Tabel 1. Varietas unggul jagung komposit dan hibrida yang dihasilkan Balitsereal.

Varietas	Tahun dilepas	Potensi hasil (t/ha)	Umur panen (hari)	Ketahanan penyakit bulai	Keunggulan spesifik
Komposit/bersari bebas					
Gumarang	2000	8,0	82	Agak toleran	Umur genjah
Kresna	2000	7,0	90	Agak toleran	Umur sedang
Lamuru	2000	7,6	95	Agak toleran	Toleran kekeringan
Palakka	2003	8,0	95	Toleran	-
Sukmaraga	2003	8,5	105	Toleran	Toleran
kemasaman					
Srikandi Kuning 1	2004	7,9	110	Rendah	Protein bermutu
Srikandi Putih 1	2004	8,1	110	Rendah	Protein bermutu
Anoman 1	2006	6,5	103	Agak peka	Biji warna putih
Hibrida					
Semar 10	2001	9,0	97	Agak toleran	Biomass tinggi
Bima 1	2001	9,0	97	Agak toleran	<i>Stay green</i>
Bima 2 Bantimurung	2006	11,0	100	Agak toleran	<i>Stay green</i>
Bima 3 Bantimurung	2006	10,0	100	Toleran	<i>Stay green</i>

Varietas jagung unggul bersari bebas seperti Lamuru dan Sukmaraga sangat diminati oleh petani di Blora (Jateng), NTT, Sulsel, Gorontalo, dan NTB, Sukmaraga disenangi oleh sebagian petani di Sumbar dan Kalsel, Srikandi Putih di NTT, dan Srikandi Kuning di Sulteng.

Untuk dapat mengakses benih unggul, beberapa kelompok tani berusaha memproduksi benihnya. Namun pengetahuan dan keterampilan mereka dalam memproduksi benih masih perlu ditingkatkan, baik dari segi teknik produksi, maupun pengolahan/sortasi dan penyimpanan. Fakta menunjukkan bahwa penampilan karakter tanaman dari varietas unggul yang baru dilepas cukup beragam sehingga perlu sosialisasi dalam upaya mempertahankan mutu genetik dari benih yang dihasilkan. Dengan demikian perlu pembinaan para kelompok tani yang berminat melalui pemberdayaan penangkar benih di pedesaan. Sosialisasi juga perlu dilakukan kepada para staf BPTP, Dinas Pertanian, dan BPSB dalam identifikasi penampilan karakter tanaman agar kualitas genetik yang telah dicapai dapat dipertahankan lebih lama. Para kelompok penangkar benih dapat bermitra dengan BPTP selain pembinaan oleh BPSB, agar mutu benih sebar yang dihasilkan lebih baik dan diproduksi sesuai dengan kebutuhan petani di lingkungan komunitasnya. Dengan demikian petani dapat memperoleh benih tepat waktu dengan kualitas yang baik, jumlah yang cukup, varietas yang sesuai, dan harga yang terjangkau.

PENDEKATAN PENANGKARAN BENIH BERBASIS KOMUNITAS

Dalam upaya percepatan penyediaan dan distribusi jagung berbasis komunitas petani telah dilakukan penelitian dengan pendekatan secara komprehensif yang diawali dari: (1) identifikasi kinerja perbenihan dan masalah perbenihan, baik teknis maupun nonteknis (kelembagaan) dan persepsi petani terhadap pengembangan varietas unggul baru termasuk cara memperoleh benihnya; (2) identifikasi sumber daya yang ada, sumber daya alam, ketersediaan fasilitas pendukung, dan sumber daya manusia; (3) cara petani setempat mengatasi kesulitan mengakses benih; (4) pembentukan penangkar benih dan dukungan kelembagaan dalam sistem produksi, pengolahan, distribusi, pemasaran dan pengendalian mutu, diikuti oleh kegiatan lapangan bersama petani tentang proses produksi; (5) menentukan komponen teknologi yang sesuai dan mudah dilaksanakan di daerah setempat, antara lain proses produksi, pengeringan, pemipilan, sortasi, pengemasan, dan distribusi, (6) menentukan kapasitas penggunaan benih, terutama di lingkungan komunitas petani setempat; dan (7) membentuk jaringan kerja dengan BPTP, Dinas Pertanian, BPSB, Balitsereal, lembaga formal dan nonformal yang dapat membantu dalam pemasaran benih yang akan dihasilkan.

PROYEKSI KEBUTUHAN BENIH JAGUNG

Sejak 1974 sampai 2003, areal panen jagung nasional berkisar antara 2,7-3,4 juta ha, sementara produktivitas meningkat dari 1,17 t/ha pada tahun 1974 menjadi 3,20 t/ha pada tahun 2003. Jika dibandingkan data antara tahun 1974 dengan 2003, maka selama 30 tahun terakhir, areal panen jagung tumbuh sebesar 25,9% sedang laju produktivitas mencapai 173,5%. Peningkatan produktivitas jagung terkait erat dengan penerapan teknologi produksi, antara lain varietas unggul baru (VUB) dan pergeseran areal pertanaman jagung ke lahan yang lebih optimal (Subandi *et al.* 2005).

Data pada tahun 2002-2005 menunjukkan luas tanam jagung berkisar antara 3.257.027-3.622.177 ha (Direktorat Serealia 2006). Pada tahun 2007, pemerintah menargetkan luas tanam 3.799.000 ha, yaitu 1.993.547 ha pada periode September-Desember, 978.194 ha, pada periode Januari-April 978.194 ha dan 827.838 ha pada periode Mei-Agustus (Ditjen Tanaman Pangan 2007). Dari luasan tersebut dibutuhkan benih sejumlah 39.871 ton pada periode September-Desember, 19.564 ton pada Januari-April, dan 16.557 ton pada Mei-Agustus, sehingga total benih yang dibutuhkan 75.992 ton. Dengan asumsi 35% dari total kebutuhan benih tersebut adalah hibrida, maka kebutuhan benih hibrida akan mencapai 26.597 ton pada tahun 2007, dan bersari bebas (VUB dan lokal) 49.395 ton.

Penyediaan benih berkualitas dari varietas unggul sangat diperlukan untuk peningkatan produktivitas. Kapasitas produksi benih dari beberapa produsen utama pada tahun 2000 baru mencapai 41.600 ton. Angka tersebut didominasi oleh jagung hibrida sebanyak 71,8% pada tahun 2000. PT Sang Hyang Seri dan PT Pertani yang telah banyak berkontribusi dalam pengadaan benih padi, juga telah berperan aktif dalam penyediaan benih jagung bersari bebas dan hibrida. Namun, pada tahun 2002, penediaannya masih rendah (hanya 675 ton jagung bersari bebas dan 500 ton hibrida) atau 1,88% dibanding total kebutuhan benih jagung pada tahun 2002 yang diperkirakan 62.421 ton dengan luas panen 3.121.056 ha (Subandi *et al.* 2005).

PRODUKSI DAN DISTRIBUSI BENIH SUMBER

Sejak terbentuknya Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) pada tahun 2003, volume produksi benih jagung di Balitsereal, baik kelas BS ataupun BD, terus meningkat (Tabel 2). Pada tahun 2004 volume produksi BS hanya 1.591,5 kg, meningkat menjadi 6.390 kg pada tahun 2005, dan pada tahun 2006 mencapai 7.940 kg. Varietas yang terbanyak diproduksi BSnya adalah Srikandi Kuning 1 pada tahun 2004, Sukmaraga tahun 2005 dan Srikandi Kuning 1 pada tahun 2006. Benih kelas BD juga diproduksi pada tahun 2005 dan 2006 untuk meng-

Tabel 2. Persediaan benih jagung BS/BD produksi 2004, 2005, dan 2006.

Varietas	Kelas	Produksi benih (kg)		
		2004	2005	2006
Bisma	BS	203	1.390	1.440
Lamuru	BS	229.5	1.320	820
Sukmaraga	BS	298	2.385	1.865
Srikandi Kuning 1	BS	556.5	460	3.105
Srikandi Putih 1	BS	105	465	375
Anoman 1	BS	199.5	370	-
Gumarang	BS	-	-	105
Arjuna	BS	-	-	230
Jumlah		1.591,5	6.390	7.940
Bisma	BD	-	780	1.425
Lamuru	BD	-	1.175	747
Sukmaraga	BD	-	945	2.725
Srikandi Kuning 1	BD	-	1.460	2.655
Srikandi Putih 1	BD	-	1.190	-
Jumlah		0	5.550	7.552
Total BS dan BD		1.591,5	11.940	15.492

Sumber: UPBS Balitsereal (*dalam Saenong et al. 2004-2006*)

antisipasi permintaan benih yang cukup tinggi seperti pada tahun-tahun sebelumnya (Tabel 3). Pada tahun 2007, volume produksi benih masih terus ditingkatkan, baik yang dilaksanakan di kebun percobaan maupun melalui jaringan kerja dengan BBI dan BPTP di beberapa propinsi.

Sejak tahun 2000, Balitsereal telah mendistribusikan BS varietas unggul baru sebanyak 1.440 ton ke berbagai propinsi, 765 kg pada tahun 2001, 985 kg pada tahun 2002, 2.760, 275 kg pada tahun 2003 (BS+BD), 472 kg pada tahun 2004, dan 985 kg pada tahun 2005 (Tabel 3). Sampai tahun 2003 Balitsereal hanya mengirim benih penjenis ke beberapa propinsi penghasil jagung (Tabel 3) terutama ke BBI tanpa diikuti oleh pemantauan penampilan keragaan varietas dalam reproduksi benih sumber tersebut. Dengan demikian perlu dilakukan ekspose varietas jagung unggul baru yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian dan sosialisasi teknologi produksi benihnya agar keluhan petani tentang heterogenitas penampilan pertumbuhan tanaman dan rendahnya daya tumbuh benih dapat teratasi. Namun sejak 2004 hingga 2007, Balitsereal mendistribusikan BS ke beberapa BPTP untuk diperbanyak menjadi BD sampai BP melalui jaringan kerja dengan Balitsereal agar dapat mempercepat distribusi benih ke penangkar di pedesaan.

Benih yang telah didistribusikan pada tahun 2005 mencakup 12 propinsi untuk varietas Lamuru, 11 propinsi untuk varietas Bisma, 10 propinsi untuk varietas Sukmaraga, 17 propinsi untuk varietas Srikandi Kuning 1, 9 propinsi untuk Srikandi Putih 1, dan 1 propinsi untuk Anoman (Tabel 4).

Tabel 3. Distribusi benih penjenis (BS) dari Balitsereal ke beberapa propinsi (BBI).

Varietas	Distribusi (kg)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Bisma	820	355	205	1471,75 ^{*)}	117,5	170,25
Lagaligo	520	80	90	3	-	-
Lamuru	-	330	360	3905,25 ^{*)}	127,5	306
Arjuna	100	-	20	52,5 ^{*)}	-	-
Gumarang	-	-	230	8,25	-	-
Krisna	-	-	80	102,25 ^{*)}	-	-
MS2	-	-	-	512 ^{*)}	-	5
Bayu	-	-	-	26	-	-
Wisanggeni	-	-	-	1,25	8,25	-
Sukmaraga	-	-	-	539,75 ^{*)}	167,5	187
Palakka	-	-	-	2	14,25	-
Kalingga	-	-	-	2	2	-
Srikandi Putih 1	-	-	-	-	-	108
Srikandi Kuning 1	-	-	-	-	35	534,5
Total	1.440	765	985	2.760,275	472	985

^{*)} Benih sumber kelas BS dan BD

Sumber: Laporan Tahunan Balitsereal, tahun 2000-2005

Tabel 4. Distribusi benih jagung bersari bebas kelas BS, 2005.

Varietas	Jumlah (kg)	Wilayah distribusi
Lamuru	306	Sumbar, Sumut, Kalteng, NTB, NTT, Maluku Utara, Sulawesi Tengah, Papua, DI Yogyakarta, Jawa Timur, Jawa Barat, Sulawesi Selatan, Lampung.
Bisma	170,25	DI Yogyakarta, Jateng, Jatim, Sulsel, Sumbar, Sumut, Jabar, Kalteng, Kalbar, Maluku Utara dan Irija Barat.
Sukmaraga	187	Sumut, Jawa Timur, Kalsel, Jateng, Sulsel, Riau, Kalbar, Kaltim, Papua, Lampung.
Srikandi Kuning 1	534,5	Sumut, Sumbar, Jabar, Sumbar, Kalteng, Maluku Utara, Gorontalo, Sulsel, Bali, Lampung, NTT, NTB, Jateng, Sulteng, NAD, Jatim, Sultra.
Srikandi Putih 1	108	Sumut, NTB, NTT, Bali, Sulsel, Jateng, Maluku Utara, Kalbar dan Jatim
Anoman	5	Jawa Tengah
Total	985	

Pada periode 2006 UPBS Balitsereal juga telah menyalurkan 822 kg BS varietas Lamuru, 642 kg varietas Sukmaraga, 316 kg varietas Bisma, 459 kg varietas Srikandi Kuning 1, 177 kg varietas Srikandi Putih 1, dan 15 kg varietas Anoman (Tabel 5).

Distribusi benih sumber kelas BS dan BD ke berbagai daerah selama tahun 2006, berturut-turut sebanyak 2.431 kg dan 2.552 kg, sedangkan selama periode 1 Januari-10 Mei 2007 untuk kelas BS 1.307,5 kg dan kelas BD sebanyak 375 kg (Tabel 5). Dengan melihat jumlah BS yang telah didistribusikan ke berbagai daerah selama tahun 2006, yang volumenya mencapai 2.531 kg dan BP 2.552 kg, dan diasumsikan semua benih tersebut digunakan untuk perbanyakan kelas benih berikutnya, dengan volume produksi 2.500 kg/ha produk BD dan 3.000 kg produk BP maka diperkirakan tersedia benih kelas BD sebanyak 316.375 kg (316,38 ton) dan kelas BP 382.800 kg (382,8 ton) di beberapa daerah.

Tabel 5. Distribusi benih sumber kelas BS dan BD untuk masing-masing varietas ke berbagai provinsi (BBI, BPTP, perorangan, pengusaha swasta, penangkar, instansi pemerintah, instansi swasta, dll) selama 2006.

Propinsi	Lamuru		Sukmaraga		Bisma		Anoman		S.Kuning		S.Putih		Arjuna	
	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD
NAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumut	-	-	20	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumbar ^{a)}	-	10	50	65	10	5	-	-	5	-	-	-	-	-
Sumsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-
Riau	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Babel	-	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jambi	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bengkulu	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lampung	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-
DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jabar	7	5	12	10	5	-	-	-	7	-	-	-	-	-
Jateng	-	5	-	-	-	5	-	-	-	-	45	100	-	-
DIY	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jatim	10	40	50	25	30	5	-	-	10	860	30	220	100	-
Kalteng	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Kalbar	30	-	195	-	10	-	-	-	40	-	10	-	-	-
Kaltim	5	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalsel	10	5	100	20	-	-	-	-	5	-	5	20	-	-
Sulut	-	30	5	30	60	-	-	-	-	295	-	120	-	-
Gorontalo	-	-	10	50	-	-	-	-	205	-	-	-	-	-
Sulteng	35	-	30	-	-	-	-	-	60	-	10	-	-	-
Sulsel	380	422	40	40	52	25	-	-	55	95	15	5	-	-
Sultra	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulbar	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bali	-	-	10	-	10	-	-	-	5	-	10	-	-	-
NTB	105	10	15	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
NTT	45	-	-	-	-	-	15	-	5	-	45	5	-	-
Maluku	150	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
Papua	-	1	-	1	4	1	-	-	2	1	2	1	-	-
Papua Barat	-	-	-	-	50	-	-	-	25	-	-	-	-	-
Jumlah	822	533	642	246	316	41	15	-	459	1261	177	471	100	-

Sumber: UPBS Balitsereal (*dalam* Saenong *et al.* 2006)

Benih tersebut juga masih dapat digunakan untuk produksi benih sampai kelas BP dan BR. Dengan demikian pada musim berikutnya (tahun 2007) dapat dihasilkan 39.946.875 kg BP dan 57.420.000 kg BR. Memperhatikan angka ini, semestinya kebutuhan benih bersari bebas 49.395 ton sudah bisa dipenuhi. Asumsi bahwa pada tahun 2008 seluruh benih tersebut akan ditanam lagi maka akan dihasilkan pertanaman kelas BR dari BP yang telah dihasilkan seluas 1.997.744 ha (hampir 2 juta ha pada awal tahun 2008) dan akan ada pertanaman jagung seluas 2.871.000 ha di Indonesia pada akhir tahun 2008. Distribusi benih sumber ke berbagai daerah disajikan pada Tabel 5 dan 6.

Namun, hal tersebut sulit direalisasikan karena belum tentu petani mau mengadopsi semua varietas yang telah ditangkarkan. Selain itu, distribusi benih ke tempat-tempat yang jauh kadang-kadang terlambat sampai di petani, dan transportasi benih ke tempat-tempat yang jaraknya cukup jauh berpengaruh terhadap vigor benih sehingga penampilan tanaman kurang optimal.

Tabel 6. Distribusi benih sumber kelas BS dan BD untuk masing-masing varietas ke berbagai provinsi (BPTP, perorangan, pengusaha swasta, penangkar, instansi pemerintah, instansi swasta, dll) pada periode 1 Januari-10 Mei 2007.

Provinsi	Lamuru		Sukmaraga		Bisma		Anoman		S.Kuning		S.Putih		Gumarang		Arjuna	
	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD	BS	BD
NAD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumut	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumbar	-	-	80	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sumsel	21	-	1	-	4	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Riau	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Babel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jambi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bengkulu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lampung	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DKI Jakarta	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	-	-
Jabar	20	-	20	10	20	-	5	-	5	10	-	-	5	-	-	-
Jateng	-	-	-	-	20	-	40	-	5	-	5	-	-	-	-	-
DIY	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jatim	15	-	15	25	100	10	-	-	10	-	10	-	5	-	60	-
Kalteng	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalbar	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaltim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kalsel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gorontalo	-	-	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sulteng	20	-	-	30	-	-	10	-	45	-	-	-	10	-	-	-
Sulsel	65	-	19,5	-	20	-	10	-	70	25	5	-	5	-	10	-
Sultra	5	-	5	-	-	-	-	-	5	120	-	50	-	-	-	-
Sulbar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NTB	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	20	-	-	-	-	-
NTT	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	-
Maluku	-	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-
Papua	5	-	5	5	-	-	5	-	10	5	5	5	5	-	5	-
Papua Barat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah	226	-	345,5	100	229	10	70	-	191	210	140	55	31	-	75	-

Sumber:UPBS Balitsereal (2007).

Penyebaran varietas unggul baru jagung tampaknya berjalan lambat. Luas tanam varietas Arjuna yang dilepas pada tahun 1980 dan Bisma pada tahun 1995, baru mencapai 62.756 ha untuk Arjuna dan 57.514 ha untuk Bisma. Demikian pula varietas Lamuru yang dilepas pada tahun 2000, baru mencapai 11.067 ha, dan varietas Kalingga yang dilepas pada tahun 1986 baru mencapai 15.443 ha (Tabel 8).

Berdasarkan permintaan pelanggan, UPBS Balitsereal setiap bulan mengirimkan benih ke berbagai provinsi, volume pengiriman terbesar terjadi pada bulan Februari, April, Mei, dan Desember, baik kelas BS maupun BD (Tabel 7).

Untuk mempercepat penyebaran benih jagung, keberhasilan distribusi benih padi melalui penangkaran lokal di pedesaan patut ditiru. Kecuali benih jagung hibrida, pasokan benih jagung bersari bebas antarpulau selama ini sering dihadapkan pada rendahnya daya tumbuh benih setelah ditanam petani, dan kurang seragamnya pertumbuhan tanaman. Jika penangkaran dilaksanakan di sekitar pengguna di pedesaan maka dapat direncanakan dengan tepat, baik volume benih maupun varietas yang dibutuhkan, dan saat dibutuhkan sehingga penangkaran dapat direncanakan dengan tepat.

Produsen benih hibrida umumnya cukup selektif dalam menentukan pemasaran benih. Mereka biasanya memilih lokasi dengan risiko kegagalan yang rendah, antara lain pada lahan sawah irigasi MK I, sawah tadah hujan MK I

Tabel 7. Distribusi benih penjenis (BS) dan benih dasar (BD) beberapa varietas jagung tahun 2006.

Jenis varietas	Distribusi (kg)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agst	Sept	Okt	Nop	Des
Benih Penjenis												
Lamuru	100	45	50	280	90	125	42	100	0	31	114.5	220
Sukmaraga	15	45	15	155	185	30	12	50	135	31	61	445
Bisma	30	10	20	75	85	50	16	20	10	5	51	0
Anoman/MS-2	0	0	0	0	0	0	10	0	5	20	1	0
Srikandi Kuning-1	0	5	20	80	200	85	14	5	50	22	15.5	10
Srikandi Putih-1	0	5	15	25	40	40	52	0	0	6	4	10
Arjuna	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80
Jumlah	145	110	120	615	600	330	146	175	200	115	267	765
Benih Dasar												
Lamuru	5	47	5	70	260	40	36	60	0	0	3	0
Sukmaraga	0	55	30	0	115	25	1	10	10	0	34	415
Bisma	5	0	0	0	5	10	1	20	0	0	4	0
Srikandi -K1	0	875	0	260	50	20	1	50	0	25	37	5
Srikandi P1	0	200	15	120	110	20	1	5	0	5	52	0
Jumlah	10	1177	50	450	540	115	40	145	10	30	130	420

Data: UPBS Balitsereal 2006 (*dalam Saenong et al.* 2006)

Tabel 8. Penyebaran varietas jagung komposit di Indonesia pada MT 2005/06.

Varietas/ tahun pelepasan	Luas tanam		Daerah penyebaran dominan	Jumlah daerah penyebaran (propinsi)
	(ha)	(%)		
Arjuna (1980)	62.756	38,42	Jatim, lampung, Sulteng, Sulsel, dan Sumut	22
Bisma (1995)	57.514	35,21	Jatim, Sulteng, Sulut, Sumut dan Lampung	21
Kalingga (1986)	15.443	9,45	Sulut, Sulteng, NTT, Jateng, dan Riau	11
Lamuru (2000)	11.067	6,77	Gorontalo, Sulsel, Sulteng, Lampung dan NTT	13
Harapan (1964)	6.070	3,72	NTT, Jatim, Jabar, Sumbar, dan Sumsel	5
Kresna (2000)	3.751	2,30	Sulteng, NTT, Sumbar, dan NTB	4
Sukmaraga (2003)	1.641	1,00	Lampung, Sultra, Gorontalo, Kalsel, dan Jabar	7
Gumarang (2000)	107	0,07	NTT dan Kalbar	2
Palakka (2003)	45	0,03	Lampung	1
Lagaligo (1996)	44	0,03	Sulsel	1
Srikandi (2004)	32	0,02	Sumbar dan Maluku	2
Jumlah	163.359	100,00		

Sumber: Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan 2006. setelah diolah

dengan pompanisasi, dan lahan kering dengan distribusi hujan yang cukup. Para petani di lahan kering dengan periode hujan yang singkat antara lain di sebagian besar wilayah NTB dan NTT memerlukan jagung bersari bebas yang toleran kekeringan dan berumur genjah seperti Lamuru, untuk mengatasi risiko kegagalan panen.

Demikian pula di wilayah lahan masam, petani memerlukan varietas yang toleran kemasaman tanah, antara lain Sukmaraga. Dalam produksi benih jagung bersari bebas, orientasi produksi tidak sekadar lulus sertifikasi, tetapi bagaimana penangkar bisa menyediakan benih yang setelah disimpan beberapa bulan daya tumbuhnya masih tetap tinggi dengan pertumbuhan yang cepat dan merata. Dengan demikian, diseminasi varietas unggul baru, perlu diikuti oleh sosialisasi teknologi produksi benihnya, termasuk penampilan varietas, sortasi, prosesing, pengepakan dan penyimpanan agar benih dapat diterima petani pengguna dalam kondisi yang prima.

PRODUKSI DAN DISTRIBUSI DARI PENANGKARAN BENIH BERBASIS KOMUNITAS

Luas areal penangkaran di beberapa propinsi, jumlah benih, dan volume distribusi benih yang dihasilkan dari penangkaran benih berbasis komunitas dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Penangkaran untuk menghasilkan benih pokok (BP) varietas jagung bersari bebas di beberapa propinsi, MK 2004-2007.

Varietas	Kabupaten, propinsi	Luas lahan (ha)	Hasil benih per lokasi ka 11% (t)	Jumlah benih yang tersalur (t)	Keterangan
Lamuru	Lombok- Timur, NTB (2004)	3,26	10,55	10,55	Tersalur di kelompok dan beberapa desa/kecamatan di NTB
	Lombok- Timur, NTB (2005)	2,0	3,15	3,15	
	Lombok- Timur, NTB (2006)	1,0	1,80	1,80	
	Kupang Timur, NTT (2006)	1,0	4,26	1,2	Dijual keluar kabupaten sisanya ditanam Sisanya dipakai kelompok Terjual semua Terjual semua Sisanya dipakai kelompok
	Blora, Jawa Tengah (2004)	1,80	2,60	0,65	
	TakalarSulsel (2004)	2,0	9,64	9,64	
	SoppengSulsel (2006)	1,0	3,69	3,69	
	Pangkep,Sulsel (2005)	1,80	4,12	1,45	
Jumlah		13,86	39,81	32,13	
Sukmaraga	Lampung Tengah, Lampung (2004)	1,59	4,50	4,50	Ditanam kelompok Dipasarkan ke Kalteng sisanya ditanam kelompok Dipasarkan Oleh Dinas Kalsel Digunakan di Prima Tani dan Dinas Sisanya untuk ditanam kelompok
	Tanah Laut, Kalsel (2005)	3,0	1,99	1,00	
	Plaihari, Tanah Laut Kalsel (2007)	2,0	2,8	2,8	
	Pasaman Barat, Sumbar (2007)	1,0	2,4	2,4	
	Pangkep, Sulawesi-Selatan(2004)	1,70	4,90	1,66	
Jumlah		9,29	17,59	12,36	
Anoman	Blora, Jawa Tengah	1,50	2,50	0,50	Sisanya untuk konsumsi Seluruhnya terdistribusi ke kabupaten lainnya Ke dinas pertanian 2,2, sisanya ditanam kelompok
Jumlah		1,50	2,50	0,50	
Srikandi	Naibonat, NTT (2006)	1,0	2,55	2,55	
	Donggala, Sulteng (2007)	1,0	4,0	2,25	
Jumlah		2,0	6,55	4,73	

a) Hasil biji (t/ha) berdasarkan plot ubinan (10 m x 10 m).

Sumber: Laporan Tahunan Pemantapan dan Produksi Benih Berbasis Komunitas (*dalam* Saenong *et al.* 2004-2006)

Takalar, Soppeng, dan Pangkep (Sulawesi Selatan)

Pembinaan penangkaran diawali dengan sosialisasi varietas Lamuru pada tahun 2001 dengan penanaman seluas 1 ha melalui kerja sama dengan BPTP. Kemudian pada tahun 2002 Balitsereal melaksanakan ekspose beberapa VUB jagung bersari bebas dan hibrida di lokasi yang sama, lalu dilanjutkan dengan kegiatan penelitian penangkaran benih seluas 2 ha pada tahun 2003-2004, atas kerja sama dengan Dinas Pertanian dan BPSB. Kelompok tani setempat juga berminat menangkarkan benih Lamuru sehingga penangkaran menjadi 30 ha pada tahun 2003, dan berkembang lagi menjadi 40 ha pada tahun 2004. Dengan demikian kelompok tani tersebut dapat mendistribusikan benih sebar ke pengguna (di dalam dan di luar Sulawesi Selatan). Sebanyak 57 ton pada tahun 2003 dan 92,5 ton pada tahun 2004. Namun yang tercatat dalam Tabel 9 hanya produksi benih hasil kerja sama penelitian penangkaran dengan Balitsereal pada tahun 2004. Hingga saat ini, kelompok tani tersebut menjadi penangkar benih Lamuru dan pemasarannya bekerjasama dengan swasta dan BUMN (Perum SHS), sehingga benih yang dihasilkan tidak hanya di Sulawesi Selatan tetapi juga ke Gorontalo, Kaltim, NTB dan NTT pada periode 2004-2005. Di Kabupaten Soppeng, benih yang dihasilkan oleh kelompok penangkar pada tahun 2006 hanya dipasarkan di Sulawesi Selatan. Keuntungan yang diperoleh dari penangkaran benih adalah Rp 1.116/kg di Takalar dengan harga jual benih Rp 3.500/kg. Benih yang diproduksi di Kabupaten Pangkep dilaksanakan oleh kelompok tani Bonto Lamungan di lahan sawah tadah hujan di Desa Mandalle, Kecamatan Mandalle. Hasil penangkaran benih Lamuru dari luasan 1,80 ha adalah 4,12 ton pada ka 10-11% (Tabel 9).

Lombok Timur (NTB)

Benih diproduksi oleh penangkar benih Daya Makmur di Sambelia, Lombok Timur, NTB yang mendistribusikan 10,55 ton benih sebar (8.837 ton hasil penangkaran di lahan irigasi di Labuan Pandang dan 1,713 ton dihasilkan di Kurbian) ke berbagai desa/kecamatan lain, bahkan ke kabupaten lain yaitu ke Kabupaten Dompu, Sumbawa, Lombok Tengah, Lombok Barat. Sebanyak 10,55 t benih Lamuru kelas BP (ka10-11%) dihasilkan dari lahan seluas 3,26 ha, dengan hasil benih rata-rata 3,24 t/ha (Tabel 9). Bahkan pada tahun 2005 telah terbentuk satu tambahan kelompok penangkar di Desa Masbage yang dapat memasok kebutuhan benih Lamuru ke kecamatan lainnya pada kabupaten yang sama pada Nopember 2005. Keuntungan yang diperoleh penangkar di Sambelia NTB adalah Rp 2.500/kg dengan harga jual Rp 5.000/kg. Pada periode yang sama, jaringan kerja dengan BBU Sambelia, mereka juga memproduksi dan memasarkan benih dasar (BD) sebanyak 11,228 ton untuk para penangkar benih yang di Lombok Timur. Benih kelas BD tersebut telah ditangkarkan lagi oleh para penangkar baru yang terbentuk di lokasi lainnya untuk memenuhi

kebutuhan benih jagung di NTB (Balitsereal 2004). Benih hasil panen tersebut sudah tersalurkan semua. Dalam pemasarannya, mereka dibantu oleh PPL setempat. Selain itu, promosi benih Lamuru juga dilakukan dengan cara menitipkan sebanyak 1,0 ton di beberapa Kios Saprotan di Lombok Timur.

Dengan adanya kemudahan petani mengakses benih jagung unggul dengan kualitas yang baik, jumlah yang cukup, tepat waktu, dan harga yang terjangkau oleh petani), maka adopsi varietas unggul akan lebih cepat yang pada gilirannya dapat meningkatkan produktivitas dan produksi sehingga pendapatan petani meningkat. Selain itu, penangkaran benih dapat menyerap tenaga kerja di pedesaan.

Kupang Timur (NTT)

Dalam upaya mempercepat pengembangan varietas unggul di NTT, Balitsereal bekerjasama dengan pihak terkait mengembangkan sistem perbenihan berbasis komunitas. Penangkaran benih berbasis komunitas adalah penangkaran benih di pedesaan yang dilaksanakan dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan benih di lingkungan komunitasnya.

Untuk mempercepat diseminasi varietas unggul baru, pada tahun 2002 Balitsereal telah mengirim benih Lamuru, Kresna, Lagaligo, dan Kalingga ke BBI NTT, namun yang berkembang hanya Lamuru dan Kalingga. Pada tahun 2003 kerja sama dilaksanakan dengan BPTP NTT dan Dinas Pertanian dalam memproduksi benih dasar varietas Kresna dan menghasilkan benih 504 kg. Benih telah didistribusikan ke beberapa wilayah pengembangan jagung di NTT, namun Kresna kurang berkembang walaupun umurnya genjah. Pada tahun 2004 NTT mendapat bantuan benih Sukmaraga dan Lamuru dari Direktorat Perbenihan. Nampaknya varietas Lamuru lebih disukai petani dibanding Sukmaraga karena lebih toleran kekeringan. Pada tahun 2005 telah diproduksi benih varietas Lamuru dengan kelas BD pada lahan seluas 1 ha di BBI bekerjasama dengan Dinas Pertanian NTT, dan 1 ha di KP Naibonat. Benih yang diperoleh dari kegiatan ini adalah 4,2 t/ha di BBI, 2,8 t/ha di KP Naibonat, dan dipasarkan sebagai benih sumber untuk memproduksi benih pokok (BP) di 15 kabupaten di NTT. Selain itu pada tahun yang sama (2005) juga diproduksi benih varietas Srikandi Putih 1 kelas BP di KP Naibonat pada lahan seluas 1,50 ha dan benih yang dihasilkan 5,2 ton, telah didistribusikan untuk menghasilkan kelas benih sebar (BR). Pada tahun 2006 juga telah diproduksi benih dasar Srikandi Putih 1 di KP Naibonat dan Lamuru di BBI Tarus NTT. Benih dasar varietas Srikandi Putih 1 sejumlah 2.535 kg yang dihasilkan di KP Naibonat telah disalurkan ke: a) Kab.TTS 1.000 kg, b) Kab. Sumba Timur 1.000 kg, c) Kab. Sumba Barat 50 kg, d) Kab.Belu 260 kg, e) Kab. Kupang 200 kg, dan f) untuk ditanam lagi menjadi benih kelas BP di KP Naibonat sejumlah 25 kg. Benih Lamuru yang dihasilkan di BBI Tarus NTT pada periode yang sama didistribusikan

sejumlah 1.450 kg: a) Kab. Belu 210 kg, b) Flores Timur 30 kg, c) Kab. Kupang 950, d) Sumba Timur 200, e) Kab. Rotendau 60 kg. Distribusi benih ke berbagai kabupaten tersebut memberikan indikasi bahwa benih yang ditangkarkan cepat menyebar ke wilayah pedesaan di NTT yang masih didominasi oleh varietas lokal.

Di NTT 86,9% pertanaman jagung dipanen pada periode Januari-April, 12,1% pada periode Mei-Agustus, dan sisanya (1,0%) pada periode September-Desember. Musim hujan yang relatif singkat dengan curah hujan tergolong rendah menyebabkan petani pada agroekosistem lahan kering umumnya menanam jagung sekali dalam setahun. Secara tradisional (turun-temurun) petani dapat mengatasi masalah ketersediaan benih dengan menyimpan jagung berkelobot di atas para-para dapur. Dengan cara demikian mereka dapat menanam jagung tepat waktu. Begitu hujan cukup, petani langsung menanam karena pada awal musim hujan lahan telah siap tanam. Sejauh ini petani di NTT umumnya menggunakan benih yang diproduksi dan disimpan sendiri di dapur mereka (digantung pada para-para). Dalam kondisi demikian, setelah disimpan selama dua tahun benih jagung masih bisa tumbuh. Mereka umumnya menyimpan benih selama satu tahun. Masalah yang dihadapi petani dalam adopsi varietas unggul baru adalah masih sulitnya mengakses benihnya secara tepat waktu, terutama pada wilayah-wilayah terpencil. Para petani mengharapkan benih telah tersedia sebelum datang hujan, agar dapat menanam tepat waktu untuk menjamin pertumbuhan tanaman.

Panyipatan dan Plaihari (Kalimantan Selatan)

Benih diproduksi oleh Kelompok Tani Mekar Sari pada tahun 2005 di lahan kering masam di Desa Bumi Asih, Kecamatan Panyipatan, Kab. Tanah Laut dan di Desa Sumser Mulia, Kab. Plaihari, Kab. Tanah Laut pada tahun 2006/07. Benih (ka 10%) yang dihasilkan di Panyipatan tergolong rendah (0,66 t/ha) karena sebagian dimakan kera dan babi hutan. Selain itu, tanaman tercekam kekeringan karena pompa air yang ada rusak (Tabel 9). Benih hasil panen dari penangkaran tahun 2004/05 (awal MH) sebagian dipasarkan oleh Kelompok Tani Mekar Sari yang dibantu oleh BPTP dan Diperta Kalimantan Selatan. Sebanyak 1.000 kg benih digunakan untuk pengembangan jagung Sukmaraga di lahan petani di Kalimantan Tengah pada awal MK 2005 (MK 1). Masalah yang dihadapi penangkar di Kalsel adalah:

- Penanaman jagung pada MK I (Februari–Maret) terbentur pada masalah ketersediaan air. Petani menginginkan jagung yang lebih genjah agar tanaman pada fase generatif masih memperoleh air hujan. Apabila yang ditanam jagung hibrida maka peluang gagal panen lebih besar karena tanaman akan mengalami kekeringan pada fase generatif.

- Mengingat harga jagung cukup tinggi pada bulan Agustus-September, perlu digalakkan penanam jagung pada MK II (Mei-Juni) di lahan sawah dengan menggunakan hasil panen pada MK I di lahan kering.
- Tenaga kerja sangat terbatas dan mahal, baik untuk kegiatan prapanen maupun pascapanen yaitu Rp 30.000/hari untuk tenaga kerja pria dan Rp 25.000/hari untuk tenaga kerja wanita. Alat prosesing (pemipil dan sortasi) belum dimiliki petani sehingga dilakukan secara manual, tetapi biaya produksi menjadi lebih mahal. Jalur benih antarlampang dari tiga wilayah pengembangan (MH-MK 1-MK 2) mengalami kesulitan, sehingga perlu bantuan peralatan. Balitsereal baru dapat membantu mesin pemipil.
- Sesuai dengan kebijakan perbenihan di Kabupaten Tanah Laut, kelompok penangkar hanya akan menghasilkan jagung tongkol sampai panen. Proses selanjutnya akan dilaksanakan oleh prosessor/industri benih di Plaihari. Hal tersebut dilakukan agar benih yang dihasilkan lebih berkualitas dan seragam. Di lain pihak, kebijakan tersebut tidak akan memotivasi kelompok penangkar untuk meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan karena akan menjadi kebanggaan prosessor. Kelompok penangkar di Sumber Mulia akan mencoba memproses sendiri benih yang diproduksi.
- Petani sudah terbiasa melakukan penyiangan dengan menggunakan herbisida yang sifatnya *general weed killer*, diaplikasikan pada umur tanaman sekitar 35 hari. Akibatnya, batang tanaman jagung menjadi rapuh dan mudah rebah saat pengisian atau pemasakan biji.

Blora (Jawa Tengah)

Benih diproduksi oleh Kelompok Tani Handayani di lahan sawah tadah hujan di Desa Wado, Kecamatan Kedung Tuban, Kabupaten Blora. Hasil penangkaran benih Lamuru dari luasan 1,80 ha adalah 2,60 ton (ka 10-11%), atau 1,44 t/ha. Untuk jagung biji putih Anoman, dari lahan seluas 1,50 ha diperoleh 2,50 ton benih pipilan kering (ka 10-11%). Hasil biji maupun benih tergolong rendah, karena tanaman terserang penggerek tongkol sewaktu tongkol baru mulai terbentuk yang mengakibatkan rambut tongkol rusak sehingga penyerbukan terganggu.

Benih hasil panen Lamuru dari penangkaran tahun 2004 dibantu pemasarannya oleh staf Diperta Blora dan BPTP Jawa Tengah, sedangkan untuk Anoman digunakan oleh Kelompok Tani di Blora untuk pertanaman MH 2004.

Sumatera Barat

- Cara panen yang dilakukan petani adalah merobohkan tiap 2-3 tanaman, kemudian dibakar. Cara tersebut sangat membantu mereka dalam pengeringan dan memudahkan pengupasan tongkol. Biaya panen umum-

nya Rp 2.500 tongkol kupas/karung. Pemanen umumnya perempuan, dan mereka tidak mau memanen kalau tidak dibakar karena takut disengat lipan. Panen bakar tersebut kurang mendukung tercapainya kualitas benih yang prima karena contoh tongkol yang diambil di petani, di antaranya memiliki biji yang hangus. Sesudah panen dengan cara bakar, jagung ditumpuk dalam karung menunggu giliran untuk dipipil.

- Sukmaraga adalah varietas yang toleran lahan masam, namun kalau ditanam pada kondisi yang tidak sesuai (curah hujan terlalu tinggi) produksinya akan menurun. Namun dalam produksi benih, agar tidak perlu penyimpanan benih yang lama, perlu ditanam pada kondisi *off season* untuk menyediakan benih bagi pertanaman raya pada bulan Februari di lahan kering dan pada bulan Mei di lahan kering dan lahan sawah yang membutuhkan benih yang cukup banyak. Kendala yang dihadapi penangkar adalah tidak tersedia mesin pengering. Kalau di sekitar wilayah penangkaran telah tersedia mesin pengering, pemipil dan alat sortasi, maka hasil yang dicapai akan lebih optimal dan efisien.

Selain masalah yang dikemukakan tersebut hampir seluruh lokasi penangkaran mengalami beberapa hambatan dalam penangkaran benih. Pertama, penampilan tanaman dalam penangkaran benih yang sedang dilaksanakan kadang-kadang tidak sesuai dengan apa yang tertulis dalam deskripsi varietas yang baru dilepas. Jika tidak dilakukan pembinaan tentang kelayakan penampilan varietas, maka besar kemungkinan varietas yang telah ditangkarkan tidak akan lulus lapangan. Sering terjadi keragaman bentuk warna bunga jantan dan warna rambut tongkol. Hal tersebut terutama terjadi karena perbedaan waktu pemunculan kecambah, mungkin karena kondisi lahan yang kurang optimal pengelolaannya atau karena vigor benihnya yang telah menurun sehingga tanaman tidak tumbuh serempak. Keragaman dalam pertumbuhan perkecambahan merupakan kontributor utama terjadinya perbedaan warna bunga. Oleh karena itu perlu sosialisasi pengenalan variasi fenotipe tanaman agar penangkar dapat memilah tanaman yang perlu dicabut karena menyimpang dari penampilan yang dikehendaki. Kedua, peralatan sangat terbatas. Penangkar benih di pedesaan mungkin sulit untuk memiliki peralatan prosesing seperti yang dimiliki para produsen benih profesional, namun minimal mereka memiliki terpal jemur untuk menghindari tercampurnya suatu varietas yang ditangkarkan dengan varietas lain, dan alat pemipil walaupun sederhana, demikian pula alat sortasi dan pengemas benih. Ketiga, cara deteksi kualitas fisik benih sebelum disimpan, minimal penangkar dapat menentukan bahwa benihnya telah kering dan aman untuk disimpan dengan cara sederhana yaitu dengan menjemur dalam botol yang tertutup rapat. Jika selama setengah hari dijemur sudah tidak ada uap air di dalam botol berarti benih sudah siap untuk disimpan/didistribusikan. Keempat, tantangan berikutnya adalah penangkar perlu mengetahui dengan pasti kapan petani akan menanam, agar benih telah tersedia di lokasi pada saat diperlukan.

Keterlambatan distribusi dapat berakibat fatal, karena petani akan menggunakan benih apa adanya. Kelima, di beberapa tempat masih dikeluhkan keterlambatan memperoleh label. Karena itu, penangkar diharapkan menjalin hubungan kerja dengan pihak pengawas benih untuk dapat mempercepat keluarnya sertifikat yang sedang diproses.

PENUTUP

Varietas unggul baru jagung perlu disosialisasikan, kemudian diikuti oleh sosialisasi teknologi penangkaran benihnya, terutama pengenalan karakter khusus pada varietas baru tersebut agar kemurnian benih tetap terjamin. Dukungan teknologi perbenihan berbasis komunitas diharapkan dapat mempercepat distribusi/adopsi benih di tingkat petani.

Masih banyak masalah yang dihadapi dalam penangkaran benih di pedesaan, antara lain tidak tersedianya peralatan prosesing skala kecil/menengah. Pada tahap awal, kelompok penangkar perlu dibantu dalam pengadaan peralatan tersebut untuk meningkatkan kualitas benih yang dihasilkan.

Introduksi penangkaran benih berbasis komunitas sebagai salah satu alternatif distribusi varietas unggul baru jagung diharapkan dapat menggeser penggunaan varietas lokal yang saat ini (tahun 2005) masih mencapai 42,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- CIMMYT. 1994. World maize facts and trends. Maize seed industries: Emerging roles of the publics and private sectors.
- Direktorat Perbenihan Tanaman Pangan. 2007. Penyebaran luas tanam jagung selama MT.2000 sampai 2005/2006. Ditjen Tanaman Pangan, Jakarta.
- Ditjen Tanaman Pangan. 2006. Program peningkatan produksi jagung nasional. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional dan Ekspose Inovasi Teknologi. Makassar-Pangkep, 15-16 September 2006.
- Kasryno, F. 2002. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implementasinya bagi Indonesia. Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Badan Litbang dan Pengembangan Pertanian, Bogor, 24 Juni 2002.
- Nugraha, U.S.. dan Subandi. 2002. Perkembangan teknologi budi daya dan industri benih. Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor, 24 Juni 2002. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Saenong, S. 2003. Sistem perbenihan untuk mendukung penyebarluasan varietas jagung nasional. Laporan hasil penelitian kelompok peneliti fisiologi hasil. Balitsereal, Maros.
- Saenong, S. 2004. Pembentukan dan pemantapan sistem perbenihan berbasis komunal mendukung penyebarluasan varietas unggul nasional. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Saenong, S. 2005. Pembentukan dan pemantapan produksi benih berkualitas mendukung industri benih berbasis komunal. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Saenong, S. 2006. Pembentukan dan pemantapan produksi benih berkualitas mendukung industri benih berbasis komunal. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros.
- Saenong, S. 2007. Kegiatan perbenihan di Nusa Tenggara Timur (NTT). Laporan Bulanan Balitsereal, Mei 2007.
- Subandi, I. Manwan, and A. Blumenshein. 1988. National coordinate research program: corn. Central Research Institute for Food Crops. Bogor.
- Subandi. 2004. Peran inovasi dalam produksi jagung nasional. Makalah Seminar Sehari Dalam Rangka Tridasawarsa Badan Litbang Pertanian. Puslitbangtan. Bogor, 5 Agustus 2004.
- Subandi, K. Kariyasa, Zubachtirodin dan S. Saenong. 2005. Prospek dan arah pengembangan agribisnis jagung. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 51p.

Perkembangan Produksi dan Distribusi Benih Sumber Jagung di Nusa Tenggara Timur

Faesal, Syuryawati, dan Sania Saenong
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Produksi dan distribusi benih sumber jagung bersari bebas atau komposit dilakukan oleh Balitsereal bekerjasama dengan Diperta, BPSB dan BBI Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Kegiatan ini dimulai pada tahun 2005 sampai 2006 di KP Naibonat dan Balai Benih Induk Palawija Tarus, NTT. Pada tahun pertama di KP Naibonat ditanam benih penjenis (BS) varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1, sedangkan pada tahun kedua ditanam varietas Srikandi Putih 1. Di BBI Palawija Tarus pada tahun pertama dan tahun kedua ditanam benih BS varietas Lamuru. Luas pertanaman pada kedua lokasi masing-masing 1 ha. Jarak tanam 75 cm x 40 cm, dua tanaman per lubang, tanaman dipupuk dengan 300 kg urea, 200 kg SP36, dan 100 kg KCl/ha. Seleksi tanaman dilakukan selama fase vegetatif dan setelah keluar rambut. Benih sumber varietas Lamuru yang dihasilkan dalam bentuk benih dasar (BD) pada tahun pertama di KP Naibonat dan BBI Palawija Tarus masing-masing 2,80 t dan 4,20 t/ha. Hasil benih varietas Srikandi Putih 1 di KP Naibonat 2,67 t/ha. Pada tahun kedua dihasilkan benih dasar varietas Srikandi Putih 1 dan Lamuru masing-masing 5,2 t dan 3,8 t/ha. Benih dasar tersebut sudah didistribusikan ke penangkar benih di beberapa kabupaten di Provinsi NTT yaitu Kupang, Timor Tengah Utara (TTU), Timor Tengah Selatan (TTS), Belu dan Sumba Timur, untuk memproduksi benih pokok (BP) dan benih sebar (BR).

PENDAHULUAN

Benih sumber jagung telah diproduksi di beberapa provinsi bekerja sama dengan Dinas Pertanian, BPTP, dan BBI Palawija yang ditujukan untuk memenuhi kebutuhan benih bermutu di wilayah tersebut. Untuk mendukung program ini diperlukan peningkatan kinerja UPBS Balitsereal yang didukung oleh SDM yang lebih profesional dalam mengembangkan sistem produksi, prosessing, distribusi, dan pengendalian mutu benih (Saenong *et al.* 2006). Benih bermutu merupakan katalis penting untuk memacu peningkatan produktivitas tanaman. Produksi benih bermutu tidak bermanfaat apabila tidak didistribusikan kepada pengguna (Morris 1998).

Pengembangan varietas unggul jagung bersari bebas atau komposit seperti Lamuru, Sukmaraga, Srikandi Kuning 1, dan Srikandi Putih 1 yang dibarengi

oleh penerapan teknologi budi daya merupakan langkah strategis dalam upaya peningkatan produktivitas jagung nasional, yang hingga saat ini baru mencapai 3,4 t/ha (BPS 2007). Varietas unggul baru yang dihasilkan diharapkan dapat menggantikan varietas lokal yang masih ditanam oleh sebagian petani dan memiliki produktivitas rendah.

Penggunaan benih jagung bermutu dapat meningkatkan hasil 20-50% karena mampu tumbuh dan berkembang secara optimal (APSA 2005). Untuk mendukung pengembangan varietas unggul jagung, maka penyediaan benih bermutu harus terus ditingkatkan melalui kerja sama Balitsereal dengan instansi terkait (BPTP, DIPERTA, BPSB, dll) dan kelompok tani.

Program kerja sama produksi benih varietas unggul jagung sudah berjalan selama tiga tahun dan masih dilanjutkan di beberapa provinsi yang meliputi Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Selatan, Sumatera Barat, dan Sulawesi Selatan. Hasilnya berupa benih dasar (BD) telah didistribusikan ke beberapa penangkar binaan di tingkat kabupaten. Program ini juga merupakan tindak lanjut dari Peraturan Menteri Pertanian No. 37/Permentan/OT.140/8/2006, tentang pengujian, evaluasi, pelepasan, dan distribusi varietas. Benih unggul komposit lebih mudah dikembangkan karena dapat diproduksi sendiri oleh petani dan benih sumbernya lebih murah dibanding benih sumber hibrida yang diproduksi oleh perusahaan multinasional.

PRODUKSI BENIH SUMBER

Tahun Pertama

Pertanaman jagung untuk produksi benih sumber dilaksanakan di KP Naibonat oleh BPTP NTT dan BBI Palawija Tarus NTT pada MT. 2005. Varietas Lamuru di Naibonat memberikan hasil 2,80 t/ha, relatif lebih tinggi daripada Srikandi Putih 1 yang memberi hasil 2,67 t/ha. Pertanaman jagung varietas Lamuru di Tarus memberikan hasil lebih tinggi, mencapai 4,2 t/ha (Tabel 1). Hal ini didukung oleh persediaan air yang lebih terjamin dari sungai. Benih dasar yang dihasilkan sudah didistribusikan kepada penangkar benih di beberapa kabupaten, yaitu Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS), Timor Tengah Utara (TTU), Belu, dan Sumba Timur untuk dikembangkan lebih lanjut. Benih dasar yang dihasilkan di kedua lokasi adalah 7,0 ton untuk varietas Lamuru dan 2,67 ton untuk varietas Srikandi Putih 1.

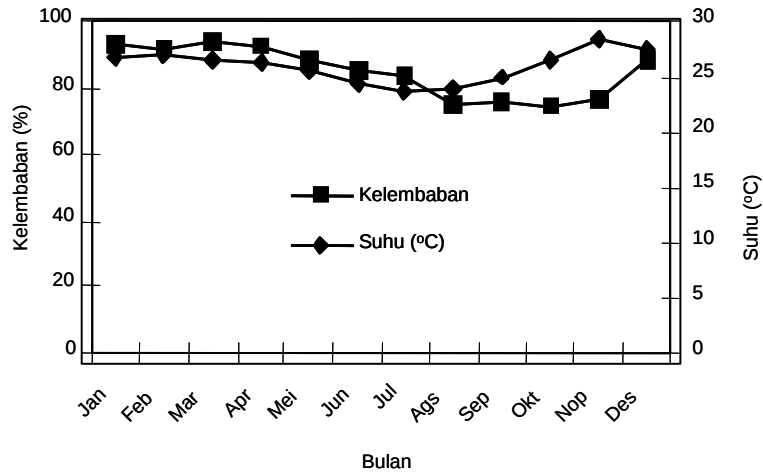
Pertanaman pada MK 2005 mengalami fluktuasi suhu dengan kelembaban yang agak ekstrim yang menyebabkan hasil rendah. Kelembaban udara rata-rata menurun pada Juni, Juli, dan Agustus 2005 masing-masing 76, 69, dan 66%. Evapotranspirasi pada ketiga bulan tersebut meningkat masing-masing 3,5; 3,8; dan 4,5 mm (Stasiun Iklim NTT 2005). Pada MK 2006 dengan waktu

Tabel 1. Hasil varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1 untuk benih dasar (BD) di KP Naibonat dan BBI Tarus NTT, 2005.

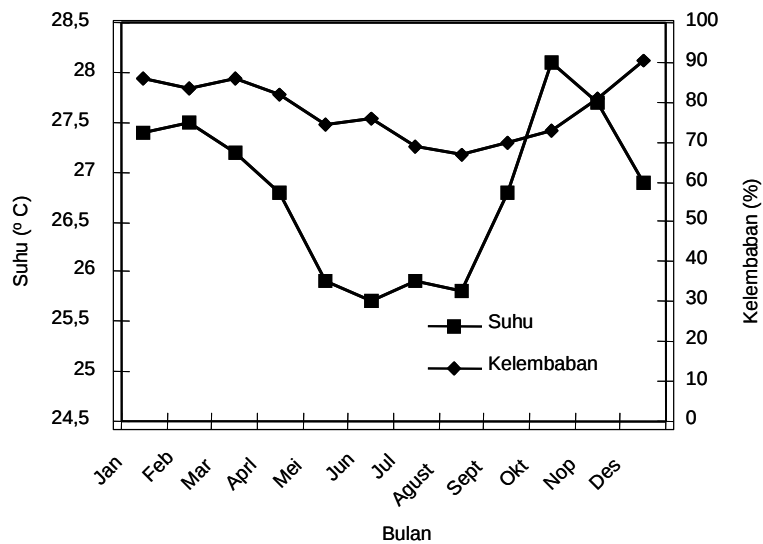
Lokasi dan varietas	Ubinan (10 x10 m)	Jumlah tanaman panen (batang)	Jumlah tongkol panen (buah)	Bobot tongkol (kg)	Kadar air panen (%)	Bobot biji ka 15% (t/ha)	Bobot benih sortir ka 10% (t/ha)
Naibonat							
Lamuru	I	205	214	44,9	25,8	3,60	2,90
	II	202	211	38,0	23,7	3,34	2,7
Rata-rata		203	203	41,5	26,3	3,47	2,80
Srikandi Putih 1	I	207	217	46,4	30,4	3,03	2,60
	II	224	232	49,0	30,7	3,20	2,73
Rata-rata		216	225	47,2	30,5	3,11	2,67
BBI Tarus							
Lamuru	I	321	334	77,5	26,1	5,40	4,25
	II	314	325	74,5	25,4	5,21	4,15
Rata-rata		318	330	75,9	25,8	5,30	4,20

tanam bulan Juni untuk varietas yang sama memberikan hasil lebih tinggi karena tidak terjadi fluktuasi suhu dan kelembaban yang ekstrim. Kelembaban udara rata-rata pada bulan Juni, Juli, dan Agustus 2006 masing masing 85, 84, dan 76%. Fenomena ini menunjukkan deraan kekeringan pada pertanaman MK 2005 lebih kuat dibanding MK 2006. Data iklim di kedua lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1 dan 2.

Benih dasar yang dihasilkan ini, apabila ditangkarkan untuk memproduksi benih pokok (BP) maka dari varietas Lamuru akan dihasilkan benih sebanyak 700 ton dan 267 ton Srikandi Putih 1. Benih yang ditangkarkan akan menghasilkan benih sebanyak 100 kali lipat dibanding benih asalnya (Suherman *et al.* 2000). Benih pokok akan memberi kontribusi yang besar terhadap penyediaan benih sumber jagung di Nusa Tenggara Timur pada MT 2006. Luas pertanaman jagung di Provinsi Nusa Tenggara Timur pada MT 2004 adalah 264.907 ha (BPS 2004). Jika diasumsikan kebutuhan benih 20 kg/ha, maka diperlukan benih jagung sebanyak 5.298 ton dan kebutuhan benih pada MT 2005 meningkat menjadi 6.000 ton (Diperta NTT 2005). Produksi benih dasar varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1 mampu mensuplai benih dasar sebanyak 9,67 ton pada MT 2005/06. Apabila benih dasar tersebut seluruhnya ditangkarkan, akan menghasilkan benih pokok sebanyak 967 ton. Dengan demikian terjadi percepatan penyebaran benih sumber jagung bermutu pada musim tanam berikutnya. Jumlah benih sumber Lamuru dan Srikandi Putih 1 yang terdistribusi sampai akhir Desember 2005 tertera pada Tabel 2.



Gambar 1. Suhu dan kelembaban udara di Naibonat, Kupang, NTT, 2005.



Gambar 2. Suhu dan kelembaban udara di Naibonat, Kupang, NTT, 2006.

Jumlah benih yang telah didistribusikan sampai akhir Desember 2005 menunjukkan bahwa produksi benih sumber pada MK 2005 sudah tersebar ke penangkar yang dibina Diperta maupun BPTP pada beberapa kabupaten di NTT. Sisa benih yang belum tersalurkan digunakan atau didistribusikan oleh Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Tabel 2. Distribusi benih jagung komposit varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1. Naibonat, NTT, Desember 2005.

Varietas	Jumlah (kg)	Kabupaten
Lamuru (BD)	50	Timor Tengah Utara
	60	Belu
	40	Sumba Tinur
	420	Kupang
	2230	Kupang
Srikandi Putih 1 (BP)	200	Timor Tengah Utara
	300	Kupang
	40	Sumba Timur
	2130	Kupang

Tahun Kedua

Hasil benih jagung varietas Srikandi Putih 1 di Naibonat mencapai 5,2 t/ha, lebih tinggi dibanding varietas Lamuru yang hanya menghasilkan 3,8 t/ha di BBI Tarus. Hal ini terkait dengan jumlah tanaman panen, jumlah tongkol panen dan bobot tongkol kupasan basah Srikandi Putih 1 lebih tinggi dibanding Lamuru (Tabel 3).

Varietas Srikandi Putih 1 mempunyai peluang cukup besar untuk dikembangkan selain varietas Lamuru. Di Nusa Tenggara Timur, jagung merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk. Karena itu diperlukan varietas unggul berbiji putih untuk mendampingi atau menggantikan varietas unggul lama dan atau varietas lokal. Srikandi Putih 1 mengandung protein lysin (0,41%) dan triptofan (0,09%) yang lebih tinggi dibanding jagung biasa (Syuryawati *et al.* 2005).

Pengembangan jagung berprotein tinggi (QPM) diharapkan dapat mengatasi gizi buruk di beberapa daerah di Indonesia, termasuk NTT. Benih sumber jagung yang dihasilkan telah didistribusi ke penangkar benih di NTT. Sebelum didistribusikan, benih sumber tersebut telah diberi label oleh Balai Sertifikasi Benih (BPSB) sesuai dengan uji sampel di laboratorium. Pengujian laboratorium dilakukan untuk penentuan mutu fisik dan fisiologi benih (APSA 2007). Kegiatan selanjutnya adalah memonitor jumlah benih dan daerah distribusi. Pencatatan meliputi: nama penangkar, lokasi, varietas, dan jumlah benih yang diberikan (Tabel 4). Dengan demikian petani mudah mengakses benih bermutu dengan harga terjangkau.

Benih dasar jagung varietas Srikandi Putih 1 sebanyak 5,2 ton dan Lamuru 3,8 ton yang dihasilkan pada MK 2006, apabila ditangkarkan pada musim tanam berikutnya akan menghasilkan benih pokok masing-masing sebanyak 520 dan 380 ton.

Tabel 3. Hasil benih dan komponen hasil jagung varietas Lamuru dan Srikandi Putih1. NTT, 2006.

Lokasi dan varietas	Ubinan (10 x10 m)	Jumlah tanaman panen (batang)	Jumlah tongkol panen (buah)	Bobot tongkol (kg)	Kadar air panen (%)	Hasil ka 15% (t/ha)	Bobot benih sortir ka 10% (t/ha)
Naibonat							
Srikandi Putih 1	I	415	432	102	30	6,7	5,2
	II	409	474	98	28	6,5	5,0
	III	434	512	105	29	7,0	5,5
Rata-rata		355	473	106	29	6,7	5,2
BBI Tarus							
Lamuru	I	339	358	74	23	5,4	4,0
	II	325	375	64	21	4,7	3,5
	III	333	329	77	23	5,6	4,2
Rata-rata		332	354	72	22	5,2	3,8

Tabel 4. Distribusi benih jagung komposit varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1. Naibonat, NTT, Desember 2006.

Varietas	Jumlah (kg)	Kabupaten
Lamuru (BD)	207	Belu
	80	Kupang
	2000	Sumba Timur
	40	Flores Timur
	173	BBi Tarus
Srikandi Putih 1 (BP)	1000	Timur Tengah Selatan
	1000	Sumba Timur
	260	Belu
	200	Kupang
	50	Sumba Barat
	25	KP Naibonat
	20	Di gudang

Biaya Produksi Benih

Keuntungan dari produksi benih varietas Srikandi Putih 1 di Naibonat (Tabel 5) mencapai Rp 20.762.625/ha pada musim kemarau di lahan kering. Biaya terbesar adalah untuk tenaga kerja karena biaya olah tanah cukup mahal, selain biaya pengangkutan hasil dari lapang ke tempat processing. Total biaya tenaga kerja adalah Rp 3.597.750/ha (59,4%). Biaya sarana produksi berupa benih, pupuk dan bahan bakar untuk pompa air sebesar Rp 1.702.000/ha (28,1%) dan biaya pengawasan/sertifikasi benih Rp 762.625/ha (12,58%).

Tabel 5. Analisis usahatani produksi benih jagung komposit di KP Naibonat, MK 2006.

Kegiatan dan input usahatani	Satuan	Jumlah satuan	Harga satuan (Rp)	Biaya (Rp)
a. Input				
Benih	kg	20	22.000	440.000
Urea	kg	250	1.100	275.000
Phonska	kg	200	2.000	400.000
ZA	kg	50	1.400	70.000
Furadan	kg	2	17.000	34.000
Bahan bakar	liter	70	5000	350.000
Plastik kemasan benih	lembar	122	500	61.000
Karung plastik	lembar	36	2.000	72.000
Jumlah				1.702.000
b. Upah kerja				
Olah tanah (traktor)	ha	1	1.000.000	1.000.000
Menanam	ha	1	500.000	500.000
Menyiang/bumbun 1 kali	ha	1	700.000	700.000
Panen kupas	ha	1	270.000	270.000
Pengangkutan	ha	1	1.000.000	1.000.000
Pengepakan	kg	2.555	50.000	127.750
Jumlah				3.597.750
c. Biaya pengawasan				
Lapangan BPSB 4 kali	ha	1	15.000	60.000
Uji lab	kg	2.555	250	638.750
Cetak label	lembar	2.555	250/10 kg	63.875
Jumlah				762.625
d. Out put				
Benih	kg	2.555	10.000/kg	25.550.000
Biji konsumsi	kg	850	1.500	1.275.000
Jumlah				26.825.000
e. Keuntungan				20.762.625

Sumber: Saenong *et al.* 2006

KESIMPULAN

- Pada MK 2005 hasil benih varietas Lamuru kelas BD 2,80 t/ha di KP Naibonat dan 4,20 t/ha di BBI Palawija Tarus. Hasil benih kelas BD varietas Srikandi Putih 1 di KP Naibonat 2,67 t/ha.
- Pada MK 2006 hasil benih BD varietas Lamuru 3,8 t/ha di BBI Tarus, dan hasil benih Srikandi Putih 1 mencapai 5,2 t/ha di KP Naibonat.
- Benih dasar yang dihasilkan tersebut telah didistribusikan ke beberapa penangkar binaan BPTP dan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur.

DAFTAR PUSTAKA

- APSA. 2005. Asian seed and plant material. Asia and Pacific Seed Association. Vol. 14 No. 2, April/March 2005.
- APSA. 2007. Asian seed and plant material. Asia and Pacific Seed Association. Vol. 14 No. 2, April/March 2007.
- BPS. 2004. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- BPS. 2007. Statistik Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- Diperta NTT. 2005. Laporan Tahunan 2004 Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Nusa Tenggara Timur.
- Morris, M. 1998. Maize seed industries in devolving countries. Publ. United Stated of America by Lyanne Rienner Publisher, Inc. 341 p.
- Saenong, S. *et al.* 2006. Laporan akhir akselerasi pengembangan benih sumber (BS/FS) dan pembinaan sistem produksi penangkaran benih sereal di berbagai provinsi. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros. 105 p.
- Stasiun Iklim NTT. 2005. Data bulanan stasiun iklim Provinsi Nusa Tenggara Timur.
- Suherman, O., Burhanuddin, Faesal, dan S. Mas'ud. 2000. Pembuatan benih jagung bermutu: teknologi terapan bagi penangkar lokal guna mendukung pengembangan jagung unggul. Prosiding Seminar Pengembangan Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan. Kerjasama Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian dengan Universitas Udayana Denpasar. p. 104-110.
- Syuryawati, C. Rapar, dan Zubactirodin. 2005. Deskripsi varietas unggul jagung. Edisi Keempat. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros. 114 p.

Pengelolaan Tanaman Jagung secara Terpadu pada Lahan Sawah Tadah Hujan

Zubachtirodin, Margaretha SL, dan M.S. Pabbage
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Penelitian pengelolaan tanaman terpadu (PTT) jagung pada lahan sawah tadah hujan telah dilakukan sejak 2005. Ketersediaan air dan kemudahan untuk mengaksesnya merupakan persyaratan mutlak dalam usahatani jagung di lahan sawah tadah hujan. Sumber air dapat berasal dari sumur gali (air tanah dangkal) atau sumur bor dengan memanfaatkan pompa untuk pendistribusiannya, atau berasal dari air irigasi yang debitnya terbatas sehingga tidak memungkinkan untuk ditanami padi pada musim kemarau. Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima komponen teknologi yang dapat diterapkan secara bersamaan sebagai penciri model PTT jagung, yaitu: (1) varietas unggul baru yang sesuai dengan karakteristik lahan, lingkungan, keinginan petani dan *stakeholder* setempat, baik jenis komposit/bersari bebas maupun hibrida, (2) benih bermutu (bersertifikat dan daya berkecambah > 95%), diberi perlakuan benih (*seed treatment*) dengan metalaksil 2 g/kg benih, (3) populasi tanaman 66.600 tanaman/ha, jarak tanam 75 cm x 40 cm, dua tanaman/lubang atau 75 cm x 20 cm, satu tanaman/lubang, (4) pemupukan N berdasarkan stadia pertumbuhan tanaman dan pemantauan dengan Bagan Warna Daun, pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah, bahan organik (pupuk kandang) 1,5-2,0 t/ha sebagai penutup benih pada lubang tanam, dan (5) pembuatan saluran drainase (khusus untuk pertanaman pada lahan sawah pada musim hujan) atau saluran irigasi (khusus untuk pertanaman pada lahan sawah pada musim kemarau). Jika kelima komponen teknologi tersebut diterapkan secara bersamaan, sumbangannya terhadap peningkatan produksi dan efisiensi produksi jagung cukup besar.

PENDAHULUAN

Produktivitas jagung nasional baru mencapai 3,45 t/ha (BPS dan Dirjen Tanaman Pangan, 2006). Sementara lembaga penelitian, baik pemerintah maupun swasta telah menyediakan teknologi produksi jagung dengan produktivitas 5-10 t/ha, bergantung pada potensi lahan dan teknologi produksi yang diterapkan.

Di Indonesia, jagung dibudidayakan pada lingkungan yang beragam. Hasil studi dua dekade yang lalu menunjukkan bahwa sekitar 79% areal pertanaman jagung terdapat pada lahan kering, sisanya berturut-turut 11% dan 10% terdapat

pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan (Mink *et al.* 1987). Dewasa ini areal pertanaman jagung pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan meningkat masing-masing 10-15% dan 20-30%, terutama pada daerah produksi jagung komersial (Kasryno 2002).

Upaya pengembangan jagung dengan memanfaatkan potensi lahan yang tersedia dipengaruhi oleh tingkat keuntungan yang akan diperoleh. Pengembangan jagung akan berjalan cepat jika petani merasa memperoleh keuntungan yang memadai. Untuk itu diperlukan teknologi budi daya yang dapat meningkatkan produktivitas per satuan luas lahan, dengan biaya produksi lebih efisien, dan menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi.

Untuk memanfaatkan potensi lahan guna memproduksi jagung dengan produktivitas optimal, pendekatan pengelolaan pertanaman jagung secara terpadu dengan menerapkan berbagai komponen teknologi yang memberikan pengaruh sinergistik diperkirakan sesuai dengan harapan petani. Teknologi produksi dimaksud meliputi varietas unggul baru, benih bermutu, penyiapan lahan yang hemat tenaga, populasi tanaman optimal, pemupukan yang efisien, pengendalian jasad pengganggu secara terpadu, dan pengelolaan pascapanen yang efisien, sesuai dengan kondisi lahan dan sosial-ekonomi masyarakat. Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) bukan paket teknologi, tetapi lebih merupakan suatu pendekatan dalam budi daya yang menekankan pada pengelolaan tanaman, lahan, air, dan organisme pengganggu secara terpadu. Pengelolaan yang diterapkan mempertimbangkan hubungan sinergis dan komplementer antarkomponen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan cara budi daya jagung yang efisien (tenaga dan sarana) dengan produktivitas optimal dan menguntungkan, dengan mempertimbangkan kondisi sumber daya, keinginan dan kemampuan petani, serta sosial masyarakat setempat.

METODOLOGI

Penelitian diawali dengan survei melalui pendekatan partisipatif (PRA) untuk mengetahui keadaan lokasi penelitian secara umum. Penelitian dilaksanakan pada tahun 2005 dan 2006 di Desa Mandalle, Kecamatan Mandalle, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan (Pangkep), karena lahan sawah tadah hujan (suboptimal) di daerah tersebut cukup luas.

Data yang dikumpulkan pada kegiatan PRA terdiri atas: (a) potensi lahan meliputi luas, topografi, jenis dan kesuburan tanah, iklim, air tanah dan permukaan, (b) sosial-ekonomi meliputi jumlah penduduk, kepemilikan lahan, sumber pendapatan, ketersediaan tenaga kerja manusia dan ternak, (c) kelembagaan usahatani meliputi permodalan, sarana produksi, jasa alsintan,

pemasaran dan penyuluhan, (d) infrastruktur meliputi irigasi, jalan, pelabuhan, penyimpanan/silo dan pabrik pengolahan jagung (di antaranya industri pakan ternak), dan (e) usahatani saat ini meliputi pola tanam, jenis dan varietas tanaman, teknologi budi daya, organisme pengganggu tanaman, produktivitas dan pendapatan usahatani.

Komponen teknologi yang diterapkan melalui pendekatan PTT jagung disusun berdasarkan informasi dari hasil penelitian dan PRA pada lokasi penelitian untuk memperbaiki komponen teknologi budi daya melalui pendekatan PTT. Komponen-komponen teknologi yang diverifikasi dengan pendekatan PTT pada tahun 2005 dan 2006 adalah sebagai berikut:

Uraian	2005	2006
Luas lahan	3 ha	5 ha
Varietas	Lamuru, Sukmaraga, Srikandi Kuning	Lamuru
Benih	Bersertifikat, bermutu, daya kecambah >95%, <i>seed treatment</i> dengan metalakasil (saromil) 2,5 g/kg benih dicampur 10 ml air.	Bersertifikat, bermutu, daya kecambah >95%, <i>seed treatment</i> dengan metalakasil (saromil) 2,5 g/kg benih dicampur 10 ml air.
Penyiapan lahan	Tanpa olah tanah	Tanpa olah tanah
Saluran drainase/irigasi	Pada petakan datar	Semua petakan
Populasi tanaman	66.600 tanaman/ha, jarak tanam 75 cm x 40 cm, dua tanaman/lubang	66.600 tanaman/ha, jarak tanam 75 cm x 40 cm, dua tanaman/lubang
Penanaman	Tugal	Tugal
Pemupukan	7-10 HST = 200 kg (NPKS)/ha + 100 kg urea/ha 28-30 HST = 200 kg urea/ha	7-10 HST = 200 kg (NPKS)/ha + 50 kg urea/ha 28-30 HST = 200 kg urea/ha 40-45 HST = berdasarkan pantauan BWD ^{*)}
Sumber air	Sumur bor dan sumur gali	Sumur bor dan sumur gali
Penyiangan	Herbisida	Herbisida
Pengendalian OPT	Insektisida (bergantung pada jenis hama)	Insektisida (bergantung pada jenis hama)

^{*)} Pada skala BWD < 4,0, tambahan adalah urea 60 kg/ha; skala 4,0-4,5 25 kg/ha; skala >4,5 tidak perlu tambahan urea.

Data yang dikumpulkan meliputi keragaan pertanaman jagung (pertumbuhan, hasil), analisis usahatani (input, output, pendapatan), permasalahan yang timbul dalam implementasi PTT jagung (teknis dan nonteknis), dan faktor pendukung yang diperlukan untuk pengembangan PTT jagung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi, Peluang, dan Masalah Pengelolaan Jagung

Kabupaten Pangkep termasuk wilayah pantai barat Sulawesi Selatan yang musim hujannya jatuh pada bulan Oktober-Maret dan musim kemarau pada bulan April-September, topografi dataran rendah dan pegunungan, temperatur rata-rata 21°C-31°C dengan kecepatan angin bervariasi dan kelembaban udara tidak merata. Jenis tanah berdasarkan hasil survei Lembaga Penelitian Tanah adalah Aluvial 25,2%, Litosol 2,9%, Mediteran 4,2%, dan Mediteran Coklat, Regosol dan Litosol 26,8%. Hasil analisis tanah awal disajikan pada Tabel 1.

Curah hujan rata-rata 3.000 mm/100 hari hujan sehingga lokasi penelitian termasuk dalam tipe iklim C (agak basah) berdasarkan Smith-Fergusson dengan pola tanam untuk sawah tadah hujan padi-palawija, padi-sayuran, dan padi-bera (Gambar 1). Pola tanam di Desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, umumnya padi-bera (87,5%) dan sebagian lainnya (12,5%) padi-palawija-bera dan padi-sayuran-bera. Potensi lahan di Kabupaten Pangkep terdiri atas 51% lahan sawah dan 49% lahan kering dengan luas 31.297 ha (Tabel 2).

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa lahan di Kecamatan Mandalle seluas 1.731 ha umumnya berupa lahan sawah tadah hujan dan irigasi desa yang sumber airnya bergantung pada air hujan, sehingga pada musim kemarau mengalami kekeringan. Dalam kondisi demikian lahan dibiarkan bera atau ditanami palawija dengan luasan terbatas. Menurut Dinas Pertanian Tanaman Pangan Pangkep, Kecamatan Mandalle direncanakan akan ditanami jagung sekitar 300 ha. Hal ini didukung hasil PRA bahwa pemanfaatan lahan di Desa

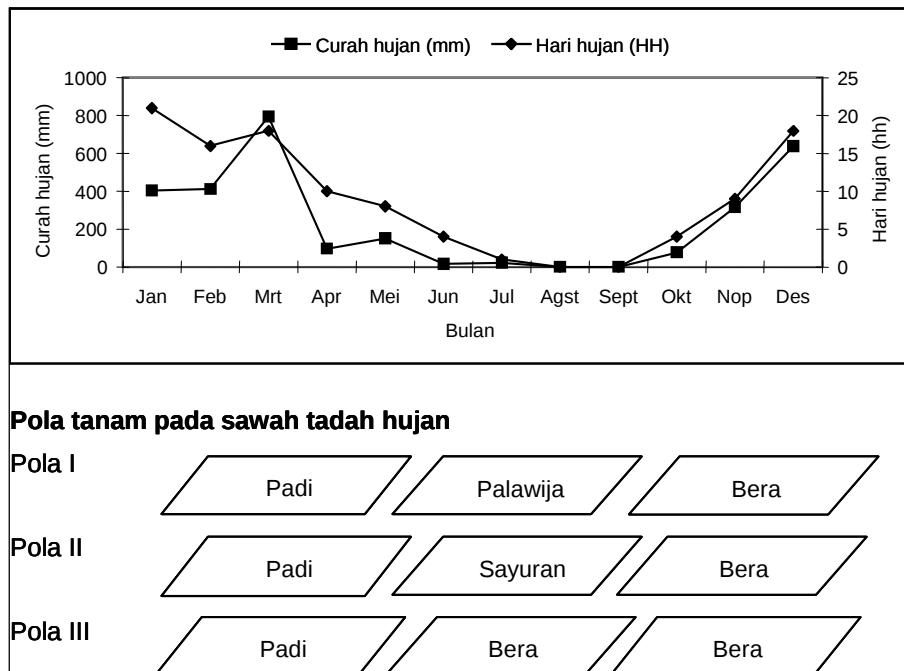
Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum dilaksanakan penelitian, Pangkep, 2005.

Macam Penetapan	Hasil	Harkat
Tekstur (%) :		Silty clay
- Liat	54	-
- Debu	40	-
- Pasir	6	-
pH	6,0	Netral
Bahan Organik (%)	3,10	rendah
N-total (%)	0,21	Sedang
P bray I (ppm)	1,02	Sangat rendah
Kation dapat tertukar (mg/100g)		
- K	0,64	Tinggi
- Ca	32,93	Sangat tinggi
- Mg	2,13	Tinggi
- Na	0,45	Sangat tinggi
KTK (me/100g)	55,36	Sangat tinggi
Kejenuhan Basa (%)	65,0	Tinggi

Tabel 2. Potensi lahan untuk pengembangan tanaman pangan di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. 2004.

Kecamatan	Irigasi teknis (ha)	Irigasi ½ teknis (ha)	Irigasi desa (ha)	Tadah hujan (ha)	Lahan sawah (ha)	Pekarangan (ha)	Tegalan (ha)	Ladang (ha)	Lahan kering (ha)	Potensi lahan tan.pangan (ha)
Pangkajene	1.169	-	-	377	1.546	668	152	-	820	2.366
Minasatene	444	1.248	650	396	2.738	875	208	65	1.148	3.886
Bungoro	1.360	-	50	866	2.276	336	300	-	636	2.912
Labakkang	1.504	60	545	637	2.746	1.280	1.558	-	2.838	5.584
Ma'rang	575	-	15	748	1.338	391	1.858	-	2.249	3.587
Segeri	210	100	-	1.415	1.725	158	355	145	658	2.383
Mandalle	-	-	100	1.176	1.276	125	330	-	455	1.731
Balocci	-	-	844	272	1.114	283	694	384	1.361	2.475
T. Tallasa	-	-	145	1.130	1.275	70	383	440	893	2.168
LK.T. Biring	-	-	-	-	-	279	57,8	-	337	337
L. Tangaya	-	-	-	-	-	238	1.628	-	1.866	1.866
L. Kalmas	-	-	-	-	-	1.502	500	-	2.002	2.002
Jumlah	5.262	1.408	2.349	7.015	16.034	6.205	8.023	1.034	15.263	31.297

Sumber: Diperta Kabupaten Pangkep 2004



Gambar 1. Pola tanam pada sawah tadah hujan di Kabupaten Pangkep. Sulawesi Selatan. 2004.

Mandalle masih dapat dioptimalkan setelah tanaman padi, menggunakan air tanah yang cukup tersedia melalui pembuatan sumur gali/bor. Luas per-tanaman, produksi, dan produktivitas padi dan jagung di Kabupaten Pangkep disajikan pada Tabel 3.

Pengaturan pola tanam setahun pada suatu areal merupakan salah satu upaya strategis peningkatan produksi, perluasan lapangan kerja, dan peningkatan pendapatan petani pada wilayah yang ketersediaan tenaga kerjanya banyak. Berdasarkan hasil wawancara dengan petani, telah dianalisis usahatani di tingkat petani pada berbagai pola tanam yang telah diterapkan selama ini (Tabel 4).

Berdasarkan luas garapan, terlihat kemampuan petani mengusahakan lahannya berkisar antara 0,10-0,58 ha (12,5%) dan sebagian besar (87,5%) lahan sawah tadah hujan masih dibiarkan bera setelah panen padi (Tabel 4). Hal ini disebabkan oleh terbatasnya sarana penyediaan air dari sumber air tanah dangkal. Untuk memenuhi kebutuhan air tanaman palawija, dilakukan dengan cara menyiram tanaman yang airnya diambil dari sumur gali yang ada di sekitar lokasi. Umumnya lahan yang ditanami palawija berada dekat perkampungan

Tabel 3. Luas panen, produksi, dan produktivitas padi sawah dan jagung di Kabupaten Pangkep, 2004.

Kecamatan	Areal panen (ha)		Produksi (t)		Produktivitas (t/ha)	
	Padi	Jagung	Padi	Jagung	Padi	Jagung
Pangkajene	1.588	7	8.829	24,78	5,56	3,54
Minasa Te'ne	3.887	11	20.368	38,28	5,24	3,48
Bungoro	2.671	2	15.465	6,68	5,79	3,34
Labakkang	3.512	5	19.386	17,00	5,52	3,40
Ma'rang	1.871	4	10.216	13,20	5,46	3,30
Segeri	1.814	29	10.122	100,34	5,58	3,46
Mandalle	1.234	8	6.762	26,40	5,48	3,30
Balocci	1.366	55	7.458	193,60	5,46	3,52
T. Tallasa	1.354	15	5.470	51,90	4,04	3,46
L.K. Tuppabiring	-	-	-	-	-	-
L.K. Tangaya	-	-	-	-	-	-
L.K. Kalmas	-	-	-	-	-	-
Jumlah	19.247	136	104.076	472,18	5,35	3,42

Sumber: Diperta Kabupaten Pangkep. 2004 dan BPS Kabupaten Pangkep 2003

Tabel 4. Analisis usahatani pada berbagai pola tanam di lahan sawah tadah hujan di Mandalle, Kabupaten Pangkep, 2005.

Uraian	Padi	Bero	Ubi jalar	Kacang panjang
Luas lahan (ha)	0,58	-	-	-
Produksi (kg)	1.428	-	-	-
Nilai produksi (Rp)	1.853.936	-	-	-
Biaya produksi (Rp)	989.601	-	-	-
Penerimaan (Rp)	864.335	-	-	-
Luas lahan (ha)	0,40	-	0,40	-
Produksi (kg)	1.300	-	300	-
Nilai produksi (Rp)	1.820.000	-	300.000	-
Biaya produksi (Rp)	355.000	-	0	-
Penerimaan (Rp)	1.464.000	-	300.000	-
Luas lahan (ha)	0,10	-	-	0,10
Produksi (kg)	500	-	-	24
Nilai produksi (Rp)	805.000	-	-	360.000
Biaya produksi (Rp)	112.500	-	-	84.000
Penerimaan (Rp)	692.500	-	-	276.000

sehingga memudahkan pengambilan air. Pendapatan yang diperoleh relatif rendah, berkisar antara Rp 276.000-300.000 selama musim kemarau, karena kemampuan untuk mengusahakan lahan sangat terbatas.

Umumnya petani lebih tertarik bekerja di luar usahatani tanaman pangan. Pekerjaan sampingan petani di Desa Mandalle umumnya sebagai tukang ojek dan becak (42%) dengan rata-rata pendapatan Rp 470.000 selama musim kemarau dan sebagai tukang kayu Rp 2.400.000 selama 3 bulan, dan 38% menganggur setelah panen padi.

Potensi, peluang, dan masalah pengembangan tanaman jagung di Desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, ditinjau dari segi teknis, sosial, dan ekonomi disajikan pada Tabel 5. Peluang pengembangan jagung di Kabupaten Pangkep sangat besar, jika dikaitkan dengan: a) saat panen jagung tepat pada musim kemarau sehingga biaya prosesing hasil lebih rendah dan kualitas hasil tinggi akan sangat baik, b) pasokan jagung pada musim kemarau secara nasional berkurang karena jagung umumnya ditanam di lahan kering pada awal musim hujan, sehingga panen raya jatuh pada akhir musim hujan bahkan saat curah hujan masih tinggi, c) pada saat panen harga jagung relatif tinggi karena kurangnya pasokan dari daerah lain, d) relatif dekat dengan ibu kota provinsi dan mudah dijangkau dengan prasarana jalan yang cukup memadai, dan e) adanya dukungan kebijakan pemerintah daerah untuk pemberdayaan lahan bera terkait dengan program *Celebes Corn Belt*.

Verifikasi dan Evaluasi Komponen Teknologi

Dari ketiga varietas (Lamuru, Sukmaraga, Srikandi Kuning 1) yang ditanam pada tahun 2005, hasil rata-rata yang dicapai belum sesuai dengan target yang diharapkan sebesar 6,0 t/ha biji kering. Rata-rata hasil biji kering (ka air 15%) yang dicapai baru 5,6 t/ha dengan kisaran hasil antara 2,89-8,87 t/ha (Tabel 6).

Di antara komponen teknologi produksi jagung, varietas unggul (baik hibrida maupun bersari bebas) mempunyai peranan penting dalam peningkatan produktivitas. Selain produktivitas yang tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit, karakter tanaman lain yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan varietas unggul jagung adalah kesesuaiannya dengan lingkungan (tanah dan iklim), seperti toleran kekeringan dan tanah masam, pola tanam, pola usahatani, hijauan untuk pakan ternak, dan preferensi petani terhadap karakter lainnya seperti umur, warna biji, atau biomas.

Berdasarkan hasil wawancara dengan petani, dari ketiga varietas yang diterapkan pada tahap verifikasi dan evaluasi, varietas Lamuru disenangi meskipun hasilnya lebih rendah dari varietas Sukmaraga. Pertimbangan petani menyenangi Lamuru adalah warna bijinya lebih kuning dan lebih toleran kekeringan.

Beragamnya hasil jagung antara lain disebabkan oleh: (a) sebagian lahan tergenang pada awal pertumbuhan tanaman sehingga mempengaruhi

Tabel 5. Potensi, peluang, dan masalah pemanfaatan lahan setelah panen padi dengan tanaman palawija di Desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan.

Potensi	Peluang	Masalah	Pemecahan
• Sumber daya lahan sawah tadah hujan cukup luas yaitu 1.176 ha.	• Pemanfaatan lahan sawah tadah hujan setelah panen padi dengan pertanaman palawija (jagung) dan sayuran.	• Penanaman palawija tidak dapat secepatnya ditanam setelah panen padi karena curah hujan kadang-kadang masih tinggi sehingga sering menyebabkan banjir. • Ketersediaan air pada saat musim kemarau sangat terbatas sehingga berpeluang mengalami kekeringan. • Ternak sapi yang dilepas pada sawah tadah hujan setelah panen padi.	• Pembuatan saluran drainase untuk setiap dua baris tanaman. • Pemanfaatan air tanah dangkal dengan membuat sumur gali atau sumur bor. • Pengandangan ternak sapi secara berkelompok atau pemagaran pertanaman pada saat musim kemarau.
• Sumber air tanah dangkal tersedia (kedalaman 4-5 m) dan tidak asin.	• Pembuatan sumur gali atau sumur bor dan untuk menaikkan air dengan pompa.	• Kemampuan petani untuk biaya pembuatan sumur dan pengadaan pompa terbatas. • Umumnya petani adalah penggarap, sedangkan pemilik lahan kebanyakan keberatan lahannya untuk dibuat sumur karena mengurangi luas lahan untuk pertanaman padinya.	• Bermitra dengan swasta atau bantuan kredit bank/pemda untuk pengadaan pompa air. • Untuk pengambilan air dari dalam tanah dibuat dengan cara dibor bukan sumur gali sehingga tidak mengurangi luas lahan.
• Petani sudah mulai mengenal sistem budidaya jagung	• Introduksi teknologi produksi jagung di Desa Mandalle akan lebih mudah diterapkan petani.	• Keterbatasan modal petani. • Keterampilan berusaha petani jagung masih terbatas	• Bermitra dengan swasta/ penampung hasil untuk mendapatkan pinjaman modal dan dikembalikan setelah panen. • Bimbingan teknis dalam berusaha petani jagung yang efisien kaitannya dengan penyediaan pakan untuk ternak yang dikandangan oleh petugas penyuluh lapangan.
• Pemasaran	• Kebutuhan jagung di Sulsel masih besar dan lokasi mudah diakses.	• Harga jagung relatif tidak konstan sehingga menimbulkan kekhawatiran petani tentang harga yang kurang menguntungkan.	• Kemitraan dengan swasta baik dalam permodalan maupun kesepakatan tentang harga jual saat panen sehingga lebih dapat meningkatkan minat petani untuk menanam jagung.

Tabel 6. Hasil dan biomas hijauan pakan (daun di bawah tongkol dan di atas tongkol) beberapa varietas jagung dari pertanaman PTT jagung di lahan sawah tadah hujan. Pangkep, 2005.

Varietas	Hasil biji kering (t/ha)	Biomas hijauan pakan (t/ha)
Petani koperator		
Lamuru	3,66-5,69	2,30-3,20
Sukmaraga	5,97-8,87	1,80-9,40
Srikandi Kuning 1	2,89-6,03	1,30-10,00
Petani nonkoperator		
Lamuru	0,50-2,00	-

pertumbuhannya, (b) masih ada petani yang belum meyakini PTT sehingga pengelolaannya belum optimal, (c) serangan hama belalang, dan (d) terbatasnya ketersediaan pompa sehingga pemberian air belum optimal.

Walaupun demikian, petani masih mampu memperoleh tambahan pendapatan dari usahatani jagung selama musim kemarau sebesar Rp 1.675.000-4.735.000/musim atau Rp 420.000-1.185.000/bulan. Jika bekerja di luar pertanian, tambahan pendapatan mereka hanya Rp 160.000-800.000/bulan. Hasil pada tahun pertama masih dapat ditingkatkan, terutama bagi petani yang pengelolaannya belum optimal. Hasil analisis usahatani jagung selama 2005 dan 2006 disajikan pada Tabel 7.

Penerapan komponen teknologi melalui pendekatan PTT berdampak terhadap peningkatan hasil sebesar 13,4% pada tahun 2006 dibanding 2005 dengan penerimaan meningkat 92,9% (kenaikan harga jagung 47,8%). Biaya produksi pada tahun 2006 meningkat 32,9% dibanding 2005 (kenaikan harga pupuk 18,1% dan peningkatan frekuensi pemberian air 100%), sehingga biaya produksi meningkat dari Rp 500 menjadi Rp 570. Walaupun demikian nilai R/C rasio usahatani jagung pada 2006 mencapai 2,0 sedangkan pada 2005 hanya 1,38. Hal ini mengindikasikan bahwa usahatani jagung pada lahan sawah tadah hujan dengan menerapkan teknologi spesifik lokasi dapat meningkatkan keuntungan dibanding palawija lain yang selama ini diusahakan petani.

Biaya produksi jagung dengan cara intensif berkisar antara Rp 500-1.150/kg biji kering, bergantung pada kondisi lahan, kesuburan tanah, tingkat penerapan teknologi, dan kondisi sosial/upah tenaga kerja (Wahid *et al.* 2002; Subandi *et al.* 2004; Subandi *et al.* 2005; BPTP Sulawesi Selatan dan Syngenta Indonesia 2004). Pengeluaran biaya tenaga kerja (47%) untuk pengolahan tanah (sistem olah tanah sempurna) 13-21% dari total biaya atau berkisar antara Rp 400.000-500.000/ha.

Tabel 7. Analisis usahatani jagung pada luasan 1 ha dengan penerapan pendekatan PTT di lahan sawah tadah hujan. Pangkep, 2005 dan 2006.

Uraian	2005		2006	
	Fisik (kg, l)	Nilai (Rp)	Fisik (kg, l)	Nilai (Rp)
Produktivitas	5.662 ¹⁾	6.511.300	6.420 ²⁾	10.914.000
Sarana Produksi:				
• Benih	20	140	20	140
• Pupuk Urea	300 ³⁾	315	300 ⁴⁾	372
• Pupuk Ponska	200	330	200	330
• Herbisida	4	150	6	270
• Insektisida	1	280	15	225
• Bensin untuk pompa	27	121,5	116	522
Jumlah nilai sarana produksi	-	1.336.500		1.859.000
Tenaga kerja:				
• Penyiapan lahan (TOT)	2 HOK	40	2 HOK	40
• Penanaman (tugal)	8 HOK	160	8 HOK	160
• Penyiangan (herbisida)	4 HOK	80	4 HOK	80
• Pemupukan 2 kali	16 HOK	320	24 HOK ^{*)}	480
• Pemberian air	6 HOK	120	13 HOK	260
• Pengendalian hama	1 HOK	20	1 HOK	20
• Panen dan angkut	14 HOK	280	16 HOK	320
• Penjemuran	5 HOK	100	5 HOK	100
• Pemipilan	Rp 50/kg	283,1	Rp 50/kg	321
Jumlah nilai tenaga kerja	-	1.403.100		1.781.000
Total biaya produksi	-	2.739.600		3.640.000
Penerimaan	-	3.771.700		7.274.000
R/C ratio		1,38		2,00

¹⁾ Harga jagung pipilan Rp 1.150/kg

²⁾ Harga jagung pipilan Rp 1.700/kg

³⁾ Harga pupuk urea Rp 1.050/kg

⁴⁾ Harga pupuk urea Rp 1.240/kg

^{*)} Pemupukan 3 kali

Penerapan teknologi tanpa olah tanah (TOT) melalui pendekatan PTT dapat menghemat penggunaan air dan biaya pengolahan tanah, dengan hasil jagung cukup tinggi, 6,0 t/ha. Budi daya jagung pada lahan sawah tadah hujan dengan sistem TOT memberikan keuntungan lebih tinggi dibanding sistem olah tanah sempurna (OTS), berturut-turut sebesar Rp 2.940.500 dan Rp 1.703.000/ha.

Keunggulan sistem TOT adalah: (a) mengurangi biaya produksi sebesar Rp 627.500/ha dari biaya pengolahan tanah dan pengairan, dan (b) memberikan hasil lebih tinggi, yakni 4,47 t/ha pipilan kering pada sistem TOT dan 3,86 t/ha pada sistem OTS. Hasil yang lebih tinggi pada TOT nampaknya berkaitan dengan kondisi lingkungan yang lebih baik, terutama kecukupan lengas tanah, sebab penanaman dengan sistem TOT lebih awal 33 hari dibandingkan dengan sistem OTS, sehingga sisa air setelah padi dan sisa curah hujan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Mundurnya waktu tanam pada sistem OTS, karena menunggu turunnya lengas tanah untuk dapat diolah (Wahid *et al.* 2002).

Selain varietas unggul yang mampu memberikan produktivitas tinggi, kualitas benih juga merupakan salah satu faktor penentu produktivitas. Pemilihan suatu varietas unggul yang sesuai kondisi lingkungan setempat dan penggunaan benih bermutu merupakan langkah awal menuju keberhasilan usahatani jagung. Penggunaan benih bersertifikat dengan vigor tinggi sangat dianjurkan. Disarankan pula, sebelum tanam hendaknya dilakukan uji daya kecambah benih, karena dalam budidaya jagung tidak dianjurkan melakukan penyulaman tanaman yang tidak tumbuh. Pertumbuhan tanaman sulaman biasanya tidak normal karena adanya persaingan untuk tumbuh. Bunga betina dari tanaman sulaman biasanya tidak terserbuki dengan sempurna oleh tepungsari dari bunga jantan tanaman lain karena berbunganya terlambat, sedangkan peluang terjadinya penyerbukan sendiri hanya sekitar 5% sehingga mengurangi jumlah biji pada tongkol.

Benih yang bermutu, jika ditanam akan tumbuh serentak empat hari setelah tanam dalam kondisi normal. Penggunaan benih bermutu akan lebih menghemat jumlah benih yang ditanam dan populasi tanaman yang dianjurkan dapat terpenuhi (minimal 66.600 tanaman/ha). Sebelum ditanam benih, diberi perlakuan (*seed treatment*) dengan metalaksil dengan takaran 2,5 g/kg benih yang dicampur dengan 10 ml air. Larutan tersebut dicampur dengan benih secara merata, sesaat sebelum tanam. Perlakuan benih dimaksudkan untuk mencegah serangan penyakit bulai yang merupakan penyakit utama tanaman jagung.

Salah satu faktor penentu produktivitas jagung adalah populasi tanaman yang terkait erat dengan jarak tanam dan mutu benih. Populasi tanaman yang dianjurkan untuk dipertahankan minimal 66.600 tanaman/ha (jarak tanam 75 cm x 20 cm, satu tanaman/lubang atau 75 cm x 40 cm, dua tanaman/lubang). Untuk memenuhi populasi tanaman tersebut, viabilitas benih di atas 95%.

Aplikasi pupuk N susulan pada tanaman jagung dengan menggunakan bagan warna daun (BWD) dapat menghemat penggunaan pupuk N. Pemberian pupuk N 7-10 hari setelah tanam (HST) cukup 25% dan pada 30 HST 50% dari takaran anjuran atau berdasarkan analisis tanah. Pada 40 HST, untuk mengetahui tambahan pupuk N yang diperlukan tanaman digunakan BWD.

Lahan pertanian umumnya tidak mengandung cukup N, kecuali lahan yang baru dibuka dari vegetasi hutan. Pada tanah Latosol, Vulkanis, Mediteran, dan Podsolik, pemberian pupuk urea dengan takaran 200-400 kg/ha memberikan efisiensi pemupukan (untuk setiap kg hasil jagung dari setiap kg pupuk urea yang diberikan) 6,0-7,5. Hasil penelitian di Maros menggunakan tiga varietas hibrida dan dua varietas komposit menunjukkan bahwa takaran pupuk urea yang optimal untuk hibrida adalah 420 kg/ha dan komposit 350 kg/ha, dengan aplikasi tiga kali (7, 25, 40 HST, ditugal di samping tanaman dan ditutup tanah).

Jagung merupakan tanaman yang tergolong tidak tahan kelebihan air dan/atau kekurangan air, relatif sedikit membutuhkan air dibanding padi. Oleh karena itu, pengaturan ketersediaan air menjadi sangat penting. Pada lahan sawah yang umumnya ditanam pada akhir musim hujan, pada awal pertumbuhan tanaman masih ada hujan, sehingga perlu dibuat saluran drainase untuk menghindari genangan. Selama pertumbuhan vegetatif biasanya peluang tanaman mengalami kekeringan cukup besar. Oleh karena itu perlu pemberian air pada saat tanaman telah menunjukkan gejala kekeringan. Sumber air dapat diperoleh baik dari air tanah dangkal yang didistribusikan dengan pompa dan air irigasi sesuai kebutuhan tanaman.

KESIMPULAN

1. Potensi dan peluang pemanfaatan lahan sawah tadah hujan setelah pertanaman padi pada musim kemarau cukup besar. Pemanfaatan lahan sawah tadah hujan dengan pertanaman jagung merupakan langkah yang strategis mengingat pasokan jagung secara nasional pada musim kemarau masih kurang sehingga harga jual jagung saat itu cukup tinggi. Selain itu, hasil jagung yang dipanen pada musim kemarau memiliki kualitas yang lebih baik.
2. Permasalahan yang dihadapi petani dalam pengembangan jagung antara lain; (a) ketersediaan air, yang memerlukan pembuatan sumur gali/bor untuk memanfaatkan sumber air tanah dangkal yang tersedia pada lahan sawah tadah hujan dengan kedalaman sekitar 5 m, (b) pengadaan pompa air untuk menaikkan air ke permukaan, (c) gangguan ternak sapi karena pemeliharaannya masih dengan cara dilepas pada siang hari, hal ini memerlukan kebijakan pemerintah daerah setempat tentang larangan pemeliharaan ternak sapi dengan cara dilepas agar program pengembangan jagung dapat berjalan dengan baik, dan (d) kelembagaan yang terkait dengan bidang pertanian masih belum memadai.
3. Terdapat enam komponen teknologi yang dapat diterapkan secara bersamaan sebagai penciri model PTT jagung, yaitu: (a) varietas unggul baru spesifik lokasi, baik jenis komposit/bersari bebas maupun hibrida, (b) benih bermutu dan berlabel, (c) populasi tanaman sekitar 66.600 tanaman/ha, (d) pemupukan N berdasarkan stadia pertumbuhan tanaman dan pengukuran tingkat kehijauan daun tanaman dengan BWD, pemupukan P dan K berdasarkan status hara tanah, (e) bahan organik/pupuk kandang 1,5-2,0 t/ha, dan (f) pembuatan saluran drainase (untuk menghindari genangan saat awal pertumbuhan) dan saluran distribusi air (untuk efisiensi distribusi air).

DAFTAR PUSTAKA

- BPS dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2006. Statistik Indonesia. BPS Jakarta.
- BPS Pangkep. 2003. Kabupaten Pangkep dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkep. Kerja sama Bappeda dengan BPS Kabupaten Pangkep.
- BPS Pangkep. 2004. Kabupaten Pangkep Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Pangkep. Kerja sama Bappeda dengan BPS Kabupaten Pangkep.
- BPTP Sulawesi Selatan dan PT. Syngenta Indonesia. 2004. Laporan hasil penelitian pengujian lapangan crop program Syngenta dalam rangka peningkatan hasil dan kualitas jagung serta peningkatan pendapatan petani jagung di Sulawesi Selatan.
- Kasryno, F. 2002. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia. Makalah pada Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor, 24 Juni 2002.
- Mink, S, D., P.A. Dorosh, and D.H. Pery. 1987. Corn production systems. *In*: Timmer (eds). The Corn Economy of Indonesia. p. 62-87.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. 2002. Peta potensi lahan pengembangan jagung di Indonesia. Bahan Pameran pada Festival Jagung Pangan Pokok Alternatif di Bogor 26-27 April 2002.
- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, dan Zubachtirodin. 2004. Peran inovasi dalam produksi jagung nasional. p. 67-94. *Dalam*. A.K. Makarim, Hermanto, Sunihardi (eds.) Inovasi Pertanian Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Subandi, S. Saenong, Zubachtirodin, A. Najamuddin, Margaretha, SL, I.U. Firmansyah, A. Buntan, N. Widiyati, A. Hippi, dan Rosita. 2005. Peningkatan produktivitas tanaman jagung pada wilayah pengembangan melalui pengelolaan tanaman terpadu. Laporan Akhir Balai Penelitian Tanaman Sereal.
- Wahid, A.S., Muslimin, Zainuddin, S. Saenong, dan D. Baco. 2002. Kajian efisiensi dan diversifikasi kelembagaan corporate farming pada lahan sawah tadah hujan (belum dipublikasi).

Pemantauan Cepat Status Hara N Tanaman Jagung Menggunakan Bagan Warna Daun dan Klorofil Meter

Syafruddin, Sania Saenong, M.S. Pabbage, dan Subandi
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Salah satu cara agar pemberian pupuk N sesuai dengan kebutuhan tanaman jagung adalah dengan memantau status hara N melalui daun tanaman. Bagan Warna Daun (BWD) dapat digunakan untuk memonitor status hara N secara *in situ* di lapangan dan sekaligus untuk menentukan waktu yang tepat untuk pemberian pupuk N susulan. Klorofil meter (atau SPAD meter) merupakan alat diagnosis yang dapat mengukur kandungan relatif klorofil di daun. BWD mengukur intensitas warna daun menggunakan skala warna 2-5 (dari kuning kehijauan sampai hijau tua). Klorofil meter mengukur klorofil daun secara relatif berdasarkan panjang gelombang warna daun yang dinyatakan dengan nilai SPAD, berkisar antara 20-70. Hasil penelitian menunjukkan, penggunaan BWD maupun klorofil meter cukup akurat dalam menentukan kecukupan atau kekurangan hara N pada tanaman jagung, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai korelasi yang nyata dengan kadar N daun. Pada kondisi unsur hara lainnya tidak merupakan faktor pembatas, titik kritis pembacaan alat BWD adalah $\leq 4,6$ untuk jagung hibrida dan $\leq 4,5$ untuk jagung bersari bebas. Bila menggunakan klorofil meter, batas kritis nilai SPAD ≤ 53 untuk jagung hibrida dan $\leq 51,5$ untuk jagung bersari bebas. Bila hasil pembacaan di bawah nilai batas kritis, maka tanaman perlu segera diberi pupuk nitrogen N.

PENDAHULUAN

Nitrogen (N) merupakan salah satu hara yang sangat dibutuhkan tanaman jagung. Untuk menghasilkan 1 kg biji jagung, tanaman membutuhkan 0,028 kg N (Cooke 1975). Di daerah tropis, kandungan hara N dalam tanah umumnya tidak mencukupi bagi tanaman untuk memberi hasil optimal, karena itu diperlukan tambahan pupuk N. Pemberian pupuk N yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, baik jumlah maupun waktu pemberian, menyebabkan tingginya kehilangan N dari pupuk, tidak optimalnya pertumbuhan tanaman, sehingga efisiensi penggunaan N rendah.

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk N diperlukan cara yang dapat menduga status hara N di tanah sebagai dasar dalam rekomendasi

pemupukan N pada tanaman jagung. Beberapa teknik yang sudah dikenal antara lain berdasarkan analisis tanah, analisis kadar N daun (Fox *et al.* 1989), dan analisis kandungan klorofil daun (Peterson *et al.* 1996; Francis and Piekielek 1996). Metode ini dilakukan dengan cara destruksi, yaitu dengan mengambil sampel tanah atau bagian tanaman (daun) kemudian dianalisis di laboratorium. Teknik ini tidak efisien dari segi waktu maupun biaya yang digunakan.

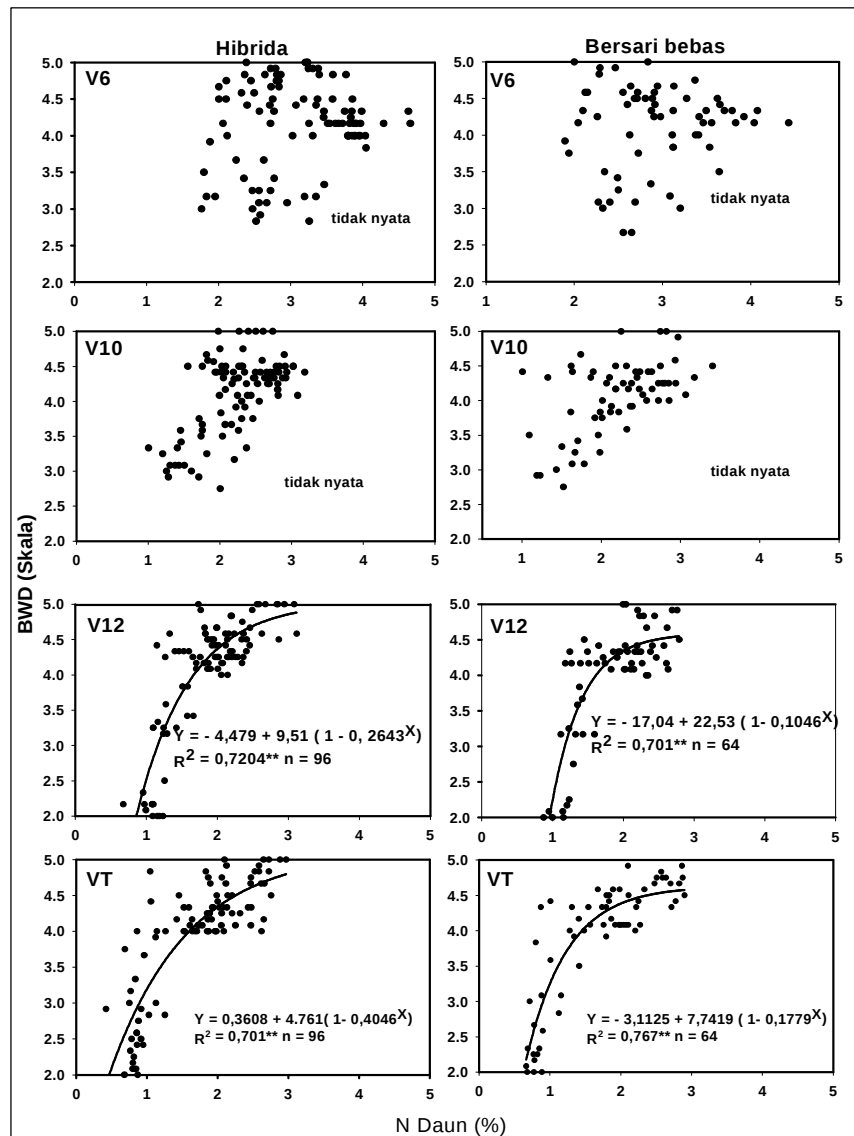
Status hara N pada tanaman jagung dapat diidentifikasi secara *in situ* dengan mengukur tingkat kehijauan daun menggunakan bagan warna daun (BWD) yang dikembangkan oleh IRRI atau berdasarkan pembacaan klorofil meter SPAD 502 (*Soil Plant Analysis Development*) yang dikembangkan oleh Minolta. Tanaman jagung yang kekurangan N akan menimbulkan gejala klorosis sehingga warna daun menjadi kekuningan. Sebaliknya, tanaman yang kelebihan N, daun berwarna hijau gelap. Perubahan warna daun disebabkan oleh perubahan kandungan klorofil daun. Klorofil daun berkorelasi positif dengan kadar N di daun, karena klorofil mengandung N, sehingga klorofil daun dapat mencerminkan status hara N pada tanaman jagung. BWD dan klorofil meter SPAD mempunyai akurasi yang sama dengan metode analisis N secara destruktif dalam menentukan kecukupan hara N pada beberapa tanaman termasuk padi sawah (Balasubramanian *et al.* 1999; Hussain *et al.* 2000), gandum (Follet *et al.* 1992), dan kapas (Wood *et al.* 1992).

PRINSIP PENGGUNAAN ALAT BWD DAN KLOOROFIL METER SPAD

BWD adalah alat untuk mengukur tingkat kehijauan atau intensitas warna daun menggunakan skala warna 2-5 (kuning-kehijauan sampai hijau tua). Klorofil meter SPAD 502 adalah alat portabel digital yang mengukur kandungan relatif klorofil daun secara langsung, menggunakan cahaya merah. Prinsip pengukuran klorofil daun menggunakan SPAD adalah jumlah cahaya merah yang diserap dan ditransmisikan oleh klorofil di daun, dan terekam secara digital yang nilainya dinyatakan dalam jumlah kandungan klorofil pada daun. Klorofil meter mengukur secara cepat yang berhubungan dengan klorofil daun secara relatif dan salah satu alternatif dalam mengukur status N tanaman (Argenta 2004).

AKURASI PENGUKURAN DENGAN BWD DAN SPAD

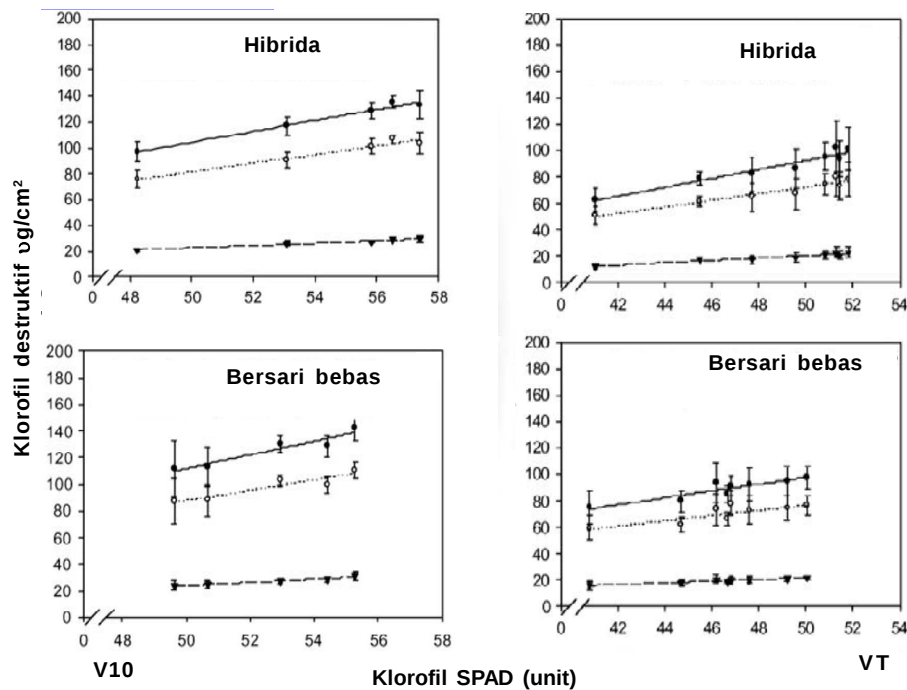
Akurasi pengukuran status hara N menggunakan BWD dan SPAD ditentukan berdasarkan nilai korelasi dengan pengukuran kadar N di daun. Korelasi antara nilai BWD dengan kadar N daun tanaman jagung tidak nyata pada fase V6 sampai V10, tetapi berkorelasi sangat nyata pada fase V12 sampai VT (Gambar



Gambar 1. Hubungan antara nilai pembacaan BWD dengan kadar N daun pada tanaman jagung hibrida dan bersari bebas pada fase V6, V10, V12, dan VT.

1). Model korelasinya berbentuk eksponensial dengan nilai $R^2 = 0,720^{**}$ untuk V12 dan $0,701^{**}$ untuk VT (Syafuruddin *et al.* 2007).

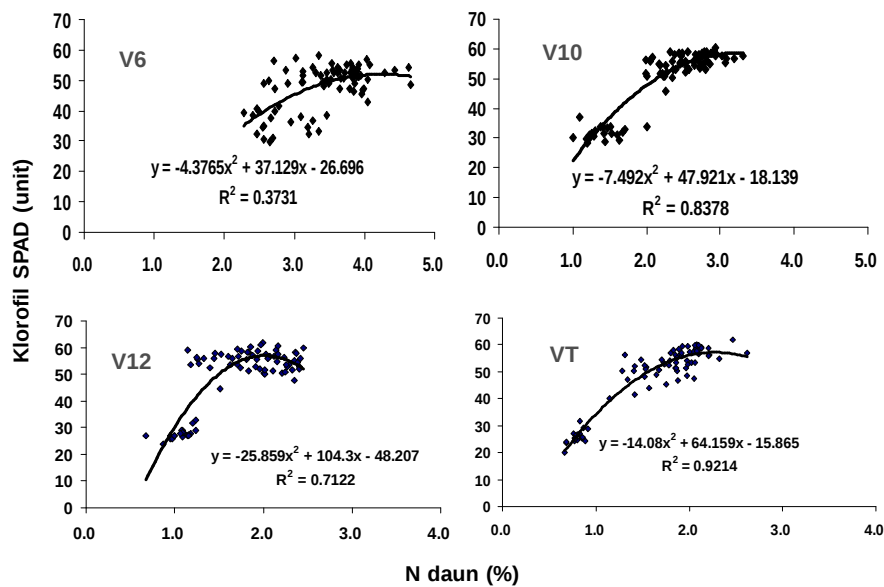
Hasil pengukuran klorofil daun menggunakan klorofil meter SPAD pada jagung varietas hibrida (Gambar 2A) dan bersari bebas (Gambar 2B) menunjuk-



Gambar 2. Hubungan korelasi klorofil daun antara pengukuran menggunakan SPAD dengan cara destruksi pada fase V10 (fase tanaman berdaun 10) dan VT (tanaman saat taseling).

kan korelasi positif dengan pengukuran klorofil daun secara destruktif baik klorofil a, b, maupun total klorofil dengan nilai $r^2 = 0,75$ sampai $0,90$ (Argenta *et al.* 2005). Nilai SPAD berkorelasi positif dengan kandungan klorofil secara ekstrak pada semua fase tumbuh dan tingkat turgoditas daun tanaman. Koefisien regresi antara nilai SPAD dengan pengukuran klorofil secara ekstrak pada berbagai tingkat kandungan air daun saat diukur tidak berbeda nyata pada tanaman gandum dan jagung (Martinez and Guiamet 2004).

Korelasi antara klorofil SPAD dengan kadar N daun (Gambar 3) bersifat kuadratik-plateau pada semua fase pengamatan (V6-VT). Jika kadar N daun meningkat hingga 4,24% pada V6; 3,2% pada V10; 2,34% pada V12; dan 2,27% pada VT akan meningkatkan kandungan klorofil relatif. Setelah itu kandungan klorofil stabil walupun kadar N daun meningkat (Syafuruddin *et al.* 2005). Nilai SPAD daun berkorelasi linier-plateau dengan kadar NO_3 batang dan tidak menunjukkan respon peningkatan jika tanaman N secara berlebihan (Wescott and Wraith 2003). Beberapa hasil penelitian pengukuran klorofil daun menggunakan SPAD menyimpulkan bahwa nilai klorofil SPAD meningkat secara



Gambar 3. Hubungan antara klorofil (SPAD) dengan kadar N daun jagung.

plateau dengan meningkatnya pemberian pupuk N dan kadar N daun (Piekielek *et al.* 1995). Hal ini berarti, pada tanaman jagung, klorofilmeter SPAD dapat menentukan tingkat defisiensi N tetapi tidak dapat digunakan sebagai indikator untuk mengukur penggunaan N yang berlebihan (*luxury consumption N*). Peningkatan kadar N pada level tertentu akan berhubungan linear dengan klorofil daun. Setelah level tersebut dicapai maka nilai pengukuran klorofil daun akan mendatar (plateau) walaupun kadar N daun meningkat.

BATAS KRITIS KECUKUPAN HARA N BERDASARKAN NILAI BWD DAN SPAD

Identifikasi status hara N pada tanaman sejak dini merupakan strategi yang sangat penting dalam sinkronisasi kebutuhan tanaman akan N dengan ketersediaannya di tanah, sehingga dapat ditentukan kebutuhan dan takaran yang diperlukan. Penentuan titik kritis pada setiap fase tanaman diperlukan untuk memisahkan antara tingkat kekurangan dengan kecukupan hara tanaman. Pemberian pupuk harus dilakukan sebelum hara yang diperlukan tanaman berada pada batas kritis, untuk mencegah defisiensi yang berdampak terhadap penurunan hasil (Beegle 2005).

Batas kritis kecukupan hara N bagi tanaman berdasarkan nilai BWD menggunakan metode grafik Cate-Nelson (1965) berbeda pada setiap fase tanaman. Titik kritis kecukupan hara N pada jagung hibrida pada fase V6-V10 adalah pada skala 4,6 dan fase V12-VT skala 4,7. Pada jagung bersari bebas, titik kritis pada fase V6-V12 adalah pada skala 4,45 dan fase VT pada skala 4,5 (Gambar 3). Jika nilai pengukuran berada di bawah titik kritis maka tanaman harus segera diberi pupuk N untuk mendapatkan hasil optimal. Hasil yang tinggi akan diperoleh jika nilai berada pada skala $>4,6$ BWD untuk jagung hibrida dan $>4,5$ untuk jagung bersari bebas dan dipertahankan sejak fase V6 hingga VT (Syafuruddin *et al.* 2007).

Hasil penelitian di beberapa negara subtropis menunjukkan, titik kritis kecukupan hara N berdasarkan nilai SPAD pada fase V6 adalah 43,5 (Piekielek and Fox 1992) dan pada fase pembentukan biji 52,0 (Piekielek *et al.* 1995). Nilai kecukupan N pada fase V3-V4 adalah $47,2 \pm 1,8$ dan pada fase V6-V7 adalah $54,1 \pm 2,0$ (Waskom *et al.* 1996).

Hasil penelitian di Kebun Percobaan Maros menunjukkan bahwa titik kritis nilai SPAD pada tanaman jagung bervariasi, bergantung pada varietas dan fase tumbuh tanaman. Secara umum titik kritis nilai SPAD pada jagung hibrida adalah 51,6; 53,7; 54,9; dan 51,2 masing-masing pada fase V6, V10, V12, dan VT. Pada varietas bersari bebas titik kritisnya adalah 49,1; 53,1; 51,4; dan 51,8 masing-masing pada fase V6, V10, V12, dan VT, berurutan (Syafuruddin *et al.* 2005). Adanya perbedaan titik kritis antara Piekielek *et al.* 1995, Waskom *et al.* 1996 dan Syafuruddin *et al.* 2005 disebabkan perbedaan varietas, fase tumbuh tanaman, dan iklim pada saat pengukuran.

PEMUPUKAN N BERDASARKAN HASIL PENGUKURAN BWD DAN SPAD

Untuk memperoleh hasil jagung yang optimal, nilai warna daun pada BWD rata-rata $>4,5$ sejak fase V6 hingga VT (Syafuruddin *et al.* 2007). Oleh karena pengukuran BWD hanya akurat pada fase V12-VT dengan nilai korelasi nyata antara BWD dengan kadar N. Pada fase lebih awal, nilai korelasinya tidak nyata. Pemupukan N pada tanaman jagung dapat dianjurkan tiga kali, yaitu pada awal tanam (7 HST) 50 kg N/ha, umur 30-35 (V6) 75 kg N/ha, kemudian pada umur 45-50 HST (V12-V14) berdasarkan nilai pengukuran BWD. Perkiraan kebutuhan pupuk N (susulan ketiga) berdasarkan nilai pengukuran BWD pada umur 45-50 HST (V12-V14) disajikan pada Tabel 1.

Berbeda dengan BWD, nilai SPAD dapat digunakan pada pengukuran sejak fase V6 sampai VT sebagai indikator pemberian pupuk kedua atau ketiga setelah pemberian pupuk dasar. Akan tetapi tidak sesuai digunakan sebelum fase V6,

Tabel 1. Perkiraan takaran pupuk N susulan pada tanaman jagung berdasarkan nilai BWD pada fase V12-VT.

Nilai BWD	Takaran N (kg/ha)	
	Hibrida	Bersari bebas
3,5	99	85
3,6	95	80
3,7	89	74
3,8	84	69
3,9	77	63
4,0	71	56
4,1	64	49
4,2	56	41
4,3	46	28
4,4	34	8
4,5	14	-
4,6	-	-

Sumber: Syafruddin *et al.*(2007)

karena korelasi antara nilai SPAD dengan kadar N dan hasil biji tidak nyata (Syafruddin *et al.* 2005).

Untuk mendapatkan hasil optimal, berdasarkan titik kritis nilai SPAD tanaman mulai dari V6 sampai VT, harus ≤ 53 untuk varietas hibrida dan $\leq 51,5$ untuk varietas bersari bebas. Di bawah batas kritis tersebut, tanaman jagung harus segera dipupuk N. Adanya perbedaan takaran N yang diberikan pada nilai SPAD yang sama disebabkan oleh adanya perbedaan potensi hasil yang antara varietas hibrida dengan varietas bersari bebas. Potensi hasil varietas hibrida dapat mencapai 12,5 t/ha, sedangkan bersari bebas 8,9 t/ha (Syafruddin *et al.* 2005). Penggunaan pupuk N pada fase V6-VT untuk hibrida dan bersari bebas disajikan pada Tabel 2.

Klorofil meter SPAD relatif mahal, sehingga sulit diterapkan oleh petani maupun kelompok tani, tetapi perlu dimiliki oleh Dinas Pertanian, konsultan, atau lembaga penelitian untuk menentukan pemupukan N dalam skala luas. Petani cukup menggunakan BWD meskipun tidak sebanding tingkat ketelitiannya dengan klorofil meter SPAD. BWD yang berasal dari IRRI mempunyai skala warna 2-5 (warna kuning-kehijauan sampai hijau tua) dan sudah digunakan untuk tanaman padi dan dapat menghemat penggunaan pupuk urea hingga 30%.

Tabel 2. Perkiraan takaran pupuk N susulan pada tanaman jagung hibrida dan bersari bebas berdasarkan nilai SPAD pada setiap fase tumbuh.

Fase tumbuh	Nilai SPAD	Tambahan pupuk (kg N/ha)*	
		Hibrida	Bersari bebas
V6	>53	-	-
	51,5-53	100	-
	50-51,5	100-125	100
	<50	125-150	100-125
V10-V12	>53	-	-
	51,5-53	75	-
	50-51,5	75-100	75
	<50	100-125	75-100
VT	>53	-	-
	51,5-53	50	-
	50-51,5	50-75	50
	<50	75-100	50-100

* Pemberian awal tanam 50 kg N/ha.

Sumber: Syafruddin *et al.* 2004

KESIMPULAN

BWD dan klorofil meter SPAD dapat digunakan untuk menentukan status hara N pada tanaman jagung. Penggunaan BWD cukup akurat dalam menentukan status hara N pada fase V10 sampai VT. Titik kritis kecukupan hara N pada fase V12-VT adalah 4,6 untuk jagung hibrida dan 4,5 untuk jagung bersari bebas. Penggunaan klorofil meter SPAD cukup akurat, mulai dari fase V6 sampai VT. Titik kritis kecukupan hara N berdasarkan klorofil meter SPAD adalah ≥ 53 untuk jagung hibrida dan $\geq 51,5$ untuk jagung bersari bebas

DAFTAR PUSTAKA

- Angadi, V.V., S. Rajakumara, Ganajaxi, A.Y. Hugar, B. Basavaraj, and S.V. Subbaiah. 2000. Determining the leaf color chart threshold value for nitrogen management in rainfed rice. *IRRN*. 27:34-35
- Argenta, G., P.R.F. Da Silva, and L. Sangoi. 2004. Leaf relative chlorophyll content as an indicator parameter to predict nitrogen fertilization in maize. *Ciencia Rural, Santa Maria*: 34(5):1379-1387.
- Argenta, G., P.R.F. da Silva, C.G. Bortolini, E.L. Forsthofer, and M.L. Strieder. 2005. Relationship of reading of portable chlorophyll meter with contents of extractable chlorophyll leaf nitrogen in maize. 14 p. <http://www.icml9.org>.

- Balasubramanian, V., A.C. Morales, R.T. Cruz, T.M. Thiyagarajan, R. Nagarajan, M. Babu, S. Abdulrahman, and L.H. Hai. 2000. Adaptation of chlorophyll meter (SPAD) technology for real-time N management in rice: A review. *Int Rice Res. Notes* 25(1):4-8.
- Balasubramanian, V., A.C. Morales, R.T. Cruz, N.N. De, P.S. Tan, and Z. Zaini. 2000. Leaf color chart (LCC): a simple decision tool for nitrogen management in rice. *ASA Meeting, Minneapolis, USA, Nov. 5-10, 2000. Agron. Abstr.* p. 278.
- Beegle, D.B. 2005. Interpretation of soil testing result. *Pennsylvania Representative to NEC* 67:84-90.
- Cate, R.B. and L.A. Nelson. 1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. *Tec. Bull. 1. Int. Soil Testing Ser.* North Carolina State Univ. Raleigh.
- Cooke. 1975. *Fertilizing for Maximum Yield.* Granada Publishing. London. p.71-87.
- Francis, D.D. and W.P. Piekielek. 1996. Assessing crop nitrogen with chlorophyll meters. *Site-Specific Management Guidelines (SSMG).* 124p.
- Follet, R.H., R.F. Follet, and A.D. Halvorson. 1992. Use of a chlorophyll meter to evaluate the nitrogen status of dryland winter wheat. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 23 (7 & 8):687-697.
- Fox, R.H., G.W. Roth, K.V. Iversen, and W.P. Piekielek. 1998. Soil and tissue nitrate tests compared for predicting soil nitrogen availability to corn. *Agron. J.* 81: 971-974.
- Furuya, S. 1987. Growth diagnosis of rice plants by means of leaf color. *Jpn. Agric. Res. Q.* 20:147-153.
- IRRI. 1996. Use of leaf color chart for N management in rice. *Crop Resource Management. Network Technol. Brief 2.* IRRI, Manila, Philippines.
- MacKown, Ch.T., T.G. Sutton. Using early-season leaf traits to predict nitrogen sufficiency of burley and tobacco. *Agron. J.* 90:21-27.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants.* Academic Press Inc. London. p.461-479.
- Peterson, T.A., T.M. Blackmer, D.D. Francis, and J.S. Schepers. 1996, Using chlorophyll meter to improve N management, *Soil Resource Management.* D13.
- Piekielek, W.P. and R.H. Fox. 1992. Use of chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. *Agron. J.* 84:59-65.

- Piekielek, W.P., R.H. Fox, J.D. Toth, and K.E. Macneal. 1995. Use of a chlorophyll meter at the early dent stage of corn to evaluate nitrogen sufficiency. *Agron. J.* 87:403-408.
- Sawyer, J.E., D.W. Barker, and J.P. Lundvall. 2004. Using chlorophyll meter reading to determine N application rates for corn. Presented at the North Extension-Industry Soil Fertility Conference, Des Moines, IA.
- Singh, B., Y. Singh, and J.K. Ladha. 2002. Chlorophyll meter and leaf color chart-Based nitrogen management for rice and wheat in Northwestern India. *Agron. J.* 94:821-829.
- Syafruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2005. Pemantauan kecukupan hara N berdasarkan klorofil daun pada tanaman jagung. Simposium Tanaman Jagung. Balitsereal. Maros.
- Syafruddin, S. Saenong, dan Subandi. 2005. Penggunaan bagan warna daun (BWD) untuk pengelolaan pemupukan N pada tanaman jagung (belum dipublikasi).
- Turner, F.T. and M.F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semi dwarf rice. *Agron. J.* 83:926-928.
- Waskom, R. M., D.G. Westfall, D.E. Spellman, and P.N. Soltanpour. 1996. Monitoring nitrogen status of corn with portable chlorophyll meter. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 27:545-560.
- Wescott, M.P. and J.M. Wraith. 2003. Correlation of leaf chlorophyll readings and stem nitrate concentrations in peppermint. *Western Nutrient Management Conference* 5:185-189.
- Wood, C.W., P.W. Tracy, D.W. Reeves, and K.L. Edmisten. 1992. Determination of cotton nitrogen status with hand-held chlorophyll meter. *J. Plant Nutr.* 15:487-500.

Peningkatan Produksi Jagung dengan Pemberian Bahan Organik di Lahan Kering

M. Akil

Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Tanaman yang diusahakan secara intensif mengakibatkan kadar bahan organik tanah yang mengendalikan kesuburan biologi dan fisik tanah menurun drastis. Pengembalian kesuburan tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik berbentuk kompos, pupuk kandang atau pupuk hijau. Takaran bahan organik yang dianjurkan 5 t/ha sulit diimplementasikan petani karena terkait dengan pengadaan, harga pupuk, dan pengangkutannya. Untuk itu diperlukan teknologi pemberian pupuk organik yang efisien. Pemberian pupuk kandang pada lubang tanam sebagai penutup benih jagung saat tanam atau pemberian dalam barisan tanaman dapat mengurangi jumlah penggunaan pupuk anorganik. Pemberian pupuk organik sebagai penutup biji jagung pada lubang tanam atau dalam barisan tanaman sebanyak 1 t/ha memberikan hasil jagung dan biomas segar tertinggi.

PENDAHULUAN

Peluang peningkatan produksi jagung di dalam negeri masih terbuka lebar, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan areal. Produktivitas jagung di tingkat nasional dewasa ini baru mencapai 3,4 t/ha (BPS dan Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan 2003) sedangkan di tingkat penelitian telah mencapai 4,5-8,0 t/ha. Ditinjau dari ketersediaan luasannya, lahan kering terutama di luar Jawa, potensial untuk pengembangan jagung (Zubachtirodin *et al.* 2004).

Rendahnya hasil jagung di tingkat petani antara lain disebabkan oleh sebagian besar pertanaman jagung diusahakan pada lahan kering dengan tingkat kesuburan yang relatif rendah, bereaksi masam, pengelolaan tanaman, dan lingkungan belum sesuai dengan konsep keberlanjutan sistem usahatani (Subandi *et al.* 1988).

Kesuburan tanah memberikan kontribusi sebesar 55% terhadap produksi tanaman (Gunarto 2007). Pada lahan yang diusahakan secara intensif mengakibatkan kadar bahan organik tanah, terutama kesuburan biologi dan fisik tanah, menurun drastis. Pengembalian kesuburan tanah dapat dilakukan dengan penambahan bahan organik berbentuk kompos, pupuk kandang, dan

pupuk hijau. Takaran pupuk organik yang dianjurkan sebanyak 5 t/ha sulit diimplementasikan oleh petani karena terkait dengan pengadaan, harga pupuk, dan pengangkutannya.

Penggunaan bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Menurut Materechera dan Mehuys (1991), penambahan pupuk kandang meningkatkan kandungan organik karbon, kapasitas menahan air, dan hasil tanaman termasuk biomas dan biji. Bahan organik berfungsi sebagai pengompleks unsur hara, pengendali logam, dan residu bahan kimia di tanah (Kumada 1987). Bahan organik dalam budi daya jagung dapat bersinergi dengan komponen lainnya dalam memacu pertumbuhan tanaman sehingga mengurangi biaya produksi. Pengelolaan tanaman terpadu (PTT) telah diterima oleh sebagian petani sebagai pendekatan dalam sistem produksi berkelanjutan.

Masyarakat di Provinsi Nusa Tenggara Timur masih banyak yang menjadikan jagung sebagai makanan pokok. Di samping itu, sebagian masyarakat memelihara sapi, baik dikandangkan maupun dilepas di hutan dan padang penggembalaan. Selain untuk memenuhi kebutuhan bahan pangan dari jagung, juga perlu diusahakan pemenuhan kebutuhan pakan ternak yang dikandangkan dari biomas jagung.

Pemerintah Provinsi Gorontalo telah mencanangkan upaya peningkatan produksi jagung sebesar satu juta ton secara berkesinambungan di daerahnya. Hal ini dapat dicapai ditinjau dari potensi lahan, sumber daya manusia dan dukungan pemerintah setempat (Akil 2006). Luas areal pertanaman jagung di daerah ini baru sekitar 20.000 ha dengan produktivitas 3,8 t/ha (Anonim 2002). Dengan memanfaatkan potensi lahan kering seluas 250.000 ha dan potensi lahan sawah untuk pengembangan pertanaman jagung dan dibarengi dengan upaya peningkatan produktivitas, maka implementasi dari program yang dicanangkan oleh pemerintah Provinsi Gorontalo berpeluang besar untuk dapat terealisasi.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui jumlah biomas dan hasil jagung melalui pemberian bahan organik pada lahan kering.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada MT 2003 di KP Naibonat, Kabupaten Kupang Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur dan pada tahun 2004 di Wonosari, Kabupaten Boalemo, Provinsi Gorontalo. Takaran bahan organik yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5 t/ha di Naibonat, sedang di Wonosari 0, 1, 2, 3, dan 4 t/ha. Ada dua cara pemberian bahan organik (kotoran sapi), yaitu sebagai penutup biji pada lubang tanam dan dilarik di sepanjang barisan tanaman. Bahan organik diberikan pada saat tanam. Pupuk anorganik yang digunakan

adalah 150 kg urea, 100 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha. Setengah takaran pupuk urea dan seluruh takaran pupuk SP36 dan KCl diberikan pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST). Sisa pupuk urea diberikan pada 37 HST. Jagung yang ditanam adalah varietas Lamuru dengan jarak tanam 75 cm x 20 cm. Di Naibonat benih ditanam tiga biji/lubang. Setiap satu tanaman/rumpun dipanen biomasnya pada umur 30 dan 45 HST, dan pada umur 85 HST dipanen biomas segar di atas tongkol. Di Wonosari benih ditanam dua biji/lubang. Satu tanaman dipanen biomas segarnya pada umur 70 HST. Panen tongkol dilakukan pada saat masak fisiologis.

Pengamatan dilakukan terhadap sifat tanah sebelum penelitian, sifat bahan organik yang digunakan, bobot biomas segar yang dipanen pada 30 HST, 45 HST, 85 HST di Naibonat, sedangkan di Wonosari biomas segar yang dipanen pada 70 HST, hasil biji, dan nilai usahatani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Tanah

Naibonat

Hasil analisis tanah percobaan di Naibonat, NTT, menunjukkan tanah agak basa dengan kadar N sangat rendah, P sangat tinggi, dan kandungan bahan organik termasuk kategori sedang (Tabel 1). Data ini memberikan petunjuk bahwa tanaman jagung di Naibonat memerlukan pupuk nitrogen dengan takaran yang

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di Naibonat, Nusa Tenggara Timur, 2003.

Uraian	Nilai	Kriteria
Tekstur:		Lempung
• Liat (%)	17	
• Debu (%)	55	
• Pasir (%)	28	
pH H ₂ O (1 : 2,5)	8,05	Agak basa
pH KCl (1 : 2,5)		
Bahan organik (%)	4,95	Sedang
N-Total (%)	0,10	Sangat rendah
C/N	27	Sedang
P ₂ O ₅ -Olsen (ppm)	2,65	Sangat tinggi
K _{dd} (me/100 g)	0,53	Sedang
Ca _{dd} (me/100 g)	2,48	Rendah
Mg _{dd} (me/100 g)	1,24	Sedang
Na _{dd} (me/100 g)	0,15	Rendah
Al _{dd} (me/100 g)	0,88	Tidak terukur
H ⁺ (me/100 g)	0,44	
Nilai tukar kation (me/100 g)	14,52	Rendah
Kejenuhan basa (%)	30	Rendah

Tabel 2. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di Wonosari, Boalemo, Gorontalo, 2004.

Uraian	Nilai	Kriteria
Tekstur:		Lempung berpasir
• Liat (%)	13	
• Debu (%)	27	
• Pasir (%)	60	
pH H ₂ O (1 : 2,5)	4,58	Masam
pH KCl (1 : 2,5)	4,03	
Bahan organik (%)	0,86	Sangat rendah
N-Total (%)	0,09	Sangat rendah
C/N	0,86	Rendah
P-Bray I (ppm)	8,17	Sangat rendah
K _{dd} (me/100 g)	0,09	Sangat rendah
Ca _{dd} (me/100g)	5,11	Rendah
Mg _{dd} (me/100g)	1,84	Sedang
Na _{dd} (me/100g)	0,65	Sedang
Al _{dd} (me/100 g)	Tu	Tidak terukur
H ⁺ (me/100 g)	0,06	
Nilai tukar kation (me/100 g)	12,10	Rendah
Kejenuhan basa (%)	63	Tinggi

tinggi untuk dapat menghasilkan biomas dan biji yang tinggi pula. Pupuk P dan K hanya dibutuhkan dalam takaran rendah untuk menjaga keseimbangan hara dalam tanah. Lahan tempat percobaan mempunyai kandungan bahan organik 4,95%, sehingga tergolong ideal.

Wonosari

Hasil analisis tanah percobaan di Wonosari, Gorontalo menunjukkan bahwa tekstur tanah lempung berpasir dengan kandungan N-total, P dan K dan bahan organik sangat rendah (Tabel 2). Data ini memberi petunjuk bahwa pertanian jagung di lokasi penelitian memerlukan pupuk N, P, dan K dengan takaran yang tinggi untuk dapat memperoleh biomas dan hasil yang tinggi. Kadar bahan organik tanah sangat rendah sehingga memerlukan tambahan bahan organik.

Mutu Pupuk Kandang

Hasil analisis pupuk kandang yang berasal dari kotoran sapi yang digunakan di Naibonat menunjukkan kadar N-total 2,30%, P dan K masing-masing 1,96% dan 2,53%, dan kadar C-total 32,9%. Di Wonosari, pupuk kandang dari kotoran sapi yang digunakan mempunyai kandungan N-total 2,03%, P dan K masing-masing 1,98% dan 2,55%, dan kadar C-total 32,9 %.

Menurut Stevenson (1982), bahan organik mempunyai fungsi nutrisi karena mengandung unsur hara makro seperti N, P, K, S, dan unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Zn sebagai cadangan pasif unsur hara. Bahan organik juga mempunyai fungsi biologi melalui pengaruhnya pada aktivitas mikroflora dan mikrofauna dalam tanah, yaitu sebagai sumber energi bagi mikroba. Bahan organik mempunyai peran ganda dalam menunjang produktivitas tanah, yaitu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Mengingat bahan organik adalah bahan yang mudah terombak, maka sifatnya sangat dinamis, mudah berubah dari waktu ke waktu, bergantung pada perubahan unsur yang terkandung di dalamnya. Bahan organik dapat dijadikan sebagai pembenah (amelioran) tanah. Selain sebagai bahan pembentuk tanah, bahan organik juga berfungsi sebagai bahan pengompleks unsur hara, logam, dan penetralisasi residu (Kumada 1987). Bahan organik selaku pembenah sifat tanah berperan sebagai pemantap tanah. Demikian pula sifat fisik lain seperti aerasi, kapasitas tanah memegang air dan permeabilitas tanah. Bahan organik dapat pula mempertahankan stabilitas agregat tanah melalui mekanisme perekatan bersama-sama dengan bahan mineral atau biomassa mikroba, termasuk miselia cendawan (Tate III 1987).

Hasil Biomas

Naibonat

Hasil analisis menunjukkan tidak ada interaksi antara cara pemberian dengan takaran bahan organik. Bobot biomas tertinggi diperoleh pada perlakuan 1 t/ha pupuk organik. Takaran yang lebih tinggi cenderung menurunkan bobot biomas. Takaran 5 t/ha memberikan 120 t/ha biomas. Karena lokasi tempat percobaan mempunyai kandungan bahan organik yang tergolong sedang, maka lahan tidak perlu diberikan pupuk organik terlalu banyak. Pemberian bahan organik ke dalam lubang tanaman akan menyebabkan kontak antara pupuk organik dengan tanaman lebih besar. Pemberian pupuk organik dengan cara dicampur merata ke seluruh lahan dua minggu sebelum tanam membutuhkan jumlah pupuk yang lebih banyak. Hasil penelitian di Bajeng dan Bontobili, Sulawesi Selatan, pada MT 2002 menunjukkan bahwa pemberian 10-20 t/ha bahan organik, baik yang berasal dari pupuk kandang maupun pupuk hijau, dengan cara disebar dan kemudian dicampur ke dalam tanah dua minggu sebelum tanam dapat mengganti kebutuhan 100-200 kg urea/ha (Balitsereal 2004). Pemberian pupuk kandang pada lubang tanaman sebagai penutup benih cenderung memberikan total biomas segar yang lebih baik dibanding pemberian dalam barisan tanaman (Tabel 3).

Lokasi Wonosari

Hasil pengamatan biomas segar pada umur 70 HST menunjukkan bahwa bobot biomas segar sebesar 105,1 t/ha dari varietas Lamuru pada takaran 1 t/ha pupuk kandang yang diberikan pada lubang tanam (Tabel 4). Cara ini telah banyak dipraktekkan petani jagung di Jawa Tengah dan Jawa Timur.

Tabel 3. Pengaruh cara pemberian dan takaran bahan organik terhadap bobot total biomas segar jagung. Naibonat, Nusa Tenggara Timur, 2003.

Takaran bahan organik (t/ha)	Bobot total biomas (t/ha)		
	Bahan organik pada lubang tanam	Bahan organik dalam barisan tanaman	Rata-rata
1	123,0 tn	103,3 tn	113,1 tn
2	112,4	106,3	109,2
3	109,8	97,4	103,6
4	110,2	100,7	105,5
5	120,2	110,5	115,4
Rata-rata	115,1	103,6	109,4

KK (b) 15,5%, tn tidak nyata

Tabel 4. Pengaruh cara pemberian dan takaran pupuk organik terhadap bobot biomas segar pada umur 70 HST. Wonosari, Boalemo, Gorontalo, 2004.

Takaran bahan organik (t/ha)	Bobot biomas 70 HST (cm)		
	Bahan organik pada lubang tanam	Bahan organik dalam barisan tanaman	Rata-rata
0	75,2 b	78,6 a	76,9 b
1	105,1 a	104,2 a	104,6 a
2	89,8 ab	97,1 a	93,4 ab
3	103,5 a	98,0 a	100,7 a
4	101,3 a	99,9 a	100,6 a
Rata-rata	95,0	95,5	95,3

KK(b) 6,4%

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Hasil Biji

Naibonat

Tidak ada interaksi antara cara pemberian dengan takaran bahan organik. Hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan 1 t/ha bahan organik yang diberikan dalam barisan tanaman. hal ini berarti pemberian 1 t/ha pupuk kandang sudah cukup untuk menunjang pertumbuhan tanaman dan menghasilkan biji. Pemberian pupuk kandang pada lubang tanaman cenderung memberikan hasil yang lebih baik dibanding pemberian dalam barisan tanaman (Tabel 5).

Wonosari

Data pada Tabel 6 menunjukkan bahwa untuk mencapai hasil jagung di atas 7,2 t/ha, tanaman cukup diberi pupuk kandang 1 t/ha. Tanah tempat percobaan

Tabel 5. Pengaruh cara pemberian dan takaran bahan organik terhadap hasil jagung. Naibonat, Nusa Tenggara Timur, 2003.

Takaran bahan organik (t/ha)	Hasil (t/ha)		
	Bahan organik pada Lubang tanaman	Bahan organik Dalam barisan tanaman	Rata-rata
1	3,9 tn	4,5 tn	4,20tn
2	4,0	4,1	4,05
3	3,9	4,4	4,15
4	4,3	3,3	3,80
5	3,5	3,9	3,70
Rata-rata	3,92	4,04	3,98

KK (b) 18,9%, tn tidak nyata

Tabel 6. Pengaruh cara pemberian dan takaran bahan organik terhadap hasil jagung. Wonosari, Gorontalo, 2004.

Takaran bahan organik (t/ha)	Hasil biji (t/ha)		
	Bahan organik pada lubang tanam	Bahan organik dalam barisan tanaman	Rata-rata
0	6,9 tn	6,9 tn	6,90
1	7,2	7,3	7,21
2	7,5	7,2	7,36
3	7,5	7,2	7,35
4	7,9	7,5	7,69
Rata-rata	7,38	7,22	7,30

KK (b) 16,1%, tn tidak nyata

memiliki kadar bahan organik sangat rendah sehingga pemberian bahan organik berupa pupuk kandang sangat dianjurkan.

Analisis Ekonomi Usahatani

Naibonat

Analisis ekonomi usahatani jagung di Naibonat menunjukkan bahwa pemberian 1 t/ha bahan organik pada lubang tanaman memberikan keuntungan sebesar Rp 9.044.200 dengan R/C rasio 6,5. Pemberian 1 t/ha dalam barisan tanaman memberikan keuntungan Rp 8.372.800 dengan R/C rasio 6,1 (Tabel 7). Hal ini berarti setiap biaya yang dikeluarkan untuk perlakuan pemberian 1 t/ha pupuk kandang pada lubang tanaman akan memberikan keuntungan sebesar 650%. Pemberian pupuk organik pada takaran yang lebih tinggi, menurunkan keuntungan.

Tabel 7. Analisis ekonomi usahatani jagung (biomas dan biji) pada berbagai takaran dan cara pemberian pupuk organik. Naibonat, Nusa Tenggara Timur. 2003.

Bahan organik	Hasil (t/ha)		Nilai hasil (Rp/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C rasio
	Biomas	Biji				
1 t/ha						
L tanaman	123,02	3,9	10.696.200	1.652.000	9.044.200	6,5
B tanaman	103,33	4,5	10.024.800	1.652.000	8.372.800	6,1
2 t/ha						
L tanaman	112,40	4,0	10.144.000	1.732.000	8.412.000	5,9
B tanaman	106,30	4,1	9.846.800	1.732.000	8.114.800	5,7
3 t/ha						
L tanaman	109,76	3,9	9.900.600	1.812.000	8.088.600	5,5
B tanaman	97,43	4,4	9.585.800	1.812.000	7.773.800	5,3
4 t/ha						
L tanaman	110,23	4,3	10.268.800	1.892.000	8.376.800	5,4
B tanaman	100,74	3,3	8.849.400	1.892.000	6.957.400	4,7
5 t/ha						
L tanaman	120,23	3,3	10.018.800	1.972.000	8.046.800	5,1
B tanaman	110,49	3,9	9.944.400	1.972.000	7.972.400	5,0

Harga biomas Rp 60/kg

Harga biji jagung Rp 850/kg

L tanaman = diberikan pada lubang tanaman

B tanaman = diberikan pada barisan tanaman

Biaya produksi termasuk biaya pengolahan tanah, biaya tenaga kerja, harga benih, pupuk anorganik, dan pupuk kandang

Tabel 8. Analisis ekonomi usahatani jagung (biomas dan biji) pada berbagai takaran dan cara pemberian pupuk organik. Wonosari, Gorontalo. 2004.

Bahan organik	Hasil (t/ha)		Nilai hasil (Rp/ha)	Biaya produksi (Rp/ha)	Keuntungan (Rp/ha)	R/C rasio
	Biomas	Biji				
0 t/ha						
L. Tanaman	75,2	6,9	10.377.000	1.572.000	8.805.000	6,6
B. Tanaman	78,6	6,9	10.579.200	1.572.000	9.007.200	6,7
1 t/ha						
L. Tanaman	105,1	7,2	12.426.000	1.652.000	10.774.000	7,5
B. Tanaman	104,2	7,3	12.725.200	1.652.000	11.073.200	7,7
2 t/ha						
L. Tanaman	89,8	7,5	11.761.200	1.732.000	10.029.200	6,8
B. Tanaman	97,1	7,2	11.944.200	1.732.000	10.212.200	6,9
3 t/ha						
L. Tanaman	103,5	7,5	12.583.200	1.812.000	10.771.200	6,9
B. Tanaman	98,0	7,2	11.998.200	1.812.000	10.186.200	6,6
4 t/ha						
L. Tanaman	101,3	7,9	12.794.800	1.892.000	10.902.800	6,8
B. Tanaman	99,9	7,5	12.319.000	1.892.000	10.427.000	6,5

Harga biomas Rp 60/kg

Harga biji jagung Rp 850/kg

L tanaman = diberikan pada lubang tanaman

B tanaman = diberikan pada barisan tanaman

Biaya produksi termasuk biaya pengolahan tanah, biaya tenaga kerja, harga benih, pupuk anorganik, dan pupuk kandang

Wonosari

Pemberian pupuk kandang dengan takaran 1 t/ha dalam larikan tanaman memberikan keuntungan tertinggi, mencapai Rp 11.073.200 dengan R/C rasio 7,7. Keuntungan lain dari produksi biomas dan biji di samping dapat memperoleh pakan untuk ternak juga biji untuk pangan dan pakan. Apabila pasar biomas untuk pakan ternak tersedia maka biomas dan biji dapat dihasilkan sekaligus pada suatu areal pertanian.

KESIMPULAN

1. Pemberian bahan organik (pupuk kandang) dengan takaran 1 t/ha pada lubang tanam di Naibonat, Nusa Tenggara Timur, memberikan keuntungan tertinggi sebesar Rp 9.044.200 dengan R/C rasio 6,5.
2. Pemberian bahan organik (pupuk kandang) dengan takaran 1 t/ha secara larikan dalam barisan tanaman di Wonosari, Gorontalo, memberikan keuntungan tertinggi sebesar Rp 11.073.200 dengan R/C rasio 7,7.

DAFTAR PUSTAKA

- Akil, M. 2006. Takaran dan cara pemberian pupuk kandang terhadap produksi biji serta biomas jagung di lahan kering Gorontalo. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 166-174.
- Anonim. 2002. Usulan program dan proyek sub ektor pertanian, peternakan dan ketahanan pangan kabupaten Boalemo tahun 2002. Dinas Agribisnis dan Perikanan Kabupaten Boalemo.
- Balitsereal, 2004. Rencana Strategis (Renstra) Balai Penelitian Tanaman Serealia 2005-2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan tanaman Pangan. Bogor.
- BPS dan Ditjen Produksi Tanaman Pangan. 2003. www.deptan.go.id.
- Deptan. 2002. Agribisnis jagung: informasi dan peluang. Festival Jagung Pangan Pokok Alternatif. Bogor 26-27 April 2002. Departemen Pertanian.
- Gunarto, L. 2007. Dengan teknologi AGPI produksi padi ditingkatkan secara efisien dan berkelanjutan. Lembaga Pengembangan Pertanian Organik Indonesia (LP2OI). 4 p.
- Kumada, K. 1987. Chemistry of Soil Organic Matter. Japan Scientific Societies Press. Tokyo.
- Materchera, S.A. and G.R. Mehuys. 1991. Organic manure additions and the leaf water potential and yield of barley. Plant and Soil Journal. 138:239-246.
- Nagaya, Y., T. Matsuoka, T. Kobayashi, and T. Taniyama. 1998. Development of automatic for culture system for year-round rice production in green house. JARQ 32 (4):249-256.
- Pingali, P. 2001. World maize facts and trends. Meeting World Maize Needs. Technological Opportunities and Priorities for the Public Sector. CIMMYT. Mexico.
- Price, L.M.L. and V. Balasubramanian. 1996. Securing the future of intensive rice system: a knowledge-intensive resource management and technology approach. p. 193-203 *In* N.G. Dowling, S.M. Greenfield, and K.S. Fisher (Eds). Sustainability of rice in the global foods systems. International Rice Research Institute. Philippines. 404 p.
- Stevenson, F.J. 1982. Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York.
- Subandi, Marsum M. Dahlan, Muhadji D. Moentono, Iskandar S., Sudaryono, dan Sudjadi 1988. Status penelitian jagung dan sorgum. Risalah Simposium II Penelitian Tanaman Pangan. Buku I. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. p. 189-223.

- Tate III, R.L. 1987. Soil Organic Matter. Biological and Ecological Effects. A Wiley Interscience Publication. John Wiley and Sons. 291 p.
- Zubachtirodin, S. Saenong, Subandi, dan A. Hipi. 2004. Budidaya jagung pada lahan kering beriklim kering melalui pendekatan pengelolaan sumber daya dan tanaman terpadu (PTT). Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani Miskin di Lahan Marjinal Melalui Inovasi Teknologi Tepat Guna. Pusat Penelitian Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor. p. 111-118.

Pengaruh Cara Penyiapan Lahan terhadap Hasil Jagung pada Tanah Bertekstur Sedang

Roy Efendi, A. F. Fadhly, dan M. Akil
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Cara penyiapan lahan bergantung pada kondisi fisik tanah. Pada tanah bertekstur padat diperlukan pengolahan yang intensif. Pada tanah bertekstur ringan, penyiapan lahan dapat dilakukan dengan olah tanah konservasi seperti olah tanah minimum (OTM) atau tanpa olah tanah (TOT). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara penyiapan lahan terhadap fisik tanah dan hasil jagung pada tanah bertekstur sedang. Penelitian dilaksanakan di Desa Wolangi, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, pada bulan Mei-September 2003. Perlakuan disusun berdasarkan rancangan petak berlajur (*strip plot design*) dengan sembilan ulangan. Cara penyiapan lahan terdiri atas olah tanah sempurna (OTS), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT). Penyiangan gulma dilakukan dua kali yaitu pada saat 21 dan 42 hari setelah tanam. Penyiapan lahan konvensional dengan OTS berdampak positif terhadap fisik tanah dengan menurunkan bobot isi dan ketahanan penetarsi tanah. Dampak positif tersebut hanya bersifat sementara karena setelah 2-3 bulan tidak berbeda dengan bobot isi tanah pada lahan yang disiapkan dengan OTM dan TOT. Pertumbuhan dan hasil jagung tidak berbeda nyata pada lahan yang disiapkan dengan OTS, OTM dan TOT. Hasil pipilan jagung pada petak OTS, OTM, dan TOT masing-masing 4,7 dan 4,2 t, dan 4,4 t/ha.

PENDAHULUAN

Di antara berbagai kendala yang dihadapi dalam upaya meningkatkan produktivitas jagung adalah penanaman yang sering tertunda. Pada daerah dengan curah hujan terbatas, penanaman tidak dapat ditunda karena jagung akan mengalami kekeringan. Masalah yang dihadapi adalah pengolahan tanah, tanah keras pada kondisi kering, atau tanah lengket pada saat basah. Pada kondisi demikian, budi daya jagung tanpa olah tanah merupakan alternatif yang dapat diterapkan.

Cara penyiapan lahan bergantung pada kondisi fisik tanah. Pada tanah bertekstur padat diperlukan pengolahan yang lebih intensif. Sebaliknya pada tanah bertekstur ringan, penyiapan lahan dapat dilakukan dengan olah tanah konservasi seperti olah tanah minimum (OTM) atau tanpa olah tanah (TOT).

Keuntungan dari penyiapan lahan dengan olah tanah konservasi adalah memajukan waktu tanam, menghemat tenaga kerja, mengurangi pemakaian bahan bakar, mengurangi erosi, dan meningkatkan kandungan air tanah (FAO 2000). Jagung yang dibudidayakan pada lahan yang disiapkan secara konservasi dari segi pertumbuhan dan hasil, sangat beragam, bergantung pada kondisi fisik tanah (Herberk *et al.* 1986). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa budi daya jagung berhasil dengan baik melalui sistem penyiapan lahan konservasi pada tanah bertekstur ringan sampai sedang dan berdrainase baik, dan akan gagal jika dibudidayakan pada tanah bertekstur berat (Lopez-Belido 1996).

Penyiapan lahan dengan OTS untuk pertanaman jagung bertujuan meningkatkan porositas dan aerasi tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, serta memacu perkembangan akar dan pertumbuhan tanaman. Di sisi lain, OTS dapat mempercepat degradasi sumber daya tanah. Di daerah tropika seperti Indonesia dengan curah hujan yang tinggi, penyiapan lahan dengan cara dibajak beberapa kali lalu digaru dan diratakan menyebabkan permukaan tanah tidak dilindungi oleh tinggalan sisa tanaman, sehingga dapat memacu erosi dan mempercepat penurunan kadar bahan organik tanah (Anderson 1985; Violic 1991; dan Utomo 1995). Karena itu tanah harus dikelola dengan tepat agar dapat digunakan secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara penyiapan lahan terhadap fisik tanah dan hasil jagung pada tanah bertekstur sedang.

TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Wolangi, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan, mulai akhir Mei sampai awal September 2003. Perlakuan terdiri atas tiga cara penyiapan lahan yaitu olah tanah sempurna (OTS), olah tanah minimum (OTM), dan tanpa olah tanah (TOT).

Perlakuan disusun berdasarkan rancangan petak berlajur (*strip plot design*) dengan sembilan ulangan. Ukuran petak perlakuan adalah 7,5 m x 4 m. Pada petak OTS, tanah dibajak dua kali lalu dirotari dan diratakan. Pada petak OTM, tanah hanya diolah pada jalur yang akan ditanam. Pada petak TOT, tanah tidak diolah. Satu minggu sebelum penanaman, vegetasi awal gulma pada OTM dan TOT dikendalikan dengan penyemprotan herbisida glifosat dengan takaran 2,5 l/ha.

Jagung yang ditanam adalah varietas Lamuru dengan jarak 75 cm x 20 cm, satu tanaman tiap lubang. Sebelum ditanam, benih diberi perlakuan metalaxyl untuk mencegah penyakit bulai. Tanaman dipupuk dengan takaran 300 kg Urea, 200 kg SP36 dan 100 kg KCl/ha. Seperdua takaran urea dan seluruh SP36

Tabel 1. Hasil analisis tanah sebelum penelitian di Desa Wollangi, Bone, Sulawesi Selatan, 2003.

Macam penetapan	Nilai	Kriteria
Tekstur		
- Liat (%)	27	
- Debu (%)	62	
- Pasir (%)	11	
pH H ₂ O (1 : 2,5)	7,50	Netral
pH KCl (1 : 2,5)		
Bahan organik (%)	3,23	Rendah
N-Total (%)	0,21	Sedang
C/N	9	
P-Bray I (ppm)	2,62	Sangat rendah
K _{dd} (me/100 g)	0,47	Sedang
Ca _{dd} (me/100g)	44,97	Sangat tinggi
Gram _{dd} (me/100g)	2,42	Tinggi
Na _{dd} (me/100g)	0,43	Sedang
H ⁺ (me/100 g)	0,02	
Nilai tukar kation (me/100 g)	14,00	Rendah

dan KCl diberikan pada 7 hari setelah tanam (HST), sisa urea diberikan pada 37 HST. Pengendalian gulma dilakukan dua kali yaitu pada saat tanaman berumur 21 dan 42 HST.

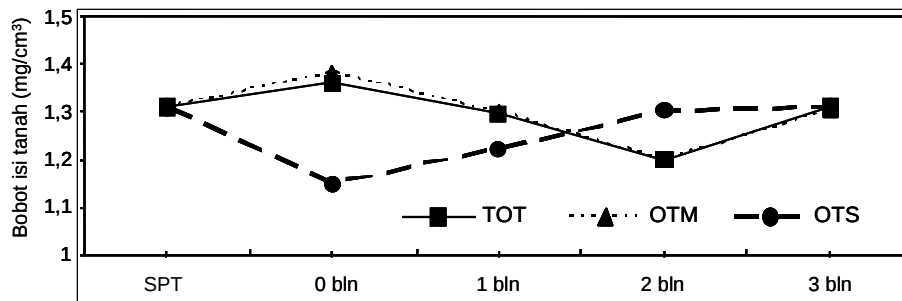
Tanah tempat percobaan memiliki tekstur lempung liat berdebu, dengan kandungan N-total tergolong sedang, P sangat rendah, K sedang, dan kandungan bahan organik tergolong sedang (Tabel 1).

Pengamatan dilakukan terhadap bobot isi dan kadar air tanah pada kedalaman 0-7 cm, ketahanan penetrasi tanah pada kedalaman 0-30 cm, tinggi tanaman pada 21, 42, dan 96 HST, jumlah tanaman menjelang panen, kadar air biji saat panen, panjang tongkol, bobot 100 biji, dan hasil pipilan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Satu bulan setelah pengolahan tanah, bobot isi tanah masih dipengaruhi cara penyiapan lahan (OTS, OTM, dan TOT). Pada bulan ketiga, cara penyiapan lahan tidak berpengaruh terhadap bobot isi tanah (Gambar 1). Kadar air tanah selama penelitian ternyata tidak dipengaruhi cara pengolahan tanah.

Perubahan fisik tanah seperti penurunan bobot isi tanah pada lahan yang diolah secara konvensional atau tanah diolah sempurna (OTS) merupakan konsekuensi yang wajar. Pengolahan tanah dengan bajak singkal lalu digaru dengan rotari menyebabkan kepadatan dan ukuran partikel tanah menjadi



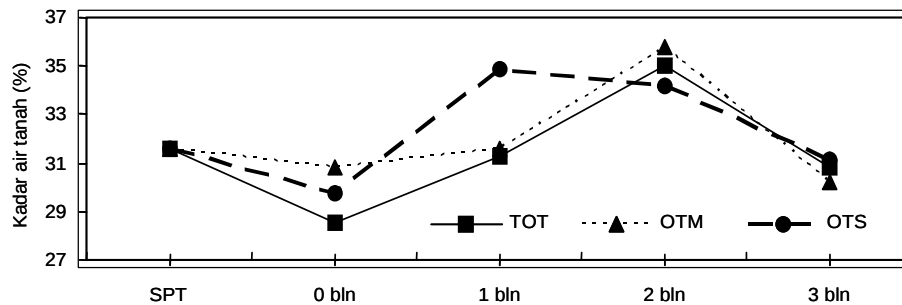
Gambar 1. Pengaruh penyiapan lahan terhadap bobot isi tanah. Desa Wolangi, Bone, 2003. SPT: sebelum pengolahan tanah, TOT: tanpa olah tanah, OTM: olah tanah Minimum, OTS: olah tanah sempurna

Tabel 2. Curah hujan dan jumlah hari hujan pada bulan Juni sampai Agustus di Desa Wolangi, Kabupaten Bone 2003.

Bulan	Curah hujan (mm)	Hari hujan (hari)
Juni	108	10
Juli	304	11
Agustus	74	8

lebih longgar dan kecil sehingga bobot isi tanah lebih rendah, rata-rata 1,14 g/cm³ yang sebelum diolah 1,31 g/cm³. Namun penurunan bobot isi tanah pada lahan yang diolah sempurna hanya berlangsung sementara. Pada bulan kedua sampai ketiga, bobot isi tanah meningkat dari 1,14 g/cm³ pada awal tanam menjadi 1,21-1,31 g/cm³ pada bulan kedua sampai ketiga. Pada penyiapan lahan konservasi (TOT dan OTM) terjadi penurunan bobot isi tanah, dari 1,35 g/cm³ pada awal penanaman menurun, masing-masing menjadi 1,30 g dan 1,20 g/cm³ pada bulan pertama dan kedua, kemudian memadat kembali pada bulan ketiga menjadi 1,31 g/cm³.

Terjadinya penurunan bobot isi tanah pada tanah yang diolah secara konservasi disebabkan oleh peningkatan curah hujan dan hari hujan pada bulan pertama dan kedua (Tabel 2), dimana pori-pori tanah terisi oleh air hujan. Hal tersebut dapat dilihat dari kadar air tanah yang cukup tinggi, berkisar antara 31,1-35,5% (Gambar 2). Hasil penelitian Hargrove (1985), Kladivko *et al.* (1986), dan Hill (1990) menunjukkan bahwa bobot isi (*bulk density*) tanah dan kadar air tanah lebih besar pada tanah tanpa olah daripada yang diolah secara konvensional, tetapi pada kondisi curah hujan tinggi maka bobot isi dan kadar air tanah pada petak OTS, OTM, dan TOT tidak berbeda nyata.

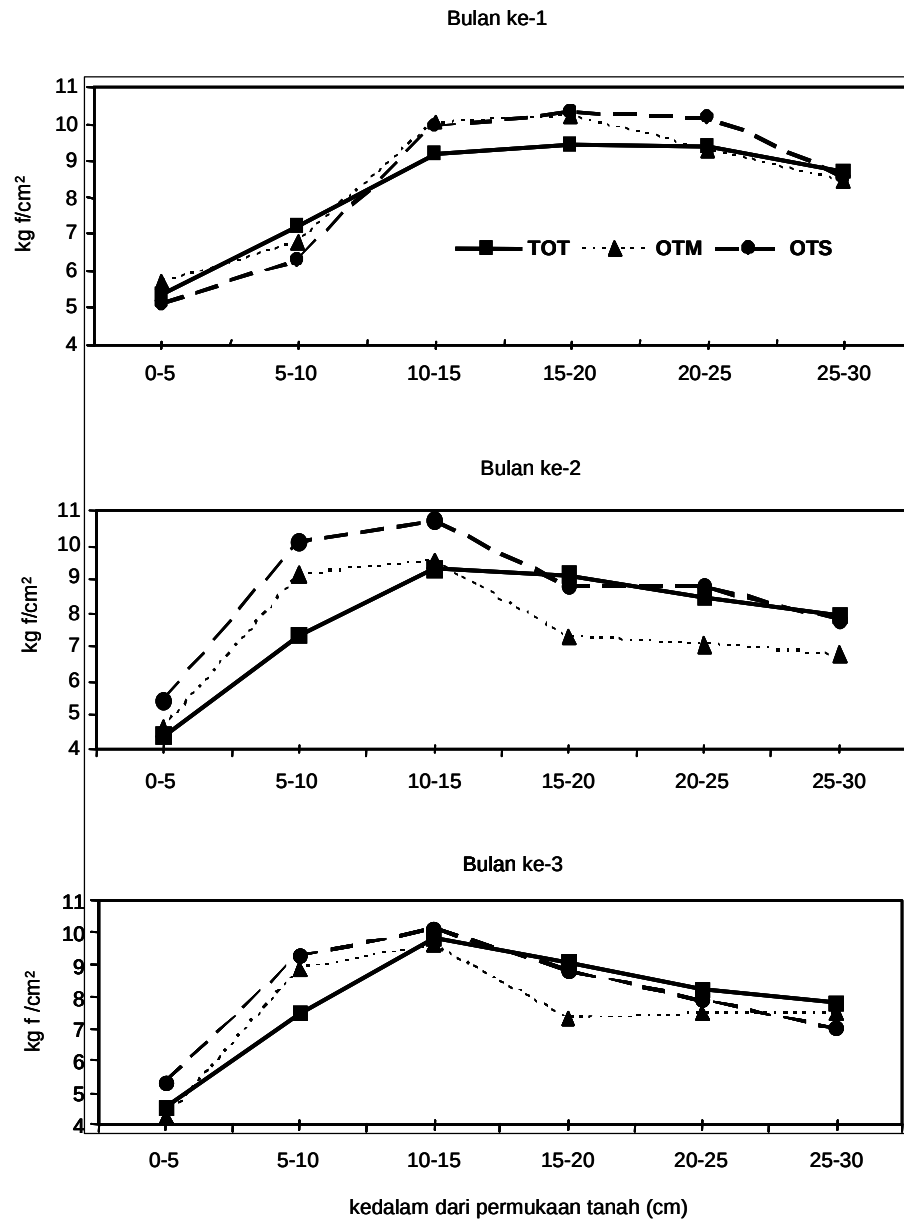


Gambar 2. Pengaruh pengolahan tanah terhadap kadar air tanah. Desa Wolangi, Bone, 2003. SPT: sebelum pengolahan tanah, TOT: tanpa olah tanah, OTM: Olah tanah minimum, OTS: olah tanah sempurna

Penetrasi tanah pada 1 bulan setelah pengolahan tanah pada kedalaman 0-25 cm lebih rendah pada petak OTS dibanding petak TOT dan OTM. Penyiapan lahan dengan dibajak melonggarkan partikel tanah, sehingga mengurangi ketahanan penetrasi tanah. Kondisi tersebut sangat baik untuk perkembangan akar jagung. Dampak positif tersebut hanya berlangsung selama satu bulan pada kedalaman tanah 0-20 cm dan tidak berdampak besar pada kedalaman lebih dari 30 cm. Hal ini dapat dilihat dari ketahanan penetarasi tanah pada petak OTS, OTM, dan TOT pada bulan pertama dan ketiga pada kedalaman 25-30 cm. Ketahanan penetrasi tanah pada kedalaman tersebut berkisar antara 8,47-8,72 kg f/cm² (Gambar 3). Pada bulan kedua sampai ketiga, ketahanan penetrasi tanah pada petak OTS lebih tinggi dibanding petak OTM dan TOT. Hal tersebut karena pada bulan kedua sampai ketiga, bobot isi tanah petak OTS mulai meningkat (Gambar 1) dan kadar air tanah menurun (Gambar 2).

Hasil analisis statistik menunjukkan cara penyiapan lahan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. Tinggi tanaman, tinggi kedudukan tongkol, jumlah tanaman, kadar air biji saat panen, bobot 100 biji, panjang tongkol, dan hasil pipilan jagung tidak berbeda nyata antarketiga cara penyiapan lahan (Tabel 3 dan 4). Menurut Affholder *et al.* (2001) dan Wey *et al.* (1998), cara penyiapan lahan pada tanah dengan tekstur ringan sampai sedang tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil jagung bila curah hujan 350-500 mm dengan beberapa hari hujan setiap bulan. Pada kondisi tersebut takaran pupuk dan keberadaan gulma sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil jagung.

Tinggi tanaman dan tinggi kedudukan tongkol, kadar air biji panen, panjang tongkol, dan hasil jagung (Tabel 3 dan 4) tinggi pada petak TOT dan OTM tetapi tidak berbeda nyata dengan petak OTS. Namun hasil tertinggi dicapai pada penyiapan lahan TOT (4,7 t/ha).



Gambar 3. Pengaruh pengolahan tanah terhadap daya penetrasi tanah pada 1, 2 dan 3 bulan setelah pengolahan tanah. Wolangi, Bone, 2003.
TOT: tanpa olah Tanah, OTM: olah tanah Minimum, OTS: olah tanah sempurna

Tabel 3. Pengaruh cara penyiapan lahan terhadap tinggi tanaman, tinggi kedudukan tongkol, dan jumlah tanaman hidup. Wolangi-Bone, 2003.

Penyiapan lahan	Tinggi tanaman (cm)			Tinggi kedudukan tongkol (cm)	Jumlah tanaman hidup
	21 HST	42 HST	96 HST		
T O T	19,4 tn	110,5 tn	195,0 tn	106,2 tn	184 tn
O T M	20,7	105,8	191,7	97,1	186
O T S	18,8	98,8	189,2	95,3	186
KK (%)	8,9	12,5	9,1	10,8	4,1

HST = hari setelah tanam, tn = tidak nyata

Tabel 4. Pengaruh cara penyiapan lahan terhadap komponen hasil dan hasil jagung. Wolangi-Bone, 2003.

Penyiapan lahan	Kadar air biji (%)	Bobot 100 biji (g)	Panjang tongkol (cm)	Hasil (t/ha)
T O T	28,2 tn	38,8 tn	11,9 a	4,7 tn
O T M	28,6	39,1	11,3 b	4,2
O T S	28,7	40,1	11,0 b	4,4
CV (%)	5,8	4,8	10,74	13,0

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT
tn = tidak nyata

KESIMPULAN

1. Penyiapan lahan konvensional dengan OTS berdampak positif terhadap fisik tanah dengan menurunnya bobot isi dan ketahanan penetarsi tanah. Dampak positif tersebut hanya bersifat sementara karena setelah 2-3 bulan bobot isi tanah pada petak OTS tidak berbeda nyata dengan petak OTM dan TOT.
2. Pertumbuhan dan hasil jagung tidak berbeda nyata antara petak OTS dengan OTM dan TOT. Hasil jagung pada lahan yang disiapkan dengan OTM, TOT, dan OTS masing-masing 4,7 t, 4,2 t dan 4,4 t/ha. Pada kondisi demikian, OTM dan TOT lebih dianjurkan untuk menghemat biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

Affholder, F., E. Scopel, J. Madeira, and A. Capillon. 2001. Diagnosis of the productivity gap using a crop model methodology and case study of small-scale maize production in Central Brazil.

- Anderson, G. 1985. No-tillage effect on yield and plant density of maize hybrids, Agron. J. 78:811-816.
- FAO. 2000. Conservation agriculture. www.FAO.org.
- Hargrove, W.L. 1985. Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn. Agron. J. 77:763-768.
- Herberk, J.H., L.W. Murdock, and R.L. Beleoms. 1986. Tillage system and date of planting effect on yield of corn on soil with restricted drainage. Agron. J. 78:824-826.
- Hill, R.L. 1990. Long-term conventional and no-till effects on selected soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:161-166.
- Kladivko, E.J., D.R. Griffith, and J. V. Mannering. 1986. Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soybeans in Indiana. Soil Tillage Res. 8:277-287.
- Lopez-Belido, L., M Fuentes, J.E. Castillo, F.J. Lopez-Garrido, and E.J. Fernandez. 1996. Longterm tillage, corporation, and nitrogen fertilizer effect on wheat yield under rainfed Mediterranean condition. Agron. J. 88:783-791.
- Utomo, M. 1995. Reorientasi kebijaksanaan olah tanah. Pros. Sem. Nas., V BDP OTK, Bandar Lampung, 1995. p. 1-7.
- Violic, A.D. 1991. Defining conventional and conservation tillage. The Maize Conservation Tillage Working Document No.7. CIMMYT., Mexico.
- Wey, J., R. Oliver, H. Manichon, and P. Siband. 1998. Análisis of local limitation to maize yield under tropical condition. Agron. J. 18:545-561.

Potensi Parasitoid Telur *Trichogramma evanescens* sebagai Pengendali Hama Penggerek Jagung

M.S. Pabbage

Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Ostrinia furnacalis merupakan hama penggerek batang jagung yang penting. Kehilangan hasil akibat serangannya dapat mencapai 80% apabila tidak dikendalikan. Salah satu cara pengendalian yang potensial adalah dengan menggunakan parasitoid telur *Trichogramma evanescens* Westwood. Di Indonesia, *T. evanescens* umumnya diperbanyak pada telur *Corcyra cephalonica*. Untuk efisiensi penggunaan telur *C. cephalonica* dan memperoleh perkembangan populasi *T. evanescens* yang maksimal dalam pembiakan massal, perbandingan antara sumber inokulum dan inang pengganti adalah 1 parasit : 7 inang (telur *C. cephalonica*). Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa parasitasi *T. evanescens* cukup efektif, tingkat parasitasinya pada telur *O. furnacalis* dapat mencapai 93%, dan setiap *T. evanescens* betina mampu memarasit telur *O. furnacalis* hingga 54 butir dengan rata-rata 35 butir. *T. evanescens* lebih menyukai memarasit atau meletakkan telurnya pada telur inang yang baru diletakkan. Makanan tambahan berupa larutan gula 10% yang diberikan pada *T. evanescens* betina dewasa dan suhu pembiakan yang rendah dapat meningkatkan daya parasitasi, keperidian, dan memperpanjang masa hidup serangga dewasa. Inang utama *T. evanescens* adalah telur *O. furnacalis*, namun juga dapat memarasit telur hama penggerek tongkol jagung (*Helicoverpa armigera*). Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa tingkat parasitasi *T. evanescens* pada telur *H. armigera* umur satu hari dapat mencapai 92%.

PENDAHULUAN

Penggerek batang jagung (*O. furnacalis*) merupakan hama penting tanaman jagung di Filipina, Vietnam, Cina, Indonesia, Malaysia, Thailand, Kamboja, India, Korea, Jepang, dan Papua Nugini (Chundurwar 1989; Granados 2000; Tseng 2000). Pengendaliannya selama ini kebanyakan menggunakan insektisida karena praktis. Namun penggunaan bahan kimia (insektisida) pada pertanian akan menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan termasuk terbunuhnya musuh alami dari serangga yang bersangkutan dan harganya relatif mahal.

Telah disadari bahwa penggunaan insektisida dalam pengendalian hama serangga akan meracuni kelangsungan hidup ekosistem dan kehidupan manusia. Oleh karena itu muncul konsep pengelolaan hama secara terpadu (PHT). Konsep ini sudah sejak lama diimplementasikan di Indonesia dengan mempertimbangkan ekologi dan ekonomi (Untung 1996). Salah satu komponen penting dalam penerapan PHT adalah pemanfaatan musuh alami, termasuk parasitoid telur *Trichogramma* spp.

Trichogramma spp. merupakan serangga entomofagus, yaitu serangga yang memakan serangga (Borror *et al.* 1989) dan memegang peranan penting dalam menekan populasi hama serangga. *Trichogramma* spp. termasuk famili Trichogrammatidae yang memarasit telur dari serangga lain, terutama serangga yang termasuk dalam ordo Lepidoptera (kupu-kupu dan ngengat).

Terdapat lima spesies parasitoid telur yang memarasit telur penggerek batang jagung *O. furnacalis* yaitu *Trichogramma chilonis* Ishii, *T. chilotraeae* Nagaraja dan Nagarkatti, *T. evanescens* Westwood, *T. australicum*, dan *Trichogrammatoidea armigera* Nagaraja (Alba 1989; Napompeth 1989). Spesies *Trichogramma* yang memarasit telur penggerek batang jagung *O. furnacalis* dan penggerek tongkol jagung *Helicoverpa armigera* di Sulawesi Selatan adalah *T. evanescens* (Pabbage dan Baco 2001). Makalah ini menyajikan tinjauan tentang potensi *T. evanescens* sebagai pengendali penggerek batang jagung berdasarkan hasil penelitian dan referensi yang ada.

PERBANYAKAN PARASITOID *T. evanescens*

Trichogramma spp. biasanya diperbanyak dengan menggunakan telur inang pengganti seperti telur *Ephestia kuehniella* Zeller, *Sitotroga cerealella* Oliver, *Phyllosomia cyntia ricini* Donovan, *Antheraea pernyi* Guerin-Meneville, dan *C. cephalonica* Stainton (Li 1994). *C. cephalonica* atau dikenal sebagai ulat beras merupakan inang pengganti yang banyak digunakan untuk memperbanyak massal parasitoid telur *Trichogramma* spp. Serangga ini mudah dibiakkan secara massal dengan menggunakan bahan-bahan yang tersedia.

Untuk memperoleh populasi *Trichogramma* spp. yang maksimal dan penggunaan inang alternatif/inang pengganti (telur *C. cephalonica*) yang efisien maka dilakukan penelitian perbandingan antara sumber inokulum (populasi parasitoid *Trichogramma* spp.) dengan populasi inang pengganti dalam memperbanyak *Trichogramma* spp. dengan hasil yang disajikan pada Tabel 1.

Tingkat parasitasi tertinggi terjadi pada perbandingan 1:5 yaitu mencapai 89,40% dan tidak berbeda nyata dengan tingkat parasitasi pada perbandingan 1:4; 1:6; dan 1:7. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan yang efisien antara

sumber inokulum (populasi *T. evanescens*) dan inang pengganti (telur *C. cephalonica*) dalam perbanyakan *T. evanescens* adalah 1:7.

Menurut Alba (1988), perbandingan yang ideal untuk mencapai tingkat parasitasi 90% adalah enam butir telur *C. cephalonica* untuk satu ekor betina *Trichogramma* spp., sedangkan nisbah kelamin *Trichogramma* spp. antara jantan dan betina rata-rata 1,00 : 3,12. Hal ini menunjukkan bahwa dalam satu pias terdapat 24,3% jantan dan 75,7% betina, sehingga bila dihitung berdasarkan perbandingan yang ideal adalah untuk satu pias sumber inokulum *Trichogramma* spp. diberi inang (telur *Corcyra*) sebanyak 4,5 pias. Hasil perhitungan ini sesuai dengan hasil penelitian yang diutarakan pada Tabel 1, yaitu parasitasi maksimal terhadap *C. cephalonica* terjadi pada perbandingan 1:4 dan 1:5. Nurindah (2000) mengemukakan bahwa dalam perbanyakan parasitoid *Trichogramma* spp., perbandingan antara sumber inokulum dengan inang adalah 1:8-12.

Tingkat parasitasi *T. evanescens* pada telur *C. cephalonica* dengan perbandingan 1:1 dan 1:8 berturut-turut hanya mencapai 78,6% dan 76,0%. Pada perbandingan 1:1, populasi parasitoid lebih tinggi dibanding inangnya. Sebaliknya pada perbandingan 1:8, populasi parasitoid lebih rendah daripada inangnya. Pada populasi parasitoid yang tinggi dengan populasi inang yang tersedia rendah, akan terjadi persaingan dan saling mengganggu bagi parasitoid yang akan meletakkan telurnya pada inang. Sebaliknya, semakin banyak inang yang tersedia dengan populasi parasitoid yang rendah cenderung semakin menurun tingkat parasitasinya pada inang, walaupun seekor *T. evanescens* betina mampu memarasit telur *C. cephalonica* 65 butir (Pabbage dan Baco 2001). Sebagaimana yang dikemukakan oleh Kfir (1981) bahwa semakin tinggi kepadatan populasi inang, maka jumlah telur *Sitotroga cerealella* yang terparasit oleh *T. pretiosum* akan semakin menurun. Hal ini terjadi bila perbandingan antara parasitoid dan inang tidak seimbang seperti yang terjadi pada perbandingan 1:1 dan 1:8 (Tabel 1).

Tabel 1. Tingkat parasitasi *T. evanescens* pada berbagai perbandingan antara populasi *T. evanescens* dengan populasi telur *C. cephalonica*.

<i>T. eva.</i> : <i>C. ceph</i>	1:1	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	KK (%)
Tingkat parasitasi (%)	78,6 c	84,7 b	84,3 b	89,3 a	89,4 a	88,4 ab	86,3 ab	76,0 c	5,5

Angka sebaris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.
Sumber: Pabbage (2000)

KEMAMPUAN PARASITOID *T. evanescens* MEMARASIT TELUR *O. furnacalis*

Faktor utama yang menentukan efektivitas suatu parasitoid adalah kemampuan seekor parasitoid betina memarasit inang. Penelitian di laboratorium menunjukkan kemampuan seekor *T. evanescens* betina memarasit telur penggerek batang jagung *O. furnacalis* rata-rata 35 butir, sedang pada telur *Corcyra cephalonica* rata-rata 43 butir dengan kisaran 9-54 butir pada telur *O. furnacalis* dan 9-65 butir pada telur *C. cephalonica* (Tabel 2).

Inang yang terparasit oleh *T. evanescens* tidak semuanya mengeluarkan imago parasitoid *T. evanescens*, baik pada telur *O. furnacalis* maupun *C. cephalonica*. Tabel 2 memperlihatkan bahwa telur *O. furnacalis* yang terparasit hanya 84,6% yang berhasil mengeluarkan imago, sedang pada telur *C. cephalonica* mencapai 94,7%.

Tingginya tingkat parasitasi dan jumlah telur terparasit yang mengeluarkan parasitoid pada telur *C. cephalonica* dibanding telur *O. furnacalis* kemungkinan disebabkan karena telur *O. furnacalis* yang berkelompok diselubungi oleh selaput/sisik. Di samping itu, kulit telur *O. furnacalis* lebih kaku/keras dan lebih tebal dibanding telur *C. cephalonica*. Hal ini pula yang menyebabkan tingkat kematian parasitoid dalam inang (telur *O. furnacalis*) lebih tinggi (15,8%) dibanding pada telur *C. cephalonica* (4,4%) yang kulit telurnya lebih lunak dan tipis (Tabel 2).

Sebaliknya, keperidian atau jumlah keturunan parasitoid telur *T. evanescens* betina lebih tinggi bila memarasit telur *O. furnacalis* dibanding bila memarasit telur *C. cephalonica*, masing-masing 48 dan 43 ekor. Keperidian yang tinggi pada telur *O. furnacalis* karena telur merupakan inang asli parasitoid *T. evanescens*. Di samping itu, ukuran telur *O. furnacalis* lebih besar daripada telur *C. cephalonica*, sehingga dapat menampung lebih banyak larva *T.*

Tabel 2. Kemampuan *T. evanescens* memarasit, parasitoid yang keluar dari inang, keperidian, dan jumlah parasitoid per inang (telur *O. furnacalis* dan *C. cephalonica*).

Jenis inang (telur)	Telur terparasit (butir)	Kisaran jumlah telur terparasit	Telur mengeluarkan imago <i>T. evanescens</i>	Jumlah imago (ekor)		Keperidian (ekor)	Jumlah parasitoid per inang (ekor)
				Hidup	Mati		
<i>O. furnacalis</i>	35	9-54	29 (84,6%)	40 (84,2%)	8 (15,8%)	48	1,4
<i>C. cephalonica</i>	43	9-65	41 (94,7%)	41 (95,6%)	2 (4,4%)	43	1,0

Sumber: Pabbage dan Baco (2001)

evanescens dan jumlah makanan yang tersedia bagi larva *T. evanescens* lebih banyak pada telur *O. furnacalis*.

Pada Tabel 2 terlihat bahwa telur *O. furnacalis* yang terparasit lebih sedikit dibanding telur *C. cephalonica*, namun keturunan *T. evanescens* pada telur *O. furnacalis* lebih banyak. Nurariaty (1991) melaporkan bahwa seekor imago *Trichogramma* spp. betina mampu meletakkan telur rata-rata 39 butir. Menurut Peterson (1930), keperidian *T. minutum* berkisar antara 50-60 butir, bahkan menurut Yasumatsu dan Torii (1968) mencapai 100-150 butir. Selanjutnya Hutchison *et al.* (1990) mengemukakan bahwa imago betina *Trichogramma-toidea bactrae* mampu menghasilkan 23 butir telur dalam ovarinya. Dalam penelitian ini, keperidian yang dihitung adalah keturunan *T. evanescens* yang menjadi pupa dan imago, sehingga besar kemungkinan keperidian berdasarkan jumlah telur yang dihasilkan oleh seekor *T. evanescens* betina lebih tinggi.

Keperidian *T. evanescens* yang tinggi pada telur *O. furnacalis* ada hubungannya dengan jumlah imago atau pupa dalam telur inang. Pada Tabel 2 terlihat bahwa pada telur *O. furnacalis* ditemukan imago dan pupa rata-rata 1,4 ekor per butir, sedang pada telur *C. cephalonica* rata-rata hanya 1,0 ekor per butir. Jumlah imago dan atau pupa dalam satu butir telur inang bergantung pada besar kecilnya inang. Makin besar telur (inang), makin banyak jumlah imago/pupa. Telur *O. furnacalis* lebih besar daripada telur *C. cephalonica*. Hal yang sama dilaporkan Nurariaty (1991) bahwa dalam satu butir telur penggerek batang padi terdapat 2-3 telur parasitoid. Demikian pula yang dikemukakan oleh Pabbage *et al.* (2001) bahwa dalam satu butir telur *H. armigera* terdapat rata-rata dua ekor parasitoid *T. evanescens* (Tabel 3). Secara visual telur *H. armigera* lebih besar daripada telur *O. furnacalis* dan *C. cephalonica*. Demikian pula ukuran tubuh parasitoid *Trichogramma* spp., bergantung pada besar kecilnya inang.

Tabel 3. Tingkat parasitasi beberapa spesies *Trichogrammatidae* pada telur penggerek tongkol jagung *H. armigera*.

Jenis <i>Trichogrammatidae</i>	Telur <i>H. armigera</i> terparasit (%)	Telur <i>H. armigera</i> terparasit mengeluarkan <i>Trichogramma</i> (%)	Rata-rata jumlah parasitoid per butir inang
<i>Trichogrammatoidea bactrae-bactrae</i>	75,3 b	74,3 b	2,4 a
<i>T. bactrae fumata</i>	95,2 a	89,8 a	1,3 c
<i>Trichogramma australicum</i>	90,4 a	51,5 c	1,8 b
<i>T. japonicum</i> (T)	54,4 c	48,6 c	1,8 b
<i>T. japonicum</i> (M)	72,8 b	70,6 b	1,4 c
<i>T. evanescens</i>	92,3 a	68,4 b	2,2 ab

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

T = berasal dari koleksi Pabrik Gula Takalar

M = berasal dari telur penggerek batang padi kering di Instalasi Maros

Sumber: Pabbage *et al.* (2001)

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Salt (1940) bahwa parasitoid *T. evanescens* berukuran paling besar jika berasal dari inang *Agrothis* sp., kemudian dari *Ephestia* sp., dan paling kecil jika berasal dari *Sitotroga* sp. Parasitoid telur *T. evanescens* selain memarasit telur penggerek batang jagung juga dapat memarasit telur penggerek tongkol jagung *H. armigera* (Tabel 3). Sebagaimana yang dikemukakan oleh Dijken *et al.* (1986) dan Hassan (1988) bahwa satu spesies *Trichogramma* dapat memarasit lebih dari satu spesies serangga inang dan satu spesies inang dapat diparasit oleh lebih dari satu spesies *Trichogramma*.

Selain spesies inang, tingkat parasitasi *Trichogramma* spp. pada inang juga ditentukan oleh fase pertumbuhan inang itu sendiri. Beberapa peneliti mengemukakan bahwa parasitoid telur *Trichogramma* spp. lebih menyukai telur yang lebih muda. Hasil penelitian di laboratorium juga menunjukkan hal yang sama seperti diperlihatkan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat tingkat parasitasi *T. evanescens* yang tinggi pada telur inang umur satu hari yang mencapai 92,6%. Sebaliknya, pada umur telur tiga hari tidak ada telur yang terparasit. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat parasitasi *T. evanescens* menurun dengan bertambahnya umur telur inang. Telur *O. furnacalis* yang berumur tiga hari tidak terparasit oleh *T. evanescens* karena embrio dalam telur sudah berkembang menjadi larva. Stadia telur *O. furnacalis* hanya berkisar 4 hari.

Tingkat parasitasi *T. evanescens* pada telur penggerek batang jagung (*O. furnacalis*) di Sulawesi Selatan cukup tinggi. Nonci *et al.* (2000) melaporkan bahwa tingkat parasitasi *T. evanescens* di sentra produksi jagung di Sulawesi Selatan berkisar antara 71,6-89,8% (Tabel 5). Tingkat parasitasi pada pertanaman jagung di lahan sawah tadah hujan paling tinggi.

Tabel 4. Tingkat parasitasi telur *T. evanescens* pada berbagai umur telur *O. furnacalis*.

Umur telur <i>O. furnacalis</i> (hari)	Tingkat parasitasi (%)	Telur <i>O. furnacalis</i> berhasil jadi larva (%)
Satu	92,56 a	2,11 e
Dua	25,58 b	24,34 b
Tiga	0,00 c	89,30 a
KK (%)	14,1	26,4

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT. Sumber: Pabbage *et al.* (2000).

Tabel 5. Persentase telur *O. furnacalis* yang tidak terparasit dan terparasit *T. evanescens* di sentra produksi jagung di Sulawesi Selatan.

Ekosistem	Kabupaten/kecamatan/desa	Jumlah kelompok telur <i>O. furnacalis</i> yang tidak terparasit/tanaman	Persentase parasitisme <i>T. vanescens</i> (%)
Lahan sawah irigasi	Barro/Soppeng Riaja/Siddo	1,04	71,56
	Sidrap/Tanrutedong/Kalola	-	-
	Takalar/Polongbangkeng Utara/Bajeng	1,14	76,42
Lahan sawah tadah hujan	Wajo/Pammana/Patila	-	-
	Takalar/Polongbangkeng Selatan/Pallampingan	1,60	84,02
	Takalar/Galesong Utara/Parasangang Beru	-	-
	Jeneponto/Binamu/Balang	0,60	87,00
	Jeneponto/Binamu/Kalukuang	2,04	83,47
	Bulukumba/Ujung Bulu/Caile	3,08	89,80
	Sinjai/Sinjai Utara/Kampala	1,04	76,74
Tegalan	Maros/Maros Baru/Allepolea	1,28	77,93
	Soppeng/Marioriwawo/Gattareng	-	-
	Wajo/Pammana/Patila	1,48	77,77
	Jeneponto/Binamu/Pabbiringnga	-	-
	Bantaeng/Pajukukanh/Borongloe	0,96	82,04
	Bantaeng/Pajukukang/Tombolo	1,36	80,45
	Bulukumba/Bulukumpa/Baukaropa	1,57	78,53
	Sinjai/Sinjai Timur/Mangottong	1,00	81,99
Kawasan Danau Tempe	Wajo/Pammana/Kampiri	1,08	80,99

Sumber: Nonci *et al.* (2000)

Pengelolaan Habitat dalam Pengendalian Hama Serangga dengan Parasitoid

Strategi dan teknik pengendalian hama harus memenuhi persyaratan efektivitas dan keamanan lingkungan. Tidak ditemukannya musuh alami dan rendahnya tingkat mortalitas hama serangga yang disebabkan parasitoid di beberapa lokasi pertanian disebabkan terutama oleh penggunaan insektisida yang intensif dan kurangnya pengertian petani untuk ikut berusaha melestarikan atau mengkonservasi parasitoid itu sendiri (Sastrosiswoyo 1987). Tidak jarang terjadi kegagalan setelah pelepasan parasitoid, karena kurang menyadari bahwa parasitoid juga merupakan mata rantai makanan dari hubungan tanaman-herbivora-parasitoid.

Pengelolaan habitat di lahan pertanian budi daya selain bertujuan mengkonservasi juga mengaktifkan dan mengefektifkan kinerja musuh alami. Ada beberapa cara memanipulasi lingkungan untuk tujuan di atas seperti yang dikemukakan Powell (1986) yaitu menyediakan serangga inang alternatif, menyediakan makanan parasitoid dewasa seperti nektar yang ada pada bunga, menyediakan tempat pengungsian, mempertahankan keberadaan hama dalam populasi rendah di luar musim tanam untuk bertahan hidup parasitoid.

Kehidupan parasitoid tidak hanya terfokus untuk mendapatkan mangsa maupun inangnya untuk keberhasilan reproduksi, tetapi ada faktor lain yang sangat menunjang, yakni tempat berlindung dan makanan tambahan. Tanaman budi daya belum tentu sekaligus menyediakan kedua faktor penentu itu. Makanan tambahan sangat dibutuhkan oleh parasitoid. Parasitoid dewasa betina memerlukan makanan tambahan untuk mendapatkan energi dan memperpanjang masa hidup serta meningkatkan keperidian yang sangat menentukan keberhasilan pengendalian.

Hasil penelitian di laboratorium menunjukkan bahwa pemberian makanan tambahan (larutan gula 10%) pada parasitoid telur *T. evanescens* dewasa betina dapat meningkatkan parasitasi pada inang dan memperpanjang masa hidup serangga dewasa (Tabel 6 dan 7).

Olson dan Andow (1998) mengemukakan bahwa *T. nubilale* meningkatkan keperidian dan memperpanjang masa hidupnya bila diberikan madu sebelum memarasit telur *O. nubilalis*. Baggen dan Gurr (1998) juga mengemukakan bahwa parasitoid telur *Copidosoma koehleri* memerlukan makanan tambahan yang berasal dari bunga tumbuhan liar famili Umbelliferae, Borginaceae, dan Fabaceae yang dapat memperpanjang masa hidup, meningkatkan keperidian, dan parasitasi pada telur hama kentang *Phthorimaea operculella*. Lewis *et al.* (1998) mengemukakan bahwa bila parasitoid betina *Microplitis croceipes* dilaparkan, ia akan lebih memilih makanan tambahan dibanding inangnya larva *H. armigera*. Parasitoid betina yang sudah diberi makan akan lebih memilih inangnya. Ini membuktikan bahwa di lapangan, waktu dan energi harus lebih dimanfaatkan untuk mendapatkan inang daripada harus mencari dan waktunya terbuang hanya untuk mendapatkan makanan tambahan, yang mungkin bisa menjauhi lokasi tempat hidup inang sasaran.

Tabel 6. Tingkat parasitasi pada telur *O. furnacalis* dan lama hidup seekor imago parasitoid telur *T. evanescens* yang diberi dan tidak diberi makanan tambahan.

Perlakuan	Tingkat parasitasi (butir)	Lama hidup imago (jam ; menit)
Diberi makan	33	24 ; 52
Tidak diberi makan	24	20 ; 42

Sumber: Pabbage (2003^a Belum dipublikasikan)

PENGARUH SUHU TERHADAP EFEKTIVITAS *T. evanescens*

Pengaruh Suhu dan Makanan Tambahan

Suhu tempat pembiakan parasitoid telur *T. evanescens* sangat menentukan tingkat parasitasi pada inang. Tingkat parasitasi parasitoid yang dibiakkan pada suhu rendah (24°C) cukup tinggi, baik yang diberi maupun yang tidak diberi makanan tambahan, masing-masing 51 dan 47 butir inang dan berbeda nyata dengan tingkat parasitasi parasitoid yang dibiakkan pada suhu tinggi (32°C) dan suhu kamar (29,6 ± 2,0°C). Tingkat parasitasi parasitoid yang dibiakkan pada suhu 32°C dan suhu kamar tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, masing-masing 35 dan 36 butir inang (parasitoid) yang diberi makan tambahan; 29 dan 28 butir inang pada parasitoid yang tidak diberi makan tambahan (Tabel 7).

Kemunculan imago parasitoid pada inang cukup tinggi, berkisar antara 90-96%. Parasitoid yang diberi makanan tambahan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antara ketiga tingkatan suhu tempat pembiakan. Namun pembiakan pada suhu rendah dan parasitoid tidak diberi makan tambahan berbeda nyata dengan kemunculan imago pada parasitoid yang dibiakkan pada suhu tinggi dan suhu kamar dan parasitoid tidak diberi makanan tambahan.

Tabel 7. Tingkat parasitasi, kemunculan, kematian dalam inang, nisbah kelamin dan lama hidup imago parasitoid telur *T. evanescens* yang dibiakkan pada berbagai suhu.¹⁾

Perlakuan	Tingkat parasitasi (butir)	Kemunculan pada generasi berikutnya (%)	Parasitoid yang mati dalam inang	Nisbah kelamin B& : @&	Lama hidup imago (jam menit)
T +	34,70 bc	95,13 a	5,57 bc	1 : 5,42 tn	20 36' cd
T -	28,85 cd	89,93 b	13,92 d	1 : 4,88	15 42' e
R +	51,20 a	95,71 a	3,60 a	1 : 5,20	37 36' a
R -	46,75 a	95,40 a	5,49 b	1 : 6,37	33 54' b
K +	35,90 b	95,41 a	5,07 ab	1 : 7,51	22 38' c
K -	27,60 d	92,16 b	7,04 c	1 : 5,64	19 18'd
KK (%)	28,0	5,0	38,1	47,6	21,4

¹⁾ = Parasitoid *T. evanescens* generasi ke-6

T = *T. evanescens* dipelihara pada suhu 32°C (suhu tinggi)

R = *T. evanescens* dipelihara pada suhu 24°C (suhu rendah)

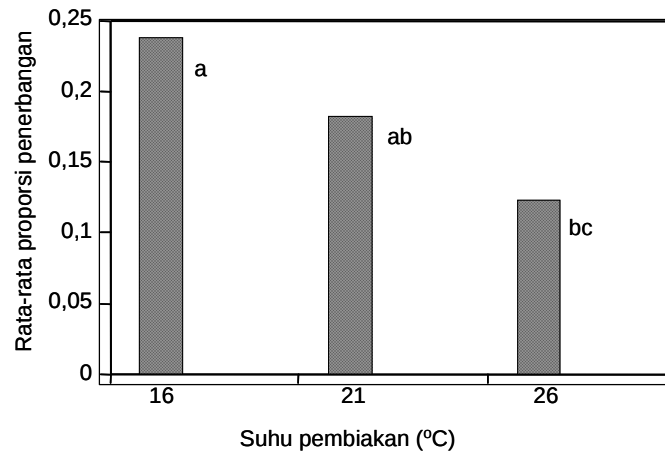
K = *T. evanescens* dipelihara pada suhu 29,6 ± 2,0°C (suhu kamar), RH = 77,9 ± 4,9%

+ = *T. evanescens* diberi makanan tambahan (larutan gula 10%)

- = *T. evanescens* tidak diberi makanan tambahan

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

Sumber: Pabbage (2003b; belum dipublikasikan)



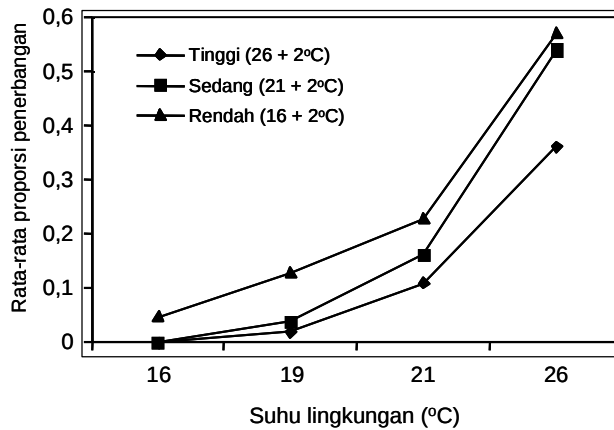
Gambar 1. Pengaruh suhu pembiakan terhadap proporsi awal penerbangan *T. sibericum*.
Sumber: Prasad *et al.* (1999)

Lama hidup imago parasitoid *T. evanescens* yang dibiakkan pada suhu rendah (24°C) dan diberi makanan tambahan cukup panjang, rata-rata 37 jam 36 menit, dan yang tidak diberi makanan tambahan mencapai 33 jam 54 menit. Hal ini menunjukkan bahwa makanan tambahan pada imago parasitoid betina sangat mempengaruhi lama hidup imago dan tingkat parasitasinya pada inang. Lama hidup imago yang dibiakkan pada suhu rendah berbeda nyata dengan yang dibiakkan pada suhu tinggi (32°C) dan suhu kamar (29,6 ± 2,0°C).

Suhu pembiakan mempengaruhi beberapa sifat *Trichogramma* spp., termasuk keperidian, lama hidup, dan ukurannya (Harrison *et al.* 1985; Henderson *et al.* 1997; Smith and Hubbes 1986). Smith and Hubbes (1986) melaporkan bahwa betina *T. minutum* yang dibiakkan pada suhu 15°C lebih sering melompat dan terbang dibanding dengan yang dibiakkan pada suhu yang lebih panas. Prasad *et al.* (1999) mengemukakan bahwa suhu pembiakan sangat mempengaruhi awal penerbangan *T. sibericum*. Serangga yang dibiakkan pada suhu 16°C (suhu rendah) mempunyai proporsi penerbangan tertinggi dan berbeda nyata dengan serangga yang dibiakkan pada suhu 26°C (suhu tinggi) (Gambar 1).

Interaksi antara Suhu Pembiakan dan Lingkungan

Trichogramma spp. adalah serangga yang poikilotherm, kehidupannya sangat bergantung pada suhu dan kondisi lingkungan setempat. Suhu lingkungan sangat nyata mempengaruhi kemampuan dan waktu terbang *T. minutum*. Sebagian besar *T. minutum* terbang pada suhu 25-30 °C, sedikit sekali yang terbang pada suhu 20°C, dan tidak satupun yang terbang pada suhu 15°C (Forsse *et al.* 1992).



Gambar 2. Interaksi antara suhu pembiakan dan suhu lingkungan terhadap proporsi awal penerbangan *T. sibericum*.
Sumber: Prasad *et al.* (1999).

Interaksi antara suhu pembiakan dan suhu lingkungan sangat nyata. Sebagaimana yang dikemukakan Scott *et al.* (1997), hanya *T. carverae* yang dibiakkan pada suhu rendah (14°C) yang dapat memarasit inang pada suhu lingkungan, sedang yang dibiakkan pada suhu 25 dan 30°C tidak memarasit inang. Prasad *et al.* (1999) mengemukakan bahwa suhu pembiakan berpengaruh sangat nyata terhadap awal penerbangan pada suhu lingkungan. Pada suhu lingkungan yang rendah, serangga yang dibiakkan pada suhu rendah memiliki awal penerbangan yang nyata lebih tinggi dibanding dengan perlakuan pembiakan pada suhu sedang dan suhu tinggi (Gambar 2).

KESIMPULAN

- Untuk memperoleh perkembangan populasi *T. evanescens* dalam pembiakan massal yang maksimal dan efisiensi penggunaan telur inang pengganti, perbandingan antara sumber inokulum dan inang pengganti adalah 1 parasit dan 7 inang.
- Parasitoid telur *T. evanescens* sangat efektif memarasit telur hama penggerek batang jagung, *O. furnacalis* dengan tingkat parasitasi 93% di laboratorium.
- Parasitoid telur *T. evanescens* lebih menyukai memarasit atau meletakkan telurnya pada inang yang lebih muda.

- Makanan tambahan berupa larutan gula 10% yang diberikan pada parasitoid *T. evanescens* betina dewasa dapat meningkatkan daya parasitasi pada inang dan keperidian serta memperpanjang masa hidup serangga dewasa.
- Parasitoid telur *T. evanescens* yang dibiakkan pada suhu rendah (24° C) lebih efektif memarasit inang daripada bila pembiakan pada suhu tinggi (32° C).
- Telur *O. furnacalis* merupakan inang utama parasitoid telur *T. evanescens*, namun juga dapat memarasit telur penggerek tongkol jagung *H. armigera* dengan tingkat parasitasi 92% di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Alba, M.C. 1988. Trichogrammatids in the Philippines. Philipp. Entomol. 7(3):252-271.
- Alba, M.C. 1989. Egg parasitoids of Lepidopterous pests of economic importance in the Philippines. Biological Control of Pests. In Sosromarsono *et al.* (Eds). Symposium on Biological Control of Pests in Tropical Agricultural Ecosystems. Biotrop Special Publ. No.36:123-139.
- Baggen, L.R. and M.G. Gurr. 1998. The influence of food on *Copidosoma koehleri* (Hymenoptera : Encyrtidae), and the use of flowering plants as habitat management tool to enhance biological control of potato, *Phthorimaea operculella* (Lepidoptera : Gelechiidae). Biol. Contr. 11:9-17.
- Borror, D.J., C.A. Triplehorn, and N.F. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Translation copyright by Gadjah Mada University Press, 1992. 1019 p.
- Chundurwar, R.D. 1989. Sorghum stemborer in India and Southeast Asia. International Workshop on Sorghum Stemborers. ICRISAT. p.19-25.
- Dijken, M.J. van., M. Kole, Van J.C. Lentern, and A.M. Brand. 1986. Host preference studies with *Trichogramma evanescens* Weswood (Hym: Trichogrammatidae) for *Mamestra brassicae*, *Pieris brassicae*, and *Pieris rapae*. Zeitschrift fur Angewandte Entomologie, 101:64-85.
- Forsse, E., S.M. Smith, and R.S. Bouchier. 1992. Flight initiation in the egg parasitoid *Trichogramma minutum*. Effect of ambient temperature, mates, food, and host eggs. Entomol. Exp. Appl. 62:147-154.
- Granados, G. 2000. Maize insects. Tropical maize. Improvement and Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. p. 81-347.

- Hassan, S.A. 1988. *Trichogramma* news. Vol.4. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry, Braun Schweig. 32 p.
- Harrison, W.W., E.G. King, and J.D. Ouzts. 1985. Development of *Trichogramma exiguum* and *T. pretiosum* at five temperature regimes. *Environ. Entomol.* 14:118-121.
- Henderson, D., G. Caddick, and A. Luczynski. 1997. The use of *Trichogramma sibericum* to control blackheaded fireworm in commercial cranberry bogs. IRAP Final Report, E.S. Cropconsult Ltd. Vancouver, B.C.
- Hutchison, W., M. Moratorio, and J.M. Martin. 1990. Morphology and biology of *Trichogrammatoidea bactrae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), imported from Australia as a parasitoid of pink bollworm (Lepidoptera : Gleechiidae) eggs. *An. Entomol. Soc. Amer.* 83(1):46-54.
- Kfir, R. 1981. Effects of host and parasite density on the egg parasite *Trichogramma pretiosum* (Hym: Trichogrammatidae). *Entomophaga* 28(3):445-451.
- Lewis, W.J., J.O. Stapel, A.M. Cortesero, and K. Takasu. 1998. Understanding how parasitoids balance food and host needs: importance to biological control. *Biol. Contr.* 11:175-183.
- Li, L.Y. 1994. Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops : a survey. *In*. E. Wajnberg and S.A. Hassan (Eds.) *Biological Control with Egg Parasitoids*, UK, CAB International. p. 37-54.
- Napompeth, B. 1989. Biological control of insect pest and weeds Thailand. Biological control of pests. *In* Sosromarsono *et al.* (Eds). *Symposium on Biological Control of Pests in Tropical Agricultural Ecosystems*. Biotrop Special Publ. 36:51-67.
- Nonci, N., J. Tandiabang, Masmawati, dan A. Muis. 2000. Inventarisasi musuh alami penggerek batang jagung (*Ostrinia furnacalis*) di sentra produksi jagung di Sulawesi Selatan. *Penelitian Pertanian* 19(3):38-49.
- Nurariaty A. 1991. Biologi parasitoid telur *Trichogramma* sp. (Hym. *Trichogrammatidae*) dan *Telenomus* sp. (Hym. *Scelionidae*) pada penggerek batang kuning, *Scirpophaga incertulas* (Lepidoptera: Pyralidae). Tesis FPS, IPB. Bogor.
- Nurindah. 2000. Teknik perbanyakan massal parasitoid telur *Trichogrammatidae*. Makalah Workshop on Development and Utilization of Parasitoids. Bogor 21-25 Februari 2000. 14 p.
- Olson, D.M. and D.A. Andow. 1998. Larvae crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nubilale* (Hymenoptera : Trichogrammatidae). *Environ. Entomol.* 27(2):508-514.

- Pabbage, M.S. 2000. Efisiensi penggunaan inang alternatif pada perbanyakan *Trichogramma evanescens*. Seminar Mingguan Balitjas, Sabtu 17 Juni 2000 (Belum dipublikasi).
- Pabbage, M.S. 2003a. Pengaruh makanan tambahan (larutan gula 10%) pada imago *Trichogramma evanescens* terhadap tingkat parasitasi pada telur *Ostrinia furnacalis* dan lama hidup imago (Belum dipublikasi)
- Pabbage, M.S. 2003b. Pengaruh suhu pembiakan *Trichogramma evanescens* terhadap tingkat parasitasi pada telur *Ostrinia furnacalis* dan lama hidup imago (Belum dipublikasi)
- Pabbage, M.S. dan D. Baco. 2001. Kemampuan *Trichogramma evanescens* memarasit telur hama penggerek batang jagung. Berita Puslitbangtan No. 19.
- Pabbage, M.S., N. Nonci, dan D. Baco. 2000. Tingkat parasitasi *Trichogramma evanescens* pada berbagai umur telur penggerek batang jagung, *Ostrinia furnacalis*. Seminar Mingguan Balitjas, Sabtu 24 April 2000 (Belum dipublikasi).
- Pabbage, M.S., N. Nonci, dan D. Baco. 2001. Daya parasitasi beberapa jenis *Trichogrammatidae* terhadap telur penggerek tongkol jagung. Berita Puslitbangtan No. 22.
- Peterson, A. 1930. A biological study of *Trichogramma minutum* Ril. As an egg parasite of the oriental fruit moth. Tech. Bull. 215:1-21.
- Powell, W. 1986. Enhancing parasitoid activity in crops. In J. Waage and D. Greathead (eds). Insect parasitoids. Academic Press, Orlando, Florida. p.319-335.
- Prasad, R.P., B.D. Roitberg, and D. Henderson. 1999. The effect of rearing temperature on flight initiation of *Trichogramma sibiricum* Sorkina at ambient temperatures. Biological Control 16:291-298.
- Salt, G. 1940. Experimental studies in insect parasitism. VII. The effects of different host on the parasite *Trichogramma evanescens* W. Proc. Soc. London. Ser. A. 15:81-95.
- Sastrosiswoyo, S. 1987. Perpaduan pengendalian secara hayati dan kimiawi hama ulat daun kubis (*Plutella xylostella* L.; Lepidoptera: Yponomeutidae) pada tanaman kubis. Disertasi. Universitas Pajajaran. Bandung.
- Scott, M., D. Berrigan, and A.A. Haffmann. 1997. Costs and benefits of acclimation to elevated temperature in *Trichogramma carverae*. Entomol. Exp. Appl. 85:211-219.

- Smith, S.M. and M. Hubbes. 1986. Isoenzyme patterns and biolog of *Trichogramma minutum* as influenced by rearing temperature and host. Entomol. Exp. Appl. 42:249-258.
- Tseng, C.T. 2000. Use of *Trichogramma ostriniae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to control the Asian Corn borer, *Ostrinia furnacalis* (Lepidoptera : Pyralidae). In. Vasal *et al.* (Eds). Proceeding of the 7th Asian Regional Maize Workshop. Los Banos, 23-27 Feb. 1998. p. 339-356.
- Untung, K. 1996. Pengantar pengelolaan hama terpadu. Gadjah Mada University Press. 273 p.
- Yamatsu, K. and T. Torii. 1968. Impact of parasites, predator, and diseases on rice pests. Ann. Rev. Entomol. 13:295-324.

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Jagung

Wasmo Wakman

Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Penggunaan pestisida kimia yang selama ini sangat efektif menekan hama, namun belakangan banyak laporan tentang adanya resistensi serangga hama terhadap pestisida, resurgensi, dan efek residu pestisida pada bahan makanan. Untuk mengatasi efek negatif dari penggunaan pestisida kimia tersebut, maka konsep Pengendalian Hama Terpadu (PHT) diterapkan. Komponen pengendalian ramah lingkungan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) meliputi: 1) varietas tahan, 2) pestisida hayati, 3) pestisida nabati, 4) menekan sumber inokulum primer dengan cara eradikasi tanaman inang dan tanam serempak. Banyak varietas jagung yang menurut deskripsinya tahan terhadap hama atau penyakit tertentu, namun tingkat ketahanan berbeda antarvarietas. Varietas jagung yang tingkat ketahanannya tinggi terhadap penyakit bulai adalah Pioneer 5, 9, 10, 12, Surya dan Lagaligo. Varietas jagung yang peringkat ketahanannya tertinggi terhadap penyakit hawar daun *Turcicum* dan bercak daun kelabu adalah Kenia 2, Kenia 3, IPB 4, Pioneer 8, NK 11, dan FPC 9923. Banyak varietas jagung yang tahan terhadap penyakit busuk batang seperti Lamuru, Bisma, Surya, Kalingga, dan beberapa jagung hibrida seperti BISI (1-6) dan Pioneer 4-14. Penyakit busuk batang jagung *Fusarium* sp. dapat juga dikendalikan dengan cendawan antagonis *Trichoderma* sp. Pengendalian hayati yang efektif untuk hama adalah dengan parasitoid *Trichogramma evanescens* untuk penggerek batang dan tongkol jagung.

PENDAHULUAN

Produksi jagung di Indonesia meningkat setiap tahun hingga mencapai sekitar 11 juta ton pada tahun 2003. Namun masih belum mencukupi kebutuhan dalam negeri yang juga meningkat, sehingga pengembangan jagung perlu terus ditingkatkan. Banyak faktor yang mempengaruhi upaya peningkatan produksi jagung baik abiotis maupun biotis. Faktor biotis yang mengganggu pertumbuhan tanaman jagung dikenal dengan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT). Gangguan OPT pada jagung dapat diupayakan dengan berbagai cara pengendalian. Penggunaan pestisida kimia yang mempunyai daya basmi yang cepat lebih disukai petani. Seiring dengan berjalannya waktu banyak dampak negatif yang diotimbulkkan oleh penggunaan pestisida kimia, terutama merusak

kesehatan manusia dan lingkungan (Kardinan 1999). Oleh karenanya, saat ini banyak pestisida yang dilarang atau dibatasi pemakaiannya.

Hal itu erat kaitannya dengan tuntutan pasar produk pertanian yang bebas dari residu pestisida agar dapat bersaing di pasar dunia (Setiawati *et al.* 2004). Agar produk jagung bisa bersaing perlu adanya usaha menghindari penggunaan pestisida kimia berbahaya melalui Pengelolaan Hama secara Terpadu (PHT). Dalam PHT ditekankan bahwa pestisida kimia hanya boleh digunakan sebagai alternatif apabila cara pengendalian lain tidak mampu mengatasinya (Flint and Bosch 1991).

Dengan dibatasinya penggunaan pestisida kimia maka perlu dicari alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan. Penggunaan bahan hayati dan nabati merupakan alternatif penggunaan OPT yang banyak diteliti sebagai pengganti pestisida kimia. Di Balitsereal, penelitian pengendalian OPT jagung dengan bahan hayati dan nabati baru berjalan sekitar 5 tahun terakhir. Bahan hayati yang diteliti antara lain adalah parasit telur (*trichogramma*) predator (*Euborellia* sp), cendawan patogen (*Beuvaria* sp, *Metarrhizium* sp) virus patogen NPV *Mycorrhiza* (MVA), cendawan endogenus (*Trichoderma*), dan bakteri antagonis (*Bacillus subtilis*).

Penelitian pengendalian OPT dengan bahan nabati telah dilakukan menggunakan berbagai bahan tanaman seperti minyak cengkeh dan daun babadotan.

KOMPONEN PENGENDALIAN

Komponen pengendalian OPT yang ramah lingkungan umumnya tidak menggunakan pestisida kimia. Bila menggunakan pestisida kimia, aplikasinya tidak mengenai tanaman atau tidak akan diserap tanaman secara sistemik. Beberapa komponen pengendalian OPT yang ramah lingkungan adalah:

1. Varietas tahan OPT
2. Pestisida hayati
3. Pestisida nabati
4. Predator
5. Parasit
6. Tanaman perangkap
7. Kultur teknis
8. Mekanis

PENGENDALIAN HAMA

Dari hasil pengamatan di beberapa lokasi di Indonesia diketahui hama utama tanaman jagung adalah penggerek batang, penggerek tongkol, belalang, dan tikus (Akib *et al.* 2001).

- Penelitian mengenai cara pengendalian hama-hama utama pada jagung tersebut telah dan sedang dilakukan. Komponen pengendalian dengan varietas tahan hama belum didapat.
- Penggunaan pestisida hayati dengan cendawan *Beauveria bassiana* untuk mengendalikan hama penggerek batang dan penggerek tongkol memberi harapan, namun belum berkembang pemakaiannya di masyarakat. Penggunaan pestisida hayati untuk hama belalang sedang diteliti di laboratorium.
- Penggunaan bahan nabati berupa daun babadotan (*Ageratum conyzoides*) dan daun sereh (*Andropogon nardus*) untuk mengendalikan hama kumbang bubuk memberikan efek repelen terhadap *Sitophilus* sp, namun sifat refelensi tersebut tidak bertahan lama.
- Cocopet (*Euborellia* sp), predator larva serangga hama jagung, telah berhasil dikembangkan dengan makanan buatan di laboratorium (Nonci 2004). Aplikasinya di lapangan sedang diteliti di KP Bajeng Sulawesi Selatan.
- Penggunaan serangga parasit telur *Trichogramma evanescens* untuk pengendalian hama penggerek batang (*Ostrinia furnacalis*) dan penggerek tongkol (*Helicoverpa armigera*) telah banyak dilakukan. Hasilnya menunjukkan bahwa pelepasan 250.000 ekor *T. evanescens*/ha tiga-lima kali pada umur tanaman 4-8 minggu efektif mengendalikan penggerek batang (Nonci *et al.* 2000, Pabbage dan Baco 2000, Wakman *et al.* 2002).
- Penggunaan tanaman perangkap yang ditanam sebulan sebelum tanam jagung telah diteliti untuk pengendalian tikus. Namun pada lokasi bekas tanaman padi kurang memberi harapan karena banyak padi ratun yang lebih disukai tikus daripada tanaman jagung.
- Pengendalian hama secara kultur teknis dengan penanaman serempak, di satu sisi dapat menekan populasi awal hama, namun di sisi lain memusnahkan musuh-musuh alami serangga hama. Pola tanam yang dikehendaki untuk pengendalian hama jagung adalah tumpangsari jagung dengan kacang-kacangan yang dapat memberi perlindungan dan makanan bagi musuh alami.
- Pengendalian hama jagung secara mekanis telah diteliti dengan memotong sebagian bunga jantan dilaporkan dapat menekan serangan karena penggerek tongkol. Namun untuk areal yang luas tidak praktis dan juga akan mengurangi tepung sari yang berguna bagi penyerbukan.

PENGENDALIAN PENYAKIT

Penyakit utama tanaman jagung adalah bulai (*Peronosclerospora* sp), hawar upih (*Rhizoctonia* sp), hawar daun (*Exerohilum turcicum*), bercak daun (*Bipolaris maydis*), busuk batang (*Fusarium* sp. dan lain-lain), karat daun (*Puccinia* sp), dan bercak daun kelabu (*Cercospora* sp) (Wakman *et al.* 1998). Penyakit utama pada biji jagung terutama di gudang adalah busuk biji oleh cendawan *Aspergillus flavus*. (Dharmaputra *et al.* 1998).

Penelitian pengendalian penyakit jagung telah banyak diteliti. Komponen pengendalian penyakit jagung yang telah dan sedang diteliti di Balitsereal meliputi varietas tahan, pestisida hayati, pestisida nabati, kultur teknis dan mekanis. Varietas jagung yang memiliki ketahanan tinggi terhadap penyakit bulai, busuk batang, hawar daun, bercak daun kelabu tertera pada Tabel 1.

Bahan pestisida hayati untuk mengendalikan penyakit tanaman jagung yang diteliti di Balitsereal adalah cendawan antagonis *Trichoderma* sp. untuk pengendalian penyakit hawar upik dan busuk batang *Fusarium*, bakteri antagonis untuk penyakit busuk batang *Fusarium*.

Trichoderma bersifat antagonis terhadap patogen *Fusarium* sp., penyebab penyakit busuk batang jagung, dalam pengujian *invitro* di laboratorium Balitsereal. Pada pengujian di lapangan, kemampuannya menekan penyakit busuk batang juga terjadi sekalipun tingkat antagonisnya bergantung pada interval antara waktu aplikasi *Trichoderma* dan patogen *Fusarium*. Penggunaan pestisida *Trichoderma* untuk mengendalikan penyakit busuk batang jagung belum berkembang.

Pengujian bakteri antagonis di Balitsereal untuk pengendalian penyakit busuk batang *Fusarium* pada jagung baru dalam taraf isolasi bakteri dan uji antagonisnya di laboratorium. Pengujian pestisida hayati bakteri antagonis

Tabel 1. Varietas-varietas jagung lahan penyakit.

Bulai	Busuk batang	Hawar daun dan bercak daun kelabu	Bercak daun
Lagaligo	BISI 1-6	Kenia 2	Kresna
Surya	P 4, 5	Kenia 3	Lamuru
	P 8-14	NK 11	Lagaligo
Pioneer 4, 5	Surya	Pioneer 8	Surya
Pioneer 9, 10, 12, 13	CPI 2	IPB 4	Bisma
CPI-2	Palaka	FPC 9923	Pioneer 2, 14
Exp. 9703	Semar 9		Semar 1-9
Bisi 3, 4	FPC 9923		
C7	Gumarang		
Sumber: Wakman <i>et al.</i> 1999	Sumber: Wakman dan Kontong 2002	Sumber: Wakman <i>et al.</i> 2005	Sumber: S. Rahamma 2001

untuk pengendalian penyakit busuk batang *Fusarium* dan penyakit hawar upih *Rhizoctonia* akan dilakukan di lapangan.

Penelitian penggunaan bahan nabati untuk pengendalian penyakit tanaman jagung telah dimulai sejak 2003. Dari pengujian tersebut diketahui bahan nabati daun cengkeh dapat menghambat pertumbuhan *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Helminthosporium*, dan *Aspergillus* pada media PDA. Namun setelah dicoba di lapangan untuk pengendalian penyakit busuk batang (*Fusarium*) maupun penyakit hawar upih (*Rhizoctonia*) ternyata tidak efektif, baik dengan cara disemprotkan dalam bentuk suspensi maupun ditaburkan dalam bentuk tepung pada pangkal batang tanaman jagung.

Pengendalian secara kultur teknis, seperti mengubah pola tanam dan sistem pengolahan tanah, dapat menekan sumber inokulum primer untuk menghambat penyebaran penyakit.

Pengendalian penyakit secara mekanis yang sering dilakukan untuk penyakit bulai adalah mencabut tanaman terinfeksi guna mengurangi sumber inokulum. Terhadap penyakit hawar upih, pengendalian secara mekanis dilakukan dengan membuang daun bagian bawah dan pelepahnya untuk menghambat perkembangan cendawan.

KESIMPULAN

Pengendalian OPT jagung secara ramah lingkungan yang dapat dianjurkan saat ini adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan serangga parasit telur *T. evanescens*.
2. Penggunaan serangga predator larva *Eugorellia* sp untuk hama penggerek batang dan penggerek tongkol jagung.
3. Penggunaan varietas tahan bulai (*Peronosclerospora*), hawar daun (*E. turcicum*), bercak daun (*Bipolaris maydis*), bercak daun kelabu (*Cercospora* sp.), dan busuk batang (*Fusarium* sp.).
4. Tumpangsari jagung dengan kacang-kacangan untuk memberi tempat berlindung dan makanan (inang) bagi predator dan parasit.
5. Cara mekanis, mencabut dan atau membakar tanaman yang terinfeksi penyakit bulai dikenal dengan cara eradikasi.
6. Membuang daun bagian bawah dengan pelepahnya untuk mencegah perkembangan *Rhizoctonia*. Daun-daun tersebut dapat digunakan untuk pakan ternak, juga dianjurkan untuk pengendalian penyakit hawar upih.

DAFTAR PUSTAKA

- Akib, W., J. Tandiang, dan A. Tenrirawe. 2001. Dinamika hama utama tanaman jagung pada pola tanaman berbasis jagung. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit Tahun 2000. Balitjas. p. 1-9.
- Dharmaputra, O.S., Sanjaya, dan W. Wakman. 1998. Penanganan pascapanen, serangan serangga dan cendawan, serta kontaminasi aflatoxin pada jagung. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Badan Litbang Pertanian. p. 594-604.
- Flint, M.L. dan R. van Den Bosch. 1991. Pengendalian Hama Terpadu; Sebuah Pengantar. Kanisius. 144 p.
- Kardinan, A. 1999. Pestisida Nabati: Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. p. 79.
- Nonci, N., M.S. Pabbage, dan D. Baco. 2001. Kefektifan *Trichogramma evanescens* dalam pengendalian penggerek batang jagung, *Ostrinia furnacalis*. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit Balitjas tahun 2000. p. 15-20.
- Pabbage, M.S. dan D. Baco. 2000. Kemampuan *Trichogramma evanescens* Westwood memarasit telur penggerek batang jagung *Ostrinia furnacalis* guenee. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit Balitjas tahun 2000. p. 17-20.
- Rahamma, S. 2001. Pengendalian penyakit bercak daun (*H. maydis*) dan busuk upik (*R. solani*) pada tanaman jagung.
- Setiawati, W., T.S. Uhan, dan B.K. Udiarto. 2004. Pemanfaatan musuh alami dalam pengendalian hayati hama pada tanaman sayuran. Monograf No. 24. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. 67 p.
- Suryana, A. 2006. Strategi, kebijakan dan program penelitian jagung. Makalah pada Seminar Nasional Jagung. Makassar, 15 September 2006.
- Wakman, W., M.M. Dahlan, dan M.S. Kontong 1999. Varietas jagung unggul nasional tahan penyakit bulai di akhir abad ke 20. Makalah Seminar PFI Regional UNHAS. Makassar.
- Wakman, W. dan M.S. Kontong. 2002. Identifikasi ketahanan varietas jagung dari berbagai sumber yang berbeda terhadap penyakit busuk batang. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit Balitsereal Tahun 2002.
- Wakman, W., M.S. Kontong, and Hasanuddin. 2005. Resistant maize varieties against leaf blight and gray leaf spot disease in high land of North Sumatera. Paper Presented at The 9th Asian Regional Maize Workshop. Beijing, China, 4-10 September .

- Wakman, W., M.S. Kontong, dan S. Pakki. 1998. Penyakit pada tanaman jagung di Indonesia. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Ujung Pandang, Maros , 11-12 November 1997. p. 323-334.
- Wakman, W., N. Nonci, M. Yasin, M.S. Pabbage, and Surtikanti. 2002. Biological control study of asian corn borer, *Ostrinia furnacalis* using *Trichogramma evanescens* and *Beauveria*.

Peningkatan Produksi Jagung melalui Teknologi Tanpa Olah Tanah

A.F. Fadhly

Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Hasil jagung yang tinggi akan dicapai jika masukan pupuk dan lengas tanah atau air pengairan dimanfaatkan secara maksimal oleh tanaman jagung. Masalah yang dihadapi pada pertanaman jagung adalah gulma yang mengambil hara dan air yang diperuntukkan bagi tanaman. Besarnya hara dan air yang dapat diselamatkan dari gulma bergantung pada keefektifan cara pengendalian yang diterapkan. Secara konvensional, gulma dapat dikendalikan dengan pengolahan tanah dan penyiangan. Cara tersebut sulit diterapkan karena membutuhkan biaya yang tinggi, waktu yang lama, bergantung pada cuaca/iklim, dan membatasi luasan lahan yang mampu digarap. Teknologi penyiapan lahan tanpa olah tanah (TOT) dapat mengatasi kendala tersebut. Dalam penyiapan lahan dengan cara TOT, gulma dikendalikan secara fisik dengan membakar dan menggunakan mulsa, serta secara kimia menggunakan herbisida. Penerapan TOT akan mengefisienkan penggunaan pupuk, lengas tanah termanfaatkan dengan baik, air pengairan lebih sedikit, waktu penyiapan lebih singkat, dan memungkinkan lahan yang digarap lebih luas. Hasil jagung yang diperoleh melalui penerapan TOT sama tingginya dengan yang diperoleh melalui pengolahan tanah konvensional.

PENDAHULUAN

Penanaman jagung sering tertunda karena lahan belum diolah. Pada daerah dengan curah hujan terbatas, penanaman tidak dapat ditunda karena tanaman akan mengalami kekeringan dan gagal panen. Penyiapan lahan secara konvensional memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang cukup besar. Penyiapan lahan dengan olah tanah sempurna membutuhkan waktu sekitar satu bulan. Penyiapan lahan secara bersamaan berimbas pada kekurangan tenaga kerja untuk pengolahan tanah. Biaya pengolahan tanah berkisar Rp 500.000-700.000/ha (Bahtiar *et al.* 2005).

Tanah yang kering sulit diolah karena keras. Sebaliknya jika terlalu basah, tanah akan lengket dan pengolahan akan membuat tanah menjadi berlumpur. Kekerasan dan kelengketan tanah berkaitan erat dengan tekstur tanah. Tanah dengan kandungan liat yang tinggi, dalam keadaan kering akan mengeras dan

dalam keadaan basah akan lengket. Tekstur tanah dengan kandungan pasir dan debu yang proporsional dengan kandungan liat akan lebih mudah diolah.

Kesulitan finansial dan kesulitan teknis dalam penyiapan lahan dengan pengolahan tanah membatasi petani dalam berusahatani jagung. Hal ini akan membatasi luas garapan dan lahan yang telah ditanami kurang terpelihara dengan baik dari gangguan gulma sehingga hasil tidak maksimal. Mengatasi situasi demikian, budi daya jagung tanpa olah tanah perlu diterapkan.

Pada penyiapan lahan tanpa olah tanah, sebelum penanaman, herbisida disemprotkan untuk mematikan gulma yang ada di areal pertanaman. Setelah jagung tumbuh, gulma perlu dikendalikan untuk melindungi tanaman. Selain penyiangan dengan tangan dan penggunaan alat mekanis, pengendalian gulma juga dapat dilakukan dengan herbisida. Formulasi herbisida yang tersedia di pasaran cukup beragam yang pemilihan dan penggunaannya bergantung pada jenis gulma di pertanaman. Melalui penerapan teknologi tanpa olah tanah, lahan garapan untuk pertanaman jagung dapat lebih luas, intensitas pertanaman dapat ditingkatkan, kehilangan hasil karena gulma dapat ditekan, dan hasil yang diperoleh sama dengan penanaman dengan pengolahan tanah sempurna. Makalah ini merupakan tinjauan terhadap teknologi tanpa olah tanah dengan fokus pada pertanaman jagung.

EKSTENSIFIKASI DAN INTENSIFIKASI

Peningkatan produksi jagung diupayakan melalui ekstensifikasi, baik dengan membuka areal baru maupun peningkatan intensitas pertanaman. Peningkatan produksi dapat diupayakan melalui peningkatan produktivitas. Penelitian di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa melalui peningkatan produktivitas, tambahan produksi jagung dapat mencapai 271.933 ton, sedangkan melalui peningkatan indeks pertanaman, tambahan produksi jagung dari ke empat propinsi tersebut diperkirakan 2.282.691 ton (Adnyana dan Kariyasa 1998).

Usaha intensifikasi telah mampu meningkatkan produksi pertanian. Namun di balik itu, muncul persoalan lain seperti penurunan kualitas tanah dan air yang berdampak terhadap penurunan produksi dan kerusakan agroekosistem. Untuk itu, dalam upaya mempertahankan kualitas tanah maka pengolahan tanah perlu dilakukan secara bijak untuk mendapatkan efisiensi dan efektivitas yang tinggi dan berkelanjutan. Penerapan teknologi tanpa olah tanah untuk konservasi lahan mampu meningkatkan produksi dan daya dukung lahan, khususnya pada lahan bermasalah dan lahan kritis (Karama dan Noor 1998).

Penerapan teknologi tanpa olah tanah untuk penyiapan lahan umumnya menggunakan herbisida nonselektif. Secara teknis, sistem ini mudah dilakukan

dan secara ekonomis menguntungkan. Hasil penelitian menunjukkan teknologi tanpa olah tanah dapat diterapkan pada berbagai agroekosistem dengan sasaran sebagai berikut (Karama dan Noor 1998):

- Meningkatkan intensitas pertanian di lahan sawah
- Memperluas garapan pada lahan yang belum dimanfaatkan
- Mengejar waktu tanam serempak pada hamparan yang luas
- Meningkatkan produktivitas dan daya dukung lahan kering beriklim basah atau beriklim kering
- Mengatasi terbatasnya tenaga kerja dan alat pengolah tanah yang dibutuhkan dalam waktu bersamaan.

PENYIAPAN LAHAN TANPA OLAH TANAH

Secara tradisional petani menyiapkan lahan melalui pengolahan tanah dengan tujuan agar kondisi tanah sesuai bagi pertumbuhan akar dan menunjang pertumbuhan tanaman, mengendalikan gulma, dan membersihkan lahan dari sisa tanaman.

Pengolahan tanah penting dilakukan untuk menciptakan keadaan fisik tanah yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman, tetapi di sisi lain pengolahan tanah secara intensif juga dapat berdampak negatif terhadap struktur tanah (Abdurachman *et al.* 1998). Pengolahan tanah konvensional dilakukan dengan membajak, menyisir dan meratakan tanah, dengan menggunakan tenaga ternak atau mesin. Ternak untuk menarik bajak tidak memadai dan biaya pembajakan yang digerakkan dengan mesin umumnya memberatkan petani. Untuk menghemat biaya pengolahan tanah, pada pertanian kedua petani tidak melakukan pengolahan tanah. Bahkan sebagian petani tidak mengolah tanah sama sekali. Lahan disiapkan dengan mematikan gulma menggunakan herbisida. Pada usahatani jagung yang menerapkan sistem olah tanah konservasi, pengolahan tanah dikurangi, atau malah dihilangkan sama sekali. Pada tanah Podzolik Merah Kuning (PMK) Lampung, hasil jagung tanpa olah tanah tetap tinggi hingga musim tanam ke-10 (Utomo 1997).

Olah tanah konservasi adalah sistem olah tanah yang bertujuan untuk menyiapkan lahan agar tanaman dapat tumbuh, berkembang, dan berproduksi dengan baik. Teknologi tanpa olah tanah merupakan teknologi konservasi yang murah, efisien, dan dapat diterapkan petani.

GULMA PADA LAHAN TANPA OLAH TANAH

Gulma merupakan salah satu faktor yang dapat mengakibatkan kehilangan hasil tanaman jagung. Kehilangan hasil yang disebabkan oleh gulma melebihi kehilangan hasil yang disebabkan oleh hama dan penyakit. Beberapa penelitian menunjukkan korelasi negatif antara bobot kering gulma dan hasil jagung, dengan penurunan hasil hingga 95% (Violic 2000). Pengendalian gulma dengan sabit, cangkul, dan alat mekanis nonenjin membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang tinggi. Untuk penyiangan satu ha lahan pertanaman jagung setidaknya dibutuhkan 15 hari orang kerja (Violic 2000). Penyiangan gulma dengan tangan menyerap 35-70% dari jumlah tenaga yang dibutuhkan dalam proses produksi (Ranson 1990). Biaya penyiangan dengan tangan cukup tinggi, berkisar Rp 300-500 ribu/ha (Bahtiar *et al.* 2005). Penggunaan herbisida merupakan salah satu cara untuk mengatasi kendala tersebut. Herbisida membuka peluang dalam memodifikasi cara penyiapan lahan secara konvensional yang menerapkan sistem olah tanah intensif.

Pada tanah Ultisol Bulukumba yang bertekstur lempung berdebu, pada 21 hari setelah tanam (HST) yaitu menjelang penyiangan pertama, gulma pada petak tanpa olah tanah lebih sedikit dibanding pada petak yang diolah secara konvensional. Sebelum penanaman jagung, gulma pada petak tanpa olah tanah dikendalikan dengan herbisida, sedang pada petak olah tanah konvensional dikendalikan dengan pengolahan tanah. Menurut Schreiber (1992) serta Roberts dan Neilson (1981), jumlah benih gulma berkurang melalui penyemprotan herbisida. Gulma pada 42 HST, yaitu menjelang penyiangan kedua, dan menjelang panen, bobot gulma hampir sama antara di petak tanpa olah tanah dengan pada petak yang diolah secara konvensional (Tabel 1).

Biji spesies gulma tahunan (*annual spesies*) dapat bertahan dalam tanah selama bertahun-tahun (M-linda *et al.* 1998). Karena itu, maka kepadatannya terus meningkat (Kropac 1966). Pada olah tanah konvensional, benih gulma yang terbenam akan tertunda perkecambahannya. Pada saat terangkat ke permukaan lahan pada waktu pengolahan tanah, benih gulma tersebut akan

Tabel 1. Bobot gulma pada pertanaman jagung tanpa olah tanah pada Ultisol Bulukumba yang bertekstur lempung berdebu.

Cara penyiapan lahan	Bobot kering gulma (g/m ²)		
	21 HST	42 HST	Menjelang panen
Tanpa olah tanah	17,4	22,0	80,0
Olah tanah minimum	24,3	22,4	61,4
Olah tanah konvensional	34,0	27,3	77,3

Fadhly *et al.* (2004)

berkecambah. Dalam penelitian selama tujuh tahun lebih sedikit benih gulma pada petak tanpa olah tanah dibanding petak yang diolah dengan bajak singkal (*moldboard-plow*), yang terkonsentrasi pada kedalaman 5 cm dari lapisan atas tanah (Clements *et al.* 1996).

Meskipun efektif, penggunaan herbisida untuk pengendalian gulma perlu dibatasi mengingat dampaknya terhadap lingkungan (Edwards 1987). Pengelolaan gulma secara terpadu mengkombinasikan cara pengendalian yang efektif dan ekonomis. Jika penggunaan herbisida diminimalkan atau dikurangi maka diperlukan pengolahan tanah setelah tanam (Buchler *et al.* 1995). Pemaduan pengolahan tanah (*cultivation*) ke dalam sistem budi daya tanaman dapat mencegah perkembangan resistensi populasi gulma terhadap herbisida, mengurangi ketergantungan terhadap herbisida, dan menunda atau mencegah peningkatan spesies gulma tahunan yang sering menyertai dan timbul bersamaan dengan sistem pengolahan konservasi (Staniforth and Wiese 1985).

Dalam upaya pengendalian gulma perlu diketahui jenis gulma yang mengganggu pertanaman jagung untuk menentukan cara pengendalian yang sesuai. Selain jenis gulma, kompetisi tanaman dan gulma perlu dipahami, terutama dalam kaitan dengan waktu pengendalian yang tepat agar tidak terjadi penurunan hasil jagung. Jenis gulma tertentu perlu lebih diperhatikan karena mengeluarkan senyawa allelopati yang dapat meracuni tanaman.

Tingkat kompetisi tanaman dengan gulma bergantung pada stadia pertumbuhan tanaman, kepadatan gulma, tingkat cekaman air dan hara, dan spesies gulma. Jika dibiarkan tanpa pengendalian, gulma daun lebar dan rumputan dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan jagung. Gulma mengganggu tanaman terutama karena kompetisi terhadap air, hara, dan cahaya (Lafitte 1994).

Pada banyak daerah pertanaman jagung, air merupakan faktor pembatas, dan jika berlangsung beberapa hari akan mengakibatkan kehilangan hasil yang nyata. Kekeringan yang terjadi pada stadia awal pertumbuhan dapat berakibat pada kematian tanaman. Gulma pada stadia ini memperburuk cekaman air selama periode kritis, antara dua minggu sebelum dan sesudah stadia pembungaan. Pada waktu tersebut tanaman rentan terhadap persaingan dengan gulma yang mengakibatkan hasil rendah (Violic 2000).

Gulma merupakan kompetitor hara bagi tanaman. Berdasarkan bobot kering, gulma dapat menyerap hara N dan P hingga dua kali, dan K hingga tiga kali daya serap jagung. Pemupukan merangsang pertumbuhan gulma yang menyebabkan kehilangan hasil jagung. Nitrogen umumnya merupakan hara utama dan menjadi kahat karena persaingan dengan gulma. Tanaman jagung yang kahat hara mudah diketahui melalui warna daun yang pucat. Interaksi positif dari penyiangan dan pemberian nitrogen umumnya teramati pada

pertanaman jagung, dimana waktu pengendalian gulma yang tepat akan mengoptimalkan penggunaan hara N dan hara lainnya serta menghemat penggunaan pupuk (Violic 2000).

Beberapa spesies gulma menyebabkan kerusakan yang lebih besar pada tanaman dibanding spesies yang lainnya, yang disebabkan oleh bahan toksik (allelopati) yang dilepaskan gulma. Allelopati merupakan senyawa biokimia yang dihasilkan oleh gulma. Senyawa tersebut dilepaskan gulma ke dalam tanah yang menghambat pertumbuhan jagung yang dapat berakibat kehilangan hasil (Anderson 1977 *dalam* Violic 2000).

PENGENDALIAN DENGAN HERBISIDA

Pengendalian gulma melalui penerapan teknologi tanpa olah tanah merupakan salah satu faktor yang menentukan tercapainya tingkat hasil jagung yang tinggi. Gulma dapat dikendalikan dengan bahan kimia. Pengendalian gulma secara kimia berpotensi merusak lingkungan sehingga perlu dibatasi penerapannya melalui pemaduan dengan cara pengendalian lainnya.

Pembajakan dan penggaruan secara berangsur dikurangi dan diganti dengan penggunaan herbisida serta pengelolaan mulsa dari sisa tanaman dan gulma dalam sistem pengolahan tanah konservasi. Ketersediaan herbisida juga memungkinkan pemanfaatan lahan marginal. Penggunaan herbisida juga memungkinkan bagi penanaman jagung lada barisan tanaman tanpa olah tanah.

Herbisida memiliki efektivitas yang beragam. Berdasarkan cara kerjanya dikenal herbisida kontak yang mematikan bagian tumbuhan yang terkena herbisida, dan herbisida sistemik mematikan setelah diserap dan ditranslokasikan ke seluruh bagian gulma. Berdasarkan jenis gulma, dikenal herbisida selektif yang mematikan gulma tertentu atau spektrum sempit, dan herbisida nonselektif yang mematikan banyak jenis gulma atau spektrum lebar.

Tenaga kerja yang sulit didapatkan dan tingginya biaya pengendalian gulma secara mekanis membuat bisnis herbisida berkembang pesat. Pada Direktorat Sarana Produksi (2006) terdaftar 40 golongan, 80 bahan aktif, dan 374 formulasi herbisida.

Bahan aktif herbisida yang penting untuk pertanaman jagung adalah glifosat, parakuat, 2,4-D, ametrin, dikamba, atrazin, pendimetalin, metolaklor, dan sianazin. Bahan aktif herbisida tidak banyak mengalami peningkatan, dan yang bertambah adalah formulasi atau nama dagangnya.

Herbisida berbahan aktif glifosat, parakuat, dan 2,4-D banyak digunakan petani sehingga banyak formulasi yang menggunakan bahan aktif tersebut.

Glifosat yang diaplikasi dengan penyemprotan daun efektif mengendalikan gulma rumputan tahunan dan gulma daun lebar tahunan, gulma rumput setahun, dan gulma daun lebar. Senyawa glifosat sangat mobil yang ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman ketika diaplikasi pada daun, cepat terurai dalam tanah. Gejala keracunan lambat dan baru terlihat 1-3 minggu setelah aplikasi (Klingman *et al.* 1975).

Herbisida purnatumbuh yang cukup luas digunakan untuk mengendalikan gulma pada pertanaman jagung adalah parakuat (*1,1-dimethyl-4,4-bipyridinium*). Molekul herbisida ini setelah mengalami penetrasi ke dalam daun atau bagian lain yang hijau, bila terkena sinar matahari akan menghasilkan hidrogen peroksida yang merusak membran sel dan seluruh organ tanaman sehingga tanaman kelihatan terbakar. Herbisida ini baik digunakan untuk mengendalikan gulma golongan rumputan dan daun lebar. Parakuat merupakan herbisida kontak yang akan menjadi inaktif apabila bersentuhan dengan tanah, sehingga tidak mungkin ada penyerapan lewat akar atau translokasi ke titik tumbuh atau tidak terjadi penimbunan residu di dalam tanah, sehingga parakuat tidak akan diserap oleh akar tanaman (Tjitrosedirdjo *et al.* 1984).

Herbisida 2,4-D digunakan untuk mengendalikan gulma daun lebar setahun dan tahunan, baik pada lahan yang belum ada tanamannya maupun pada tanaman yang toleran. Pada takaran tinggi, herbisida jenis ini dapat mengendalikan gulma dengan cara aplikasi melalui akar dan daun. Aplikasi 2,4-D mengakibatkan gulma daun lebar melengkung dan terpuntir. Senyawa 2,4-D terkonsentrasi dalam embrio muda atau jaringan meristem yang sedang tumbuh (Klingman *et al.* 1975).

Populasi gulma mudah berubah karena perubahan tanaman yang diusahakan dan herbisida yang digunakan dari satu musim ke musim lainnya (Francis and Clegg 1990). Perubahan gulma dapat berimplikasi pada perlunya perubahan herbisida yang digunakan untuk pengendalian. Pertimbangan utama yang dijadikan dasar dalam menentukan herbisida yang akan digunakan adalah kandungan bahan aktifnya. Herbisida tertentu memiliki daya bunuh tersendiri terhadap golongan gulma tertentu. Pada Tabel 2 ditunjukkan selektivitas daya bunuh herbisida penting pada pertanaman berbasis jagung.

Keputusan yang diambil dalam menentukan herbisida yang akan digunakan bergantung pada keadaan gulma yang akan dikendalikan (Tabel 3). Glifosat efektif mengendalikan gulma rumputan, dan pencampuran glifosat dengan 2,4-D diperlukan agar gulma berdaun lebar juga dapat dikendalikan. Kehadiran gulma tertentu pada pertanaman jagung sering mengharuskan pencampuran herbisida tertentu, misalnya atrazin + metolakhlor atau atrazin + simazin.

Tabel 2. Selektivitas beberapa herbisida yang digunakan untuk mengendalikan gulma pada pertanaman berbasis jagung.

Bahan aktif herbisida	Gulma yang terkendali	Gulma yang tidak terkendali
2,4-D	Gulma daun lebar setahun, takaran tinggi dapat digunakan untuk <i>Cyperus sp.</i>	Gulma rumputan setahun dan tahunan
Glifosat	Gulma setahun dan tahunan, termasuk teki dan alang-alang	Gulma berumbi memerlukan perlakuan tambahan. Gulma hendaknya sedang dalam pertumbuhan pada saat aplikasi herbisida
Parakuat	Gulma daun lebar dan rumputan	Gulma tahunan
Dikamba	Gulma daun lebar setahun	Gulma tahunan
Pendimetalin	Gulma daun lebar dan rumputan	Gulma tahunan
Metolaklor	Gulma daun lebar dan rumputan	Gulma tahunan dan banyak gulma daun lebar

Sumber: Lafitte (1994)

Tabel 3. Herbisida yang dianjurkan untuk pengendalian gulma pada pertanaman jagung

Penggunaan	Herbisida: bahan aktif dan gulma yang terkendali
Sebelum berkecambah	
- Bahan aktif tunggal	Atrazin (S), metolaklor (S), pendimetalin, simazin (S), 2,4-D (DL)
- Campuran	Atrazin + metolaklor, atrazin + simazin
Setelah berkecambah	
- Bahan aktif tunggal	Atrazin (S), bentazon (S), sianazin (S), 2,4-D amin (S)
- Campuran	Atrazin + metolaklor, atrazin + simazin
Penyemprotan langsung setelah berkecambah	
- Bahan aktif tunggal	Ametrin (S), 2,4-D amin (DL), parakuat (K)
Tanpa olah tanah	
- Sebelum tanam	Parakuat (K), glifosat (TS), 2,4-D (DL), pendimetalin (S), atrazin (S), simazin (S)
- Sebelum berkecambah	Parakuat (K), glifosat (TS), 2,4-D (DL), pendimetalin (S), atrazin (S), simazin (S)
- Setelah berkecambah	Atrazin (S), bentazon (S), 2,4-D amina (DL), atrazin + metolaklor, atrazin + simazin

DL = daun lebar; DS = daun sempit; S selektif untuk jagung; TS = tidak selektif; K = kontak
Violic (2000)

HASIL JAGUNG

Pada tanah Inceptisol, Ultisol, dan Vertisol dengan tekstur lempung berpasir, lempung berdebu, liat dan liat berat, dengan komposisi liat, debu, dan pasir seperti terlihat pada Tabel 4 telah dilaksanakan penelitian jagung tanpa olah tanah yang dibandingkan dengan olah tanah minimum dan olah tanah konvensional.

Pada tanah dengan tekstur lempung berpasir, lempung berdebu, dan liat, tanaman jagung yang dibudidayakan dengan tanpa olah tanah memberikan hasil yang sama tingginya dengan pengolahan tanah konvensional. Pada tanah dengan tekstur liat berat terjadi penurunan hasil 28% jika jagung dibudidayakan tanpa olah tanah. Hal serupa terjadi pada pengolahan tanah minimum dengan penurunan hasil 27% (Tabel 5).

Tabel 4. Jenis dan tekstur tanah pada lima lokasi penelitian jagung tanpa olah tanah.

Jenis tanah	Deskripsi	Tekstur tanah		
		Liat (%)	Debu (%)	Pasir (%)
Vertisol Jeneponto ¹	Liat berat	73	23	4
Ultisol Bajeng ²	Lempung berdebu	19	56	25
Inceptisol Wolangi ³	Lempung berdebu	27	62	11
Ultisol Bulukumba ⁴	Liat	49	29	22
Inceptisol Gorontalo ⁵	Lempung berpasir	13	27	60

¹Widiyati *et al.* (2001)

⁴Fadhly *et al.* (2004)

²Efendi & Fadhly (2004)

⁵Akil *et al.* (2005)

³Efendi *et al.* (2004)

Tabel 5. Hasil jagung tanpa olah tanah pada lima tekstur tanah.

Tekstur tanah	Hasil (t/ha)		
	Tanpa olah tanah	Olah tanah minimum	Olah tanah konvensional
Liat berat ¹	2,39	2,44	3,33
Lempung berdebu ²	2,91	2,64	3,02
Lempung berdebu ³	4,70	4,20	4,40
Liat ⁴	6,67	6,78	6,33
Lempung berpasir ⁵	7,91	7,20	6,92

¹Widiyati *et al.* (2001)

⁴Fadhly *et al.* (2004)

²Efendi & Fadhly (2004)

⁵Akil *et al.* (2005)

³Efendi *et al.* (2004)

Tabel 6. Hasil jagung pada sistem tanpa olah tanah dalam pola pergiliran tanaman sereal-leguminosa.

Takaran nitrogen/ Sistem olah tanah	Hasil jagung (t/ha) pada musim ke-									
	1	4	7	10	12	14	16	17	19	21
0 kg N/ha										
Olah tanah intensif	1,7	4,7	5,5	4,5	4,2	1,4	1,9	5,3	1,8	1,6
Olah tanah minimum	1,3	3,9	4,9	4,2	5,0	1,1	1,1	5,8	2,0	1,9
Tanpa olah tanah	1,3	3,9	4,9	4,0	4,9	1,6	1,4	5,6	3,1	1,6
100 kg N/ha										
Olah tanah intensif	3,8	5,3	6,1	5,7	6,0	4,3	3,7	6,7	2,1	3,2
Olah tanah minimum	3,9	5,4	6,6	5,8	5,9	3,3	2,4	6,7	3,6	2,9
Tanpa olah tanah	4,6	5,6	6,1	5,5	5,5	3,3	3,0	6,7	3,8	3,2
200 kg N/ha										
Olah tanah intensif	4,8	5,8	6,4	6,0	5,6	6,3	6,4	5,8	2,8	4,1
Olah tanah minimum	5,1	5,7	6,9	5,8	5,0	4,2	3,9	6,6	3,5	4,5
Tanpa olah tanah	5,7	6,4	6,8	6,4	6,4	4,6	5,0	6,7	4,7	5,1

Utomo (1997)

Sifat fisik tanah berubah dengan pengolahan tanah. Bahan organik, kestabilan agregat, dan bobot isi (*bulk density*) lebih besar pada tanah tanpa olah daripada tanah yang diolah secara konvensional (Hill 1990; Kladienko *et al.* 1986). Selain itu, serapan air dan hara dilaporkan lebih besar pada budi daya jagung tanpa olah tanah daripada olah tanah konvensional (Hargrove 1985).

Pada tanah Latosol Coklat Kemerahan (udult), hasil jagung tanpa olah tanah dan dipupuk dengan 200 kg N/ha masih cukup tinggi hingga musim ke-21 (Tabel 6). Pada pemupukan 100 kg N/ha, hasil jagung menurun pada musim ke-14, yang mengindikasikan bahwa tanah perlu diolah sebelum ditamani (Utomo 1997).

Pada tanah yang drainasenya tidak sempurna, pupuk NPK diberikan dengan cara dihambur. Dengan cara tersebut hasil jagung yang dibudidayakan tanpa olah tanah setara dengan yang tanahnya diolah. Budi daya jagung tanpa olah tanah tidak menurunkan hasil, dan tetap memberikan hasil yang setara dengan yang diolah secara konvensional hingga tahun ke-20 (Kapusta *et al.* 1996).

KESIMPULAN

- Budi daya jagung tanpa olah tanah merupakan upaya peningkatan hasil.

- Secara teknis, budi daya jagung tanpa olah tanah perlu diterapkan untuk mengejar waktu tanam, memanfaatkan lengas tanah secara maksimal, menghindari kekeringan karena hujan terbatas, dan mengurangi penggunaan tenaga kerja.
- Pada tanah yang bertekstur lempung berpasir, lempung berdebu, dan liat, budi daya jagung tanpa olah tanah memberikan hasil yang sama dengan yang dibudidayakan dengan olah tanah konvensional. Pada tanah bertekstur liat berat, hasil jagung menurun jika dibudidayakan tanpa olah tanah.
- Gulma yang merupakan salah satu kendala dalam budi daya jagung dapat dikendalikan dengan penerapan teknologi tanpa olah tanah melalui penyemprotan herbisida. Gulma pasca-tanam dapat dikendalikan melalui penyiangan dengan tangan, penggunaan alat mekanis, dan penyemprotan dengan herbisida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Rachman. 1998. Peranan pengolahan tanah dalam peningkatan kesuburan (fisika, kimia, dan biologi tanah). Prosiding Seminar Nasional VI Budi daya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. p. 14-27.
- Adnyana, M.O. dan K. Kariyasa. 1998. Sumber pertumbuhan produksi dan tingkat keuntungan kompetitif usahatani jagung dalam agribisnis tanaman jagung. Prodising Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Maros, 11-12 Nopember 1997. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia. p. 217-234.
- Akil, M., M. Rauf, I.U. Firmansyah, Syafruddin, Faesal, R. Efendi, dan A. Kamaruddin. 2005. Teknologi budi daya jagung untuk pangan dan pakan yang efisien dan berkelanjutan pada lahan marginal. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. p. 15-23.
- Bahtiar, A.F. Fadhly, M. Rauf, A. Najamuddin, Margaretha Sl., N. Syam, A. Tenrirawe, Syuryawati, A. Biba, H. Dahlan, S. Panikkai, B. Hafid, A.M. Mappiare, dan M. Tahir. 2005. Studi karakterisasi sistem produksi serta persepsi dan sikap pengguna teknologi serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 151 p.
- BPS. 2006. Statistik Indonesia 2005. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Buchler, D.B., J.D. Doll, R.T. Proost, and M.R. Visocky. 1995. Integrating mechanical weeding with reduce herbicide use in conservation tillage corn production systems. *Agron. J.* 87:507-512.

- Clements, D.R., D.L. Benoit, S.D. Murphy, and C.J. Swanton. 1996. Tillage effects on weed seed return and seedbank composition. *Weed Sci.* 44:314-322.
- Direktorat Sarana Produksi. 2006. Pestisida terdaftar (pertanian dan kehutanan). Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Jakarta. p. 486-494.
- Edwards, C.A. 1987. The concept of integrated systems in lower input/sustainable agriculture. *A. J. Altern. Agric.* 2:148-152.
- Efendi, R. dan A.F. Fadhly. 2004. Pengaruh sistem pengolahan tanah dan pemberian pupuk N, P, K, Zn terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain* 9:15-22.
- Efendi, R., A.F. Fadhly, M. Akil, dan M. Rauf. 2004. Pengaruh sistem pengolahan tanah dan penyiangan gulma terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. Seminar Mingguan. Balai penelitian Tanaman Serealia. Maros, 26 Maret 2004. 17 p.
- Fadhly, A.F., R. Efendi, M. Rauf, dan M. Akil. 2004. Pengaruh cara penyiangan lahan dan pengendalian gulma terhadap pertumbuhan dan hasil jagung pada tanah bertekstur berat. Seminar Mingguan Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 18 Juni 2004. 14 p.
- Francis, C.A. and M.D. Clegg. 1990. Crop rotation in sustainable production systems. *In* C.A. Edwards and R. Lal, P. Madden, R. Miller, and G. House (eds). *Sustainable agriculture systems. Soil and Water Conservation Society.* St Lucie Press, Delray Beach, Florida.
- Hargrove, W.L. 1985. Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn. *Agron J.* 77:763-768.
- Hill, R.L. 1990. Long-term conventional and no-till effects on selected soil physical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54:161-166.
- Kapusta, G., R.F. Krausz, and J.L. Matthews. 1996. Corn yield is equal in conventional, reduced, and no tillage after 20 years. *Agron. J.* 88:812-817.
- Karama, A.S. dan E.S. Noor. 1998. Peranan tanpa olah tanah (TOT) dalam usaha melestarikan swasembada beras. *Prosiding Seminar Nasional VI Budi Daya Pertanian Olah tanah Konservasi.* Himpunan Ilmu Gulma Indonesia. p. 3-13.
- Kariyasa, K. dan M.O. Adnyana. 1998. Analisa keunggulan komparatif, dampak kebijaksanaan harga dan mekanisme pasar terhadap agribisnis jagung. *Prodising Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung.* Maros, 11-12 Nopember 1997. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia Lain. p. 200-216.

- Kladivko, E.J., D.R. Griffith, and J. V. Mannering. 1986. Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soybeans in Indiana. *Soil Tillage Res.* 8:277-287.
- Klingman, G.C., F.M. Ashton, and L.J. Noordhoff. 1975. *Weed Science: Principles and Practices*. John Wiley & Sons, New York, 431p.
- Kropac, Z. 1966. Estimation of weed seeds in arable soils. *Pedobiologia* 6:105-128.
- Lafitte, H.R. 1994. Identifying production problems in tropical maize: a field guide. CIMMYT, Mexico, D.F. p.76-84,
- Melinda, L.H., M.D.K. Owen, and D.D. Bucher. 1998. Effects of crop and weed management on density and vertical distribution of weed seeds in soil. *Agron. J.* 90:793-799.
- Ranson. 1990. Weed control in maize/legume intercrops. *In* S.R. Waddington, A.F.E. Palmer, and O.T. Edje (eds). *Research methods for cereals/legume intercropping*. Proc. of a Workshop on Research Methods for Cereals Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa. Mexico, CIMMYT.
- Roberts, H.A. and J.E. Neilson. 1981. Changes in the soil seed banks of four long-term crop/herbicide experiments. *J. Appl. Ecol.* 18:661-668.
- Schreiber. M.M. 1992. Influence of tillage crop rotation, and weed management on giant foxtail (*Setaria faberi*) population dynamics and corn yield. *Weed Sci.* 40:645-653.
- Staniforth, D.W., and A.F. Wiese. 1985. Weed biology and its relationship to weed control in limited tillage systems. *In* A.F. Wiese (ed.). *Weed control in limited tillage systems*. Weed Sci. Soc. Am. Champaign. p.15-25.
- Tjitrosedirdjo, S., I.H. Utomo, dan J. Wiroatmodjo. 1984. *Pengelolaan gulma di perkebunan. Kerja sama Biotrop dan Gramedia*. 210 p.
- Utomo, M. 1997. Teknologi terapan yang efektif dan efisien melalui sistem olah tanah berkelanjutan untuk tanaman jagung di lahan kering. Makalah Pertemuan Upaya Khusus Pengembangan Jagung Hibrida. Dinas Pertanian Tanaman Pangan, Ujung Pandang, 10 p.
- Violic, A.D. 2000. Integrated crop management *In* R.L. Paliwal, G. Granados, H.R. Lafitte, A.D. Violic and J.P. Marathe (eds). *Tropical maize improvement and production*. FOA Plant Production and Protection Series, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. p. 237-282.
- Widiyati, N., A.F. Fadhy, R. Amir, dan E.O. Momuat. 2001. Sistem pengolahan tanah dan efisiensi pemberian pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil jagung. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain* 5:15-20.

Inovasi Teknologi Prapanen Menunjang Peningkatan Produktivitas Jagung

Muhammad Aqil, I.U. Firmansyah, dan Suarni
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Peran teknologi mekanis dalam budi daya tanaman semakin strategis seiring dengan adanya tuntutan peningkatan produktivitas usahatani. Hal tersebut sejalan dengan konsep percepatan pengembangan agro-industri pada tingkatan *on farm* maupun *off farm*. Mempertimbangkan aspek tersebut, maka diperlukan inovasi teknologi prapanen yang mampu menunjang peningkatan produktivitas dan efisiensi usahatani jagung. Sejalan dengan hal itu telah dilakukan penelitian teknologi prapanen, mulai dari pengolahan tanah, penanaman, penyiangan, pembumbunan, hingga pengairan/pemompaan. Teknologi prapanen yang dihasilkan telah mengalami serangkaian pengujian di laboratorium maupun di lapang. Hasil pengujian menunjukkan teknologi prapanen yang dihasilkan selain mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja, juga mendapatkan respons yang cukup baik dari petani.

PENDAHULUAN

Kenyataan menunjukkan, keberhasilan pengembangan agribisnis jagung tidak terlepas dari pemanfaatan teknologi mekanisasi pertanian dalam kegiatan budi daya jagung. Teknologi mekanisasi merupakan pijakan untuk mewujudkan industri pertanian yang efisien, berdaya saing, dan berkelanjutan.

Teknologi mekanisasi untuk budi daya jagung sudah cukup banyak dan telah dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia, namun perkembangannya masih lamban karena penerapan teknologi berkaitan erat dengan sistem usaha pertanian, pranata sosial-budaya, kelembagaan, dan pembangunan wilayah. Masalah dan kendala pengembangan mekanisasi pertanian antara lain adalah luas kepemilikan lahan, sosial-ekonomi petani terutama modal, pendidikan, pengetahuan, keterampilan, budaya, sistem usahatani subsisten, prasarana penunjang khususnya jalan usahatani dan bengkel; serta kelembagaan penunjang terutama lembaga petani, penyuluhan, dan jasa.

Kendala teknis yang turut menjadi hambatan dalam pengelolaan prapanen dan proses produksi jagung adalah cara pengelolaan lahan yang masih konvensional, pemupukan yang tidak berimbang, dan pemeliharaan tanaman yang kurang optimal akibat kekurangan tenaga kerja.

Salah satu upaya dalam percepatan adopsi teknologi mekanisasi dalam budi daya jagung adalah melalui promosi hasil penelitian, baik dalam bentuk demo lapang, panduan dan lain-lain.

INOVASI TEKNOLOGI PRAPANEN

Rekayasa teknologi prapanen diperlukan dalam tahapan budi daya jagung seperti pengolahan tanah, penanaman, pemupukan, penyiangan/pendangiran, pembumbunan, dan pengairan/irigasi.

Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah bertujuan untuk menciptakan lingkungan fisik tanah yang kondusif bagi pertumbuhan tanaman. Oisat (2001) membagi pengolahan tanah menjadi dua bagian, yaitu pengolahan tanah konvensional dan konservasi. Pada pengolahan konvensional, tanah diolah dengan menggunakan cangkul, bajak, garu, dan peralatan mekanis untuk menyiapkan lahan bagi budi daya tanaman. Keuntungan pengolahan tanah konvensional di antaranya adalah dapat memperbaiki aerasi tanah, mengontrol pertumbuhan gulma, dan memutus siklus hidup hama.

Pada pengolahan tanah konservasi, residu dari hasil pertanaman sebelumnya dihindarkan di permukaan tanah. Keuntungan dari cara ini adalah residu mulsa menghambat evaporasi, mengurangi erosi dan pengompakan tanah, meningkatkan kandungan bahan organik tanah, dan mengurangi biaya tenaga kerja (Oisat 2001). Kelemahan pengolahan tanah konservasi adalah populasi hama kemungkinan meningkat, bahan organik terkonsentrasi pada lapisan atas tanah, dan membutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan kondisi tanah yang subur. Pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*) yang merupakan salah satu bentuk pengolahan tanah konservasi telah banyak diterapkan pada budi daya jagung.

Alat yang umum digunakan dalam pengolahan tanah adalah cangkul, garpu, dan bajak singkal/rotary. Cangkul dan garpu merupakan alat sederhana yang dioperasikan oleh tenaga manusia. Pengolahan tanah dengan cangkul membutuhkan waktu 44 jam kerja/ha. Bajak singkal dan bajak rotary umumnya digunakan pada pengolahan tanah pertama. Sumber tenaga penarik bajak dapat berupa traktor tangan (5-10 TK), traktor mini (12,5-12 TK), dan traktor besar (30-80 TK). Jumlah bajak yang dapat digandengkan ke traktor berbeda, bergantung pada sumber tenaga traktor. Traktor tangan biasanya menggunakan satu bajak, traktor mini 1-2 bajak, dan traktor besar 3-8 bajak.

Berbeda dengan bajak singkal, bajak rotary dilengkapi dengan pemutar yang bisa langsung menghancurkan dan meratakan tanah. Namun jangkauan olah bajak rotary tidak dalam sehingga lebih cocok digunakan pada tanah bertekstur ringan.

Penanaman

Setelah pengolahan tanah, dilakukan penanaman benih jagung dengan cara pembenaman ke tanah. Penanaman jagung dapat secara manual maupun dengan bantuan alat dan mesin pertanian.

Untuk dapat tumbuh dan berkembang optimal, penanaman jagung membutuhkan beberapa syarat, di antaranya kedalaman penempatan benih, populasi tanaman, cara tanam, dan lebar alur/jarak tanam. Kedalaman penempatan benih bervariasi antara 2,5-5 cm, bergantung pada kondisi tanah. Pada tanah yang lebih kering, penempatan benih lebih dalam. Populasi tanaman jagung bervariasi, mulai dari 20.000 tanaman sampai 200.000 tanaman/ha. Hasil penelitian Subandi *et al.* (2004) menunjukkan bahwa populasi tanaman optimal pada varietas Bisma, Semar 10, Lamuru, dan Sukmaraga adalah 66.667 tanaman/ha (Tabel 1).

Penanaman benih jagung dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pada alur-alur yang teratur dan dengan jarak yang teratur dalam alur (*hill drop*). Cara penanaman yang lain adalah sistem *drilling*, tidak teratur dalam alur-alur yang teratur. Jarak tanam jagung dipengaruhi oleh varietas yang ditanam, pola tanam, kesuburan tanah, dan aspek ekonomi tanaman. Jarak tanam jagung yang umum digunakan adalah 75 cm x 25 cm, 80 cm x 25 cm, dan 80 cm x 40 cm.

Alat tanam yang digunakan mulai dari yang paling sederhana seperti tugal sampai kepada alat tanam modern yang menggunakan mesin. Namun, alat tersebut mempunyai prinsip penanaman yang sama, yaitu memerlukan mekanisme pembuka lubang/alur, peletek, penjatuh benih, dan penutup lubang tanam atau alur. Balai Penelitian Tanaman Serealia telah membuat alat tanam mekanis model ATB-2R-Balitseral yang ditarik traktor tangan 8,5 HP. Alat tanam

Tabel 1. Hasil empat varietas jagung dengan empat variasi populasi. Tenilo, Gorontalo, 2004.

Populasi (tan/ha)	Hasil biji kering (t/ha)			
	Bisma	Semar 10	Lamuru	Sukmaraga
66.667	8,0	7,3	6,8	5,5
100.000	6,1	5,6	4,6	4,6
133.333	4,5	5,9	6,5	4,7
200.000	4,7	5,4	4,5	5,0

ini dapat digunakan pada kondisi tanah tanpa olah (TOT) di lahan sawah tadah hujan.

Hasil pengujian TOT di Mandalle Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, menunjukkan alat tanam model ATB-2R-Balitsereal dapat beroperasi dengan baik dengan jumlah biji tumbuh 78,5% dan sisanya 21,4% tidak tumbuh karena beberapa hal, 8,5% di antaranya tertimbun gumpalan tanah, dan 3,7% berjamur. Penggunaan alat tanam ini mampu menekan penggunaan tenaga penanaman dari 8-10 HOK pada penanaman dengan tugal menjadi 2 HOK dengan alsin ATB-2R-Balitsereal.

Pemupukan

Pemupukan tanaman diperlukan untuk meningkatkan kandungan hara dalam tanah sehingga dapat digunakan oleh tanaman selama pertumbuhannya. Salah satu faktor yang penting untuk diperhatikan dalam kegiatan pemupukan tanaman adalah kedalaman penempatan pupuk. Pemberian pupuk dengan cara membenamkan ke dalam tanah memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding apabila pupuk diletakkan di atas tanah.

Prinsip dan mekanisme kerja alat pemupuk hampir sama dengan alat tanam yang terdiri atas komponen pembuka alur, penjatuh pupuk, penutup alur, dan kotak pupuk. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian (BB Mektan) juga telah membuat alat tanam mekanis untuk pemupukan/penanaman jagung. Dalam pengoperasiannya, alat ini digandeng dengan traktor roda 4. Alat ini dapat menanam jagung empat baris sekaligus. Kapasitas kerja alat adalah 0,75-1 ha/jam dengan jumlah operator 1-2 orang.

Penyiangan

Penyiangan gulma memerlukan curahan tenaga kerja yang cukup tinggi karena dilakukan dua kali secara manual dengan bantuan sabit atau cangkul. Kegiatan ini sering menimbulkan masalah, khususnya pada daerah yang kekurangan tenaga kerja sehingga pertanian kurang terawat yang berdampak pada penurunan hasil. Untuk 1 ha lahan dibutuhkan 20 hari kerja untuk penyiangan gulma (Subandi *et al.* 2003). Penggunaan herbisida sebagai salah satu cara pengendalian gulma hemat tenaga sudah tersedia. Penanaman jagung merupakan kegiatan pembenaman benih ke dalam tanah. Penanaman jagung ini dapat dilakukan secara manual maupun dengan bantuan alat dan mesin pertanian.

BB Mektan juga telah membuat alat penyang/pendangir tanaman jagung, dengan sumber penggerak motor 6-8 HP. Hasil pengujian di lapangan

menunjukkan bahwa alsin pendangir mampu beroperasi dengan baik, dengan kapasitas 6-7 jam/ha.

Alsin penyang mekanis tersebut mampu mencacah lapisan tanah sedalam 7-12 cm, sehingga akan memperbaiki aerasi dan infiltrasi air di sekitar perakaran tanaman, gulma yang tercabut dan tercacah akan menjadi sumber bahan organik tanah. Alsin ini juga sesuai diterapkan pada usahatani jagung dengan sistem pengolahan tanah minimum (*minimum tillage*).

Pembumbunan dan Pengairan Tanaman

Jagung termasuk tanaman yang perakarannya dangkal sehingga memungkinkan rebah pada saat pertumbuhannya. Dalam upaya memperkuat perakaran tanaman jagung diperlukan pembumbunan tanaman. Selain itu, pembumbunan juga berperan sebagai media penyalur air/irigasi dalam bentuk alur-alur ke tanaman. Hal ini makin penting artinya apabila jagung diusahakan pada musim kemarau, di mana air tanah sangat terbatas.

Pembumbunan tanaman umumnya menggunakan cangkul, dengan cara memindahkan sebagian tanah di sekitar tanaman ke daerah perakaran tanaman. Cara pembumbunan seperti ini efektif untuk memperkuat perakaran tanaman dan pada beberapa penelitian dilaporkan memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding tanaman jagung yang tidak dibumbun.

Ditinjau dari segi produktivitas kerja, pembumbunan sangat melelahkan. Untuk membumbun 1 ha lahan diperlukan waktu 176 jam. Kalau diasumsikan petani membumbun selama 8 jam/hari maka diperlukan 21 hari untuk pembumbunan (Aqil 2004). Pembumbunan menggunakan cangkul, kedalaman bumbun hanya 9-10 cm sehingga pengairan yang diberikan melimpas dan menggenangi lahan. Hal ini tentu saja merupakan pemborosan. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanaman Serealia pada MT 2002 menunjukkan efisiensi irigasi di tingkat petani hanya 46,2%.

Dalam upaya memperbaiki sistem pembumbunan dan pengairan di tingkat petani telah dirancang alat pembuat alur irigasi/pembumbun model PAI-M1 dan PAI-M2. Perbandingan kinerja alat yang dibuat dengan cangkul atau bajak singkal yang ditarik ternak disajikan pada Tabel 2. Ditinjau dari kapasitas kerja, lebar, dan kedalaman bumbun maka alat pembuat alur yang dirancang lebih efektif dari cangkul atau bajak singkal ditarik ternak.

Tabel 2. Kapasitas kerja, dimensi alur, dan biaya operasional alsin pembuat alur model PAI-M2, PAI-M1, cangkul, dan bajak singkal/ternak pada tanah bertekstur ringan. Takalar, Sulawesi Selatan, 2002.

Uraian	Alat pembuat alur			
	PAI-M1	PAI-M2	Cangkul	Bajak singkal ditarik ternak
Kapasitas kerja (jam/ha)	6	2.5	176	24
Alur irigasi				
- Lebar alur (cm)	34.90	35	35	27
- Kedalaman (cm)	22.40	22.80	9	16
- Efisiensi irigasi	90.91	90.00	46.20	-
Biaya operasional (Rp/ha)	85.414	35.600	330.000	200.000

Sumber: Aqil *et al.* 2004

Tabel 3. Spesifikasi, kinerja, dan biaya pemompaan air tanah dangkal prototipe pompa aksial tegak model PT-4D-M1 dan sentrifugal diameter 3 inch.

Uraian	Pompa aksial tegak (diameter 4 inch)	Pompa sentrifugal (diameter 3 inch)
Model	PT-4D-M1	-
Daya mesin (HP)	5,5	5,0
- Debit pemompaan maksimum (l/dt)	10,0-3,9	3,7-3,4
- Waktu pemberian air (jam/ha/musim)	91-234	249-272
- Biaya operasional (Rp/ha/musim)	331.000-976.000	766.000-1.167.000

Sumber: Firmansyah *et al.* 2004

Pompa dan Pemompaan Air

Tujuan penggunaan pompa adalah untuk menyediakan air bagi tanah-tanah yang karena alasan teknis tidak dapat diairi, misalnya letak daerah yang akan diairi berada di atas permukaan air. Pompa aksial mempunyai debit pemompaan yang besar namun ketinggian pemompaan sangat terbatas (<5 m). Sementara itu, pompa sentrifugal, meskipun mempunyai debit yang lebih rendah dibanding pompa aksial namun pemompaannya tinggi. Oleh karena itu, kedalaman sumber air, tujuan pemompaan, dan luas layanan, perlu dipertimbangkan dalam memilih pompa.

Balitsereal telah menghasilkan pompa aksial tegak model PT-4D-M1 (Firmansyah *et al.* 2004). Spesifikasi, kinerja, dan biaya pemompaan air tanah dangkal dengan prototipe PT-4D-M1 dan sentrifugal diameter 3 inch disajikan pada Tabel 3.

KESIMPULAN

Teknologi mekanis sangat strategis peranannya dalam upaya peningkatan produktivitas jagung. Dalam kaitan ini inovasi teknologi prapanen yang menunjang peningkatan produktivitas dan efisiensi usahatani jagung, mulai dari pengolahan tanah, penanaman, penyiangan, pembumbunan, dan pengairan/pemompaan. Teknologi prapanen yang dihasilkan telah mengalami serangkaian pengujian, baik di laboratorium maupun di lapangan. Hasil pengujian lapang menunjukkan teknologi prapanen yang dihasilkan selain mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja juga mendapat respon yang cukup baik dari petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananto, Eko E. 1998. Mekanisasi pada sistem produksi jagung. Jagung. Puslitbang Tanaman Pangan, Bogor.
- Aqil. M., I.U. Firmansyah, Y. Sinuseng, B. Abidin, dan Riyadi. 2004. Peningkatan efisiensi model alur pada pertanaman jagung. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Pengembangan Alat dan Mesin Pertanian. Serpong.
- Firmansyah, I. U., M. Aqil, B. Abidin, Y. Sinuseng, Bahtiar, dan Riyadi. 2004. Potensi pompa aksial tegak untuk irigasi tanaman jagung di Sulawesi Selatan. Prosiding Seminar Mekanisasi Pertanian. Balai Besar Mekanisasi Pertanian, Serpong.
- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, I.U. Firmansyah, dan Zubachtirodin. 2004. Peranan penelitian jagung dalam upaya mencapai swasembada jagung nasional. Seminar Nasional Penerapan Agro Inovasi Mendukung Ketahanan Pangan dan Agribisnis. Kerja sama BPTP Sumatera Barat dengan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang. p. 75-106.
- Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. 2007. Hasil-hasil penelitian dan perekayasa. Serpong.

Masalah Aflatoksin pada Jagung di Tingkat Petani dan Pengendaliannya

J. Tandiabang, Syahrir Pakki, dan Wasmo Wakman
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Kontaminasi aflatoksin pada jagung dapat terjadi setiap tahun, terutama pada panen musim hujan. Jamur *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin mulai menginfeksi biji jagung sejak tanaman masih di lapangan. Sampel biji yang dikumpulkan dari sentra pengembangan jagung di Sulawesi Selatan (Jeneponto dan Bulukumba), terinfeksi *A. flavus* sampai 28,8%. Sampel jagung dari Gorontalo yang terkontaminasi aflatoksin dengan kadar > 30 ppb 28,9%. Di Kalimantan Selatan, kadar aflatoxin lebih rendah karena hasil jagung setelah panen. FAO menetapkan batasan toleransi aflatoksin 30 ppb. Observasi di tingkat petani, umur panen jagung melebihi umur masak fisiologis, bahkan sampai empat bulan. Proses pascapanen tidak segera dilakukan, tongkol jagung ditumpuk hingga satu bulan. Belum ada prosedur atau teknologi untuk mengeliminasi aflatoksin jika sudah diproduksi oleh jamur. Oleh karena itu pengelolaan aflatoksin diarahkan untuk mencegah dan meminimalisasi penularan *A. flavus*. Penggunaan varietas tahan dan perbaikan budi daya agar tanaman tidak mengalami deraan lingkungan dapat mengurangi infeksi *A. flavus*. Pemuliaan untuk pembentukan varietas tahan dimungkinkan dengan teknologi bio-molekuler, karena identifikasi QTL (*quantitative trait loci*) telah diketahui. Perbaikan kecepatan dan ketepatan proses pascapanen dan tersedianya fasilitas dan peralatan dapat mengurangi penularan *A. flavus* dan kandungan aflatoksin.

PENDAHULUAN

Permintaan jagung makin meningkat sejalan dengan meningkatnya konsumsi, baik untuk pangan maupun pakan. Oleh karena itu, pemerintah mencanangkan pencapaian swasembada jagung pada tahun 2007, yang pada tahun sebelumnya sebagian kebutuhan jagung masin diimpor untuk mencukupi kebutuhan dalam negeri.

Permintaan jagung untuk memenuhi kebutuhan industri diperkirakan meningkat 76,2% dari total kebutuhan pada tahun 2020, dibanding tahun 2000 yang hanya 50% (Kasryno 2005). Karena itu, peranan jagung akan semakin penting dan strategis jika dikaitkan dengan pengembangan peternakan, terutama unggas.

Tabel 1. Batas maksimum aflatoksin yang ditoleransi dalam pakan ternak.

Jenis ternak	Batas maksimum aflatoksin (ppb)
Sapi perah	20
Anak ternak	20
Anak ayam	20
Sapi, babi muda, dan unggas dewasa	100
Babi potong dewasa	200
Sapi potong dewasa	300

Sumber: Jeff 1998.

Selain peningkatan produksi melalui berbagai program, perbaikan kualitas jagung juga perlu mendapat perhatian yang serius. Dalam perdagangan komoditas jagung, persyaratan mutu yang diminta antara lain adalah bebas bahan kimia, bebas bau busuk, bebas hama penyakit, suhu normal, dan kadar air $\pm 14\%$. Selain itu, butir rusak, butir pecah, kotoran butir, warna lain, dan kadar aflatoksin juga harus memenuhi persyaratan perdagangan.

Kandungan aflatoksin merupakan salah satu kriteria penting dalam menentukan kelayakan jagung yang akan dikonsumsi. FAO menentukan batas maksimum aflatoksin dalam biji jagung, yaitu tidak lebih dari 30 ppb (Beti 1993). FDA (*Food and Drug Administration*) Amerika dan USDA memberikan batas toleransi aflatoksin dalam makanan ternak sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Hewan dan unggas yang masih muda lebih peka terhadap aflatoksin, sedang yang lebih tua dapat mentoleransi kadar aflatoksin yang lebih tinggi. Hewan tidak boleh mengkonsumsi pakan yang mengandung aflatoksin 3 minggu sebelum dipotong. Biji jagung yang mengandung aflatoksin di atas 1.000 ppb tidak boleh digunakan untuk pakan ternak, meskipun dalam komposisi yang rendah. Pabrik pakan ternak JAPFA di Makassar mentoleransi kadar aflatoksin pada jagung maksimal 200 ppb.

Sekitar 79% pertanaman jagung ditanam pada lahan kering, yang sebagian besar dipanen pada saat masih ada hujan, sehingga kadar air biji jagung masih cukup tinggi. Kondisi ini menguntungkan bagi pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin.

AFLATOKSIN DAN FAKTOR YANG MENDUKUNG PERKEMBANGANNYA

Aflatoksin adalah senyawa beracun yang dihasilkan oleh strain tertentu dari cendawan *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* pada kondisi temperatur dan kelembaban yang menguntungkan bagi perkembangannya. Komoditas yang sering terkontaminasi oleh senyawa ini antara lain adalah biji

kacang tanah, biji kapas, jagung, dan biji kacang lainnya. Ada empat aflatoksin yang diproduksi oleh cendawan *A. flavus* dan *A. parasiticus* yaitu aflatoksin B₁, B₂, G₁ dan G₂ yang biasa dijumpai secara bersama-sama dalam proporsi yang bervariasi, tetapi yang paling dominan dan toksik adalah Aflatoksin B₁. Dikenal juga aflatoksin M1 yang merupakan produk metabolisme dari aflatoksin B₁, yang dijumpai pada susu dan urine ternak yang mengkonsumsi pakan yang terkontaminasi oleh aflatoksin B₁. Aflatoksin menyebabkan “nekrosis akut”, “cirrhosis” dan “carcinoma” pada hati hewan. Diduga pengaruhnya terhadap manusia juga demikian, tidak ada hewan yang resisten terhadap aflatoksin. Nilai LD50 pada hewan bervariasi antara 0,5-10/kg bobot tubuh. Di India pada tahun 1974, terdapat lebih dari 500 orang di 150 desa yang keracunan aflatoksin, 104 di antaranya meninggal. Pada tahun 1982 di Kenya dilaporkan kematian akibat aflatoksin, 60% meninggal. Setelah diteliti, kadar aflatoksin pada jagung yang merupakan makanan utama mereka berkisar antara 0,25-15 mg/kg jagung (FDA 2006).

Ada dua strains *A. flavus*, yaitu strain S dan strain L. Isolat dari strain S umumnya memproduksi aflatoksin jauh lebih besar daripada isolat Strain L. Strain S memproduksi sklerotsia kecil, sedangkan strain L memproduksi sklerotsia besar. Terdapat keragaman dalam strain. Di Amerika Serikat, strain S memproduksi aflatoksin B, sedang strain S di Afrika memproduksi aflatoksin B dan G. (Bandyopadhyay *et al.* 2005). Hasil isolasi *A. flavus* dari tanah di Arizona, menunjukkan bahwa strain S, lebih dominan (Orum *et al.* 1999). Penelitian di Thailand untuk mengetahui distribusi *A. flavus* yang berpotensi sebagai sumber inokulum dari tanah maupun udara menunjukkan bahwa tanah dari lantai jemur pengeringan milik pedagang dan gudang petani lebih banyak terkontaminasi dibanding tanah di pertanaman jagung. Demikian pula spora, hampir sebagian besar dijumpai, di sekitar fasilitas pengeringan (Saito *et al.* 1986).

Pertumbuhan cendawan *A. flavus*, *A. parasiticus*, dan kontaminasi aflatoksin disebabkan oleh adanya interaksi antara sumber inokulum (cendawan), inang, dan lingkungan. Kombinasi yang tepat dari faktor-faktor tersebut menentukan tingkat infestasi, jenis, dan jumlah aflatoksin yang diproduksi. Kedua cendawan tersebut tergolong saprofit dari sebagian besar siklus hidupnya, kemampuan parasitik sangat terbatas pada biji jagung yang telah luka, meskipun strain yang agresif dari *A. flavus* dapat menginfeksi biji yang sehat (Battilani 2003).

Faktor yang menyebabkan terbentuknya aflatoksin belum dipahami dengan baik. Kekeringan, temperatur yang tinggi dan kerusakan oleh hama penggerek tongkol, dan penggerek batang jagung adalah faktor utama yang menentukan infestasi awal cendawan dan produksi aflatoksin. Kerusakan umumnya terjadi pada ujung tongkol dan infeksi pada rambut jagung yang dipicu oleh temperatur yang tinggi, baik siang maupun malam hari.

Pada genotipe jagung yang peka, infeksi *A. flavus* terjadi pada fase keluar rambut tongkol (silking). Infeksi melalui rambut jagung ke biji akan terjadi tetapi belum nampak gejalanya meskipun biji telah terinfeksi sampai panen. Cendawan ini belum dapat diketahui pada biji yang baru dipanen, walaupun nampak tetapi masih sangat sedikit. Begitu cendawan mulai tumbuh dan melakukan aktivitas metabolisme akan menciptakan lingkungan mikro yang meningkatkan suhu dan kadar air.

Pada penyimpanan biji jagung, kebutuhan minimum bagi pertumbuhan *A. flavus* adalah pada kelembaban nisbi 85% dan kadar air biji jagung 18% (Kumar and Sekhar 2005). Pada kelembaban yang lebih tinggi, pertumbuhan *A. flavus* akan lebih cepat. Penelitian laboratorium menunjukkan bahwa pada suhu 27° dan 30°C pertumbuhan *A. flavus* optimal, sedangkan pada suhu 10° dan 37°C *A. flavus* tidak tumbuh (Achar and Sanchez 2006).

INFESTASI CENDAWAN *Aspergillus flavus* DAN KADAR AFLATOKSIN PADA BIJI JAGUNG DI TINGKAT PETANI

Hasil survei di sentra produksi jagung di Sulawesi Selatan, Gorontalo, dan Kalimantan Selatan menunjukkan tingkat infestasi *A. flavus* dan kadar aflatoksin bervariasi. Di Kabupaten Bulukumba dan Jeneponto, Sulawesi Selatan petani umumnya menanam jagung di lahan kering, dua kali dalam setahun. Jagung yang pertama di tanam pada awal musim hujan dan jagung kedua segera sesudah panen jagung pertama. Di Bulukumba hasil panen jagung pertama umumnya ditumpuk dalam bentuk tongkol yang masih berkelobot di bawah kolong rumah tanpa alas, selama kurang lebih satu bulan, sementara petani menyiapkan lahannya dan menanam jagung kedua. Setelah selesai tanam petani baru memproses hasil panen dan menunggu pembeli. Selama masa penumpukan ini cendawan *A. flavus* berkembang, sehingga tingkat infestasinya mencapai 28,8% (Tabel 2). Di Jeneponto, praktek pemanenan jagung langsung mengupas kelobot di lapangan, kemudian membawa tongkol kupas dan menumpuknya di rumah panggung atau di kolong rumah dengan alas bambu. Sementara itu mereka menanam jagung kedua. Jika ada pembeli dengan harga yang sesuai, mereka memipil jagung dengan mesin pemipil dan langsung dijual. Di dua kabupaten tersebut petani tidak mengeringkan tongkol. Selama masa penumpukan ini *A. flavus* mempunyai peluang untuk berkembang.

Di Gorontalo kadar aflatoksin pada jagung di tingkat petani bervariasi (Tabel 3). Petani memanen jagung setelah batang dan daun kering, berwarna agak kecoklatan dan tongkol terkulai ke bawah, umur $\pm$ 4 bulan. Pada Tabel 3 nampak bahwa kadar air biji jagung di Gorontalo lebih rendah daripada di Sulawesi Selatan. Panen dilakukan dengan langsung membuka kelobot,

Tabel 2. Kadar air biji jagung, dan infeksi cendawan *A. flavus* di tingkat petani di Kabupaten Bulukumba dan Jeneponto, Sulawesi Selatan, 2007.

Waktu pengambilan sampel	Jumlah sampel	Kadar air biji (%)	Biji yang terserang <i>A. flavus</i> (%)
Bulukumba			
Saat pengupasan tongkol	10	20,5-24,3	5,4-28,8
Biji yang telah disimpan satu bulan dalam karung pupuk	4	21,3-24,5	23,6-24,3
Jeneponto			
Tongkol kupas yang disimpan satu bulan di rumah panggung	6	18,1-22,6	7,0-14,3

Tabel 3. Kadar aflatoksin sampel jagung di tingkat petani di tiga kabupaten di Provinsi Gorontalo.

Kabupaten	Jumlah sampel	Kadar air biji (%)	Kadar aflatoksin	% Produk kadar >30 ppb
Gorontalo	8	16-18	1,35-21,10	0,00
Bualemo	8	17-19	4,50-41,40	14,29
Pulowatu	8	17-22	24-5,25	71,43
Rata-rata				28,90

Sumber: Firmansyah *et al.* 2005

kemudian dipetik. Tongkol jagung disimpan pada bak dari papan kayu dialasi balok dan dibuatkan penutup dari terpal plastik, dibuka pada saat tidak hujan dan ditutup pada saat hujan. Tumpukan tongkol dapat mencapai satu meter. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya infeksi *A. flavus* yang berasal dari infeksi awal di lapangan yang kemudian berkembang di penyimpanan pada bak kayu. Petani tidak mempunyai fasilitas lantai jemur. Biji jagung yang telah dipipil dijemur dengan alas terpal plastik dengan ketebalan biji 2-3 cm, sehingga pengeringan tidak sempurna. Setelah kadar air biji diperkirakan mencapai 17%, (diraba dengan tangan, bukan dengan alat ukur), jagung dijual kepada pedagang pengumpul, dengan ketentuan setelah tiba di pedagang besar (eksportir), kadar air biji diukur dengan alat. Jika kadar air lebih tinggi maka akan ada refaksi harga.

Di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, petani menanam jagung di lahan kering. Jagung diusahakan pada bulan Desember-Januari dan panen pada Maret-April. Jagung kedua ditanam segera sesudah panen jagung pertama. Panen dilakukan dengan cara penebangan batang dekat permukaan tanah, kemudian jagung berbobot dipisahkan dari batang dan daun. Tongkol yang telah dikupas diletakkan di atas permukaan tanah tanpa alas, kemudian

Tabel 4. Kandungan aflatoksin pada jagung di tingkat petani dan pedagang pengumpul di Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan.

Waktu pengambilan sampel	Jumlah sampel	Kadar air (%)	Kadar afaatoksin (ppb)
Pada saat pemanenan (petani)	23	30-32	< 4-4,50
Setelah dipipil (pedagang pengumpul)	3	28-30	23,40-27,60

Sumber: Firmansyah *et al.* 2006 (diolah)

dimasukkan ke dalam karung sebelum diangkut ke tempat pemipilan dan pengeringan yang dimiliki oleh pedagang pengumpul. Di tempat ini jagung dipipil dan dikeringkan dengan alat pengering buatan hingga kadar air < 14%. Masalah yang dihadapi oleh petani pada saat panen adalah tingginya kadar air biji, sekitar 32%. Di tempat pemipilan dan pengeringan, jagung ditumpuk dalam karung tanpa alas dan atap sambil menunggu antrian untuk pemipilan dan pengeringan. Pada kondisi ini jagung berpeluang diinfeksi *A. flavus* yang menghasilkan aflatoksin. Kandungan aflatoksin sampel jagung yang diambil dari petani dan pedagang di Kabupaten Tanah Laut dilihat pada Tabel 4.

Meskipun kandungan aflatoksin masih di bawah ambang batas, jika tumpukan jagung banyak pada panen raya, tanpa alas dan atap, disimpan lama, maka kandungan aflatoksin akan meningkat.

PENGENDALIAN

Hingga saat ini belum ada prosedur yang dapat mengendalikan aflatoksin jika sudah menginfeksi biji jagung. Oleh karena itu, upaya untuk menekan perkembangan *A. flavus* pada jagung disarankan melalui penanaman varietas tahan, pengelolaan tanaman, kecepatan dan ketepatan proses pascapanen dengan peralatan yang memadai.

Varietas Tahan

Penggunaan varietas tahan merupakan cara yang terbaik untuk mengendalikan *A. flavus*. Meskipun mekanisme ketahanan terhadap *A. flavus* biokimia dalam kelompok “Waxis” (bersifat seperti lilin) pada lapisan luar biji yang bersifat antibiosis (Bergvinson and Lara 2004), tetapi hingga saat ini belum ada varietas komersial yang tahan. Di Indonesia, perbaikan genetik untuk sifat ketahanan terhadap *A. flavus* belum pernah dilakukan.

Penelitian di Pangkep dan Sidrap, Sulawesi Selatan, menunjukkan perbedaan ketahanan beberapa varietas terhadap *A. flavus* (Tabel 5). Varietas

Tabel 5. Tongkol yang terinfeksi *A. flavus* Pangkep dan Sidrap, Sulawesi Selatan, 2005.

Varietas	Tongkol terinfeksi (%)	
	Pangkep	Sidrap
Pulut Takalar	24,28 a	30,80 a
Jagung Manis	13,96 b	25,07 b
VIG-7	15,86 b	18,55 c
MS-2	1,26 c	3,80 d
Bisma	2,53 c	3,48 de
Bima-1	1,56 c	3,16 def
Sukmaraga	1,90 c	2,53 def
Jaya-3	1,26 c	2,21 def
Lamuru	2,21 c	2,20 def
Pioneer-11	1,58 c	1,60 def
Srikandi Kuning	1,26 c	1,58 def
Srikandi Putih	2,53 c	1,26 ef
Pioneer-7	0,98 c	0,90 f

Sumber: Pakki *et al.* (2006)

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT.

unggul lebih toleran dibanding varietas lokal Pulut Takalar, jagung manis, dan VIG-7 (Pakki *et al.* 2006).

Brooks *et al.* (2005) telah mengidentifikasi QTL (*Quantitative Trait Loci*) yang berkontribusi terhadap ketahanan aflatoksin, yaitu locus afl3 dengan menggunakan marker bulg 371 dan locus afl5 dengan menggunakan marker bulg2291. QTL ini bersifat aditif yang diidentifikasi dari galur (*inbred lines*) Mp.313E. Pembentukan varietas tahan aflatoksin dengan menggunakan biomolekuler memungkinkan untuk dilakukan.

Pengelolaan Tanaman

Berkembangnya *A. flavus* di lapangan karena jagung dihadapkan pada cekaman lingkungan yang menguntungkan bagi stimulasi infeksi cendawan pada tongkol. Oleh karena itu, budi daya jagung diarahkan untuk memperbaiki kesehatan tanaman dan tidak menguntungkan bagi perkembangan aflatoksin. Pengelolaan residu tanaman yang dapat merupakan inang sementara *A. flavus* dapat mengurangi sumber inokulum bagi tanaman sekitar atau pertanaman berikutnya.

Rotasi tanaman dengan yang bukan inang dapat meminimalisasi penyebaran *A. flavus*. Rotasi jagung-kedelai akan mengurangi infeksi *A. flavus* dibanding pola jagung-jagung. Pemupukan yang cukup dan berimbang

menjadikan tanaman kuat sehingga tidak mudah diinfeksi oleh *A. flavus*. Takaran pupuk N yang rendah atau berlebihan atau kekurangan K menyebabkan tanaman jagung rentan terhadap *A. flavus* (Kumar and Sekhar 2005). Pengairan yang optimal, terutama pada saat berbunga dan pengisian biji, dapat menekan infeksi *A. flavus* karena mengurangi terbentuknya spora sebagai sumber inokulum. Hal ini tidak dapat dilakukan pada lahan kering, yang sumber pengairannya bergantung pada curah hujan. Hama penggerek tongkol yang dapat merusak biji dapat menyebabkan meningkatnya infeksi *A. flavus*. Pergerakan larva penggerek tongkol, ulat grayak, dan penggerek batang ke tongkol atau rambut jagung dapat menjadi vektor yang membawa spora *A. flavus*. Oleh karena itu, pengendalian hama-hama ini dapat mengurangi penularan *A. flavus*.

Pengendalian Hayati

Di alam populasi *A. flavus* terdiri atas strain yang menghasilkan toksin (aflatoksin) dan strain yang tidak menghasilkan aflatoksin yang disebut atoxigenic strain. Salah satu atoxigenic strain yang telah diisolasi dan dikomersialkan adalah AF36 (006456) yang telah digunakan pada kapas dengan *seed treatment*. AF36 akan menghambat perkembangan *A. flavus* yang menghasilkan aflatoksin (EPA 2007).

Penanganan Panen dan Pascapanen

Kegiatan pada tahapan ini sangat menentukan kualitas biji jagung yang dihasilkan. Panen seyogianya dilakukan segera sesudah tanaman mencapai masak fisiologis. Kenyataan di lapangan, petani memanen jagung pada umur lebih 3 bulan hingga 4 bulan. Hal ini menyebabkan hasil panen terinfeksi oleh *A. flavus* (Tabel 6). Oleh karena itu perlu dihindari panen pada saat hujan. Sebelum dipipil, tongkol sebaiknya segera dikeringkan sesudah panen hingga kadar air 14% untuk menghindari kontaminasi aflatoksin dan biji rusak akibat pemipilan. Penumpukan tongkol kupas yang lama sebelum dikeringkan dan dipipil juga memberi peluang terjadinya infeksi *A. flavus*.

Petani umumnya mengeringkan jagung dengan sinar matahari, terutama yang dipanen pada musim kemarau, yakni jagung kedua yang ditanam di lahan kering atau jagung yang ditanam di lahan sawah sesudah padi. Model yang dikembangkan di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, dengan penggunaan *flat batch-drier* dengan kapasitas 3 t/batch di daerah pengembangan jagung sudah cukup baik. Namun, jumlah pengering ini belum seimbang dengan produksi pada saat panen raya, sehingga ada antrian tumpukan tongkol jagung. Dalam hal ini perlu bangsal dengan lantai semen atau alas plastik untuk menghindari kelembaban yang berlebihan yang menyebabkan jagung mudah

Tabel 6. Pengaruh terlambat panen dan penumpukan jagung terhadap infeksi *A. flavus*. Gorontalo, 2005.

Perlakuan	Biji terinfeksi <i>A. flavus</i> (%)	% biji berkecambah	% biji tidak berkecambah
Panen terlambat 7 hari	18	82	18
Panen ditumpuk 3 hari	56	44	56
Panen ditumpuk 5 hari	68	32	68
Panen masak fisiologis tanpa ditumpuk	9	90	1

Perlakuan 1. Panen terlambat 7 hari sesudah masak fisiologis-kupas-dikeringkan dengan alat pengering hingga ka 15-17%.

Perlakuan 2. Panen pada masak fisiologis-kupas-tumpuk 3 hari-dikeringkan dengan alat pengering hingga ka 15-17%.

Perlakuan 3. Sama dengan perlakuan 2, tumpuk 5 hari

Perlakuan 4. Panen masak fisiologis-kupas-langsung dikeringkan.

Sumber: Firmansyah *et al.* 2005 (diolah)

terinfeksi *A. flavus*. Di Gorontalo, pemerintah daerah dan koperasi mendirikan *vertical dryer* pengering yang kapasitasnya cukup besar, 10 ton sekali operasi, tetapi jumlahnya hanya satu unit untuk tiap kabupaten. Sebaiknya di tiap kabupaten dirancang tipe pengering yang sesuai dengan pola sebaran pertanaman jagung dengan memanfaatkan sumber energi yang tersedia di daerah setempat.

Jika petani ingin menunggu harga yang lebih baik, sebaiknya disimpan dalam wadah kedap udara sesudah dikeringkan hingga kadar air <14%. Penyimpanan jagung dalam karung plastik yang dirangkap dengan kantong plastik tebal (1,5 mm), dapat bertahan sampai 6 bulan, tanpa infeksi *A. flavus* (Ginting 1991). Penyimpanan pada kadar air di atas 14% dapat menyebabkan berkembangnya *A. flavus*.

PENUTUP

Aflatoksin menjadi masalah penting pada jagung yang diusahakan pada lahan kering pada musim hujan. Hal ini dipicu oleh adanya cekaman air, serangan hama, panen yang terlambat melebihi umur masak fisiologis.

Penanganan pascapanen yang lambat, penumpukan tongkol jagung, fasilitas lantai jemur yang tidak memadai dan fasilitas pengeringan buatan yang masih kurang memberi peluang bagi perkembangan *A. flavus*.

Pengendalian aflatoksin dapat diupayakan dengan penggunaan varietas tahan, mengurangi sumber inokulum, budi daya tanaman sehat, mengurangi deraan lingkungan, kecepatan dan ketepatan penanganan hasil panen jagung

dengan fasilitas pengering yang sesuai dengan keadaan petani akan mengurangi kontaminasi aflatoksin.

DAFTAR PUSTAKA

- Achar, P. and A. Sanchez. 2006. Effects of substrate and temperature on growth of *Aspergillus flavus* in peanuts from georgia. Goergia Journal of Science.
- Bandyopadhyay, R., S. Kiewrick, J.A. Keng, M. Donner, P.J. Cotty, and K. Hell. 2005. Biological control of Aflatoxin contamination on maize in Africa. Paper presented at Conference on International Agricultural Research for Development. Stuttgart - Hohenheim, October 11-13, 2005.
- Battilani, P. 2004. Causes of the presence of aflatoxin in maize (Abstract in English). CAB Abstract. Georgotii 50(1/4):361-363.
- Bergvinson, D. and S. Garcia-Lara. 2004. Genetic approaches to reducing losses of stored grain to insect and diseases. Plant Biology. 7:480-485. Elsevier.
- Beti, J.A. 1993. Peningkatan kadar aflatoksin B1 akibat *Sitophilus zeamais* pada jagung simpanan. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balittan Malang.
- Brooks, T.D., W. Paul Williams, Gary L. Widhan, Martha C. Willcox, and Hamed K. Abbas. 2005. Quantitative trait loci contributing to aflatoxin accumulation in the maize inbred Mp313E. Crop Sci. 45:171-174.
- EPA. 2007. *Aspergillus flavus* AF36 (006456) Fact. sheet. pesticides : Regulating pesticides US. environmental protection agency. <http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides>.
- FDA. 2006. Aflatoxins. food borne and pathogenic microorganism and natural toxins handbook. U.S. Food and Drug Administration FDA Home page. mow@cfsan.fda.gov.
- Firmansyah, I.U., S. Saenong, J. Tandiang, W. Wakman, B.A. Abidin, dan Y. Sinuseng. 2005. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan kualitas produk biji jagung berskala industri dan ekspor. Laporan Akhir Proyek PAATP Balitsereal Maros (Belum dipublikasi).
- Firmansyah, I.U., S. Saenong, B. Abidin, Suarni, Y. Sinuseng, J. Tandiang, W. Wakman, A. Najamuddin, A. Haris talanca, F. Koes, Suwardi, dan O. Komalasari. 2006. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan kualitas produk biji jagung berskala industri dan ekspor. Laporan Akhir Proyek PAATP Balitsereal Maros. (Belum dipublikasi).

- Ginting, E. 1991. Pengaruh bahan nabati arang dan abu dapur terhadap kerusakan biji jagung di tingkat petani Malang Selatan. Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balittan Malang. p. 63-69.
- Jeff, B. 1998. Understanding and preventing aflatoxin poisoning. AG news and views. Web@the Samuel Roberts Noble Foundation Inc. 1997-2007.
- Kasryno, F. 2005. Suatu pemikiran mengenai prospek masa depan jagung di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Makasar, 29 September 2005.
- Kumar, S. and M. Sekhar. 2005. Post harvest practices for management of maize diseases in developing countries. Paper presented at Workshop on Maize Post Harvest Technology in South East Asia. Vientienna, Laos, Dec. 19-21, 2005.
- Orum, T.V., D.M. Bigelow, P.J. Cotty, and M.R. Nelson. 1999. Using prediction based on geostatistics to monitor trends in *Aspergillus flavus* strain composition. Phytopathology 89:761-769.
- Pakki, S., W. Wakman, dan A. Muis. 2006. Patogen utama pada tanaman jagung setelah padi rendengan di lahan sawah tadah hujan. Laporan Kelti Hama Penyakit Balitsereal Maros. (Belum dipublikasi).
- Saito, M., P. Kawasugi, O. Tsuruta, D. Buangsuwon, T. Goto, M. Manabe, and I.C. Panawas. 1986. Distribution of *Aspergillus flavus* in maize field and drying facilities in Thailand. Proceedings of the Japanese Association of Mycotoxicology 24:35-39.

Penanganan Pascapanen Jagung untuk Mencegah Kontaminasi Aflatoksin: Studi Kasus di Gorontalo

Suarni dan M. Aqil

Balai Penelitian Tanaman Pangan Serealia, Maros

ABSTRAK

Pada saat panen, jagung belum kering dengan kadar air masih tinggi (25-30%). Kondisi tersebut menyebabkan jagung mudah terinfeksi jamur *A. flavus*. Metabolit yang dihasilkan *A. flavus* adalah mikotoksin jenis aflatoksin yang berbahaya bagi kesehatan. Jagung yang terkontaminasi aflatoksin tidak layak dikonsumsi, baik oleh manusia maupun hewan. Oleh karena itu, penanganan pascapanen memegang peranan penting untuk menghindari perkembangan *A. flavus*. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *A. flavus* di antaranya adalah suhu, kelembaban, pH, dan aktivitas air. Di Provinsi Gorontalo penanganan pascapanen jagung mulai di tingkat petani hingga ke pengguna (peternak dan industri) belum memadai sehingga kadar aflatoksin tidak memenuhi standar aman yang diizinkan, terutama untuk diperdagangkan. Setiap negara mempunyai standar kontaminasi aflatoksin yang berbeda.

PENDAHULUAN

Produksi jagung di Gorontalo meningkat dari 114,941 ton pada tahun 1999 menjadi 153.212,48 ton pada tahun 2003 tetapi dengan produktivitas yang masih rendah, rata-rata 3,9 t/ha (Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Provinsi Gorontalo 2003).

Di Provinsi Gorontalo, pertanaman jagung terluas berada di Kabupaten Gorontalo (19.230 ha), kemudian diikuti oleh Kabupaten Boalemo, (9.850 ha) dan Pohuwato (8.915 ha) (Dinas Pertanian Provinsi Gorontalo 2003). Suhu udara di sentra produksi jagung ini berkisar 20,8-34,0°C dan kelembaban udara 78-85%, dengan demikian terdapat peluang perkembangan jamur *Aspergillus flavus* yang akan merusak biji jagung. Hal ini sesuai dengan penelitian Truckess (1987) dan Dharmaputra (1989) dalam Beti *et al.* 1993 bahwa pertumbuhan optimum jamur tersebut pada suhu 26^o-32^oC pada kadar biji jagung di atas 17,5% dan kelembaban nisbi 83-85%. Panen jagung umumnya pada bulan Maret/April di Kabupaten Gorontalo dan pada bulan April/Mei di Kabupaten Pohuwato, bertepatan dengan hari hujan terbanyak dengan curah hujan 160-296 mm (BPS Provinsi Gorontalo 2002).

Penurunan kualitas dan kuantitas jagung sejak panen hingga penjemuran (secara konvensional) diperkirakan berkisar antara 5,20-15,20% (Purwadaria 1988). Paz *et al.* (1989) melaporkan bahwa jika pengeringan jagung tongkol yang berkadar air 26-35% mengalami penundaan maka perkembangan aflatoksin mencapai 37,04 ppb. Hasil survei pada tahun 1993-1994 di Kediri dan Lampung, menunjukkan kadar aflatoksin pada biji jagung bervariasi antara 5-291 ppb (Dharmaputra *et al.* 1998). Menurut Cole *et al.* (1982), aflatoksin adalah mikotoksin yang banyak ditemukan pada biji jagung. Toksin ini berbahaya bagi kesehatan ternak maupun manusia yang mengkonsumsinya (Widiastuti *et al.* 1988). Kontaminasi aflatoksin pada jagung terjadi mulai di lapang sampai di tempat penyimpanan. Aflatoksin dapat dikendalikan melalui penerapan teknik budi daya dan penanganan pascapanen yang tepat.

Jagung yang baru dipanen memiliki kadar air yang tinggi, sehingga kondusif sebagai substrat untuk pertumbuhan jamur. Salah satu jenis jamur yang dominan tumbuh pada jagung adalah *A. flavus*. Jamur ini dapat menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin. Syarief dan Nurwitri (2003) mengungkapkan bahwa aflatoksin adalah jenis mikotoksin yang paling banyak ditemukan pada jagung.

Pertumbuhan dan perkembangan *A. flavus* pada substrat jagung dipengaruhi oleh kondisi lingkungan substrat tersebut. Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan *A. flavus* di antaranya adalah suhu, kelembaban, pH, air, dan udara. Apabila kondisi tersebut optimal maka pertumbuhan *A. flavus* akan optimal pula.

Aflatoksin yang ada pada bahan pangan berbahaya bagi kesehatan. Aflatoxin dapat menyebabkan berbagai penyakit (Syarief dan Nurwitri 2003; M. Noor 2005): hepatocarcinoma (aflatoxisis akut), kwashiorkor, reye's syndrome, kanker hati. Di samping aspek kesehatan, aflatoksin juga menyebabkan kerugian lain, di antaranya jagung berbahaya untuk dikonsumsi baik oleh manusia maupun hewan, sehingga tidak layak diperdagangkan. Oleh karena itu penanganan kontaminasi *A. flavus* sebagai penghasil aflatoksin menjadi hal yang sangat penting untuk dikendalikan.

FAKTOR YANG MENYEBABKAN KONTAMINASI *A. flavus* DAN AFLATOKSIN PADA JAGUNG

Kontaminasi aflatoksin berasal dari berbagai sumber, di antaranya dari tanah yang terkontaminasi oleh jamur dari udara yang merupakan sumber spora, dari air termasuk hujan, dari serangga yang hinggap pada tanaman dan biji jagung, dari burung, dan dari manusia yang terkontaminasi *A. flavus*. Penanganan untuk meminimalkan tingkat kontaminan *A. flavus* dapat dilakukan dengan dua tahapan: (1) memahami sumber kontaminan dan persyaratan

Tabel 1. Kondisi optimum pertumbuhan *A. flavus*.

Uraian	Nilai	Referensi
Suhu	25-35°C	WEP 1983, Syarief 1983.
Aktivitas air minimum (Aw)	0,80	Richard Molard <i>et al.</i> 1982
pH	4,0-6,5	Syarief <i>et al.</i> 2003
Kondisi atmosfer	Aerobik	Syarief 1985
Kadar air biji	18,0-18,5(% b/b)	Chrystensen <i>et al.</i> 1974, Syarief 1985

Sumber: Syarief *et al.* 2003

tumbuh optimal *A. flavus*, (2) aplikasi atau penerapan pemahaman tersebut dengan cara meminimalkan kontak sumber kontaminan *A. flavus* dan menekan kondisi pertumbuhan menjadi tidak optimal atau tidak cocok bagi pertumbuhan *A. flavus*. Kondisi optimal pertumbuhan *A. flavus* pada jagung bergantung pada kondisi lingkungan setempat (Tabel 1).

Suhu merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur, termasuk *A. flavus*. Secara umum *A. flavus* tumbuh optimal pada suhu 25-35°C. Di luar suhu tersebut *A. flavus* masih dapat tumbuh. Pada suhu yang sangat ekstrim (dingin atau terlalu panas), jamur tersebut tidak dapat tumbuh.

GAMBARAN UMUM PENGELOLAAN JAGUNG DI GORONTALO

Pertumbuhan *A. flavus* akan optimal apabila aktivitas air minimal 80%. Apabila pengeringan dapat dilakukan secara optimal hingga diperoleh jagung dengan kadar air rendah (< 18%), maka aktivitas air akan rendah (di bawah 80%). Pada kondisi demikian, pertumbuhan *A. flavus* terhambat. Jagung yang disimpan pada kondisi lingkungan udara lembab (>80%), kadar air biji tinggi (>18 %) sehingga mudah ditumbuhi jamur, termasuk *A. flavus*.

Petani mengeringkan jagung berkelobot selama $\pm$ 14-30 hari setelah masak fisiologis di areal pertanaman dan panen dilakukan setelah batang dan daun berwarna coklat dan tangkai tongkol jagung terkulai ke bawah. Pengeringan jagung berkelobot di areal pertanaman lebih praktis dan efisien karena petani tidak perlu lagi mengeluarkan biaya untuk membeli tikar.

Di beberapa daerah di Gorontalo, petani panen jagung pada musim hujan dengan cara berikut: tanaman jagung dan jagung berkelobot dikeringkan di ladang. Lama pengeringan, sambil menunggu daun dan batang berwarna coklat, umumnya 14 hari setelah umur masak fisiologis. Namun, apabila sering terjadi hujan dan tenaga panen belum ada maka waktu panen mundur sampai 30 hari. Petani panen jagung dengan cara ditebang dan dipisahkan antara jagung

berkelobot dengan batang dan daun. Setelah itu jagung berkelobot segera dikupas dan tinggal tongkol jagung. Pemipilan biji dilakukan apabila cuaca diperkirakan tidak hujan dan pemilik pemipil jagung (*corn sheller*) sudah ada. Pada saat itu juga dilakukan transaksi penjualan ke pedagang pengumpul.

HASIL PENELITIAN

Mutu Biji Jagung di Tingkat Petani dan Pedagang Pengumpul

Penelitian dilakukan pada bulan Maret/April 2005 di Kabupaten Gorontalo, Boalemo, dan Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Sampel biji jagung diambil sebanyak 2 kg dari petani, peternak ayam, eksportir, dan industri. Kadar air biji masing-masing sampel diukur dan kemudian dikeringkan hingga kadar air biji menjadi 14%, sebagian digunakan untuk analisis kandungan aflatoksin. Hasil analisis kadar aflatoksin pada jagung disajikan pada Tabel 2.

Status kontaminasi aflatoksin B1 pada sampel jagung tersebut sangat tinggi (Tabel 3). Sebelumnya, hasil penelitian status tingkat kontaminan aflatoksin pada sampel jagung dari Lampung Tengah dan Kediri, baik yang berasal dari petani maupun pedagang pengumpul, melebihi batas maksimum yang dipersyaratkan oleh WHO/FAO/UNICEP sebesar 30 ppb (Dharmaputra *et al.* 1994).

Kontaminasi *A. flavus* menyebabkan mutu jagung rendah. Jagung yang terkontaminasi jamur *A. flavus* warnanya berubah menjadi kehitaman. Bau apek pada jagung juga disebabkan oleh kontaminasi *A. flavus*. Kontaminasi *A. flavus* juga dapat menyebabkan perubahan tekstur jagung menjadi agak lunak, dan perubahan nilai gizi atau nutrisi. Jamur *A. flavus* memanfaatkan komponen gizi jagung sebagai sumber energi dan karbon dan untuk pertumbuhannya.

Dalam masa pertumbuhannya *A. flavus* menghasilkan metabolit sekunder yang dikenal sebagai aflatoksin yang dapat meracuni organisme lain, mikroba, ternak, dan manusia. Aflatoksin dihasilkan oleh *A. flavus* berfungsi sebagai agen bagi *A. flavus* untuk mempertahankan diri dari mikroba kompetitor, termasuk jamur jenis lain.

Pedagang pengumpul di Kabupaten Boalemo umumnya tidak melakukan penjemuran karena hujan dan sebagian dari mereka dan petani menjemur tongkol jagung di dalam kotak yang dilengkapi atap dari bahan alas jemur. Jagung pipilan dari pedagang pengumpul berkadar airnya 16,5- > 17% dan butir rusak, butir pecah, dan kadar kotoran termasuk mutu I, kecuali butir warna lain yang umumnya termasuk mutu II.

Tabel 2. Kandungan aflatoksin pada beberapa sampel jagung.

Asal sampel	Kadar aflatoksin (ppb)			
	B ₁	B ₂	G ₁	G ₂
Gorontalo (PP)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	22,7	6,80	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	23,3	7,00	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PP)	22,7	6,82	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	21,8	6,53	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	< 4,5	< 1,35	18,8	< 1,35
Boalemo (P)	< 4,5	< 1,35	18,1	< 1,35
Boalemo (PP)	79,2	4,75	< 4,5	< 1,35
Boalemo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Boalemo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	264,8	10,2	< 4,5	< 1,35
Boalemo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	13,5	8,11	< 4,5	< 1,35
Boalemo (PP)	13,3	3,99	< 4,5	< 1,35
Boalemo (PP)	12,5	3,75	< 4,5	< 1,35
Boalemo (P)	114	9,75	< 4,5	< 1,35
Boalemo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	228	14,7	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	23,8	23,6	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (PP)	134,5	80,5	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	232	9,95	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	166	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	250	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (PP)	515	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	525	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Pohuwato (P)	24,0	7,18	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	23,5	7,04	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	517	66,4	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	210	21,0	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Payugama (PP)	< 4,5	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	414	16,6	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	95,4	28,6	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	133	39,9	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	665	39,9	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	394	< 1,35	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	78,5	23,5	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	78,6	23,6	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	542	69,7	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (P)	493	21,1	< 4,5	< 1,35
Gorontalo (PE)	72,0	< 1,35	< 4,5	< 1,35

(PP) = Pedagang Pengumpul

(P) = Petani

(PE) = Pedagang pengekspor

Tabel 3. Standar batas masimum mikotoksin pada jagung di beberapa negara.

Negara	Batas maksimum (ppb)
China	20
Malaysia	35 (bahan pangan)
Singapura	5
Indonesia	-

Sumber; (FAO 2004 *cit.* Darmaputra 2005)

Cuaca berawan dan sering hujan menyebabkan pedagang pengumpul di Kabupaten Pohuwato tidak dapat melakukan penjemuran. Karena itu, kadar air jagung pipilan umumnya > 17%, sehingga petani menanggung risiko pemotongan harga oleh pedagang/eksportir di Kota Gorontalo.

Berbagai faktor yang menyebabkan tingginya persentase jagung yang terkontaminasi aflatoksin di antaranya adalah pengetahuan petani tentang penanganan pascapanen jagung masih terbatas. Pada tingkat petani masih ditemukan cara penanganan pascapanen jagung yang sangat sederhana, misalnya jagung dipanen sebelum kering, dan tidak segera dikeringkan, bahkan masih dijumpai jagung hasil panen belum kering ditumpuk beberapa saat. Kondisi tersebut berakibat pada tumbuhsuburnya berbagai jamur pada jagung, termasuk *A. flavus* penghasil aflatoksin.

Hasil penelitian Dharmaputra *et al.* (1994) menunjukkan bahwa frekuensi kontaminasi jamur *A. flavus* sangat tinggi, mencapai di atas 90% (Tabel 4). Butir jagung yang terinfeksi *A. flavus* di tingkat petani dan pedagang pengumpul lebih tinggi pada musim kemarau dibandingkan musim hujan di Kabupaten Lampung Tengah dan Kediri.

Pengaruh Pengeringan terhadap Kualitas Jagung Pipilan di Kabupaten Gorontalo

Lebih dari 77,8% petani menghasilkan jagung pipilan dengan mutu I. Petani umumnya menghasilkan jagung pipilannya dengan kadar air biji > 17%. Petani panen jagung 7-14 hari setelah umur masak fisiologis. Kemudian jagung dipetik, dikupas, dan dipipil pada saat tidak hujan. Pada musim hujan petani tidak dapat mengeringkan tongkol jagung miliknya sehingga mendapat potongan harga 1% dari setiap kenaikan kadar air 17-18%.

Tabel 4. Biji jagung yang terinfeksi *A. flavus* di tingkat petani dan pedagang pengumpul pada musim kemarau dan musim hujan di Kabupaten Lampung Tengah dan Kediri.

Pengaruh	Infeksi <i>A. flavus</i> pada biji jagung (%)
Lampung Tengah	
- Musim kemarau	
Petani	91,6
Pedagang pengumpul	99,9
- Musim hujan	
Petani	41,1
Pedagang pengumpul	49,5 ^b
Kediri	
- Musim kemarau	
Petani	79,6
Pedagang pengumpul	83,8
- Musim hujan	
Petani	34,6
Pedagang pengumpul	58,0

Sumber: Dharmaputra *et al.* 1994.

Pengaruh Pengeringan terhadap Kualitas Jagung Pipilan di Kabupaten Boalemo

Hanya 57,4% petani yang menghasilkan jagung pipilan bermutu I, sedangkan petani lainnya menghasilkan jagung pipilan dengan kadar air >17%. Sedikitnya jumlah petani yang menghasilkan jagung mutu I dibanding petani di Kabupaten Gorontalo, karena petani di Kabupaten Boalemo tidak bisa menjemur jagung pipilan. Petani hanya menjemur tongkol jagung. Hal ini terkait dengan curah hujan yang tinggi dan hari hujan yang lebih banyak di Kabupaten Boalemo.

Data cuaca di Provinsi Gorontalo menunjukkan bahwa suhu dan kelembaban udara pada bulan Nopember-April berkisar antara 26,9-27,9°C dan kelembaban udara 74,4-83%. Pada kondisi suhu dan kelembaban tersebut peluang biji jagung terinfeksi *A. Flavus* sp. cukup besar (Firmansyah *et al.* 2005).

PENUTUP

Kondisi lingkungan di Indonesia, khususnya di areal pertanaman jagung di Provinsi Gorontalo, sangat mendukung pertumbuhan berbagai mikroba termasuk jamur *A. flavus*, penghasil aflatoksin. Komoditas sereal (jagung) merupakan media potensial untuk pertumbuhan *A. flavus*.

Penjemuran jagung berkelebot selama 14-30 hari setelah umur masak fisiologis, kadar air biji masih di atas 17%, sehingga harga jagung lebih rendah. Penjemuran jagung berkelebot di ladang memberi peluang bagi infeksi jamur dan infestasi hama kumbang bubuk, sehingga biji mudah rusak. Kualitas jagung pipilan yang dihasilkan petani dan pedagang pengumpul, khususnya kadar air biji, di luar standar SNI. Jagung pipilan pedagang pengumpul di Kabupaten Boalemo dan Pohuwato bermutu rendah sehingga diperlukan unit pengering yang layak secara teknis dan ekonomis.

Memodifikasi kondisi lingkungan dengan pengaturan kelembaban, kadar air biji, pengepakan yang kedap udara, dan perlakuan fumigasi merupakan salah satu cara untuk mengeliminasi pertumbuhan *A. flavus* dan sekaligus sebagai upaya untuk menekan kontaminasi aflatoxin. Dukungan kebijakan pemerintah diperlukan sebagai landasan untuk menghasilkan jagung yang aman dan berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bahri S., dan R. Maryam. 2003. Mikotoksin berbahaya dan pengaruhnya terhadap kesehatan hewan dan manusia. *Wartazoa* 13(4):129-142.
- Bahri, S., Indraningsih, R. Widiastuti, T.B. Murdiati dan R. Maryam. 2002. Keamanan pangan asal ternak: suatu tuntutan di era perdagangan bebas. *Wartazoa* 12 (2):47-64.
- Berguivion, D., S. Gracia-Lara, D. Jefters, K. Pixly. 2002. Post harvest training manual. CIMMY- El Bats Mexico.
- Beti, J.A. dan E. Ginting 1993. Permasalahan aflatoxin pada jagung dan pengendaliannya. Simposium Penelitian Tanaman Pangan III Jakarta-Bogor, 23-25 Agustus 1993. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. p. 18.
- Dewa Ketut Sadra Swastika. 2002. Corn self-suficiency in Indonesia: The past 30 years and future prospects. *Jurnal Litbang Pertanian* 21(3):75-83.
- Dharmaputra, O. S., I. Retnowati, Sunjaya, H. Susila, dan M. Sidik. 1997. Pengaruh jenis kemasan dan fostin terhadap kualitas dan susut berat jagung selama penyimpanan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing V/1 Perguruan Tinggi 1996/97.
- Dharmaputra, O.S., I. Retnowati, M. Aman, and S. Ambaerwati. 1999. Airtight storage of maize: its effect on fungal infection and aflatoxin production. *In Proceedings of the 19th ASEAN/1st. APEC Seminar on Postharvest Technology*. Ho Chi Minh City, Vietnam.

- Dharmaputra, O.S., I. Retnawati, H.K. Purwodaria, H. Susila, M. Sidik, dan Sunjaya. 1994. Survei penanganan pascapanen, butir rusak, serangan cendawan dan kontaminasi mikotoksin pada jagung. Pengaruh penanganan pascapanen terhadap keutuhan butir, serangan cendawan dan produksi mikotoksin pada jagung. SEAMEO BIOTROP, Bogor.
- Dharmaputra, O.S., Sunjaya, dan W. Wakman. 1998. Penanganan pascapanen, serangan serangga dan cendawan serta kontaminasi aflatoksin pada jagung. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Maros, 11-12 Nopember 1997.
- Don P. Utoyo. 2005. Bahan baku pakan dari jagung yang sehat higienis: pengalaman dan harapan industri perunggasan. Makalah pada Simposium Mikotoksin dan Mikotoksis. Jakarta, 30 Juli 2005.
- Firmansyah, I.U, S. Saenong, B. Abidin, Suarni, Y. Sinuseng, J. Tandiang, W. Wakman, A. Nadjamuddin, A.H. Talanca, F. Koes, Suwardi, dan O. Komalasari. 2005. Proses pascapanen untuk menunjang perbaikan kualitas produk biji jagung berskala industri dan ekspor. Laporan Tengah Tahun Balai Penelitian Tanaman Serealia. (tidak dipublikasi).
- Hamilton, P.B. 1986. Aflatoxicosis in farm animals. In aflatoxin maize. A Proceeding of Workshop. El Batan, Mexico, April 7-11, 1986. p. 51-57.
- International Agency for Research on Cancer. 1993. Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans. Vol. 56. IARC, Lyon.
- Isra' M. Noor. 2005. Mycotoxin: economic risk and control. Paper on Symposium of Mycotoxin and Mycotoxins. Jakarta, 30 July 2005.
- Kasryno, F. 2002. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia. Makalah pada Diskusi Nasional Agribisnis Jagung di Bogor, 24 Juni 2002. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Mathieu Cortyl. 2005. An overview of mycotoxin and mycotoxins, with special focus on the Indonesian situation. Paper on Symposium of Mycotoxin and Mycotoxins. Jakarta, 30 July 2005.
- Misgyarta dan Suarni. 2005. Kontaminan aflatoksin dihasilkan oleh *aspergillus flavus* pada jagung dan penanganannya. Prosiding Seminar Nasional Jagung. Balitsereal. Maros.
- Nasution, M., 1991. Peranan petani dan kelembagaan petani dalam menunjang pengembangan industri pertanian. Dalam Ananto, E. dan R. Thahir (Eds). Pengembangan Alat dan Mesin Menunjang Industri Pertanian. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. Bogor. p. 117-139.

- Okky Setyawati Dharmaputra. 2005. Kontaminasi mikotoksin pada bahan pangan dan pakan di Indonesia. Makalah pada Simposium Mikotoksin dan Mikotoksis. Jakarta, 30 Juli 2005.
- Romsyah Maryam. 2002. Mewaspada bahaya kontaminasi mikotoksin pada makanan. Paper tugas mata kuliah falsafah sains (PPs 702), Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Syarief, R., Le Ega, dan C.C. Nurwitri. 2003. Mikotoksin bahan pangan. IPB Press. Bogor.
- Tastra, I.K., E. Ginting, dan Gatot S.A.F. 1997. Strategi penerapan teknologi pascapanen primer jagung untuk mendukung pengembangan agribisnis jagung di Indonesia. Makalah pada Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Balitjas, 11-12 September 1997.
- Standar Mutu Nasional (SNI) 2001. Klasifikasi dan standar mutu.
- Wilson, B.J. 1978. Hazards of mycotoxin to public health. *Journal of Food Protection* 41:375-384.

Pengaruh Sortasi Biji terhadap Mutu Benih Jagung

Rahmawati dan Sania Saenong
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Penelitian dilaksanakan di Desa Sambelia, Kabupaten Lombok Timur, Propinsi Nusa Tenggara Barat dan di Maros (Balitsereal). Varietas yang digunakan adalah Lamuru, ditanam pada 14 April 2005 dan dipanen 21 Juli 2005 dan varietas Srikandi Kuning 1 ditanam pada 17 Mei 2005 dan dipanen 23 Agustus 2005. Seleksi tongkol dilakukan segera setelah panen, kemudian dilanjutkan dengan penjemuran tongkol hingga kadar air biji mencapai 16-17%, kemudian segera dipipil. Setelah dipipil benih dijemur pada lantai jemur yang dialas terpal plastik, hingga kadar air mencapai 10-11%, kemudian dilanjutkan dengan sortasi biji. Sortasi biji dilakukan berdasarkan ukuran biji yaitu: (a) benih berdiameter ≥ 8 mm, (b) benih berdiameter 7-8 mm, (c) benih tanpa sortasi, dan (d) benih disortasi dengan cara petani/penangkar setempat. Benih kemudian dikemas dalam kemasan *high density poly etilen* (HDPE) ketebalan 0,2 mm, dengan volume 2 kg/kemasan dan diberi Furadan 3G dengan takaran 3 g/kemasan untuk mencegah kumbang bubuk. Benih yang telah dikemas disimpan selama 12 bulan pada suhu kamar dengan rata-rata suhu 28° C dan pengamatan dilaksanakan di rumah kaca dan laboratorium Balisereal dengan interval 2 bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada awal periode simpan tidak ada perbedaan daya berkecambah benih antar-perlakuan, namun benih yang disortasi pada ukuran 7-8 mm daya kecambahnya menurun dibanding ukuran ≥ 8 mm, demikian pula pada periode simpan selanjutnya (sampai 12 bulan). Implikasi dari penelitian ini adalah sortasi biji varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 menggunakan saringan berdiameter 8 mm diperlukan agar pertumbuhan tanaman merata di lapangan.

PENDAHULUAN

Kriteria mutu benih pada jagung meliputi: (1) mutu genetik yang mencakup identitas genetik (ditinjau dari segi kemurnian varietas), (2) mutu fisiologis yang mencakup viabilitas dan ketahanan simpan benih, (3) mutu fisik yang mencakup kebersihan, keseragaman dan tidak tercampur dengan biji-biji gulma atau kontaminasi biji tanaman lain. Ketiga kategori mutu benih ini akan menentukan produktivitas tanaman dan mutu benih yang diperoleh melalui produksi dan proses pascapanen yang tepat (Saenong *et al.* 1996).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran biji berpengaruh terhadap keseragaman pertumbuhan tanaman dan daya simpan benih. Untuk beberapa spesies, biji-biji yang lebih kecil dalam suatu lot benih dari varietas yang sama mempunyai masa hidup yang lebih pendek (Priestley 1986). Ukuran biji biasanya terkait dengan kandungan cadangan makanan dan ukuran embrio. Penelitian Gardner *et al.* (1991) pada tanaman dikotil menunjukkan adanya pengaruh positif ukuran biji terhadap ukuran kotiledon. Biji yang lebih besar menghasilkan luas kotiledon dua kali lipat dan potensi fotosintetiknya lebih tinggi dibandingkan dengan biji kecil.

Penelitian lain menunjukkan bahwa benih yang berasal dari biji kecil dan besar mempunyai mutu yang berbeda. Hussaini *et al.* (1984) mendapatkan bahwa ukuran benih jagung yang lebih besar setelah mengalami penderaan masih mempunyai kemampuan berkecambah dan vigor yang lebih baik daripada benih yang lebih kecil. Abd-El-Rahman dan Bourdu (1986), menemukan bahwa laju pertumbuhan kecambah jagung meningkat dengan semakin besarnya ukuran biji dan benih yang berbentuk bulat lebih tinggi laju pertumbuhannya daripada yang berbentuk pipih.

Umumnya petani sudah mengetahui biji kecil tidak layak untuk dijadikan benih, sehingga pada proses penyiapan benih, biji kecil dikeluarkan sebelum pemipilan. Biji jagung yang dikeluarkan adalah yang berada pada bagian ujung atas dan bawah tongkol. Di Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur petani memotong ujung tongkol bawah dan atas kira-kira 1/5 bagian. Hasil penelitian Arief *et al.* (1997) menunjukkan bahwa kualitas benih yang baik adalah yang diperoleh 3/5 dari bagian tengah tongkol.

Cara yang dilakukan petani tersebut tidak praktis karena menggunakan tenaga dan waktu yang cukup lama dan merugikan karena pada bagian yang terbuang masih terdapat biji jagung yang layak untuk dijadikan benih. Untuk itu perlakuan sortasi dengan cara menggunakan ayakan baik manual maupun dengan bantuan mesin sortasi, dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas benih itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh biji terhadap mutu benih jagung.

TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lapang, laboratorium, dan rumah kaca Balitsereal, Maros pada tahun 2005. Produksi benih, penjemuran, pemipilan, sortasi biji sampai pengemasan dilaksanakan di Desa Sambelia, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. Penyimpanan dan pengujian kualitas benih dilaksanakan di Balitsereal, Maros. Pada penelitian ini digunakan dua varietas yaitu Lamuru

dan Srikandi Kuning 1. Varietas Lamuru ditanam pada 14 April 2005 dan dipanen 21 Juli 2005. Varietas Srikandi Kuning 1 ditanam pada 17 Juni 2005 dan dipanen 23 September 2005. Seleksi dan penjemuran tongkol dilakukan segera setelah panen. Penyeleksian tongkol dengan cara memisahkan tongkol yang kecil/inferior dengan tongkol yang besar. Tongkol dijemur hingga kadar air biji mencapai 15-16%. Pemipilan menggunakan alat pemipil PJM, Balitsereal. Hasil pipilan dijemur hingga kadar air 10-11%. Setelah itu dilakukan sortasi biji berdasarkan ukuran: 1) benih berdiameter ≥ 8 mm, 2) benih berdiameter 7-8 mm, 3) benih tanpa sortasi, dan 4) benih yang disortasi dengan cara petani/penangkar setempat. Benih yang sudah disortasi dijemur ulang hingga kadar air 9-10%. Setelah kadar air tercapai, biji diangin-anginkan hingga dingin dan selanjutnya dikemas. Volume kemasan yang digunakan adalah 1,5 kg/kemasan dan ke dalam kemasan diberi Furadan 3G sebanyak ± 7 g (satu sendok teh). Jenis kemasan adalah *High Density Poly Etilen*, dengan ketebalan 0,2 mm. Selanjutnya benih disimpan pada suhu kamar dengan menggunakan silo yang terbuat dari fiber glass.

Pengamatan dilakukan pada awal penyimpanan dan setiap interval dua bulan. Lama penyimpanan 12 bulan. Rancangan percobaan adalah acak kelompok, tiga ulangan dengan perlakuan: 1) faktor A, varietas yang terdiri atas A_1 = varietas Lamuru, A_2 = Srikandi Kuning 1; 2) faktor B, cara sortasi yang terdiri atas: B_1 = benih berdiameter ≥ 8 mm, B_2 = benih berdiameter 7-8 mm, B_3 = benih tanpa sortasi, B_4 = benih disortasi dengan cara petani/penangkar. Periode simpan: 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 bulan. Tolok ukur yang digunakan dalam pengamatan adalah: kadar air biji, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, panjang akar primer, bobot kering kecambah, daya hantar listrik, dan pH air rendaman benih. Pengujian benih dilaksanakan pada media pasir dalam bak plastik ukuran 40 cm x 30 cm dengan tiga ulangan.

Kadar Air Benih (Basis Basah)

Kadar air benih diamati pada awal periode simpan dan pada setiap periode dengan alat pengukur kadar air model Kett PM-400

Daya Berkecambah

Sebanyak 50 butir benih dari setiap ulangan ditanam pada substrat pasir halus. Pengamatan dilakukan pada hari ketiga, empat, dan lima setelah tanam. Selain untuk pengujian daya berkecambah benih, perlakuan ini juga digunakan untuk substrat indikator kecepatan tumbuh benih. Pengamatan dilakukan atas dasar kriteria kecambah normal, abnormal, dan mati.

Kecepatan Tumbuh Benih

Data diperoleh dari substrat pengujian daya berkecambah benih. Setiap kali pengamatan, jumlah kecambah normal dibagi dengan etmal (24 jam). Nilai etmal kumulatif diperoleh dari saat benih ditanam sampai waktu pengamatan dengan rumusbb.:

$$KT = \frac{(Xi - X_{i-1})}{Ti}$$

KT = Kecepatan tumbuh (%/etmal)

Xi = Persentase kecambah normal pada etmal ke-i

Ti = Waktu pengamatan (dalam etmal)

Daya Hantar Listrik (DHL)

DHL diamati menggunakan alat konduktometer tipe Methron E 38. Benih sebanyak 25 g diambil secara acak, masing-masing direndam pada air bebas ion selama 24 jam dengan volume air 50 ml di dalam botol gelas, kemudian diukur pada alat konduktometer. Sebagai blanko digunakan air bebas ion yang juga telah disimpan dalam botol-botol gelas selama 24 jam.

pH

Pengamatan terhadap pH dilakukan dengan menggunakan pH meter pada sampel air rendaman benih.

Bobot Kering Kecambah

Kecambah yang diperoleh pada uji daya tumbuh benih dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam. Setelah itu benih dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang.

Panjang Akar Primer

Panjang akar diukur dengan alat pengukur/penggaris. Akar kecambah direntangkan kemudian diukur dari pangkal sampai ke ujung akar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot 100 butir biji pada kadar air 9,03-9,87% berkisar antara 24,0-29,6 g/100 pada awal periode simpan benih untuk varietas Lamuru dan 23,0-27,1 g/100 butir untuk varietas Srikandi Kuning 1. Bobot benih terendah diperoleh pada sortasi 7-8 mm yaitu 24,0 g/100 butir pada varietas Lamuru dan 23,0 g/100 butir pada varietas Srikandi Kuning 1. Bobot benih tertinggi diperoleh pada ukuran benih berdiameter ≥ 8 mm yaitu 29,6 g/100 butir pada varietas Lamuru dan 27,1 g/100 butir pada varietas Srikandi Kuning 1 (Tabel 1).

Kadar air benih yang disimpan dari 0-12 bulan bervariasi, baik pada varietas Lamuru maupun Srikandi Kuning 1. Proses pengeringan benih cukup sulit untuk mendapatkan kadar air yang seragam. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan lapisan benih pada saat penjemuran dan intensitas sinar matahari. Sebelum dikemas seluruh benih pada masing-masing lot benih yang telah disortasi dicampur agar kadar airnya lebih seragam. Pada periode simpan 12 bulan, kadar air benih cukup stabil di bawah 10%. Hal ini menunjukkan bahwa kemasan plastik 0,2 mm dan wadah penyimpanan berupa silo plastik mampu menekan fluktuasi kadar air benih selama penyimpanan. Kadar air benih pada percobaan ini rata-rata di bawah 10% sehingga mampu mempertahankan kualitas benih. Makin tinggi kadar air biji, makin cepat respirasi dan makin banyak CO_2 , air dan panas yang dihasilkan selama penyimpanan. Panas, kadar air, dan kelembaban tinggi dapat mempercepat kerusakan benih (Thahir *et al.* 1988). Welch dan Delouche (1967) mengatakan bahwa kadar air merupakan faktor penentu utama terhadap kemunduran benih, kemudian suhu akan memacu laju kemunduran apabila kadar air benih memungkinkan proses biokimia berlangsung. Hasil penelitian Saenong *et al.* (1999) menunjukkan

Tabel 1. Rata-rata kadar air benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air (%)						
		0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru								
≥8 mm	29,57	9,63 ab	9,33 ab	9,00 ab	9,13 bc	9,08 ab	9,33 abc	9,67 a
7-8 mm	24,00	9,87 a	9,57 a	9,10 a	9,57 a	9,28 a	9,24 a-d	9,90 a
Tanpa sortasi	28,47	9,43 abc	9,20 bc	8,73 c	8,97 cd	8,91 bc	8,90 d	9,60 a
Cara petani	28,73	9,63 ab	9,40 ab	8,87 bc	9,27 b	9,13 ab	8,99 cd	9,90 a
Benih Srikandi Kuning 1								
≥8 mm	27,13	9,20 bc	8,83 d	8,77 bc	8,77 d	8,82 bc	9,23 a-d	9,13 b
7-8 mm	23,00	9,10 c	8,80 d	8,88 abc	8,88 cd	8,90 bc	9,37 ab	9,13 b
Tanpa sortasi	26,00	9,27 bc	9,00 cd	8,81 bc	8,81 d	8,96 b	9,47 a	9,13 b
Cara petani	26,17	9,03 c	8,50 e	8,49 d	8,49 e	8,63 c	9,03bcd	9,17 b

Angka selanjut yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

bahwa pada kadar air awal 10-11% benih yang disimpan dalam wadah kedap udara pada suhu kamar (28-32°C) masih memiliki daya berkecambah di atas 80% setelah disimpan selama 1 tahun.

Bobot biji dari benih yang disortasi pada ukuran ≥ 8 mm masih tetap tinggi daya berkecambahnya yaitu 94,7% pada varietas Lamuru dan 98,0% pada varietas Srikandi Kuning 1 pada periode simpan 12 bulan dan tidak berbeda nyata dibanding daya berkecambah pada awal periode simpan. Di lain pihak, benih yang tidak disortasi sudah turun daya berkecambahnya menjadi 86,7% pada varietas Lamuru dan 80% pada Srikandi Kuning 1. Cara sortasi petani cukup baik pada kedua varietas tersebut, dan pada periode simpan 12 bulan daya berkecambah benih masih mencapai 96,0% untuk Lamuru dan 94,7% untuk Srikandi Kuning 1 (Tabel 2). Benih yang berukuran 7-8 mm hanya dapat disimpan sampai 6 bulan untuk Lamuru dan dapat mencapai 12 bulan untuk Srikandi Kuning 1 (Tabel 2).

Uji daya berkecambah dilakukan untuk mengetahui mutu benih dan kelayakannya untuk ditanam. Dari hasil pengamatan terhadap benih Lamuru maupun Srikandi Kuning 1 pada semua perlakuan diketahui daya berkecambah 96-100% untuk periode simpan 0 bulan; 92-100% untuk periode simpan 2 bulan; 89,3-100% untuk periode simpan 4 bulan; 92-99,3% untuk periode simpan 6 bulan; 86,7-98,7% untuk periode simpan 8 bulan); 80-97,3% untuk periode simpan 10 bulan, dan 80-98% untuk periode simpan 12 bulan.

Umumnya daya berkecambah dan kecepatan tumbuh benih pada perlakuan petani tidak berbeda dibanding perlakuan lainnya. Benih berdiameter ≥ 8 mm dan 7-8 mm tidak berbeda nyata daya berkecambahnya. Namun benih varietas Lamuru telah berbeda nyata mulai pada periode simpan 4 bulan. Pada penelitian Ramlah Arief (2005) tidak terlihat perbedaan yang nyata antara ukuran

Tabel 2. Rata-rata daya berkecambah benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	Daya berkecambah (%)						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8 mm	29,57	9,63	100,00 a	99,33 a	100,00a	98,67 a	96,67ab	96,00 a	94,67 ab
7-8 mm	24,00	9,87	98,67 a	100,00a	99,33ab	99,33 a	92,00bcd	97,33 a	86,67bc
Tanpa sortasi	28,47	9,43	99,33 a	98,67 a	98,67ab	95,33ab	90,67 cd	95,33 a	86,67 bc
Cara petani	28,73	9,63	99,33 a	92,00 b	93,33bc	98,67 a	94,67 abc	96,67 a	96,00 a
Benih Srikandi Kuning 1									
≥8 mm	27,13	9,20	100,00a	98,67 a	96,67ab	96,67ab	96,67 ab	97,33 a	98,00 a
7-8mm	23,00	9,10	99,33 a	100,0a	98,00ab	96,00ab	98,67 a	94,00 a	94,67 ab
Tanpa sortasi	26,00	9,27	96,00 a	93,33 b	96,67ab	92,00 b	86,67 d	80,00 b	80,00 c
Cara petani	26,17	9,03	97,33 a	97,33 a	89,33 c	97,33ab	96,67 ab	92,00 a	94,67 ab

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

biji besar dan kecil untuk beberapa parameter dalam uji pengecambahan, namun pada biji besar cenderung lebih baik untuk parameter keserampakan tumbuh, kecepatan tumbuh, dan bobot kering kecambah, dibanding biji kecil. Perkecambahan benih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, dalamnya penanaman, dan jenis tanah (Muhadjir 1988).

Daya tumbuh benih tanpa sortasi (periode simpan 12 bulan) tampaknya lebih lambat, yaitu 24,7%/etmal pada varietas Lamuru dan 24,4% pada varietas Srikandi Kuning 1. Di lain pihak, benih yang disortasi pada ukuran ≥ 8 mm masih memiliki kecepatan tumbuh yang cukup tinggi dan mencapai 28,3%/etmal pada varietas Lamuru dan 29,2% pada varietas Srikandi Kuning 1 (Tabel 3). Data tersebut sejalan dengan kemampuan benih membentuk akar primer yang hanya mencapai 9,4 cm/kecambah pada varietas Lamuru dan 4,72 cm pada varietas Srikandi Kuning 1 tanpa sortasi yang telah disimpan 12 bulan (Tabel 4).

Kecepatan tumbuh benih umumnya berbeda nyata, kecuali pada periode simpan 8 bulan. Benih berdiameter 7-8 mm masih tergolong besar dan layak untuk dijadikan benih. Sebagian besar benih yang berada pada pangkal tongkol berbentuk bulat dan besar sehingga masuk ke dalam benih berdiameter ≥ 8 mm. Kecepatan tumbuh benih berdasarkan periode simpan berturut-turut adalah 28,7-32,7%/etmal (0 bulan); 28,2-32,1%/etmal (2 bulan); 26,8-30,9%/etmal (4 bulan); 27,4-31,1%/etmal (6 bulan); 23,6-29,1%/etmal (8 bulan); 23,7-29,1%/etmal (10 bulan), dan 24,4-29,2%/etmal (12 bulan). Terdapat beberapa lot benih yang mulai menurun kecepatan tumbuhnya, terutama pada periode simpan 8, 10, dan 12 bulan. Benih yang tidak disortasi cepat menurun kecepatan tumbuhnya bahkan lebih rendah dibanding perlakuan sortasi cara petani. Hal ini menunjukkan lambatnya pertumbuhan kecambah yang mengindikasikan lemahnya vigor benih (kekuatan tumbuh).

Tabel 3. Rata-rata kecepatan tumbuh benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	Kecepatan tumbuh (%/etmal)						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8mm	29,57	9,63	32,67 a	31,66 a	30,90 a	31,08 a	28,44 a	28,58a	28,31 a
7-8 mm	24,00	9,87	32,06 a	30,93 ab	30,74 a	30,47 ab	27,70 a	29,05a	27,74ab
Tanpa sortasi	28,73	9,43	30,93 b	30,41abc	29,49ab	28,01 cd	27,77 a	26,10abc	24,65 b
Cara petani	28,47	9,63	30,33 b	28,40 cd	27,50 b	29,93 ab	27,97 a	28,89 a	27,77 a
Benih Srikandi Kuning-1									
≥8mm	27,13	9,20	32,30 a	29,23 bcd	27,78 b	29,47 abc	28,93 a	28,57 ab	29,20 a
7-8 mm	23,00	9,10	30,38 b	32,06 a	29,54ab	29,01bcd	29,03 a	25,58 bc	28,33 a
Tanpa sortasi	26,00	9,27	28,66 c	28,22 d	26,84 b	27,43 d	23,64 b	23,70 c	24,38 b
Cara petani	26,17	9,03	30,58 b	29,57bcd	26,91 b	28,80bcd	29,13 a	27,27 ab	28,38 a

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 4. Rata-rata panjang akar primer benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	Panjang akar primer (cm)						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8 mm	29,57	9,63	15,00 ab	15,23 a	14,63ab	13,10 ab	14,53 a	13,09 a	11,47 b
7-8 mm	24,00	9,87	14,07 abc	12,40 a	16,27 a	14,60 a	13,63 a	14,00 a	11,51ab
Tanpa sortasi	28,73	9,43	12,43 c	12,57 a	14,17ab	12,97 b	13,20abc	11,13 b	9,40 bc
Cara petani	28,47	9,63	13,33 bc	14,20 a	15,00ab	12,20 bc	13,47 ab	11,43 b	9,68 bc
Benih Srikandi Kuning 1									
≥8 mm	27,13	9,20	14,97 ab	12,70 a	13,27bc	11,57 bc	12,10abc	10,72bc	7,90 cd
7-8 mm	23,00	9,10	15,70 ab	13,50 a	14,40ab	12,50 bc	10,57 c	9,96 bc	7,79 cd
Tanpa sortasi	26,00	9,27	15,03 ab	12,47 a	11,67 c	11,07 c	10,87 bc	8,65 c	4,72 e
Cara petani	26,17	9,03	15,77 ab	13,53 a	14,37ab	11,83 bc	12,47abc	10,46bc	5,89 de

Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Panjang akar primer umumnya berbeda nyata antarperlakuan, kecuali pada periode simpan 2 bulan. Panjang akar berpengaruh terhadap kemampuan suatu tanaman dalam menyerap unsur hara. Penyerapan hara yang tidak sempurna, terutama hara N, menyebabkan terjadinya gangguan pada metabolisme tanaman terutama pada proses fotosintesis. Karena itu pertumbuhan tanaman secara keseluruhan akan terganggu, terlihat pada tanaman yang tumbuh lebih kerdil, daunnya menguning lebih awal (Arief 2005). Mugnisyah dan Nakamura (1984) mengatakan panjang akar primer dan panjang hipokotil dapat digunakan untuk menilai vigor kecambah benih. Pengamatan terhadap panjang akar primer berdasarkan periode simpan berturut-turut adalah 12,4-15,8 cm (0 bulan); 12,4-15,2 cm (2 bulan); 11,7-16,3 cm (4 bulan); 11,1-14,6 cm (6 bulan); 10,6-14,5 cm (8 bulan); 8,7-14,0 cm (10 bulan); dan 4,7-11,5 cm (12 bulan). Selain panjang akar primer, pengamatan terhadap bobot kering kecambah diperlukan untuk mengetahui kemampuan tumbuh benih. Cisse dan Ejeta (2003) mengatakan bobot biji, perkecambahan, dan bobot kering kecambah benih adalah indikator yang baik untuk vigor kecambah. Bobot kering kecambah benih berdasarkan periode simpan berturut-turut adalah 0,18-0,25 g (0 bulan); 0,18-0,23 g (2 bulan); 0,19-0,25 g (4 bulan); 0,18-0,24 g (6 bulan); 0,19-0,23 g (8 bulan); 0,18-0,23 g (10 bulan), dan 0,15-0,23 g (12 bulan).

Bobot kering rata-rata/kecambah relatif konstan pada benih yang disortasi dengan ayakan ukuran ≥ 8 mm pada varietas Lamuru yaitu 0,23 g/kecambah pada awal periode simpan dan tidak menurun sampai periode simpan 12 bulan (Tabel 5). Benih ukuran 7-8 mm menghasilkan kecambah yang kecil, mulai dari sebelum disimpan sampai pada periode simpan 12 bulan. Karena itu, biji < 8 mm tidak dapat digunakan untuk benih walaupun daya berkecambahnya masih mencapai 86,7% pada periode simpan 12 bulan untuk Lamuru dan 94,7% untuk Srikandi Kuning 1 (Tabel 5 dan Tabel 1). Demikian pula benih yang tidak disortasi,

Tabel 5. Rata-rata bobot kering kecambah jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	Berat kering kecambah (g)						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8 mm	29,57	9,63	0,23 ab	0,23 ab	0,23 ab	0,24 a	0,23 a	0,23 a	0,23 a
7-8 mm	24,00	9,87	0,18 d	0,17 b	0,19 cd	0,19 e	0,20 a	0,18 bc	0,18 c
Tanpa sortasi	28,73	9,43	0,23 b	0,21 ab	0,22 b	0,22 bc	0,20 a	0,20 ab	0,18 c
Cara petani	28,47	9,63	0,25 a	0,23 a	0,25 a	0,23 ab	0,22 a	0,21 ab	0,21 abc
Benih Srikandi Kuning 1									
≥8 mm	27,13	9,20	0,21 c	0,23 ab	0,24 a	0,22 c	0,21 a	0,21 abc	0,18 bc
7-8 mm	23,00	9,10	0,18 d	0,20 ab	0,19 d	0,18 e	0,19 a	0,19 bc	0,15 c
Tanpa sortasi	26,00	9,27	0,19 cd	0,18 b	0,21 bc	0,20 d	0,20 a	0,19 bc	0,16 c
Cara petani	26,17	9,03	0,21 c	0,20 ab	0,24 a	0,22 bc	0,23 a	0,20 abc	0,18 bc

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

kecambahnya mengecil setelah disimpan selama 8-12 bulan, berkisar antara 0,16-0,20 g/kecambah (Tabel 5). Benih yang dikelola dengan cara petani layak digunakan karena bobot kering kecambahnya masih mencapai 0,21 g/kecambah pada varietas Lamuru setelah disimpan 12 bulan.

Parameter lainnya yang diamati adalah daya hantar listrik, pH, dan bobot 100 butir. Daya hantar listrik diukur dengan konduktometer dari air rendaman benih. Jika pada benih terjadi keretakan atau kebocoran maka daya hantar listriknya tinggi, sehingga tidak diambil untuk pengukuran. Bahkan jika terdapat benih yang pecah, daya hantar listrik pada alat tersebut tidak terbaca. Daya hantar listrik ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$) menurut periode simpan berturut-turut adalah 15,8-24,4 (0 bulan); 17,5-26,5 (2 bulan); 18,1-26,9 (4 bulan); 16,9-27,0 (6 bulan); 17,7-31,7 (8 bulan); 18,0-30,2 (10 bulan); dan 21,0-32,0 (12 bulan).

Tingkat kemasaman larutan air rendaman benih meningkat dengan makin lamanya benih disimpan. Sebelum benih disimpan dan pada periode simpan 2 bulan, nilai pH-nya berkisar antara 5,03-5,60 pada varietas Srikandi Kuning 1 (Tabel 6). Menurunnya nilai pH larutan mengidentifikasikan meningkatnya kemasaman. Hal ini diduga karena meningkatnya bocoran elektrolit dan asam-asam organik dalam larutan air rendaman benih. Pada varietas Lamuru, pH terendah adalah pada periode simpan 12 bulan yaitu pada lot benih yang tidak disortasi dan cara petani masing-masing 4,10 dan 4,17 pada varietas Srikandi Kuning 1 dengan periode simpan 8 bulan. Data tersebut sejalan dengan nilai daya hantar listrik yang makin meningkat dengan makin lamanya benih disimpan, terutama pada benih yang tidak disortasi. Pada periode simpan 12 bulan, daya hantar listrik benih yang tidak disortasi dapat mencapai 25,5 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ untuk varietas Lamuru dan 32,0 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ untuk Srikandi Kuning 1.

Tabel 6. Rata-rata pH larutan rendamen benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	pH						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8mm	29,57	9,63	5,07 ab	5,50 ab	4,47 de	4,57 a	4,27bcd	4,10 a	4,07 bc
7-8 mm	24,00	9,87	5,03 ab	5,60 a	4,60 cd	4,47 ab	4,20 cd	4,00 ab	4,17 a
Tanpa sortasi	28,73	9,43	5,13 a	5,17 de	4,27 e	4,37 bc	4,10 d	4,97 b	4,13 ab
Cara petani	28,47	9,63	5,07 ab	5,37 bc	4,37 de	4,50 b	4,43 abc	4,00 ab	4,13 ab
Benih Srikandi Kuning 1									
≥8mm	27,13	9,20	5,03 ab	5,10 ef	5,03 b	4,83 a	4,33 bc	4,93 b	4,90 cd
7-8 mm	23,00	9,10	5,10 a	5,30 cd	5,43 a	4,43 bc	4,40 bc	4,93 b	4,97 d
Tanpa sortasi	26,00	9,27	5,13 a	4,97 f	4,60 cd	4,40 bc	4,17 d	4,33 c	4,10 cd
Cara petani	26,17	9,03	5,01 b	5,03 ef	4,83 bc	4,30bcd	4,30 cd	4,43 c	4,97 d

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Tabel 7. Rata-rata daya hantar listrik benih jagung varietas Lamuru dan Srikandi Kuning 1 dengan berbagai cara sortasi pada periode simpan sampai 12 bulan.

Perlakuan	Bobot 100 biji (g)	Kadar air awal (%)	Daya hantar listrik (μmhos/cm ² /g)						
			0	2	4	6	8	10	12
Benih Lamuru									
≥8 mm	29,57	9,63	16,62cd	17,67 d	18,23 b	17,65	17,70 f	18,01f	21,87 d
7-8 mm	24,00	9,87	19,36bc	19,76cd	19,25 b	20,63 c	20,19 e	21,83de	21,96 d
Tanpa sortasi	28,73	9,43	20,47 b	21,68bc	20,35 b	24,39 b	23,73cd	24,08cd	25,46 c
Cara petani	28,47	9,63	17,87bcd	17,54 d	18,10 b	16,92 d	21,61de	20,56 e	21,03 d
Benih Srikandi Kuning 1									
>8 mm	27,13	9,20	15,82 d	19,66cd	20,74 b	23,27 b	24,06cd	24,87bc	25,46 c
7-8 mm	23,00	9,10	18,70 bc	23,77ab	26,91 a	26,61 a	25,91 c	27,09 b	29,90 b
Tanpa sortasi	26,00	9,27	24,37 a	26,45 a	26,40 a	26,98 a	31,66 a	30,21 a	31,97 a
Cara petani	26,17	9,03	18,50 bcd	20,59bcd	24,44	22,99 b	28,77 b	29,41 a	31,29 ab

Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

KESIMPULAN

- Pada perlakuan benih tanpa sortasi dengan periode simpan 12 bulan, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, dan panjang akar primer lebih kecil atau lebih pendek dibanding perlakuan lainnya.
- Penggunaan wadah penyimpanan kedap udara (silo plastik) dan kemasan plastik ketebalan 0,2 mm mampu mempertahankan kualitas benih hingga 12 bulan. Daya berkecambah benih pada semua perlakuan berkisar antara 80-98% dengan kecepatan tumbuh 24,4-29,2%/etmal.

- Wadah penyimpanan silo plastik dan kemasan plastik ketebalan 0,2 mm mampu mempertahankan kadar air seperti semula walaupun ditempatkan pada ruangan bersuhu kamar.
- Ketebalan lapisan benih dan intensitas cahaya matahari yang tidak sama pada penjemuran menyebabkan kadar air benih beragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd. El Rahman, N. and Bourdu, R. 1986. The effect of grain size and shape on some characteristics of early maize development. *Agronomi J.* 6(2):181-186.
- Arief, R., S. Saenong, dan N. Riani. 1997. Pengaruh letak biji pada tongkol dan ukuran biji terhadap daya simpan benih jagung. Laporan Tahunan Fisiologi 1997. Balitsereal. (belum diterbitkan).
- Arief, R. 2005. Pertumbuhan dan produksi jagung (*Zea mays* L) CV Lamuru dari ukuran biji dan umur simpan yang berbeda. Tesis Magister Sains. FPS Unhas. Makassar.
- Cisse, N. and G. Ejeta. 2003. Genetic variation and relationship among seedling vigor traits in sorghum. *Crop Sci. J.* 43:824-828.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R.L. Mitchell. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Terjemahan H. Susilo dan Subiyanto. UI Press.
- Hussaini, S.H., P. Sarada, and B.M. Reddy. 1984. Effect of seed size on germination and vigour *in* maize. *Seed Res.* 12(2):98-101.
- Mugnisyah, W.Q. and S. Nakamura. 1984. Vigour of soybean seed production produced from different nitrogen and phosphorus fertilizer application. *Seed Sci. Technol.* 12:475-482.
- Muhadjir, F. 1988 Karakteristik tanaman jagung. *Dalam* Subandi, M. Syam dan Adi Widjono (*Eds*). Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Priestley, D.A. 1986. *Seed Aging*. Comstock Publishing Associates. A Division of Cornell Univ. Press.
- Saenong, S, M. Dahlan, Sriwidodo, and R. Arief. 1996. Maize seed production and grain storage. Hand out prepared for Training Program on Maize Research and Production. Asian Maize Training Center. Pakchong Thailand, 1 April-31 August 1996.
- Saenong., Syafruddin, N. Widiyati, dan R. Arief. 1999. Penetapan cara pendugaan daya simpan benih jagung. Teknologi unggulan, pemacu pembangunan pertanian. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.

- Thahir, R., Sudaryono, Soemardi, dan Soeharmadi. 1988. Teknologi pascapanen jagung. *Dalam* Subandi, M. Syam dan A. Widjono (*Eds.*). Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Welch, G.B. and J.C. Delouche. 1967. Seed processing and storage facilities for tropical areas. for presentation at the 60th Annual Meeting American Society of Agricultural Engineers Meeting Jointly with the Canadian Society of Agricultural Engineering. Saskatoon, Saskatchewan.

Pengaruh Densitas dan Volume Kemasan Plastik terhadap Mutu Benih Jagung setelah Disimpan

Fauziah Koes dan Ramlah Arief
Balai Penelitian Tanaman Sereal, Maros

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk melihat pengaruh densitas dan volume kemasan kantung plastik terhadap mutu benih jagung yang disimpan pada silo kayu dan karung plastik. Penelitian dilaksanakan di Desa Bajeng dan Bontorita, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, dari 15 April 2003 sampai 20 April 2004, dimulai dari penanaman sampai pada penyimpanan benih selama 8 bulan dengan menggunakan varietas Lamuru. Seleksi dan penjemuran tongkol dilakukan segera setelah panen sampai kadar air 16-17% kemudian dipipil. Biji dijemur hingga kadar air mencapai $\pm 11\%$. Dengan kadar air ini diharapkan benih dapat disimpan dalam jangka waktu satu tahun. Penyimpanan benih dilakukan menggunakan kemasan plastik dengan densitas 0,09 mm (tipis) dan 0,2 mm (tebal) pada volume 5 kg, 10 kg dan 20 kg. Selanjutnya benih dimasukkan ke dalam silo kayu dan karung plastik dan ditempatkan pada suhu kamar. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok dengan tiga ulangan. Sampai pada periode simpan 6 bulan, baik perlakuan densitas kemasan maupun volume kemasan belum menunjukkan perbedaan daya berkecambah yang berarti (masih lebih dari 90%), tetapi kadar air benih lebih tinggi (11,7-12,2%), sementara pada volume kemasan 5-10 kg kadar air benih 11,3-12,2%. Pada penyimpanan 8 bulan, kadar air benih yang dikemas dalam kantung plastik tipis meningkat (11,4-13,2%), sehingga daya berkecambah benih menurun menjadi 87,3-92% terutama yang disimpan dalam karung plastik, tetapi yang disimpan pada silo kayu daya berkecambahnya 82,7-90,7%.

PENDAHULUAN

Usaha peningkatan produksi jagung perlu dibarengi dengan penerapan teknologi pascapanen. Dalam penanganan pascapanen jagung, penyimpanan termasuk kegiatan yang tidak kalah penting artinya karena turut menentukan mutu biji dan mutu produksi bila diolah menjadi bahan pangan, pakan, atau produk olahan lainnya. Daya simpan jagung dipengaruhi oleh kadar air biji sebelum penyimpanan, alat pengemas, dan kondisi ruang penyimpanan.

Apabila jagung yang akan disimpan dalam bentuk pipilan, kadar air biji perlu diturunkan hingga 13%. Alat pengemas yang akan digunakan sebaiknya kedap air dan kedap udara, agar jagung terhindar dari gangguan jamur *A.*

flavus. Untuk menekan biaya penyimpanan, benih jagung sebaiknya berkadar air 10-12%, menggunakan bahan/wadah kedap udara, disimpan di ruangan dengan kondisi suhu kamar. Selain murah dan sederhana, cara ini dapat memperpanjang daya simpan benih hingga 10-14 bulan (Subandi *et al.* 1997).

Benih tanaman pangan umumnya dikemas dalam karung goni atau kertas berlapis tanpa kerutan yang berisi 25 kg atau 50 kg benih. Beberapa perusahaan menggunakan kemasan kedap uap air, seperti karung kertas berlapis yang elastis dengan suatu lapisan aspal atau polietilen, atau karung berlapis goni/aspal/kertas untuk benih sereal. Umumnya produsen benih jagung hibrida mengemas seluruh atau sebagian benih di dalam kemasan tahan uap air atau menyimpan benih dalam wadah atau tempat yang kondisinya terkendali. Karung tahan uap air yang digunakan untuk benih jagung terbuat dari lapisan jamak/aspal/kertas, lapisan jamak elastis/aspal/kertas, dan lapisan jamak elastis/kertas dengan lapisan pengedap polietilen, atau dengan polietilen dengan ketebalan 7 atau 10 mil (Oren and Louis 2002).

Penurunan viabilitas benih jagung dapat diperlambat dengan menyimpan benih secara tertutup rapat, asal kadar air benih cukup rendah pada saat akan disimpan. Benih yang disimpan tertutup dengan kadar air 11% mampu mempertahankan viabilitas dengan baik selama sembilan tahun pada suhu-50° C. Tetapi bila disimpan pada suhu 30°C, benih telah mengalami penurunan viabilitas setelah disimpan selama setahun (Barton 1960).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh densitas dan volume kemasan plastik terhadap mutu benih jagung setelah disimpan.

BAHAN DAN METODE

Benih jagung varietas Lamuru ditanam dengan jarak 75 cm x 20 cm, satu tanaman/lubang. Tanah diolah secara sempurna, diratakan kemudian dilakukan penanaman. Tanaman dipupuk dengan 300 kg urea, 50 kg ZA, 100 kg SP36, dan 50 kg KCl/ha. Seluruh pupuk P, K, dan S serta 100 kg pupuk urea diberikan pada saat tanam, dan sisa urea diberikan masing-masing pada umur 35 hari sesudah tanam (HST) dan 100 kg pada 45 HST. Pada saat pertumbuhan vegetatif (sebelum berbunga) dilakukan *roughing* bersama dengan kelompok tani penangkar, kemudian pada saat berbunga dilakukan lagi *rouging* (berdasarkan perbedaan warna bunga jantan maupun bunga betina). Panen dilakukan pada 5-10 hari sesudah masak fisiologis. Sekitar 10 hari sebelum panen, batang dan daun di atas tongkol dipotong agar tongkol jagung dapat lebih cepat mengering. Setelah panen, tongkol jagung segera dijemur di bawah sinar matahari. Apabila tidak ada sinar matahari maka digunakan alat pengering dengan suhu awal sekitar 38°C sampai kadar air biji 11-12%. Penggunaan alat pengering buatan (mesin pengering) hanya apabila sinar matahari tidak memadai untuk menurunkan

kadar air benih hingga 11-12%. Setelah selesai pengeringan dan benih telah dingin, dilakukan sortasi dan dikemas dalam polybag/plastik ukuran 5 kg, 10 kg, dan 20 kg dengan ketebalan 0,09 mm (tipis) dan 0,2 mm (tebal), lalu dimasukkan ke dalam karung plastik dan kemasan serupa dimasukkan dalam silo kayu dan disimpan pada suhu kamar. Benih disimpan selama 8 bulan dan diadakan pengujian sebelum disimpan, 4 bulan, 6 bulan, dan 8 bulan penyimpanan. Kapasitas silo adalah 0,5 ton.

Rancangan percobaan adalah acak kelompok dengan dua perlakuan penyimpanan yaitu:

- a. Kadar air benih 11,4%, benih dikemas dalam polibag ukuran 5 kg, 10 kg, dan 20 kg dengan densitas 0,09 mm dan 0,2 mm, lalu disimpan pada silo kayu yang dilapisi seng plat.
- b. Kadar air benih 11,4%, benih dikemas dalam polibag ukuran 5 kg, 10 kg, dan 20 kg dengan densitas 0,09 mm dan 0,2 mm, lalu dimasukkan ke dalam karung plastik.

Pengamatan dilakukan terhadap kadar air dan daya kecambah benih, kecepatan tumbuh benih, bobot kering kecambah, daya hantar listrik, dan pH air rendemen benih.

Kadar Air Benih

Diamati pada awal periode simpan dan pada setiap periode, dengan menggunakan alat Kett PR-400.

Daya Berkecambah Benih

Sebanyak 50 butir benih dari setiap ulangan ditanam pada media pasir halus. Pengamatan dilakukan pada hari ketiga, keempat dan kelima setelah tanam. Selain untuk pengujian daya berkecambah benih, perlakuan ini juga digunakan untuk tolok ukur kecepatan tumbuh benih. Pengamatan dilakukan atas dasar kriteria kecambah normal, abnormal, dan mati. Kecambah normal dikelompokkan menjadi dua yaitu kecambah normal kuat dan lemah. Jumlah kecambah normal pada hari ke-4 (kumulatif), merupakan data keserempakan tumbuh benih.

Kecepatan Tumbuh Benih

Data diperoleh dari substrat pengujian daya berkecambah benih. Setiap kali pengamatan, jumlah kecambah normal dibagi dengan etmal (24 jam). Nilai etmal kumulatif diperoleh dari saat benih ditanam sampai waktu pengamatan. Rumus yang digunakan adalah:

$$KT = \frac{(X_i - X_{i-1})}{T_i}$$

KT = Kecepatan tumbuh (%/etmal)

X_i = Persentase kecambah normal pada etmal ke i

T_i = waktu pengamatan (dalam etmal)

Bobot Kering Kecambah

Kecambah yang diperoleh pada uji daya tumbuh benih dikeringkan dalam inkubator pada suhu 60°C selama 3 x 24 jam, setelah itu dimasukkan ke dalam desikator dan setelah dingin ditimbang.

Daya Hantar Listrik (DHL)

DHL diamati dengan alat konduktometer tipe Methron E 38. Benih sebanyak 5 g diambil secara acak, masing-masing direndam pada air bebas ion selama 24 jam dengan volume air 50 ml dalam botol gelas, kemudian diukur pada alat konduktometer. Sebagai blanko digunakan air bebas ion yang juga telah disimpan dalam botol-botol gelas selama 24 jam.

pH Air Rendaman Benih

Sebagian dari hasil rendaman benih pada pengamatan DHL diukur pH-nya menggunakan pH meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan awal terhadap beberapa sifat fisiologis benih jagung disajikan pada Tabel 1. Pada pengamatan awal ini terlihat bahwa daya berkecambah benih jagung masih 100% dengan kecepatan tumbuh 32,2%/etmal. Hal ini

Tabel 1. Rata-rata kadar air, daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot kering kecambah, panjang akar kecambah, daya hantar listrik, pH air rendaman benih sebelum disimpan.

Pengamatan	Hasil pengamatan awal (sebelum simpan)
Kadar air (%)	11,40
Daya berkecambah	100,00
Bobot kering kecambah/tanam(g)	0,18
Kecepatan tumbuh (%/etmal)	32,20
Panjang akar primer kecambah (cm)	19,07
Daya hantar listrik ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$)	15,79
pH air rendaman benih	5,00

menunjukkan bahwa benih jagung yang digunakan sebagai materi untuk penelitian mempunyai vigor yang cukup baik. Namun setelah disimpan beberapa bulan mulai teramati perbedaan pada beberapa aspek (Tabel 2).

Sampai periode simpan 4 dan 6 bulan daya berkecambah benih jagung yang disimpan pada kemasan 5, 10, dan 20 kg/kemasan belum menunjukkan perbedaan yang nyata dibanding sebelum benih disimpan. Pengaruh wadah simpan benih dalam silo kayu dan karung plastik juga belum terlihat. Pada

Tabel 2. Pengaruh densitas kemasan dan volume berbagai wadah penyimpanan terhadap kadar air benih, daya berkecambah, kecepatan tumbuh dan bobot kering kecambah sampai 4, 6 dan 8 bulan dari penyimpanan benih secara *on farm* di Bajeng, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, 2003-2004.

Perlakuan (bulan/vol, simpan)	Kadar air (%)	Daya berkecambah (%)	Kecepatan tumbuh (%/24 jam)	Berat kering kecambah (g/kec.)
4 bulan				
5kg TPS	13,07a	100,00a	32,44a	0,153c
10 kg TPS	12,37d	99,33a	31,54a	0,177bc
20 kg TPS	12,47bcd	100,00a	32,23a	0,187ab
20 kg TBS	12,83abc	99,33a	32,63a	0,210a
5 kg TPK	12,67abcd	99,33a	32,36a	0,197ab
10 kg TPK	12,87ab	96,67a	31,28a	0,200ab
20 kg TPK	12,37d	99,33b	31,23a	0,203ab
20 kg TBK	12,43cd	100,00a	31,42a	0,193ab
6 bulan				
5 kg TPS	12,07abc	95,33a	30,51a	0,217a
10 kg TPS	11,33e	90,00a	29,43a	0,204a
20 kg TPS	11,80bcd	93,33a	30,07a	0,195a
20 kg TBS	11,63de	96,67a	30,47a	0,206a
5 kg TPK	12,17ab	92,00a	28,87a	0,213a
10 kg TPK	11,87abcd	90,00a	28,68a	0,209a
20 kg TPK	11,70cde	85,33a	24,72a	0,217a
20 kg TBS	12,23a	97,33a	30,77a	0,211a
8 bulan				
5 kg TPS	11,43b	90,67ab	27,66ab	0,153ab
10 kg TPS	13,17a	86,00bc	26,07abc	0,127b
20 kg TPS	11,87b	90,00ab	26,90ab	0,177a
20 kg TBS	11,67b	82,67c	24,59c	0,160ab
5 kg TPK	12,00b	88,00abc	25,46bc	0,1600ab
10 kg TPK	12,13b	87,33abc	26,8ab	0,167
20 kg TPK	12,07b	92,00ab	27,71a	0,157ab
20 kg TBK	12,40ab	93,33a	28,03a	0,1800a

TPS: Tipis, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke silo
TBS: Tebal, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke silo
TPK: Tipis, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke karung
TBK: Tebal, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke karung
Angka selanjur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

periode simpan 4 bulan, wadah penyimpanan berupa silo kayu dan karung plastik belum tampak perbedaan. Pada periode simpan 6 bulan, daya berkecambah benih dalam plastik tipis (0,09 mm) yang ditempatkan pada karung plastik telah turun menjadi 85,3%-92,0%, sementara pada wadah silo kayu masih berkisar antara 90-95% (Tabel 2). Kadar air benih yang dikeringkan telah mencapai 10,8-11,4%. Sampai pada periode simpan 6 bulan, dengan kondisi kadar air awal tersebut, daya berkecambah benih masih di atas 90% jika disimpan pada silo kayu atau silo plastik. Benih yang disimpan pada karung plastik pada periode simpan dan kadar air yang sama telah menurun daya berkecambahnya menjadi 85-90%. Masuknya uap air ke dalam biji pada kemasan plastik tipis dan disimpan dalam karung mendorong kenaikan kadar air biji sehingga benih tidak tahan disimpan. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Saenong *et al.* (1997) yang menunjukkan bahwa kunci keberhasilan penyimpanan benih adalah pengaturan kadar air benih, menyusul suhu ruang simpan. Pada kondisi suhu kamar (28°C), apabila kadar air benih dapat diturunkan menjadi 10%, sampai pada 16 bulan penyimpanan daya berkecambah benih masih dapat dipertahankan hingga 80%, dan pada kadar air 12% dapat bertahan hingga satu tahun.

Volume kemasan (5, 10, dan 20 kg/kemasan kantong plastik) hingga periode simpan 4 bulan tidak menunjukkan perbedaan. Namun pada periode simpan 6 bulan, benih yang dikemas pada kantong 20 kg, daya berkecambahnya telah turun menjadi 85,3%, sementara daya berkecambah benih yang dikemas dalam kemasan 5 kg masih mencapai 92% pada wadah karung plastik, dan 95% pada wadah silo (Tabel 2). Data tersebut memberikan indikasi bahwa wadah penyimpanan karung plastik dapat digunakan untuk menyimpan benih hingga 4 bulan. Bila penyimpanan akan dilakukan lebih dari 4 bulan, maka benih yang dikemas dalam kantong plastik tersebut disimpan pada silo kayu (di Desa Bajeng) dan silo plastik (di desa Bontorita). Kadar air benih dapat bervariasi dalam penyimpanan, bergantung pada variasi kelembaban ruang simpan dan tingkat kekedapan dari bahan yang digunakan dalam penyimpanan benih. Dengan menggunakan jerigen plastik, kadar air benih lebih stabil (setelah disimpan 8 bulan sekitar 11%), sama dengan sebelum disimpan, sementara pada wadah penyimpanan lainnya telah terjadi peningkatan kadar air yang dapat berakibat buruk pada benih. Bahkan penyimpanan dengan cara petani (tongkol berkelobot) kadar air benih dapat mencapai 24% pada periode simpan 8 bulan, jika disimpan pada ruang terbuka. Karena itu kerusakan biji lebih tinggi pada teknologi penyimpanan petani (kerusakan akibat cendawan *Aspergillus* sp.), mencapai 33,0%. Sementara kerusakan biji pada penyimpanan kedap menggunakan jerigen plastik hanya 3% (Baco *et al.* 2000).

Kecepatan tumbuh benih juga telah menurun pada penyimpanan dalam karung plastik, berkisar antara 28,7-28,9%/24 jam, sementara pada silo kayu masih sekitar 29,4-30,5% dan sebelum benih disimpan adalah 32,2%/24 jam.

Pengamatan terhadap indikator biokimia seperti daya hantar listrik air rendaman benih menunjukkan bahwa kemasan plastik yang tebal lebih mampu mempertahankan daya simpan benih yang tinggi dibandingkan dengan kemasan tipis. Pada Tabel 3 terlihat bahwa daya hantar listrik pada penyimpanan 8 bulan dengan perlakuan 20 kg pada kemasan tebal mempunyai nilai daya hantar listrik lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain, hanya 12,24 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$. Rendahnya nilai daya hantar listrik ini mengindikasikan integritas membran sel dalam benih masih cukup baik sehingga bocoran elektrolit yang dikeluarkan tidak terlalu banyak.

Tabel 3. Pengaruh densitas kemasan dan volume berbagai wadah penyimpanan terhadap panjang akar, daya hantar listrik, pH air rendaman benih, asam lemak bebas pada periode simpan 4, 6, dan 8 bulan. Bajeng, Kab, Takalar, Sulawesi Selatan, 2003-04.

Perlakuan (bulan/vol, kemasan)	Panjang akar (cm)	Daya hantar listrik (DHL) ($\mu\text{mhos}/\text{g}/\text{cm}^2$)	pH air rendaman benih	Asam lemak bebas (%)
4 bulan				
5kg TPS	19,25a	17,28cd	3,87bc	4,67g
10 kg TPS	17,07a	22,06a	3,80c	6,59a
20 kg TPS	17,33a	18,30bc	3,87bc	5,36d
20 kg TBS	18,07a	15,58d	3,80c	5,92c
5 kg TPK	18,80a	19,68b	4,07a	5,96b
10 kg TPK	16,87a	16,11d	3,87bc	4,75f
20 kgTPK	18,13a	19,65b	4,00ab	2,94h
20 kg TBK	17,33a	13,38e	4,00ab	5,22e
6 bulan				
5 kg TPS	15,63ab	30,71a	4,60b	4,15e
10 kg TPS	15,57ab	23,83bc	5,10a	5,49a
20 kg TPS	15,30ab	24,54b	4,53b	4,67b
20 kg TBS	16,97a	20,97cd	4,50b	3,19g
5 kg TPK	14,83ab	18,87d	4,33b	2,31h
10 kg TPK	14,33b	20,76cd	4,17b	4,36c
20 kg TPK	14,50ab	20,07d	4,23b	4,03f
20 kg TBS	15,13ab	22,22bcd	4,17b	4,23d
8 bulan				
5 kg TPS	15,10a	21,83bc	5,40ab	4,17e
10 kg TPS	14,30a	27,01ab	5,17ab	5,51a
20 kg TPS	15,50a	23,51bc	5,57a	4,69b
20 kg TBS	13,80a	24,53bc	5,33ab	3,21g
5 kg TPK	13,40a	18,95c	5,13ab	2,33h
10 kg TPK	16,43a	31,17a	5,23ab	4,38c
20 kg TPK	13,60a	19,49c	5,10ab	4,05f
20 kg TBK	13,63a	12,24d	5,00b	4,25d

TPS: Tipis, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke silo
TBS: Tebal, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke silo
TPK: Tipis, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke karung
TBK: Tebal, setiap volume kemasan (5,10 dan 20 kg/kemasan) dimasukkan ke karung
Angka selajur yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 0,05 DMRT

Nilai awal daya hantar listrik air rendaman benih adalah 15,8 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ dan setelah 4 bulan penyimpanan mengalami kenaikan yang cukup besar menjadi 17,3-22,1 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ untuk benih yang dikemas dalam plastik tipis (0,09 mm) dan disimpan dalam silo kayu dan DHLnya masih 15,6 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$. Pada karung plastik, DHLnya meningkat menjadi 16,1-19,7 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2/\text{g}$ (Tabel 3).

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa untuk volume kemasan 20 kg dibutuhkan wadah plastik yang lebih tebal untuk penyimpanan dengan periode simpan yang lebih lama agar daya simpan benih tetap tinggi.

KESIMPULAN

Kemasan plastik dengan densitas yang lebih tinggi, ketebalan 0,2 mm, cukup baik digunakan sebagai wadah penyimpanan benih jagung dengan volume kemasan 20 kg dan mampu mempertahankan daya berkecambah benih 93,3% setelah disimpan 8 bulan.

Penyimpanan benih jagung pada volume kemasan 5, 10, dan 20 kg tidak berbeda nyata pada daya berkecambah, kecepatan tumbuh, bobot kering kecambah, dan panjang akar benih untuk penyimpanan sampai 6 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baco, D., M. yasin, J. Tandiabang, S. Saenong, dan T. Lando. 2000. Penanggulangan kerusakan biji jagung oleh hama *Sitophilus zeamais* selama penyimpanan. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 19(1):1-5.
- Barton. 1960. Storage of Seeds of *Lobelia Cardinalis* L. Boyce Thompson Inst. Contrib. 20:395-401.
- Oren, L.J. and Louis Bass. 2002. Prinsip dan praktek penyimpanan benih. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Saenong, S. dan R. Arief. 2006. Pengaruh berbagai cara penyimpanan terhadap ketahanan simpan dan mutu benih. Makalah pada Pelatihan Sistem Produksi dan Pengolahan Benih Sumber. Balitsereal, Maros.
- Saenong, S., Syafruddin, N. Widiyati, dan R. Arief. 1999. Penetapan cara pendugaan daya simpan benih jagung. Teknologi unggulan, pemacu pembangunan pertanian Vol. 2, Januari 1997. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Subandi, Inu G. Ismail, dan Hermanto. 1998. Jagung: teknologi produksi dan pascapanen. Puslitbangtan. Bogor.

Studi Kelembagaan Perbenihan Berbasis Komunitas di Kalimantan Selatan

Bahtiar, Sudjak Saenong, dan I.U.Firmansyah
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Studi dilaksanakan di Provinsi Kalimantan Selatan dengan tujuan untuk mengetahui bentuk kelembagaan yang dapat mengembangkan benih jagung komposit yang diminati petani. Studi dilakukan dengan pendekatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA) terhadap pengambil kebijakan, petugas lapangan, penangkar binaan, dan petani target pasar jagung komposit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jagung komposit mempunyai peluang yang cukup besar dikembangkan di wilayah yang belum berkembang jagung hibrida (jagung pertama musim hujan) atau pada wilayah yang sudah berkembang (sentra produksi jagung) tetapi diperuntukkan pada musim kemarau (pertanaman jagung kedua). Sistem produksi benih yang mendukung adalah untuk produksi benih sumber (BR) pada musim kemarau di lahan sawah tadah hujan. Terdapat beberapa faktor yang mendukung produksi benih, yaitu: (1) pemerintah turut mendukung BPTP, BPSB, dan Dinas Pertanian Kabupaten Tanah Laut yang telah menaruh perhatian dan bersedia membantu dalam pembinaan, (2) jiwa bisnis yang dimiliki oleh penangkar binaan cukup baik, tergambar dari perencanaan yang cukup baik, pengalokasian tenaga kelompok dan akses pasar yang potensial, serta jaringan komunikasi kepada pemerintah dan masyarakat terus diperbaiki melalui MAJ dan KAJATA, (3) ketersediaan lahan untuk produksi benih terjamin isolasinya karena diproduksi pada lahan sawah tadah hujan pada musim kemarau di mana sebagian besar petani menanam padi pada saat itu, dan (4) produksi jagung pada musim kemarau menghasilkan benih yang berkualitas tinggi karena terkait dengan proses pascapanennya.

PENDAHULUAN

Dalam mendukung pencapaian swasembada jagung tahun 2007, Badan Litbang Pertanian telah memprioritaskan penanganan benih yang berkualitas agar dapat diakses oleh petani (Badan Litbang Pertanian 2004). Berbagai kebijakan yang mengikuti arahan tersebut antara lain dibentuknya Unit Produksi Benih Sumber (UPBS) pada masing-masing unit kerja lingkup Badan Litbang Pertanian untuk memproduksi BS dan FS. UPBS dibentuk untuk mempercepat distribusi benih sumber ke pengguna.

Sebagai tindak lanjut dari kebijakan tersebut, Balitsereal memprogramkan penelitian penanganan benih berbasis komunitas (Balitsereal 2005). Hasil penelitian menunjukkan keragaman keberhasilan. Sebagai contoh, penelitian di Sambelia, Kab. Lombok Timur, NTB pada tahun 2004 telah menghasilkan benih sebar sebanyak 8,837 ton dan seluruhnya telah terdistribusi ke pengguna (Saenong *et al.* 2004). Pada tahun 2005 telah dihasilkan pula benih kelas BD sejumlah 3,7 ton dan telah habis terjual (Saenong *et al.* 2005). Di Nusa Tenggara Timur, varietas Lamuru dan Srikandi Putih 1 telah menyebar ke pedesaan. Selain petani, Pemda NTT tertarik mengembangkan jagung unggul komposit tersebut. Pada akhir tahun 2005 luas pertanaman jagung komposit Lamuru mencapai 8.719,19 ha, sementara Srikandi Putih 1 belum terinventarisasi (Saenong *et al.* 2006).

Hasil penelitian di Gorontalo menunjukkan bahwa perbenihan harus memenuhi beberapa syarat antara lain: (1) petani yang dibina menjadi penangkar adalah yang mempunyai modal yang cukup dan memiliki wawasan/visi bisnis, (2) mempunyai lahan sendiri atau ada kelompok yang memiliki komitmen yang kuat untuk memproduksi benih, (3) mempunyai peralatan atau fasilitas penunjang yang memadai, baik dalam proses produksi seperti traktor, sumber air pengairan maupun fasilitas processing seperti lantai jemur, alat penguji kadar air, mesin pemipil, timbangan, dan gudang, (4) mempunyai kemampuan kordinasi dengan berbagai pihak, terutama dalam hal meraih pangsa pasar (Bahtiar *et al.* 2005).

Dua kasus tersebut menunjukkan bahwa salah satu faktor penentu keberhasilan perbenihan adalah peran kelembagaan yang mengatur mulai dari proses produksi sampai pemasaran hasil. Kelembagaan adalah aturan tertulis atau tidak tertulis yang disepakati, ditaati, dan dijunjung tinggi oleh seluruh anggota suatu komunitas/organisasi dalam melakukan suatu aktivitas untuk mencapai tujuan tertentu (Suradisatra 2005). Berdasarkan pengertian tersebut, kelembagaan merupakan suatu keharusan dalam suatu komunitas/organisasi yang mempunyai visi dan misi bersama seperti halnya usaha produksi benih jagung.

Sistem produksi benih jagung berbasis komunitas mempunyai tiga subsistem utama, yaitu subsistem produksi, subsistem pengolahan hasil, dan subsistem distribusi dan pemasaran. Setiap subsistem mempunyai aturan atau pedoman yang ditetapkan dalam menjalankan tugasnya. Penerapan aturan/pedoman tersebut dalam melakukan setiap aktivitas menentukan keberhasilan pencapaian tujuan usaha. Oleh karena itu, perlu ditelusuri unsur-unsur kelembagaan yang mendukung atau menghambat berfungsinya sistem produksi benih.

Penelitian bertujuan untuk mempelajari kelembagaan perbenihan dan masalah yang mempengaruhi sistem perbenihan berbasis komunitas dan alternatif pemecahannya.

TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Selatan, dan Sulawesi Selatan yang merupakan kelanjutan penelitian sebelumnya yang telah mengidentifikasi peluang dan tantangan penangkaran perbenihan. Pada tahun kedua ini salah satu kegiatannya adalah melihat kelembagaan dari subsistem perbenihan jagung yang mencakup subsistem produksi, pengolahan, dan distribusi/pemasaran.

Data sekunder dikumpulkan melalui *desk study* untuk mereview sistem perbenihan jagung, baik di tingkat propinsi maupun kabupaten. Review difokuskan pada data kuantitatif kinerja BBI, BBU, BPSB, dan penangkar benih dalam 5 tahun terakhir, dan masalah-masalah yang dihadapi dalam memenuhi kebutuhan benih jagung. Data sekunder meliputi luas tanam/panen, produksi/produktivitas, jenis tanah, curah hujan, distribusi hujan, kelembaban, suhu udara, ketersediaan air, varietas yang ditanam petani dengan pola tanam yang ada, kualitas benih yang beredar, jumlah BBU di tingkat propinsi, jumlah penangkar benih, volume benih yang dihasilkan, distribusi penangkar dan harga benih di pasaran, peranan Dinas dan BPSB, jumlah penyalur/pegecer, cara memperoleh *fee* dan bentuk kemasan serta volume kemasan, cara/prosedur penangkaran dan sertifikasi benih, *indigenous knowledge* tentang produksi benih.

Data primer dikumpulkan melalui wawancara/diskusi dengan berbagai pihak terkait. Selain itu, dilakukan kunjungan lapang untuk melihat kondisi aktual. Data yang dikumpulkan adalah kinerja sistem produksi dan kelembagaan, mulai dari kegiatan produksi benih, pengolahan, sampai distribusi dan pemasarannya.

Data yang terkumpul diinterpretasi berdasarkan kepentingan parameter dan tujuan yang akan dicapai, yaitu pemantapan kelembagaan penangkaran benih jagung berbasis komunitas dengan menggunakan analisis situasi sosial (*social situation analysis*) yang dikembangkan oleh Spradley (1980). Analisis ini menguraikan secara rinci tiga komponen, yaitu pelaku, lingkungan kerja, dan kegiatan. Pada setiap subsistem dalam sistem yang lebih besar. Keberhasilan diukur dengan membandingkan antara parameter yang ditetapkan dalam paket anjuran dengan kenyataan yang terjadi di lapang. Tingkat kesesuaian diberi skor 1 sampai 5. Skor 1 tidak sesuai, tidak ada anjuran yang diikuti, skor 2 sebagian kecil saja anjuran diikuti, skor 3 separuh anjuran diikuti, skor 4

sebagian besar anjuran diikuti, skor 5 seluruh anjuran diikuti. Angka skoring tersebut ditabulasi dan diinterpretasi penyebabnya secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaku

Pelaku produksi benih berbasis komunitas di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, adalah kelompok tani di Desa Sumber Mulya, Kecamatan Pelaihari. Kelompok tani tersebut memiliki organisasi yang agak teratur, terdiri atas ketua sebagai menejer dan dilengkapi oleh beberapa anggotanya yang bertanggung jawab atas bidang-bidang tertentu sesuai dengan keahlian seperti bidang teknologi, pemeliharaan alat (perbengkelan), prosessing, dan pemasaran dan keuangan. Jumlah anggota terus bertambah dan hingga saat ini sudah mencapai 20 orang. Anggota rata-rata berpendidikan SLTA dan relatif muda, sehingga diharapkan lebih responsif dalam mengikuti informasi baru.

Kemampuan menejerial kelompok tersebut dinilai cukup memadai karena beberapa indikator sosial-ekonomi yang dimiliki dan terus dijalankan antara lain:

1. Ketua kelompok tani ini, selain mengurus kepentingan kelompoknya juga merangkap sebagai ketua assosiasi masyarakat jagung tingkat Kecamatan Pelaihari. Dengan demikian mereka juga berhak mendapatkan pinjaman kredit perbankan yang disediakan oleh Pemerintah Kabupaten Tanah Laut.
2. Kelompok tani ini secara bertahap menumbuhkan modal kelompok melalui iuran anggota kelompok sebesar Rp 10.000/5 karung jagung pipilan yang disetor ke kas kelompok. Modal atau dana tersebut terus bertambah yang hingga saat ini telah terkumpul sebesar Rp 60.000.000, dapat dipinjam kembali oleh anggota kelompok yang memerlukan dengan bunga yang sangat ringan, hanya 2,5% dibayar setelah panen (yarmen).
3. Dalam hal memasarkan hasil panen (jagung pipilan kering), kelompok tersebut tidak terikat pada satu pasar tetapi bebas memilih pasar yang lebih menguntungkan. Dengan demikian kelompok tersebut juga dapat berfungsi sebagai pengontrol harga jagung di wilayah ini yang telah dikuasai oleh kelompok KAJATA (Kelompok Agribisnis Jagung Tanah Laut) yang telah mendapatkan fasilitas kredit dan fasilitas sarana dan prasarana dari Pemerintah Daerah Kabupaten Tanah Laut .
4. Sebagai bukti kemandiriannya, kelompok tersebut telah membuka jaringan pasar yang hanya di Kabupaten Tanah Laut dan Propinsi Kalimantan Selatan, tetapi telah menjangkau beberapa perusahaan besar di Jawa Timur seperti Charon Pokphan dan PT Japfa Comfeed.

5. Anggota kelompok bekerja dalam satu kebersamaan dalam hal proses produksi dari pemasaran sehingga posisi tawarnya terhadap pedagang lokal semakin kuat. Kebersamaan ini terus dipupuk dan ditumbuhkan juga sekaligus menjadi modal yang sangat penting dalam mengembangkan sistem perbenihan jagung komposit.

Terkait dengan produksi benih yang telah dihasilkan dari pertanaman musim hujan di lahan kering, kelompok ini merencanakan alokasi benih kepada semua anggota untuk ditanam pada musim kemarau di lahan kering. Untuk produksi benih berikutnya direncanakan di lahan sawah tadah hujan pada musim kemarau untuk mensuplai benih pada pertanaman musim hujan di lahan kering atau wilayah yang baru memulai mengembangkan jagung.

Menurut pengamatan ketua kelompok terdapat lima kecamatan di Kabupaten Tanah Laut yang potensial menjadi pasar benih komposit, yaitu Kecamatan Kurau, Jorong, Takisung, Bati-Bati, dan Tambang Ulang, sedang tiga kecamatan lainnya adalah sentra produksi yang telah mengembangkan jagung hibrida (BISI-2) dengan teknologi maju, sehingga sulit bersaing dengan jagung komposit, kecuali untuk pertanaman musim kemarau pada lahan kering. Pada musim tanam tersebut, usahatani jagung hibrida tidak selalu berhasil karena terkait dengan curah hujan yang tidak selamanya mendukung pada fase pembungaan (kekeringan). Oleh karena itu, beberapa petani yang memilih menggunakan hibrida turunan F2 dan kondisi ini membuka peluang pasar bagi jagung komposit.

Berdasarkan kegiatan dan manajemen yang dikembangkan tersebut, kelompok tani tersebut berpotensi untuk mengembangkan perbenihan jagung komposit di masa yang akan datang. Perencanaan pasar yang menjadi sasaran jelas dan potensial, penggunaan lahan dan anggota yang memproduksi benih juga terseleksi secara baik berdasarkan karakter petani, sehingga hanya diperlukan sedikit sentuhan pembinaan, terutama dalam hal penerapan teknologi pascapanen dan tambahan peralatan pascapanen yang mendukung usaha penangkaran benih berkualitas.

Kompetensi kelompok dalam mengembangkan perbenihan jagung komposit dinilai cukup memadai, baik dilihat dari kompetensi individual maupun organisasi yang didalamnya tergambar visi usaha dan perencanaan yang dimulai dari proses produksi, pemeliharaan, pascapanen sampai kepada pemasaran. Kompetensi tersebut juga dapat dinalisis melalui kesesuaian realita yang ada pada kelompok tani dengan hal-hal yang dipersyaratkan untuk menjadi penangkar yang mandiri seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Kesesuaian kemampuan pelaku perbenihan jagung berbasis komunitas di Kabupaten Tanah Laut, Kalimantan Selatan, 2007.

Karakter	Kondisi aktual di lapangan	Skore (1-5)
Visi bisnis	Kelompok tani telah menyadari pentingnya benih jagung komposit pada masa mendatang dan juga telah melihat potensinya untuk dikembangkan ke wilayah, yang belum berkembang jagung hibrida. Ada peluang bisnis yang potensial dikembangkan dan sesuai dengan kebijakan Pemda Tanah Laut untuk mengembangkan jagung. Kondisi seperti itu dinilai memiliki visi bisnis (Suyanto 2007).	4
Kemampuan monev	Ada rencana dan strategi yang dikembangkan untuk bisnis benih jagung komposit yaitu diproduksi di lahan sawah tadah hujan pada musim kemarau untuk mensuplai petani yang menanam jagung pada musim hujan di lahan kering. Untuk mencapai itu perencanaan luas dan anggota yang terlibat langsung diseleksi dan dibuat aturannya untuk pengembangan lebih luas. Sumber dana telah diantar dari berbagai sumber untuk memproduksi benih jagung komposit, antara lain dari dana kelompok dan kredit yang disediakan oleh Pemda Kabupaten Tanah Laut. Kondisi demikian menggambarkan adanya manajemen yang cukup (Suyanto 2007),	3
Penguasaan teknologi produksi dan pascapanen	Kelompok tani telah melalui latihan di kelas dan bimbingan langsung di lapangan mengenai teknologi produksi benih dan pascapanennya. Namun belum semua anjuran dapat dilaksanakan dengan baik karena terkait dengan padatnya pekerjaan dan kurangnya tenaga kerja. Oleh karena itu waktu tanam untuk produksi benih digeser waktunya sehingga tidak menjadi penghambat produksi benih.	3
Pemasaran hasil benih komposit	Praktek langsung untuk pemasaran benih jagung komposit belum ada pengalaman, tetapi berdasarkan rencana ke depan, kelompok tani sudah melihat pasar benih jagung komposit yang cukup baik.	3

Lingkungan Kerja

Kelompok tani yang dipilih sebagai binaan untuk penangkaran jagung berbasis komunitas adalah kelompok tani yang juga telah banyak mendapatkan bimbingan dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Kalimantan Selatan dan Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Tanah Laut, sehingga beberapa bantuan peralatan dan fasilitas pengolahan hasil telah dialokasikan ke kelompok tersebut, antara lain: bangunan processing yang luasnya 50 m x 50 m, belum tertutup secara baik sehingga masih dikhawatirkan terjadi perubahan kualitas benih dalam waktu singkat dari hasil yang telah diolah. Masih diperlukan penataan lebih lanjut, terutama pengaturan tempat tumpukan dari materi yang akan diproses. Pada saat ini, hasil panen ditumpuk dalam bentuk tongkol yang sudah dikurungkan. Jika keadaan tersebut tidak segera diolah maka benih akan terkontaminasi jamur aflatoxin yang akan menurunkan kualitas hasil.

Peralatan atau sarana processing yang belum ada dan perlu diadakan adalah lantai jemur untuk memanfaatkan sinar matahari pada panen musim kemarau, *moisture tester* untuk mengukur kadar air hasil, terutama jika hasil itu untuk benih yang perlu dikeringkan sampai kadar air 12-13% jika segera digunakan dan 10-11% jika benih digunakan pada musim tanam berikutnya.

Untuk melengkapi dan menyamakan persepsi semua pihak terkait dalam produksi benih berbasis komunitas telah dilakukan koordinasi dan diskusi secara intensif dengan berbagai pihak, antara lain:

1. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Tanah Laut. Hal yang sangat diharapkan dari Dinas Pertanian adalah mempromosikan dan atau membantu penangkar binaan dalam menyalurkan hasil benih kepada petani di berbagai kecamatan yang belum terjangkau oleh jagung hibrida atau ke petani yang menanam jagung pada lahan kering pada musim kemarau, atau menjembatani masuk ke dalam jaringan bantuan benih komposit yang diprogramkan pemerintah.
2. BPTP Propinsi Kalimantan Selatan untuk sama-sama membina penangkar berbasis komunitas dengan sasaran produksi benih sebar (BR) untuk kebutuhan anggotanya sebagai langkah awal dan untuk memenuhi kebutuhan benih di tempat lain dan tidak menutup kemungkinan akan diarahkan untuk memproduksi benih pokok (BP) pada masa datang untuk mensuplai penangkar di tempat lain.
3. Balai Pengawasan Sertifikasi Benih (BPSB) untuk sama-sama membina terutama dalam hal membantu menjaga kualitas benih yang dihasilkan. Prosedur untuk mendapatkan legitimasi benih yang sah sangat diharapkan dari BPSB.
4. Balai Benih di Kecamatan Batu Ampar untuk sama-sama bermitra mengembangkan benih jagung komposit, terutama dalam penggunaan lahan yang potensial dan terisolir untuk memenuhi permintaan benih jagung dari berbagai propinsi (Kalbar dan Kalteng).
5. Koordinator Penyuluh Pertanian di Kecamatan Jorong sebagai salah satu sasaran pemasaran benih komposit berperan penting dalam pengembangan jagung komposit kepada petani dan sekaligus mensosialisasikan keberadaan penangkaran benih jagung komposit berbasis komunitas di Sumber Mulia.

Dilihat dari suasana dan lingkungan kerja serta pernyataan dukungan dari berbagai pihak maka penangkaran benih berbasis komunitas tersebut diharapkan berhasil memproduksi dan menyebarluaskan benih komposit secara bertahap dan terencana, bukan hanya di Kabupaten Tanah Laut, tetapi juga kabupaten lain di Propinsi Kalimantan Selatan. Sebab kebutuhan benih komposit di Kabupaten Tanah Laut dan kabupaten lainnya cukup besar. Tabel 2 menunjukkan bahwa luas areal tanam varietas lokal (komposit) 4.000 ha pada

Tabel 2. Inventarisasi penyebaran varietas jagung di Kalimantan Selatan pada tahun 2003/04-2006 (ha).

Bulan/ tahun	Varietas	Kabupaten												
		Tabalong	Balangan	HSU	HST	HSS	Tapin	Banjarn	B.Baru	Batola	Tala	T.Bumbu	Ktb	Jumlah
MH 03/04	Lokal	408		43	241	43	1,649	1,219	51	3	4,011	577	5,690	13,935
Apr-Sep MH2004	Hibrida	0		0	0	0	0	0	0	0	2,353	0	0	2,353
	Sukmaraga	0		0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
	Lokal	352		384	311	773	1,221	423	87	55	4,011	6,332		13,949
Okt-Des MH.04/05	Hibrida	0		0	0	0	0	0	0	0	2,353	0	0	2,353
	Bisma	0		0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	9
	Lokal	517		0	416	513	1,221	1,064	106	55	144	0	642	4,678
Apr-Sep MK2005	Hibrida	0	215	0	0	538	8	0	0	0	10,130	0	0	10,891
	Sukmaraga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
	Lokal	263	45	358	675	509	275	181	221	305	242	933	740	4,747
MH04/05	Hibrida	0	0	0	0	0	164	0	0	0	10,130	0	0	10,294
	Sukmaraga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
	Arjuna	0	0	0	0	0	185	0	0	0	0	0	0	185
	Lokal	177	98	5	483	151	724	644	142	305	242	733	0	3,704
Okt-Maret MH 05/06	Hibrida	0	27	0	538	29	0	0	0	0	8,550	0	0	9,144
	Sukmaraga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32
	Lokal	578	113	1	144	632	388	260	116	75	8,799	440	1,111	12,657
Apr-Sep MK2006	Hibrida	0	0	20	0	0	34	0	0	0	1,674	0	0	1,728
	Sukmarga	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30
	Sweet Corn	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Lokal	159	294	253	675	1,249	527	281	185	62	175	646	0	4,506

Sumber: BPSB Propinsi Kalimantan Selatan, 2007, diolah

setiap musim tanam, bahkan pada MH 2005/06 mencapai 12.657 ha. Jika diasumsikan kebutuhan benih jagung sebanyak 20 kg/ha, maka diperlukan sekitar 253 ton benih per musim tanam. Angka tersebut cukup besar dan menjadi bidang usaha yang prospektif untuk dikembangkan menuju penyediaan benih yang berkualitas di tingkat petani.

Hal yang perlu segera mendapat perhatian adalah penerapan teknologi prosesing benih sebagai tindak lanjut dari pelatihan yang pernah diselenggarakan. Benih yang sudah dipanen beberapa hari sebelumnya masih ditumpuk dalam karung dengan kadar air sekitar 20%. Pada hal hasil secara visual sangat baik (tongkolnya besar dan warna bijinya mengkilap) menandakan hasil tersebut benar-benar layak untuk dijadikan benih.

Kegiatan

Kegiatan produksi benih jagung berbasis komunitas baru berjalan sampai panen. Hasil panen belum diproses lebih lanjut sehingga aktivitas produksi benih secara utuh belum dapat digambarkan situasi dan kondisinya. Jika melihat perencanaan dan sarana dan prasarana yang dimiliki serta aktivitas selama mengikuti training dan implementasi penanaman di lapangan, maka keberadaan penangkaran benih berbasis komunitas dapat diuraikan dan diprediksi kondisinya.

Produksi benih jagung memerlukan perencanaan yang matang karena harus memenuhi kriteria baku yang telah ditetapkan pemerintah. Beberapa faktor yang dianggap kritis dan sering menyebabkan hasil tidak optimal dalam hal kualitas adalah lahan, isolasi, dan penerapan teknologi budi daya, seleksi, dan penerapan teknologi pascapanen, dan distribusi atau pemasaran.

1. Lahan

Lahan yang dipilih untuk pertanaman pertama adalah lahan kering di daerah bukaan baru di desa lain, berjarak kurang lebih 10 km dari tempat domisili petani, sehingga pada musim-musim tanam berikutnya dikhawatirkan sulit mengawasi secara intensif, terutama dalam hal pengawasan untuk tidak terkontaminasi dengan varietas lain. Sebab di daerah tersebut semakin berkembang jagung hibrida dari kelompok tani atau perusahaan lain sehingga menyulitkan dalam hal isolasi.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka rencana berikutnya adalah memilih lahan sawah tadah hujan yang ada. Sebagai langkah awal direncanakan sekitar 10 ha lahan yang dikelola oleh 10 orang anggota, diutamakan yang terampil dan taat dalam bekerjasama. Ditanam pada musim kemarau dengan harapan lahan sawah tadah hujan tersebut masih mempunyai cadangan air

yang dapat dimanfaatkan untuk tanaman jagung. Dengan demikian faktor isolasi sudah terjamin karena sawah lainnya ditanami padi pada musim gadu/MK.

2. Penerapan teknologi produksi

Teknologi yang telah diterapkan adalah teknologi penyiapan lahan dengan sempurna, diolah 2-3 kali dengan traktor. Pada larikan untuk baris tanaman ditabur pupuk kandang sebanyak 2,8 t/ha. Tanaman dipupuk dengan urea 300 kg/ha, SP36 100 kg/ha, dan kadang-kadang ditambah KCl 75 kg/ha. Pupuk urea diberikan dua kali, yaitu saat tanam dan pada umur sekitar 35 hari setelah tanam. Pupuk SP36 dan KCl hanya diberikan pada saat tanam.

Benih ditanam dengan jarak 75 cm x 40 cm, dua tanaman/rumpun, diseleksi tiga kali; yaitu: saat berumur 15 hari untuk mencabut tanaman yang kelihatan tidak sehat pertumbuhannya, pada umur 30 hari untuk mencabut tanaman yang kelihatan menyimpang pertumbuhannya, dan pada umur 45 hari untuk mencabut tanaman yang bunga jantannya menyimpang. Pengairan hanya mengandalkan curah hujan yang selama pertumbuhan tanaman mendapat curah hujan 350 mm dengan distribusi 93 hari. Penampilan tanaman dengan penerapan teknologi tersebut cukup baik dan berdasarkan panen ubinan mampu menghasilkan 7,8 t/ha.

Panen dilakukan setelah terbentuk *black layer* dengan cara memetik langsung di pertanaman, kemudian dikuliti dan dikarungkan untuk segera diangkut ke tempat processing. Kebiasaan petani dalam hal panen adalah menebang batang jagung lalu diangkut ke tempat yang ternaungi, dipetik dan langsung dikarungkan, seterusnya diangkut ke tempat pemipilan untuk diproses lebih lanjut.

Menurut petani, untuk areal yang luas, panen lebih baik dengan cara menebang. Tujuannya selain mengurangi kemungkinan adanya tongkol yang tidak terpetik, juga mempermudah pengolahan tanah berikutnya.

3. Penerapan teknologi pascapanen

Penerapan teknologi pascapanen untuk benih belum dapat diuraikan kondisinya karena belum dilakukan processing. Hasil panen masih ditumpuk dalam karung menunggu kesempatan petani yang sedang memanen jagung dan mempersiapkan lahan untuk pertanaman jagung berikutnya. Berdasarkan keadaan tersebut telah disarankan beberapa hal yang sangat mendesak dilakukan agar hasil panen tidak rusak:

- a) Segera mengeringkan hasil panen dengan dryer pada suhu 38-40°C, sebab kalau ditumpuk lama dalam keadaan kadar air tinggi $\pm 20\%$ maka biji jagung mudah rusak karena terinfeksi jamur aflatoksin.

- b) Setelah kadar air mencapai $\pm 18\%$, tongkol segera dipipil dengan mesin pemipil dengan putaran antara 500-600 rpm, kalau putaran mesin terlalu tinggi maka biji akan rusak sehingga mudah terinfeksi jamur.
- c) Mesin pemipil perlu dilengkapi dengan tapisan yang memisahkan biji yang berukuran besar dan kecil, sebab jika petani disarankan membuang biji dari kedua ujung tongkol, akan memerlukan tenaga banyak, sementara tenaga kerja di daerah ini sangat terbatas dan mahal.
- d) Biji yang sudah terpipil segera dikeringkan dengan suhu maksima 40°C sampai mencapai kadar air tertentu (12-13% untuk benih yang segera ditanam dan 9-10% untuk benih yang akan ditanam pada musim tanam berikutnya).
- e) Benih yang segera ditanam cukup dimasukkan ke dalam karung yang sudah dilapisi plastik transparan ketebalan 0,3 mm dengan volume 20 kg. Pertimbangannya adalah, rata-rata luas garapan petani di daerah ini di atas 1 ha dan memerlukan benih minimal 20 kg. Benih yang dipersiapkan untuk musim tanam berikutnya perlu disimpan dalam silo atau jerigen berukuran besar, kemudian penutupnya dibalut dengan lilin untuk mencegah terkontaminasi dengan udara luar. Benih yang dipersiapkan untuk dikirim ke tempat lain (jauh) dimasukkan ke dalam plastik putih yang tidak transparan dengan ukuran 5 kg dan dilaminating untuk mempertahankan kadar airnya.

Teknologi pascapanen untuk produksi jagung nonbenih yang diterapkan selama ini adalah jagung dipipil jika harga sudah disepakati. Jika harga masih dinilai murah maka jagung tetap disimpan dalam bentuk tongkol yang ditumpuk di bawah gudang penampungan. Hal tersebut jagung berisiko terinfeksi aflatoksin, tetapi dapat membantu petani yang tidak mempunyai alat penyimpanan (silo).

Jagung dipipil dengan mesin pemipil dengan tarif Rp 35.000/ton dan dikeringkan dengan mesin pengering (*dryer*) berkapasitas 3 ton dengan tarif Rp 125.000/ton.

KESIMPULAN

Kelompok tani binaan mempunyai prospek yang cukup baik untuk menjadi penangkar jagung komposit karena (1) kekompakan dalam kelompok sudah mulai terbangun, (2) sudah berperan aktif dalam berbagai kegiatan per-jagungan di Kabupaten Tanah Laut yang berarti terdapat peluang pasar yang baik, (3) mempunyai areal yang memenuhi syarat untuk memproduksi benih dengan pengaturan pertanaman, (4) telah dikenal oleh semua lembaga terkait, baik pemerintah maupun swasta, (5) pengalaman tahun pertama menanam

benih komposit dinilai oleh anggotanya cukup baik dan sekaligus muncul tekad bersama untuk mengembangkan lebih lanjut.

SARAN

Diperlukan dukungan dari semua instansi terkait dalam menumbuhkan penangkar binaan seperti: (1) Balitsereal mensuplai benih sumber secara tepat waktu dan tepat jenis, berikut komponen teknologi produksinya, (2) Dinas Pertanian Tanaman Pangan Tanah Laut diharapkan membantu dalam pemasaran hasil ke berbagai pengguna, (3) BPSB diharapkan memberikan bimbingan/pengawasan untuk menghasilkan benih yang berkualitas, (4) BPTP diharapkan memberikan bimbingan dalam penerapan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Litbang Pertanian. 1994. Rencana strategis Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian 1995-2005.
- Bahtiar, Sujak Saenong, Rahmawati, dan S. Saenong, 2005. Kelembagaan distribusi dan pemasaran benih jagung dalam mendukung penyebarluasan varietas unggul nasional di Propinsi Gorontalo. Laporan Hasil Penelitian, Balai Penelitian Tanaman Serealia, 2005.
- Balitsereal. 2005. Rencana strategis Balai Penelitian Tanaman Serealia 2005-2009.
- BPS Kalimantan Selatan. 2007. Inventarisasi penyebaran penggunaan varietas jagung di Propinsi Kalimantan Selatan.
- Nugraha, U.S., dan Subandi. 2002. Perkembangan Teknologi Budidaya dan Industri Benih. Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor, 24 Juni 2002. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suradisastra, K. 2005. Dinamika kelembagaan masyarakat pedesaan di lahan marginal. Makalah pada Seminar Nasional; Pemasyarakatan Inovasi Teknologi dalam Upaya Mempercepat Revitalisasi Pertanian dan Pedesaan di Lahan Marginal. Mataram, 30-31 Agustus, 2005. 10 p.
- Saenong, S., Margaretha, J. Tandiang, Syafruddin, R. Arief, Y. Sinuseng, dan Rahmawati. 2003. Sistem perbenihan untuk mendukung penyebarluasan varietas jagung unggul nasional. Laporan Tengah Tahun. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Saenong, S., Margaretha S.L., dan Rahmawati. 2004. Sistem perbenihan untuk mendukung penyebarluasan varietas jagung unggul nasional. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

- Saenong, S. 2005. Pembentukan dan pemantapan produksi benih berkualitas mendukung industri benih berbasis komunitas. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Saenong, S. 2006. Laporan tahunan pemantapan produksi benih berbasis komunitas. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Spradley J. P. 1980. Participant Observation. Holt Rinehart and Wiston. Inc.
- Suyamto, 2007. Manajemen kinerja. Pembingkai Rapat Kerja Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Maros 5-8 Juni 2007.

Pendapatan Usahatani Jagung pada Berbagai Pola Tanam di Pangkep dan Lombok Timur

Margaretha Sadipun L, Sania Saenong, dan Zubachtirodin
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Di Mandalle, Pangkep, Sulawesi Selatan, lahan sawah tadah hujan sebagian besar (99%) diberakan setelah panen padi. Budi daya jagung dengan pendekatan PTT, meningkatkan pendapatan usahatani 14-16 kali lipat dengan mengubah pola yang ada menjadi pola padi-jagung. Di Sambelia, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, terdapat empat pola tanam. Pola I adalah lahan sawah irigasi dengan kapasitas air cukup ditanami padi dua kali dan satu kali jagung dalam setahun. Pola II juga sawah irigasi dengan kapasitas air terbatas hanya dapat ditanami padi satu kali + palawija (jagung dua kali). Pola III adalah lahan kering dengan pompanisasi dan ditanami padi satu kali pada musim hujan dan satu kali jagung, selanjutnya dibiarkan bera. Pola IV adalah lahan kering dengan sumber pengairan hanya dari hujan, ditanami jagung dua kali, tetapi jagung kedua ditanami secara relay planting. Pendapatan petani di Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, tidak sebesar di Sulawesi Selatan, karena lahan telah digunakan secara optimal, namun masih dapat ditingkatkan karena nilai R/C hanya 1,63, lebih kecil dari hasil yang dicapai dengan pendekatan PTT (2,34). Melalui pendekatan PTT, pendapatan petani meningkat sebesar Rp 1.818.600/ha atau terjadi kenaikan sebesar 148%/ha.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, jagung dibudidayakan pada lingkungan yang beragam. Diestimasi areal pertanaman jagung pada lahan sawah irigasi dan sawah tadah hujan meningkat masing-masing 10-15% dan 20-30% terutama pada daerah produksi jagung komersial (Kasryno 2002). Ke depan, areal pertanaman jagung akan bergeser dari Jawa ke luar Jawa, terutama Sumatera. Secara nasional, laju peningkatan areal jagung pada musim kemarau lebih cepat daripada musim hujan berturut-turut 3,5% dan 1,5%, berarti laju peningkatan areal jagung pada lahan sawah lebih cepat dari lahan kering. Di Jawa Timur dan Lampung yang merupakan dua propinsi penghasil utama jagung di Indonesia, tanaman jagung lebih diminati dari palawija lain untuk diusahakan pada lahan sawah di musim kemarau, bahkan sebagian petani padi mulai beralih mengusahakan jagung. Hal yang sama juga terlihat di beberapa propinsi lainnya, seperti Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Sulawesi Selatan.

Perluasan areal tanam jagung pada lahan sawah dapat diarahkan pada lahan sawah tadah hujan dan lahan sawah irigasi terbatas (sawah suboptimal) pada musim kemarau, terutama pada lahan yang kurang/tidak optimal untuk padi. Hal ini dapat mengurangi/mengatasi defisit pasokan jagung yang umumnya terjadi pada musim kemarau, kualitas produk pertanian musim kemarau akan lebih baik dibandingkan dengan musim hujan, dan petani jagung musim kemarau memperoleh pendapatan yang lebih tinggi karena harga jagung relatif lebih baik.

Peluang peningkatan produksi jagung dalam negeri masih terbuka melalui upaya peningkatan produktivitas yang dewasa ini baru mencapai 3,24 t/ha (Hapsah 2004) dan pemanfaatan lahan yang masih luas, terutama di luar Jawa dengan dukungan penyediaan teknologi produksi maju, kelembagaan yang memadai, dan kebijakan pemerintah pusat dan daerah yang kondusif.

POTENSI SUMBER DAYA LAHAN

Di Indonesia, luas lahan sawah irigasi teknis yang dimanfaatkan untuk usahatani dua kali padi 148.379 ha di Sulawesi Selatan dan 52.177 ha di NTB pada lahan sawah irigasi 1/2 teknis 40.842 ha di Sulawesi Selatan dan 41.777 ha di NTB (Tabel 1).

Dari Tabel 1 terlihat bahwa pemanfaatan lahan sawah irigasi untuk usahatani dua kali padi lebih luas dibanding satu kali padi. Di lahan sawah tadah hujan, pemanfaatan lahan untuk satu kali padi justru lebih luas dibanding

Tabel 1. Luas lahan dan indeks pertanaman padi di Sulawesi Selatan dan NTB, 2004.

Jenis lahan dan indeks pertanaman	Sulawesi Selatan		Nusa Tenggara Barat	
	Ha	%	Ha	%
Sawah irigasi teknis				
• 1 kali padi	20.403		14.649	
• 2 kali padi	148.379	86	52.177	72
Sawah irigasi 1/2 teknis				
• 1 kali padi	13.961		38.909	
• 2 kali padi	40.842	66	41.777	7
Sawah irigasi sederhana				
• 1 kali padi	46.817		20.572	
• 2 kali padi	109.576	59	16.154	-27
Sawah tadah hujan				
• 1 kali padi	214.544		33.839	
• 2 kali padi	32.627	-557	0	0

Sumber: Departemen Pertanian 2005

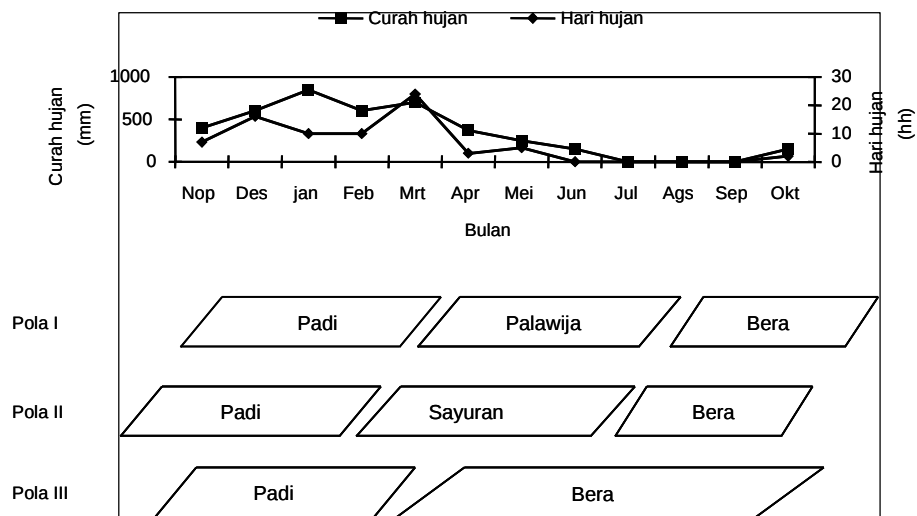
pertanaman dua kali padi bahkan di Nusa Tenggara Barat tidak ada pertanaman padi ke dua. Ini menunjukkan bahwa peluang pengembangan palawija di lahan sawah tadah hujan lebih besar.

POLA TANAM

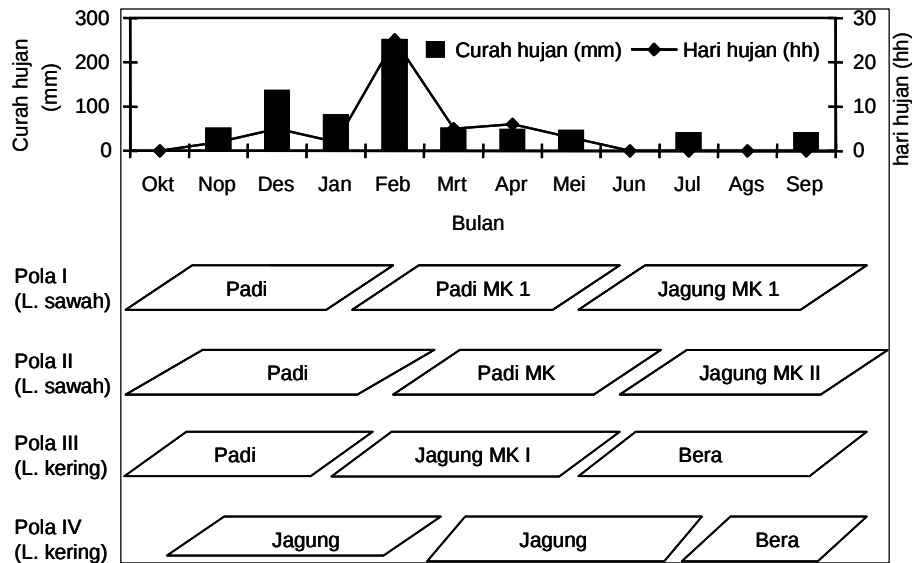
Pola tanam di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan dan Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

Penggunaan lahan setelah panen padi di Desa Mandalle, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan belum optimal. Lahan umumnya bera (99%) dan sebagian kecil (1%) dengan pola padi - palawija (kacang hijau) - bera dan padi - sayuran (kacang panjang) - bera .

Di Sambelia, Lombok Timur, NusaTenggara Barat, terdapat empat pola tanam. Pola I, pada lahan sawah irigasi dengan kapasitas air cukup ditanami padi dua kali dan satu kali jagung dalam setahun. Pola II, pada lahan sawah irigasi dengan kapasitas air terbatas ditanami padi satu kali + palawija (jagung dua kali). Pola III, pada lahan kering dengan bantuan pompanisasi ditanami padi satu kali pada musim hujan dan satu kali jagung, selanjutnya dibiarkan bera karena kondisi lahan sangat kering. Pola IV, pada lahan kering dengan sumber air dari hujan ditanami jagung dua kali, tetapi jagung kedua diusahakan secara *relay planting*.



Gambar I. Pola tanam pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, 2004. (Sumber: Subandi *et al.* 2005).



Gambar 2. Pola tanam pada lahan sawah dan lahan kering di Desa Sambelia. Kabupaten Lombok Timur, NusaTenggara Barat, 2003 (Sumber: Subandi *et al.* 2003).

DINAMIKA PENDAPATAN USAHATANI JAGUNG

Petani di Desa Mandalle umumnya membiarkan lahan bera setelah panen padi. kalupun diusahakan, lahan ditanami dengan palawija, disesuaikan dengan kemampuan tenaga kerja untuk mengairi pertanaman, sehingga hasil tidak maksimal. Untuk jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa kacang tanah hanya mampu ditanam seluas 0,10 ha sedang ubi jalar 0,05 ha dan umumnya hasil yang diperoleh hanya untuk konsumsi. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan lahan setelah panen padi belum optimal. Pemanfaatan lahan dapat dioptimalkan dengan menambah beberapa prasarana seperti pembuatan sumur yang dilengkapi dengan pompa, pengadaan selang air, penggunaan teknologi budi daya yang tepat. Pendekatan PTT (Pengelolaan Tanaman Terpadu) jagung adalah anjuran pemerintah merupakan salah satu alternatif untuk diimplementasikan. PTT jagung diterapkan setelah panen padi dan dapat meningkatkan pendapatan dari yang hanya Rp 276.000-300.000 menjadi Rp 3.722.650-7.036.850/ha (Tabel 3).

Tabel 2. Analisis usahatani beberapa jenis komoditas tanaman pangan pada lahan sawah. Mandalle, Pangkep, Sulawesi Selatan, 2005.

Usahatani	Padi (0,58 ha)		Kacang tanah (0,10 ha)		Ubi jalar (0,05 ha)	
	kg	Rp	kg	Rp	kg	Rp
Produksi	1.428	1.853.936	24	360.000	300	300.000
Biaya produksi		989.601		84.000		0
Keuntungan		864.335		276.000		300.000
R/C ratio		1,87		4,28		0

Sumber: Subandi *et al.* 2005

Tabel 3. Analisis PTT jagung pada lahan sawah tadah hujan. Mandalle, Pangkep, Sulawesi Selatan, 2005.

Keterangan	Varietas jagung			Rata-rata (t/ha)
	Lamuru	Sukmaraga	Srikandi Kuning I	
Produktivitas				
Biji pipilan kering (t/ha)	4,66	7,42	4,91	5,66
Biomass (t/ha)	2,75	5,60	5,65	4,67
Biaya produksi (Rp/ha)	1.775.000	1.775.000	1.775.000	1.775.000
Penerimaan				
Biji pipilan kering (t/ha)	5.360.150	8.531.850	5.643.050	6.511.300
Biomass pakan (t/ha)	137.500	280.000	282.500	233.333
Keuntungan	3.722.650	7.036.850	4.150.050	4.696.633
R/C ratio	3,10	4,96	3,34	3,80
Biaya/kg biji	381	239	361	314

Sumber: Margaretha dan Zubachtiroddin 2007.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa penggunaan lahan setelah panen padi dengan menanam jagung memberi keuntungan rata-rata sebesar Rp 4.696.633/ha dengan biaya rata-rata Rp 314/kg biji kering. Biaya produksi jagung secara intensif berkisar Rp 300-800/kg biji kering, bergantung pada kondisi lahan, tingkat penerapan teknologi, kondisi sosial, dan upah tenaga kerja (Wahid *et al.* 2003; Subandi *et al.* 2004; Subandi *et al.* 2005; BPTP Sulawesi Selatan dan Syngenta Indonesia 2004). Varietas Sukmaraga memberi hasil paling tinggi yaitu 7,42 t/ha, namun dari segi biomass, varietas Srikandi Kuning lebih berat yang mencapai 5,65 t/ha. Biomass yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak yang pada umumnya hanya dilepas pada pagi hari. Dengan demikian, terjadi dinamika pendapatan petani kearah yang lebih menguntungkan. Dengan pemanfaatan lahan secara optimal melalui PTT, petani dapat meningkatkan pendapatan usahatannya sebesar 15-16 kali lipat.

Dinamika pendapatan petani di Kabupaten Lombok Timur Propinsi Nusa Tenggara Barat tidak sebesar di Sulawesi Selatan. Hal ini disebabkan karena

Tabel 4. Analisis usahatani jagung petani kooperator (PTTP dan petani nonkooperator (teknologi petani). Sambelia, Lombok Timur, NTB, 2003/04.

Keterangan	Kooperator	Nonkooperator
Produksi (t/ha)	7,87	4,81
Nilai produksi (Rp/ha)	5.366.250	3.281.625
Biaya produksi (Rp/ha)	2.320.750	2.054.725
Keuntungan usahatani (Rp/ha)	3.045.500	1.226.900
R/C ratio	2,34	1,63
Biaya/kg biji kering (Rp)	295	427

Sumber: Subandi *et al.* 2003

lahan telah digunakan secara intensif, namun masih dapat ditingkatkan karena sistem produksi jagung setelah panen padi kurang efisien, sebagaimana terlihat dari nilai R/C 1,63 sedang dengan penerapan PTT mencapai 2,34 (Tabel 4).

Dari Tabel 4, jelas terlihat bahwa petani kooperator memperoleh keuntungan yang lebih besar yakni Rp 3.045.500/ha, sedang keuntungan petani nonkooperator hanya sebesar Rp 1.226.900/ha. Dengan demikian, dengan pendekatan PTT, petani dapat meningkatkan pendapatan sebesar Rp 1.818.600/ha atau terjadi kenaikan sebesar 148%.

KESIMPULAN

- Di Kabupaten Pangkep, pemanfaatan lahan belum optimal. Setelah panen padi, lahan sawah tadah hujan umumnya dibiarkan bera. Dengan menambah prasarana pengairan (sumur), maka pola tanam yang semula padi-bera dapat diubah menjadi padi-jagung melalui pendekatan PTT, sehingga meningkatkan keuntungan usahatani sebesar 15-16 kali lipat.
- Di Kabupaten Lombok Timur, lahan telah digunakan secara optimal dengan pola padi-jagung-jagung, namun sistem budi daya jagung belum efisien. Budi daya jagung dengan pendekatan PTT, meningkatkan keuntungan usahatani sebesar 1,5 kali lipat dibanding non-PTT.

DAFTAR PUSTAKA

BPTP Sulawesi Selatan dan PT Syngenta Indonesia. 2004. Laporan Hasil penelitian pengujian lapangan crop program Syngenta dalam rangka peningkatan hasil dan kualitas jagung serta peningkatan pendapatan petani jagung di Sulawesi Selatan.

- Deptan. 2005. Prospek dan arah pengembanan agribisnis jagung. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Hafsah, M.J. 2004. Peningkatan produksi dan kualitas jagung. Makalah pada Seminar Sehari Mekanisasi Pertanian dalam Pengembangan Agroindustri Jagung. Jakarta, 20 Desember 2004.
- Kasryno, F. 2002. Perkembangan produksi dan konsumen jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia. Makalah pada Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor. 24 Juni 2002. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Margaretha dan Zubachtiroddin. 2007. Dampak sosial-ekonomi pengelolaan tanaman terpadu mendukung peningkatan pendapatan rumah tangga petani jagung di lahan sawah tadah hujan. Makalah pada Seminar Nasional di Palu).
- Seetirn, M. 1997. Farm and agregate-level description of multiple cropping system research and development for the asean rice farmer. IRRI, Los Banos.
- Subandi, S. Saenong, Zubachtiroddin, I. U. Firmansyah, A. Buntan, N. Widyati, Nuraida S. Djafar, R. Amir, Fatmawati, A. Najamuddin, dan Margaretha SL. 2003. Laporan akhir peningkatan produktivitas tanaman jagung pada wilayah pengembangan melalui pengelolaan tanaman terpadu. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros.
- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, dan Zubachtiroddin. 2004. Peran inovasi dalam produksi jagung nasional, *Dalam* A.K. Makarim, Hermanto, dan Suniardi (Eds.). Inovasi Pertanian Tanaman Pangan. Pusat Penelitian dan pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Subandi, Zubachtiroddin, S. Saenong, Margaretha SL, O. Suherman, A.M. Adnan, A. Buntan, S. Pakki, I. U. Firmansyah, Faesal, A. Najamuddin, dan Y. Sinuseng. 2005. Laporan akhir teknologi produksi jagung pada lahan suboptimal melalui pengelolaan sumber daya dan tanaman terpadu. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Maros.
- Subandi, S. Saenong, Zubachtiroddin, A. Najamuddin, Margaretha SL, I. U. Firmansyah, A. Buntan, N. Widiyati, A. Hippi, dan Rosita. 2005. Peningkatan produksi tanaman jagung pada wilayah pengembangan melalui pengolahan tanaman terpadu. Laporan akhir Balai Penelitian Tanaman Sereal. maros
- Wahid, A.S., Muslimin, Zainuddin, S. Saenong, dan D. Baco. 2002. Kajian efisiensi dan diversifikasi kelembagaan *corporate farming* pada lahan sawah tadah hujan.

Adopsi Teknologi Jagung: Peluang dan Tantangan

Syuryawati, Margaretha SL, dan IGP. Sarasutha
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Inovasi teknologi jagung sudah disebarluaskan melalui berbagai kegiatan, antara lain gelar teknologi, visitor plot, ekspose teknologi, temu lapang, seminar, dan media cetak. Teknologi yang telah diadopsi petani di Sulawesi Selatan adalah varietas Lamuru, Bisma, dan Arjuna yang umumnya ditanam setelah panen padi, dan alat pemipil PJM-1 Balitsereal. Petani yang menanam varietas unggul jagung memperoleh keuntungan yang lebih besar dibanding petani yang menggunakan varietas lokal. Penerapan teknologi jagung dengan pendekatan PTT di Kabupaten Tanah Laut (Kalsel) memberi hasil 6,14 t/ha dengan keuntungan usahatani Rp 2.720.000/ha, lebih tinggi dari hasil non-PTT (3,6-3,9 t/ha) dengan keuntungan Rp 690.000-1.050.000/ha. Di Kabupaten Pangkep (Sulsel), rata-rata hasil jagung 6,42 t/ha dengan keuntungan Rp 7.571.000/ha.

PENDAHULUAN

Inovasi teknologi jagung yang dihasilkan Balitsereal telah disebarluaskan melalui berbagai kegiatan, antara lain ekspose teknologi, visitor plot, temu lapang, pameran, seminar, media cetak dan pembinaan penangkaran benih. Namun kenyataannya masih sangat terbatas yang dimanfaatkan pengguna termasuk petani, sehingga hasil usahatani jagung belum sesuai dengan harapan atau masih terjadi kesenjangan hasil yang cukup besar antara di tingkat petani dengan tingkat penelitian. Agar teknologi jagung yang telah dihasilkan dimanfaatkan pengguna maka kegiatan penyebarluasan teknologi jagung perlu terus ditingkatkan, terutama dalam memenuhi kebutuhan pengguna yang semakin dinamis.

Seringkali dilaporkan atau ditemui bahwa jagung hibrida yang ditanam bukan F1 melainkan turunannya (F2) (Swastika dan Sudana 2001). Potensi hasil jagung hibrida turunan lebih rendah daripada F1. Bagi yang menanam jagung jenis bersari bebas, mereka menggunakan benih turunan dari hasil tanaman sebelumnya yang dapat berlangsung lebih dari lima tahun. Sebetulnya benih turunan tersebut telah mengalami perkawinan silang dan perubahan genetik yang dapat menurunkan potensi hasil.

Varietas unggul jagung yang diadopsi petani di Sulawesi Selatan antara lain adalah Lamuru, Bisma, dan Arjuna yang umumnya ditanam setelah panen padi pada lahan sawah. Ketiga varietas ini disenangi petani karena tumbuh baik pada kondisi kekurangan air dengan produksi cukup tinggi. Varietas lain belum banyak diketahui petani dan benihnya pun tidak tersedia pada saat dibutuhkan atau belum dipasarkan di kios saprodi. Kurang berkembangnya varietas unggul baru jagung antara lain disebabkan oleh kurang atau tidak tersedianya benih pada saat musim tanam. Hal ini menyebabkan petani (pengguna) menggunakan varietas yang tersedia dan mudah diperoleh walaupun dengan harga yang mahal.

Margaretha *et al.* (1999) melaporkan bahwa petani yang menanam varietas unggul jagung memperoleh keuntungan yang lebih besar dibanding petani yang menggunakan varietas lokal. Penerapan komponen teknologi budi daya jagung melalui pendekatan PTT di Kabupaten Tanah Laut (Kalimantan Selatan) pada lahan kering masam memberikan hasil 6,14 t/ha dengan keuntungan usahatani Rp 2.720.000/ha lebih tinggi dari usahatani jagung non-PTT yang hanya memberi hasil 3,6-3,9 t/ha dengan keuntungan Rp 690.000-1.050.000/ha. Di Kabupaten Lombok Timur (NTB) pada lahan kering beriklim kering, penerapan teknologi budi daya jagung dengan pendekatan PTT juga meningkatkan produktivitas yang mencapai rata-rata 7,87 t/ha dengan keuntungan usahatani Rp 3.045.000/ha. Hasil jagung yang diperoleh petani non-PTT hanya 4,81 t/ha dengan keuntungan Rp 1.227.000/ha (Subandi *et al.* 2004). Hal yang sama terjadi di Kabupaten Pangkep (Sulawesi Selatan) pada lahan sawah tadah hujan, melalui pendekatan PTT hasil jagung (tahun 2006) varietas Lamuru mencapai 6,42 t/ha dengan keuntungan Rp 7.571.000/ha (Pabbage *et al.* 2006). Varietas jagung yang mendapat perhatian besar dari petani di Kabupaten Tanah Laut adalah Sukmaraga sedangkan di Kabupaten Lombok Timur adalah Lamuru. Saat ini ada indikasi meningkatnya permintaan varietas jagung unggul berbiji putih, di antaranya di Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara untuk pangan tradisional atau bahan baku industri pangan. Balitsereal telah melepas varietas unggul biji putih yakni Srikandi Putih I dan Anoman.

Budi daya jagung pada lahan sawah tadah hujan di Takalar (Sulawesi Selatan), dengan sistem tanpa olah tanah (TOT), mendatangkan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem olah tanah sempurna (OTS), berturut-turut Rp 2.940.500 dan Rp 1.703.000/ha. Keunggulan sistem TOT tersebut adalah: (a) mengurangi biaya produksi Rp 627.500/ha dari biaya pengolahan tanah dan pengairan, dan (b) memberikan hasil yang lebih tinggi, yakni 4,47 t/ha pipilan kering pada sistem TOT dan 3,86 t/ha pada sistem OTS. Hasil yang lebih tinggi pada TOT nampaknya berkaitan dengan kondisi lingkungan yang lebih baik, terutama lengas tanah, sebab penanaman pada sistem TOT lebih awal 33 hari dibandingkan dengan sistem OTS, sehingga sisa air setelah padi dapat dimanfaatkan oleh pertanaman sistem TOT (Wahid *et al.* 2002).

Alsin pertanian yang diadopsi petani di Sulawesi Selatan (Kabupaten Takalar) berupa alat tanam tugal dan alat penyang, cukup membantu dalam mengatasi keterbatasan tenaga kerja, pelaksanaan pekerjaan lebih cepat, dan praktis. Alat pemipil jagung juga sudah banyak diadopsi petani, dapat menghemat tenaga dan waktu, dan tingkat kerusakan biji sangat rendah. Menurut Margaretha *et al.* (2003), penggunaan alat pemipil jagung dapat menekan kerugian sebesar Rp 87/kg dengan menggunakan lesung, Rp 64/kg menggunakan ban bekas, dan Rp 62/kg jika menggunakan paku.

PELUANG DAN TANTANGAN ADOPTASI

Pengembangan jagung dihadapkan pada beberapa kendala dan masalah, di antaranya kemasaman tanah, kekeringan, kurangnya ketersediaan benih dari varietas unggul, terbatasnya tenaga kerja, pengelolaan hasil, modal usahatani, dan kelembagaan. Untuk mengatasi masalah tersebut dilakukan berbagai cara, di antaranya pembinaan penangkaran benih bermutu, pengelolaan tanaman terpadu (PTT), perakitan varietas unggul spesifik lokasi dan faktor pendukung budi daya jagung yang diperlukan petani.

Dari sejumlah varietas unggul yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian, hanya beberapa yang bertahan di lapangan. Menurut Kasryno (2002), relatif lambannya peningkatan areal pertanaman jagung di Indonesia antara lain disebabkan oleh sistem perbenihannya tidak sekuat sistem perbenihan padi. Pada sistem perbenihan padi, swasta dan BUMN telah berperan aktif, seperti PT Pertani, Perum Sang Hyang Seri dan penangkar benih di pedesaan sehingga mudah diakses oleh petani. Dengan demikian, varietas unggul baru cepat menyebar (diadopsi). Swasta tampaknya masih kurang berminat mengembangkan benih jagung bersari bebas karena petani sebagian besar dapat meregenerasi benih yang digunakan. Regenerasi benih tanpa diikuti oleh isolasi (isolasi waktu dan jarak), lambat laun akan menurunkan mutu genetik yang dapat ditandai dengan meningkatnya persentase campuran varietas lain sehingga pertanaman berikutnya menjadi tidak seragam. Demikian pula jika di sekitar pertanaman terdapat varietas lokal dengan potensi hasil yang rendah, lambat laun dapat menurunkan potensi hasil. Bahkan jagung hibrida masih ditanam pada dua musim untuk mengatasi kesulitan petani dalam mengakses benih.

Dalam upaya mengatasi ketersediaan benih bagi petani, Balitsereal mengembangkan varietas unggul dengan memperbanyak benih sumber, terutama benih penjenis (BS) dan dikirimkan ke berbagai provinsi terutama pada daerah penghasil jagung. Pada tahun 2002 telah terkirim sebanyak 1.000 kg benih BS ke berbagai provinsi yang terdiri atas enam varietas, yaitu 230 kg Gumarang, 20 kg Arjuna, 80 kg Kresna, 220 kg Bisma, 360 kg Lamuru, dan 90 kg

Lagaligo. Pada tahun yang sama penangkar benih di Sulawesi Selatan juga telah mengirim benih Lamuru sebanyak 10 ton benih sebar ke NTT (Saenong *et al.* 2002). Untuk mengatasi permintaan benih dasar (BD) varietas Bisma, Lamuru, Kresna dan Gumarang maka telah diproduksi 7.160 kg dan telah disebar ke pengguna pada 21 provinsi, yang terdiri atas swasta, petani produsen/ penangkar benih, mahasiswa dan para peneliti lingkup Badan Litbang Pertanian, terutama di BPTP.

Dari segi kemampuan genetik, jagung hibrida yang dihasilkan Badan Litbang Pertanian mampu bersaing dengan yang dihasilkan oleh swasta, namun belum meluas pengembangannya karena masih lemahnya sistem pengadaan dan distribusi benih oleh penangkar. Untuk mempercepat pengembangan jagung hibrida, Badan Litbang Pertanian melakukan kerja sama dengan swasta dan instansi pemerintah, seperti Dinas Pertanian Tanaman Pangan. Dengan demikian benih varietas unggul baru diharapkan dapat lebih cepat diakses pengguna (petani). Jika petani dihadapkan pada kesulitan tidak dapat mengakses benih hibrida F1 karena berbagai sebab, menanam jenis jagung komposit (bersari bebas) merupakan suatu pilihan, tentunya dengan benih yang berkualitas. Bagi daerah-daerah yang berpotensi menghadapi permasalahan tersebut perlu dibentuk penangkar-penangkar jagung komposit unggul berbasis komunitas yang memperoleh pembinaan dari pihak terkait (peneliti, BBI/BBU, BPSB). hal ini ternyata efektif bagi penyediaan benih untuk petani sebagaimana yang telah dicoba di beberapa daerah di NTB, Sulsel, Kalsel, Jateng, dan Lampung.

Cara lain yang dilakukan Balitsereal adalah bekerjasama dengan BPTP NTT dalam memproduksi benih varietas unggul bersari bebas kelas benih dasar (BD), yang akan didistribusikan ke beberapa wilayah pengembangan jagung di NTT. Dari pemantauan terhadap preferensi petani di NTT, nampaknya varietas Lamuru lebih disukai karena lebih toleran kekeringan. Menyikapi kebutuhan petani ini maka selanjutnya diproduksi benih kelas BD varietas Lamuru. Selain itu juga diproduksi varietas Srikandi Putih 1 mengingat jagung merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk di daerah ini, sehingga diperlukan jenis jagung unggul untuk menggantikan jagung unggul lama atau jagung lokal yang selama ini mereka konsumsi. Srikandi Putih 1 selain potensi hasilnya cukup tinggi juga mempunyai kandungan asam amino lysin (0,41%) dan triptofan (0,09%) yang lebih tinggi dibanding jagung lainnya. Pengembangan jagung ini ke depan diharapkan dapat mengatasi gizi buruk. Lembaga Swadaya Masyarakat di NTT juga menyebarluaskan varietas Srikandi Putih 1 terutama di wilayah gizi buruk.

KESIMPULAN

Inovasi teknologi jagung telah disebarluaskan melalui berbagai media komunikasi. Melalui inovasi teknologi yang tersedia maka masalah-masalah yang dihadapi petani dalam produksi jagung diharapkan dapat diatasi.

Kerja sama distribusi benih antara Balitsereal, Dinas Pertanian, dan BPTP dapat mempercepat distribusi varietas unggul baru melalui para penangkar benih jagung di pedesaan yang telah dibina. Dengan sistem tersebut memudahkan pengguna untuk mendapatkan varietas yang sesuai dan tepat waktu dengan harga yang wajar.

Kelembagaan ekonomi sangat berperan, khususnya dalam penyediaan modal usahatani. KUD yang sekarang ini nampaknya mengalami stagnasi, perlu diaktifkan kembali karena merupakan salah satu wadah bagi petani dalam memperoleh modal usahatani.

DAFTAR PUSTAKA

- Kasryno. 2002. Perkembangan produksi dan konsumsi jagung dunia selama empat dekade yang lalu dan implikasinya bagi Indonesia. Makalah pada Diskusi Nasional Agribisnis Jagung. Bogor, 24 Juni 2002. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Margaretha SL., IGP. Sarasutha, dan A. Najamuddin. 1999. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses adopsi teknologi jagung. *Dalam* Prosiding Seminar Regional Revitalisasi Teknologi Spesifik Lokasi Menunjang Pengembangan Ekonomi Kerakyatan. Kendari, 5-6 Juli 1999. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.
- Margaretha SL., Y. Sinuseng, IGP. Sarasutha, dan M.Y. Maamun. 2003. Evaluasi ekonomi alat pemipil jagung tipe feeding. *Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain* 8: 69-77.
- Pabbage, MS., Zubachtirodin, A. Buntan, Margaretha SL, A.M. Adnan, M.A. Nawir, H.A. Dahlan, N.S. Djafar, I.U. Firmansyah, A. Tenrirawe, Faesal, J. Tandibang, dan Y. Sinuseng. 2006. Laporan Akhir Teknologi Produksi Jagung pada lahan Sawah Sub-Optimal melalui Pengelolaan Sumberdaya dan Tanaman Terpadu. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Saenong, S., F. Kasim, W. Wakman, I. U. Firmansyah, dan M. Akil. 2002. Inovasi teknologi jagung menjawab tantangan ketahanan pangan nasional. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

- Subandi, S. Saenong, Bahtiar, dan Zubachtirodin. 2004. Peran inovasi dalam produksi jagung nasional. *Dalam* Makarim, A. K., Hermanto, Sunihardi (Eds.). Inovasi Pertanian Tanaman Pangan. Pusat Penelitian Tanaman Pangan. p. 67-94.
- Swastika, D.K.S. dan W. Sudana. 2001. Characteristics of maize production system in Indonesia. CIMMYT and Center for Agro-Socioeconomic Research Republic of Indonesia.
- Wahid, A. S., Muslimin, Zainuddin, S. Saenong, dan D. Baco. 2002. Kajian efisiensi dan difersifikasi kelembagaan corporate farming pada lahan sawah tadah hujan. Laporan Penelitian BPTP Sulawesi Selatan.

Prospek Pengembangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol

Sigit Budi Santoso dan Sumarni Singgih
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Pangan dan pakan di Indonesia masih didominasi oleh beras dan jagung, padahal sorgum juga memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan sebagai bahan pangan, pakan dan bioetanol. Daya adaptasinya yang luas menyebabkan sorgum berpotensi dikembangkan pada lahan marginal dan daerah rawan pangan. Sebagai bahan baku etanol, sorgum mulai dilirik untuk dikembangkan. Etanol yang merupakan produk fermentasi gula maupun pati dapat digunakan sebagai bahan bakar. Sekitar 90% biofuel dunia saat ini terbuat dari etanol. Sorgum manis dengan kadar gula > 8 brix mulai dilirik sebagai salah satu sumber bahan baku etanol. Kemampuan sorgum manis menghasilkan etanol lebih baik dibanding tebu dan jagung. Umur panen yang singkat, pemeliharaan yang lebih mudah, dan biaya produksi relatif kecil merupakan keunggulan dari sorgum manis. Oleh karena itu, program perluasan areal tanam sorgum yang telah dicanangkan perlu didukung oleh program pemuliaan untuk menghasilkan varietas unggul sorgum manis.

PENDAHULUAN

Sorgum merupakan tanaman serealia yang mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai komoditas agroindustri. Keunggulan sorgum adalah adaptasinya yang luas sehingga dapat dibudidayakan pada lahan marginal karena sifatnya yang toleran kekeringan. Selain itu, sorgum merupakan tanaman multiguna, biji sorgum sebagai sumber karbohidrat dapat digunakan sebagai bahan baku makanan dan minuman seperti nasi, kue, bir, dan sebagai bahan pakan ternak unggas. Untuk setiap 100 g sorgum terkandung 73 g karbohidrat, 332 kalori, 11 g protein, 3,3 g lemak, 28 mg kalsium, 287 mg fosfor, 4,4 mg zat besi, vit B1 0,38 mg, dan 12 g air (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2006). Sorgum sebagai bahan pangan memiliki kandungan nutrisi yang memadai jika diproses dengan baik dan diolah tepat guna.

Pemanfaatan lain sorgum dalam bidang industri saat ini adalah sebagai bahan baku etanol, terutama pada jenis sorgum manis yang mempunyai kandungan gula yang tinggi. Sekitar 90% biofuel dunia saat ini terbuat dari etanol, hal ini membuat setiap negara berlomba untuk memproduksi etanol dengan berbagai bahan baku dan metode.

Keuntungan sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol adalah biaya produksi yang lebih murah karena efisien dalam menggunakan air dan waktu panen yang lebih singkat. Setiap hektar sorgum manis dapat menghasilkan 3.160 liter etanol dari seluruh komponen tanaman, dan setiap 1 ton biji menghasilkan 380 l etanol (ICRISAT 2007). Kualitas etanol yang dihasilkan dari sorgum jika dicampur dengan bensin (gasohol), lebih baik dibandingkan dengan etanol dari tebu karena beroktan tinggi, mengandung sedikit sulfur dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian dan pengembangan sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol perlu dikedepankan, sebagai alternatif bahan bakar alami yang ramah lingkungan.

ASAL DAN PENYEBARAN TANAMAN SORGUM

Sorgum merupakan salah satu jenis tanaman sereal dengan keragaman spesies dan ras yang luas. Klasifikasi tanaman sorgum oleh para ahli taksonomi bervariasi, mulai dari Linnaeus (*Species Plantarum* 1753) sampai klasifikasi oleh De Wet (1978). Keragaman sorgum budi daya dan kerabat liarnya dapat ditemukan di kawasan Afrika Timur Laut. Tanaman yang termasuk famili Poaceae ini diperkirakan pertama kali didomestifikasi di Ethiopia pada 5000-7000 tahun yang lalu, kemudian melalui jalur-jalur perdagangan Timur Tengah masuk ke India 3000 tahun yang lalu. Melalui jalur sutra masuk ke Cina untuk kemudian masuk ke Myanmar dan menyebar ke seluruh Asia Tenggara. Sorgum pertama kali dibawa ke Amerika melalui perdagangan budak dari Afrika Barat. Kemudian masuk ke Amerika Serikat untuk dibudidayakan secara komersial dari Afrika Utara, Afrika Selatan, dan India pada abad 19.

Harlan dan De Wet (1972) melakukan klasifikasi pada sorgum budi daya berdasarkan tipe spikelet subspecies bicolor untuk mempermudah pemulia memilih tetua persilangan (Tabel 1).

Tabel 1. Klasifikasi ras dasar dan ras hibrida sorgum budi daya.

Ras dasar	Ras hibrida
Bicolor	guinea-bicolor
Guinea	caudatum-bicolor
Caudatum	kafir-bicolor
Kafir	durra-bicolor
Durra	guinea-caudatum
	guinea-kafir
	guinea-durra
	kafir-caudatum
	durra-caudatum
	kafir-durra

Sumber Harlan and De Wet (1972)

Harlan dan De Wet (1972) melaporkan bahwa di Afrika penyebaran ras dasar sorgum relatif konsisten. Untuk ras Guinea, utamanya terdapat di Afrika Barat dan daerah sekundernya terdapat di Malawi-Tanzania. Caudatum banyak terdapat di Nigeria Timur, Sudan Timur hingga mencapai Uganda. Kafir adalah ras utama yang banyak terdapat di Afrika Timur dan Afrika Utara. Ras Durra dominan di Ethiopia sampai ke dataran kering dekat gurun Sahara. Ras Bicolor menyebar dalam skala kecil hampir di seluruh Afrika, termasuk jenis sorgum manis.

BUDI DAYA DAN WILAYAH PENGEMBANGAN

Budi daya sorgum dalam upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan petani tidak terlepas dari penerapan teknologi. Hal ini dimulai dari penggunaan varietas dengan produktivitas tinggi, benih yang bermutu, dan teknologi budi daya yang optimal. Dalam kurun waktu 1960-2001 di Indonesia telah dilepas 15 varietas sorgum, baik yang berasal dari varietas lokal maupun introduksi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2, di mana varietas terakhir dilepas adalah Numbu dengan hasil 5,05 t/ha. Kelebihan varietas Kawali dan Numbu adalah kadar protein tinggi (8,81 dan 9,12%), malai kompak dan besar, tahan: rebah, penyakit karat, penyakit bercak daun, dan agak tahan hama aphid. Dari hasil uji organoleptik, kedua varietas ini terbaik dalam hal rasa, aroma, kekenyalan, dan penerimaan umum dibanding UPCA-S1 dan Mandau. Kebutuhan benih sorgum adalah 8-10 kg/ha.

Tabel 2. Varietas sorgum yang dilepas di Indonesia.

Varietas	Asal	Tahun dilepas	Umur panen (hari)	Hasil biji (t/ha)	Warna biji
Cempaka	Introduksi	< 1960	105	3,5	Putih
Birdroof	Introduksi	< 1960	105	3,5	Putih, Coklat tua
Katengu	Introduksi	< 1960	105	3,5	Coklat tua
No. 46	Introduksi	1967	105	4,0	Putih, Coklat tua
No. 6C	Lokal	1969	105	4,5	Kemerah-merahan
UPCA-S2	Introduksi	1972	105	4,5	Coklat
UPCA-S1	Introduksi	1972	95	4,0	Coklat
KD4	Introduksi	1973	95	4,0	Putih
Keris	Introduksi	1973	83	3,0	Putih
Badik	Introduksi	1983	85	3,0	Putih
Hegari genjah	Lokal	1985	85	3,7	Putih
Mandau	Introduksi	1991	91	4,5	Coklat muda
Sangkur	Introduksi	1991	92	3,8	Coklat muda
Kawali	Introduksi	2001	110	4,76	Krem
Numbu	Introduksi	2001	105	5,05	Krem

Sorgum merupakan tanaman semusim yang mudah dibudidayakan, walaupun diusahakan pada lahan-lahan yang kurang subur dan kekurangan air. Menurut Beti *et al.* (1990), sorgum dapat tumbuh pada semua jenis tanah, kecuali tanah Podzolik Merah Kuning yang masam. Tanah GRumosol, Aluvial, Andosol, Regusol, dan Mediteranian umumnya sesuai untuk tanaman sorgum. Sorgum beradaptasi baik pada tanah yang sedikit masam (pH 5,0) hingga sedikit basa (pH 7,5). Untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal, areal pertanaman sorgum harus memiliki drainase yang baik atau pada lahan mengandung pasir dengan bahan organik yang cukup. Produksi sorgum ditentukan oleh cara budi daya dan pemeliharaan tanaman (Singgih 2004).

Sorgum berpotensi dikembangkan di Indonesia, khususnya di lahan kering beriklim kering, seperti kawasan timur Indonesia. Hal ini karena sorgum toleran kekeringan dan memiliki adaptasi yang luas. Curah hujan 50-100 mm per bulan pada 2-2,5 bulan sejak tanam, diikuti dengan periode kering merupakan kondisi yang ideal untuk keberhasilan produksi sorgum. Walaupun demikian, pada daerah dengan curah hujan tinggi, sorgum masih dapat tumbuh dan menghasilkan. Sorgum lebih sesuai ditanam di daerah yang bersuhu panas, lebih 20°C dan udaranya kering. Dataran rendah dengan ketinggian 1-500 m dpl paling cocok untuk sorgum, karena ketinggian >500 m dpl menyebabkan umur panen sorgum lebih dalam (Beti *et al.* 1990).

Areal tanaman sorgum di Indonesia pada tahun 1981 mencapai 60.000 ha, pada tahun 1989 menurun menjadi 25.000 ha. Untuk daerah Jawa Timur saja pada 1989 luas tanam sorgum 5.500 ha dan menurun menjadi hanya 1800 ha pada tahun 2000. Penurunan areal tanam ini disebabkan antara lain oleh program pemerintah lebih terkonsentrasi pada peningkatan produksi padi dan jagung, tingkat harga rendah, kesulitan petani dalam prosesing dan adanya tanaman alternatif lain yang umurnya lebih genjah dan harganya lebih tinggi seperti kacang hijau. Oleh karena itu, usaha perluasan areal tanam sorgum perlu ditingkatkan khususnya pada lahan marginal di mana tanaman pangan seperti padi dan jagung tidak dapat tumbuh dengan baik.

Tabel 3 menunjukkan realisasi areal tanam sorgum di Indonesia. Pada 2005 areal tanam sorgum telah mencapai 10.790 ha, sedangkan target areal tanam sampai tahun 2009 adalah sebesar 30.000 ha (Tabel 4) dengan produktivitas yang diharapkan 3,0 t/ha. Beberapa propinsi yang potensial untuk pengembangan sorgum adalah Jawa Timur, Jawa Tengah, NTT, dan NTB. Areal sorgum di Jawa Timur dan Jawa Tengah perlu dipertahankan karena para petaninya sudah terbiasa membudidayakan sorgum (jagung cantel), hanya perlu diperkenalkan varietas unggul dan perbaikan teknik budi daya. Di Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat banyak terdapat lahan marginal, khususnya lahan tercekam kekeringan yang tidak dapat ditanami tanaman lain kecuali sorgum.

Tabel 3. Luas tanam sorgum dalam periode 2000-2005.

Tahun	Luas tanam (ha)
2000	9.976
2001	9.879
2002	6.176
2003	8.386
2004	11.791
2005	10.790

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2006.

Tabel 4. Rencana tanam dan produksi sorgum tahun 2006-2009 di Indonesia.

Tahun	Luas tanam (ha)	Produktivitas (ku/ha)	Produksi (t)
2006	15.500	2,5	38.75
2007	19.000	3,0	57
2008	22.500	3,0	67.5
2009	30.000	3,0	75

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2006.

SORGUM SEBAGAI PANGAN DAN PAKAN

Diversifikasi pangan sebagai salah satu bentuk ketahanan pangan nasional seharusnya mendapat perhatian yang lebih besar. Daerah-daerah marginal yang kekurangan air bisa dimanfaatkan untuk budi daya sorgum. Hal ini dapat mencegah terjadinya rawan pangan yang selama ini hanya mengandalkan beras. Pemanfaatan sorgum selama ini hanya untuk pakan ternak dan hanya sebagian kecil yang digunakan untuk pangan. Kandungan nutrisi sorgum sebagai bahan pangan cukup memadai. Menurut Suarni (2004), sorgum mengandung 83% karbohidrat, 3,5% lemak, dan 10% protein (basis kering). Kandungan protein sorgum dalam hal ini lebih tinggi dibanding jagung (9,2%) dan beras (7,6%) (Beti *et al.* 1990). Kekurangan sorgum sebagai bahan pangan adalah kandungan tanin yang menyebabkan rasanya menjadi sepat. Kandungan tanin pada sorgum cukup tinggi, berkisar 3,67-10,66%. Biji sorgum yang berwarna merah sampai cokelat mengandung tanin lebih tinggi dibandingkan biji berwarna putih. Tanin dalam sorgum dapat dihilangkan dengan penyosohan, tetapi kandungan protein juga terbawa akibat terkikisnya aleuron.

Sorgum juga dapat diolah menjadi berbagai produk makanan seperti roti tawar, mie, dan kue kering. Pembuatan roti tawar tidak sepenuhnya dibuat dari tepung sorgum. Menurut Suarni (2004) hal ini disebabkan oleh kadar gluten yang rendah pada sorgum sehingga tepung sorgum perlu dicampur dengan

tepung terigu. Untuk pembuatan mie kering, substitusi yang sesuai adalah 20% tepung sorgum.

Penggunaan biji sorgum dalam ransum ternak dapat sebagai substitusi jagung karena kadar nutrisinya tidak berbeda dengan jagung (Sirappa 2003). Akan tetapi, karena kandungan tanin yang cukup tinggi, pemberian sorgum sebagai ransum pakan digunakan dalam jumlah terbatas karena dapat mempengaruhi fungsi asam amino dan protein (Rooney *et al. dalam* Sirappa 2003). Kandungan tanin dalam ransum apabila mencapai 2% dapat menyebabkan kematian ternak (Rayudu *et al. dalam* Sirappa 2003).

Menurut Beti *et al.* (1990) ransum pakan ternak dari sorgum dapat diberikan langsung berupa biji atau melalui pengolahan yang dicampur dengan bahan lainnya. Komposisi ransum pakan ternak terdiri dari biji sorgum 55-60%, bungkil kedelai/kacang 20%, tepung ikan 2,5-20% dan vitamin-mineral 2-8%. Ransum dapat diberikan untuk ayam, itik, babi, dan sapi perah.

SORGUM MANIS SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL

Kebutuhan akan energi ramah lingkungan dewasa ini semakin mendesak karena kerusakan lingkungan yang di antaranya disebabkan oleh emisi buangan kendaraan bermotor yang menggunakan minyak bumi. Etanol menjadi salah satu alternatif energi alami yang akhir-akhir ini mulai dikembangkan. Etanol merupakan salah satu turunan dari alkohol yang mempunyai kandungan oktan tinggi dan diproduksi melalui fermentasi gula atau pati. Komoditas pertanian yang dapat dijadikan sebagai bahan baku bioetanol beragam, Brasil menggunakan tebu sebagai bahan baku utama, Amerika Serikat menggunakan biji jagung, sedangkan Cina dari sereal dan ubi kayu.

Setelah Amerika Serikat dan Brazil, Cina merupakan produsen etanol ketiga terbesar di dunia (Tabel 5). Potensi etanol sebagai bahan bakar ramah lingkungan membuat setiap negara berlomba memproduksi etanol. Keuntungan dari penggunaan etanol sebagai energi alami adalah sifatnya yang ramah lingkungan karena mengandung oksigen sehingga mengurangi emisi karbon monoksida.

Sorgum merupakan salah satu komoditas yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioetanol. Pembuatan etanol dari sorgum dapat dilakukan dengan mengolah biji yang mengandung 65-71% pati menjadi gula sederhana atau memeras batang sorgum untuk kemudian diolah menjadi etanol. Batang sorgum dapat dibagi menjadi dua tipe. Tipe I adalah tipe kering, yaitu pada saat tanaman tua hanya terdapat sedikit air (*juice*) dalam batang. Tipe II adalah tanaman yang sudah tua mengandung banyak *juice*. Sorgum manis termasuk ke dalam tipe II. Sorgum manis merupakan salah satu jenis sorgum dari

Tabel 5. Produksi etanol dunia tahun 2005.

Negara	2005 (juta gallon)
Amerika Serikat	4.264
Brasil	4.227
Cina	1.004
India	449
Perancis	240
Rusia	198
Jerman	114
Afrika Selatan	103
Spanyol	93
Inggris	92
Thailand	79
Ukraina	65
Kanada	61
Polandia	58
Indonesia	45
Argentina	44
Italia	40
Australia	33
Saudi Arabia	32
Jepang	30
Swedia	29
Pakistan	24
Filipina	22
Korea Selatan	17
Guatemala	17
Ekuador	14
Kuba	12
Meksiko	12
Nikaragua	7
Zimbabwe	5
Kenya	4
Mauritius	3
Swaziland	3
Lain-lain	710
Total	12.150

Sumber: <http://www.ethanolrfa.org/industry/statistics/#E>

subspesies *bicolor* yang memiliki kandungan gula pada batang yang tinggi. Sorgum manis serupa dengan sorgum biji, tetapi pertumbuhannya lebih cepat, produksi biomas lebih tinggi, adaptasi lebih luas, dan memiliki potensi sebagai bahan baku etanol (Reddy *et al.* 2007). Sorgum manis jika kandungan gula tanaman lebih dari 8 brix. Kandungan nira sorgum manis setara dengan nira tebu, tapi kandungan amilum dan asam akonitatnya tinggi (Tabel 6). Amilum tinggi menyebabkan kristalisasi gula kurang, sehingga gula yang dihasilkan berbentuk cair. Hal ini membuat sorgum manis lebih berpotensi digunakan sebagai bioetanol dibanding tebu. Selain itu, etanol sorgum manis emisinya

Tabel 6. Perbandingan komposisi nira sorgum manis dan nira tebu.

Komposisi	Nira sorgum	Nira tebu
Brix (%)	13,60-18,40	12-19
Sukrosa (%)	10-14,40	9-17
Gula reduksi (%)	0,75-1,35	0,48-1,52
Gula total (%)	11-16	10-18
Amilum (ppm)	209-1.764	1,50-95
Asam akonitat (%)	0,56	0,25
Abu (%)	1,28-1,57	0,40-0,70

Sumber: Dirjen Perkebunan *dalam* Sirappa (2003).

lebih bersih dari etanol tebu jika dicampur dengan bensin (gasohol) karena mengandung sedikit sulfur.

Di India, bioetanol sorgum digunakan sebagai bahan bakar untuk lampu penerangan (Noorie) yang menghasilkan 1.250-1.300 lumens atau setara dengan bola lampu 100 W, kompor masak dengan kapasitas panas 3 Kw, dan campuran bioetanol sorgum dengan bensin untuk bahan bakar kendaraan bermotor (Rajvanshi and Nimbkar 2005).

Pengembangan sorgum untuk bahan baku bioetanol di Indonesia sudah mulai dirancang sejak 2006. Untuk pemenuhan substitusi premium 10% diperlukan 3 kg biji sorgum yang dapat menghasilkan 1 liter etanol maka pada tahun 2010 dibutuhkan areal tanam sorgum seluas 3.377 ha dengan produksi 6.733 ton (Tabel 7).

Keunggulan etanol dari sorgum manis dibanding komoditas lain seperti tebu dan jagung dapat dilihat pada Tabel 8. Secara kuantitas, etanol sorgum manis lebih rendah daripada tebu, tapi hampir sama dengan jagung. Kelebihannya, biaya produksi lebih rendah, efisien dalam penggunaan air, dan umur panen lebih pendek dibanding tebu. Kelebihan lain adalah limbah sisa pembuatan etanol dapat dijadikan pakan ternak karena mempunyai kandungan vitamin dan miberal yang lebih tinggi dibanding limbah tebu. Dari segi agronomi, sorgum manis mempunyai kelebihan, antara lain kebutuhan benih hanya 4-5 kg/ha, sementara tebu 4.500-6000 kg stek.

Rendemen bioetanol dari biji sorgum tidak berbeda dengan jagung yang berkisar antara 2,5-3,0 kg biji/ha (Tabel 9).

Sejauh ini belum ada varietas unggul sorgum manis yang telah dilepas. Namun, pemuliaan sorgum manis sudah dilakukan. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) telah meneliti potensi sorgum manis sebagai bahan baku gula. Hasil penelitian menunjukkan kualitas nira sorgum manis berpotensi sebagai bahan baku gula, tetapi kandungan amilum dan asam akonitat yang

Tabel 7. Rencana pengembangan sorgum sebagai sahan baku bioetanol.

Kegiatan	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2020	2025
Kebutuhan premium (juta kl)	17,17	18,37	19,66	21,00	22,51	31,57	44,28	62,11
Substitusi gasohol (ribu kl)	171,7	183,7	196,6	210,0	225,1	315,7	442,8	621,1
Pemenuhan 1% (kl)	1,717	1,837	1,966	2,100	2,251	3,157	4,428	6,211
<i>On farm</i>								
- Produksi (t)	5.151	5.511	5.898	6.300	6.753	9.471	13.284	18.633
- Areal tanam (ha)	2.576	2.756	2.949	3.150	3.377	4.736	6.642	9.317

Sumber: Direktorat Jenderal Tanaman Pangan 2006.

Tabel 8. Karakteristik sorgum manis, tebu, dan jagung.

Uraian	Sorgum manis	Tebu	Jagung
Umur panen (bulan)	4	12	4
Kebutuhan air (m ³)	4.000	36.000	8.000
Hasil biji (t/ha)	2,0	-	3,5
Etanol dari biji (l/ha)	760	-	1.400
Hasil biomas batang (t/ha)	35	75	45
Etanol dari batang (l/ha)	1.400	5.600	0
Etanol dari residu (l/ha)	1.000	3.325	1.816
Total etanol (l/ha)	3.160	8.925	3.216
Biaya produksi (US\$/ha)	220	995	272

Sumber: ICRISAT 2007

Tabel 9. Hasil fermentasi biji sorgum menggunakan yeast Haken No. 1.

Galur/varietas	Lama fermentasi (jam)	Total gula awal (%)	Total gula akhir (%)	Bioetanol dalam broth (%)	Rendemen (kg biji/l bioetanol)
Kawali	72	16,08	1,74	8,8	2,32
B100	72	17,38	1,59	9,9	2,76
Sorgum manis lokal	72	16,07	1,56	8,9	2,83

Sumber: Yudiarto (2005)

tinggi menghambat proses kristalisasi sehingga lebih berpotensi digunakan sebagai bahan baku bioetanol, gula merah dan industri fermentasi (Sudarijanto *et al.* 2007).

Data pada Tabel 10 menunjukkan bahwa pembuatan bioetanol dari sorgum manis membutuhkan tambahan tetes (sampai kadar gula 16%) untuk mendapatkan hasil optimal. Hasil akan rendah jika hanya menggunakan nira sorgum (6,9) dibanding penambahan tetes (10,6) dan tetes saja (10,3). Akan tetapi

efisiensi fermentasi nira sorgum tinggi (95,9) dibanding nira sorgum + tetes (92,6) (Tabel 11). Hal ini menunjukkan bahwa pembuatan bioetanol dari sorgum manis potensial dikembangkan dengan tetap menggunakan bahan baku tebu untuk meningkatkan hasil bioetanol. Pembuatan bioetanol sorgum manis sebagai alternatif bahan baku gula juga potensial dikembangkan terutama sambil menunggu waktu panen tebu. Kendala lain menurut Sudarijanto *et al.* (2007) dalam pembuatan bioetanol dari nira sorgum manis adalah *total sugar as invert* (TSAI) yang terkandung di dalamnya rendah, sehingga diperlukan tambahan kadar gula bahan fermentasi guna meningkatkan kadar bioetanol dalam cairan hasil fermentasi (% v/v).

Tabel 10. Kadar bioetanol hasil fermentasi nira batang sorgum manis dan tetes.

Ulangan	Kadar bioetanol cairan hasil fermentasi (% v/v)		
	Nira sorgum + tetes	Tetes	Nira sorgum
1	10,64	10,16	6,72
2	10,56	10,16	7,04
3	10,68	10,08	7,04
4	10,72	10,36	6,93
5	10,49	10,24	6,92
6	10,64	10,32	6,76
7	10,48	10,44	6,84
Rata-rata	10,6 ^a	10,25 ^b	6,92 ^c

Sumber: Kurniawan *dalam* Sudarijanto *et al.* (2007).

Tabel 11. Efisiensi fermentasi bioetanol dari bahan baku nira sorgum manis, tetes, dan campuran nira sorgum manis dan tetes.

Ulangan	Kadar bioetanol cairan hasil fermentasi (% v/v)		
	Nira sorgum + tetes	Tetes	Nira sorgum
1	93,37	84,65	93,66
2	94,61	85,27	95,28
3	95,73	83,78	98,33
4	93,22	86,89	96,80
5	91,22	84,63	98,47
6	90,66	85,18	91,32
7	89,30	86,63	97,24
Rerata	92,64 ^a	85,29 ^b	95,86 ^c

Sumber: Kurniawan *dalam* Sudarijanto *et al.* (2007).

Penelitian sorgum manis telah dimulai oleh Balitsereal pada tahun 1996, tetapi baru terbatas pada potensinya sebagai bahan gula. Penelitian untuk menghasilkan beberapa galur potensial yang memiliki kadar gula tinggi dimulai pada tahun 2006. Galur 1090 memiliki kandungan gula reduksi (%) tertinggi (53,9 cc). Kandungan gula tertinggi (3,5) pada biji diberikan oleh varietas lokal Selayar Hitam. Hasil evaluasi pada tahun 2007 menunjukkan parameter jumlah nira/batang tertinggi dihasilkan oleh galur 15016 dan lokal Buleleng Empok (39,5). Kadar gula tertinggi dihasilkan oleh galur 15105 C (12,5 brix) (Singgih *et al.* 2007). Beberapa galur/varietas lokal yang memiliki volume nira tinggi hanya sebagian yang memiliki kadar gula > 8 brix. Galur/varietas lokal dengan nilai brix yang tinggi volume niranya sedikit. Hal ini berarti diperlukan program pemuliaan lebih lanjut untuk meningkatkan volume nira batang dengan tingkat brix yang tinggi. Salah satunya adalah dengan pembuatan hibrida sorgum manis dari galur/varietas yang potensial sehingga dapat meningkatkan produksi bioetanol.

Fermentasi biji juga dapat menghasilkan bioetanol. Evaluasi pada 2007 di beberapa lokasi di Indonesia menunjukkan bahwa total biomas tertinggi dihasilkan oleh galur 15021 A (11,8 t/ha), kemudian diikuti varietas lokal Watar Hammu Putih (10,8 t/ha) (Tabel 12). Hasil bioetanol tertinggi diberikan oleh

Tabel 12. Rata-rata jumlah nira, kadar gula (brix) dan kadar tanin biji sorgum pada beberapa lokasi di Sulawesi Selatan 2007.

No. entry	Nama entry	Jumlah nira/batang (cc)	Kadar gula/batang (brix)	Kadar tanin biji/100 g (%)
45	15016	39,5	9,5	0,165
10	Buleleng Empok	39,5	10,5	0,077
50	1090 A	38,0	10,0	0,012
20	IK247-1-1	31,5	5,5	0,085
17	IS 181	31,0	5,5	0,289
19	67388	27,5	4,5	0,078
16	15051 A	27,5	6,5	0,080
5	Span 94018	26,5	5,5	0,111
3	15021 A	25,5	7,5	0,130
11	15108 B	25,5	7,5	0,199
25	1113 A	25,0	6,0	0,086
7	15003 A	23,5	4,0	0,140
37	15105 C	23,0	12,5	0,024
51	15011 A	22,5	7,0	0,173
13	15105 A	22,5	11,0	0,086
29	4-183 A (Putih)	20,0	7,5	0,016
47	1115 C	17,5	7,0	0,004
34	4-183 A (merah)	17,0	9,5	0,094
44	Lokal Jeneponto	16,5	5,5	0,165
48	1087 A	16,5	8,0	0,119

Data diolah dari Singgih *et al.* 2007.

Tabel 13. Rata-rata jumlah etanol, biomas tanaman dan hasil biji kering pada beberapa lokasi 2007*.

No.	No. Entry	Nama Entry	Etanol/kg batang (ml)	Biomas tanaman (t/ha)	Hasil biji kering (t/ha)
1	3	Watar hammu putih	342.6	10.8	2.05
2	17	15105 B	303.1	6.5	2.14
3	15	15020 A	259.8	6.8	1.70
4	16	1090 A	255.0	6.6	2.06
5	18	15021 A	253.6	11.8	1.89
6	7	15011 A	237.5	8.8	1.54
7	13	15011 B	196.6	6.7	1.94
8	4	4-183 A	193.5	8.6	2.43
9	14	15131 B	178.5	6.1	2.89
10	9	15019 B	172.3	6.7	2.52
11	6	15003 A	164.5	5.9	2.17
12	5	5-193 C	163.4	6.3	2.89
13	11	Selayar hitam	162.4	6.5	1.32
14	10	15105 D	156.6	8.0	1.80
15	20	Sorgum hitam	127.6	5.8	1.89
16	19	15108 B	116.0	8.2	1.90
17	12	15015 A	109.8	8.9	1.56
18	2	Buleleng merah	105.6	7.9	2.46
19	8	1115 C	98.7	9.1	1.21
20	1	15051 B	83.5	5.6	1.75

* = Data diolah dari Singgih *et al.* 2007.

varietas lokal Watar Hammu Putih sebesar ± 3.000 l/ha. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan varietas hibrida ICRISAT maupun varietas sorgum manis yang umum dikenal seperti Rio, Wray, dan Keller. Galur/varietas terpilih perlu dikembangkan dan dievaluasi lebih lanjut untuk dapat dilepas sebagai varietas unggul sorgum manis.

Program pembuatan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan perlu didukung oleh program pemuliaan sorgum manis dalam upaya menghasilkan varietas unggul yang memiliki biomas, kadar gula dan bioetanol tinggi, serta toleran terhadap cekaman lingkungan.

KESIMPULAN

Sorgum manis memiliki daya adaptasi yang luas dan mampu tumbuh baik pada lahan marginal, sehingga perlu mendapat perhatian untuk dikembangkan lebih lanjut, baik sebagai bahan pakan ternak maupun bahan baku bioetanol. Biaya produksi sorgum manis sebagai bahan baku bioetanol lebih rendah dibanding komoditas lain, dengan kualitas gasohol yang lebih baik. Limbah

sorgum dari pembuatan bioetanol masih bermanfaat sebagai pakan dan bahan baku industri furnitur. Pengembangan sorgum perlu didukung oleh program pemuliaan dalam upaya menghasilkan sorgum manis dengan kandungan bioetanol tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Beti, Y.K., A. Ispandi, dan Sudaryono. 1990. Sorgum. Monograf Balittan Malang No.5. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang . 25 p.
- De Wet, J.M.J. 1978. Systematics and evolution of sorghum sect. Sorghum (Gramineae). American Journal of Botany 65(4):477-484.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2006. Program pengembangan tanaman sorgum di Indonesia. Makalah Diskusi Prospek Sorgum dalam Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi. Serpong, 5 September 2006.
- Harlan, J.R., and J.M.J. de Wet. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. Crop Science 12(2):172-176.
- ICRISAT. Sweet sorghum: food, feed, fodder and fuel crop. ICRISAT.org/html/pdf. 12 Agustus 2007.
- Kurniawan, Y. 1982. Alkohol dan nira sorgum batang manis dan tetes. *Dalam* A. Sudarijanto *et al.* (Eds). Pengalaman pengembangan sorgum manis di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Pasuruan. 28 p.
- Rajvanshi and Nimbkar. 2005. Sweet sorghum R & D at the Nimbkar Agriculture Research Institute (NARI). *Dalam* S. Hoeman 2007. Workshop Peluang dan Tantangan Sorgum Manis sebagai Bahan Baku Bioetanol. Jakarta.
- Reddy, B.V.S., A.A. Kumar, and S. Ramesh. 2007. Sweet sorghum: a water saving bioenergy crop. ICRISAT. 12 p.
- Singgih, S. 2004. Teknologi produksi sorgum. Makalah Pelatihan Peningkatan Kemampuan Petugas Produksi Benih Serealia. Maros, 14-16 Juli 2004. Balitsereal.
- Singgih, S., M. Hamdani, A. Nur, dan M. A. Nawir. 2007. Perbaikan varietas sorgum untuk sumber bioetanol. Laporan akhir tahun 2007 Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros. 32 p.
- Singgih, Sumarny. 2006. Kajian pendahuluan berbagai plasma nutfah sorgum sebagai bahan bioteanol. Laporan akhir tahun 2006 koleksi, rejuvenasi, karakterisasi dan evaluasi plasma nutfah serealia. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

- Sirappa, M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *Jurnal Litbang Pertanian* 22(4):133-140.
- Suarni. 2004. Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan. *Jurnal Litbang Pertanian* 23(4):145-151.
- Sudarijanto, A., Sunantyo, dan S. Hadisaputro. 2007. Pengalaman pengembangan sorgum manis di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia. Pasuruan. 28 p.
- Yudiarto, M.A. 2006. Pemanfaatan sorgum sebagai bahan baku bioetanol. Makalah Diskusi Prospek Sorgum dalam Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi. Serpong, 5 September 2006.

Evaluasi Ketahanan Plasma Nutfah Gandum terhadap Hama *Sitophilus Zeamais*

A. Tenrirawe, Muslimah Hamdani, dan M.S. Pabbage
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

ABSTRAK

Sitophilus zeamais Motsch selain menyerang biji jagung juga menyerang biji serealia lain dalam penyimpanan, termasuk biji gandum. Salah satu strategi pengendalian kutu jagung (*S. zeamais*) adalah penggunaan varietas tahan. Bertujuan untuk mengevaluasi plasma nutfah gandum terhadap *S. zeamais*. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Hama dan Penyakit pada bulan Oktober-Desember 2005. Pengujian diawali dengan memasukkan 27 galur ke dalam freezer, memurnikan dan memperbanyak serangga *S. zeamais* sampai didapatkan sejumlah serangga *S. zeamais* yang berumur seragam. Selanjutnya diuji kemampuannya merusak biji-biji galur gandum dengan menginfestasikan lima ekor betina *S. zeamais* dan lima ekor jantan *S. zeamais* ke dalam wadah plastik yang berisi 25 g biji gandum. Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat galur gandum yang betul-betul tahan terhadap serangan *S. zeamais*, yaitu VEE/PJN//2*TUI CM112735-OTOPY-18M-020Y-010M-3Y-010M-3Y-OM-IKBY, HP 1731-(RAJLAXMIN)-01ND, HEI/5* CNO79//2* BDRL95 CMBW91MO2912H-OTOPY-22N-010N-010Y, dan NIAS, dengan indeks kerentanan berturut-turut 3,20, 4,94, 5,25, dan 5,53, kerusakan biji 7,5%, 8,56%, 12,29%, 16,99%, dan kehilangan bobot biji 1,27 g, 1,1 g, 1,55 g, dan 2,28g.

PENDAHULUAN

Gandum (*Triticum aestivum* L) adalah tanaman serealia yang cukup penting sebagai sumber karbohidrat dan protein. Prospek pengembangan tanaman gandum pada masa mendatang cukup baik karena beberapa daerah di Indonesia cocok untuk itu. Mencermati kebutuhan yang terus meningkat, pemulia tanaman mulai menaruh perhatian terhadap pengembangan gandum. Balai Penelitian Tanaman Serealia (Balitsereal) yang mendapat mandat untuk mengembangkan tanaman serealia mendatangkan sejumlah galur gandum dari CIMMYT di Meksiko dalam upaya pembentukan varietas unggul. Saat ini kegiatan tersebut sudah mencapai tahap pengembangan benih dan evaluasi Hasil penelitian menunjukkan terdapat lima galur gandum yang mempunyai potensi hasil tinggi, berkisar antara 5,32-5,72 t/ha (Muslimah *et al.* 2001; Muslimah dan Singgih 2004).

Selama penyimpanan, gandum dapat diserang oleh beberapa spesies hama gudang, seperti *Sitophilus zeamais* dan *Corsira cephalonica*. *S. zeamais* termasuk dalam ordo Coleoptera, famili Curculionidae, yang merupakan hama gudang utama pada komoditas sereal (Dobie *et al.* 1984). Tenrirawe (2004) melaporkan ada beberapa galur gandum yang tahan terhadap *S. zeamais* karena mengandung fenol yang tinggi. Lebih lanjut Tandibang *et al.* (2005) melaporkan bahwa pengendalian kumbang bubuk dengan *Agerantum conyzoides*, baik dalam bentuk minyak maupun dalam bentuk tepung, memberikan efek *repellent*.

Salah satu strategi pengendalian *S. zeamais* adalah merakit dan mengembangkan varietas gandum yang tahan *S. zeamais*, dimulai dari seleksi galur-galur yang mempunyai genetik yang tahan. Populasi hama *S. zeamais* dapat ditekan dengan memanfaatkan sifat resistensi yang mungkin ada pada gandum. Painter (1951) mengemukakan bahwa ada tiga mekanisme resistensi tanaman terhadap serangga, yaitu nonpreferensi, antibiosis, dan toleran.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan plasma nutfah gandum terhadap hama *S. zeamais*.

BAHAN DAN METODE

Evaluasi ketahanan plasma nutfah gandum terhadap hama kumbang bubuk dilaksanakan di laboratorium hama dan penyakit Balitsereal pada bulan Oktober-Desember 2005. Hama *S. zeamais* dibiakkan dalam populasi sekitar 200 ekor imago yang dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi jagung selama satu minggu untuk meletakkan telur, kemudian serangga tersebut dikeluarkan dengan harapan akan keluar serangga baru yang berumur seragam. Setelah penyimpanan kurang lebih satu bulan, muncul serangga baru yang berumur seragam untuk selanjutnya digunakan dalam penelitian.

Bahan genetik plasma nutfah gandum sebanyak 27 galur/varietas (Lampiran 1) terlebih dahulu disimpan dalam *freezer* selama dua minggu yang bertujuan untuk mematikan hama serangga gudang. Setiap galur ditimbang 25 g biji dan dimasukkan ke dalam wadah plastik yang tutupnya diberi kain kasa, diinfestasi-kan *S. zeamais* masing-masing lima ekor jantan dan lima ekor betina yang berumur seragam yang diambil dari hasil perbanyakan, kemudian disimpan sampai serangga baru keluar. Rancangan yang digunakan adalah acak lengkap dan diulang tiga kali. Pengamatan dimulai pada saat imago *S. zeamais* muncul pertama kali, dan pengamatan berikutnya dilakukan setiap dua hari. Untuk mencegah terjadinya infestasi generasi kedua, semua imago yang muncul dikeluarkan dari wadah. Pengamatan terus dilakukan sampai tidak ada lagi imago yang muncul. Pengamatan dilakukan terhadap indeks kerentanan, kerusakan biji, dan kehilangan bobot biji.

Indeks Kerentanan

Indeks kerentanan dihitung menurut indeks Dobie (1977), dengan persamaan:

$$SI = \frac{\ln F \times 100}{DME}$$

SI : Indeks kerentanan

Ln : Logaritma biasa

F : Jumlah total projeni F1

DME : Waktu perkembangan F1 (Gudrups *et al.* 2001).

Kerusakan Biji

Setelah imago *S. zeamais* muncul seluruhnya dari biji perlakuan, jumlah biji rusak dihitung. Kerusakan biji diduga dengan metode Bergvinson (2002):

$$\text{Kerusakan biji} = \frac{\text{Biji rusak}}{\text{Total biji}} \times 100\%$$

Kehilangan Bobot Biji

Setelah semua imago *S. zeamais* muncul, jumlah dan bobot masing-masing biji utuh dan rusak diamati. Kehilangan bobot biji untuk setiap varietas/galur diduga dengan metode “hitung dan timbang” (Adam and Schulten 1978), dengan persamaan:

$$\text{Kehilangan bobot biji} = \frac{(Und) - (Dnu)}{U(Nd + Nu)} \times 100\%$$

U : Bobot biji utuh

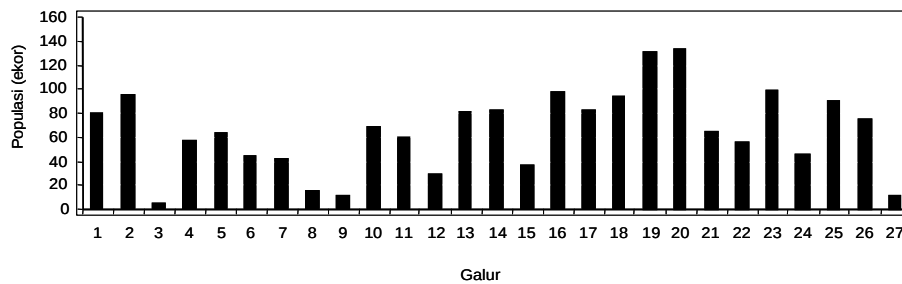
Nu : Jumlah biji utuh

D : Bobot biji rusak

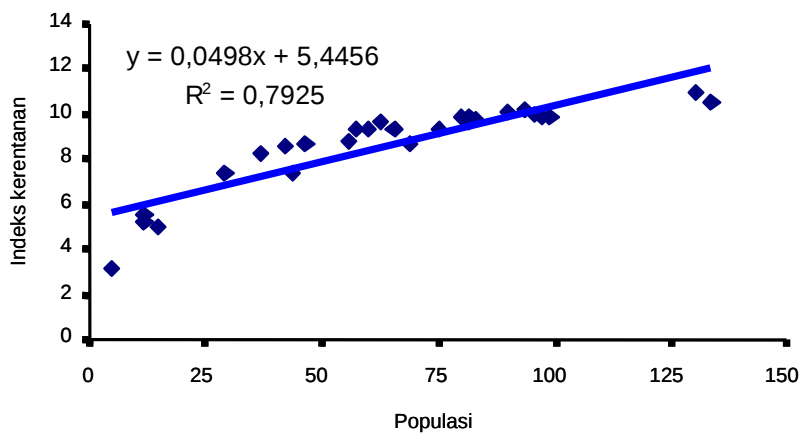
Nd : Jumlah biji rusak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks kerentanan berkorelasi dengan faktor resistensi genetik seperti jumlah populasi baru F1, hilangnya bobot biji, dan kerusakan biji. Rata-rata populasi F1 *S. zeamais* yang dihasilkan berkisar antara 5-134 ekor. Populasi F1 yang tinggi dihasilkan oleh 23 galur dan terendah pada empat galur (Gambar 1). Tingkat populasi F1 berkaitan erat dengan tingkat kerentanan.



Gambar 1. Populasi F1 *S. zeamais* pada beberapa galur gandum.

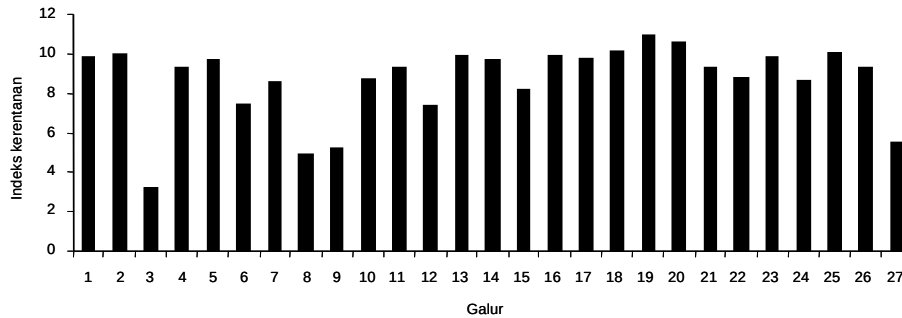


Gambar 2. Korelasi antara indeks kerentanan beberapa galur gandum dengan populasi F1 *S. zeamais*.

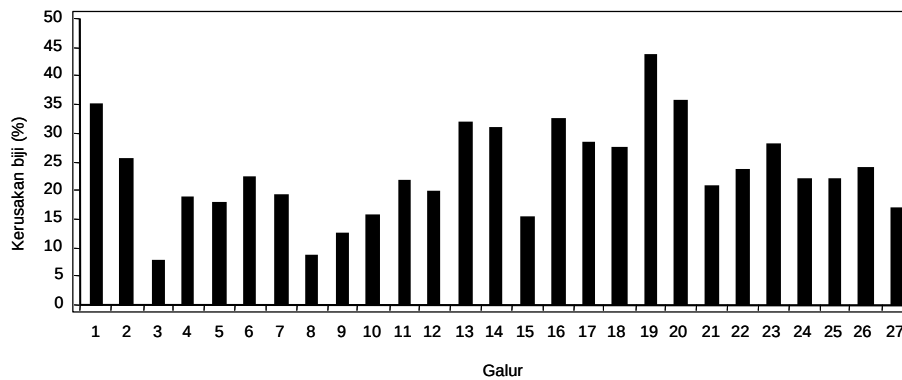
Meningkatnya populasi F1 menyebabkan semakin berat infestasi hama dan semakin tinggi indeks kerentanannya. Dengan kata lain, semakin peka galur/varietas tersebut terhadap *S. zeamais*, semakin positif korelasi antara indeks kerentan dengan populasi F1 *S. zeamais* (Gambar 2).

Terdapat perbedaan yang nyata kerentanan galur/varietas terhadap *S. zeamais* dengan nilai indeks kerentanan, yaitu 3,20, 4,94, 5,25, dan 5,53 masing-masing pada galur/varietas nomor tiga, delapan, sembilan, dan 27 (Gambar 3).

Galur dengan nilai indeks kerentanan rendah secara langsung memiliki sifat ketahanan akibat faktor intrinsik (Shazali 1987), atau secara tidak langsung tidak disukai sebagai tempat meletakkan telur. Menurut Adentuji (1988), jumlah serangga dewasa F1 merupakan akibat dari antibiosis dan berkorelasi dengan jumlah telur yang diletakkan oleh *S. zeamais*, bergantung pada ketidaksuksesannya untuk melakukan oviposisi.



Gambar 3. Indeks kerentanan beberapa galur gandum terhadap *S. zeamais*.

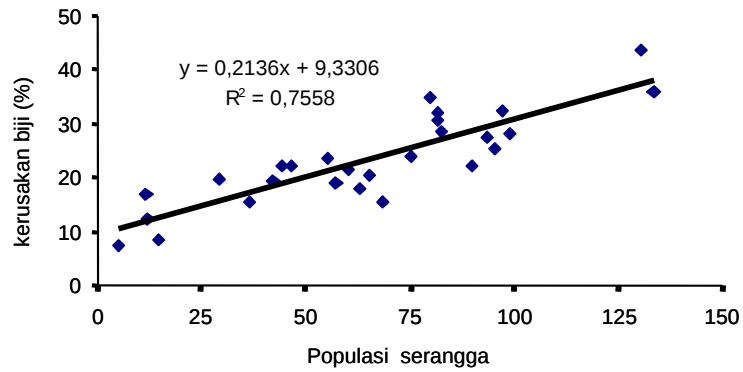


Gambar 4. Kerusakan biji beberapa galur gandum oleh *S. zeamais*.

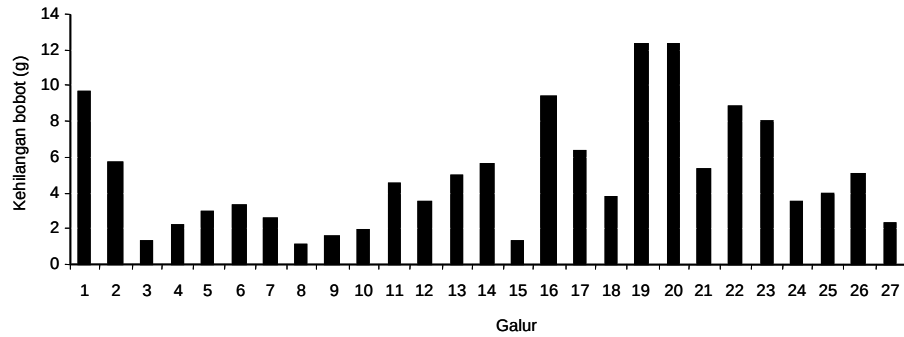
Dobie (1974) melaporkan bahwa semakin rendah indeks kerentanan semakin tahan galur tersebut terhadap *S. zeamais*. Jika indeks kerentanan di bawah 7, maka galur/varietas tersebut tahan terhadap *S. zeamais*.

Pada Gambar 4 terlihat ada empat galur/varietas menunjukkan persentase kerusakan biji relatif rendah, yaitu galur nomor tiga, delapan, sembilan, dan 27. Hal ini merupakan dampak dari jumlah progeni baru (F1) yang dihasilkan lebih rendah sehingga tingkat kerusakan biji juga rendah. Tingkat kerusakan biji berkorelasi positif dengan progeni baru (F1) yang dihasilkan (Gambar 5). Rendahnya tingkat kerusakan biji juga dapat disebabkan oleh komposisi kimia biji.

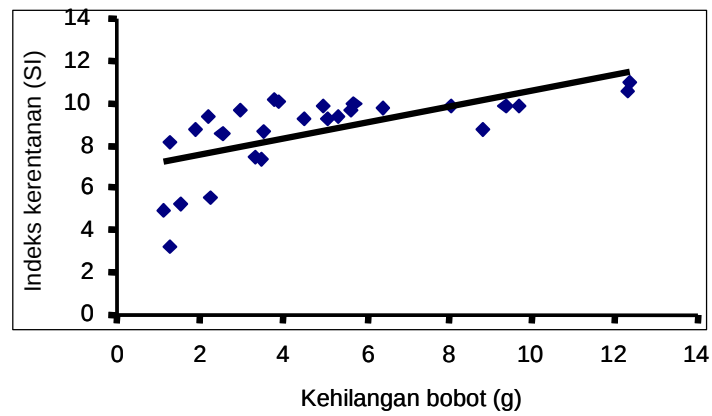
Kossou *et al.* (1993) melaporkan, varietas lokal yang secara konsisten menunjukkan jumlah progeni F1 lebih sedikit dari varietas yang disilangkan dengan biji yang lunak. Gudrups *et al.* (2001) melaporkan bahwa peningkatan ukuran biji yang dikombinasikan dengan karakteristik lainnya seperti tekstur biji, menurunkan tingkat kerentanan tanaman gandum terhadap kumbang *S. zeamais*.



Gambar 5 Korelasi antara Kerusakan biji dengan populasi F1 *S. zeamais*



Gambar 6. Kehilangan bobot biji beberapa galur gandum.



Gambar 7. Korelasi antara indeks kerentanangandum terhadap *S. zeamais* dengan kehilangan bobot biji.

Kehilangan bobot biji berkolerasi positif dengan indeks kerentanan galu terhadap *S. zeamais*. Galur nomor tiga, delapan, sembilan, dan 27 menunjukkan indeks kerentanan yang rendah dan kehilangan bobot biji akibat serangan *S. zeamais* juga rendah dibandingkan galur lainnya (Gambar 6 dan 7).

KESIMPULAN

Dari 27 galur gandum yang diuji ketahanannya terhadap hama *S. zeamais*, empat di antaranya menunjukkan ketahanan yang tinggi, yaitu VEE/PJN//2*TUI CM112735-OTOPY-18M-020Y-010M-3Y-010M-3Y-OM-IKBY (3), HP1731-(RAJLAXMIN)-01ND (8), HEI/5*CNO79//2* BDRL95CMBW91 MO2912H-OTOPY-22N-010N-010Y (9), dan NIAS (27). Ketahanan tersebut terlihat pada rendahnya indeks kerentanan, kerusakan biji, dan kehilangan bobot biji gandum. Indeks kerentanan keempat galur berkisar 3,20-5,53, kerusakan biji 7,5-17%, dan kehilangan bobot biji 1,27-2,28 g.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, J.M. and G.M. Schulten. 1978. Losses caused by insect, mites and microorganisms. *In*: K.L. Haris and C.J. Lindblad (*Eds*). Post-harvest grain loss assesment methods. Minesota, AACC. p. 83-93.
- Adetunji, J.F. 1988. A Study of the resistance of some sorghum seed cultivars to *Sitophilus orizae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Stored Products Reserch* 24:67-71.
- Bergvinson, D. 2002. Post harvest training manual. major insect pest maize in stored. CIMMYT, Mexico.
- Dahlan M., J. Rujianto, Murdiant,o dan M. Yusuf. 2003. Usulan pelepasan varietas gandum. Balai Penelitian Tanaman Sereal. Balitsereal. Maros.
- Dobie, P. 1974. The laboratory essessment of the inherent suscepibility of maize variety the postharvest by *S. zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Stored Prod. Res.* 10:183-197.
- Dobie, P. 1977. The contribution of the tropical stored product center to the study of insect resistance in stored maize. *Trop. Stored Prod. Inf.* 34:7-22.
- Dobie, P. 1974. The laboratory essessment of the inherent suscepibility of maize variety the postharvest by *S. zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Stored Prod Res* 10:183-197.

- Gudrups, I., F. Sien, G.K. Jennifer, A.B.P. Nilsa, and J.E. Orchard. 2001. A comparison of two methods of assessment of maize varietal resistance to maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky and the influence of kernel hardness and size on susceptibility. *Stored Prod. Res.* 37:187-202.
- Muslimah, H., Sriwidodo, Ismail, dan M. Dahlan. 2001. Evaluasi galur terigu introduksi dari CIMMYT. *Prosiding Kongres IV dan Simposium Nasional PERIPI*.
- Muslimah, H. dan S. Singgih. 2004. Pengembangan benih gandum. *Makalah Workshop Pengembangan Benih Komoditas Baru (Padi Hibrida/PTB dan Gandum)*.
- Kossou, D.K., J.H. Mareck, and N.A. Bosque-Perez. 1993. Comparison of improved and local maize varieties in the Republic of Benin with emphasis on susceptibility to *Sitophilus zeamais* Motschulsky. *Stored Products Research* 29:333-343.
- Painter, R.H. 1951. *Insects Resistance in Crops Plants*. The University Press of Kansas Lawrence and London.
- Shazali MEH. 1987. Relative Susceptibility of store sorghum varieties to *Sitophilus oryzae* (L.) and *Sitotroga cerealella* (Oliv) *Beitrage Tropical Landwirtsch Veterinarmed* 25:61-67.
- Tandiabang, J. 1998. Kehilangan hasil jagung oleh kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* pada berbagai umur simpan dan wadah penyimpanan. *Hasil Penelitian Hama dan Penyakit Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia*. Maros.
- Tandiabang, J., Suarni, Masmawati, S. Saenong, dan W. Wakman. 2005. Aplikasi Pestisida nabati yang efektif untuk hama gudang *Sitophilus zeamais*. *Laporan hasil penelitian hama dan penyakit*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.
- Tenrirawe, A. 2004. Seleksi ketahanan berbagai varietas/galur jagung dengan kandungan protein tinggi terhadap *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). *Tesis*.

Lampiran 1. Galur pedigree gandum, 2005.

No	Galur/pedigree
1	KAUZ/WEAVERCMSS93Y00076S-1DH-1B-0100B-OHTY
2	KAUZ/RAYONCRG2756.1-OB-099Y-099M-24Y-0B-OHTY
3	VEE/PJN//2*TUICM112735-OTOPY-18M-020Y-010M-3Y-010M-3Y-OM-1KBY
4	KAUZ*2//SAP/MON/3/KAUZCRG969-2Y-010M-OY-OHTY
5	DEBEIRAH21720I- ND
6	BAW898CM92354-33M-OY-OM-6Y-OB-OBGD
7	KANCHAN-OBGD
8	HP 1731-(RAJLAXMIN)-01ND
9	HEI/5*CNO79//2*BDRL95CMBW91MO2912H-OTOPY-22N-010N-010Y
10	PFAU/WEAVERCMBW90M4-30-OY-OHTY
11	CAZO/KAUZ//KAUZCMBW90Y3284-OTOPM-14Y-010M-010M-010Y-6M-015Y-OY
12	WL6718//2*PRL/VEE#6CMBW91M03359M-OTOPY-26M-4Y-010M-5KBY-2KBY-OM-OKBY-OHTY
13	W462/VEE/KEL/3/PEG/MRL/BUCCMBW91M03389T-OTOPY-13M-1Y-010M-4KBY-5KBY-OM-OKBY-OHTY
14	OASIS/KAUZ//4*BCNCMSS93Y04054M-1M-OY-OHTY
15	KAUZ*2/BOW//KAUZCRG905-13Y-010M-OY-OHTY
16	ALTAR 84/AE.SQUARROSA (219)//3*ESDACNSS92Y01875M-16Y-010M-O10Y-4KBY-6M-OY-OHTY
17	W462/VEE/KEL/3/PEG/MRL/BUCCMBW91M03389T-OTOPY-13M-1Y-010M-1KBY-4KBY-OM-OKBY-OHTY
18	IAS62/ALDAN//2*SKAUZCMBW91M03458M-OTOPY-22M-2Y-010M-2KBY-1KBY-OM-OKBY- OHTY
19	LAJ3302//CMH73A.497/3*CN079CMSS92Y00 77S-030Y-015M-OY-OY-2M-OY-OHTY
20	FANG 60/SERI-21USA-OY-OHTY-OB
21	TEPOCA/RABECMBW91MO435354S-27M-010Y-03M-OY-5M-OY-OHTY
22	NL623 -ONPL
23	PICUS/4/CS5A/5RL-1//BUC/BJY/3/ALD/PVN/5/CMSS92Y01915T-7Y-010M-010Y-3KBY-1M-OY-OHTY
24	SKAUS*82/PRLI 1/CM65531CWBW91M02698F-OTOPY-14M-010Y-010M-010Y-4Y-OM-OHTY
25	LAJ3302/2*BORL95CMSS92Y01624T-10Y-010M-010Y-010Y-3M-OY-OHTY
26	DEWATA/DWR162
27	NIAS

Telaah Hasil Penelitian Tanaman Pangan di Lahan Rawa dan Kendala Pengembangannya di Provinsi Jambi

Nur Imdah Minsyah

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jambi

ABSTRAK

Untuk ketahanan pangan dalam jangka panjang, pemanfaatan lahan marginal seperti lahan pasang surut dan lebak merupakan pilihan yang tepat karena: (1) telah terjadi penyusutan lahan pertanian yang subur terutama di sentra produksi pangan nasional dan diperkirakan akan terus berlangsung karena alih fungsi lahan untuk berbagai keperluan, dan (2) tersedia cukup luas bagi pengembangan usaha pertanian, termasuk tanaman pangan. Untuk pengembangan lahan rawa pasang surut dan lebak sebagai areal pertanian tanaman pangan telah tersedia teknologi usahatani yang memadai dan layak dikembangkan. Di lain pihak, untuk menjadikannya sebagai kawasan pengembangan usaha pertanian, berbagai faktor pembatas harus diatasi secara sistematis dan terkoordinasi.

PENDAHULUAN

Berkurangnya lahan pertanian subur menyebabkan pengembangan pertanian diarahkan pada pemanfaatan lahan marginal seperti lahan rawa pasang surut dan lahan rawa lebak yang luasnya diperkirakan 33,4 juta ha, 9 juta ha di antaranya berpotensi dikembangkan sebagai areal pertanian (Widjaja *et al.* 1992). Menurut Suryana (2004), lahan rawa tergolong lahan marginal sehingga pemanfaatannya untuk pertanian merupakan pilihan terakhir.

Guna mendukung pengembangan lahan rawa sebagai areal pertanian, Badan Litbang Pertanian melalui unit pelaksana teknisnya yang ada di daerah, terutama Balai Penelitian Lahan Rawa (Balitra), maupun melalui proyek penelitian dan pengembangan seperti SWAMPS-II dan ISDP telah melakukan serangkaian penelitian dan pengkajian. Melalui penelitian dan pengkajian yang intensif dan terarah telah menghasilkan berbagai inovasi teknologi spesifik lahan rawa pasang surut dan lebak. Inovasi teknologi tersebut telah mengubah citra lahan rawa sebagai lahan marginal menjadi lahan produktif (Ananto dan Alihamsyah 2000). Namun untuk pengembangannya dalam skala yang luas dihadapkan pada berbagai permasalahan yang memerlukan penanganan dan pendekatan secara holistik, sistematis dan terpadu, dengan koordinasi yang harmonis dari instansi terkait.

Salah satu provinsi yang memiliki agroekosistem lahan rawa yang cukup luas adalah Jambi yaitu 684.000 ha, dan yang dapat dimanfaatkan sebagai areal pertanian seluas 246.481 ha, terdiri atas 206.852 ha lahan pasang surut dan 40.521 ha lahan lebak (Sastraatmaja dan Achmad 2000). Walaupun lahan rawa di provinsi ini tidak seluas di provinsi lainnya seperti Kalimantan Selatan, Sumatera Selatan, dan Riau, tetapi bila dimanfaatkan secara optimal maka bukan hanya dapat memberikan sumbangan bagi upaya provinsi ini dalam peningkatan produksi tanaman pangan di wilayah Jambi tetapi juga dapat memberikan sumbangan yang berarti bagi peningkatan produksi nasional (Disperta Provinsi Jambi 2005).

BATASAN DAN PENGGELOMPOKAN LAHAN RAWA

Lahan rawa terdiri atas lahan pasang surut dan lebak. Lahan pasang surut adalah lahan rawa yang dalam proses pembentukannya dipengaruhi oleh gerakan pasang surut air laut, terletak di bagian muara sungai atau di sepanjang pantai; sedangkan lahan lebak adalah lahan rawa yang dalam proses pembentukannya tidak dipengaruhi oleh gerakan pasang surut air laut melainkan dipengaruhi oleh banjir air sungai atau genangan air hujan, terletak di bagian tengah dan hulu sungai (Sugeng 1992 dalam Djafar 2004).

Berdasarkan tipologinya lahan pasang surut dikelompokkan menjadi empat tipologi utama, yaitu: (1) lahan potensial; (2) lahan sulfat masam; (3) lahan gambut; dan (4) lahan salin (Widjaja *et al.* 1992). Pengelompokan lahan pasang surut tersebut masih bersifat umum, sehingga menyulitkan alih teknologi dalam satu tipologi lahan. Oleh karena itu perlu pengelompokan lahan yang lebih spesifik (Tabel 1).

Berdasarkan tipe luapan air, lahan pasang surut dipilah menjadi (1) tipe luapan A, yaitu lahan selalu terluapi air pada waktu pasang besar maupun pasang kecil; (2) tipe luapan B, lahan hanya terluapi oleh air pasang besar; (3) tipe luapan C, lahan tidak terluapi air pasang, baik pasang besar maupun pasang kecil, tetapi permukaan air tanah kurang dari 50 cm; dan (4) tipe luapan D, lahan tidak terluapi oleh air pasang baik pasang besar maupun pasang kecil, tetapi permukaan air tanah berada pada kedalaman lebih dari 50 cm (Gambar 1).

Pengelompokan tipologi lahan lebak didasarkan ketinggian dan lama genangan air: (1) lebak dangkal yaitu lahan yang kedalaman maksimum genangan airnya 50 cm dan lama genangan kurang dari 3 bulan; (2) lebak tengahan yaitu lahan yang kedalaman genangan airnya berkisar antara 50-100 cm dan lama genangan 3-6 bulan; dan (3) lebak dalam yaitu lahan yang kedalaman genangan airnya lebih dari 100 cm dan lama genangan berlangsung paling sedikit 6 bulan (Gambar 2).

Tabel 1. Tipologi lahan pasang surut versi lama dan baru.

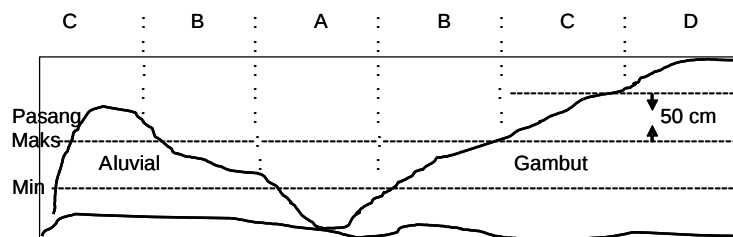
Tipologi lahan versi lama		Tipologi lahan versi baru		Lapisan ¹⁾ pirit/gambut (cm)
Kode	Tipologi	Kode	Tipologi	
SM	Sulfat masam	SMP-1	Aluvial bersulfida dangkal	<50
P	Potensial	SMP-2	Aluvial bersulfida dalam	50-100
P/A	Potensial	SMP3/A	Aluvial bersulfida sangat dalam	>100
SM	Sulfat masam	SMA 1	Aluvial bersulfat 1	<100
SM	Sulfat masam	SMA 2	Aluvial bersulfat 2	<100
SM	Sulfat masam	SMA 3	Aluvial bersulfat 3	>100
G-0	Lahan bergambut	HSM	Aluvial bersulfida dangkal bergambut	<50 (1)
G-1	Gambut dangkal	G-1	Gambut dangkal	50-100
G-2	Gambut sedang	G-2	Gambut sedang	100-200
G-3	Gambut dalam	G-3	Gambut dalam	200-300
G-4	Gambut sangat dalam	G-4	Gambut sangat dalam	>300

SMA 1: Belum memenuhi ciri horizon sulfirik, pH > 3,5 dan sering tampak bercak berpirit

SMA 2: Menunjukkan adanya ciri horizon sulfirik

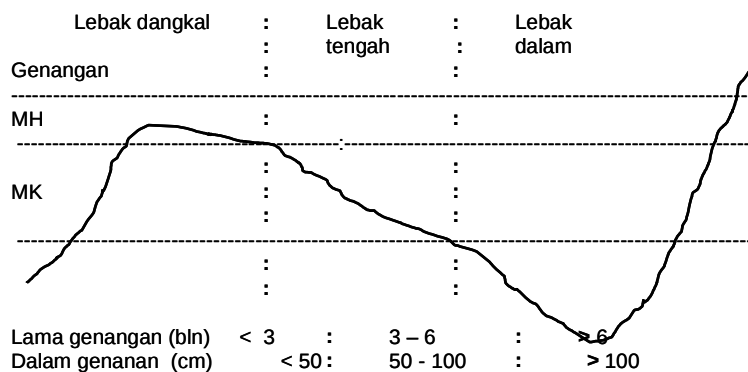
(1) Diukur mulai dari permukaan tanah mineral

Sumber: Widjaja Adhi (1995) dalam E. Ananto dan Trip Alihamsyah (2000)



Gambar 1. Klasifikasi lahan pasang surut berdasarkan luapan pasang maksimum (*spring tide*) dan pasang minimum (*nepe tide*).

Sumber: Widjaja Adhi *et al.* (1992)



Gambar 2. Klasifikasi lahan lebak (rawa nonpasang surut) berdasarkan lama dan dalam genangan air.

Sumber: Widjaja Adhi (1992)

PENATAAN LAHAN DAN PENGELOLAAN AIR

Penataan lahan dan pengelolaan air merupakan kunci utama keberhasilan pemanfaatan lahan rawa untuk pertanian. Baik pada lahan pasang surut maupun lahan lebak, penataan lahan yang dianjurkan adalah: (1) sebagai lahan sawah; (2) sebagai sawah surjan; dan (3) sebagai lahan tegalan atau lahan kering. Arahan penataan lahan disesuaikan dengan tipologi dan tipe luapan air untuk lahan pasang surut, sedangkan untuk lahan lebak disesuaikan dengan ketinggian maksimum dan lama genangan air.

Pada lahan pasang surut, untuk semua tipologi lahan yang bertipe luapan A, penataan lahan sebagai sawah, yang bertipe luapan B dan C sebagai sawah, surjan atau tegalan, dan yang bertipe luapan D sebagai tegalan atau lahan kering. Lahan lebak dangkal dengan jenis tanah mineral ditata sebagai tegalan, surjan atau tukungan. Lahan lebak tengahan dengan jenis tanah mineral ditata sebagai sawah, tegalan, atau surjan. Lahan gambut ditata sebagai tegalan dan yang tanahnya bergambut ditata sebagai sawah, tegalan, atau tukungan. Lahan lebak dalam dapat ditata sebagai sawah.

Lahan yang ditata sebagai surjan memiliki beberapa kelebihan dibanding sebagai sawah dan tegalan, yaitu: (1) stabilitas hasil tanaman terutama padi lebih mantap; (2) pengolahan tanah dan pemeliharaan tanaman lebih mudah; (3) intensitas tanam lebih tinggi; (4) kemungkinan diversifikasi lebih besar; dan (5) risiko kegagalan lebih kecil (Waluyo *et al.* 2005).

Ukuran surjan disesuaikan dengan jenis tanaman yang akan diusahakan. Bila pada guludan akan diusahakan tanaman tahunan seperti jeruk dan kelapa, perbandingan lebar guludan dan tabukan harus disesuaikan. Pada prinsipnya tanaman tahunan yang akan ditanam pada bagian guludan tidak mengganggu atau menghambat pertumbuhan tanaman semusim, baik yang ditanam pada guludan itu sendiri maupun pada bagian tabukan. Ukuran surjan yang dianjurkan pada lahan pasang surut berdasarkan tipologi lahan dan kedalaman air tanah disajikan pada Tabel 2. Untuk menjamin keberhasilan usahatani di lahan pasang surut dan lebak diperlukan pengelolaan air dan tanah dengan tepat. Pengelolaan air di lahan rawa mencakup: (1) pemanfaatan air pasang untuk pengairan; (2) mencegah akumulasi garam-garam pada daerah perakaran tanaman; (3) mencuci zat yang meracuni tanaman; (4) mengatur tinggi genangan dan permukaan air tanah guna menghindari oksidasi pirit pada tanah sulfat masam, dan; (5) mencegah penurunan muka tanah yang terlalu cepat, terutama pada tanah gambut.

Arah penataan lahan erat kaitannya dengan jenis tanaman dan pola tanam yang akan diterapkan serta orientasi usahatani. Lahan pasang surut dengan tipe luapan A, penataannya diarahkan sebagai sawah, jenis tanaman yang dapat diusahakan sangat terbatas yaitu padi dengan intensitas tanam dua kali setahun.

Tabel 2. Ukuran surjan yang dianjurkan di lahan pasang surut.

Tipologi lahan/ kedalaman air tanah	Tipe luapan	Lebar tabukan (m)	Lebar guludan (m)	Tinggi guludan (m)
Lahan potensial				
-	B	14	6	0,6
Air tanah < 15 cm	C	14	6	0,6
Air tanah 15-30 cm	C	14	6	0,6-0,8
Air tanah 30-45 cm	C	12-14	6	0,8
Lahan sulfat masam				
-	B	14	6	0,6
Air tanah < 15 cm	C	14	6	0,6
Air tanah > 15 cm	C	*	*	*
Lahan gambut dangkal				
-	B	8	6	0,7
Air tanah < 30 cm	C	8	6	0,7
Air tanah > 30 cm	C	*	*	*

* Sebaiknya tidak disurjan

Sumber: Ismail *et al.* (1993)

Tabel 3. Sistem penataan lahan pasang surut berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air yang dianjurkan.

Tipologi lahan	Tipe Luapan air			
	A	B	C	D
Potensial	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/surjan/tegalan	Sawah/tegalan/kebun
Sulfat masam	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/surjan/tegalan	Sawahtegalan/kebun
Bergambut	Sawah	Sawah/surjan	Sawah/tegalan	Sawah/tegalan/kebun
Gambut dangkal	Sawah	Sawah	Tegalan/kebun	Tegalan/kebun
Gambut sedang	-	Konservasi	Tegalan/perkebunan	Perkebunan
Gambut dalam	-	Konservasi	Tegalan/perkebunan	Perkebunan
Salin	Sawah/ tambak	Sawah/ tambak	-	-

Sumber: Alihamsyah 2003.

Lahan bertipe luapan B, C, dan D dapat ditanami dengan lebih banyak tanaman, sehingga petani memiliki banyak pilihan, bergantung pada kemampuan dan orientasi usahatani (Tabel 3). Hal yang relatif sama juga terjadi pada lahan lebak (Tabel 4). Bagi petani yang memiliki kemampuan tinggi (pengetahuan, keterampilan dan modal) yang berorientasi kepada produksi dan pendapatan yang tinggi akan memilih jenis tanaman dengan nilai ekonomi tinggi.

Tabel 4. Pola penataan lahan lebak berdasarkan tipe lahan dan jenis tanah.

Jenis tanah	Tipe lahan		
	Lebak dangkal	Lebak tengahan	Lebak dalam
Tanah Mineral	Tegalan, surjan, tukungan	Sawah, tegalan, surjan	Sawah
Tanah Gambut	Tegalan	Tegalan	Sawah
Tanah Mineral bergambut	Tegalan, surjan, tukungan	Sawah, tegalan, tukungan	Sawah

Sumber: Achmadi dan Las 2006.

POTENSI HASIL TANAMAN PANGAN

Dengan menggunakan varietas unggul spesifik lokasi, penataan lahan dan pengelolaan air yang baik, pemberian pupuk sesuai kebutuhan tanaman dan pengendalian OPT, hasil tanaman pangan utama relatif lebih tinggi dibanding hasil yang didapat petani (Tabel 5). Selain perbedaan komponen teknologi, senjang hasil antara di tingkat petani dan tingkat penelitian diperlebar oleh perbedaan kehilangan hasil di tingkat petani yang relatif tinggi berkisar antara 10-15% (Raharjo *et al.* 2004).

Varietas padi yang sesuai dikembangkan di lahan pasang surut antara lain Kapuas, Cisanggarung, Cisadane, Cisokan, IR64, IR42, Banyuasin, Batanghari, Sei Lalan, Musi, Dendang, Barito, Mahakam, Nagara, dan Tapus. Pengalaman selama ini menunjukkan varietas padi IR64, IR42, IR.36, Cisokan, Batanghari, Sei Lalan, dan Indragiri dapat tumbuh dengan baik dengan hasil yang cukup tinggi berkisar antara 3-5 t/ha. Varietas lokal yang direkomendasikan untuk dikembangkan dalam skala luas antara lain adalah Talang, Gelombang, dan Cheko yang bila dipupuk sesuai dengan anjuran dapat berproduksi sekitar 4 t/ha (Sastraatmaja dan Achmad 2003).

Tanaman palawija dan hortikultura umumnya merupakan tanaman penunjang, walaupun di beberapa wilayah pasang surut seperti di Karang Agung Tengah Sumatera Selatan yang lahannya bertipologi sulfat masam, palawija menjadi tanaman utama (Wayan *et al.* 1994). Dengan menerapkan teknik budi daya yang sesuai beberapa tanaman palawija utama seperti kacang tanah, kedelai dan jagung dapat berproduksi cukup baik. Jagung varietas Arjuna yang ditanam secara tumpang sari dengan kedelai menghasilkan 2,2-2,9 t/ha, dan kedelai varietas Wilis memberi hasil 1,4 t/ha.

Agar dapat memberikan hasil yang tinggi di lahan pasang surut, tanaman padi perlu dipupuk dengan takaran yang berbeda setiap tipologi lahan (Tabel 6). Untuk tanaman palawija, takaran pupuk relatif sama untuk semua tipologi lahan, hanya pada lahan sulfat masam dan bergambut perlu pemberian kapur

Tabel 5. Hasil tanaman pangan utama di lahan pasang surut dan lebak.

Tanaman	Hasil (t/ha)	
	Potensi ^{a)}	Petani ^{b)}
Padi sawah (GKG)	3,0-5,0	1,0-2,0
Padi gogo (GKG)	2,0-4,0	0,7-1,5
Jagung (pipilan kering)	2,0-4,0	1,0-1,5
Kedelai (biji kering)	0,8-1,8	0,4-0,9
Kc. tanah (biji kering)	1,4-2,7	-

Sumber: ^{a)} Sastraatmaja *et al.* (1993) dan Waluyo *et al.* (2004)

^{b)} Berbagai sumber

Tabel 6. Kisaran takaran pupuk anjuran pada tanaman padi di lahan pasang surut.

Jenis pupuk	Takaran pupuk (kg/ha)		
	Potensial	Sulfat masam	Gambut
N	45,0-90,0	67,5-135,0	45,0
P ₂ O ₅	22,5-45,0	45,-70,0	60,0
K ₂ O	50,0-100,0	45,0-75,0	50,0
CuSO ₄	-	-	5,0
ZnSO ₄	-	-	6,0
Kapur/Dolomit	-	1,0-3,0	1,0-2,0

Sumber: Trip Alihamsyah (2003)

dan unsur mikro. Pada jagung, takaran pupuk urea, TSP, dan KCl masing-masing adalah 150-100-100 kg/ha dan pada kedelai 50-100-100 kg/ha (Sastraatmaja *et al.* 1993).

Pada lahan rawa lebak, takaran pupuk urea, TSP, dan KCl untuk tanaman padi untuk semua tipologi adalah 150-100-50 kg/ha. Untuk palawija, takaran pupuk yang dianjurkan sama dengan di lahan pasang surut (Waluyo *et al.* 2006).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa hampir seluruh teknologi usahatani tanaman pangan diintroduksi di lahan pasang surut dan rawa lebak layak dikembangkan.

KENDALA PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

Pengembangan teknologi tanaman pangan di lahan pasang surut dan rawa lebak di Provinsi Jambi dihadapkan kepada berbagai masalah dan kendala, antara lain: (1) kondisi sosial-ekonomi petani; (2) pemasaran hasil; (3)

ketersediaan sarana produksi; (4) penurunan kualitas lahan; (5) kelembagaan pendukung penunjang; (6) budaya usahatani; dan (7) infrastruktur.

Kondisi sosial-ekonomi petani. Secara umum kondisi sosial-ekonomi petani di lahan pasang surut dan rawa lebak rendah dicirikan oleh: (1) tingkat pendidikan formal sebagian besar petani yang rendah; (2) kemampuan modal terbatas; dan (3) akses terhadap pasar yang sangat minim. Dengan kondisi ini petani di lahan pasang surut dan rawa lebak akan sulit mengadopsi teknologi usahatani secara berkelanjutan. Teknologi usahatani yang diintroduksi mensyaratkan penggunaan input yang relatif tinggi dan pemeliharaan tanaman yang intensif yang memerlukan tenaga kerja dalam jumlah yang cukup banyak. Di lain pihak, kemampuan modal petani sangat lemah dan tenaga kerja di agroekosistem lahan rawa pasang surut dan lebak terbatas, baik dari segi jumlah maupun kualitas.

Pemasaran hasil. Dalam pemasaran hasil, yang menjadi masalah adalah perilaku pasar yang cenderung merugikan petani. Pada masa penanaman hingga menjelang panen harga komoditas yang diusahakan petani relatif tinggi dan stabil, sedangkan pada masa panen cenderung turun. Masalah harga yang rendah ini merupakan salah satu penyebab keengganan petani untuk mengadopsi teknologi usahatani karena dinilai tidak meningkatkan pendapatan yang wajar.

Ketersediaan dan harga sarana produksi. Tersedianya sarana produksi dalam jumlah yang cukup, bermutu, pada waktu dibutuhkan dengan harga terjangkau merupakan faktor yang turut mempengaruhi keberlanjutan adopsi teknologi usahatani. Sarana produksi seperti benih/bibit bermutu dan beberapa jenis pupuk tertentu sering tidak tersedia pada waktu dibutuhkan, walaupun tersedia jumlahnya terbatas dan harganya mahal, sehingga hanya petani yang mempunyai akses dan memiliki modal yang mampu mendapatkannya. Harga pupuk urea, SP36 dan KCl di lapangan, jauh di atas harga eceran tertinggi yang ditetapkan pemerintah (Minsyah 2007).

Penurunan kualitas lahan. Penurunan kualitas lahan sangat erat kaitannya dengan penurunan produktivitas tanaman pangan seperti yang terungkap dari hasil penelitian Alihamasyah *et al.* (2000). Penurunan luas areal tanam terkait dengan penurunan produktivitas lahan, bahkan di beberapa tempat terjadi kegagalan panen. Akibatnya, lahan-lahan tersebut sebagian dibongkorkan dan sebagian lagi dialihfungsikan menjadi kebun sawit. Menurut Sitanggang (2004) dalam Minsyah (2007), dari 99,2 ha lahan pangan milik 80 responden di Kecamatan Muara Sabak dan Rantau Rasau, 34,2% di antaranya telah dan akan dialihfungsikan menjadi areal pertanaman kelapa sawit. Bila hal ini terjadi akan terjadi penurunan luas panen dari 72.441 ha menjadi 47.652 ha yang identik dengan penurunan produksi padi dari 147.397 ton menjadi 96.958 ton (Disperta Provinsi Jambi 2005).

Kelembagaan pendukung. Beberapa kelembagaan yang bisa mendukung pengembangan pertanian lahan pasang surut adalah koperasi, lembaga perkreditan, kelompok tani, Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A), lembaga informasi dan penyuluhan, penyedia benih dan sarana produksi lainnya. Walaupun di beberapa tempat sudah tersedia berbagai kelembagaan pendukung namun kinerjanya yang sudah lama dibuka, namun kesiapannya untuk mendukung belum optimal.

Budaya usahatani. Di beberapa daerah, operasional budi daya merupakan tanggung jawab wanita tani sedangkan keputusan pengelolaan usahatani ditentukan oleh kepala keluarga yang keterlibatannya dalam pengelolaan usahatannya sangat rendah. Kegiatan kepala keluarga umumnya terbatas pada pengolahan tanah (Herawaty dan Minsyah 1994). Budaya lainnya yang dapat menghambat pemanfaatan lahan lebak dari satu kali tanam menjadi dua kali tanam setahun adalah adanya keyakinan petani di lahan lebak bahwa peningkatan intensitas tanam adalah sesuatu yang salah (Minsyah *et al.* 1994).

Infrastruktur. Infrastruktur pendukung agribisnis seperti prasarana dan sarana transportasi, telekomunikasi dan air bersih, jaringan irigasi, pasar komoditas, sistem distribusi input-ouput, dan permodalan masih sangat terbatas di sebagian besar kawasan lahan rawa pasang surut (Suryana 2004). Di lain sisi, pembangunan infrastruktur di lahan rawa lebak memerlukan investasi yang besar, sementara perekonomian negara masih dalam kondisi krisis sehingga pemerintah memprioritaskan melengkapi infrastruktur pada daerah-daerah yang padat penduduk, daerah yang memiliki potensi pembangunan yang tinggi, dan daerah yang memerlukan investasi yang relatif kecil namun berdampak besar terhadap dinamika perekonomian.

PENUTUP

Dengan sentuhan teknologi, lahan pasang surut dan lahan lebak yang selama ini relatif terpinggirkan ternyata memiliki potensi yang cukup besar untuk pengembangan tanaman pangan. Bila dapat dimanfaatkan dengan baik, lahan yang tergolong marjinal ini dapat memberikan kontribusi yang cukup berarti bagi ketahanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi dan I. Las. 2006. Inovasi teknologi pengembangan pertanian lahan rawa lebak. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu, Banjarbaru, 28-29 Juli 2006. p. 21-36. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Bogor.

- Alihamsyah, T., E.E. Ananto, H. Supriyadi, Wahyuni, Astanto, F. Tongkeman, K. Nugroho, dan N. Sutisna. 1999. Analisis karakteristik sumber daya wilayah pengembangan ISDP di Jambi. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu-ISDP.Bogor.
- Alihamsyah, T. 2003. Hasil Penelitian Pertanian pada Lahan Pasang Surut. Makalah pada Seminar Nasional di Jambi.
- Ananto, E. dan T. Alihamsyah. 2000. Makalah pada Seminar Memacu Pembangunan Pertanian Lahan Pasang Surut. Kuala Tungkal, 27-28 Maret 2000. Bagian Proyek Pengembangan Sistem Usaha Pertanian Lahan Pasang Surut Sumatera Selatan.
- Bulog. 2007. Membangun sistem ketahanan pangan nasional dalam rangka meningkatkan kesejahteraan rakyat. Makalah pada Seminar dan Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Mendukung Penas XII. Sembawa, Sumatera Selatan, 9-10 Juli 2007.
- Direktorat Jenderal Pertanian Tanaman Pangan. 2007. Kebijakan Peningkatan Produksi Beras Nasional. Makalah pada Seminar dan Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Mendukung Penas XII. Sembawa, Sumatera Selatan, 9-10 Juli 2007.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Jambi, 2006. Data statistik pertanian tanaman pangan dan hortikultura Provinsi Jambi tahun 2005. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Jambi.
- Djafar, Z.R. 2004. Pengembangan dan pengelolaan (manajemen) lahan rawa untuk ketahanan pangan berkelanjutan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi, Palembang, 28-29 Juli 2004.
- Herawaty dan N.I. Minsyah. 1994. Peranan wanita tani di daerah rawa Lebak, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Pertanian Lahan rawa, Sumatera Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Kristianto, B. 2007. Ketahanan pangan nasional yang kian melemah. www.google.com. diakses April 2007.
- Malian, H., C. Muslim, dan Erwidodo. 1999. Penerapan tarif impor dan implikasi ekonominya dalam perdagangan beras di Indonesia. Forum Penelitian Agro Ekonomi 17(1).
- Minsyah, N.I. 2007. Daya tarik kelapa sawit dan hubungannya dengan alih fungsi lahan di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Makalah pada Seminar Nasional. Medan 5-6 Juni 2007.

- Minsyah, N.I., Z. Arifin, Waluyo, D.E. Sianturi, dan I.G. Ismail. 1994. Identifikasi masalah sistem usahatani di lahan rawa lebak dangkal dan tengahan di Desa Kijang Ulu, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Kumpulan Hasil Penelitian Pertanian Lahan Rawa, Sumatera Selatan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Mulaytri, Salwati, dan B. Prayudi. 2006. Pemanfaatan lahan rawa lebak di Provinsi Jambi dengan menggunakan teknologi spesifik lokasi. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu, Banjarbaru, 28-29 Juli 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor. p.133-142.
- Pasandaran, E. dan D.K.S. Swastika. 1998. Pengembangan lahan pasang surut Sumatera Selatan: suatu upaya mengoperasionalkan konsep agribisnis. Prosiding Dinamika Pedesaan dan Peningkatan Daya Saing Sektor Pertanian. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.
- Raharjo, B. dan Sutrisno. 2004. Perbaikan mutu hasil pertanian tanaman pangan di lahan pasang surut Sumatera Selatan melalui introduksi alsintan. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan pengkajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi. Palembang, 28-29 Juli 2004.
- Sastraatmaja, S., dan D. R. Ahmad,. 2000. Hasil penelitian pengembangan rawa terpadu ISDP Jambi. Makalah pada Lokakarya Akhir Proyek Integrated Swamps-Development Project (ISDP) IBRD Loan 3755 – IND. Jambi, 8 Juli 2000.
- Solahuddin, S. 1999. Pembangunan pertanian era reformasi. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Suryana, A. 2004. Peranan penelitian dan pengembangan pertanian lahan rawa mendukung pembangunan agribisnis wilayah. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Spesifik Lokasi. Palembang, 28-29 Juli 2004.
- Waluyo, Suparwoto, I.W. Supartha, dan Jumakir. 2005. Pengkajian lahan rawa lebak dengan penerapan teknologi sistem usahatani terpadu. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan dan Tanaman Terpadu dan Hasil-Hasil Penelitian/Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi. Jambi 13-14 November 2004. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Waluyo, Suparwoto, dan A. Suparyo. 2006. Teknologi usahatani padi di lahan rawa lebak (kasus Desa Batu Ampar, Kab. OKI, SumSel). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Terpadu, Banjarbaru, 28-29 Juli 2006. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian. Bogor. p. 21-36.

- Waluyo, I.W. Supartha, dan D.E. Sianturi. 1993. Pola tanam pada sistem surjan di lahan rawa lebak dangkal. Risalah Hasil Penelitian Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa, Swamps-II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.
- Widjaja-Adhi, IPG., K. Nugroho, Didi Ardi, dan A. Syarifuddin Karama. 1992. Sumberdaya lahan rawa: potensi, keterbatasan, dan pemanfaatan. Risalah Pengembangan Terpadu Pertanian Lahan Rawa Pasang Surut dan Lebak, Cisarua, 3-4 Maret 1992. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.

Peluang Pengembangan Tanaman Pangan di Lahan Rawa Sumatera Selatan

Zakiah dan Erythrina

Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Lahan rawa pasang surut dan rawa lebak Sumatera Selatan potensial dikembangkan untuk usahatani tanaman pangan, terutama padi, jagung, dan kedelai. Hasil kajian menunjukkan beberapa varietas unggul padi sawah yang beradaptasi baik pada lahan sawah lebak tengahan adalah Banyuasin dan Ciherang (6 t GKP/ha), sedangkan pada lahan sawah lebak dalam adalah varietas Ciliwung, IR42, dan Sei Lalan (5 t GKP/ha). Di lahan rawa pasang surut, jagung komposit varietas Kalingga dan Antasena memberikan hasil 4,4-4,8 t pipilan kering/ha sedangkan kedelai varietas Guntur dan Lokon menghasilkan 1,75-1,85 t/ha. Ketersediaan berbagai varietas unggul pada suatu wilayah akan berdampak terhadap peningkatan stabilitas ketahanan pangan dari cekaman biotik dan abiotik di wilayah tersebut. Meski demikian, keberhasilan upaya peningkatan potensi hasil secara otomatis tidak selalu akan meningkatkan produktivitas tanaman pada tingkat usahatani. Hal tersebut juga dipengaruhi oleh luas dan status kepemilikan lahan, dan faktor lain seperti tenaga kerja, fasilitas kredit, ketersediaan dan harga benih, ketersediaan pupuk, pestisida, jaminan harga, pasar, dan dukungan kebijakan lainnya yang memihak petani.

PENDAHULUAN

Lahan rawa terdiri atas lahan pasang surut dan lebak. Lahan pasang surut adalah lahan rawa yang dalam proses pembentukannya dipengaruhi oleh gerakan pasang dan surut air laut, terletak di bagian muara sungai atau di sepanjang pantai. Lahan lebak adalah lahan rawa yang dalam proses pembentukannya tidak dipengaruhi oleh gerakan pasang dan surut air laut melainkan dipengaruhi oleh banjir air sungai atau genangan air hujan, terletak di bagian tengah dan hulu sungai.

Berdasarkan tipologinya, lahan pasang surut dikelompokkan ke dalam empat tipologi utama, yaitu: (1) lahan potensial; (2) lahan sulfat masam; (3) lahan gambut; dan (4) lahan salin (Widjaja *et al.* 1992). Pengelompokan lahan pasang surut ke dalam empat tipologi tersebut sangat umum, sehingga menyulitkan transfer teknologi dalam satu tipologi lahan. Oleh karena itu, perlu pengelompokan lahan yang lebih rinci.

Lahan rawa lebak merupakan salah satu sumber daya lahan yang potensial untuk dikembangkan menjadi suatu kawasan pertanian tanaman pangan. Lahan tersebut tersebar di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya. Di Sumatera, lahan rawa lebak terluas terdapat di Sumatera Selatan, mencapai 2,98 juta ha. Namun yang sudah dimanfaatkan untuk tanaman padi baru sekitar 368.690 ha yang terdiri atas 70.908 ha lebak dangkal, 129.103 ha lebak tengahan, dan 168.670 ha lebak dalam (Manwan *et al.* 1992).

Secara konvensional, di lahan rawa padi hanya ditanam pada musim kemarau. Umumnya petani menanam varietas lokal berumur dalam, tanpa atau dengan sedikit pupuk (urea). Hasil yang diperoleh masih rendah yaitu < 3 t/ha. Lahan rawa pasang surut dan lebak memiliki prospek yang besar dalam meningkatkan diversifikasi produksi dan pendapatan petani melalui pengembangan sistem usahatani terpadu (Achmadi dan Las 2006).

PENGELOLAAN LAHAN

Sistem pengelolaan lahan merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan pengembangan pertanian di lahan rawa pasang surut maupun lebak sesuai dengan kondisi agrofisik setempat. Sistem pengelolaan lahan yang dianjurkan untuk rawa lebak bertipologi lebak dangkal, dengan masa genangan relatif pendek (< 3 bulan) adalah sistem surjan dan caren. Lahan tipe lebak tengahan dianjurkan untuk ditata dengan sistem hampang (minapadi), sedangkan tipologi lebak dalam hanya dapat ditanami padi dan kemungkinan perikanan (Tabel 1).

Lahan pasang surut dengan tipe luapan A di mana penataan lahannya diarahkan sebagai sawah, jenis tanaman yang dapat diusahakan sangat terbatas, yaitu padi yang dapat ditanami dua kali setahun. Pada lahan yang bertipe luapan B, C, dan D, pilihan tanaman yang diusahakan lebih banyak sehingga petani memiliki banyak alternatif, bergantung pada kemampuan dan orientasi usahatani (Tabel 2).

Tabel 1. Pola penataan lahan lebak berdasarkan tipe lahan dan jenis tanah.

Jenis tanah	Tipe lahan lebak		
	Lebak dangkal	Lebak tengahan	Lebak dalam
Tanah mineral	tegalan, surjan, tukungan	sawah, tegalan, surjan	sawah
Tanah gambut	tegalan	tegalan	sawah
Tanah mineral bergambut	tegalan, surjan, tukungan	sawah, tegalan, tukungan	sawah

Sumber: Achmadi dan Las 2006.

Tabel 2. Pola penataan lahan rawa pasang surut berdasarkan tipologi lahan dan tipe luapan air.

Tipologi lahan	Tipe luapan air			
	A	B	C	D
Potensial	Sawah	Sawah/ surjan	Sawah/surjan/ tegalan	Sawah/tegalan/ kebun
Sulfat Masam	Sawah	Sawah/ surjan	Sawah/surjan/ tegalan	Sawah/tegalan/ kebun
Bergambut	Sawah	Sawah/ surjan	Sawah/tegalan	Sawah/tegalan/ kebun
Gambut dangkal	Sawah	Sawah	Tegalan/kebun	Tegalan/kebun
Gambut sedang	-	Konservasi	Tegalan/ perkebunan	Perkebunan
Gambut dalam	-	Konservasi	Tegalan/ perkebunan	Perkebunan
Salin	Sawah/ tambak	Sawah/ tambak	-	-

Sumber: Alihamsyah 2003.

Pengelolaan lahan dengan sistem surjan dan caren mempunyai beberapa keuntungan, antara lain stabilitas produksi lebih mantap, terutama untuk tanaman padi di tabukan. Intensitas tanam lebih tinggi dan diversifikasi tanaman sekaligus dapat dilakukan. Alternatif lain pengembangan lahan rawa lebak adalah melalui pengaturan pola tanam menggunakan varietas unggul baru umur genjah dan lebih toleran genangan, baik pada lahan rawa lebak tengahan maupun lahan lebak dalam.

ADAPTASI VARIETAS PADI, JAGUNG, DAN KEDELAI DI LAHAN RAWA

Varietas unggul merupakan teknologi yang lebih nyata kontribusinya terhadap peningkatan produktivitas tanaman dan dapat dengan cepat diadopsi petani karena murah dan penggunaannya lebih praktis. Varietas IR42 merupakan varietas unggul lama yang dilepas pada tahun 1980 dapat beradaptasi pada lahan rawa. Perbaikan varietas padi lebak baru dintensifikasikan pada tahun 1988 yang ditandai oleh pelepasan varietas padi rawa pasang surut Sei Lalan pada tahun 1990an dan Banyuasin pada tahun 1997.

Data pada Tabel 3 menunjukkan, pada tipologi lahan rawa lebak dangkal, baik varietas padi unggul baru maupun lokal tidak dapat beradaptasi dengan baik pada kondisi spesifik lokasi. Sebaliknya pada tipologi lahan rawa lebak

Tabel 3. Produktivitas beberapa varietas unggul dan lokal padi rawa lebak di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan, MK 2004 dan MK 2006.

Tipologi lahan rawa lebak	MK 2004 ¹⁾	MK 2006	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah malai/rumpun	Hasil GKP (t/ha)
Dangkal	Sei Lalan		96	12,1	3,0
	IR42		95	11,2	2,7
		Margosari	98	9,8	2,1
	Sanapi ²⁾		108	7,2	2,0
	Pelita Rampak ²⁾		110	7,3	2,0
Tengahan		Banyuasin	102	13,0	7,0
		Ciherang	80	11,2	6,2
	Sei Lalan		106	23,8	4,5
	IR42		99	21,2	4,0
		IR42	90	11,2	4,0
	Cilosari		103	22,8	4,0
		Cibogo	81	13,0	3,6
	Seputih ²⁾		140	11,2	3,2
		Mekongga	81	13,2	2,9
	Pelita Rampak ²⁾		110	7,3	2,0
Dalam		Ciliwung	88	13,9	6,3
		IR42	89	14,5	5,8
		Sawah Kanyut ²⁾	120	10,4	5,2
	Sei Lalan		118	15,0	5,0
		Pelita Rampak ²⁾	112	9,6	4,8
	Seputih ²⁾		143	10,5	3,5

¹⁾ Sumber: Waluyo *et al.* (2006).

²⁾ Varietas lokal

tengahan, beberapa varietas unggul baru seperti Banyuasin, Ciherang, dan Sei Lalan memberikan hasil yang optimal. Pada tipologi lahan rawa lebak dalam, produktivitas varietas lokal hampir mengimbangi varietas unggul. Hal ini mengindikasikan perlunya uji adaptasi berbagai varietas unggul baru berdaya hasil tinggi pada kondisi spesifik lokasi. Ketersediaan berbagai varietas unggul pada suatu wilayah akan berdampak terhadap peningkatan stabilitas ketahanan pangan dari cekaman biotik dan abiotik di wilayah tersebut.

Rendahnya daya adaptasi varietas unggul baru maupun lokal pada tipologi lahan rawa lebak dangkal, karena memang tidak sesuai untuk budi daya padi sawah, kecuali dengan sistem surjan (Achmadi dan Las 2006). Budi daya padi sawah lebih dianjurkan pada tipologi lahan rawa lebak menengah dan lebak dangkal.

Anjuran pemupukan padi sawah untuk lahan lebak masih bersifat umum, yaitu 150 kg urea + 100 kg SP36 + 100 kg KCl/ha dengan hasil 5-7 t GKP/ha (Proyek Swamps II 1992). Dengan diterbitkannya acuan rekomendasi pengelolaan hara spesifik lokasi berdasarkan SK Mentan No. 01 tahun 2006,

yang diperbaiki menjadi Permentan No. 40 tahun 2007, telah dilakukan beberapa validasi takaran pupuk padi sawah untuk lahan rawa lebak. Takaran pupuk urea 180 kg/ha + SP36 75 kg/ha, dan kompos jerami 5 t/ha memberikan hasil tertinggi (Tabel 4).

Data pada Tabel 5 dan 6 menunjukkan jagung komposit varietas Kalingga dan Antasena memberikan hasil 4,4-4,8 t pipilan kering/ha. Tingkat produktivitas ini masih dapat ditingkatkan. Identifikasi status hara nitrogen (N) pada tanaman jagung sejak dini merupakan strategi yang sangat penting dalam sinkronisasi kebutuhan tanaman akan N dengan ketersediaannya dalam tanah, sehingga dapat ditentukan kapan dibutuhkan dan takaran yang diperlukan. Status hara N pada tanaman jagung dapat diidentifikasi *in situ* melalui perubahan warna daun, yaitu mengukur tingkat kehijauan daun menggunakan bagan warna daun (BWD) yang dikembangkan oleh IRRI. Pemupukan urea pada tanaman jagung dianjurkan tiga kali, yaitu pemupukan pertama pada 7-10 hari setelah

Tabel 4. Hasil varietas Ciliwung (kadar air 14%) pada kegiatan verifikasi rekomendasi pupuk spesifik lokasi di lahan rawa lebak Sumatera Selatan, MK 2006.

No.	Perlakuan pupuk	Hasil (t/ha)
1.	Cara petani: Tanpa pupuk	3,49
2.	Berdasarkan rekomendasi tanpa bahan organik: urea 200 kg, SP36 75 kg, dan KCl 50 kg/ha	5,67
3.	Berdasarkan rekomendasi dengan bahan organik: urea 180 kg, SP36 75 kg, KCl 0 kg/ha dan kompos jerami 5 t/ha	6,33
4.	Berdasarkan rekomendasi dengan pupuk kandang: urea 150 kg, SP36 75 kg, KCl 50 kg/ha dan pupuk kandang (kotoran sapi) 2 t/ha	5,50
5.	Rekomendasi setempat: urea 100 kg, SP36 100 kg, dan KCl 100 kg/ha	5,74

Sumber: Arief *et al.* (2007)

Tabel 5. Keragaan beberapa varietas unggul jagung di lahan rawa pasang surut.

Varietas	Umur panen (hari)	Tinggi tanaman (cm)	Hasil pipilan kering (t/ha)
Kalingga	90	285	4,8
Arjuna	85	231	3,8
Antasena	90	292	4,2
Nakula	85	186	3,1
Lagaligo	80	220	3,2
Bayu	87	236	3,5

Sumber: Imelda *et al.* (2003)

tanam (HST) sebanyak 25% dari takaran rekomendasi, pemupukan kedua pada 28-30 HST 50% dari takaran rekomendasi, dan pemupukan ketiga berdasarkan nilai pengamatan daun tanaman dengan BWD sebanyak 25% dari takaran rekomendasi. Apabila rata-rata pembacaan BWD < 4,0 pupuk urea diberikan 150 kg/ha untuk jagung hibrida dan 50 kg/ha untuk jagung komposit (Badan Litbang Pertanian 2008).

Tabel 7 menunjukkan keragaan berbagai varietas kedelai di lahan rawa pasang surut dan acuan rekomendasi pemupukan (Tabel 8). Pengembangan

Tabel 6. Takaran rekomendasi pemupukan tanaman jagung pada berbagai tipologi lahan rawa pasang surut.

Jenis pupuk	Takaran pupuk (kg/ha)		
	Lahan potensial	Lahan sulfat masam	Lahan gambut
Urea	150	200	150
SP36	100	100	100
KCl	100	100	100

Sumber: Suwalan *et al.* (1993).

Tabel 7. Keragaan beberapa varietas unggul kedelai di lahan rawa pasang surut.

Varietas	Umur panen (hari)	Ketahanan hama dan penyakit	Hasil (t/ha)
Galunggung	80-90	Karat daun	1,50
Lokon	76	Karat daun	1,75
Willis	88	Karat daun	1,60
Guntur	73-79	-	1,85
Dempo	90-95	Karat daun	1,50
Kerinci	87	Karat daun dan lalat kacang	1,65

Sumber: Suastika *et al.* (1997)

Tabel 8. Takaran rekomendasi pemupukan tanaman kedelai pada berbagai tipologi lahan rawa pasang surut.

Jenis pupuk	Takaran pupuk (kg/ha)		
	Lahan potensial	Lahan sulfat masam	Lahan gambut
Urea	50	50	50
SP36	100	100	100
KCl	75	100	100
Kapur	500	1.000	1.000

Sumber: Suastika *et al.* (1997)

kedelai di lahan suboptimal dihadapkan pada beberapa masalah yang ada pada lahan itu sendiri seperti kemasaman tanah, tata air, keracunan Al, dan masalah yang berhubungan dengan ketidaktepatan pengelolaannya oleh penggarap lahan. Dengan adanya masalah tersebut, secara alamiah budi daya kedelai pada lahan suboptimal sering kurang ekonomis karena produksinya rendah. Namun dengan teknologi pengelolaan lahan yang tepat guna, lahan tersebut dapat memberikan produktivitas yang optimal.

SENJANG TEKNOLOGI DAN ALTERNATIF PEMECAHANNYA

Peluang peningkatan produksi padi, jagung, dan kedelai pada lahan rawa pasang surut dan lebak cukup besar melalui kegiatan intensifikasi dan ekstensifikasi pada musim kemarau. Kegiatan intensifikasi dan ekstensifikasi padi, jagung, dan kedelai di lahan rawa pasang surut dan lebak dihadapkan pada senjang teknologi sebagai berikut:

- (a) Ketersediaan varietas unggul spesifik lokasi. Lima alasan utama petani memilih varietas unggul adalah: (1) potensi hasil tinggi, (2) harga jual gabah tinggi, (3) rasa nasi sesuai selera konsumen, (4) tahan terhadap hama dan penyakit, dan (5) umur genjah. Di samping itu, mengingat kondisi lamanya genangan air diperlukan sifat khusus dari varietas toleran rendaman. Varietas padi umur genjah seperti Silugonggo yang berumur hanya 85-90 hari dan varietas Inpara-3 yang lebih toleran genangan harus segera tersedia benihnya untuk dapat diujiadaptasikan pada kondisi spesifik lokasi.
- (b) Penyediaan benih. Padi, jagung, dan kedelai di lahan rawa hanya ditanam satu kali dalam setahun sehingga penangkar benih harus menyimpan benihnya untuk waktu yang relatif lama sebelum dapat dijual untuk ditanam pada musim berikutnya. Untuk itu diperlukan pembinaan penangkaran benih di lahan sawah irigasi untuk varietas-varietas yang sesuai dikembangkan di lahan rawa lebak (Zakiah 2007).
- (c) Padi, jagung, dan kedelai ditanam pada lingkungan yang relatif seragam dari segi tipologi lahan dan genangan air. Namun di antara areal yang berdekatan dalam kondisi agroekologi yang relatif sama, terdapat keragaman tata kelola dalam budi daya tanaman di lahan rawa pasang surut dan lebak. Faktor-faktor yang diduga berbeda antara yang satu dengan yang lain dalam tata kelola tanaman pangan di lahan rawa antara lain adalah: (1) teknik pengolahan lahan/kedalaman pembajakan dan pelumpuran, (2) jangka waktu minimal dari bajak pertama hingga tanam, (3) kondisi air pada saat tanam dan pada saat pemupukan, (4) umur bibit dan jumlah bibit per rumpun, (5) tata kelola pengairan, (6) waktu penyiangan, (7) pemantauan dan pengendalian OPT, (8) waktu dan takaran pemupukan susulan, (9) penentuan waktu panen, (10) teknik panen dan penanganan pascapanen. Keragaman produktivitas antarpetani dan senjang hasil yang

terjadi di sentra produksi padi rawa diduga sebagian besar disebabkan oleh keragaman praktek hbudi daya. Untuk itu perlu disusun standar operasional prosedur (SOP) teknik budi daya padi, jagung, dan kedelai di lahan rawa, yang dapat digunakan sebagai acuan oleh penyuluh pertanian lapangan.

- (d) Keberhasilan upaya peningkatan potensi hasil secara otomatis tidak selalu meningkatkan produktivitas tanaman pada tingkat usahatani. Hal tersebut sangat dipengaruhi oleh luas dan status kepemilikan lahan, dan faktor lain seperti tenaga kerja, ketersediaan dan harga benih, fasilitas kredit, ketersediaan pupuk, pestisida, jaminan harga, pasar, dan dukungan kebijakan lainnya yang memihak petani.

KESIMPULAN

Pada tipologi lahan rawa lebak tengahan, beberapa varietas unggul baru seperti Banyuasin, Ciherang, dan Sei Lalan memberikan hasil yang optimal. Jagung komposit varietas Kalingga dan Antasena memberikan hasil 4-5 t pipilan kering/ha sedangkan kedelai varietas Guntur dan Lokon menghasilkan 1,5-1,75 t/ha. Hal ini mengindikasikan perlunya uji adaptasi berbagai varietas unggul baru berdaya hasil tinggi pada kondisi spesifik lokasi.

Keragaman produktivitas antarpetani dan senjang hasil yang terjadi di sentra produksi padi rawa diduga sebagian besar disebabkan oleh beragamnya praktek budi daya petani. Untuk itu perlu disusun standar operasional prosedur (SOP) teknik budi daya padi, jagung dan kedelai di lahan rawa pasang surut dan lebak, yang dapat digunakan sebagai acuan oleh penyuluh pertanian lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi dan I. Las. 2006. Inovasi teknologi pengembangan pertanian lahan rawa lebak. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan lahan Terpadu, Banjarbaru, 28-29 Juli 2006. p. 21-36. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Arief, T., Zakiah dan Subowo. 2007. Pengujian beberapa takaran pupuk di lahan lebak Sumatera Selatan. Prosiding Inovasi Teknologi Mendukung Peningkatan Produksi Pangan Nasional dan Pengembangan Bioenergi untuk Kesejahteraan Masyarakat, Palembang 9-10 Juli 2007. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.
- Badan Litbang Pertanian. 2008. Panduan umum. pengelolaan tanaman terpadu jagung. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

- Imelda, S.M., D. Hadiyanti, dan E. Canto. 2003. Teknologi budi daya tanaman jagung. teknologi budi daya komoditas unggulan Sumatera Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Selatan. Palembang.
- Manwan, I., I.G. Ismail, T. Alihamsyah, dan S. Partohardjono. 1992. Teknologi pengembangan lahan rawa pasang surut: potensi, relevansi dan faktor penentu. Makalah pada Pertemuan Nasional Pengembangan Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa. Cisarua, 3-4 Maret 1992.
- Proyek SWAMP-II. 1992. Laporan tahunan 1991/92 Kayu Agung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Purnamayani, R. dan Zakiah. 2007. Keragaan hasil beberapa varietas padi sawah dalam kegiatan gelar teknologi lahan lebak di Sumatera Selatan. Prosiding Inovasi Teknologi Mendukung Peningkatan Produksi Pangan Nasional dan Pengembangan Bioenergi untuk Kesejahteraan Masyarakat, Palembang, 9-10 Juli 2007. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.
- Suastika, I.W., N.P. Sri Ratmini dan T. Tumarlan. 1997. Budi daya kedelai di lahan pasang surut. Proyek Penelitian Pengembangan Pertanian Rawa Terpadu-ISDP. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Suwalan, S., I. W. Suastika, Zakiah, A. Sudrajat dan S. Haryono. 1993. Petunjuk teknis pengelolaan sistem usahatani di lahan pasang surut. Proyek Penelitian Pertanian Lahan Pasang Surut dan Rawa-Swamps II. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Waluyo, Suparwoto, I.W. Suparta, dan Jumakir. 2006. Pengelolaan pola usahatani padi secara terpadu di lahan rawa lebak di Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional, Hasil-hasil Penelitian/Pengkajian Spesifik Lokasi, Jambi, 23-24 Nopember 2005. Kerjasama BPTP Jambi dengan Dinas Pertanian Pangan, Perkebunan, Peternakan, Kelautan dan Perikanan serta Kehutanan Propinsi Jambi. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian. Bogor.
- Widjaya Adhi, I.P.G., Nugroho, dan A.S. Karama. 1992. Sumber daya lahan rawa: potensi, keterbatasan dan pemanfaatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Zakiah. 2007. Keragaan hasil beberapa varietas padi sawah irigasi dalam kegiatan perbanyakan benih di lokasi Primatani, Kab. MURA, Sumatera Selatan. Prosiding Inovasi Teknologi Mendukung Peningkatan Produksi Pangan Nasional dan Pengembangan Bioenergi untuk Kesejahteraan Masyarakat, Palembang 9-10 Juli 2007. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. Bogor.

Diversifikasi Usaha Rumah Tangga di Lahan Marjinal Mendukung Peningkatan Pendapatan Petani di Bali

Roosganda Elizabeth

Pusat Analisis Sosial-Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Kontribusi sektor pertanian terhadap struktur pendapatan rumah tangga di pedesaan ditentukan oleh penguasaan sumber daya, baik lahan, tenaga, teknologi, maupun keterampilan. Sektor pertanian memegang peranan penting terhadap PDB, penyerapan tenaga kerja, dan penghasilan devisa nonmigas. Oleh karena itu, sektor ini perlu mendapat prioritas yang tinggi dalam pembangunan ekonomi. Di Bali, sebagian petani berusahatani pada lahan marjinal. Berbagai keterbatasan lahan marjinal menyebabkan rendahnya penerapan teknologi, sehingga produktivitas dan pendapatan petani juga rendah. Akibatnya, petani tidak mampu memenuhi kebutuhan dasar rumah tangga dari usahatani. Di pihak lain, masih terdapat peluang perbaikan efisiensi usahatani (dalam bentuk usahatani terpadu), dan peluang peningkatan pendapatan rumah tangga melalui diversifikasi usahatani. Hasil penelitian menunjukkan, kontribusi pendapatan dari usaha peternakan relatif tinggi, sekitar 31% dari total pendapatan *on-farm*. Kontribusi pendapatan dari usaha *non-farm* juga cukup tinggi, terutama dari usaha kerajinan seni dan dagang. Strategi yang diperlukan untuk meningkatkan pendapatan petani pada lahan marjinal adalah: 1) pelatihan kewirausahaan untuk memotivasi petani mengembangkan usahanya; 2) pengembangan sistem dan aksesibilitas informasi pasar; 3) pengembangan mekanisasi dan teknologi sesuai kondisi lahan; 4) fasilitas pengelolaan lahan, terutama dalam hal drainase.

PENDAHULUAN

Kontribusi sektor pertanian terhadap struktur pendapatan rumah tangga di pedesaan ditentukan oleh penguasaan sumber daya lahan, tenaga, teknologi, maupun keterampilan. Sebagian besar petani di Indonesia adalah petani kecil dengan ciri: (i) pemilikan lahan sempit, (ii) sangat menggantungkan hidup pada usahatani; (iii) tingkat pendidikan rendah; dan (iv) secara ekonomi tergolong miskin (Singh 2002). Teknologi di revolusi hijau lebih banyak tertuju untuk petani yang mempunyai sumber daya cukup. Hasil komoditas musiman bergantung pada harga output di pasar, yang menyebabkan pendapatan dari usahatani sering tidak mencukupi kebutuhan dasar rumah tangga di pedesaan.

Saat ini diperlukan teknologi yang sesuai (misalnya *least cost technology*) untuk diterapkan oleh petani kecil.

Perkembangan teknologi, sarana transportasi, dan komunikasi menyebabkan semakin banyak rumah tangga di pedesaan yang cenderung beralih usaha ke luar pertanian, yang merupakan fenomena transformasi struktural perekonomian di pedesaan (Rasahan *et al.* 1989). Selama lebih dari tiga dekade terakhir, sektor pertanian masih memegang peran sangat penting, baik sumbangannya terhadap produk domestik bruto (PDB), dan penyerapan tenaga kerja, maupun sumbangan terhadap devisa non-migas. Berdasarkan data BPS (1971-2004), pangsa sektor pertanian terhadap PDB menurun dari 38,5% pada tahun 1971 menjadi 19,3% tahun 1991, dan hanya 15,9% pada tahun 2002.

Tingginya kontribusi sektor pertanian terhadap penyerapan tenaga kerja dan PDB mencerminkan peran pentingnya sebagai sumber utama pendapatan rumah tangga di pedesaan. Sudah selayaknya sektor pertanian menjadi prioritas pembangunan ekonomi, termasuk pembangunan infrastruktur penunjang pertanian di pedesaan (Simatupang *et al.* 2004). Untuk mempertahankannya diperlukan upaya modernisasi, terutama melalui pengembangan teknologi mekanisasi pertanian. Selain itu, pengembangan usaha di luar sektor pertanian juga merupakan upaya yang sangat penting dalam meningkatkan pendapatan rumah tangga.

LAHAN KERING: PERSPEKTIF KEMARJINALAN DAN KEMISKINAN

Berbagai hasil penelitian (periode 1984-2006) menunjukkan bahwa pangsa sektor pertanian terhadap pendapatan rumah tangga tertinggi adalah pada agroekosistem marjinal. Sebagian besar wilayah miskin berada pada agroekosistem yang tergolong marjinal (lahan kering, tadah hujan, pantai, dan lahan rawa) (Taryoto 1995). Karakteristik wilayah miskin meliputi: 1) keterbatasan penguasaan teknologi budi daya pertanian; 2) kurang berfungsinya lembaga-lembaga penyedia sarana produksi; 3) kurang berfungsinya lembaga pemasaran sehingga orientasinya bersifat subsisten; 4) rendahnya kualitas prasarana transportasi, komunikasi, produktivitas kerja, serta *marketable surplus* hasil usahatani. Faktor-faktor sosial-ekonomi, budaya, penyediaan sarana/prasarana dan penanganan pascapanen yang tepat sangat menentukan keberhasilan pendekatan tersebut (Adiningsih *et al.* 1994).

Pemanfaatan lahan marjinal belum efisien, dicerminkan oleh banyaknya lahan yang terlantar, dan rendahnya produktivitas tenaga kerja. Rendahnya produktivitas di lahan marjinal karena: 1) motivasi usahatani yang bersifat subsisten; 2) tidak sesuainya ketersediaan modal dan tenaga kerja dengan

luas garapan; dan 3) upaya petani mengurangi resiko kegagalan akibat ketidak-tentuan iklim (Pasandaran *et al.* 1991). Untuk meningkatkan pendapatan petani, diperlukan berbagai upaya seperti: 1) pengembangan teknologi usahatani yang sesuai dengan basis agroekosistem; dan 2) peningkatan produktivitas sumber daya pertanian dengan tetap memperhatikan kaidah konservasi dan kelestarian lingkungan.

Lahan kering mempunyai lapisan solum yang tipis dengan kandungan hara yang rendah, serta topografi yang umumnya bergelombang, sehingga rentan terhadap erosi. Kondisi ini sering mengakibatkan petani gagal panen. Selain kendala fisik lahan dan iklim, kondisi infrastruktur di daerah marjinal juga kurang memadai, sehingga akses petani terhadap pasar *input* dan *output* tidak memadai. Masalah lain adalah skala pengusahaan oleh petani yang relatif kecil, dan pengusahaan *single commodity* membuat sistem usahatani tidak efisien. Sistem usahatani terpadu dengan pemilihan komoditas yang sesuai disertai pengelolaan tanah dan air yang tepat berasaskan konservasi, merupakan pendekatan yang terbaik bagi pelestarian dan bahkan peningkatan produktivitas lahan marjinal.

Naik (2000) mengungkapkan beberapa keuntungan dari usahatani terpadu, antara lain: (a) mampu meningkatkan pendapatan rumah tangga; (b) mengurangi risiko kegagalan panen; (c) memberikan tambahan lapangan kerja bagi keluarga; (d) meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya; (e) dapat menyediakan pangan secara murah bagi keluarga sepanjang tahun. Bahkan integrasi tanaman penutup (*cover crop*) dapat meningkatkan kualitas kesuburan tanah, daur ulang unsur hara, pengendalian OPT, serta meningkatkan konservasi tanah dan air, sehingga meningkatkan produktivitas lahan (Luna 1998). Sistem usahatani terpadu memberi dampak yang multifungsi, terutama dalam hal sosial, budaya, ketahanan pangan, dan lapangan kerja, sehingga sektor pertanian menjadi penyelamat (*safety net*), dan sebagai stabilisator sosial-ekonomi. Pada saat krisis ekonomi 1998, sektor pertanian mampu menyerap kelebihan tenaga kerja yang kehilangan pekerjaan di sektor lain di perkotaan (Othman 2004).

Untuk mampu melakukan usahatani terpadu secara optimal diperlukan dukungan sarana/prasarana (infrastruktur) seperti sarana irigasi, jalan usahatani, jalan desa, jembatan, pasar, sarana informasi dan komunikasi, dan lembaga perkreditan. Usahatani terpadu merupakan pengusahaan berbagai cabang usahatani, di mana antara satu dengan lainnya saling terkait dalam satu sistem dan satu periode waktu. Hubungan saling ketergantungan dan sinergis, dimana ternak mendapat pasokan pakan dari limbah tanaman dan ternak sebagai sumber pupuk organik bagi tanaman. Dengan hubungan yang sinergis ini, masalah kelangkaan pakan hijauan pada musim kemarau sebagian dapat diatasi, dan masalah rendahnya kesuburan tanah serta mahalnya pupuk anorganik dapat pula diatasi. Selain sebagai penyedia pupuk organik, ternak

juga berfungsi sebagai tabungan dan sebagai tenaga kerja, terutama untuk pengolahan tanah, sehingga masalah kelangkaan tenaga kerja menjelang musim tanam dapat diatasi. Dengan demikian, sistem usahatani terpadu diyakini lebih mampu meningkatkan pendapatan daripada pengusahaan satu komoditas.

LOKASI DAN KARAKTERISTIK RESPONDEN

Pertanian di Bali dikenal dengan kearifan lokalnya, di mana sistem pengairan “subak” yang telah melembaga. Kecamatan Susut di Kabupaten Bangli dan Kecamatan Gerokgak di Kabupaten Buleleng dipilih mewakili kemarjinalan agroekosistem lahan, yang umumnya ditanami jagung dan kacang tanah. Prioritas pemerintah daerah saat ini mengarah ke lahan kering dengan berbagai programnya, meliputi: 1) konservasi air; 2) pembinaan kelembagaan pertanian; dan 3) pembinaan komoditas buah-buahan yang bernilai ekonomi (mangga, jambu mete, dan sukun).

Hampir 95% (52.000 ha) wilayah Kabupaten Bangli, memiliki agroekosistem lahan kering, hanya 288 ha (5%) lahan sawah. Lahan kering umumnya diusahakan padi gogo varietas lokal yang telah beradaptasi dengan iklim setempat. Selain itu juga diusahakan jagung, ubi kayu, ubi jalar putih dan ungu muda, keladi, dan kacang-kacangan.

Dari 60 responden yang terpilih secara *stratified random sampling*, rata-rata memiliki lahan 0,25 ha dengan kisaran 0,10-1,0 ha. Tingkat pendidikan kepala keluarga (KK) responden relatif rendah (0-12 tahun), rata-rata 2,5 tahun. Lama pendidikan anggota rumah tangga rata-rata 4,7 tahun dengan kisaran 0-14 tahun. Pekerjaan utama responden sebagian besar (88,9%) di sektor *on-farm*, yang umumnya mengusahakan palawija (jagung dan kacang-kacangan) dan peternakan. Pendapatan mereka relatif baik dengan B/C rasio 1,20-1,66 (Tabel 3).

Tabel 1. Klasifikasi penduduk dan PDRB Bali, Kabupaten Bangli, dan Buleleng.

Uraian	Prov. Bali	Kab. Buleleng	Kec. Gerokgak	Kab. Bangli	Kec. Susut
< 15 tahun (jiwa)	806,500	49.983	19.737	51.751	9.341
15-64 tahun (jiwa)	2.066.900	108.346	41.647	114.971	24.64
> 65 tahun (jiwa)	209.3	12.874	5.625	13.383	3.128
PDRB total (Rp.juta)	28.986,6	300,01	-	-	1.133,5
PDRB sektor pertanian	6.011,43	88,65	-	-	381,3

Tabel 2. Luas tanam dan produksi komoditas pertanian di Bali dan Kab. Buleleng dan Bangli. 2005/2006.

Komoditas	Luas areal (ha)			Produksi (ton)		
	Prov.Bali	Buleleng	Bangli	Prov.Bali	Buleleng	Bangli
Tanaman pangan						
Padi	144.138	18.699	6.353	788.361	99.59	26.908
Jagung	25.782	6.921	2.593	68.423	19.131	10.436
Kedele	7.958	356	13	11.129	446	11
Kacang hijau	1.352	444	-	1.308	350	-
Kacang tanah	15.179	1.669	1.661	19.259	2.072	2.055
Singkong	12.1	1.144	941	142.221	11.111	13.616
Sayuran						
Kacang panjang	-	-	-	10.043	298	249
Mentimun	-	-	-	8.825	-	-
Tomat	-	-	-	41.323	63	4.443
Cabe	-	-	-	36.704	1.972	2.025
Terong	-	-	-	1.091	234	-
Kentang	-	-	-	7.754	3.648	1.179
Kubis	-	-	-	54.855	6.156	8.276
Sawi	-	-	-	36.419	35	1.415

Sumber: BPS Distan Provinsi Bali 2005.

Tabel 3. Analisis usahatani padi dan palawija pada lahan sawah tadah hujan.

Uraian	Musim tanam		
	MH	MK1	MK2
A. Biaya produksi (Rp 000)			
Benih	58,83	110,79	116,17
Pupuk dan pestisida	292,60	250,13	278,50
Tenaga kerja	310,35	303,50	190,00
Lain-lain	33,73	41,93	75,00
Total	695,52	706,36	659,667
B. Penerimaan (Rp 000)	1.764,43	1.881,19	1.477,143
C. Keuntungan (Rp 000)	1.068,91	1.174,84	817,476
D. B/C ratio	1,60	1,66	1,20

Sumber: Data Primer diolah (Elizabeth 2007)

Luas usahatani padi berkisar antara 0,25-1 ha dengan pola tanam padi - palawija. Sebagai tanaman selingan, petani di daerah ini mengusahakan kacang tanah, kacang gude, dan wijen secara tumpang sari. Mereka juga mengusahakan ternak sapi, babi, ayam, dan bebek. Hampir seluruh petani di Bali memiliki sapi (91,8%) dan babi (88,5%), di samping ayam buras (85,3%), dan bebek (42,7%). Usaha ternak diakui memiliki peran yang sangat penting dalam

perolehan pendapatan rumah tangga untuk memenuhi kebutuhan hidup, biaya adat istiadat, dan upacara keagamaan mereka.

Di Desa Penjarakan, kemarjinalan lahan kering terlihat dari keterbatasan persediaan pangan sehari-hari, terutama beras. Masyarakat setempat menggantungkan hidupnya pada pertanian jagung, karena hasil panen padi gogo yang ditanam sekali setahun tidak dapat mencukupi kebutuhan. Sebagian besar penduduk hanya mengkonsumsi jagung sebagai bahan makanan sehari-hari, di samping nasi jagung (perbandingan beras dengan jagung 1 : 1 bahkan hingga 1 : 4). Jagung yang hendak dikonsumsi digiling seukuran beras yang mereka namakan beras jagung.

KONTRIBUSI BERBAGAI USAHA TERHADAP PENDAPATAN RUMAH TANGGA

Penyebab utama rendahnya produktivitas komoditas pertanian di lahan marjinal adalah kurangnya ketersediaan air, yang mungkin dapat diantisipasi dengan meningkatkan sarana dan prasarana irigasi. Di Malet Gusti, Bali, menggantungkan penghasilannya dari usaha gedeg (anyaman bambu). Untuk selembat gedeg ukuran 3 m x 4 m membutuhkan sekitar 10 batang bambu tua dengan harga Rp 2.000-5.000/batang. Selembat gedeg berkualitas baik dijual Rp 90.000-95.000. Petani yang memiliki lahan yang luas dan memiliki cukup modal, mengusahakan tanaman jeruk.

Pendapatan usahatani umumnya diperoleh dari usaha peternakan, hortikultura, dan perkebunan. Kontribusi pendapatan dari usaha peternakan relatif tinggi, sekitar 31% dari total pendapatan *on-farm*, yang mencerminkan peran penting usaha peternakan bagi pendapatan rumah tangga. Pendapatan dari usaha ternak sapi 22,9% (sekitar Rp 3,8 juta) dan dari ternak babi 7% (sekitar Rp1,2 juta dari total pendapatan *on-farm*). Pendapatan dari usahatani mencapai Rp 8,73 juta atau 52,5% dari total pendapatan pertanian rumah tangga. Kontribusi pendapatan dari usaha *non-farm* juga cukup tinggi (Tabel 4), terutama dari usaha kerajinan seni dan dagang. Kontribusi pendapatan dari usaha *off-farm* (buruh tani, penyewaan lahan, ternak, dan alsintan) relatif rendah, rata-rata 1,2% dari total pendapatan rumah tangga.

Kenyataannya, lahan marjinal belum terkelola dengan baik. Berbagai keterbatasan menyebabkan masih rendahnya partisipasi dan keengganan sektor swasta untuk melirik agroekosistem marjinal, dan belum memadainya adopsi teknologi pertanian yang diterapkan di lahan marjinal. Kebijakan diperlukan khususnya sebagai solusi penanganan lahan marjinal dalam rangka memformulasikan pola diversifikasi usaha rumah tangga sebagai upaya pemberdayaan keberpihakan terhadap petaninya. Upaya tersebut ditempuh

Tabel 4. Jumlah anggota rumah tangga yang bekerja pada usaha *non-farm*, intensitas dan rata-rata pendapatan responden.

Jenis usaha <i>non-farm</i>	Jumlah ART (%)	Intensitas (bln/thn)	Pendapatan (Rp 000)
Usaha industri	77,1	9	1.872
Buruh industri	6,6	6	429
Usaha/pekerja jasa lain	14,8	8	489
Pensiunan PNS/TNI	11,5	12	828
Dagang	37,7	9	1.311
Tukang bangunan	3,3	9	285
Buruh bangunan	18,0	4	324
Aparat desa	3,3	12	266
Seniman	1,6	3	102
Jasa transportasi	6,6	9	472
Lainnya	3,3	11	1.221

Sumber: Data Primer diolah (Elizabeth 2007)

dengan pengembangan produk pertanian unggulan spesifik lokasi; memaksimalkan pemanfaatan kearifan lokal; memperhatikan ekologi kultural setempat melalui pendekatan holistik, integratif, partisipatif, berkesinambungan, lintas sektoral dan rumah tangga. Upaya tersebut terkait erat dengan upaya pengembangan diversifikasi usaha rumah tangga pertanian yang berbasis *market driven* dan *market driving*, yang diarahkan pada peningkatan daya tarik, daya tahan, dan daya saing lahan marjinal.

Berbagai program kebijakan pembangunan pertanian telah dilaksanakan di Bali. Program Peningkatan Pendapatan Petani dan Nelayan Kecil (P4K) merupakan program pembinaan bagi petani dan nelayan kecil, yang beranggotakan sekitar 3250 KPK (kelompok petani dan nelayan kecil). Dana program tersebut berasal dari APBD, sekitar Rp 600 juta pada tahun 2006, meningkat Rp150 juta dari tahun 2005. Pengembangan di sektor *on-farm*, bentuk modal bantuan murni berkisar antara Rp 5-10 juta; dengan *action* di lahan masing-masing.

Di era perdagangan bebas terjadi kompetisi dalam memperebutkan pasar melalui peningkatan efisiensi dan perolehan nilai tambah, sehingga pemerintah mengintensifkan peningkatan pembinaan seluruh pelaku pasar. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali pada tahun 2005 telah memberdayakan pemuda tani melalui pembinaan berupa pelatihan dan bantuan modal, yang dibiayai dari Dokumen Anggaran Satuan Kerja (DASK) Dinas Pertanian Tanaman Pangan Bali tahun 2005. Pada tahun 2005 Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Buleleng melaksanakan Program Pengembangan Agribisnis terkait kelembagaan dan ketahanan pangan.

Kegiatan pengembangan kelembagaan berupa: 1) pengolahan hasil pertanian dan pemantapan Sub-Terminal Agribisnis (STA); 2) pembinaan kelompok penerima bantuan; 3) pembinaan kelompok petani kecil dan kelompok tani berwawasan agribisnis; 4) pengembangan pasar hewan Gerokgak; dan 5) pemberdayaan kelembagaan petani. Program Peningkatan Ketahanan Pangan meliputi: 1) pembinaan, pengawasan, dan peredaran penggunaan pupuk - pestisida; 2) pemberdayaan penyuluh pertanian; 3) pengembangan Balai Benih Palawija Patas dan Gerokgak di Kecamatan Gerokgak. Kedua program tersebut sebagai upaya untuk 1) pengembangan pusat pertumbuhan agribisnis; 2) pemberdayaan SDM pertanian; dan 3) perbaikan pengolahan SDA dan pelestarian lingkungan. Potensi pengembangan diversifikasi usaha rumah tangga pertanian di pedesaan perlu diaktualisasikan menjadi kesempatan kerja riil. Hal ini membutuhkan investasi infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi yang memadai untuk mencapai target.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

1. Pengembangan diversifikasi usaha rumah tangga pertanian mencakup peranan berbagai sektor ekonomi terhadap pendapatan rumah tangga, baik *on-farm* maupun *non-farm*, memiliki kontribusi terhadap pendapatan rumah tangga,
2. Kontribusi pendapatan *non-farm* relatif tinggi dalam pendapatan rumah tangga karena melakukan beragam usaha ke sektor nonpertanian,
3. Strategi diversifikasi diperlukan untuk mengembangkan multiusaha rumah tangga dengan memanfaatkan segala potensi dan peluang yang dimiliki untuk mengatasi kelemahan dan ancaman yang ada,
4. Diperlukan inovasi dan akselerasi teknologi yang mendukung pola tanam yang sudah sesuai dengan kondisi agroekosistem suatu wilayah. Untuk meningkatkan usaha dan pendapatan keluarga masih diperlukan intensifikasi, teknologi, pelatihan, akses kredit, dan pasar,
5. Perlu dilakukan intensifikasi dan diversifikasi produk pertanian sehingga membuka peluang untuk memenuhi permintaan pasar domestik dan global. Strategi yang diperlukan adalah: 1) pelatihan kewirausahaan agar rumah tangga petani termotivasi untuk mengembangkan usahanya; 2) pengembangan sistem dan aksesibilitas informasi pasar; 3) pengembangan mekanisasi dan teknologi sesuai kondisi lahan; 4) fasilitasi pengelolaan lahan, terutama dalam hal drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, J. S., D. Djaenudin, S. Sukmana, dan S. Karama. 1994. Potensi teknologi pemanfaatan lahan marginal untuk menunjang diversifikasi pangan dan gizi. Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V: Riset dan Teknologi Unggulan Mengenai Pangan dan Gizi Ganda Pembangunan Jangka Panjang. Jakarta, 20-22 April 1993. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Jakarta.
- Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali. 2005. Laporan kegiatan pemberdayaan pemuda tani di Provinsi Bali, 2005. Denpasar.
- Dinas Pertanian dan Peternakan Kabupaten Buleleng. 2006. Laporan akuntabilitas kinerja instansi pemerintah (LAKIP), 2005. Singaraja. Bali.
- Elizabeth, R. 2007. Remitansi bekerja dari luar negeri dan diversifikasi usaha rumah tangga di pedesaan. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Luna, J. 1998. Multiple Impact of cover crops in farming systems. IFS. (http://ifs.orst.edu/pubs/multiple_impacts_cover_cro.html, Download 24 Sept. 2005).
- Naik, D. 2000. Integrated farming system and micro level agricultural planning. Key areas to sustainable agriculture in Orrisa, India. *In* B. Arifin and H.S. Dillion (Eds). Asian agriculture facing the 21st century. Proceedings. The Second Conference of Asian Society of Agricultural Economists (ASEA). Jakarta.
- Othman, K. 2004. Integrated farming system and multifunctionality of agriculture in malaysia. *In* W. Bokelmann (Ed). Proceeding. XV International Symposium on Horticultural Economics and Management. Berlin, Germany.
- Pasandaran, E., I. W. Rusastra, dan V. T. Manurung. 1991. Perspektif peningkatan pendapatan petani di Indonesia Bagian Timur. Forum Penelitian Agro Ekonomi 9(1). Pusat Penelitian Sosial-Ekonomi Pertanian. Bogor.
- Simatupang, P., D.K.S. Swastika, M. Iqbal, dan I. Setiadjie. 2004. Pemberdayaan petani miskin melalui inovasi teknologi pertanian di Nusa Tenggara Barat. *Dalam* Mashur, *et al.* (Eds). Prosiding Seminar Nasional Pemberdayaan Petani Miskin di Lahan Marginal melalui Inovasi teknologi Tepat Guna. Mataram, 31 Agust-1 Sept. 2004.
- Singh, K.P. 2002. Integrated farming systems for smallholders in india-models and issues for semi-arid tropical conditions. (<http://www.cipav.org.co/lrrd/10/3/sam103p.htm>, Download 16 Sept 2005).

- Swastika, D. K. S., R. Elizabeth, H. Supriadi, K. S. Indraningsih, J. Hestina. 2006. Analisis pengembangan multiusaha rumah tangga pertanian pada berbagai agroekosistem. PSE. Bogor.
- Taryoto, A. H. 1995. Kemiskinan dan program penanggulangan kemiskinan lingkup Departemen Pertanian: suatu upaya introspeksi. *Dalam* Hermanto *et al.* (Eds). Prosiding Pengembangan Hasil Penelitian Kemiskinan di Pedesaan: Masalah dan Alternatif Penanggulangannya. Buku 2. Pusat Penelitian Sosial Ekonomi Pertanian. Bogor.

Restrukturisasi Pemberdayaan Kelembagaan Pangan Mendukung Perekonomian Pedesaan dan Ketahanan Pangan

Roosganda Elizabeth

Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian

ABSTRAK

Kegagalan pembangunan perekonomian di pedesaan mencerminkan kerapuhan kelembagaan lokal, termasuk kelembagaan pangan di pedesaan. Para perancang dan penyelenggara pembangunan dinilai kurang memahami pentingnya peran kelembagaan lokal bagi pengembangan perekonomian pedesaan dan sektor pertanian dalam menopang kemandirian dan ketahanan pangan. Kelembagaan pedesaan perlu dibangun secara mantap dan mengarah pada pemberdayaan masyarakat lokal melalui partisipasi aktif dan menjadikan kekayaan sumber daya alam dan pertanian sebagai basis perekonomian nasional. Kerapuhan kelembagaan lokal pedesaan ditunjukkan oleh tidak efektifnya pemberdayaan faktor masyarakat lokal dan kepemimpinan (sebagai penggerak kemajuan) di pedesaan. hal ini merupakan dampak dari tidak terbangunnya tata nilai dan norma yang menggerakkan kemajuan ekonomi, pertanian, dan kelembagaan pangan di pedesaan. Struktur kelembagaan pangan pedesaan yang dibiarkan rapuh, terabaikannya faktor kompetensi sumber daya manusia pedesaan, niscaya memudahkan kemandirian dan ketahanan pangan.

PENDAHULUAN

Dalam sistem ekonomi terbuka di era globalisasi, aktivitas perdagangan domestik dan ekspor-impor dapat dilakukan secara bebas. Kondisi pasar domestik dan internasional secara umum mempengaruhi pergeseran keseimbangan dan kedinamisan *supply* dan *demand* komoditi dan pemenuhan pangan masyarakat. Dalam sistem perekonomian global, kinerja pembangunan dipengaruhi oleh perubahan lingkungan strategis domestik dan internasional (Saliem *et al.* 2006). Lingkungan strategis internasional, terutama yang terkait reformasi perdagangan dunia (yang mengarah pada sistem perdagangan bebas dan perubahan makroekonomi), akan mempengaruhi struktur perekonomian suatu negara yang meratifikasinya (termasuk Indonesia).

Perubahan struktur ekonomi tersebut mencakup semua tingkatan wilayah (provinsi, kabupaten, kecamatan hingga desa), dan akan mempengaruhi perubahan kesempatan kerja dan berusaha, yang akhirnya berpengaruh

terhadap performa diversifikasi sumber pendapatan (keanekaragaman usaha) dan tingkat pendapatan rumah tangga. Lingkungan strategis domestik yang diprediksi berpengaruh kuat terhadap diversifikasi usaha rumah tangga, ketahanan pangan, dan kemiskinan adalah adanya reformasi sektor pertanian dan pedesaan (Saliem *et al.* 2006). Diversifikasi usaha dan tingkat keragamannya yang dapat dijadikan sumber pendapatan rumah tangga terkait erat dengan struktur dan keragaman perekonomian di segala tingkat wilayah (pusat hingga desa). Keragaman dan tingkat pendapatan berhubungan dengan akses rumah tangga terhadap pangan, tingkat keamanan, kemandirian, dan ketahanan pangan, serta kemiskinan (Elizabeth 2007).

Dengan demikian, masalah kemandirian, keamanan, dan ketahanan pangan tidak sesederhana yang diperkirakan, sehingga diperlukan penanganan yang serius, terutama melalui kebijakan terkait kelembagaan pangan. Kerapuhan konsep kelembagaan perekonomian pedesaan akan mengganjal perkembangan pertanian/perekonomian di pedesaan. Jika sistem kelembagaan (ekonomi dan pangan) masyarakat rapuh, maka program pengembangan teknologi, inovasi, dan investasi tidak mampu menjadi “mesin penggerak” ekonomi.

PANGAN: *HUMAN BASIC NEEDS*, DAN KEBIJAKAN YANG BIAS

Pangan merupakan kebutuhan dasar manusia untuk dapat hidup dan beraktivitas. Memperoleh pangan yang baik dan cukup adalah bagian dari hak azasi manusia (*Universal Declaration of Human Right*). Ketahanan pangan merupakan kondisi pemenuhan pangan bagi suatu rumah tangga, yang mengindikasikan kecukupan pangan yang baik, aman, merata dalam kuantitas dan kualitas, dan terjangkau oleh masyarakat luas (BBKP 2003).

Pengkajian ketahanan pangan merupakan tolok ukur berhasil tidaknya pelaksanaan suatu program pembangunan, sehingga dalam setiap penyusunan dan kerangka pembangunan nasional menempatkan kebijakan peningkatan ketahanan pangan pada posisi utama dan strategis. Peran strategis ketahanan pangan mencakup tiga aspek, yaitu: 1) akses terhadap pangan dan gizi yang cukup merupakan hak yang paling asasi bagi manusia; 2) pangan berperan penting bagi terbentuknya SDM yang berkualitas; sehingga 3) ketahanan pangan merupakan salah satu pilar utama dalam menopang ketahanan ekonomi dan ketahanan nasional (BBKP 2003).

Kebijakan pangan dalam mewujudkan strategi ketahanan pangan yang telah dikeluarkan pemerintah dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan masyarakat, bias pada komoditas beras, dan masih bernuansa *top-down* (sentralistik). Pada era globalisasi dan reformasi, kebijakan pangan berubah-

ubah. Pelaksanaan kebijakan ketahanan pangan masih rentan terhadap faktor internal (fluktuasi iklim) dan faktor eksternal (kelembagaan, fluktuasi harga output, dan pasarisasi).

PEMBERDAYAAN KELEMBAGAAN PANGAN

Pembangunan pertanian di pedesaan jika ditangani secara serius dapat *recovery* dan menjadi tulang punggung (*back bone*) bagi pengembangan sektor riil dari krisis ekonomi. Hal ini terbukti ketahanannya yang tinggi, sementara sektor lain ambruk. Ciri khas usaha pertanian adalah melibatkan banyak orang dengan keterbatasan pemilikan sumber daya dan keterampilan, serta *social network* yang kurang mendukung. Pengembangan *social network* antara lain dapat diupayakan melalui pemberdayaan masyarakat dan kelembagaan tradisional yang relatif belum memadai (Elizabeth 2003).

Pembangunan pedesaan terutama bertujuan untuk memperbaiki kualitas hidup masyarakat di pedesaan. Beberapa strategi pembangunan pedesaan meliputi: 1) peningkatan kesempatan kerja; 2) peningkatan efisiensi, berkaitan dengan produktivitas sumber daya melalui inovasi teknologi, dengan memperhatikan keharmonisan/keselarasan ekologi dan konservasi SDA; 3) berkesinambungan, harus memperhatikan lingkungan sosial, politik, dan ekonomi (ada relevansi/adaptasi pelaksanaan pembangunan terhadap kondisi daerah); 4) *equity*, memerlukan akses yang luas terhadap sumber daya, kesempatan kerja, dan infrastruktur; dan 5) pemberdayaan, harus disokong melalui peningkatan kapasitas, kapabilitas masyarakat pedesaan (memanfaatkan dan mengembangkan segala potensi yang ada).

Keberhasilan pembangunan pedesaan yang ideal, antara lain ditentukan oleh partisipasi dari masyarakat desa (subjek) sebagai sasaran utamanya. Namun strategi pembangunan model *top-down* (sentralistik) selama tiga dekade terakhir telah memarjinalkan arti masyarakat lokal dan memandulkan inisiatif mereka serta menjauhkan dari sumber daya sosial-ekonomi yang seharusnya menjadi hak mereka. Hal ini tercermin dari dua gejala subordinasi lokal terhadap pusat, di mana otonomi mereka terampas. Akibatnya, mereka tidak dapat berkembang sebagai basis *self-propelled development* (gerakan perkembangan mandiri). Tanpa kemandirian, jati diri petani dinegasikan, realisasi diri dan potensinya digerogeti.

Proses pembangunan pedesaan justru cenderung menimbulkan diferensiasi sosial yang semakin akut dalam kehidupan petani. Jika ada yang disebut sebagai kebijaksanaan pembangunan lokal, tak lebih dari penjabaran deduktif dari pembangunan nasional (konteks dan kepentingan masyarakat lokal terabaikan disubordinasikan dari kepentingan nasional). Potensi utama sumber daya ekonomi lokal telah dieksploitasi secara korporatis (dalam bentuk

perusahaan dan lembaga ekonomi yang menginduk ke pusat), sehingga tingkat keterlibatan masyarakat lokal sangat kecil, baik sebagai pelaku maupun pemanfaat hasil pembangunan.

Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya perencanaan pembangunan pedesaan yang didasarkan pada evaluasi empiris, baik perencanaan itu sendiri maupun ketradisional yang dimaksud, di mana rencana tersebut akan diterapkan. Kekeliruan pandangan tersebut harus dihilangkan, bahwa pembangunan pedesaan baru akan mencapai keberhasilan bila melibatkan dan memberdayakan segala bentuk lembaga ketradisional (sosial, adat-budaya) desa dan masyarakat. Para perencana dan penentu kebijakan hendaknya meninjau ulang pemikiran Dove (1986) bahwa kebudayaan tradisional terkait erat dengan proses sosial, ekonomi, dan ekologi, masyarakat secara mendasar; bersifat dinamis (selalu selaras dan mengalami perubahan), karenanya tidak bertentangan dengan proses pembangunan itu sendiri.

Strategi pembangunan yang sentralistik menyebabkannya bias mengejar pertumbuhan, bias kawasan atau wilayah, kurang memperhatikan aspek sosial (keadilan) dan budaya (keberlanjutan). Sentralistik yang mencerminkan pola pembangunan yang konvensional tersebut ternyata menuai kinerja kelembagaan tradisional dan masyarakat lokal yang rapuh. Berbagai dampak negatif lanjutannya antara lain: 1) terjadinya kontraksi perekonomian (daerah maupun nasional); 2) degradasi sumber daya alam (lahan dan air); 3) semakin terbatasnya kesempatan kerja dan berusaha; 4) semakin akutnya kesenjangan antargolongan masyarakat; dan 5) memudarnya kelembagaan tradisional (dan ikatan/jaringan sosial masyarakat tradisional). Pada akhirnya, semuanya berimplikasi pada lemahnya struktur sosial-ekonomi masyarakat yang mayoritas petani di pedesaan.

Strategi pemberdayaan masyarakat dan kelembagaan tradisional dalam pembangunan pertanian pedesaan merupakan hal yang penting. Dari perspektif sosiologi pembangunan, kelembagaan diibaratkan sebagai organ-organ dalam tubuh manusia yang mengaktifkan suatu masyarakat. Setiap fungsi dalam masyarakat pasti dijalankan oleh sebuah (atau lebih) kelembagaan. Untuk memenuhi kebutuhan hidup (misalnya), dalam hal memproduksi dan distribusi, dijalankan oleh kelembagaan ekonomi. Setiap orang yang terlibat di dalamnya diikat oleh suatu pola nilai dan norma sebagai pedoman bersikap dan berperilaku dalam berinteraksi sosial, yang dimantapkan kemudian oleh adanya struktur yang baku, yang merupakan visualisasi dari orang yang terlibat, bagaimana posisi dan proporsinya.

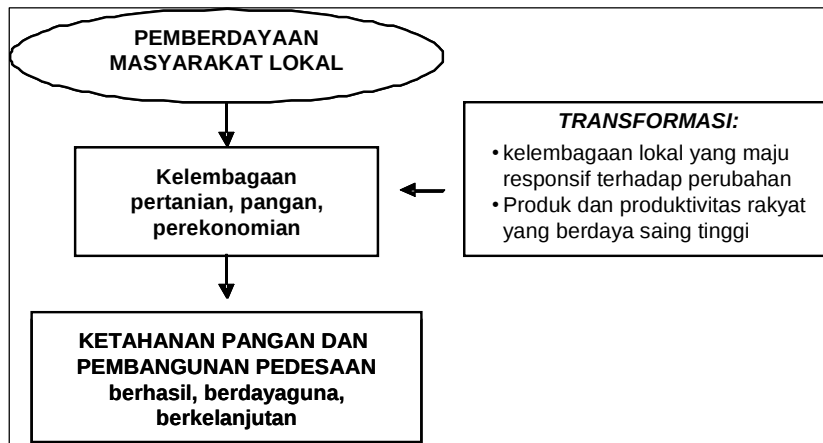
Perubahan lingkungan eksternal menuntut perubahan operasional tiga pilar kelembagaan, yaitu: 1) kelembagaan lokal-tradisional yang hidup dan eksis dalam komunitas (*voluntary sector*); 2) kelembagaan pasar (*private sector*) yang dijiwai ideologi ekonomi terbuka; dan 3) kelembagaan sistem politik atau

pengambilan keputusan di tingkat publik (*public sector*). Ketiga pilar yang menopang kehidupan dan kelembagaan perekonomian rakyat di pedesaan tersebut perlu mereformasikan diri dan bersinergi agar sesuai dengan kebutuhan yang selalu mengalami perkembangan. Inilah yang dimaksud dengan transformasi kelembagaan sebagai upaya pemberdayaannya, yang tidak hanya dilakukan secara internal, namun juga tata hubungan dari keseluruhan kelembagaan tersebut.

Upaya mentransformasikan kelembagaan sebagai upaya pemberdayaan oleh masyarakat lokal, termasuk kelembagaan pangan, tidak hanya mengakibatkan perubahan struktur ekonomi pertanian, namun menyangkut perubahan struktur dan pola perilaku sosial masyarakat pedesaan. Strategi pengembangan dan pemberdayaan kelembagaan pangan merupakan hal urgen dan wajib dilaksanakan dengan partisipasi masyarakat lokal, sebagai salah satu upaya mewujudkan dan memperkuat kemandirian dan ketahanan pangan dan jaringan perekonomian masyarakat pedesaan. Dengan demikian, pembangunan pertanian pedesaan tidak melebarkan kesenjangan antara golongan masyarakat, justru mendorong untuk berproduktivitas tinggi, berdiversifikasi, dan mampu memenuhi pasar komersial.

Terdapat tiga tujuan utama kelembagaan dalam menunjang perekonomian di pedesaan (Etzioni 1961), yaitu: tujuan perintah (*order*), *economic* dan *culture* (budaya), dan tujuan politik (*political goals*). Untuk keberhasilannya diperlukan kerja sama antara administrasi lokal, pemerintah lokal, kelembagaan/organisasi yang beranggotakan masyarakat lokal, kerja sama usaha, pelayanan dan bisnis swasta yang dapat diintegrasikan ke dalam pasar lokal, regional, dan global (Uphoff 1992). Pemberdayaan dan pengembangan kelembagaan pangan di pedesaan meliputi: 1) pola pengembangan pertanian atas dasar luas dan intensivitas lahan, perluasan kesempatan kerja dan berusaha yang dapat memperluas penghasilan; 2) penyempurnaan keterbatasan pelayanan sosial (pendidikan, gizi, dan kesehatan); 3) program untuk memperkuat prasarana kelembagaan dan keterampilan pengelolaan kebutuhan pedesaan.

Pemberdayaan kelembagaan pangan di pedesaan juga mempertimbangkan pendayagunaan faktor penyediaan sarana produksi, bahan baku, dan keterampilan yang dikuasai masyarakat (termasuk kebijakan penentuan harga, pelayanan yang terjangkau masyarakat, kebijaksanaan pembinaan industri pedesaan). Kebijakan modal dan investasi harus disesuaikan dengan asas kelangkaan dan kebijakan subsidi, agar dapat mengurangi dampak negatif terhadap penerapan penggunaan barang modal di pedesaan. Pada hakikatnya, pendekatan penguatan dan pelibatan masyarakat desa dalam pemberdayaan kelembagaan pangan memberi ruang penuh untuk mengartikulasikan diri mereka dan lingkungannya, sehingga dapat mencari dan menyusun sendiri bangunan diri dan lingkungannya; sesuai dengan realitas sosial masyarakat pedesaan (Elizabeth 2007).



Pemberdayaan kelembagaan pangan di pedesaan menyebabkan terjadinya transformasi ke pertanian modern tidak hanya melalui perubahan struktur, tapi juga menyangkut perubahan berbagai aspek abstrak yang membentuk perilaku, berupa perubahan sistem nilai, norma, dan orientasi. Lemahnya kinerja ekonomi pedesaan terutama disebabkan oleh rendahnya kapasitas kelembagaannya, yang tercermin dari masih rendahnya interaksi antarlembagaan, kecilnya akses terhadap kelembagaan modern, dan melemahnya kelembagaan lokal karena tekanan dari luar. Pemberdayaan kelembagaan pangan harus dimulai dari masyarakatnya agar menjadi esensial untuk mencapai kesinergisan yang optimum dalam aktivitasnya di tingkat lokal.

KEPEMIMPINAN: FAKTOR PENENTU MARJINALISASI PERTANIAN, PANGAN, DAN PEMBANGUNAN PEDESAAN

Masalah marjinalisasi pertanian tentu bukan disebabkan oleh keterbatasan sumber daya alam, tapi terletak pada kualitas SDM yang lemah dan *rapuh*nya dukungan tatanan berbagai kelembagaan di pedesaan (pertanian, pangan, perekonomian, ketenagakerjaan, dan sebagainya). Secara manajerial, di zaman orde baru, konsistensi dan keberlanjutan pembangunan pertanian tidak mengalami pemihakan pada kemajuan perekonomian pedesaan. Munculnya gejala marjinalisasi petani dan pemiskinan struktural sebagai hasil ikutan dari modernisasi pertanian padi sawah (di Jawa) sangat nyata. Pengelolaan usahatani secara turun-temurun masih nonformal dan tradisional. Sentuhan pengetahuan dan teknologi modern umumnya hanya mampu diserap dan sesuai untuk kalangan petani sawah yang mampu dan hortikultura yang bernilai ekonomi tinggi.

Dewasa ini, dengan diberlakukannya otonomi daerah (UU No.22 tahun 1999), sistem dan peran kelembagaan penyuluhan pertanian (BPP) sudah kurang memadai. Kelembagaan penyuluhan sejak dulu lebih banyak diarahkan untuk mendukung pengembangan produksi padi nasional (dalam rangka swasembada pangan) dan kurang berperan sebagai penggerak ekonomi pedesaan.

Daya saing produk pertanian Indonesia di pasar dunia relatif rendah, sebagaimana tercermin dari membanjirnya berbagai jenis buah, sayuran, beras, jagung dan kedelai impor yang telah melebihi 2 juta t/tahun. Sebagai sumber devisa negara, hanya beberapa komoditas yang masih dapat diandalkan. Dari kontribusinya terhadap perekonomian nasional, perkembangan pertanian masih jauh dari maksimal. Masalah salah urus, dapat dikatakan sebagai faktor penting terjadinya marjinalisasi pertanian dan kelembagaan pangan di pedesaan. Salah satu sumber keterbelakangan yang harus disorot adalah ignoransi para perumus kebijakan dan penyelenggara pembangunan, baik di tingkat pusat maupun daerah, dalam memahami perkembangan masalah pangan di pedesaan.

Peran kepemimpinan sangat besar bagi kemajuan maupun kemunduran perekonomian suatu masyarakat, terlebih pada masyarakat yang memiliki semangat patronase yang kuat. Kepemimpinan adalah salah satu penggerak utama perubahan masyarakat (*leadership as a prime mover of social changes*). Keberadaan seorang pemimpin yang kuat dalam masyarakat pedesaan menentukan tingkat kemajuan ekonomi di wilayah tersebut.

Aspek kepercayaan (*trust*) dalam kepemimpinan untuk menggerakkan masyarakat ke arah kemajuan merupakan sesuatu yang sangat penting untuk menghindarkan munculnya ketergantungan petani terhadap bantuan pemerintah, yang menyebabkan kemerosotan daya kreatifnya dalam mengelola sumber daya pertanian. Seorang pemimpin akan dihargai dan dihormati jika memiliki keunggulan dan kemampuan mengatasi masalah masyarakat, termasuk masalah produksi dan ekonomi pertanian di wilayahnya. Seorang pemimpin harus mampu *merepresentasikan* kepentingan masyarakat dan menghilangkan sifat mementingkan diri dan golongan.

Petani mengharapkan semangat “altruistik” (mau berkorban lebih dulu) dari pemimpin, agar memperoleh simpati dan kepercayaan masyarakat. Pemimpin dituntut untuk memiliki visi dan misi yang jelas dan ditranparasikan ke petani, memiliki pemahaman *local knowledge* yang baik, mampu menggerakkan inspirasi kolektifitas antarpetani, terorganisasi dengan baik, mentransmisi dan mendinamisasi persaingan sehingga menjadi energi kolektif kemajuan masyarakat setempat. Masyarakat membutuhkan *patron* (panutan) yang mampu mewakili dan mewujudkan ‘impian’ masyarakat secara kolektif.

Sifat haus akan inovasi sebagai bagian dari tata nilai yang baik bagi masyarakat pedesaan terkait erat dengan motivasi masyarakat untuk berprestasi atau kreatif, dan mampu mewariskan dan menginvestasi surplus hasil kerjanya untuk modal kemajuan generasi berikutnya. Selain tata nilai yang baik, tepa selira atau empati yang masih hidup di masyarakat pedesaan perlu dipadukan dengan komponen tata nilai lainnya yang telah membudaya di masyarakat tersebut. Penerapan empati dalam kelembagaan/organisasi ekonomi yang sehat akan memberi kekuatan yang besar.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

1. Kerapuhan kelembagaan pedesaan bukan saja akibat “salah urus”, melainkan juga akibat ketidakmampuan para perancang kebijakan dalam menghadapi tekanan politik dan mengatasi kepentingan askriptifnya,
2. Tidak sejalan kebijakan yang bias investasi fisik dan pertumbuhan ekonomi di perkotaan seakan menelantarkan pengembangan pedesaan. Ketimpangan struktur pertanian dan terjadinya proses marginalisasi pertanian, makin menyulitkan perkembangan kemandirian pangan pedesaan yang sehat,
3. Rapuhnya struktur kelembagaan pedesaan, tercermin dari lemahnya bargaining position petani terhadap pelaku ekonomi luar desa, disebabkan oleh lemahnya kelompok tani, penguasaan modal usaha, ketimpangan interdependensi petani dengan pelaku ekonomi luar desa, dan kelemahan pengembangan dan penerapan aspek kepemimpinan, sebagai penggerak dinamika masyarakat pedesaan,
4. Fokus kelembagaan adalah kajian struktur sosial pada aspek peran (roles) aktivitas, hubungan antarperan, integrasi sosial, struktur umum, perbandingan struktur tekstual dengan struktur riil, struktur kewenangan/kekuasaan (sentralitas atau distributif), hubungan antarkegiatan dan tujuan, serta aspek solidaritas,
5. Kelembagaan pangan yang berlandaskan pemberdayaan dan partisipasi masyarakat lokal lebih mampu menjamin pengembangan dan keberhasilan kelembagaan tersebut,
6. Perlunya pemimpin yang dapat dipercaya, memiliki kredibilitas, bisa memberi inspirasi semangat kerja untuk maju, memberi teladan dalam penerapan inovasi dan pemecahan masalah setempat, mampu mengelola *conflict resolution*, mampu mengambil keputusan secara rasional dan *demokratis*, dan perlu dijadikan dasar untuk perancangan pengembangan kelembagaan di pedesaan,
7. Belum berfungsi asas keterwakilan, transparansi, dan akuntabilitas oleh elit politik dan aparat pemerintah di daerah yang menempatkan masyarakat

- pedesaan sebagai mitra dan pelaku strategis dalam pemberdayaan kelembagaan pedesaan,
8. Tata nilai (menegakkan rasa malu, harga diri, etos kerja keras, rajin, daya produktif yang tinggi) sebagai komponen kelembagaan untuk mewujudkan *domestic saving* dan empati yang tinggi dalam bermasyarakat sosial, baik secara individual maupun kolektif, mampu menggerakkan kemandirian, kemajuan, dan ketahanan pangan.

DAFTAR PUSTAKA

- BBKP. 2003. Analisis ketahanan pangan dalam era globalisasi dan otonomi daerah. PSE. Bogor.
- Dove, M.R. 1985. Peranan kebudayaan tradisional Indonesia dalam modernisasi. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Elizabeth, R. 2007. Fenomena sosiologis metamorphosis petani: ke arah keberpihakan masyarakat petani di pedesaan yang terpinggirkan terkait konsep ekonomi kerakyatan. Forum Agro-Ekonomi Vol. 26. Juli. 2007.
- Elizabeth, R., dan V. Darwis. 2003. Karakteristik petani miskin dan persepsinya terhadap program JPS di Propinsi Jawa Timur. SOCA. Bali.
- Etzioni, A. 1985. Organisasi-organisasi Modern. UI. Press & Pustaka Bradjaguna. Jakarta.
- Geertz, C. 1874. Involusi Pertanian. Bharata. Jakarta.
- Saliem, H.P., Sumaryanto, G.S. Hardono, H. Mayrowani, T.B. Purwantini, Y. Marisa, dan D. Hidayat. 2006. Diversifikasi usaha rumah tangga dalam mendukung ketahanan pangan dan penanggulangan kemiskinan di Indonesia.
- Saptana, R. Elizabeth, T. Pranadji, dan Sahyuti. 2003. Transformasi kelembagaan tradisional. PSE. Bogor.
- Sumodiningrat, G. 1999. Pemberdayaan Masyarakat dan JPS. Gramedia. Jakarta.
- Todaro, M.P. 1983. Pembangunan Ekonomi di Dunia Ketiga. Alih bahasa Aminudin dan Mursid. Ghalia. Jakarta.
- Uphoff, N. 1992. Local institution and participation for sustainable development. IIED. London.

Potensi Pengembangan Agroindustri Sagu di Kepulauan Riau

¹Dorlan Sipahutar, ¹Husni Malian, dan ²Herman Supriadi

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau

²Pusat Penelitian Sosial-Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Survei menggunakan pendekatan PRA (*participatory rural appraisal*) dan analisis SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, and Threat*) telah dilakukan pada bulan Mei 2007 di Kabupaten Lingga, Riau Kepulauan. Hasil analisis SWOT menunjukkan bahwa potensi (kekuatan) utama pengembangan sagu di Riau adalah kesesuaian lahan, motivasi petani, dan kontinuitas bahan baku (produksi). Di samping kekuatan terdapat kelemahan, terutama sistem pemasaran produk dan rendahnya tingkat adopsi teknologi. Namun masih banyak peluang pengembangan sagu, antara lain dengan mengefektifkan kebijakan pemerintah untuk pengembangan industri dan peluang pasar keluar propinsi. Masih ada ancaman yang harus diantisipasi, yaitu belum adanya kebijakan ekspor dari pemerintah, perkembangan industri sagu negara tetangga, sistem pemasaran yang merugikan petani, dan sulitnya membangun pola kemitraan yang ideal. Strategi yang disarankan untuk pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga adalah: 1) memelihara kelestarian lahan dan kontinuitas produksi, 2) memberdayakan kelembagaan kelompok dalam memasarkan produk dan adopsi teknologi, 3) mengefektifkan kebijakan pemerintah dalam pengembangan industri pengolahan dan mencari peluang pasar di luar propinsi maupun untuk tujuan ekspor, 4) mengatasi ancaman untuk ekspor, sistem pemasaran yang kurang berpihak kepada petani produsen, pola kemitraan, dan perkembangan agroindustri negara pesaing.

PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah di bidang pangan selama ini bias kepada padi sebagai pangan pokok nasional. Kebijakan ini adakalanya membawa konsekuensi terjadinya pergeseran pola pangan pokok lokal (jagung, ubi-ubian, dan sagu) yang sudah sesuai dengan potensi dan budaya setempat, ke komoditas beras (Sayaka *et al.* 2005). Di sisi lain, pemerintah dituntut untuk mencukupi kebutuhan pangan masyarakat yang selama ini belum terpenuhi tanpa impor. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat partisipasi konsumsi pangan lokal seperti ubi kayu, ubi jalar, sagu, dan jagung pada rumah tangga berpendapatan rendah masing-masing 36,7%, 11,1%, 1,1%, dan 13,3%, sedangkan tingkat partisipasi

konsumsi beras mencapai hampir 100% (Anonymous 2003). Se jauh ini pola makan pokok lokal belum banyak tersentuh oleh inovasi (teknologi maupun rekayasa sosial kelembagaan, sehingga sampai sekarang masih memiliki status ekonomi dan sosial budaya yang rendah (Sayaka *et al.* 2005).

Peningkatan jumlah penduduk yang pesat sementara produksi beras cenderung stagnan menyebabkan upaya penurunan ketergantungan peranan beras dan pengembangan pangan pokok lokal dan aneka produk olahannya menjadi sangat penting dalam upaya menjaga ketahanan pangan dan meningkatkan potensi dan prospek pangan lokal. Potensi dan prospek industri pangan berbahan baku lokal di Indonesia cukup cerah karena tersedianya sumber daya alam yang melimpah, tetapi industri tersebut harus menghasilkan produk-produk yang memiliki nilai tambah tinggi, siap saji, praktis, dan bermutu (Lukmito 2004).

Kabupaten Lingga yang baru berusia 3 tahun di Propinsi Riau Kepulauan merupakan salah satu sentra produksi sagu. Areal sagu di Propinsi Riau sekitar 31.000 ha tetapi potensi areal yang sesuai untuk pengembangan sagu bisa mencapai 300.000 ha (Kertopermono 1996). Sagu pada awalnya sebagai makanan pokok penduduk Lingga, dan sejak 1995 terjadi pergeseran pola pangan di mana selain sagu, masyarakat juga mengkonsumsi beras sebagai selingan. Hanya sekitar 15% penduduk yang masih murni mengkonsumsi sagu sebagai makanan pokok tunggal. Sebagian besar produksi dijual dalam bentuk tepung basah ke penampung yang kemudian setelah diproses menjadi tepung kering bersih dikirim ke berbagai wilayah seperti Cirebon, Semarang, dan Medan (Kertopermono 1996). Terdapat 47 unit usaha, penepungan sagu di Riau, dua perusahaan besar di Lingga memproduksi tepung kering bersih yang siap dikirim keluar Riau.

Permasalahan yang masih muncul di kalangan petani dan pengusaha sagu adalah biaya prosesing tepung yang masih tinggi, sedangkan nilai jualnya relatif rendah dan pasar yang masih terbatas. Posisi tawar petani sagu terlalu lemah dengan sistem monopoli tengkulak, dan harga sudah dipatok rendah oleh pedagang besar antarpulau.

Survei ini bertujuan untuk mempelajari potensi, kelemahan, peluang, dan ancaman pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga khususnya dan Riau umumnya.

METODOLOGI

Survei dilakukan oleh tim multidisiplin dengan pendekatan PRA (*participatory rural appraisal*) di Kecamatan Lingga dan Lingga Utara pada bulan Mei 2007. Data sekunder didapatkan dari BPS Kabupaten, Bappeda, Dinas Sumber Daya

Alam (SDA), Dinas Perindustrian, Dinas Perdagangan dan Koperasi, BRI, dan monografi desa. Data primer didapatkan dari hasil wawancara berdasarkan daftar pertanyaan semi struktur dengan kelompok tani sagu, pengusaha tepung sagu, industri makanan skala rumah tangga, pedagang dan tengkulak, aparat pemerintah daerah, BRI, dan usaha transportasi/angkutan barang.

Data dan informasi tersebut dianalisis menggunakan metode SWOT (*Strength, Weakness, Opportunity, and Threat*) atau kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman. Kekuatan dan kelemahan (faktor internal) serta peluang dan ancaman (faktor eksternal) dinilai berdasarkan bobot dan skor untuk menentukan posisi kuadran pengembangan agroindustri sagu. Selanjutnya dengan matrik antarfaktor internal dan eksternal didapatkan strategi pengembangan sagu yang bisa diimplikasikan dalam kebijakan operasional. Hasil analisis SWOT diharapkan dapat membantu mengatasi kelemahan dan ancaman, serta memaksimalkan kekuatan yang ada. Kekuatan yang dimiliki akan mampu memanfaatkan peluang pasar (Bradford *et al.* 2004).

KARAKTERISTIK WILAYAH STUDI

Kabupaten Lingga yang terdiri dari lima kecamatan tersebar di 377 pulau, hanya 92 pulau yang berpenghuni termasuk Lingga dan Singkep yang tergolong pulau besar. Kabupaten ini baru berusia 3 tahun dengan sarana prasarana masih sangat terbatas. Luas total wilayah mencapai 211,772.00 km² yang terdiri dari 209,654.28 km² lautan, dan 2,117.72 km² daratan, dengan jumlah penduduk hanya 83,667 jiwa (Anonymous 2005). Ibu kota kabupaten terletak di Pulau Lingga yang tidak mempunyai pelabuhan besar, sehingga untuk transportasi antar pulau harus melalui pelabuhan Dabo di pulau Singkep yang memakan waktu setengah jam. Waktu perjalanan dengan kapal laut dari Dabo ke ibu kota propinsi Tanjung Pinang sekitar 4 jam, dan dari Tanjung Pinang ke kota otorita Batam sekitar 2 jam.

Kabupaten Lingga merupakan salah satu sentra produksi sagu terbesar di Riau dengan luas areal sagu 1.323 ha dan produksi 6.635 ton setahun (Anonymous 2005). Potensi lahan untuk sagu di Kabupaten Lingga bisa mencapai 3000 ha dan produktivitasnya masih bisa ditingkatkan, apalagi terdapat jenis sagu yang berdaya hasil tinggi (unggul lokal).

Selain dikonsumsi sebagai pangan pokok, sagu juga diproses menjadi tepung untuk memenuhi kebutuhan industri pengolahan di Semarang, Cirebon, dan Medan sebanyak >60 t/bulan. Terdapat 47 unit usaha tepung sagu, dua di antaranya termasuk perusahaan kelas menengah (Anonymous 2006). Walaupun demikian pengolahan lanjutan dengan cara fermentasi untuk menghasilkan aseton dan butanol belum dilakukan (Abner dan Miftahorrahman 2002). Selain itu terdapat sembilan unit koperasi yang terkait dengan persaguan dengan

investasi sebesar Rp 100-350 juta. Bank seperti BRI Cabang Daik yang baru berumur 3 tahun sudah mulai melayani nasabah dari kalangan petani sagu untuk permodalan usahatani. Lembaga penyedia input (benih, pupuk, pestisida, dan lainnya) juga terdapat di kios pasar, dan biasanya tidak untuk tanaman sagu yang tumbuh liar tanpa input. Kelembagaan tenaga kerja sudah ada sejak dulu dalam bentuk kegiatan tebang panen, pengangkutan, dan pengolahan hasil yang dilakukan oleh kelompok kecil (2-5 orang) secara harian maupun borongan. Kelembagaan usahatani dalam bentuk kelompok tani tidak aktif, karena tidak diperlukan budi daya khusus untuk sagu.

Kelembagaan pengolahan hasil cukup banyak, baik dalam bentuk perusahaan skala sedang dan kecil maupun skala rumah tangga. Terdapat kaitan antara usaha pengolahan kecil dan sedang, di mana produksi tepung kering siap jual hanya dilakukan oleh perusahaan skala sedang. Kelembagaan pemasaran didominasi oleh pedagang antarpulau yang dalam hal ini disebut *toke* (orang cina yang menampung produk sagu). Antara petani dan *toke* sudah terjalin hubungan sosial yang kuat, di mana *toke* bisa meminjamkan uang untuk modal atau untuk keperluan sehari-hari kepada petani tetapi produk sagu ditampung *toke*.

Infrastruktur pertanian seperti jalan usahatani, jembatan, gudang, dan fasilitas pelabuhan di Kabupaten Lingga masih sangat terbatas, yang menyebabkan ongkos produksi tinggi. Selain itu, alat dan mesin pengolahan yang digunakan petani masih semi tradisional.

Penduduk Kabupaten Lingga sebagian besar sebagai petani dan nelayan tangkap. Sebagai petani di Pulau Lingga, mereka umumnya berkebun sagu atau sayuran/palawija, dan di Pulau Singkep kebanyakan berkebun karet. Perdagangan didominasi oleh etnis Tionghoa.

FAKTOR INTERNAL PENGEMBANGAN SAGU

Pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga dipengaruhi oleh banyak faktor, baik dari dalam (*internal*) maupun di luar petani (*eksternal*). Faktor internal yang teridentifikasi dapat dikelompokkan kedalam beberapa aspek, yaitu sumber daya manusia (SDM), sumber daya alam (SDA), usahatani, kelembagaan, dan usaha agroindustri (Tabel 1).

Sumber Daya Manusia

Tingkat pendidikan formal petani sagu di Kabupaten Lingga relatif rendah, umumnya lulusan Sekolah Dasar. Pendidikan nonformal juga sangat terbatas karena jarang sekali kesempatan mengikuti pelatihan atau mendapat

Tabel 1. Komponen faktor internal pengembangan sagu di Kabupaten Lingga, Kepulauan Riau.

Variabel faktor internal	Kekuatan			Kelemahan		
	Bobot	Skor	Nilai	Bobot	Nilai	Nilai
Sumber daya manusia						
-Tingkat pendidikan				5	4	20
- Pengetahuan/ketrampilan				6	4	24
- Motivasi	11	4	44			
- Tingkat adopsi teknologi				10	5	50
Sumber daya alam						
- Potensi pengembangan komoditas	10	4	40			
- Kesesuaian lahan	12	5	60			
- Status pemilikan	8	2	16			
Usahatani						
- Rata-rata penguasaan lahan	10	4	40			
- Rata-rata pengusahaan lahan	8	4	32			
- Status pengusahaan	7	3	21			
- Teknik budidaya				5	3	15
- Biaya produksi				7	4	28
- Potensi produksi	4	4	16			
- Nilai produksi				6	4	24
- Keuntungan usahatani	4	4	16			
Kelembagaan						
- Kinerja kelompok tani				7	3	21
- Kinerja lembaga penunjang (input, tenaga kerja, pasar dll)				7	3	21
- Hubungan kerja antar lembaga				5	2	10
Usaha agroindustri						
- Produk utama (jumlah dan jenis)	6	3	18			
- Produk sampingan (jumlah dan jenis)				7	4	28
- Manajemen usaha				5	4	20
- Ketersediaan bahan baku	8	5	40			
- Akses pasar				10	5	50
- Keanekaragaman produk				9	3	27
- Skala usaha	7	3	21			
- Biaya investasi (lahan, infrastruktur, mesin dan bangunan)				6	3	18
- Kapasitas industri (terpasang dan terpakai)				5	3	15
- Pendapatan usaha	5	4	25			
Total	100		389	100		371

Total nilai faktor internal : $(+389) + (-371) = +18$

penyuluhan. Oleh karena itu, tingkat adopsi teknologi juga termasuk rendah. Hal ini merupakan kelemahan dari sumber daya manusia yang ada. Walaupun demikian, motivasi masyarakat untuk meningkatkan pendapatan melalui usahataniya cukup tinggi. Hal ini terungkap dalam diskusi kelompok, bahwa mereka didorong oleh meningkatnya kebutuhan rumah tangga seperti biaya pendidikan anak, kesehatan, dan kebutuhan lainnya. Pembinaan sumber daya

manusia di bidang pertanian memang masih lemah karena belum ada petugas penyuluhan. Penyuluh yang ada dialihkan jabatannya menjadi pejabat struktural pemda kabupaten.

Sumber Daya Alam

Kabupaten Lingga sebagian besar sesuai untuk pertumbuhan sagu, sehingga masih terbuka luas untuk pengembangan komoditas ini. Jenis lahan bergambut dan kelembaban yang sangat sesuai untuk pertumbuhan sagu walaupun tanpa perawatan intensif. Rata-rata luas pemilikan sagu di Kabupaten Lingga adalah 4 ha/petani, yang umumnya merupakan lahan milik sendiri walaupun sebagian besar masih berstatus girik (belum sertifikat), dan sebagian berstatus sewa atau garapan dengan bagi hasil. Dari aspek sumber daya alam tidak ada masalah untuk pengembangan sagu.

Usahatani

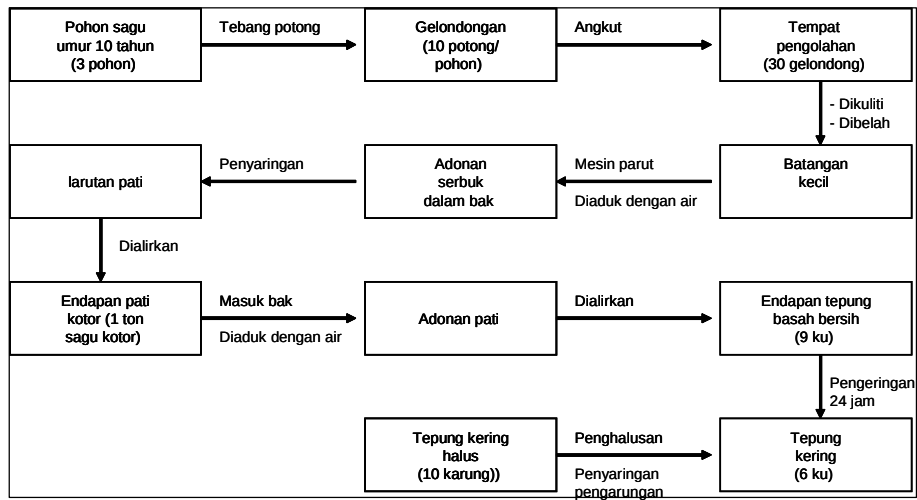
pengusahaan lahan untuk tanaman sagu di Kabupaten Lingga rata-rata 4 ha/keluarga, dengan kisaran 1-10 ha. Biasanya yang penguasaan lahannya luas, sebagian lahannya diusahakan oleh orang lain dengan sistem sewa atau bagi hasil.

Tanaman sagu yang ada di lahan petani pada umumnya tidak dibudi dayakan secara khusus seperti tanaman lainnya, tetapi tumbuh dengan sendirinya dan petani tinggal memanen batang yang sudah cukup tua. Penanaman dan penjarangan populasi juga jarang dilakukan, hanya membersihkan lahan sewaktu-waktu agar mudah dilalui pada saat memotong atau mengambil daun untuk dibuat atap.

Biaya produksi sagu dimulai pada saat penebangan batang, pemotongan, pengangkutan ke tempat prosesing, dan selanjutnya diproses menjadi tepung sagu kering bersih yang siap untuk dikapalkan. Biaya produksi untuk perawatan tanaman hampir tidak ada. Penebangan sampai diangkut ke tempat prosesing bisa dilakukan oleh keluarga atau tenaga upahan/borongan.

Produksi sagu di Kabupaten Lingga masih bisa ditingkatkan melalui perluasan areal tanam maupun intensifikasi. Keterbatasan pemasaran, tingginya biaya produksi, dan nilai produksi yang relatif rendah menjadi penyebab kurangnya motivasi petani untuk meningkatkan produksi.

Nilai sagu saat ini sekitar Rp 600/kg tepung sagu basah, kalau sudah menjadi tepung kering bersih harganya menjadi Rp 1.700/kg. Petani umumnya sanggup memproduksi sampai tepung basah, sehingga nilai tambah selanjutnya dimiliki oleh pengusaha menengah (Gambar 1).



Gambar 1. Proses pembuatan tepung sagu kering skala industri rumah tangga di Kabupaten Lingga, Kepulauan Riau, 2007.

Keuntungan yang diterima petani sagu relatif tidak besar karena biaya panen, pengangkutan, dan ongkos prosesing cukup besar, tetapi sudah cukup memadai untuk memenuhi kebutuhan hidup petani sekeluarga.

Kelembagaan

Sejauh ini kelembagaan yang menyangkut usahatani sagu belum kelihatan kinerjanya. Kelompok tani yang pernah terbentuk pada masa lalu hampir tidak ada kaitannya dengan usaha sagu. Kalaupun ada kegiatan kelompok, biasanya merupakan kegiatan sosial seperti pengajian, arisan maupun gotong-royong di lingkungan tempat tinggal. Kelembagaan penunjang usahatani sagu juga belum berkembang, karena tanaman sagu tidak dirawat sebagai mestinya. Mereka tinggal memanen apabila sudah cukup umur. Kelembagaan tenaga kerja yang ada terbatas pemanenan, pengangkut, dan prosesing hasil.

Kelembagaan formal keuangan/perkreditan satu-satunya adalah BRI, itu pun masih jarang dimanfaatkan petani sagu. Petani lebih suka meminjam modal atau uang kepada *toke*. Hanya kepada *toke* tertentu petani menjual hasil sagunya. Hubungan kerja antarkelompok tani dengan kelembagaan lainnya hampir tidak ada.

Usaha Agroindustri

Produk utama tanaman sagu di Kabupaten Lingga adalah tepung sagu (basah atau kering), sedang produk sampingannya adalah atap dari anyaman daun sagu, kayu bakar dari kulit batang dan pelepah sagu. Industri sagu yang telah berkembang baru menghasilkan tepung untuk dijual ke industri pangan di Cirebon dan Medan. Tidak banyak manajemen yang diperlukan untuk industri tepung sagu, hanya proses sampai tepung basah (tingkat petani), dan tepung kering bersih (tingkat usaha menengah). Dalam sekali panen petani menebang tiga pohon sagu, kemudian dipotong menjadi 30 gelondongan dan diangkut ke tempat prosesing. Proses selanjutnya adalah menguliti gelondongan, membelah menjadi batang-batang kecil, kemudian diparut menjadi serbuk. Serbuk dimasukkan ke dalam bak, diaduk dengan air menjadi adonan. Dengan cara tersebut pati larut dalam air yang mengalir secara perlahan dari bak ke saluran-saluran untuk mengendapkan pati. Pati yang mengendap dari saluran diangkat dan dari proses ini dihasilkan 1 ton tepung sagu. Untuk menjadi tepung sagu yang layak jual dilakukan pengadukan dengan air dan pengendapan, sehingga volume tepung akan berkurang menjadi 9 kuintal, kemudian dikeringkan lagi menjadi tepung sagu kering bersih (tinggal 6 kuintal) dan siap untuk dikirim.

Bahan baku berupa tepung basah cukup tersedia setiap saat menurut kebutuhan pasar, baik di wilayah kabupaten maupun untuk permintaan dari luar pulau. Petani hanya punya akses pasar ke *toke* tertentu, sedang *toke* hanya bisa menjual produk industrinya ke pedagang di Cirebon, Medan, dan Semarang. Dapat disimpulkan bahwa pasar tepung sagu masih terbatas.

Produk olahan dari tepung sagu di Kabupaten Lingga baru berupa makanan tradisional rumah tangga, belum mengarah kepada industri makanan. Ada kelompok tani wanita yang sudah mengolah tepung menjadi berbagai kue kering tapi hanya berdasarkan pesanan tetangga yang pesan. Keanekaragaman produk masih terbatas. Hal ini juga merupakan kelemahan dari agroindustri sagu. Upaya peningkatan nilai tambah melalui agroindustri. Selain meningkatkan pendapatan, pengembangan agroindustri juga berperan dalam diversifikasi pangan (Hardinsyah dan Martianto 2001).

Skala usaha agroindustri sagu di Kabupaten Lingga bisa dikelompokkan ke dalam industri kecil/rumah tangga (35 buah), dan industri menengah 2 buah. Hal yang menjadi kekuatan agroindustri adalah rata-rata kepemilikan kebun sagu rumah tangga cukup luas (4 ha).

Investasi untuk industri sagu dalam bentuk bangunan, mesin, dan peralatan cukup besar. Untuk industri prosesing skala kecil harus tersedia modal minimal Rp 125.000.000. Modal biasanya didapat dari *toke* dengan perjanjian hasil sagu harus dijual ke *toke* tersebut dan pengembalian pinjaman dengan

Tabel 2. Analisis usaha rumah tangga dan industri menengah tepung sagu di Kabupaten Lingga, Riau Kepulauan, 2007.

Keterangan/kegiatan	Rumah tangga*)	Industri menengah
Hasil tepung (t/bulan)	10 (basah kotor)	60 (kering)
Nilai hasil (Rp000)	6.000	102.000
Biaya produksi (Rp000/bulan)	2.245	69.900
Investasi	125	1.700
- Bangunan	100	1.700
- Mesin	25	-
Biaya tidak tetap	2.120	68.200
a. Bahan		
- Bahan bakar minyak	900	-
- Bahan bakar kayu	-	1500
- Tepung sagu kotor	-	60.000
- Karung	20	250
b. Tenaga kerja	1000	3750
c. Angkutan	150	2500
d. Listrik	50	200
Pendapatan bersih (Rp000)	3.755	32.100
B/C ratio	1,67	0,46

*) skala pemilikan 1,5 ha kebun sagu produktif.

memotong hasil penjualan. Hal ini juga merupakan kelemahan karena hanya sebagian kecil petani yang sanggup dan mempunyai kesempatan mendapatkan modal untuk investasi.

Produksi tepung sagu basah maupun kering yang dihasilkan industri relatif masih di bawah kapasitas terpasang dari mesin dan peralatan yang digunakan, karena permintaan masih terbatas.

Usaha tepung sagu cukup menguntungkan bagi pengusaha kecil maupun menengah (Tabel 2). Keuntungan pengusaha industri kecil dan menengah relatif besar, yaitu Rp 3.755.000/bulan untuk pengusaha kecil dan Rp 32.000.000/bulan untuk pengusaha menengah. Tingkat efisiensi usaha lebih besar pada usahatani kecil (B/C 1,64) dibanding usaha menengah(B/C 0,46).

FAKTOR EKSTERNAL PENGEMBANGAN SAGU

Faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pengembangan sagu meliputi kebijakan pemerintah, geografis, ketersediaan teknologi, sosial-ekonomi, dan daya saing produk di pasar dunia (Tabel 3).

Tabel 3. Komponen faktor eksternal pengembangan sagu di Kabupaten Lingga, Kepulauan Riau.

Variabel faktor eksternal	Peluang			Ancaman		
	Bobot	Skor	Nilai	Bobot	Nilai	Nilai
Kebijakan pemerintah						
- Pengembangan komoditas dan industri	10	5	50			
- Perijinan	6	3	18			
- Merk dagang dan promosi	5	3	15			
- Perpajakan	5	3	15			
- Ekspor				10	5	50
- Intensifikasi	9	4	36			
Geografis						
- Iklim	10	5	50			
- Kondisi Lokasi				7	4	28
- Lokasi pasar				7	5	35
Ketersediaan teknologi						
- Varietas/jenis	7	4	28			
- Budidaya	7	4	28			
- Alsintan				5	3	15
- Pascapanen				5	4	20
- Pengolahan hasil				6	4	24
Sosial-ekonomi						
- Sistem Pemasaran Hasil				10	5	50
- Persaingan Pasar				5	3	15
- Transportasi				6	3	18
- Akses modal/kredit				6	4	24
- Kemitraan				10	5	50
- Kebutuhan konsumen	8	3	24			
- Reputasi konsumen	7	3	21			
- Perubahan pola makan penduduk				5	4	20
- Produk substitusi	8	4	32			
- Daya serap pasar	8	4	32			
Daya saing pasar						
- Perkembangan produksi negara pesaing				8	5	40
- Perkembangan industri negara pesaing				10	5	50
- Peluang ekspor	10	5	50			
Total	100		399	100		439

Total nilai faktor eksternal = (+ 399) + (- 439) = -40.

Kebijakan Pemerintah

Sagu di Kabupaten Lingga dapat dikatakan sebagai komoditas strategis karena menjadi mata pencaharian dan makanan pokok sebagian besar penduduk. Oleh karena itu diperlukan kebijakan yang mendukung agroindustri sagu. Kebijakan pemerintah yang berpeluang besar untuk bisa dilaksanakan adalah pengembangan komoditas dan industri. Hal ini mengingat areal yang sesuai untuk ditanami sagu masih luas. Menurut data yang ada, luas tanaman sagu

saat ini meliputi 1.323 ha, masih bisa diperluas sampai 3.000 ha. Pengembangan industri sagu juga telah dijajagi oleh PT Sampurna Group dan mendapat respon positif dari pemerintah daerah maupun masyarakat setempat.

Kebijakan lainnya yang mempunyai peluang untuk pengembangan agro industri sagu adalah perizinan usaha, merk dagang dan promosi, perpajakan dan intensifikasi budi daya sagu. Dalam hal ini pemerintah daerah terbuka untuk memfasilitasi dan tidak mempersulit pengusaha atau investor yang berminat usaha di Kepulauan Riau.

Satu hal yang bisa menjadi ancaman adalah belum adanya kebijakan yang mendukung ekspor sagu, sementara peluang pasar cukup besar. Indonesia yang merupakan produsen sagu terbesar di dunia seharusnya bisa menguasai pasar sagu dunia.

Aspek Geografis

Kondisi iklim di Kabupaten Lingga umumnya sangat mendukung pertumbuhan sagu maupun industri pengolahannya. Hal ini merupakan peluang bagi pengembangannya. Akan tetapi kondisi lokasi yang terpencil mengakibatkan biaya pemasaran untuk perdagangan domestik cukup tinggi, mengingat pasar yang tersedia hanya di Semarang, Cirebon, dan Medan.

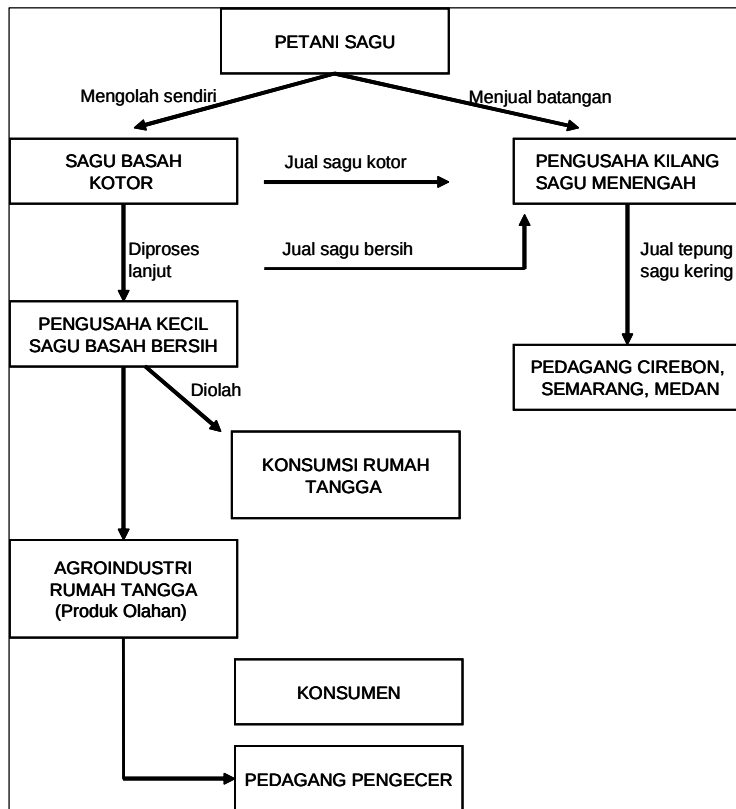
Aspek Ketersediaan Teknologi

Dari aspek ketersediaan teknologi, peluang pengembangan adalah tersedianya jenis sagu unggul lokal dan teknik budi daya yang mudah dikuasai dan diterapkan petani. Jenis sagu yang pelepahnya berduri mampu berproduksi lebih tinggi dibanding jenis lainnya. Tanpa pemeliharaan produksi sagu cukup tinggi, sehingga introduksi teknologi budi daya akan dapat mendukung upaya peningkatan produksi.

Belum tersedianya teknologi alat dan mesin pertanian, pascapanen, dan pengolahan hasil yang sesuai dengan kemampuan dan kebutuhan petani maupun pengusaha sagu, juga menjadi ancaman bagi pengembangan agroindustri sagu.

Aspek Sosial-Ekonomi

Sistem pemasaran sagu di Kabupaten Lingga seperti yang terlihat pada Gambar 2, menunjukkan adanya praktek monopoli secara tidak langsung. Kebanyakan petani menjual produk sagunya dalam bentuk tepung sagu basah. Masalahnya tidak semua petani punya unit prosesing tepung, sehingga untuk



Gambar 2. Saluran pemasaran produksi sagu dan olahannya di Kabupaten Lingga Kepulauan Riau, 2007.

membuat tepung ada sistem sewa alat. Tidak sedikit petani yang menjual sagu dalam bentuk batangan kepada pengusaha kilang sagu yang tentunya dengan harga murah. Harga jual satu batang sagu siap panen sekitar Rp 30.000. Petani yang mempunyai unit prosesing tepung bisa mengolah sendiri hingga menjadi tepung basah bersih, kemudian baru dijual kepada toke, industri makanan, atau langsung kepada konsumen. Pengusaha kilang sagu yang mengkhususkan usaha pengeringan hanya PT Daik yang menghasilkan tepung sagu kering bersih sebanyak 60 t/bulan. Tepung dari perusahaan ini dikapalkan ke industri pengolahan makanan di Semarang, Cirebon, dan Medan. Dalam hal ini terjadi sistem monopoli perdagangan secara tidak langsung karena yang mempunyai hubungan dagang keluar pulau hanya PT Daik. Akhir-akhir ini pedagang perantara dari luar juga menampung sagu untuk dibawa ke Medan dan Jawa. Hal ini mengurangi sistem monopoli tetapi tidak merubah posisi tawar petani petani, di mana harga selalu ditentukan oleh pedagang perantara. Fakta ini merupakan ancaman bagi perkembangan agroindustri sagu di Kepulauan Riau.

Ancaman lainnya adalah tidak adanya pola kemitraan antara produsen sagu (petani) dengan pengusaha besar, investor atau eksportir yang akan memperlancar akses pasar bagi petani dan pengusaha skala rumah tangga.

Aspek sosial-ekonomi lainnya yang juga merupakan ancaman dan perlu diantisipasi adalah persaingan pasar, biaya transportasi yang mahal, terbatasnya akses modal/kredit, dan perubahan pola makan penduduk. Persaingan pasar sudah mulai nampak dengan wilayah lain penghasil sagu, seperti Papua yang memiliki areal tanam sagu terluas, Halmahera, dan Kalimantan. Para pedagang mulai mengincar sentra produksi yang terdekat dan efisien dalam transportasi.

Selama ini petani dan pengusaha sagu mempunyai keterbatasan akses kredit/modal, walaupun di wilayah kabupaten sudah ada BRI (Bank Rakyat Indonesia) cabang Daik (P. Lingga) dan Dabo (P. Singkep). Total nasabah di BRI saat ini berjumlah 300 orang aktif dengan pengajuan kredit sampai Rp 100 juta (bunga 1-2%/bulan selama dua tahun). Akan tetapi baru empat nasabah aktif yang terkait dengan usaha sagu dengan besar pinjaman masing masing Rp 15 juta. Menurut pihak BRI risiko kemacetan kredit cukup besar untuk nasabah usahatani, sehingga perlu dukungan Pemda dalam hal jaminan kalau ada kemacetan. Di sisi lain, petani sagu kurang minat berhubungan dengan bank yang prosedurnya rumit, bunga tinggi, sanksi tegas sehingga petani tetap memilih berhubungan dengan *toke* kalau memerlukan pinjaman modal.

Perubahan pola makan dari makanan pokok sagu ke beras sudah terjadi di Kabupaten Lingga, sebagai dampak dari perubahan status ekonomi. Ada pandangan masyarakat bahwa dengan mengonsumsi beras status sosialnya meningkat, sehingga kalau ada uang mereka cenderung membeli beras untuk konsumsi. Ada juga yang pendapat bahwa memasak beras lebih praktis dan cepat dibanding sagu. Perubahan pola makan penduduk bisa merupakan ancaman bagi pengembangan sagu dan ketahanan pangan nasional.

Peluang yang dapat dimanfaatkan dari aspek sosial-ekonomi adalah kebutuhan konsumen yang cenderung meningkat untuk berbagai produk olahan maupun substitusi, apresiasi konsumen terhadap produk dari sagu yang cukup baik, tidak adanya produk substitusi sagu dan daya serap pasar yang cukup besar untuk industri sagu. Tepung sagu produksi PT Daik Lingga memiliki kualitas yang tinggi.

Daya Saing Pasar

Pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga tidak lepas dari pengaruh pasar dunia, terutama perkembangan produksi dan industri negara pesaing. Peluang ekspor tetap ada selama bisa menjaga kuantitas dan kualitas produk, sesuai permintaan negara pengimpor. Walaupun Indonesia sampai

saat ini sebagai produsen sagu terbesar di dunia, ancaman akan datang kalau pasar dunia dikuasai oleh negara-negara pesaing. Untuk dapat menguasai pasar sagu dunia, agroindustri dalam negeri harus kuat dan berorientasi ekspor. Hal ini merupakan kelemahan bagi sagu Indonesia, sementara negara-negara pesaing sudah mulai mengembangkan agroindustri sagu walau produk dalam negerinya tidak banyak.

Kenyataan bahwa perkembangan produksi dan industri sagu di beberapa negara cukup maju tentu menjadi salah satu ancaman. Sebaliknya, peluang ekspor cukup besar ke negara-negara konsumen dan negara industri. Hal ini merupakan peluang bagi pengembangan sagu domestik.

STRATEGI PENGEMBANGAN

Agroindustri dapat meningkatkan nilai tambah produksi sagu melalui kegiatan: (1) pembersihan dan pengelompokan hasil atau *grading*, (2) pemisahan, penyosohan, pemotongan, dan pencampuran, (3) pengolahan (pemasakan, pengalengan, pengeringan, dsb), dan (4) pengubahan kandungan kimia produk, termasuk pengayaan kandungan gizi (Saefuddin 1999). Selain itu, industri pangan harus mampu menghasilkan produk-produk yang memiliki nilai tambah tinggi terutama produk siap saji, dan praktis dengan mengutamakan mutu (Lukmito 2004). Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah harga produk yang terjangkau, lokasi dekat dengan konsumen, tempat berbelanja yang nyaman dan penyajiannya yang menarik (Ibrahim 1997). Tjokronegoro (2004), secara detail menyebutkan aspek produk yang mencakup kualitas, selera konsumen, masa simpan, dan desain kemasan.

Perubahan pola konsumsi pangan bisa merupakan ancaman sehingga perlu diwaspadai, yang mana akan menciptakan ketergantungan terhadap impor, sekaligus menggeser kebutuhan pangan lokal. Hal ini dapat ditunjukkan dari data yang dikemukakan Sawit (2003), yaitu pada tahun 1997/98 impor biji gandum Indonesia 3,7 juta ton, dan pada tahun 2000/01 melonjak menjadi 4,1 juta ton.

Menurut Hicks (1995), agroindustri adalah kegiatan untuk: (a) meningkatkan nilai tambah, (b) menghasilkan produk yang dapat dipasarkan atau digunakan atau dimakan, (c) meningkatkan daya simpan, dan (d) menambah keuntungan produsen. Sasaran pengembangan agroindustri di Indonesia mencakup berbagai aspek, yaitu (1) menciptakan nilai tambah, (2) menciptakan lapangan kerja, (3) meningkatkan penerimaan devisa, (4) memperbaiki dan pemerataan pendapatan, dan (5) menarik pembangunan sektor pertanian (Simatupang dan Purwoto 1990).

Strategi yang dianggap tepat untuk pengembangan agroindustri mencakup tiga pola yaitu: (1) berintegrasi langsung dengan usahatani keluarga, (2) berintegrasi langsung dengan perusahaan pertanian, dan (3) berlokasi di pedesaan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan pedesaan yang selama ini tertinggal karena kegiatan ekonomi desa lebih banyak tertumpu pada kegiatan usahatani (*on farm*) (Napitupulu 2000).

Menurut perhitungan nilai faktor internal dan eksternal (Tabel 1 dan 3), posisi kinerja pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga berada di kuadran II, di mana kekuatan masih dominan dari kelemahan, tetapi ancaman yang ada lebih besar daripada peluang. Pada posisi ini strategi yang diperlukan adalah diversifikasi, di mana kekuatan yang ada perlu dipertahankan, kelemahan perlu diperbaiki (termasuk diversifikasi usaha dan produk olahan), memanfaatkan peluang yang ada, dan mengantisipasi berbagai ancaman. Strategi lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari faktor internal, kekuatan yang dominan adalah kesesuaian lahan dan motivasi petani yang kuat, sedang kelemahan yang utama adalah adopsi teknologi dan akses pasar yang terbatas. Faktor eksternal yang dominan adalah peluang pengembangan komoditas dan industri, serta perluasan pemasaran, sedangkan ancaman adalah belum adanya kebijakan ekspor, sistem pemasaran yang tidak berpihak kepada petani, dan belum adanya pola kemitraan yang saling menguntungkan. Berdasarkan faktor-faktor dominan tersebut dapat dirumuskan strategi pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga sebagai berikut:

1. Strategi SO

Pemerintah daerah dapat memanfaatkan potensi wilayah yang sangat sesuai untuk pengembangan sagu dan petani memiliki motivasi yang kuat untuk mengembangkan komoditas dan industri sagu. Hal ini berperan penting dalam program pembangunan pertanian daerah.

2. Strategi WO

Adopsi teknologi, terutama pascapanen dan pengolahan hasil, perlu ditingkatkan melalui pelatihan, magang, sosialisasi, kredit modal, dan subsidi agar produk yang dihasilkan lebih efisien dan berkualitas. Di samping itu, Pemda perlu membantu petani dalam hal pemasaran dan kemitraan yang sehat.

3. Strategi ST

Potensi wilayah yang ada agar dimanfaatkan untuk peningkatan produksi dan kualitas produk mengarah kepada stabilitas penyediaan bahan baku industri guna mengantisipasi ancaman dari negara pesaing. Pemerintah juga perlu memperbaiki kebijakan-kebijakan yang ada untuk mendorong ekspor, stabilitas

Tabel 4. Matrik strategi pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga, Riau Kepulauan.

Faktor internal Faktor internal	Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
	• Kesesuaian lahan • Motivasi petani kuat	• Adopsi teknologi rendah • Akses pasar terbatas
Peluang (O) • Pengembangan komoditas dan agroindustri • Perluasan perdagangan (ekspor)	Strategi SO • Kekuatan yang ada dimanfaatkan untuk mengembangkan komoditas dan industri sertajaringan pemasaran dalam negeri maupun ekspor.	Strategi WO • Meningkatkan adopsi teknologi untuk dapat memanfaatkan peluang pengembangan komoditas dan industri. • memperluas jaringan pemasaran (akses pasar bagi petani) untuk membuka peluang ekspor.
Ancaman (T) • Belum adanya kebijakan ekspor • Sistem pemasaran yang tidak berpihak kepada petani • belum adanya pola kemitraan yang baik • Perkembangan industri sagu negara pesaing.	Strategi ST • Kesesuaian lahan diarahkan untuk meningkatkan produksi dan ketersediaan bahan baku industri untuk mengatasi ancaman yang ada. • Motivasi yang kuat dari petani hendaknya dibarengi dengan kebijakan-kebijakan yang mendukung pengembangan agroindustri seperti kebijakan impor, pemasaran, pola kemitraan dan antisipasi ancaman dari negara pesaing.	Strategi WT • Pemberdayaan SDM melalui pelatihan, sosialisasi dan kelembagaan usaha untuk meningkatkan adopsi teknologi dan efisiensi usaha. • Meningkatkan akses pasar bagi petani melalui perbaikan infrastruktur dan kebijakan yang mendukung seperti kebijakan ekspor, sistem pemasaran, kemitraan dan antisipasi perkembangan industri negara pesaing.

harga, penyediaan input, pola kemitraan, dan pemasaran agar posisi tawar petani meningkat.

4. Strategi WT

Pemberdayaan sumber daya manusia sebagai pelaku agribisnis perlu ditingkatkan, antara lain dengan pelatihan kewirausahaan. Pemerintah Daerah juga perlu mendorong pembangunan infrastruktur pertanian, yang tentunya akan berdampak positif terhadap efisiensi usaha dan perkembangan ekonomi masyarakat.

KESIMPULAN

1. Sagu merupakan komoditas strategis bagi mayoritas masyarakat Kabupaten Lingga, baik sebagai makanan pokok maupun sumber pendapatan rumah tangga.
2. Pola konsumsi pangan pokok masyarakat tidak sepenuhnya berubah dari sagu ke beras, tetapi beras hanya merupakan makanan tambahan.
3. Infrastruktur yang terbatas, seperti jalan usahatani, pelabuhan, dan bangunan prosesing, merupakan kendala pengembangan agroindustri sagu di Kabupaten Lingga.
4. Sistem pemasaran sagu yang dikuasai oleh “toke” dengan pola pinjaman modal dan monopoli pembelian, menyebabkan posisi tawar petani sagu sangat lemah.
5. Peluang peningkatan pendapatan dari usahatani sagu masih terbuka melalui diversifikasi produk olahan, peningkatan kualitas, dan pemanfaatan limbah prosesing hasil.
6. Akses bank kurang diminati petani karena sudah terjalin hubungan sosial yang erat dengan “toke”.
7. Kekuatan yang menonjol dari usahatani sagu adalah kondisi agroekosistem yang menunjang, motivasi petani, penguasaan dan pengusahaan lahan.
8. Kelemahan utama usahatani sagu adalah rendahnya tingkat adopsi teknologi prosesing dan pengolahan hasil, dan terbatasnya pasar.
9. Peluang pengembangan usahatani sagu adalah cukup besar dikaitkan dengan upaya pengembangan komoditas dan industri, iklim yang sangat sesuai, dan besarnya permintaan pasar dunia (peluang ekspor).
10. Ancaman utama yang perlu diantisipasi dalam pengembangan sagu adalah belum adanya kebijakan ekspor oleh pemerintah, sistem monopoli perdagangan hasil, belum adanya sistem kemitraan usaha, dan perkembangan agroindustri negara pesaing.

DAFTAR PUSTAKA

- Abinowo, U. 2000. Model pertanian masa depan. Sentra Pengembangan Agribisnis Terpadu (SPAT). Pasuruan, 207 p.
- Abner, L. dan Miftahorrahman. 2002. Keragaan industri sagu Indonesia. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri 8 (1).
- Allorerung, D.J.H., W. Rembang, dan Miftahorrahman. 1994. Rehabilitasi sagu. Kumpulan makalah Simposium II Hasil-hasil Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri. Cipayung. Bogor.

- Badan Pusat Statistik. 2003. Statistik industri besar dan sedang, bagian III. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Baharsyah, S. 1994. Diversifikasi pangan melalui *product development*. Pangan 5(18).
- Balai Penelitian Pascapanen Pertanian. 2002. Petunjuk teknis proses pembuatan aneka tepung dari bahan pangan sumber karbohidrat lokal. Jakarta.
- Barlina, R. dan S. Karouw. 2003. Potensi sagu sebagai bahan baku plastik. Prosiding Seminar Nasional Sagu untuk Ketahanan Pangan. Manado, 6 Oktober 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Bradford, R.W., P.J. Duncan, and B. Tarcy. 2000. Simplified strategic planning: a no-nonsense guide for busy people who want result fast! www.quickmba.com/strategy/swot/
- Bujang, K. dan F.B. Ahmad. 2000. Production and utilization in Malaysia. Proc. Sago Seminar. Bogor, March 22-23, 2000.
- Churmen, I. 1994. Mencapai swasembada pangan melalui diversifikasi pangan. Pangan 5(18): 9-15.
- Damardjati, D.S. 1995. Food processing in Indonesia: the development of small-scale industries. FFTC. Taiwan.
- Dillon, J.L. and J.B. Hardaker. 1993. Farm management research for small farmer development.
- Ditjen BPPHP. 2004. Kinerja ekspor-impor produk pertanian 2004. Direktorat Jenderal Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian. Jakarta.
- GAPMMI. 2004. Potensi, peluang, dan kendala bisnis pangan tradisional. Makalah pada Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional. Bogor, 6 Agustus 2004.
- Hardinsyah dan D. Martianto. 2001. Pembangunan ketahanan pangan yang berbasis agribisnis dan pemberdayaan masyarakat. Makalah Seminar Nasional Pemberdayaan Masyarakat untuk Mencapai Ketahanan Pangan dan Pemulihan Ekonomi. Kerja sama BBKP, Deptan.; PSKPG, IPB dan Agrindo Aneka Consult. Jakarta.
- Harisudin, M. 2004. Pemikiran Model pengembangan produk pangan skala industri kecil yang berorientasi pada konsumen. Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII. Jakarta, 17-19 Mei 2004. LIPI.
- Harsanto, P.B. 1986. Budi Daya dan Pengolahan Sagu. Kanisius. Yogyakarta.
- Haryanto, B. dan P. Pangloli. 1992. Potensi dan pemanfaatan sagu. Kanisius. Yogyakarta.

- Husodo, S.Y dan T. R. Muchtadi. 2004. Alternatif solusi permasalahan dalam ketahanan pangan. Makalah pada Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi VIII. Jakarta, 17-19 Mei 2004. LIPI.
- Hutapea, R.T.P., P.M. Pasang, D.J. Torar, dan A. Lay. 2003. Keragaan sagu menunjang diversifikasi pangan. Prosiding Seminar Nasional Sagu untuk Ketahanan Pangan. Manado, 6 Oktober 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Idris, A. 1981. Tanaman sagu sebagai sumber gula yang belum mendapat perhatian. Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Irawan, B., M. Ariani, H. Purwati, dan A. Supriatna. 1999. Analisis program diversifikasi pangan selama lima tahun. Kerja sama Puslit Sosek Pertanian, Deptan dengan Proyek DPG Pusat, Biro Perencanaan Deptan.
- Lukminto, H. 1997. Strategi industri pangan menghadapi pasar global. *Majalah Pangan* 9(33).
- Malawat, S. dan I.N. Idrus. 2003. Teknologi pengolahan sagu dan upaya sosialisasinya di Maluku. *Dalam* R.H. Akuba, Z. Mahmud, E. Karmawati, A.A. Lolong, dan A. Lay (Eds.). Prosiding Sagu untuk Ketahanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. p. 167-172.
- Nainggolan, K. 2004. Strategi dan kebijakan pangan tradisional dalam ketahanan pangan. BBKP, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Napitupulu, T.E.M. 2000. Pembangunan pertanian dan pengembangan agroindustri. *Dalam*: R. Wibowo (Ed.). Prosiding pertanian dan pangan. Bunga Rampai Pemikiran Menuju Ketahanan Pangan. CV. Efata. Jakarta.
- Novariant, H. 2003. Pengembangan sagu semi budi daya. *Dalam* R.H. Akuba, Z. Mahmud, E. Karmawati, A.A. Lolong, dan A. Lay (Eds.). Prosiding Sagu untuk Ketahanan Pangan. Pusat penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor, p. 34-39.
- Pangloli, P. dan Royaningsih. 1993. Pengaruh substitusi terigu dengan pati sagu dalam pembuatan biskuit marie dan cracker. Prosiding Simposium Sagu Nasional. Ambon, 12-13 Oktober 1992.
- Pearce, J.A. and R.B. Robinson. 1991. Strategic management, formulation, implementation and control. Riechard, D.Brown Inc. Boston.
- Pranamuda, M., Y. Tokiwa dan H. Tanaka. 1996. Pemanfaatan pati sagu sebagai bahan baku biodegradable plastic. Makalah Simposium Nasional Sagu III. Pekanbaru, 27-28 Februari 1996.

- Purwani, E.Y., Y. Setiawati, H. Setianto, S.J. Munarso, N. Richana, and Widaningrum. 2004. Utilization of sago starch for transparent noodle in Indonesia. *In*: J. Munarso, Risfaheri, Abubakar, Setyadjit, and S. Prabawati (Eds.). Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional. BB Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Pusat Studi Pangan dan Gizi. 2003. Laporan akhir riset unggulan strategis nasional : diversifikasi pangan pokok alternatif. IPB. Bogor.
- Sadjad, S. 1996. Perubahan struktur pangan dalam upaya diversifikasi keanekaragaman sumber pangan. *Pangan*, 7(25).
- Sawit, M.H. 2003. Kebijakan gandum/terigu: harus mampu menumbuhkan-kembangkan industri pangan dalam negeri. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 1 (2).
- Simatupang, P. dan A. Purwoto. 1990. Pengembangan agroindustri sebagai penggerak pembangunan desa. *Dalam* P. Simatupang, E. Pasandaran, F. Kasryno, dan A. Zulham (Eds.). *Agroindustri faktor penunjang pembangunan pertanian Indonesia*. Pusat Penelitian Agro Ekonomi. Bogor, p. 1-20.
- Suara Pembaruan. 2004. Sagu. Edisi 12 Desember 2004. Jakarta
- Suhardjo. 1995. Mewaspada pergeseran pola konsumsi pangan penduduk perkotaan. *Pangan*.6(22).
- Swastika,D.K.S., M.O. Adnyana, B. Sayaka, and K. Kariyasa. 2004. The status and prospect of feed. crops in Indonesia. CAPSA Working Paper No. 81. UMESCAD-CAPSA, Bogor, Indonesia.
- Tjokronegoro, L. 2004. Potensi, peluang, dan kendala bisnis pangan tradisional. Makalah pada Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional. Bogor. 6 Agustus 2004.
- Widowati, S. dan Sunihardi. 2000. Komoditas pangan alternatif dan teknologi olahannya. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 2(6):1-3.
- Yusdja,Y dan M. Iqbal. 2002. Kebijaksanaan pembangunan agroindustri.