

ISSN : 2337-3946

Sirkuler

Inovasi

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 3, Nomor 2

Agustus 2015



SIRINOV

Vol. 3

No. 2

Hal. 55 - 112

Agustus 2015

ISSN 2337-3946



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 3, Nomor 2, Agustus 2015

Penerbit :

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Penanggung Jawab :

Kepala Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Pemimpin Redaksi merangkap Anggota :

Bambang Eka Tjahjana (Agronomi)

Anggota Redaksi :

Enny Randriani (Budidaya Tanaman)

Handi Supriadi (Fisiologi Tanaman)

Abdul Muis Hasibuan (Sistem Usaha Pertanian)

Gusti Indriati (Hama dan Penyakit Tanaman)

Redaksi Pelaksana :

Sakiroh

Iing Sobari

Ayi Ruslan

Dermawan Pamungkas

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357

Telp. (0266) 6542181 Fax. (0266) 6542087

E-mail. upublikasi@gmail.com

Sumber Dana :

DIPA Balittri 2015

Desain Sampul :

Dermawan Pamungkas

Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, memuat tinjauan hasil penelitian dan pengembangan, hasil antara penelitian tanaman industri dan penyegar, terbit pertama kali April 2014 dengan frekuensi terbit 3 (tiga) kali setahun setiap bulan April, Agustus dan Desember. Tulisan dan gambar yang dimuat dalam majalah ini dapat dikutip dengan mencantumkan (menuliskan) sumbernya.

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 3, Nomor 2, Agustus 2015

Teknologi Mengurangi Dampak Perubahan Iklim pada Kakao di Lahan Kering (Sakiroh, Ing Sobari dan Maman Herman)	55-66
Karakteristik Mutu dan Citarasa Kopi Robusta Klon BP 42, BP 358 & BP 308 asal Bali dan Lampung (Eko Heri Purwanto, Rubiyo dan Juniaty Towaha)	67-74
Regenerasi Tanaman Kakao (<i>Theobroma Cacao</i> L.) Melalui Embriogenesis Somatik (Indah Sulistiyorini dan Cici Tresniawati)	75-82
Dampak dan Antisipasi Kekeringan pada Tanaman Karet (Rusli dan Nana Heryana)	83-92
<i>Lecanicillium lecanii</i> (Ascomycota:Hypcreales) sebagai Agens Hayati Pengendalian Hama dan penyakit Tanaman (Khaerati dan Gusti Indriati)	93-102
Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Pengembangan Kebun Percobaan (Bambang Eka Tjahjana, Nana Heryana dan Nendyo Adhi Wibowo)	103-112

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN
Indonesian Center for Estate Crops Research and Development
Bogor, Indonesia

PENGANTAR REDAKSI

Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar (SIRINOV), Volume 3 Nomor 2, Agustus 2015 menyajikan 6 artikel tentang kakao, kopi dan karet. Aspek yang diulas pada edisi ini meliputi teknologi budidaya, hama dan penyakit, dampak danantisipasi kekeringan serta sistim informasi geografis.

Ulasan-ulasan yang diangkat dalam edisi ini diharapkan dapat menambah khazanah keilmuan, khususnya untuk komoditas kopi, kakao dan karet serta pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi secara umum.

Redaksi

TEKNOLOGI MENGURANGI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM PADA KAKAO DI LAHAN KERING

TECHNOLOGY TO ANTICIPATING THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON CACAO IN DRY LAND

Sakiroh, Iing Sobari dan Maman Herman

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
iingsobari@gmail.com

ABSTRAK

Target Indonesia sebagai penghasil kakao nomor satu dunia harus didukung oleh budidaya yang baik sehingga mendapatkan produksi yang tinggi dan berkelanjutan. Hal ini dapat terwujud dengan melakukan optimalisasi lahan sebagai upaya ekstensifikasi maupun perbaikan budidaya. Pertanaman kakao pada lahan-lahan kering mempunyai permasalahan bagi pertanaman kakao. Karakteristik tanaman kakao yang tidak tahan terhadap cekaman air menjadi kendala bagi pertumbuhan maupun produksi tanaman kakao. Permasalahan lain yang sudah mulai terjadi pada lahan kakao adalah terjadinya perubahan iklim yang ekstrim, terutama El-Nino atau La-Nina yang menyebabkan kegagalan panen, kerusakan sumberdaya lahan pertanian, peningkatan frekuensi, luas, dan bobot/intensitas kekeringan, peningkatan kelembaban, peningkatan hama maupun munculnya penyakit. Dengan demikian diperlukan upaya terintegrasi dalam memperkuat kemampuan lahan kering untuk menghadapi perubahan iklim. Adapun upaya yang dapat dilakukan yaitu: pemberian mikoriza, penggunaan varietas yang tahan kekeringan (Klon Sulawesi 1, Sulawesi 2, ICCRI 03, ICCRI 04, dan Scavina 6), pembuatan rorak, pembuatan penampungan air, pupuk organik, pembenah tanah, melakukan pemupukan yang tepat, tanaman penutup tanah, naungan dan pemangkasan.

Kata kunci: Kakao, Lahan kering, Perubahan iklim

ABSTRACT

Achieving the target Indonesia as the world's number one cocoa producer must be supported by cultivation technology to boost high productivity and sustainability namely through land use optimization for extensification and cultivation technology improvement. However, cocoa plantation in dry land in Indonesia facing a number of challenges as cocoa plant is water stress intolerant. Current emerging challenge to cocoa plantation is the extreme climate change, especially el-nino or la-nina, causing crop failure, agricultural land damage, increasing the frequency, scale and intensity of drought, increasing humidity and pest and diseases attack. Thus building integrated action plan to counter the impact of climate change on dry land is necessary. Actions can be taken: the provision of mycorrhizal, the use of drought-resistant varieties (clone Sulawesi 1, Sulawesi 2, ICCRI 03 and ICCRI 04 and Scavina 6), digging hole along the planting area for water conservation, organic fertilizers, land, proper fertilizing, proper soil cover, shade and pruning.

Key word: cocoa, dry land, climate change

PENDAHULUAN

Tanaman kakao merupakan tanaman tahunan yang tidak tahan terhadap cekaman air, baik secara langsung maupun tidak langsung. Cekaman air pada kakao dapat disebabkan oleh kurang naungan, jenis tanah yang tidak dapat

menahan air, maupun musim kemarau yang panjang. Penanaman kakao pada lahan kering disertai dengan terjadinya perubahan iklim membutuhkan upaya yang tepat sehingga tanaman kakao dapat tumbuh baik dan berproduksi maksimal. Salah satu perubahan iklim yang terjadi adalah kekeringan (El-Nino)

yang menghambat proses fotosintesis dan metabolisme tanaman, gugurnya bunga, tanaman layu bahkan mati sehingga produksi kakao menurun. Kejadian iklim ekstrim, terutama El-Nino atau La-Nina antara lain menyebabkan: kegagalan panen, kerusakan sumberdaya lahan pertanian, peningkatan frekuensi, luas, dan bobot/intensitas kekeringan, peningkatan kelembaban, peningkatan hama dan penyakit (Las, Surmaini & Ruskandar, 2008). Wilayah pertanaman kakao yang mengalami stres kekeringan dan serangan hama penyakit yang lebih intensif umumnya pada wilayah dataran rendah (Useng, Ali, & Achmad, 2013)

Kekeringan yang berkepanjangan akan menurunkan produksi tanaman kakao bahkan mengakibatkan kematian tanaman belum menghasilkan (TBM) maupun tanaman menghasilkan (TM) (Soertani & Soenardjan, 1984). Menurut Ditjen Bina Produksi Perkebunan (2001) dan Useng *et al.* (2013), penurunan produksi akibat kekeringan pada tanaman kakao dapat mencapai 10-65%. Kekeringan yang sering terjadi, pada Juli sampai September telah menurunkan hasil kakao 60-70% dari total produksi. Tanaman kakao merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai peran penting dalam mendukung perekonomian nasional, antara lain sebagai komoditas ekspor penghasil devisa dan penyedia bahan baku industri.

Lahan kering merupakan sumberdaya alam yang mempunyai peluang besar untuk dimanfaatkan secara optimal. Areal lahan kering di Indonesia mencapai 52,5 Juta ha yang tersebar di Pulau Jawa dan Bali (7,1 Juta ha), Sumatera (14,8 Juta ha), Kalimantan (7,4 Juta ha), Sulawesi (5,1 Juta ha), Maluku dan Nusa Tenggara (6,2 Juta ha) dan Irian Jaya (11,8 Juta ha) (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1998 *cited in* Haryati, 2003).

Salah satu daerah yang mempunyai iklim kering adalah Nusa Tenggara Timur (NTT). Di NTT, tanaman kakao merupakan komoditas unggulan setelah jambu mete, kelapa, vanili, cengkeh, dan kopi. Komoditas ini mulai di kenal sejak tahun 1960-an. Melalui program nasional ekstensifikasi, pemerintah

pada awal tahun 1970, memperluas areal penanaman kakao di wilayah ini. Sampai tahun 2013, luas areal tanaman kakao di NTT telah mencapai 60.203 ha dengan total produksi 11.787 ton (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2013). Untuk mempertahankan produksi maupun luas areal kakao yang ditanam di lahan kering dan efek negatif perubahan iklim maka diperlukan aplikasi teknologi yang tepat.

PERMASALAHAN LAHAN KERING DI INDONESIA

Lahan Kering Beriklim Basah

Berdasarkan kemiringan lereng, lahan kering yang dinilai potensial untuk pertanian adalah yang berkemiringan $< 15\%$, luasnya diperkirakan 34,6 juta ha, tersebar di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Irian Jaya. Dari luasan tersebut 20,7 juta ha (60%) didominasi oleh tanah masam podsolik merah kuning yang umumnya tersebar pada daerah beriklim basah dengan bahan induk yang miskin unsur hara, produktivitas rendah. Kesuburan tanah sangat tergantung pada lapisan tanah yang bersifat labil dan cepat menurun, sehingga tanpa pengolahan bahan organik secara memadai produktivitas lahan akan cepat menurun (Partohardjono *et al.*, 1993 *cited in* Sopandie & Utomo, 1995). Berdasarkan curah hujan, lahan kering beriklim basah berada pada wilayah dengan tipe iklim A (9 bulan basah) dan B (7-9 bulan basah). Umumnya curah hujan pada wilayah dengan tipe iklim A lebih dari 2.200 mm/tahun dengan distribusi relatif merata dan cukup menunjang untuk bertanam sepanjang tahun. Kendala yang penting pada lahan kering beriklim basah adalah pH yang masam (Sopandie & Utomo, 1995). Kemasaman merupakan kendala utama di tanah sulfat masam. Sumber kemasaman berasal dari senyawa pirit (FeS_2) yang teroksidasi melepaskan ion-ion hidrogen dan sulfat diikuti penurunan pH menjadi sekitar 3. Keadaan tersebut menyebabkan kelarutan Al meningkat sehingga hampir semua tanaman budidaya tidak dapat tumbuh secara normal. Tingginya tingkat kelarutan Al pada tanah-tanah masam dapat ditanggulangi melalui pemberian kapur (Ca^{++}),

namun cara ini membutuhkan biaya tinggi dan merusak lingkungan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa batuan kapur alami juga mengandung logam-logam berat yang dapat membahayakan lingkungan. Di samping itu, pemberian kapur yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan berkurangnya tingkat ketersediaan hara-hara mikro tanah yang diperlukan tanaman.

Lahan Kering Beriklim Kering

Lahan kering beriklim kering banyak dijumpai di wilayah timur Indonesia (Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Maluku). Dari segi kimia, tanah seperti ini relatif lebih baik dibandingkan dengan lahan kering beriklim basah, karena pH mendekati netral dan pelindiannya terbatas, sehingga relatif kaya unsur-unsur basa seperti K, Ca, dan Mg (Partohardjo *et al.*, 1993 cited in Soepandi & Utomo, 1995). Lahan kering beriklim kering dicirikan dengan curah hujan rendah 1.000-1.500 mm/tahun selama 3-4 bulan dengan distribusi tidak teratur. Fluktuasi curah hujan sangat tinggi, pada suatu saat bisa mencapai 100 mm per hari atau bisa berhenti sama sekali selama 2-3 minggu.

FAKTOR PEMBATAS DAN KESESUAIAN IKLIM KAKAO

Pencapaian kualitas dan kuantitas hasil tanaman kakao yang optimal sangat ditentukan oleh pemenuhan persyaratan tumbuh kakao yang berhubungan dengan (a) faktor tanah/lahan (tinggi tempat, topografi, drainase, jenis tanah, sifat fisik tanah, sifat kimia tanah) dan (b) iklim. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas dan mutu kakao dapat dikemukakan sebagai berikut :

Tanah

Faktor tanah yang berhubungan dengan pertumbuhan tanaman kakao meliputi tinggi tempat, topografi, drainase, jenis tanah, sifat fisik dan kimia tanah. Tanaman kakao dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah tetapi sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia tanahnya. Kemasaman tanah (pH), kadar bahan organik,

unsur hara, kapasitas absorpsi dan kejenuhan basa merupakan sifat kimia yang perlu diperhatikan. Sedangkan sifat fisik tanah meliputi kedalaman efektif, tinggi permukaan air tanah, drainase, struktur dan konsistensi tanah. Ketinggian tempat dan kemiringan lahan datar sampai dengan $<8\%$ sangat baik, sedangkan pada kemiringan yang lebih besar penanaman kakao harus sejajar garis kontur. pH yang ideal untuk tanaman kakao 6-7,5 dan kandungan bahan organik tanah $>3\%$ sangat sesuai untuk tanaman kakao. Tanaman kakao menghendaki solum tanah >90 cm sehingga dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Tanaman kakao tidak menghendaki adanya air yang menggenang (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Iklim

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman kakao adalah 1100-3000 mm, dengan distribusi merata sepanjang tahun. Pola penyebaran hujan yang merata sangat berpengaruh terhadap penyebaran panen tanaman kakao. Iklim yang ideal untuk tanaman kakao adalah B menurut Schmidt dan Fergusson dengan bulan kering 3-4 bulan. Fotosintesis maksimum diperoleh pada cahaya sebesar 20% dari total pencahayaan penuh yang diterima tanaman (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Potensi Lahan Kering untuk Pengembangan Kakao

Potensi lahan di Indonesia yang cukup luas sangat memungkinkan untuk pengembangan kakao, namun harus memperhatikan ketersediaan lahan, tenaga kerja, modal, sarana dan prasarana. Berdasarkan aspek tersebut pengembangan agribisnis kakao diutamakan di sentra-sentra perkebunan kakao, yaitu Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sumatera Utara, Nusa Tenggara Timur, Jawa Timur, Kalimantan Timur, Maluku, dan Papua. Lahan yang tersedia dan sesuai untuk pengembangan kakao masih sangat besar yaitu sekitar 6,23 juta ha yang tersebar di 10 provinsi (Tabel 1).

Tabel 1. Potensi lahan yang sesuai untuk pengembangan kakao

No	Provinsi	Area Lahan (ha)
1.	Nangroe Aceh Darussalam	152.169
2.	Sumatra Utara	195.483
3.	Jawa Timur	12.169
4.	Nusa Tenggara Timur	81.646
5.	Kalimantan Timur	1.574.150
6.	Sulawesi Tengah	807.714
7.	Sulawesi Selatan	52.856
8.	Sulawesi Tenggara	320.387
9.	Maluku	584.686
10.	Papua	2.443.853
Jumlah		6.225.113

Sumber: Puslittanah (1993)

BUDIDAYA KAKAO TERPADU DI LAHAN KERING

Lahan kering didefinisikan sebagai hamparan lahan yang tidak pernah tergenang atau digenangi air pada sebagian besar waktu dalam setahun atau sepanjang waktu (Hidayat & Mulyani, 2005). Upaya yang dapat dilakukan dalam menghadapi kekeringan adalah melalui antisipasi, adaptasi, dan mitigasi

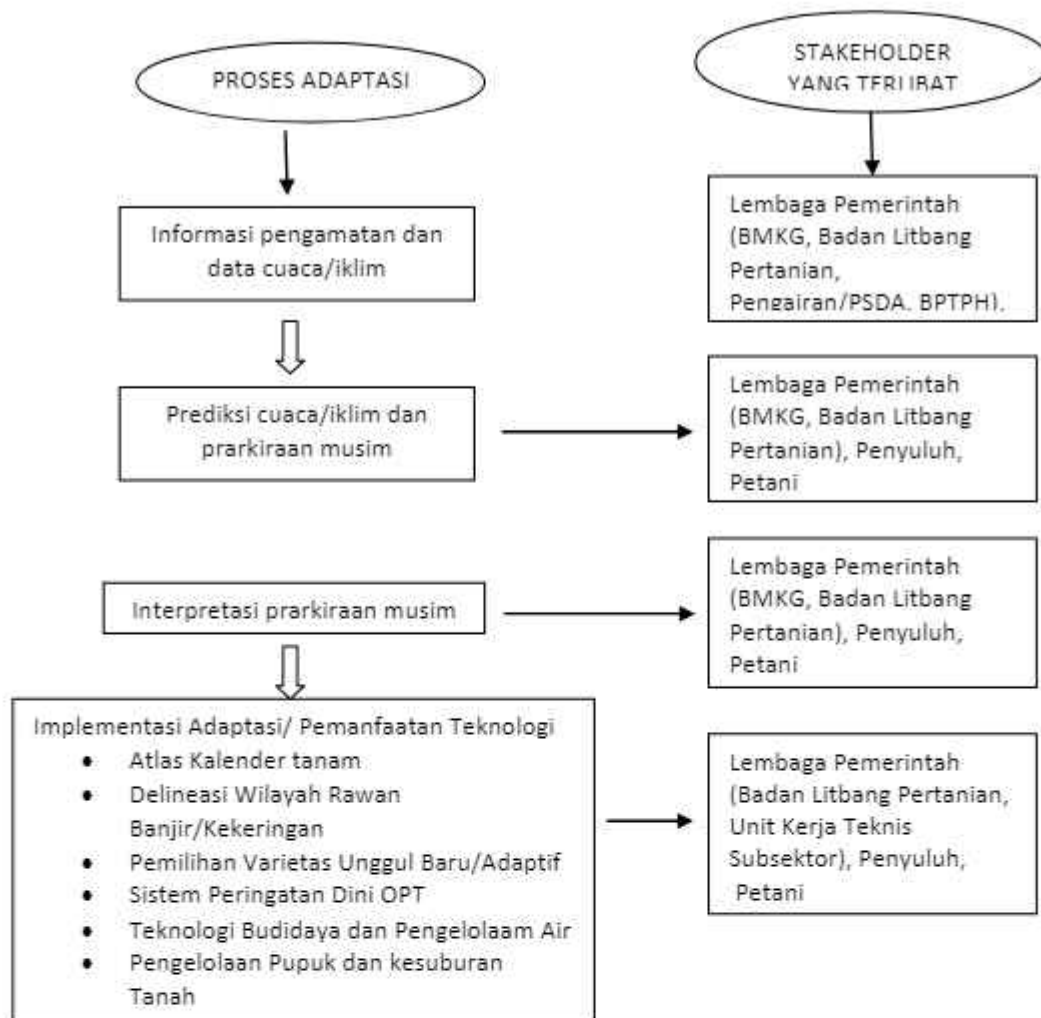
Antisipasi

Antisipasi mengurangi dampak kekeringan, berdasarkan kajian dampak perubahan iklim terhadap: (a) sumberdaya pertanian seperti pola curah hujan dan musim (aspek klimatologis)/ ada informasi tentang iklim, sistem hidrologi dan sumberdaya air

(aspek hidrologis), keragaan, identifikasi wilayah dan pengurangan luas lahan pertanian di sekitar pantai, (b) infrastruktur/sarana dan prasarana pertanian, terutama sistem irigasi, dan waduk, (c) sistem usaha tani dan agribisnis, (d) aspek sosial-ekonomi dan budaya (Surmaini, Runtunuwu, & Las, 2011; Las, Pramudia, Runtunuwu & Setyanto, 2011).

Adaptasi

Teknologi adaptasi adalah salah satu cara penyesuaian yang dilakukan secara spontan maupun terencana untuk memberikan reaksi terhadap perubahan iklim dan mengurangi resiko kegagalan produksi pertanian (Surmaini *et al.*, 2011). Proses adaptasi dan stakeholder dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses adaptasi dan pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang terlibat dalam pengamatan, prediksi, dan interpretasi cuaca/iklim (Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011)

Mitigasi

Teknologi mitigasi adalah usaha menekan penyebab perubahan iklim. Upaya mitigasi pada tanaman kakao dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut :

Pemberian Mikoriza

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa mikoriza arbuskula untuk melindungi tanaman dari stres biotik dan abiotik, berperan memfasilitasi serapan hara tanaman melalui hifa eksternal khususnya P, Zn, dan Cu (Thangadurai, Busso, Hijri, 2010). Mikoriza berinteraksi dengan berbagai macam organisme tanah pada akar tanaman yang memodifikasi proses-proses fisiologis tanaman inang (Pamiske, 2008). Hasil penelitian

membuktikan pemberian inokulum cendawan mikoriza nyata meningkatkan efisiensi penyiraman dari satu hari sekali menjadi tiga hari, dan lima hari sekali sehingga efisiensi 200-400% atau dapat menghemat penyiraman bibit kakao sebesar 2-4 kali dibandingkan penyiraman 1 hari sekali pada bibit kakao (Lucia, Yahya & Fakuara, 1998). Prinsip kerja mikoriza adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza tersebut mampu meningkatkan kapasitas penyerapan hara (Rungkat, 2009).

Penggunaan Varietas Tahan Kekeringan

Penggunaan varietas kakao tahan kekeringan seperti SCA 6, Amelando dan TSH 919. SCA 6 mempunyai kandungan prolin daun yang tinggi pada cekaman kekeringan (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2007; David, 2008). Berdasarkan hasil penelitian, SCA 6 dan Amelonado merupakan klon yang paling tahan/toleran terhadap kadar lengas tanah rendah/cekaman kekeringan, yang toleransi sedang yaitu SCA 12, GC 7 dan ICS 6; sedangkan yang toleransi rendah adalah ICS 60 dan UIT 1 (David, 2008), klon PA 191 juga

lebih toleran terhadap cekaman kekeringan (Riyayati, 2010). Pada daerah yang mengalami cekaman kekeringan, Balasimha (1983) melaporkan bahwa kadar prolin kakao bebas meningkat dari 75 g/g bobot bahan basah sebelum tanaman mengalami cekaman air menjadi 648 g/g bobot basah saat tanaman mengalami cekaman air. Kadar prolin menurun kembali menjadi 147 g/g bobot basah saat tanaman kakao mengalami pemulihan kembali. Adapun kriteria klon kakao yang tahan kekeringan untuk ditanam ada pada tabel 2.

Tabel 2. Kriteria kakao tahan kekeringan/OPT

No	Kriteria	Standar Mutu
1	Jenis bahan tanaman	Benih kakao siap tanam (sambung pucuk) yang berasal dari sumber benih yang telah ditetapkan
2	Klon bina	Klon Sulawesi 1, Sulawesi 2, ICCRI 03 dan ICCRI 04 serta Scavina 6
3	Umur	2 – 4 bulan
4	Tinggi tanaman	20 cm
5	Jumlah daun	Minimum 8 lembar
6	Warna daun	Hijau segar
7	Kesehatan	Bebas OPT
8	Sertifikasi	Bersertifikat dari Balai Besar Perbenihan dan Proteksi Tanaman Perkebunan (BBP2TP) /UPTD yang menangani pengawasan mutu benih di provinsi

Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan (2013)

Pembuatan Rorak

Pemanfaatan rorak merupakan alternatif untuk memanen air dan meningkatkan kelengasan tanah, serta mengendalikan erosi (Agus, Surmaini & Sutrisno, 2005; Dariah Nurida & Talao'uhu, 2007). Rorak yang dikombinasikan dengan mulsa vertikal (*slot mulch*) mampu mengurangi erosi sampai 94% (Noeralam, 2002). Penggunaan sistem penanaman ganda yaitu dengan menanam tanaman pupuk hijau sepanjang baris tanaman. Tanaman pupuk hijau dipangkas secara rutin, agar tingginya tidak lebih dari 30 cm dan limbah pangkasan digunakan sebagai mulsa yang ditimbun di dalam rorak.

Pembuatan Penampungan Air

Penampungan air dapat dilakukan dengan menampung air hujan atau aliran air pada tempat penampungan sementara atau permanen

(Subagyo, Haryati & Talao'uhu, 2004). Sebagai sarana untuk penampungan air dan sekaligus untuk distribusi air dapat dibuat kolam secara permanen maupun tidak permanen. Kolam permanen, dibangun menggunakan bahan beton dan bahan kedap air lainnya, umumnya mampu menyerap dan menahan air sekitar 65% dari volume hujan di daerah tangkapan air hujan. Kolam permanen cocok untuk daerah dengan tipe tanah yang memiliki permeabilitas tinggi.

Kolam semi permanen, dibangun dari formasi timbunan tanah, dengan kemampuan menyerap dan menahan air sekitar 30-50% dari volume hujan di daerah tangkapan air hujan. Kolam semi permanen cocok dibangun di daerah dengan tanah yang mempunyai permeabilitas lebih rendah (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2007).

Penampungan air ini berfungsi menyediakan air irigasi pada musim kemarau, juga dapat mengurangi resiko banjir pada musim hujan. Teknologi ini bermanfaat untuk lahan yang tidak mempunyai jaringan irigasi atau sumber air bawah permukaan (*ground*

water) (Abdurachman, Dariah & Mulyani, 2008). Neraca ketersediaan air pada musim kemarau di Indonesia terutama di Provinsi Jawa-Bali dan Nusa Tenggara pada tahun 2003 dan 2020 mengalami defisit (Tabel 3).

Tabel 3. Neraca ketersediaan air pada musim kemarau di Indonesia pada tahun 2003 dan 2020.

Pulau	Ketersediaan (milyar m ³)	Kebutuhan (milyar m ³)			
		2003	Neraca	2020	Neraca
Sumatera	96.2	11.6	Surplus	13.3	Surplus
Jawa-Bali	25.3	38.4	Defisit	44.1	Defisit
Kalimantan	167	2.9	Surplus	3.5	Surplus
Nusa Tenggara	4.2	4.3	Defisit	4.7	Defisit
Sulawesi	14.2	9	Surplus	9.7	Surplus
Maluku	12.4	0.1	Surplus	0.1	Surplus
Papua	163.6	0.1	Surplus	0.2	Surplus

Sumber: Direktorat Pemanfaatan Sumberdaya Air (2003).

Pupuk Organik.

Pupuk hijau sangat penting untuk tipe tanah yang kurang subur untuk memperbaiki kondisi tanah. Tanaman sehat lebih tahan terhadap tekanan pengaruh lingkungan termasuk tekanan kekurangan air. Pupuk hijau digunakan secara efektif pada dosis 20-30 ton/hektar/tahun menggunakan limbah organik seperti kompos limbah kakao dan limbah pertanian lainnya serta kompos yang berasal dari serasah pohon naungan. Menurut Afrizon,

Daliani, Farmanta & Marzan (2010), penambahan 10-20 kg/pohon/tahun kompos, serta pemberian setengah dosis anjuran pupuk anorganik dapat meningkatkan produksi kakao sekitar 75 kg/ha/tahun. Menurut penelitian Prawoto (2013), hasil buah meningkat sekitar 30% untuk perlakuan organik pupuk kandang dan 78% untuk perlakuan organik blotong, tetapi ukuran bijinya cenderung lebih kecil pada tanah regosol (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4. Rata-rata jumlah buah kakao dipanen per pohon pada tahun ke-2 sampai ke-4 setelah pemberian pupuk kandang, blotong dan pupuk NPK

Perlakuan	Jumlah tongkol/pohon				Peningkatan terhadap pupuk NPK %
	Tahun ke-2	Tahun ke-3	Tahun ke-4	Rata-rata	
Pupuk kandang	28,8	21,3	39,6	29,9	30,00
Blotong	29,7	50,2	43,0	41,0	78,26
Pupuk NPK	22,2	13,5	33,3	23,0	0

Sumber: Prawoto, (2013)

Tabel 5. Komponen produksi kakao pada tahun ketiga setelah pemberian pupuk kandang, blotong dan NPK pada tanah regosol.

Perlakuan	Pupuk kandang	Blotong	Pupuk NPK
Bobot tongkol (g)	515,5	535,5	571,4
Jumlah biji/tongkol	37,3	41,9	35,4
Bobot 100 biji kering (g)	75,07	76,00	84,07
<i>Pod value</i>	37,77	31,47	34,19

Sumber: Prawoto, (2013)

Pupuk hijau bisa memanfaatkan kulit buah kakao. Dari satu hektar buah kakao yang dipanen akan diperoleh 6200 kg kulit buah dan 2178 kg biji basah. Limbah kulit buah kakao dapat diolah menjadi kompos untuk menambah bahan organik tanah (Badan Pusat Statistik, 2010). Penelitian Goenadi, Baon, Herman & Purwoto (2000) menemukan bahwa kandungan hara kompos yang dibuat dari kulit buah kakao adalah 1,81 % N, 26,61 % C-organik, 0,31% P₂O₅, 6,08% K₂O, 1,22% CaO, 1,37 % MgO, dan 44,85 cmol/kg KTK. Aplikasi kompos kulit buah kakao dapat meningkatkan produksi hingga 19,48% (Isroi, 2007). Penelitian di Malaysia menunjukkan bahwa serasah daun kakao umur 6-12 tahun memberikan sumbangan unsur hara ke tanah sebanyak 75-94 kg N, 4-5 kg P, 84-100 kg K, 28-34 kg Mg, dan 58-78 kg Ca, masing-masing per hektar per tahun (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004). Kebanyakan pengembang kakao organik hanya membiarkan sisa daun tersebut terhampar di seluruh areal kebun tanpa

adanya tindakan pengelolaan dan membuat kebun menjadi kurang baik serta menjadi sarang bagi organisme pengganggu tanaman (OPT).

Pembenah Tanah.

Bahan pembenah tanah ada dua jenis yaitu pembenah tanah organik dan anorganik. Pembenah tanah organik alami salah satunya seperti blotong, lateks, sari kering limbah (SKL), bahan organik dengan C/N ratio = 7-12 (Permentan No: 02/Pert/HK 060/2/2003), sedangkan pembenah tanah anorganik alami seperti emulsi aspal (Bitumen: hidrophobik dan hidrofilik), zeolit, kapur pertanian, dan fosfat alam (Dariah, 2007; Sari, 2012). Bahan pembenah yang mulai dikenal, yaitu batu basal merupakan jenis batuan yang terbentuk dari magma yang membeku di permukaan bumi disebut juga batu vulkanik (Sari, 2012). Komposisi pembenah tanah dari beberapa batu mineral ditampilkan pada (Tabel 6).

Tabel 6. Komposisi pembenah tanah dari beberapa batu mineral

Pembenah tanah	Si	Ca	Mg	K	P	Referensi
Basal (%)	21,6	6,54	6,44	1,25	0,3	Shamsudin & Kapok (2010)
Zeolit (%)	62,75	3,3	0	1,28	0	Gusyana (2011)
Dolomit (%)	0	30	18	0	0	Marlina (2001)

Sumber: Sari (2012)

Tanaman yang tumbuh pada tanah yang memiliki pH masam berpotensi mengalami keracunan unsur mikro yang tentunya dapat menghambat pertumbuhan, khususnya kakao. Pemecahan permasalahan pada tanah masam tersebut dapat digunakan pembenah tanah dari batuan yang bersifat basa sehingga mampu meningkatkan pH tanah. Pengujian enam bulan pada tanaman kakao membuktikan bahwa Na, pH, dan kejenuhan basa cenderung meningkat. Penggunaan basal yang dikombinasikan dengan pupuk NPK pada tanaman *Eucalyptus* setelah enam tahun dilaporkan memiliki batang paling besar bahkan pada perlakuan murni basal diameter batang lebih baik dibandingkan hanya pupuk NPK saja (Sari, 2012). Selain basal saat

ini telah mulai berkembang, penggunaan biochar/arang limbah pertanian yang sulit didekomposisi (tempurung kelapa, kulit buah kakao, sekam padi, batang kayu bakau, kulit kelapa sawit, dan lain-lain) sebagai bahan pembenah tanah alternatif dan pemulihan lahan kering masam terdegradasi. Biochar selain mampu bertahan lama di dalam tanah, juga bahan bakunya mudah diperoleh. Hasil penelitian di Kebun Percobaan Taman Bongo, Lampung Timur dengan jenis tanah Typic Kanhapludults, diperoleh hasil pemberian formula pembenah tanah biochar sekam padi (SP) dan biochar tempurung kelapa sawit (KS) yang diproduksi melalui pembakaran tanpa oksigen (*pyrolysis*) selama 3,5 jam dengan

temperatur 250-3500°C dan diformulasikan dengan bahan lain (kompos pupuk kandang) sehingga diperoleh tiga formula (SP-50, SP-75, dan KS-50) dengan dosis 5-7,5 t ha⁻¹ mampu memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah: (1) persentase pori air tersedia (PAT) menjadi 9,18-10,11% vol dari semula 6,69% vol (tanpa pembenah tanah). (2) Kandungan P-tersedia meningkat menjadi 29,12-30,71 ppm dari 24,52 ppm (tanpa pembenah tanah). (3) K total meningkat menjadi 5,13-6,43 ppm dari 3,08 ppm (tanpa pembenah tanah). KTK tanah meningkat menjadi 5,91-6,00 cmol(-) kg⁻¹ dari 4,71 cmol(-) kg⁻¹. dan (4) respirasi mikroorganisme meningkat menjadi 9,88-10,78 mgCO₂ kg⁻¹ tanah hari⁻¹ dari semula 8,71 mgCO₂ kg⁻¹ tanah hari⁻¹ (tanpa pembenah tanah). Hasil penelitian Sinabariba, Siagian & Silitonga (2013), perlakuan kompos blotong belum nyata meningkatkan pertumbuhan bibit kakao.

Pemupukan yang Tepat

Pemupukan bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanaman agar tumbuh dengan baik. Tanaman kakao yang dipupuk dengan baik mempunyai struktur akar yang lebih lebar sehingga tanaman mampu menggunakan air tanah lebih efektif. Untuk itu pada akhir musim hujan dapat diberikan pupuk campuran 0,5% urea, 10,5% MgSO₄ dan 0,2% MnSO₄. Hasil percobaan Sudirja, (2007) menunjukkan bahwa pemberian kascing sebagai pupuk organik ataupun pupuk hayati EMAS (PHE) pada dosis 10 g yang dikombinasikan dengan 50% pupuk anorganik berpengaruh terhadap peningkatan pH tanah, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap C organik tanah, N total tanah, KTK tanah, dan bobot kering total bibit tanaman kakao.

Tanaman Penutup Tanah.

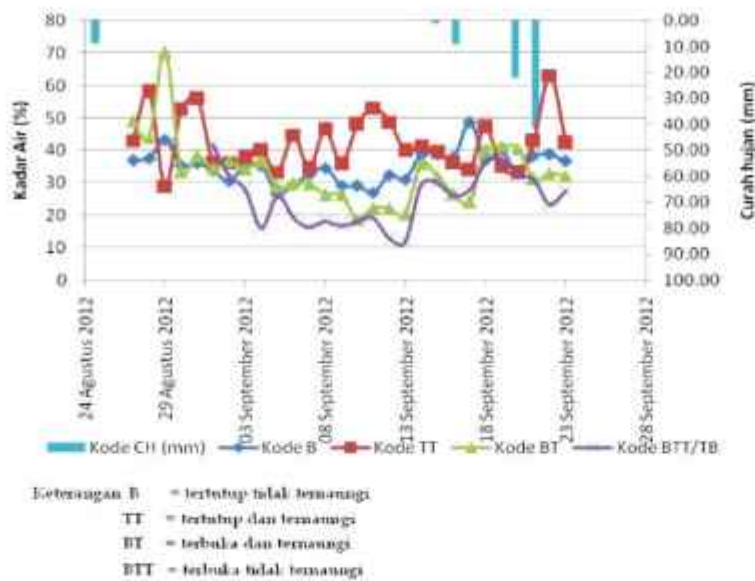
Tanaman penutup tanah bermanfaat untuk menjaga agregat tanah dari tetesan air hujan, menekan erosi, mempercepat tingkat infiltrasi air dan meningkatkan aktivitas biologis serta tingkat kesuburan tanah. Konservasi dengan gulma dibiarkan tumbuh pada gawangan kakao nyata meningkatkan total

pori tanah (61.8%) sehingga menurunkan *bulk density* (1.013 g cm⁻³) (Nurmi *et al.*, 2009). Integrasi tanaman penutup tanah di perkebunan kakao diperkirakan dapat menyumbangkan bahan organik sekitar 4 ton/ha untuk *Arachis pintoi* dan 5 ton/ha untuk *Calopogonium caeruleum* (Pujiyanto, 2004).

Naungan

Penyebab utama kerusakan pertanaman kakao akibat kemarau panjang kurangnya tanaman penaung (Erwiyono, 2007). Penanaman penaung yang tepat dapat menekan radiasi matahari. Salah satu jenis pohon penaung yang efektif di daerah kekeringan adalah tanaman lamtoro (varietas PG79, L16, L13, La dan L2) dengan kepadatan 200-300 pohon/hektar di daerah basah sedang, di daerah kering dengan tingkat kepadatan 600 pohon/hektar (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2007). Menurut Nasaruddin (2002) tanaman yang berumur 3-4 bulan membutuhkan sekitar 35%-40% intensitas cahaya matahari dan berangsur-angsur meningkat sejalan dengan peningkatan umur tanaman. Makin tua umur tanaman makin tinggi tingkat kebutuhan cahaya matahari dan sebaliknya makin muda umur tanaman kebutuhan intensitas cahaya semakin rendah. Naungan diperlukan untuk menghindari matahari langsung terutama pada saat pembibitan. Pada pembibitan memerlukan penyinaran 25-35% matahari, sedangkan tanaman dewasa 65-75% cahaya matahari. (Peraturan Menteri Pertanian, 2013).

Gambar 5 menunjukkan bahwa adanya naungan dan serasah tanaman kakao berpengaruh pada kadar air tanah. Kondisi terbaik untuk mempertahankan kadar air tanah adalah naungan di atas 80% dan penutupan permukaan tanah 100%. Curah hujan dengan intensitas dan durasi yang lama dapat meningkatkan kadar air tanah pada lahan dengan naungan dan tutupan tanah yang baik (Suhardi, Munir, A., Faridah, & Tulliza, 2012). Hasil penelitian Abdoellah, *et al.*, (1994) disarankan bahwa daerah dengan musim kering tegas sebaiknya pisang *Giant Cavendish* tidak digunakan sebagai penaung sementara tanaman kakao sebab banyak menyerap air.



Gambar 5. Perubahan kadar air tanah akibat naungan dan serasah tanaman kakao
(Sumber : Suhardi *et al.*, 2012)

Pemangkasan

Melakukan pemangkasan secara selektif dengan cara membuang bagian tanaman yang tidak produktif guna mengurangi tingkat transpirasi yang secara tidak langsung mengawetkan kandungan air tanah. Pemangkasan berat dilakukan pada awal musim hujan dan pemangkasan ringan dilakukan pada saat kekeringan yang panjang.

penggunaan varietas yang tahan kekeringan (Klon Sulawesi 1, Sulawesi 2, ICCRI 03 dan ICCRI 04 dan Scavina 6), pembuatan rorak, pembuatan penampungan air, pupuk organik, pembenah tanah, melakukan pemupukan yang tepat tanaman penutup tanah, naungan dan pemangkasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S., Prawoto, A. A., & Priyono . 1994. Kajian penggunaan pisang (*Musa sp.*) sebagai penanang pada kopi dan kakao. (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember). *Pelita Perkebunan*, 10(3): 117-124.
- Abdurachman, A., Dariah, A., & Mulyani, A. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahanKering mendukung pengadaan pangan Nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(2): 43-49.
- Afrizon, S. D., Daliani, Y., Farmanta & Marzan. 2010. *Teknologi Integrasi Kopi, Kakao dan Kambing Pada Lahan Kering Dataran Rendah-Medium Iklim Basah Spesifik Bengkulu untuk Efisiensi Produksi sampai 50%, serta Meningkatkan Pendapatan Petani 20%*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bengkulu, Bengkulu. 34 hlm.

PENUTUP

Kerusakan pertanaman kakao di lahan kering akibat kemarau panjang (El Nino) menyebabkan penurunan produksi kakao. Dengan demikian perlu upaya intensif dan terintegrasi dalam menangani permasalahan tersebut. Upaya tersebut melalui antisipasi, adaptasi dan mitigasi. Upaya antisipasi dilakukan dengan melakukan kajian perubahan iklim terhadap sumberdaya pertanian, infrastruktur pertanian, sistem usaha tani dan agribisnis serta aspek sosial-ekonomi dan budaya. Teknologi adaptasi merupakan cara penyesuaian secara spontan maupun terencana untuk memberikan reaksi terhadap perubahan iklim dalam mengurangi kegagalan produksi kakao. Mitigasi yang bisa diterapkan pada tanaman kakao yaitu: pemberian mikoriza.

- Agus, F., Surmaini, E., & Sutrisno, N. 2005. Teknologi Hemat air dan irigasi suplemen. Hlm. 223-245 dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2011. *Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian*. Kementrian Pertanian. Jakarta 67 hal
- Balasimha, D. 1983. Effect of Absicic Acid and Kinetin on Growth and Proline Accumulation in Cacao Seedlings Under Water Stress. *Indian J. Plant Physiol.*, 26 (2): 139-142.
- BPS. 2010. *Luas dan Total Produksi Tanaman Kakao*, Jakarta
- Dariah, A. 2007. Bahan Pembenah Tanah : Prospek dan Kendala Pemanfaatannya Penulis adalah peneliti di Balai Penelitian Tanah Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. *Tabloid Sinar Tani*, 16 Mei 2007
- Dariah, A., Nurida, N. L., & Talaouhu, S.H. 2007. Aplikasi sistem olah tanah pada lahan kering beiklim kering di Lombok Timur. Hlm 291-300. dalam Prosiding Kongres Nasional IX HITI. UPN Veteran Yogyakarta, 5-7 Desember 2007.
- David, M. 2008. Kajian ketahanan pada pertumbuhan awal beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap cekaman kekeringan. Tesis Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 99 hal
- Direktorat Pemanfaatan Sumber Daya Air. 2003. *Pedoman Antisipasi terhadap Perubahan Iklim pada Sub Sektor Perkebunan*. Departemen Pertanian.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2013. *Pedoman Teknis Antisipasi Dampak Perubahan Iklim Tahun 2014*. Kementrian Pertanian. Jakarta. 77 hal.
- Ditjen Bina Produksi Perkebunan. 2001. *Persiapan Perkebunan Menghadapi Fenomena El Nino*. Jakarta.
- Erwiyono, R. 2007. Penetapan penyebab kerusakan pertanaman kakao akibat musim kemarau. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. 23(3): 131-141.
- Goenadi, H. D., Baon, J. B., Herman & Purwoto, A. 2000. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kakao Di Indonesia. Tim Tanaman Perkebunan Besar Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Bogor
- Hidayat, A. & Mulyani, A. 2005. Lahan Kering untuk Pertanian. Hlm. 1-34. Dalam Abdurachman *et al.* (ed.). Buku *Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Isroi. 2007. Pengomposan Limbah Kakao; Materi Pelatihan TOT Budidaya Kopi dan Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember, Tanggal 25 - 30 Juni 2007.
- Las, I., Pramudia, A., Runtunuwu, E., & Setyanto, P. 2011. Antisipasi perubahan iklim dalam mengamankan produksi beras nasional. *Pengembangan Inovasi Pertanian. Kebijakan Harga dan perubahan Iklim: Prakondisi Usaha Tani Padi Berkelanjutan*, 4 (1):76-86
- Las, I., Surmaini, E., & Ruskandar, A. 2008. Antisipasi Perubahan Iklim: Inovasi Teknologi dan Arah Penelitian Padi di Indonesia dalam : Prosiding Seminar Nasional Padi 2008. *Inovasi Teknologi Padi Mengantisipasi Perubahan Iklim Global Mendukung Ketahanan Pangan*. BB Padi.
- Lucia, Y., Yahya, S. & Fakuara, M. Y. 1998. Efisiensi pemberian air pada bibit kakao yang diinokulasi cendawan mikoriza. *Bul. Agron*. 26(1) 1-8
- Nasaruddin. 2002. Kakao, Budidaya dan Beberapa Aspek Fisiologisnya. Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin. Makassar
- Noeralam, A. 2002. Teknik pemanenan air yang efektif dalam pengelolaan lahan kering. Tesis Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

- Nurmi, Oteng H., Sitanala A., & Sudirman Y., 2009. Perubahan sifat fisik tanah sebagai respons perlakuan konservasi vegetatif pada pertanaman kakao. *Forum Pascasarjana*, 32 (1): 22-31
- Parniske, M. 2008. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews: Microbiology* (6): 763-775.
- Peraturan Menteri Pertanian. 2013. Pedoman Teknis Pembangunan Kebun Induk Dan Kebun Entres Kakao. No.09/permentan/OT.140/1/2013. Jakarta: Menteri Pertanian.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004. *Panduan Lengkap Budidaya Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*. Agromedia Pustaka, Jakarta. 328 hlm.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2010. *Buku pintar budidaya kakao*. Depok: Penerbit PT. Agromedia Pustaka. 298 hlm.
- Prawoto, A. A. 2013. Kajian agronomis, ekologis dan ekonomis Terhadap konversi budi daya kakao anorganik ke organik. *Pelita Perkebunan*, 19 (3):104-125.
- Pujiyanto, 2004. Perbaikan status bahan organik tanah perkebunana kakao dengan tanaman penutup tanah. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 20(2): 63-76.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1993. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan*. Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Riyayati, P. T. 2010. Uji Ketahanan Tiga Macam Klon Bibit Kakao Terhadap Berbagai Kondisi Cekaman Kekeringan. Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Jember
- Rungkat, J. A. 2009. Peranan MVA dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. *Jurnal FORMAS* 4 : 270-276.
- Sari, N. P. 2012. Basal Alternatif Baru Pembenh Tanah pada Perkebunan Kopi dan Kakao. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 24(2):18-20
- Sinabariba, A., Siagian, Silitonga. 2013. Respons pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap pemberian kompos blotong dan pupuk npkmg pada media subsoil ultisol. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 1(3):689-700. [Juni 2013]
- Sopandie, D., & I. H. Utomo. 1995. Pengelolaan Lahan dan Teknik Konservasi di Lahan Kering. Makalah Penunjang Diskusi *Pengembangan Teknologi Tepat Guna di Lahan Kering untuk Mendukung Pertanian Berkelanjutan*. Bogor, 27 September 1995.
- Soertani, S dan Soenardjan.1984. *Pengalaman dalam musim kemarau panjang 1982 di PT. Perkebunan XVIII Perkebunan Indonesia*. 19-28.
- Subagyo, Haryati, K. U & Talao'ohu, S. H. 2004. Teknologi konservasi air pada pertanian lahan kering.hlm. 151-188. Dalam *Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sudirja, R., M. A. Solihin, S. Rosniawaty. 2007. Respons Beberapa Sifat Kimia Inceptisols Asal Rajamandala dan Hasil Bibit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Melalui Pemberian Pupuk Organik dan Pupuk . Laporan penelitian penelitian dasar (LITSAR) UNPAD
- Suhardi, Munir, A., Faridah S. N. & Tulliza, I. S. 2012. Dinamika Kadar Air Tanah di Bawah Tegakan Kakao pada Berbagai Kondisi. Prosiding Seminar Nasional PERTETA 2012 . Malang, Jawa Timur, 30 November – 2 Desember 2012.441-447 hal.
- Surmaini, E., Runtunuwu, E. & Las, I. 2011. Upaya sector pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 30 (1): 1-7
- Thangadurai, D., Busso, C. A., & Hijri, M. 2010. *Mycorrhizal Biotechnology*. Boca Raton: CRC Press.New York. 212 hlm.
- Useng, D., Ali, H. & Achmad, M. 2013. Deteksi penyebaran stres tanaman kakao akibat kekeringan dan serangan hama penyakit dengan citra satelit. 594-600

KARAKTERISTIK MUTU DAN CITARASA KOPI ROBUSTA KLON BP 42, BP 358 DAN BP 308 ASAL BALI DAN LAMPUNG

QUALITY AND ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS OF CLONES BP 42, BP 358 AND BP 308 ROBUSTA COFFEE FROM BALI AND LAMPUNG

Eko Heri Purwanto, Rubiyo dan Juniaty Towaha

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
ekohappy01@gmail.com

ABSTRAK

Produksi kopi Indonesia hingga saat ini masih didominasi jenis Robusta. Kopi Robusta sering dinilai sebagai kopi kelas dua setelah Arabika dan mempunyai harga yang lebih murah, namun paling luas penanamannya. Mengingat kopi Robusta ini mempunyai peranan penting bagi mayoritas pekebun kopi Indonesia, maka diperlukan upaya peningkatan produktivitas dengan menggunakan bahan tanam kopi Robusta yang sesuai dengan kondisi lingkungan kebun dan teknologi budidaya yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran karakteristik mutu dan citarasa kopi Robusta klon BP 42, BP 358 dan BP 308 yang ditanam di Bali pada ketinggian ± 650 m dpl, dengan iklim B (basah) dan Lampung pada ketinggian ± 850 m dpl, dengan iklim A (sangat basah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa biji ketiga klon kopi Robusta dari Bali mempunyai nilai mutu dan citarasa yang lebih baik daripada kopi Robusta dari Lampung. Kopi Robusta klon BP 308 dari Bali mempunyai karakteristik mutu paling tinggi dan klon BP 42 dari Bali mempunyai citarasa paling tinggi.

Kata kunci: kualitas, citarasa, klon, kopi Robusta

ABSTRACT

Coffee production in Indonesia is still dominated by Robusta variety. Robusta coffee is often rated as the second class after Arabica coffee and has cheaper price, although has the widest planting area. As Robusta coffee has a crucial role for the majority of Indonesian coffee farmers, it is necessary to take actions to increase productivity by using Robusta coffee entress suitable with environmental conditions and proper cultivation technology. This study aims to investigate the quality and cup-taste characteristics of coffee Robusta from clones BP 42, BP 358 and BP 308 that were planted in Bali at an altitude of ± 650 m asl, with the climate of type B (wet) and in Lampung at an altitude of ± 850 m asl, with the climate of type A (very wet). The results showed that quality and organoleptic values of the three clones from Bali are better than from Lampung. Robusta coffee clone BP308 from Bali has the highest quality characteristic and clone BP 42 from Bali has the highest organoleptic characteristic.

Keywords: Quality, organoleptic, clone, Robusta coffee

PENDAHULUAN

Perdagangan biji kopi dunia didominasi oleh dua jenis kopi yaitu Arabika dan Robusta. Arabika memiliki pangsa pasar 70% sedangkan Robusta 30%. Produksi kopi Indonesia hingga saat ini masih didominasi jenis Robusta sebesar 540.280 ton dengan luas areal 958.782 ha atau 79,21% dari total luas areal tanaman kopi di Indonesia dan sisanya adalah jenis kopi Arabika dengan luas areal 251.583 ha. Produksi perkebunan kopi Lampung pada tahun 2010

sebesar 145.009 ton dengan luas area 162.247 ha yang seluruhnya merupakan perkebunan rakyat dan terdiri dari kopi Robusta. Produksi perkebunan kopi Robusta Bali tahun 2010 adalah 11.105 ton dengan luas area 23.613 ha (Ditjenbun, 2011).

Kopi Robusta dapat dikatakan sebagai kopi kelas dua setelah kopi Arabika, karena rasanya lebih pahit, sedikit asam, dan mengandung kafein dalam kadar yang jauh lebih tinggi daripada Arabika. Namun, cakupan daerah tumbuh kopi Robusta lebih luas daripada kopi

Arabika. Keunggulan kopi jenis ini adalah lebih resisten terhadap serangan hama dan penyakit. Hal ini menjadikan harga kopi Robusta lebih murah (Buldani, 2011). Kopi Robusta mempunyai peranan penting bagi mayoritas pekebun kopi Indonesia, maka diperlukan upaya peningkatan produktivitas dengan menggunakan bahan tanam yang sesuai dengan kondisi lingkungan kebun dan teknologi budidaya yang tepat serta mempertahankan kualitas dan meningkatkan nilainya.

Klon BP 42, BP 358 dan BP 308 adalah genotipe kopi Robusta yang telah direkomendasikan secara luas sebagai bahan tanam. Klon BP 42 memiliki produktivitas 800–1.200 kg/ha/th, daya adaptasi tinggi terhadap iklim dan ketinggian sehingga dapat ditanam pada semua tipe iklim dan ketinggian. Klon BP 358 sebagai bahan tanam anjuran mempunyai potensi produksi 800-1.700 kg/ha kopi pasar untuk populasi 1.600 pohon/ha dan daya adaptasi tinggi pada iklim A dan B (Puslitkoka, 2003). Sedangkan klon BP 308 adalah bahan tanam yang dianjurkan untuk mengatasi serangan nematoda pada tanaman kopi Robusta karena sifat ketahanannya (Departemen Pertanian, 2004).

Standar mutu biji kopi ditentukan berdasarkan standar nasional Indonesia komoditas biji kopi (SNI 01-2907-2008) mencantumkan syarat mutu umum biji kopi berupa tidak adanya serangga hidup, biji berbau busuk dan atau berbau kapang, kadar air maksimal 12,5% dan kadar kotoran selain biji kopi maksimal 0,5%. Adapun syarat mutu khusus untuk kopi Robusta digolongkan berdasarkan ukuran biji, jumlah keping biji dan sistem nilai cacat (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Nilai biji kopi tidak hanya ditentukan oleh penampilannya secara fisik, tetapi ditentukan pula dari karakter citarasanya. Kopi dikonsumsi karena citarasanya khas dan efek fisiologisnya sebagai minuman penyegar. Mengingat kopi merupakan produk pertanian yang mengandalkan aspek kualitas citarasa, maka sasaran akhir budidaya kopi adalah produk biji bercitarasa tinggi yang penentuannya dengan uji citarasa (Atmawinata, 2002).

Menurut Salla (2009), untuk memperoleh kualitas kopi terbaik membutuhkan varietas/bahan tanam, kondisi agroekologi, penanganan pasca panen dan teknik pengolahan yang cocok. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran karakteristik mutu dan citarasa kopi Robusta klon BP 42, BP 358 dan BP 308 yang ditanam pada ketinggian ± 650 m dpl., iklim B (basah) dan pada ketinggian ± 850 m dpl., iklim A (sangat basah).

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juni sampai Desember tahun 2012 dengan metode sampling dan analisa laboratorium. Sumber biji kopi hasil klon diambil dari kebun Pusat Penyuluhan dan Pengembangan Kopi Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (P3K AEKI), Kecamatan Sukau, Kabupaten Lampung Barat pada ketinggian ± 850 m dpl. dengan tipe iklim A (sangat basah) dan kebun induk kopi Pupuan Dinas Perkebunan Bali, Kecamatan Pupuan, Kabupaten Tabanan, Bali dengan ketinggian ± 650 m dpl. tipe iklim B (basah). Klon yang diambil untuk pengujian adalah BP 42, BP 358 dan BP 308. Analisa laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Ekofisiologi, Balittri untuk analisis karakter fisik dan Laboratorium Pascapanen, Puslitkoka, Jember untuk analisis mutu dan uji citarasa.

Pemanenan buah kopi dilakukan pada Juni 2012 saat buah masak merah secara manual. Jumlah sampel yang diambil untuk pengujian di laboratorium sebanyak 10 kg gelondong merah yang dipanen dari populasi masing-masing klon kopi Robusta. Buah yang telah dipanen selanjutnya diproses menggunakan metode olah kering gerbus kering (*dry process*) (Ridwansyah, 2003). Sortasi buah merah dilakukan dengan merendam buah kopi dalam air, dan diambil buah merah yang tenggelam. Pengeringan di bawah sinar matahari dilakukan sampai kadar air mencapai $\pm 12\%$. Buah kopi kering dipisahkan kulit buah dan kulit tanduknya sehingga diperoleh biji beras (*green beans*) dan dihitung rendemennya dengan menghitung perbandingan antara berat biji kopi

beras kering dan berat awal buah kopi segar (gelondong basah).

Analisis mutu biji kopi merujuk pada SNI 01-2907-2008. Sebanyak 300 gram biji kopi beras diambil untuk dianalisa karakter fisiknya berupa persentase biji normal, tunggal dan cacat serta persentase biji besar dan kecil. Ukuran biji kopi beras Robusta pada pengolahan kering dikelompokkan menjadi dua, yaitu biji besar yang tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 mm (*Sieve No. 16*) dan biji kecil yang lolos ayakan berdiameter 6,5 mm dan tidak lolos ayakan berdiameter 3,5 mm (*Sieve No. 9*). Berdasarkan jumlah keping biji dalam buah kopi dibedakan menjadi biji normal (jumlah keping biji dalam satu buah ada dua) dan biji tunggal (Badan Standardisasi Nasional, 2008).

Citarasa kopi dianalisis merujuk cara pengujian uji citarasa SCAA (*Specialty Coffee Assosiation of America*) (Lingle, 2010). Sampel biji kopi secara acak diambil 300 g kemudian disangrai pada suhu 175–200°C hingga diperoleh biji kopi sangrai medium kemudian digiling. Penilaian *fragrance* dilakukan dengan menghirup udara didekat bubuk kopi dalam mangkuk. Air mendidih ($\pm 100^{\circ}\text{C}$) dituang ke dalam mangkuk berisi bubuk kopi, ditutup dan dibiarkan terendam sekitar 3 menit hingga terbentuk lapisan bubuk pada permukaan mangkuk kemudian diaduk perlahan (*break*) sambil dicium baunya kuat-kuat untuk menilai aromanya. Setelah partikel kopi yang mengambang dibuang dan ditunggu hingga agak dingin ($\pm 50^{\circ}\text{C}$), dilakukan penilaian *flavour* dengan mencicipi seduhan menggunakan sendok khusus. Dengan hirupan yang kuat cairan akan memenuhi seluruh permukaan lidah, ditahan 3–5 detik hingga syaraf pengecap akan menangkap rasa manis,

asin, asam dan pahit. Diamati pula karakter *aftertaste*, *acidity*, dan *bitterness*. Sifat kekentalan kopi (*body*) dinilai dengan cara menggosokkan lidah dengan langit-langit mulut sehingga ada kesan kekentalan dari cairan. Proses pengujian dilakukan tiga sampai lima kali untuk mendapatkan kesan yang tepat. Penilaian profil citarasa menggunakan formulir yang merujuk pada SCAA *Cupping Form*. Penilaian yang dilakukan meliputi intensitas (ketajaman) dan kualitas citarasa dengan skala 0–10. Data hasil analisa disajikan secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mutu Biji Kopi

Hasil analisa mutu biji kopi berdasarkan syarat mutu biji kopi SNI 01-2907-2008 menunjukkan biji kopi dari Bali dan Lampung untuk semua klon memenuhi syarat mutu umum berupa tidak adanya serangga hidup, jumlah biji berbau busuk/kapang dan kadar kotoran serta kadar air dibawah 12,5% (Tabel 1.)

Cara pengolahan biji kopi kering yang baik akan menghasilkan biji kopi beras yang memenuhi syarat mutu umum biji kopi (Salla, 2009). Buah kopi hasil panen langsung dijemur di permukaan lantai semen dan dipisahkan dari kulit buah serta kulit tanduknya setelah kering. Pengeringan di atas lantai jemur semen tersebut lebih dapat menjaga kebersihan biji kopi dan mencegah timbulnya bau busuk akibat tumbuhnya jamur atau ikutnya tanah dalam biji kopi daripada pengeringan di atas tanah atau di jalan.

Tabel 1. Hasil analisis mutu biji kopi Robusta Bali dan Lampung

No	Karakteristik	Bali			Lampung		
		BP 42	BP 358	BP 308	BP 42	BP 358	BP 308
1	Serangga hidup (<i>Life insect</i>)	-	-	-	-	-	-
2	Biji berbau busuk dan kapang (<i>Rotted/Mouldy</i>)	-	-	-	-	-	-
3	Kadar air (<i>Moisture content</i>) (%)	10,4	10,8	10,4	7,7	8,6	10,3
4	Kadar kotoran (<i>Foreign matters</i>) (%)	0	0	0	0	0	0
5	Nilai cacat (<i>Defect number</i>)	9,5	6,5	5,7	215,8	133	131,1
6	Ukuran biji (<i>Bean size</i>)	Besar	Besar	Besar	Besar	Besar	Kecil
7	Kesimpulan mutu menurut SNI 01-2907-2008	Mutu1	Mutu1	Mutu1	Mutu6	Mutu5	Mutu5

Keterangan: - = Tidak ada

Kadar air merupakan parameter penting dan indikator mutu biji kopi. Walaupun telah memenuhi syarat mutu SNI, namun kadar air biji kopi Lampung lebih rendah 0,1-2,7% dari biji kopi Bali. Semakin tinggi kadar air (diatas 12,5%) akan memudahkan pertumbuhan jamur pada biji selama penyimpanan dan menyebabkan kerusakan fisik serta citarasa. Jika biji terlalu kering (kadar air dibawah 8%) menyebabkan biji kehilangan citarasa atau menjadi lebih rapuh sehingga biji banyak yang pecah saat pengupasan kulit dengan mesin *huller* (Lorey *et al.*, 2006). Berdasarkan sistem nilai cacat yang dihitung sesuai SNI 01-2907-2008 semua biji kopi Robusta dari Bali masuk kategori mutu 1 (jumlah nilai cacat maksimum 11), biji kopi Lampung klon BP 358 dan BP 308 digolongkan mutu 5 (jumlah nilai cacat 81 sampai dengan 150), sedangkan klon BP 42 mutu 6 (jumlah nilai cacat 151 sampai dengan 225) (Tabel 1). Hasil ini agak berbeda dengan pengujian Suharyanto *et al.* (2009) yang memasukkan kopi Pupuan (Bali) ke dalam mutu 4a sedangkan kopi Lampung mutu 6. Tingginya nilai cacat kopi Robusta dari Lampung sebagian besar diakibatkan karena serangan hama penggerek buah kopi (PBKo) yang menyebabkan jumlah biji hitam, biji kecil dan biji pecah yang dikategorikan sebagai cacat utama cukup tinggi. Agustian (2008) dan Swibawa (2011) melaporkan serangan PBKo di Lampung menyebabkan kerusakan buah mencapai 64%. Pada tingkat serangan tersebut,

produksi menurun hingga 30% dan mutu kopi yang dihasilkan rendah.

Karakter Fisik Biji Kopi

Penggolongan kelas mutu biji kopi dalam perdagangan kopi dunia berdasarkan kepada karakter fisik dari biji kopi. Ukuran dan keseragaman menjadi pertimbangan awal penggolongan mutu biji kopi sebelum nilai cacat dan citarasa. Bagi industri kopi bubuk (*roasters*), homogenitas ukuran biji sangat penting. Biji-biji yang ukurannya lebih homogen akan menghasilkan kopi sangrai (*roasted coffee*) lebih seragam. Oleh karena itu, ukuran biji perlu dipilah dalam beberapa klas ukuran, sehingga diperoleh ukuran biji yang lebih homogen.

Rendemen biji tiga klon kopi Robusta asal Lampung yang diamati 60% lebih rendah dari rendemen biji kopi Robusta asal Bali (Tabel 2.) Rendahnya rendemen biji kopi dari Lampung disebabkan karena serangan hama PBKo cukup besar di area kebun kopi yang diambil sampel. Tingginya serangan hama PBKo ini karena iklim basah dan rimbunnya pohon kopi di daerah tersebut yang merupakan lingkungan yang sangat cocok untuk hidup dan berkembangnya populasi kumbang *Hypothenemus hampei*. Menurut Vega *et al.* (2003), PBKo menyebabkan tingkat kehilangan hasil yang serius dan mempengaruhi kehidupan ekonomi lebih dari 20 juta petani kopi di seluruh penjuru dunia.

Tabel 2. Hasil analisis karakter fisik biji kopi robusta Bali dan Lampung

No	Karakteristik (%)	Bali			Lampung		
		BP 42	BP 358	BP 308	BP 42	BP 358	BP 308
1.	Rendemen Biji	24,59	24,60	27,64	15,68	15,14	16,20
2.	Biji Normal	65,88	56,09	39,97	44,79	46,44	56,63
3.	Biji Tunggal	24,64	37,73	56,63	4,79	10,68	21,32
4.	Biji Cacat	9,75	6,53	3,73	50,81	43,24	22,33
5.	Biji Besar	95,90	97,37	97,24	82,86	84,65	75,96
6.	Biji Kecil	4,27	2,99	2,98	16,66	14,37	21,70

Di Indonesia, hama PBKo merupakan salah satu penyebab utama penurunan produksi dan mutu kopi nasional. Serangan PBKo di Sulawesi Selatan telah menyebabkan kehilangan hasil antara 30% sampai 60% (Laila *et al.*, 2011). Selain itu wilayah pengambilan sampel di Lampung mempunyai tipe iklim A (basah) dimana hujan hampir merata sepanjang tahun. Hal itu mengakibatkan sebagian besar tanaman kopi tidak berbuah atau menghasilkan biji kopi yang berkualitas kurang baik. Cuaca buruk juga mempengaruhi rendemen kopi sehingga semakin sedikit biji kopi kering yang dihasilkan dari 1 kg biji kopi basah. Area kebun kopi Pupuan Bali sangat sedikit serangan hama PBKo dan hampir tidak ditemukan cacat akibat serangan PBKo pada biji kopi sampel.

Dari ketiga klon di kedua tempat, rendemen biji kopi dan persentase biji tunggal klon BP 308 adalah yang paling tinggi (Tabel 2). Sifat ini sesuai dengan deskripsi bahan tanam klon (Departemen Pertanian, 2004), produksinya cukup tinggi (50% lebih tinggi dibanding klon standar BP 42). Namun satu sifat khas klon BP 308 yang tidak dimiliki klon-klon anjuran kopi Robusta lain adalah persentase biji tunggal yang tinggi (62,5%) dan persentase biji normal yang rendah (37,5%) membuat klon BP 308 kurang diminatipetani apabila digunakan sebagai sumber produksi biji.

Persentase biji besar Robusta dari Bali semua klon lebih besar 15-28% daripada biji

kopi dari Lampung. Hal ini tidak berbeda dari hasil pengujian Suharyanto *et al.* (2009) dimana biji kopi Pupuan (Bali) termasuk klas mutu 1 dengan persentase ukuran biji besar sebesar 96%, sedangkan biji kopi Lampung sebanyak 83% tertahan ayakan 6,5 mm. Dari pengamatan lapangan diketahui bahwa petani Pupuan secara umum sudah melakukan petik merah (tepat masak). Buah merah mempunyai kecenderungan menghasilkan biji kopi kering dengan ukuran lebih besar daripada buah yang belum matang.

Pada persentase biji besar klon BP 42 lebih kecil dari klon BP 358 dengan perbedaan sekitar 1,5%. Hal ini berbeda dengan karakteristik bahan tanam dari kedua klon tersebut yang disampaikan oleh Hulupi (2005) dimana klon BP 42 mempunyai ciri biji berukuran lebih besar 8% dari klon BP 358 (densitas ± 25 cc/100 vs 23 cc/100 biji).

Citarasa Biji Kopi

Hasil penilaian citarasa menunjukkan bahwa kopi dari Bali lebih baik daripada citarasa kopi dari Lampung bahkan bisa masuk kategori kopi *specialty* atau disebut *fine Robusta* (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil uji citarasa biji kopi robusta Bali dan Lampung

No	Score Citarasa	Bali			Lampung		
		BP 42	BP 358	BP 308	BP 42	BP 358	BP 308
1	<i>Fragrance/Aroma</i>	7,63	7,38	7,38	7	6,88	6,38
2	<i>Flavor</i>	7,75	7,63	7,63	7,63	6,75	7,63
3	<i>Aftertaste</i>	7,75	7,38	7,5	7,38	6,25	7,38
4	<i>Salt/Acid</i>	7,75	7	7,25	7,25	6,88	7,5
5	<i>Bitter/Sweet</i>	7,88	7,38	7,63	7,25	6,75	7,38
6	<i>Mouthfeel/Body</i>	7,75	7,63	7,5	7,75	7	7
7	<i>Uniform Cups</i>	10	10	10	10	10	10
8	<i>Balance</i>	7,88	7,38	7,5	7,25	6,63	7
9	<i>Clean Cups</i>	10	10	10	10	0	10
10	<i>Overall</i>	8	7,5	7,63	7,38	6,5	7,25
11	<i>Taints-Faults</i>	None	None	None	None	None	None
12	<i>Final Score</i>	82,38	79,25	80	78,88	63,63	77,5
13	<i>Notes :</i>	<i>Chocolaty, caramelly, mild, clean</i>	<i>Chocolaty, caramelly, light sweet, salty</i>	<i>Caramel, mild</i>	<i>Rather green, good body, rather astringent</i>	<i>Stale, woody, astringent, harsh, chocolaty</i>	<i>Chocolaty, fruity, herbal, somewhat liberika</i>

Keterangan : Nilai kisaran penilaian citarasa 0-10,

Nilai minimum final score citarasa untuk specialty grade = 80

Rendahnya skor citarasa kopi dari Lampung karena banyaknya biji kopi yang rusak akibat serangan hama PBKo. Selain mengakibatkan rendahnya rendemen, serangan hama PBKo juga menyebabkan banyaknya biji kopi cacat (meningkatkan angka *defect*) yang pada akhirnya akan menurunkan kualitas citarasa kopi. Menurut Tobing *et al.* (2006), PBKo dapat menyerang buah yang belum mengeras. Buah kopi yang bijinya masih lunak umumnya digerek hanya untuk mendapatkan makanan dan selanjutnya akan ditinggalkan. Buahdemikan tidak berkembang, warnanya berubah menjadi kuning kemerahan, dan akhirnya gugur. Serangan pada buah yang bijinya telah mengeras akan berakibat penurunan mutu biji kopi karena biji berlubang. Biji kopi yang cacat berpengaruh negatif terhadap susunan senyawa kimianya, terutama kafein dan gula pereduksi. Biji berlubang merupakan salah satu penyebab utama kerusakan mutu kimia, sedangkan citarasa kopi dipengaruhi oleh kombinasi komponen-komponen senyawa kimia yang terkandung di dalam biji.

Skor *aroma*, *flavour*, *body* dan *final score* pada biji kopi klon BP 42 terlihat paling tinggi dengan intensitas kuat (7-8) dan kualitas baik (7-8), diantara ketiga klon yang diuji

citarasanya. Karakter *aroma* kopi secara umum dapat mencerminkan citarasa kopi tersebut. *Aroma* mencakup *fragrance* (bau dari kopi ketika masih kering/bubuk) dan *aroma* (bau ketika kopi diseduh dengan air panas). *Flavour* merupakan kombinasi yang dirasakan pada lidah dan *aroma* uap pada hidung yang mengalir dari mulut ke hidung (*aroma* dan *body*). Komponen penyusun *flavour* terdiri atas senyawa volatil seperti golongan aldehid, keton, dan ester serta senyawa non-volatil seperti kafein, protein dan gula. *Body* merupakan karakter internal dari kopi, rasa minyak (*oiliness*) dan kelicinan (*slipperiness*) merupakan gambaran dari kandungan minyak, sedangkan kekentalan menggambarkan kandungan serat atau protein. Kesemuanya menentukan *body* dari kopi. Hasil ini sejalan dengan penelitian Aishima (1991) dan Lorey *et al.* (1991) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan *cup quality* antar varietas/genotipe yang berbeda. Namun, berbeda dengan penelitian Abdoellah *et al.* (2000) yang menyatakan bahan tanam kopi Robusta yang meliputi klon-klon Bgn 300, Bgn 371, Bgn 372, BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, SA 237, dan TS 6 maupun *ilegitimnya* (benih palsu) tidak berpengaruh terhadap perbedaan citarasa kopi yang dihasilkannya.

Perbedaan *score* keseluruhan klon BP 42, BP 358 dan BP 308 tidak terlalu besar dan masing-masing mempunyai citarasa spesifik yang menyenangkan seperti *chocolaty, caramelly, fruity, sweet, good body, mild* dan *clean*. Namun, klon BP 358 asal Lampung mempunyai *score* terendah dan berbeda cukup besar dari yang lain. Hal ini karena terdapatnya cacat citarasa berupa *stale, harsh* dan *woody*. Cacat citarasa ini biasanya muncul karena kopi tidak langsung diolah tetapi disimpan terlebih dahulu dalam waktu yang lama atau karena cuaca yang tidak menentu sehingga pengeringan dilakukan dalam keadaan lembab dan waktu lama. Bahan hasil pertanian yang diolah hingga kadar airnya sangat rendah maka bahan tersebut tidak akan mempunyai rasa lagi. Hal seperti ini dapat dilihat pada rasa yang timbul akibat kadar air kopi terlalu rendah yaitu dibawah 10% (Dumadi, 2001)

KESIMPULAN

Secara umum biji ketiga klon kopi Robusta dari Bali mempunyai nilai mutu yang lebih baik daripada kopi Robusta dari Lampung. Kopi Robusta klon BP 308 dari Bali mempunyai karakteristik mutu paling tinggi dan klon BP 42 dari Bali mempunyai citarasa paling tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada P3K AEKI Lampung dan Dinas Perkebunan Provinsi Bali atas izin tempat penelitian, Asif Aunillah yang telah membantu penelitian dan Bapak Prof. Dr. Gono Semiadi yang telah membimbing dalam penulisan karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S., Hulupi, R., & Sulistyowati, E. 2000. Hubungan antara citarasa kopi Robusta dengan komposisi bahan tanam serta komponen lingkungan. *Pelita Perkebunan*, 16(2): 92-99.
- Agustian, A. 2008. Penerapan pengendalian hama terpadu pada kopi di Jawa Timur. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 30(6):10-12.
- Aishima, T. 1991. Discrimination of varieties and roasting levels in coffee beans by pattern recognition analysis of responses from semiconductor gas sensor array. *14th Int. Conf. on Coffee Sci.* San Francisco, 14-19 July 1991. ASIC, Paris: 137-145
- Atmawinata, O. 2002. Peranan uji citarasa dalam pengendalian mutu kopi. *Materi pelatihan uji citarasa kopi*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia: Biji Kopi*. Jakarta: BSN. SNI 01-2907-2008
- Buldani, D. 2011. *E-book_Mengungkap rahasia bisnis kopi luwak*. Cicalengka, Bandung.
- Departemen Pertanian. 2004. *Pelepasan Kopi Robusta Klon BP 308 Sebagai Varietas/Klon Unggul*. Surat Keputusan Menteri Pertanian No:65/Kpts/SR.120/1/2004.
- Ditjenbun. 2011. *Statistik perkebunan Indonesia 2010-2012 : kopi*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan.
- Dumadi, S. R. 2001. Hubungan kondisi pengeringan dengan uji citarasa kopi Robusta pada cara pengolahan kering. *Seminar Teknologi untuk Negeri*. Jakarta: BPPT.
- Puslitkoka. 2003. *Klon-klon unggul kopi Robusta dan beberapa pilihan komposisi klon berdasarkan kondisi lingkungan*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao.
- Hulupi, R. 2005. *Determinasi klon-klon kopi Robusta dan varietas kopi Arabika*. Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Laila, M. S. I., Agus, N., & Saranga, A. P. 2011. Identifikasi penyakit busuk buah pada tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* Linneaus). Dalam S. Saenong, *et. al* (Ed.), *Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI, PFI Komda Sulawesi Selatan dan*

- Dinas Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan (hal. 22–26). Makassar : PEIPFI Komdasulsel.
- Lingle, T. R. 2010. *The coffee cupper's handbook*. Long Beach. California: Specialty Coffee Association of America.
- Lorey, T., Perriot, J.J., Eskes, A.B., Guyot, B., & Montagnon, C. 1991. Qualities technologiques et organoleptiques de quelques clones de *coffea canephora* en cote d'ivoire. 14th Int. Conf. on Coffee Sci. San Francisco, 14-19 July 1991. ASIC, Paris, 438-443
- Lorey, T., Ribeyra, F., Bertrand, B., Charmetant, P., Dufour, M., Montagnon, C., Marraccini, P., & Pot, D. 2006. Genetics of coffee quality. Brasil. *J. Plant Physiology*, 18(1), 229-242
- Puslitkoka. 2003. Klon-klon unggul kopi robusta dan beberapa pilihan komposisi klon berdasarkan kondisi lingkungan. No seri 02.022.2-303
- Ridwansyah. 2003. *Pengolahan kopi*. Fakultas Pertanian. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Salla, M. H. 2009. *Influence of genotype, location and processing methods on the quality of coffee (Coffea arabica L.)*. Thesis. Hawassa University, Hawassa, Ethiopia).
- Suharyanto, E., Mulato, S., Ashari, H., & Wijaya, K. A. 2010. Formulasi kopi-ginseng (*Pfaffia paniculata*) cepat saji dengan bahan baku biji kopi Robusta Lampung, Pupuan dan Dampit. *Seminar Nasional Mekanisasi Pertanian* (hal. 349–360). Serpong : BBP Mekanisasi Pertanian.
- Swibawa, I. G & Sudarsono, H. 2011. Serangan hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*, Coleoptera : Scolytidae) pada sistem agroforestri sederhana vs. sistem agroforestri kompleks di Lampung. Dalam : *Peran strategis sains dan teknologi dalam membangun karakter bangsa. Seminar Nasional Sains dan Teknologi-IV* (hal. 329-337). Bandar Lampung.
- Tobing, M.C., Bakti, D., Marheni, & Harahap, M. 2006. Perbanyakan *Beauveria bassiana* pada beberapa media dan patogenesisnya terhadap imago *Hypothenemus hampei* Ferr (Coleoptera: Scolytidae). *J. Agrik*, 17(1): 15-22.
- Vega, F. E., Blackburn, M. B., Kurtzman, C. P., & Dowd, P. F., 2003. Identification of a coffee berry borer associated yeast: Does it break down caffeine? *Entomologia Experimentalis at Applicata*, 107(1):17-24.

REGENERASI TANAMAN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) MELALUI EMBRIOGENESIS SOMATIK

REGENERATION OF COCOA (*Theobroma cacao* L.) THROUGH SOMATIC EMBRYOGENESIS

Indah Sulistiyorini dan Cici Tresniawati

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
cici_tresniawati@yahoo.com

ABSTRAK

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi cukup baik dan peluang pasarnya masih cukup besar. Produktivitas kakao saat ini mengalami penurunan karena tanaman kakao yang ada saat ini umumnya sudah tua dan tidak produktif, serta serangan hama dan penyakit. Bahan tanam kakao dapat diperoleh melalui perbanyakan generatif (benih) dan vegetatif (okulasi, sambungan, *microcutting* dan embriogenesis somatik). Perbanyakan melalui embrio somatik lebih menguntungkan daripada pembentukan tunas adventif karena mempunyai struktur yang bipolar yaitu mempunyai calon meristem akar dan meristem tunas. Tanaman kakao yang dihasilkan melalui embriogenesis somatik mempunyai performa yang tidak berbeda jauh dari tanaman yang dihasilkan melalui perbanyakan secara konvensional. Dengan metode embriogenesis somatik mempunyai peluang yang cukup besar untuk memproduksi benih unggul kakao dalam skala besar yang tidak tergantung dengan musim dan tidak membutuhkan areal yang luas.

Kata kunci: kakao (*Theobroma cacao* L.), bipolar, embrio somatik, *in vitro*, staminodia.

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of estate crops which has high economic value in the market. Current cocoa productivity is declining due to old and unproductive plants, as well as pests and diseases attacks. Planting materials can be obtained through generative propagation (seeds) and vegetative propagation (budding, grafting, *microcutting* and somatic embryogenesis). Somatic embryogenesis is more favorable than adventitious buds multiplication because the plantlet has bipolar structure, consisting of root meristem and shoot meristem. Cocoa that produced through somatic embryogenesis-propagated plant has performance that is not significantly different from conventionally propagated plants. Somatic embryogenesis has a promising opportunities as an alternative method in producing cocoa seeds in large scale, independent of seasonal change, and requires less space.

Key words: cocoa (*Theobroma cacao* L.), bipolar, embryo somatic, staminode, and *in vitro*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan produsen kakao terbesar ke-3 di dunia dengan produksi 1,64 juta ton dibawah negara Pantai Gading dan Ghana (International Cocoa Organization (ICCO), 2015). Volume ekspor kakao Indonesia tahun 2013 sebesar 414.100 ton dengan nilai 1.053.5 juta US\$, volume tersebut mengalami penurunan dibandingkan dengan volume ekspor pada tahun 2009 yang berkisar 535.240 ton.

Luas areal perkebunan kakao sampai 2013 diperkirakan mencapai 1.736.403 ha (Direktorat Jendral Perkebunan (Ditjenbun), 2014). Produktivitas kakao saat ini mengalami penurunan karena tanaman kakao yang ada saat ini umumnya sudah tua dan tidak produktif (Rubiyono & Siswanto, 2012), oleh karena itu dibutuhkan suatu metode untuk memproduksi bahan tanam berupa klon unggul dalam jumlah yang besar dan waktu yang lebih singkat. Hal ini dapat dilakukan dengan metode somatik

embriogenesis, selain tanaman bersifat sama dengan induknya (*true to type*) metode ini dapat menghasilkan tanaman dengan struktur bipolar dan memiliki perakaran tunggal.

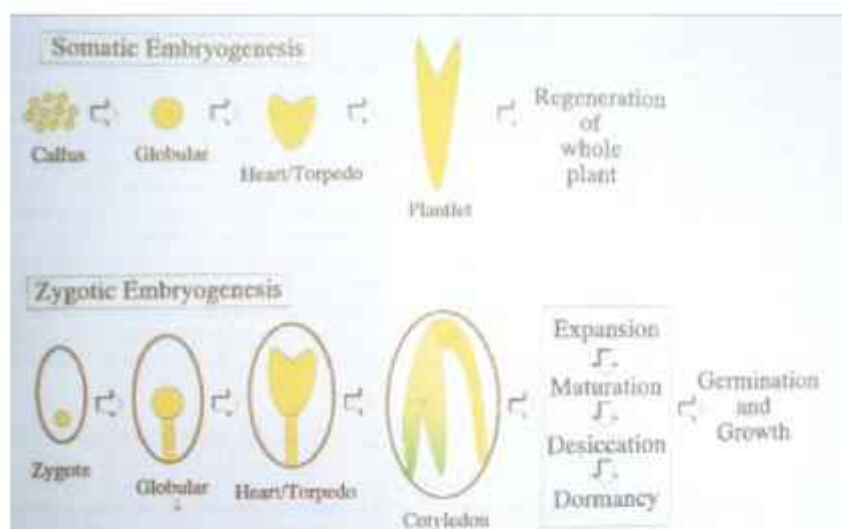
Perbanyakan benih unggul kakao dapat dilakukan secara generatif melalui benih F1 dan secara vegetatif melalui okulasi, sambungan dan setek. Perbanyakan kakao secara generatif relatif lebih mudah namun tanaman yang dihasilkan mempunyai heterogenitas yang tinggi disebabkan sistem serbuk silang yang dimilikinya. Selain itu, benih kakao mempunyai daya simpan pendek karena termasuk benih rekalsitran yang tidak dapat disimpan dengan kadar air rendah (Fang *et al.*, 2004 dalam Avivi, 2011; Maximova *et al.*, 2002). Perbanyakan klonal secara konvensional mempunyai kendala dalam ketersediaan jumlah tunas dan cabang yang siap disetek, disambung dan diokulasi. Perbanyakan secara vegetatif lebih sulit dibandingkan dengan perbanyakan secara generatif, namun tanaman yang dihasilkan lebih seragam.

Salah satu upaya yang dapat ditempuh untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui perbanyakan secara *in vitro* melalui kultur jaringan. Perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan dapat dilakukan melalui jalur organogenesis dan embrio somatik. Teknik embrio somatik banyak dikembangkan untuk

menghasilkan bibit dalam jumlah besar, tidak terbatas dan dapat diperoleh dalam waktu yang lebih singkat. Perbanyakan melalui embrio somatik lebih menguntungkan daripada pembentukan tunas adventif karena mempunyai struktur yang bipolar yaitu mempunyai calon meristem akar dan meristem tunas. Tulisan ini bertujuan untuk mengulas perbanyakan bahan tanaman kakao melalui teknologi somatik embriogenesis.

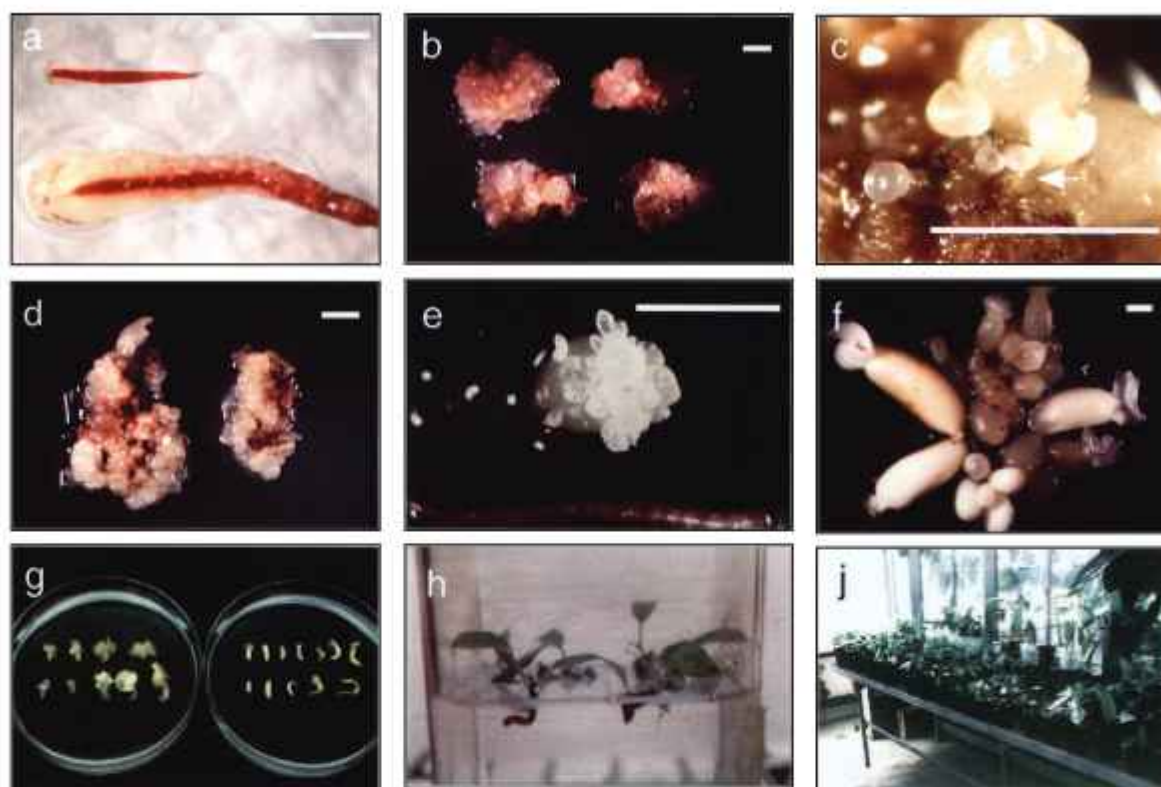
PERBANYAKAN DENGAN EMBRIO SOMATIK

Embrio somatik (ES) adalah suatu proses perkembangan sel somatik membentuk embrio tanpa melalui fusi gamet yang berkembang menjadi tanaman baru. Tahap perkembangan embrio somatik menyerupai embrio zigotik. Tahapan tersebut dimulai dari fase globular, fase hati, fase torpedo dan planlet (Gambar 1). Tahapan embriogenesis somatik dan regenerasi tanaman kakao dari kultur eksplan staminodia terdapat pada Gambar 2. Embriogenesis somatik dapat terbentuk melalui dua jalur yaitu secara langsung maupun tidak langsung (melalui fase kalus) (Purnamaningsih, 2002).



Gambar 1. Tahap perkembangan embrio somatik menyerupai embrio zigotik.

Sumber: Zimmerman, 1993



Gambar 2. Embriogenesis somatik dan regenerasi tanaman kakao dari kultur eksplan staminodia. a. staminodia umur 14 hari setelah dikulturkan, c, d. variasi tahapan perkembangan embrio somatik (bentuk glubolar dan hati), e. embrio somatik sekunder yang dihasilkan dari embrio primer, f. bentuk torpedo embrio somatik. g. embrio somatik yang sudah membentuk kotiledon dan terlambat membentuk kotiledon. h. planlet yang dihasilkan dari embriogenesis somatik. i. planlet yang sudah diaklimatisasi.

Sumber Li, *et al* (1998).

Penelitian mengenai regenerasi embrio somatik kakao yang berasal dari eksplan daun muda, nuselus, embrio zigotik muda dan seluruh bagian-bagian bunga termasuk antera sudah banyak dilakukan (Sondal et al., 1993 dan Alemanno et al., 1997 dalam Winarsih et al., 2003; Li et al., 1998; Da Silva et al., 2008; Avivi, 2011). Teknik embriogenesis somatik juga sudah dimanfaatkan dalam eliminasi virus pada tanaman kakao (Quainoo et al., 2008).

Sumber Eksplan

Eksplan yang sering digunakan untuk induksi embriogenesis somatik pada kakao adalah bagian bunga kakao (mahkota bunga, staminodia dan kepala putik) (Gambar 3) dan embrio zigotik. Jaringan tersebut banyak digunakan karena menghasilkan fenol dan lendir yang relatif sedikit dibandingkan dengan

bagian tanaman kakao yang lain. Embrio somatik yang berasal dari embrio zigotik kurang bernilai karena biji kakao yang digunakan umumnya berasal dari persilangan terbuka sehingga tidak diketahui identitas genetiknya. Beberapa penelitian banyak memilih menggunakan eksplan dari bagian organ bunga kakao.



Gambar 3. Eksplan yang digunakan dalam ES kakao: kuncup bunga kakao (a), staminodia (b), mahkota bunga (c). (Sumber: Tresniawati, 2014)

TAHAPAN EMBRIOGENESIS SOMATIK KAKAO

Sterilisasi eksplan

Sterilisasi eksplan merupakan tahapan paling awal untuk menentukan keberhasilan embriogenesis kakao. Kondisi tanaman kakao yang berlendir dan kandungan fenol yang tinggi membutuhkan metode sterilisasi yang tepat agar dapat mengatasi kendala tersebut. Penggunaan eksplan yang bersifat maristematik umumnya memiliki tingkat keberhasilannya lebih tinggi.

Eksplan petal, staminodia dan anther diambil dari bunga yang masih kuncup ukuran 3-6 mm. Kuncup bunga diambil pada pagi hari, selanjutnya dilakukan sterilisasi dengan menggunakan bahan sterilan antara lain alkohol 70%, larutan *sodium hipoklorit* konsentrasi 2,5% - 5%, dan tween-20. Tahapan berikutnya adalah memisahkan bagian-bagian bunga dengan cara membelah bagian bunga kemudian dipisahkan bagian staminodia, mahkota bunga (petal) dan kepala putik (antera) (Gambar 4).



Gambar 4. Pemisahan staminodia dan mahkota bunga dari kuncup bunga
(Sumber: Tresniawati, 2014)

Eksplan yang sudah disterilisasi kemudian diregenerasikan melalui beberapa tahapan yaitu: inisiasi, induksi, multiplikasi dan pendewasaan (Li *et al.*, 1998; Maximova, 2002; Winarsih *et al.*, 2003; Gultinan *et al.*, 2001; Da Silva *et al.*, 2008; Avivi *et al.*, (2010).

Inisiasi kalus

Hasil penelitian Li, *et al.*, (1998) melaporkan bahwa inisiasi staminodia dilakukan pada media PCG (*primary callus growth*). Media tersebut terdiri dari media dasar DKW (*Driver and Kuniyuki walnut*) yang ditambah dengan glutamin 250 mg/l, myo-inositol 2 mg/l, thiamin H-Cl 1 mg/l, *nicotinic acid* 2 mg/l, glukosa 20 g/l, 2,4-D 9 µM, Thidiazuron 22,7 µM. Persentase staminodia yang mampu membentuk kalus dari 19 genotipe berkisar antara 1-100%. Genotipe Scavina 6 dari grup forastero menghasilkan persentase kalus paling tinggi. Perbedaan *range* (rentang) yang cukup jauh ini diduga karena pengaruh dari genotipe yang digunakan.

Komposisi media PCG digunakan oleh beberapa peneliti sebagai rujukan untuk media inisiasi pada embriogenesis somatik kakao. Da Silva *et al.*, (2008) menggunakan media PCG untuk inisiasi kalus, dari hasil penelitian melaporkan genotipe TSH 565 menghasilkan persentase kalus embriogenik lebih tinggi dibandingkan genotipe TSH 1188. Traore & Gultinan (2006) melaporkan dengan komposisi media PCG yang dimodifikasi dari sumber karbon yang berbeda, menunjukkan bahwa penggunaan sumber karbon dari glukosa, fruktosa dan maltosa menghasilkan kalus embriogenik pada enam klon kakao, tetapi penggunaan maltosa dan sorbitol tidak menghasilkan kalus.

Winarsih *et al.*, (2003) dan Avivi *et al.*, (2010) merujuk pada hasil penelitian Lopez-Baez *et al.*, (1993) menggunakan media MS (*Murashige dan Skoog*) sebagai media dasar untuk inisiasi kalus dengan penambahan 2,4-D 2 mg/l, adenine 0,1 – 0,25 mg/l, sukrosa 30 g/l. Persentase kalus yang terbentuk berkisar antara 20-100%. Namun, dari kedua penelitian tersebut terdapat perbedaan respon dalam pembentukan kalus dari bagian organ bunga. Hasil penelitian Winarsih *et al.*, (2003) menunjukkan bagian staminodia mempunyai respons yang lebih baik daripada kepala putik dan mahkota bunga. Hal ini disebabkan karena jaringan tersebut memproduksi fenol dan lendir yang relatif sedikit. Traore & Gultinan (2006) juga melaporkan bahwa eksplan staminodia

lebih tinggi responnya dalam membentuk kalus daripada eksplan petal. Berbeda dengan hasil penelitian Avivi *et al.*, (2010) yang melaporkan persentase kalus lebih banyak terbentuk pada bagian mahkota bunga (petal) dibandingkan bagian staminodia dan kepala putik. Jenis eksplan yang digunakan diduga berpengaruh terhadap keberhasilan pembentukan embrio somatik kakao.

Induksi embrio somatik

Kalus yang sudah terbentuk selanjutnya disubkultur ke media induksi untuk memacu pembentukan embrioid. Induksi kalus embriogenik disebut juga induksi kalus sekunder (*Secondary Callus Growth*). Komposisi media untuk induksi kalus sekunder (SCG) terdiri dari media dasar WPM (*Woody Plant Medium*) ditambah dengan larutan vitamin Gamborg's, glukosa 20 g/l, 2,4-D 9 μ M, kinetin 1,4 μ M, air kelapa 50ml/l dan phytigel 2,2 g/l. Kalus embriogenik yang terbentuk pada lima genotipe kakao pada media SCG berkisar antara 0- 45% (Li *et al.*, 1998).

Maximova *et al.*, (2002) melakukan modifikasi media SCG dengan penambahan 2,4-D 2,4 μ M dan BA 1,4 μ M (SCG 2). Media tersebut menghasilkan persentase kalus embriogenik berkisar antara 17-71% pada 8 genotipe kakao (GF 23, GU 143, IFC 5, IFC 705, KER 1, NA 32, NA 79). Hasil penelitian Da Silva *et al.*, (2008) dengan menggunakan media SCG 2 melaporkan bahwa genotipe TSH 565 menghasilkan kalus embriogenik lebih banyak (42%) dibandingkan TSH 1188 (4,3%). Kalus embriogenik dapat juga diinduksi pada media MS tanpa zat pengatur tumbuh. Dari 7 klon yang diuji, klon Sca 6 menghasilkan kalus embriogenik paling tinggi (52,2%) sedangkan persentase pembentukan embrio somatik paling rendah terdapat pada klon ICCRI 02 (Avivi, *et al.*, (2010). Kalus embriogenik dicirikan dengan struktur kalus yang friabel, berwarna kuning krem hingga kecoklatan, halus, berbentuk nodul dan mengkilat (Winarsih *et al.*, 2003).

Perbedaan respon pembentukan embrio somatik dari beberapa penelitian tersebut diduga karena pengaruh zat pengatur yang digunakan (konsentrasi 2,4-D dan sitokinin

yang berbeda), faktor genotipe dan metode yang digunakan. Purnamaningsih (2002) menyebutkan sumber nitrogen dan zat pengatur tumbuh berperan dalam pembentukan embriogenesis somatik. Nitrogen merupakan komponen utama untuk memacu morfogenesis, inisiasi dan perkembangan embrio somatik. Inisiasi dan pendewasaan embrio somatik membutuhkan keseimbangan yang tepat antara NH_4^+ dan NO_3^- . Konsentrasi NO_3^- yang terlalu tinggi akan menyebabkan pH media meningkat sehingga menghambat pembentukan kalus.

Regenerasi embrio somatik

Media untuk regenerasi embrio somatik oleh Li *et al.*, (1998) disebut dengan media *Embryo Development* (ED). Komposisi dari media tersebut menggunakan media dasar DKW ditambah dengan myo-inositol 100 mg/l, 2 mg/l Thiamin-HCl, *Nicotinic Acid* 1 mg/l, Glycin 2 mg/l, sukrosa 30 g/l, glukosa 1 g/l dan phytigel 2 g/l. Persentase kalus embriogenik yang mampu membentuk embrio somatik berkisar antara 1-46%.

Traore & Guiltinan (2006) menggunakan media ED dikombinasikan dengan beberapa sumber karbon untuk regenerasi embrio somatik. Sumber karbon yang digunakan memberikan pengaruh yang berbeda. Sama halnya pada saat inisiasi kalus, penggunaan fruktosa, glukosa dan sukrosa mendukung pembentukan embrio somatik dibandingkan dengan penggunaan maltose dan sorbitol. Penggunaan sukrosa sebagai sumber karbon menghasilkan persentase embrio somatik paling tinggi yaitu 99% dan hanya sukrosa saja yang dapat mendukung pembentukan embrio somatik pada semua genotipe yang digunakan. Da Silva *et al.*, (2008) juga melaporkan sumber karbon yang digunakan berpengaruh terhadap pembentukan embrio somatik, penggunaan sukrosa sebagai sumber karbon menghasilkan jumlah embrio paling tinggi. Niemenak *et al.*, (2008) dengan metode TIS (*Temporary Immersion System*) (Gambar 5) pada tahap induksi embrio somatik mampu menghasilkan embrio somatik dalam jumlah banyak yaitu mencapai 74,7% dari kalus yang mempunyai bobot segar 34g. Embrio yang dihasilkan juga

lebih seragam dan 70% dari embrio yang dihasilkan mampu membentuk planlet (tanaman lengkap).



Gambar 5. Induksi embriogenesis somatik kakao dengan menggunakan metode TIS. (keterangan gambar?)

Sumber : Niemenak *et al.*, (2008)

Hasil penelitian Winarsih *et al.*, (2003) dan Avivi *et al.*, (2010) menyebutkan regenerasi embrio somatik dilakukan pada media MS tanpa zat pengatur. Selanjutnya embrio yang terbentuk diperbanyak dengan melakukan subkultur ke media multiplikasi. Media multiplikasi menggunakan media dasar MS ditambah dengan NAA 0,01 mg/l, 2iP 0,3 mg/l, arang aktif 1g/l, glukosa 40g/l dan phytagel 3 g/l. Persentase eksplan yang membentuk embrio somatik berkisar 24 - 86% dengan jumlah embrio per eksplan antara 1-15. Klon Sca 6 menghasilkan respon paling tinggi dalam membentuk embrio somatik (Winarsih *et al.*, 2003), sedangkan Avivi *et al.*, (2010) melaporkan rata-rata jumlah embrio per eksplan pada 7 klon yang digunakan berkisar antara 1-3, dengan klon ICCRI 04 menghasilkan jumlah embrio per eksplan paling tinggi.

Pendewasaan dan Aklimatisasi

Embrio somatik yang dihasilkan selanjutnya ditumbuhkan pada media perkecambahan dan perakaran agar dapat berkembang menjadi planlet. Embrio somatik yang dikecambahkan adalah embrio yang sudah mencapai fase kotiledon. Tidak semua embrio yang dihasilkan mampu berkembang menjadi kecambah normal, karena sebagian embrio menunjukkan perkembangan yang abnormal. Perkembangan abnormal dicirikan dengan tidak terbentuknya tunas, atau tunas yang terbentuk tidak mampu membentuk tunas baru dan tidak terbentuk akar (Avivi *et al.*, 2010). Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh Li *et al.*, (1998) yang melaporkan bahwa embrio somatik yang dihasilkan tidak semuanya berkembang menjadi tanaman normal. Dari hasil penelitian dilaporkan terdapat 2 tipe embrio somatik yang berbeda. Tipe embrio somatik yang pertama penampilan embrio terlihat transparan dan berwarna kekuningan, embrio menghasilkan kotiledon yang berwarna kuning hingga pink. Tipe tersebut tidak dapat membentuk akar dan perkembangan embrio terlihat dorman. Tipe embrio somatik yang kedua adalah embrio tampak berwarna keputih-putihan dengan embrio axis mempunyai kotiledon kecil berwarna putih. Tipe embrio tersebut mampu berkecambah, membentuk akar dan pemanjangan hipokotil.

Winarsih *et al.*, (2003) dan Avivi *et al.*, (2010) menggunakan media dasar MS ditambah dengan glukosa 10 g/l, charcoal 1 g/l dan phytagel 3 g/l untuk pendewasaan embrio somatik. Jumlah embrio somatik yang bertunas berkisar antara 15-46% dan jumlah kecambah abnormal berkisar antara 8-21%, tergantung dari klon yang digunakan. Avivi *et al.*, (2010) melaporkan 71,4% dari total embrio yang dihasilkan (220) mampu berkecambah dan menghasilkan tunas dan yang mampu berakar rata-rata berkisar 0-66%. Kelompok kakao lindak menghasilkan persentase kecambah normal terendah yaitu 33,8%, sedangkan kelompok kakao mulia belum dapat menghasilkan kecambah.

Li *et al.*, (1998) menggunakan media dasar DKW untuk media pendewasaan. Media

tersebut ditambahkan myo-inositol 100mg/l, thiamin-HCl 2 mg/l, glycine 2 mg/l, glukosa 10 g/l, sukrosa 5 g/l, KNO₃ 0,2 g/l dan phytigel 1,7g/l. Persentase embrio yang dapat membentuk tunas adalah 73% dan persentase membentuk akar sebesar 95%. Hasil penelitian Traore dan Guiltinan (2006) menyebutkan embrio somatik yang dihasilkan rata-rata membentuk tunas berkisar antara 20-66% pada media pendewasaan yang mengandung glukosa. Sedangkan pada media fruktosa, sukrosa dan maltose menghasilkan kotiledon yang abnormal. Sedangkan pembentukan akar dilaporkan tidak dipengaruhi oleh sumber karbon yang digunakan. Persentase akar yang terbentuk berkisar antara 17-77%. Penelitian Masseret (2008) dalam Avivi *et al.*, (2010) mengindikasikan bahwa faktor genotipe menentukan jumlah embrio yang dapat tumbuh normal membentuk planlet.

Tahap terakhir dari embriogenesis somatik adalah tahap aklimatisasi. Planlet dari embrio somatik yang sudah memiliki bagian lengkap (daun dan akar) siap untuk diaklimatisasi. Tahap tersebut juga berpengaruh terhadap keberhasilan dari teknik embriogenesis somatik, karena tahapan tersebut merupakan tahapan transisi dari tanaman kakao yang berasal dari kultur untuk dipindahkan ke lapang. Kelembaban udara harus tetap dijaga. Planlet yang siap dikalimatisasi adalah planlet yang mempunyai panjang akar kurang lebih 3 cm dan membentuk minimal 3 ruas. aklimatisasi menggunakan tanah yang sudah disterilkan. Tanaman baru dapat dipindahkan ke lapang sekitar umur 2 bulan setelah aklimatisasi.

Maximova *et al.*, (2008) melaporkan tanaman kakao yang dihasilkan melalui embriogenesis somatik mempunyai performa yang tidak berbeda jauh dari tanaman yang dihasilkan melalui perbanyakan secara konvensional. Dengan metode embriogenesis somatik mempunyai peluang yang cukup besar untuk memproduksi benih unggul kakao dalam skala besar yang tidak tergantung dengan musim dan tidak membutuhkan areal yang luas.

PENUTUP

Keberhasilan regenerasi tanaman kakao melalui embriogenesis somatik dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain genotipe, bagian tanaman yang digunakan sebagai eksplan, komposisi media mulai media dasar, konsentrasi zat pengatur tumbuh, konsentrasi vitamin dan sumber karbon. Genotipe yang berbeda memberikan respons yang berbeda pula dalam pembentukan embrio somatik. Media dasar yang digunakan pada tahapan embriogenesis terdiri dari media MS, DKW dan WPM. Bagian bunga sebagai eksplan dan responsif membentuk embrio somatik adalah bagian petal dan staminodia. Zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah 2,4-D, 2iP, Thidiazuron, kinetin dan BA. Sumber karbon yang mampu mendukung perkembangan embrio somatik secara umum adalah glukosa dan fruktosa.

DAFTAR PUSTAKA

- Avivi, S. 2011. Regenerasi embrio zigot kakao (*Theobroma cacao* L.) dengan penambahan kinetin pada media B5. *Jurnal Ilmu Dasar* 12(2), 132-139.
- Avivi, S., Prawoto, A., & Oetami, F. 2010. Regenerasi embryogenesis somatic pada beberapa klon kakao Indonesia dari eksplan bunga. *J. Agron. Indonesia* 38(2), 138-143.
- Da Silva, T. R., Cardoso, L. C., Cerquerira, F.A., De Mattos, J. C. C., Gilberto, M. C.C. 2008. Somatic embryogenesis and plant regeneration in elite clones of theobroma cacao. *Pesq. Agropec. Bras. brasilia*, 43(10), 1433-1436.
- Direktorat Jenderal Perkebunan [Ditjenbun]. 2014. *Statistik Perkebunan: Kakao*. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Guiltinan, M. J., Li, Z., Traore, A & Maximova, S. N. 2001. Methods and tissue culture media for inducing somatic embryogenesis, agrobacterium-mediated transformatiaon and efficient regeneration of cacao plants. Patent No: US

- 6.197.587 BI. Date of patent Mar. 6, 2001.
- International Cocoa Organization [ICCO]. 2015. ICCO quarterly buletin of cocoa statistics, Vol XLI no 3, Cocoa year 2014/2015. Retrived from <http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat view/30-related-documents/46-statistics-production.html> (tanggal akses)
- Li, Z., Traore, A., Maximova, S. N., & Gultinan, M. J. 1998. Somatic embryogenesis and plant regeneration frm floral explants of Cacao (*Theobroma cacao* L.) using thidiazuron. *In vitro cell. Dev. Biol. Plant.*, 34,293-299.
- Lopez-Baez O., H. Bollon, A. B. Eskes, & V. Petiard. 1993. Embryogenese somatique de cacaoyer *Theobroma cacao* L., a partir de pieces florales. *CR Acad. Sci.* 316, 579-584.
- Maximova, S. N., Young, A., Pishak, S., & Gultinan, M. J. 2008. Field performance of theobroma cacao L. plants propagated via somatic embryogenesis. *In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant.*, 44,487-493.
- Maximova, S. N., Alemanno, L., Young, A., Ferriera, N., Traore, A., & Gultinan, M. J. 2002. Effeciency, genotypic variability and cellular origin of primary and secondary somatic embryogenesis of *Theobroma cacao* L. *In Vitro Cell.Dev.Biol.-Plant*1:252-259.
- Niemenak, N., Saare-Surminski, K., Rohsius, C., Ndoumou, D. O., & Lieberei, R. 2008. Regeneration of somatic embryos in *Theobroma cacao* L. intemporary immersion bioreactor and anlyses of free amino acids in defferent tissues. *Plant cell reports*, 27,667-676
- Purnamaningsih, R. 2002. Regenerasi tanaman melalui embriogenesis somatik dan beberapa gen yang mengendalikannya. *Buletin Agrobio.* 5(2), 51-58.
- Quainoo, A. K., Wetten, A. C., & Allainguillaume. 2008. The effectiveness of somatic embryogenesis in eliminating the cocoa swollen shoot virus from infected cocoa trees. *Journal of Virological Methods*, 149, 91-96.
- Rubiyo & Siswanto. 2012. Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri* 3(1),33-48.
- Traore, A. & Gultinan, M. J. 2006. Effect of carbon source and explants type on somatic embryogenesis of four cacao genotype. *Hort science.* 41(3), 756-758.
- Winarsih, S., Santoso, D., & Wardiyati, T. 2003. Embriogenesis Somatik dan Regenerasi Tanaman Pada Kultur *In Vitro* Organ Bunga Kakao. *Pelita Perkebunan*, 19(1),1-16.
- Zimmerman, J. L., 1993. Somatic embryogenesis: a model for hearly development in higher plants. *The Plant Cell* 5, 1411-1423.

DAMPAK DAN ANTISIPASI KEKERINGAN PADA TANAMAN KARET

IMPACT AND ANTICIPATION OF DROUGHT ON RUBBER PLANT

Rusli dan Nana Heryana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
rusli_batahan@yahoo.com

ABSTRAK

Kekeringan berkepanjangan akan berdampak terhadap pertumbuhan tanaman dan menyebabkan beberapa masalah pada tanaman diantaranya penurunan aliran air, penutupan stomata, dan penurunan fiksasi CO₂ oleh daun, sehingga menghambat proses fotosintesis. Iklim ekstrim ini berdampak pada tanaman karet, seperti daunnya berguguran dan produksi mata tunas untuk okulasi akan menurun; pertumbuhan tanaman terhambat dan rentan terhadap kebakaran; periode penyadapan menjadi mundur; dan menurunnya produksi lateks. Upaya untuk mengantisipasi kekeringan pada tanaman karet akibat kemarau panjang adalah dengan menggunakan teknologi rekayasa, pembuatan rorak diantara tanaman karet, suplai pupuk hijau dan mulsa, pemupukan, menggunakan bibit tahan kekeringan, pengaturan waktu tanam, penanaman *legume cover crop* (LCC), pemberantasan gulma, mengurangi bahaya kebakaran, pembuatan kolam, pembuatan irigasi, dan konservasi air.

Kata kunci : tanaman karet, dampak, antisipasi, kekeringan

ABSTRACT

Prolonged drought would affect plant and generate a number of adversities such as decreasing water flow, stomatal closure and reduction in CO₂ fixation by the leaves, thus inhibiting photosynthesis. This extreme climate affect plant growth both food crops and plantation crops including rubber plants. Among them: the leaves are falling and production of buds for grafting will be decreased; stunted plant growth and fire susceptible; delayed tapping period; and decrease in latex production, 10% lower than average normal production. A number of methods to anticipate drought can be taken, such as using ditch between the rubber plant, green manure and mulch, fertilization, drought resistant seeds, suitable planting schedule, planting legume cover crop (LCC), weeds eradication, reducing fire hazard, making pond, build irrigation and water conservation.

Keywords: rubber plant, impact, anticipation, drought

PENDAHULUAN

Pemanasan bumi (*global warming*) menyebabkan perubahan iklim yang cenderung ekstrim dan berakibat terjadinya perubahan musim, yaitu banjir pada musim hujan dan kekeringan ekstrim pada musim kemarau. Iklim ekstrim ini berdampak terhadap pertumbuhan tanaman baik tanaman pangan maupun tanaman perkebunan termasuk karet. Salah satu iklim ekstrim yang harus mendapat perhatian adalah kekeringan.

Kekeringan adalah keadaan kekurangan pasokan air pada suatu daerah dalam masa yang berkepanjangan (beberapa bulan hingga

bertahun-tahun). Biasanya kejadian ini muncul bila suatu wilayah secara terus-menerus mengalami curah hujan di bawah rata-rata. Menurut Thornthwaite (1974) dalam Tjasyono, (2004), kekeringan didefinisikan sebagai sebuah keadaan yang membutuhkan air untuk transpirasi dan penguapan langsung melalui jumlah air yang tersedia di tanah. Musim kemarau yang panjang akan menyebabkan kekeringan karena cadangan air tanah akan habis akibat penguapan (evaporasi).

Kekeringan tidak hanya dapat dilihat sebagai fenomena fisik cuaca saja, tetapi juga fenomena alam yang terkait dengan tingkat kebutuhan masyarakat terhadap air, karena air

merupakan kebutuhan pokok dan vital bagi seluruh makhluk hidup, yang tidak tergantikan oleh sumber daya lainnya. Bertambahnya jumlah penduduk mengakibatkan terjadinya tekanan penggunaan lahan dan air serta menurunnya daya dukung lingkungan. Hal ini berakibat pada kekeringan yang semakin sering terjadi dan meluas. Kekeringan dapat menjadi bencana alam, menyebabkan suatu wilayah kehilangan sumber pendapatan serta gangguan pada pertanian dan ekosistem. Kekeringan mengakibatkan menurunnya produksi berbagai komoditi pertanian termasuk tanaman karet.

Kekurangan air pada tanaman disebabkan karena kurangnya pasokan air di daerah perakaran, sedangkan kebutuhan air untuk evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman (Bray, 1997). Meskipun air di dalam tanah cukup tersedia, tetapi tanaman dapat mengalami kekurangan air apabila kecepatan absorpsi air oleh akar tanaman lebih rendah dibandingkan dengan kehilangan air melalui transpirasi (Islami & Utomo, 1995).

Secara umum kondisi kekurangan air merupakan faktor pembatas utama untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Kondisi kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan beberapa masalah pada tanaman diantaranya penurunan aliran air, penutupan stomata, dan penurunan fiksasi CO₂ oleh daun. Jika hal tersebut terjadi maka yang paling terganggu adalah proses fotosintesis yang merupakan kegiatan penting dan utama pada semua tumbuhan.

Kekeringan akan menghambat proses fotosintesis dan terjadi pemborosan energi akibat dari perubahan stabilitas suhu pada fotosistem dan aliran transport elektron. Pada tanaman tahan kekeringan memiliki keunikan karakter tersendiri seperti koefisiensi transpirasi yang rendah dan pengaturan tekanan osmotik di dalam sel. Tekanan osmotik diatur dengan cara mengakumulasi zat organik seperti prolin, manitol, sorbitol, dan sukrosa. Semua hal tersebut diregulasikan pada tingkat DNA (*deoxyribose nucleic acid*) dan terjadi pada semua tumbuhan namun dengan tingkat ekspresi yang berbeda-beda.

Kondisi iklim yang ekstrim sangat berpengaruh terhadap tanaman karet, terutama produktivitas. Beberapa hasil studi pada tanaman karet menunjukkan perlakuan cekaman kekeringan menyebabkan peningkatan kandungan prolin dan malondialdehyde pada tanaman karet. Selain itu aktivitas enzim peroksidase dan superoxide dismutase (SOD) juga mengalami peningkatan (Li-Feng, 2014). Tulisan ini bertujuan untuk mengetahui dampak kekeringan pada tanaman karet serta upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mengantisifasinya.

DAMPAK KEKERINGAN PADA KARET

Dampak, kekeringan pada tanaman karet sangat bervariasi tergantung pada kondisi lingkungan (tanah, ketinggian tempat dan iklim). Kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan gangguan terhadap pertumbuhan tanaman karet antara lain sebagai berikut:

1) Dampak pada tanaman di pembibitan. Pohon di bedeng pembibitan akan berguguran daunnya dan selanjutnya produksi mata tunas untuk okulasi akan menurun. Kekeringan akan menghambat pertumbuhan bibit karet bebedengan pembibitan akibat daun yang berguguran karena kekurangan air. Selain itu proses pembentukan mata yang dapat dijadikan entres di kebun entres juga akan terhambat. 2) Dampak pada tanaman belum menghasilkan (TBM). Pertumbuhan tanaman belum menghasilkan menjadi terhambat dan kritis terhadap kebakaran. Kekeringan juga berdampak pada terganggunya proses fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman belum menghasilkan menjadi terhambat. Kondisi tersebut juga dapat berakibat pada periode penyadapan menjadi mundur. 3) Dampak pada tanaman menghasilkan (TM). Pada TM produksi lateks akan mengalami penurunan dari produksi normal. Bahkan jika kemarau semakin panjang, pohon karet tidak dapat disadap sebagai akibat terhambatnya aliran lateks karena kurangnya kadar air (Gambar 1).



Gambar 1. Penyadapan tanaman karet di tunda akibat kemarau panjang

Sumber : Rusli (2013)

UPAYA MENGANTISIPASI KEKERINGAN PADA TANAMAN KARET

Beberapa cara yang dapat digunakan agar tanaman karet dapat lebih toleran terhadap cekaman kekeringan adalah :

1. Rekayasa genetika.

Gen-gen yang berkaitan dengan cekaman kekeringan dapat ditingkatkan ekspresinya sehingga tanaman karet dapat lebih toleran. India telah mengembangkan tanaman karet transgenik yang toleran terhadap cekaman abiotik termasuk cekaman kekeringan. Tanaman karet transgenik dengan kandungan gen MnSOD yang over ekspresi telah menjadikan tanaman karet lebih toleran terhadap cekaman kekeringan. Perancis (CIRAD - Agricultural Research for Development) juga telah mengembangkan tanaman karet transgenik yang mengandung gen yang berkaitan dengan penghasil zat antioksidan dalam meningkatkan toleransi terhadap kekeringan. Dengan hasil capaian ini bukan tidak mungkin suatu saat tanaman karet dapat dikembangkan pada daerah marginal (kering) dengan menggunakan klon tahan kering hasil teknologi rekayasa genetika (Darojat, 2014).

2. Pembuatan rorak

Rorak merupakan lubang dengan ukuran dan jarak tertentu di sekitar tanaman. Jarak rorak yang direkomendasikan cukup beragam. Arsyad (2006) merekomendasikan dimensi rorak: dalam 60 cm, lebar 50 cm dengan panjang berkisar antara 1-5 m. Jarak ke samping disarankan agar sama dengan

panjang rorak dan diatur penempatannya di lapangan dilakukan secara berselang-seling seperti pada (Gambar 2), agar terdapat penutupan areal yang merata. Jarak dibuat searah lereng berkisar dari 10-15 m pada lahan yang landai (3-8%) dan agak miring (8-15%), 5-3 meter untuk lereng yang miring (15-30%).

Rorak dapat diisi dengan serasah daun kering yang terdapat di kebun, sehingga rorak ini selain dapat menampung air juga dapat menjadi tempat penumpukan bahan organik untuk menjaga kelembaban tanah pada perkebunan karet yang mengalami kekeringan yang ekstrim. Secara visual, rorak berpengaruh positif terhadap pertumbuhan karet. Rorak disusun diantara tanaman belum menghasilkan untuk menahan *run off* selama musim penghujan. Air yang tertahan dalam rorak akan mempercepat pembusukan mulsa, sehingga meningkatkan perkembangan cacing tanah dan mikroorganisme pembusuk, dan tahapan selanjutnya adalah cukup tersedianya bahan organik yang siap digunakan untuk pupuk tanaman.

Kadar air tanah dengan adanya rorak meningkat sekitar 5% pada kedalaman 0-30 cm. Pengaruh rorak tidak hanya dalam hal konservasi air, tetapi juga mengurangi erosi tanah. Rorak mampu menahan kehilangan nutrisi sebesar 12-29 kg/ha N, 5-12 kg/ha P dan 27-62 kg/ha K. Rorak juga bermanfaat untuk meningkatkan poros kapiler tanah sehingga meningkatkan kapasitas menahan air tanah. Selanjutnya air yang tertahan akan dapat digunakan untuk suplai tanaman selama musim kering.



Gambar 2. Pembuat roak pada karet
Sumber : Nana Heryana (2013)

3. Penggunaan pupuk hijau dan mulsa

Pupuk hijau terbuat dari tanaman atau komponen tanaman yang ditanam ke dalam tanah. Jenis tanaman yang banyak digunakan adalah dari familia *Leguminosae* atau kacang-kacangan dan jenis rumput-rumputan atau rumput gajah (Gambar 3 dan 4). Jenis tersebut dapat menghasilkan bahan organik lebih banyak, daya serap haranya lebih besar dan mempunyai bintil akar yang membantu mengikat nitrogen dari udara. Hal ini bertujuan untuk mengawetkan air tanah dan kelembaban tanah agar tetap dalam kondisi yang cocok untuk perkembangan tanaman. Selain itu pemakaian mulsa dapat menekan kehilangan air lewat proses evaporasi sehingga air tanah dapat lebih dimanfaatkan oleh tanaman. Tanah yang bermulsa dapat menjaga suhu permukaan tanah pada kisaran 25 °C.

Hasil penelitian di rumah kaca, penggunaan mulsa setara dengan 6 ton/ha dapat menekan evapotranspirasi sebesar 30% (Thomas & Tambunan, 1986). Mulsa atau penutup tanah sangat penting dan berpengaruh positif terhadap tanah maupun tanaman. Dalam peranannya untuk peningkatan kesuburan tanah, mulsa yang paling baik adalah mulsa yang berasal dari limbah pertanian seperti jerami padi, seresah dan ilalang,



Gambar 3. Rumput gajah
Sumber : Sunjaya Putra (2015)

tidak dari plastik. Selain fungsinya untuk menjaga kelembaban tanah, setelah mulsa membusuk akan berguna sebagai pupuk organik yang memperbaiki struktur dan tekstur tanah.

Tanah yang tidak menggunakan mulsa akan mudah terkena erosi bila terkena air hujan maupun pecah-pecah apabila terlalu banyak penguapan. Seperti diketahui bahwa erosi akan memperburuk kesuburan tanah dan menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta tanaman menjadi mudah roboh. Sedangkan kondisi tanah yang pecah-pecah akan berpengaruh buruk pada perakaran tanaman berupa putus akar. Dengan adanya mulsa, air hujan yang jatuh akan meresap ke bawah sehingga tidak terjadi aliran permukaan. Selanjutnya dengan penguapan yang sedikit, air tanah tetap tersedia bagi tanaman. Karena mulsa berguna untuk mengurangi penguapan, mencegah erosi, menjaga kelembaban tanah, dan sebagai sumber penambah hara setelah menjadi pupuk hijau, lahan pertanian yang menggunakan mulsa akan menjadi lebih baik dibanding sebelumnya.

Penggunaan mulsa pada tanaman karet belum menghasilkan dilaporkan dapat mengurangi dampak kekeringan (Samarappuli, 1992). Mulsa yang berasal dari sisa tanaman dapat memperbaiki status air tanaman serta meningkatkan pertumbuhan Tanaman Belum Menghasilkan (TBM) sehingga lebih cepat mencapai matang sadap.



Gambar 4. *Leguminosae*
Sumber : Rusli (2015)

4. Pemupukan

Tanaman karet yang dipupuk dengan baik akan mempunyai struktur akar yang lebih lebar akan membuat tanaman mampu menggunakan air tanah lebih efektif. Pemberian pupuk K sebanyak dua kali lebih tinggi dari dosis yang dianjurkan, secara signifikan akan berpengaruh pada ketahanan tanaman terhadap kekeringan, yang ditunjukkan dengan perkembangan ukuran lingkaran batang yang lebih baik. Teknik ini hanya dianjurkan bila suplai air tanah kurang dari 30%.

Pemupukan pada tanaman TBM sangat penting untuk mempercepat pertumbuhan tanaman. Pemupukan yang tepat dapat mempersingkat masa TBM (Munthe & Istianto, 2006). Pemupukan perlu dilakukan karena ketersediaan hara dalam tanah terbatas. Angkpradipta (1977) menyatakan hanya mampu menyediakan 3/7 dari kebutuhan hara tanaman karet selama masa TBM, sedangkan pemupukan menentukan kira-kira 1/3 pertumbuhan dan 2/3-1/2 terhadap produksi.

Pada dasarnya pemupukan bertujuan untuk : (1) mempertahankan kesuburan tanah serta menjaga kelestariannya, (2) menjaga

keseimbangan hara tanah dan tanaman, (3) meningkatkan pertumbuhan tanaman, (4) meningkatkan dan mempertahankan produksi, (5) meningkatkan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit.

Pemupukan tanaman karet sebaiknya tidak dilakukan pada pertengahan musim penghujan karena pupuk mudah tercuci air hujan. Idealnya, pemupukan dilakukan pada pergantian musim hujan ke musim kemarau. Sementara itu, jenis pupuk yang diberikan di antaranya Urea, SP-36 dan KCL yang mudah diperoleh di pasaran. Dosis pemupukan tergantung pada jenis tanah tempat karet dibudidayakan.

Selain pupuk yang telah diberikan pada saat penanaman, program pemupukan secara berkelanjutan pada tanaman karet harus dilakukan dengan dosis yang seimbang dua kali pemberian dalam setahun. Seminggu sebelum pemupukan, gawangan lebih dahulu digaru dan piringan tanaman dibersihkan. Pemberian SP-36 biasanya dilakukan dua minggu lebih dahulu dari Urea dan KCl. Program dan dosis pemupukan tanaman karet secara umum (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Rekomendasi umum pemupukan tanaman belum menghasilkan (TBM).

Umur tanaman (Tahun)	Pupuk dasar			Frekuensi pemupukan
	Urea (g/ph/th)	SP 36 (g/ph/th)	KCl (g/ph/th)	
1	250	150	100	2 kali/th
2	250	250	200	2 kali/th
3	250	250	200	2 kali/th
4	300	250	250	2 kali/th
5	300	250	250	2 kali/th

Sumber : Anwar (2007).

Tabel 2. Rekomendasi umum pemupukan tanaman menghasilkan.

Umur Tanaman (Tahun)	Urea (g/ph/th)	SP 36 (g/ph/th)	KCl (g/ph/th)	Frekuensi Pemupukan
6-15	350	260	300	2 kali/th
16-25	300	190	250	2 kali/th
>25 - 2 tahun sebelum peremajaan	200	-	150	2 kali/th

Sumber : Anwar (2007).

4. Penggunaan bahan tanaman unggul

Jenis bibit juga menentukan ketahanan tanaman karet terhadap kekeringan. Bibit karet dalam polibeg dengan dua payung lebih tahan terhadap kekeringan dibandingkan dengan stump mata tidur (Krisanap & Dolkit, 1989).

Klon Anjuran 2006-2010

Klon Anjuran Komersial

- Klon penghasil lateks ;
BPM 24, BPM 107, 109, IRR 104, PB 217 dan PB 260.
- Klon penghasil lateks dan kayu ;
BPM 1, PB 330, PB 340, RRIC 100, AVROS 2037, IRR 5, IRR 32, IRR 39, IRR 42, IRR 112 dan IRR 118.
- Klon penghasil kayu ;
IRR 70, IRR 71, IRR 72, IRR 78.

Klon Harapan

IRR 42, IRR 33, IRR 41, IRR 54, IRR 64, IRR 105, IRR 107, IRR 111, IRR 119, IRR 141, IRR 144, IRR 208, IRR 211, dan IRR 220.

Tidak semua klon cocok untuk ditanam pada semua tempat. Klon yang cocok untuk daerah kering, seperti : GT 1 dan BPM 24 (Siagian & Suhendry, 2006).

Pada kondisi kering penyiapan bahan tanam untuk di lapangan harus mengikuti musim tanam, dan teknis budidaya harus diperhatikan agar tanaman karet dapat tumbuh dengan baik. Pada saat ada hujan merupakan waktu yang tepat, sehingga bibit dan persiapan penanaman harus dilakukan sebelum waktu tanam tiba (Indraty, 2004). Penyiapan tanaman dua payung dilakukan, pada tanaman-tanaman dengan internode pendek atau terhambat pertumbuhannya. Menurut Siagian & Suhendry (2006), bibit dikatakan prima apabila memiliki internode sekurang-kurangnya 10 cm dengan diameter internode sekitar 1 cm

5. Pengaturan waktu tanam

Penanaman baru hendaknya memperhatikan perkiraan mulai dan berakhirnya musim kemarau untuk menghindari

kekeringan yang serius. Cara lain yang sering digunakan adalah dengan menghitung curah hujan dengan peluang 75% atau curah hujan yang minimal akan diperoleh selama 3 tahun dalam kurun waktu 4 tahun (Thomas *et al.*, 1994). Penggunaan curah hujan dengan peluang tertentu lebih baik dibandingkan dengan penggunaan rata-rata curah hujan karena variasi curah hujan dari tahun ke tahun diperhitungkan.

6. Penanaman Legume Cover Crop (LCC).

Sebagai tanaman penutup tanah (*Legum Cover Crop / LCC*), berguna untuk mencegah erosi dan mempercepat matang sadap (Gambar 5). Ada tiga kelompok tanaman yang dapat digunakan, yaitu tanaman merayap, semak-semak, dan pohon. Tanaman merayap yang baik digunakan adalah jenis *Calopogonium caeruleum*. Kelompok semak-semak yang bisa digunakan antara lain *Crotalaria usaramoensis*, *Crotalaria juncea*, dan *Tephrosia candida*. Sementara itu, dari jenis pepohonan yang sering dimanfaatkan adalah petai cina (*Leucaena glauca*).

Dari ketiga kelompok tanaman tersebut, yang paling sering digunakan adalah kacang-kacangan karena sosok tanamannya rendah dan kecil, sehingga perakaran tidak terlalu mengganggu perakaran tanaman utama. Tanaman kacang-kacangan juga memiliki bintil akar yang bisa menambah kesuburan tanaman. Penanaman tanaman penutup tanah ini bisa dilakukan dengan cara menyebarkan benih secara merata di antara larikan-larikan tanaman karet sebagai tanaman utama atau ditugal dengan jarak 40-50 cm di antara larikan tanaman karet (Damanik, Syakir, Tasma, & Siswanto, 2010).

Hasil pengukuran evapotranspirasi gawangan karet di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa pada periode Mei-Agustus 1994 menunjukkan bahwa LCC mengekstraksi air paling tinggi dibandingkan dengan tanaman lainnya. Dengan demikian pemangkasan LCC selama musim kemarau perlu dilakukan terutama pada zona dimana akar karet dan LCC berkompetisi dalam penyerapan air tanah (Thomas, *et al.*,

1994). LCC yang lebih banyak dikembangkan di perkebunan karet adalah *Mucuna bracteata*. Tanaman ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan LCC konvensional, antara lain : laju pertumbuhan cepat, produksi biomasa tinggi, tahan terhadap naungan, tidak disukai ternak, toleran terhadap serangan hama dan penyakit, dapat berkompetisi dengan gulma dan pengendali erosi tanah yang baik (Siagian, 2012).



Gambar 5. Tanaman karet dan *Legume Cover Crop* (LCC). Sumber : Rusli (2013)

7. Pengendalian gulma

Pada areal pertanaman karet TBM dan TM harus bebas dari gulma seperti alang-alang, *Mikania eupatorium*, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik. Pemberantasan gulma dapat dilakukan dengan cara manual dan kimia. Cara manual dilakukan 2-3 kali setahun, sedangkan secara kimia, gulma dapat diberantas dengan herbisida. Pemberantasan gulma sebaiknya dilaksanakan sebelum kekeringan tiba untuk meminimalkan kompetisi penggunaan air, unsur hara, dan cahaya antara karet dengan gulma/rumput-rumputan.

8. Pencegahan kebakaran

Kebakaran kebun pada musim kemarau panjang mudah terjadi karena adanya serasah kering di kebun. Kewaspadaan perlu ditingkatkan dengan larangan menyulut api di sembarang tempat. Kebakaran bisa juga terjadi karena sumber api yang menjalar ke kebun berasal dari kegiatan penyiapan lahan dengan metode tebas, tebang, bakar.

Kebun karet yang ditanami alang-alang atau dekat hutan sering mengalami kebakaran pada musim kemarau. Alang-alang dilaporkan

merupakan gulma yang mudah terbakar sehingga perlu penanganan yang serius. Gulma ini dapat terbakar kalau tidak ada hujan selama satu minggu, sedangkan semak *Eupatorium/Chromolaena* memerlukan waktu yang lebih lama untuk bisa terbakar (Wibowo, Suharti, Sagala, Hibani & Noordwijk, 1997).

Pencegahan : (1) Masyarakat disekitar kebun agar berhati-hati pembakaran semak belukar dan tidak bermain api didalam atau sekitar kebun terutama pada musim kemarau, (2) Dilakukan pengawasan secara ketat di sekeliling kebun pada musim kemarau, (3) alang-alang dan semak belukar di dalam kebun atau 20 m di sekeliling kebun harus dibersihkan (Tim penulis PS, 2011) (Gambar 6).



Gambar 6. Pohon karet kebakaran
Sumber : Handi Supriadi (2013)

9. Pembuatan kolam

Sebagai sarana untuk penampungan air dan sekaligus untuk distribusi air. Kolam dapat dibuat secara permanen maupun temporer. Kolam permanen, kolam yang dibangun dengan menggunakan bahan beton dan bahan kedap air lainnya. Kolam jenis ini umumnya mampu menyerap dan menahan air sekitar 65% dari volume hujan di daerah tangkapan air hujan, sehingga cocok dibangun di daerah dengan tipe tanah dengan permeabilitas tinggi. Kolam temporer, dibangun dari formasi timbunan tanah, dengan kemampuan menyerap dan menahan air sekitar 30-50% dari volume hujan di daerah tangkapan air hujan. Kolam semi permanen cocok dibangun di daerah dengan tanah yang mempunyai permeabilitas lebih rendah (Rahayu, 2011).

10. Pembuatan irigasi dan Embung

Irigasi pada perkebunan karet hanya dilakukan pada lahan pembibitan dengan skala tidak luas yaitu mencapai puluhan hektar saja. Ketersediaan sumber air menjadi faktor pembatas untuk aplikasi irigasi pada areal TBM maupun TM yang luas. Lokasi pembibitan karet hendaknya dekat dengan sumber air seperti sungai, sehingga pada waktu kemarau dapat dilakukan penyiraman. Alternatif lain adalah memanfaatkan air limpasan (*surface run off*) pada lahan yang miring pada musim hujan dimana air ini ditampung pada suatu bendungan kecil atau embung.

Embung merupakan kolam penampungan air pada musim hujan dan akan digunakan pada musim kemarau. Embung dibangun ditengah areal dengan jumlah yang dapat disesuaikan dengan keperluan. Embung lebih luas dan dalam dibandingkan dengan rorak, kapasitas embung juga lebih banyak, dapat menampung puluhan meter kubik air. Untuk menggunakan air dari dalam embung dapat menggunakan mesin pompa air, dapat juga dilengkapi dengan sarana tower agar penyiraman dapat dilakukan dengan gaya grafitasi.

Irigasi dilakukan dengan cara menghitung neraca air dimana irigasi diperlukan apabila curah hujan kurang dari 60% dari evapotranspirasi potensial atau evaporasi yang diukur dengan panci klas A dan kandungan air tanah dipertahankan di atas 50% air tersedia karena pada umumnya pada level kandungan air tersebut tanaman tidak mengalami stres air (Thomas, 1995); Thomas & Tambunan, 1996). Cara irigasi yang paling murah adalah dengan membuat alur irigasi pada waktu persiapan lahan atau sebelum tanam. Untuk kemudian irigasi dilakukan dengan memompa air dari embung yang kemudian dialirkan melalui alur irigasi.

11. Konservasi air

Konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air yang jatuh ke tanah seefisien mungkin dan pengaturan waktu aliran yang tepat, sehingga tidak terjadi banjir yang merusak pada musim hujan dan terdapat cukup

air pada musim kemarau. Konservasi air dapat dilakukan dengan (a) meningkatkan pemanfaatan dua komponen hidrologi, yaitu air permukaan, dan air tanah dan (b) meningkatkan efisiensi pemakaian air irigasi (Gambar 7).



Gambar 7. Konservasi air. Sumber: Rusli (2015)

Pengelolaan air permukaan (*surface water management*) meliputi (1) pengendalian aliran permukaan, (2) pemanenan air (*water harvesting*), (3) meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah, (4) pengolahan tanah, (5) penggunaan bahan penyumbat tanah dan penolak air, dan (6) melapisi saluran air. Pengelolaan air bawah permukaan tanah (*sub-surface water management*) dapat dilakukan dengan (1) perbaikan drainase, (2) pengendalian perkolasi (*deep percolation*) dan aliran bawah permukaan (*sub-surface flow*), dan (3) perubahan struktur tanah lapisan bawah. Perbaikan drainase akan meningkatkan efisiensi pemakaian air oleh tanaman, karena hilangnya air yang berlebih (*excess water*) akan memungkinkan akar tanaman berkembang lebih luas ke lapisan tanah yang lebih dalam daripada hanya terbatas di lapisan atas yang dangkal yang akan cepat kering jika permukaan air tanah menurun.

Tabel 3. Pertambahan biomasa, konsumsi air dan efisiensi penggunaan air pada perlakuan periodik stress

Perlakuan	Pertambahan biomasa (g)	Konsumsi air (kg)	Efisiensi penggunaan air (g/kg)
Kontrol	32.6a	7.84a	4.15a
5 gram soil conditioner	66.4b	8.69b	7.64b
10 gram soil conditioner	50.3ab	8.87b	5.67ab

Sumber : Wijaya (2006).

Upaya untuk mengurangi dampak kekeringan salah satunya adalah dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air oleh tanaman atau pemanfaatan air hujan seoptimal mungkin. Kapasitas tanah dalam menahan air merupakan faktor penting dalam menentukan pertumbuhan tanaman terutama dalam musim kemarau.

Teknologi konservasi air dirancang untuk meningkatkan masuknya air ke dalam tanah melalui infiltrasi dan pengisian kantong-kantong air di daerah cekungan serta mengurangi kehilangan air melalui evaporasi. Untuk mencapai kedua hal tersebut upaya-upaya konservasi air yang dapat diterapkan adalah teknik pemanenan air (*water harvesting*), dan teknologi pengelolaan kelengasan tanah. Penerapan teknologi panen air dimaksudkan untuk mengurangi volume air aliran permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah serta ketersediaan air bagi tanaman. Dengan demikian pengelolaan lahan kering tidak semata-mata tergantung kepada air hujan, melainkan dapat dioptimalkan melalui pemanfaatan sumber air permukaan (*surface water*) maupun air tanah (*groundwater*) (Subagyo, Vadari, Watung, Sukristiyo-nubowo & Agus, 2004).

Penggunaan *soil conditioner* merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan tanah menahan air. *Soil conditioner* terbuat dari senyawa polimer sintetik (acrylamide) yang dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak (Anonim, 2002). Hasil uji coba pada bibit karet menunjukkan bahwa bahan ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air terutama karena peningkatan biomasa yang terbentuk (Tabel 3).

PENUTUP

Dampak kekeringan terhadap pertumbuhan tanaman karet, diantaranya terjadi gugur daun, produksi mata tunas untuk okulasi menurun, pertumbuhan tanaman terhambat, kritis terhadap kebakaran; periode penyadapan menjadi mundur dan menurunnya produksi lateks.

Antisipasi kekeringan pada tanaman karet dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi rekayasa genetika, pembuatan rorak diantara tanaman karet, penggunaan pupuk hijau dan mulsa, pemupukan, penggunaan bahan tanaman unggul, pengaturan waktu tanam, penanaman LCC, pengendalian gulma, pencegahan kebakaran, pembuatan kolam, pembuatan irigasi, konservasi air dan penggunaan air conditioner. Dengan demikian kekeringan pada tanaman karet dapat diantisipasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Angkapradikta, P. 1977. Efek pemupukan NPK terhadap pertumbuhan karet muda klon GT 1 pada tanah podsolik merah kuning di perkebunan Cikadu. *Menara Perkebunan* 44(6): 273-278.
- Anwar, C. 2006. Manajemen Teknologi Budidaya Karet. Makalah disampaikan pada Pelatihan Teknologi Ekonomi Agribisnis Karet, 18 Mei 2006. Jakarta.
- Arsyad, S., 2006. *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press. Bogor.
- Bray, E.A. 1997. Plant responses to water deficit. *Plant Physiol.* 103:1035-1040.

- Damanik, S., Syakir, M., Tasma, M., & Siswanto. 2010. Penanaman Tanaman Penutup Tanah Budidaya dan Pasca Panen Karet. hal 37-38.
- Darojat, M. R. 2014. *Hevea Transgenik: Kekeringan Dan Solusi*. Peneliti bidang Fisiologi Tanaman, Balai Penelitian Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet.
- Islami, T. & Utomo. W.H. 1995. *Hubungan tanah, air, dan tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang : 211-240.
- Indraty, I. S. 2004. Pertumbuhan berbagai bahan tanam Karet pada Daerah Beriklim Kering di Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Penelitian Karet*, 22(1):15-26.
- Krisanap, S. & Dolkit, P. 1989. *Rubber New Planting in the semi arid zone Thailand*. Rubber Growers Conference. Rubber Research Institute of Malaysia
- Li-Feng, W. 2014. Physiological and molecular responses to drought stress in rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). *Plant Physiology and Biochemistry*: 1-7.
- Munthe, H. dan Istianto. 2006. Studi dinamika hara diperkebunan karet menghasilkan. Pros. Lok. Nas. *Budidaya Tanaman Karet* 2006 ; 446-456
- Rahayu, S.P. 2011. Mitigasi Dampak Perubahan Iklim pada Karet. <http://Cybex.Pertanian.Go.Id/Materipenyuluhan/Detail/3694>
- Samarappuli, L. 1992. Some agronomic practises to overcome moisture stress in *Hevea brasiliensis*. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, 5(1&2), 127-132.
- Siagian, N. & Suhendry, I. 2006. *Teknologi Terkini Pengadaan Bahan Tanam Karet Unggul*. Balai Penelitian Sungei Putih. Seri Buku Saku (1):7-8.
- Siagian, N. 2012. Perbanyak tanaman kacang penutup tanah *Mucuna bracteata* melalui benih, stek batang, dan penyusuan.
- Balai Penelitian Sungei Putih. *Warta Perkebunan*, 31(1):21-34.
- Subagyono, K., Vadari, T., Watung, R.L., Sukristiyonubowo, and Agus, F. 2004. Managing Soil Control in Babon Catchment, Central Java, Indonesia: Toward community based soil Conservation Organization (ISCO 2004) Brisbane, Australia, 4-8-July 2004.
- Thomas & Tambunan D. 1986. Pengaruh mulsa dan periode pemberian air terhadap pertumbuhan bibit karet klon AVROS 2037. *Buletin Perkebunan Rakyat*, 3(1):33-36.
- Thomas, Lasminingsih, M., Junaidi, U., Wibawa, G., Amypalupy, K & Sihombing, H. 1994. Pengaruh kekeringan dan usaha mengatasinya pada tanaman karet. *Warta Perkebunan*. 13 (2): 1-7.
- Thomas. 1995. Perhitungan kebutuhan air irigasi pada pembibitan karet. *Warta Pusat penelitian karet*, 13(3):186-190.
- Thomas & Tambunan, D. 1996. Pengaruh irigasi dan pemupukan terhadap pertumbuhan, intersepsi cahaya, dan efisiensi penggunaan cahaya pada semaian karet. *Jurnal Penelitian Karet*, 14(1):16-26.
- Tjasyono, B. 2004. *Klimatologi*. Bandung : ITB. Pengaruh Iklim Terhadap Tanah dan Tanaman. PT. Bumi Aksara.
- Tim Penulis PS. *Panduan Lengkap Karet*. 2011. Penebar Swadaya, anggota Ikapi. Cetakan 11:167-168.
- Wibowo, A., Suharti, M., Sagala, A.P.S., Hibani, H. & Noordwijk, M. V. 1997. Fire management on Imperata grasslands as a part of agroforestry development in Indonesia. *Agroforestry systems*, 36:203-217.
- Wijaya, T. 2006. *Pengaruh Soil Conditioner Terhadap Pertumbuhan Bibit Karet Klon PB 260 Pada Kondisi Kekeringan*. Balai Penelitian Sembawa, Pusat Penelitian Karet.

***Lecanicillium lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) SEBAGAI AGENS HAYATI PENGENDALI HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN**

Lecanicillium lecanii* (Ascomycota: Hypocreales) AS *BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF PESTS AND PLANT DISEASES

Khaerati dan Gusti Indriati

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
khaeratirahim@gmail.com

ABSTRAK

Cendawan *Lecanicillium lecanii* adalah salah satu agens hayati pada beberapa hama dan penyakit tanaman. Karakteristik cendawan *L. lecanii* yaitu memiliki kisaran inang yang luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan di daerah tropis maupun sub tropis. Cendawan ini dapat menjadi agens hayati pada beberapa hama tanaman. Umumnya *L. lecanii* menginfeksi inang dengan menggunakan konidia, penetrasi melalui kutikula, produksi blastospores dalam haemocoel, percabangan hifa dan invasi jaringan, yang akhirnya menyebabkan kematian inang. Selain itu, *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati terhadap penyakit tanaman seperti memarasit *H. vastatrix* (karat daun kopi). Cendawan hyperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi.

Kata kunci: agens hayati, entomopatogen, cendawan *L. lecanii*, hama, penyakit

ABSTRACT

Lecanicillium lecanii is one of the biological agents on some pests and diseases. Characteristics of *L. lecanii* is cosmopolitan and has a wide range of host, thus can be found easily in the tropic and sub-tropic regions. *L. lecanii* can be used as biological agents for some pests of plants. *L. lecanii* usually infecting the host by conidial, germination, penetration of the cuticle, production of blastospores within the haemocoel, ramification of the mycelia and invasion of tissues, which finally causes the death of the host. In addition, *L. lecanii* may act as biological agents against plant diseases such as *H. vastatrix* (coffee rust). The hyperparasite reduce the ability of uredospora life, and reduce the development of coffee rust disease.

Keywords : biocontrol agents, entomopathogenic, fungus *L. lecanii*, pests, disease

PENDAHULUAN

Cendawan *L. lecanii* adalah salah satu agens hayati yang sangat potensial untuk dimanfaatkan dalam pengendalian beberapa hama dan penyakit tanaman. Hal ini penting dilakukan karena upaya pengendalian terutama hama di lapangan masih menggunakan insektisida kimia. Penggunaan insektisida kimia yang kurang bijaksana telah banyak menimbulkan dampak negatif. Oleh karena itu perlu dicari alternatif teknologi pengendalian untuk menekan penggunaan insektisida kimia, yaitu dengan pemanfaatan agens hayati seperti cendawan entomopatogen dalam program pengendalian hama terpadu (PHT).

Karakteristik cendawan *L. lecanii* yaitu memiliki kisaran inang yang luas dan bersifat kosmopolit sehingga mudah ditemukan di daerah tropis maupun sub tropis. *L. lecanii* menghasilkan metabolit sekunder bersifat toksin yaitu *bassionolidae* dan asam *dipicolinic* yang bersifat insektisidal. Patogenitas *L. lecanii* mampu menginfeksi beberapa jenis serangga inang meliputi Ordo Orthoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera dan Coleoptera.

Cendawan *L. lecanii* ditemukan pertama kali menginfeksi serangga kutu sisik *scale insect* (Homoptera: Diaspididae) yang menyerang tanaman kopi di pulau Jawa (Zimmermann, 1898 dalam Fatiha et al., 2007). Sampai sekarang *L. lecanii* telah banyak digunakan sebagai agens pengendali penyakit.

Aplikasi cendawan *L. lecanii* telah diuji coba pada beberapa hama dan penyakit baik skala laboratorium maupun lapangan yang terbukti efektif. Keberhasilan pengendalian hama dengan cendawan entomopatogen ditentukan oleh konsentrasi cendawan yang diaplikasikan, yaitu kerapatan konidia dalam setiap mililiter air. Jumlah konidia berkaitan dengan banyaknya biakan cendawan yang dibutuhkan setiap hektar. Kerapatan konidia yang dibutuhkan untuk mengendalikan hama bergantung pada jenis dan populasi hama yang akan dikendalikan. Pada tanaman pangan, kerapatan konidia yang dibutuhkan lebih tinggi dibandingkan dengan pada tanaman perkebunan.

TAKSONOMI DAN KARAKTER

L. lecanii

Lecanicillium lecanii pertama kali ditemukan pada tahun 1898 oleh Zimmermann dengan nama *Cephalosporium lecanii*. Berdasarkan studi kisaran inang tahun 1939, berubah nama menjadi *Verticillium lecanii*. Berdasarkan pengamatan morfologi dan analisis molekuler cendawan tersebut hingga saat ini diberi nama *Lecanicillium lecanii*. Berikut

klasifikasi menurut (Zare & Gams, 2001) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Fungi,
Phylum	: Ascomycota,
Subphylum	: Pezizomycotina,
Class	: Sordariomycetes,
Order	: Hypocreales,
Family	: Clavicipitaceae,
Genus	: <i>Lecanicillium</i>
Spesies	: <i>Lecanicillium lecanii</i>

Karakteristik *L. lecanii* adalah koloni cendawan berwarna putih pucat dengan diameter 4,0-7,3 cm setelah 20 hari inokulasi pada media PDA (*Potato dextrose agar*) (Prayogo, 2009). Menurut Shinde *et al.* (2010), koloni cendawan *L. lecanii* berwarna putih (Gambar 1a), berukuran 3,3 x 2,8 cm, tumbuh pada suhu 23 °C. Konidiofor berbentuk seperti fialid (*whorls*) seperti huruf V, setiap konidiofor memproduksi 5-10 konidia yang terbungkus dalam kantong lendir (Aiuchi *et al.*, 2007). Bentuk konidia berupa silinder hingga elips, terdiri dari satu sel, tidak berwarna (hialin), berukuran 1,9-2,2 x 5,0-6,1 µm (Feng *et al.*, 2002). Hifa tidak berwarna (hialin) dengan diameter 2,8 µm (Gambar 1b).



Gambar 1. Koloni (a) dan mikroskopis (b,c) cendawan *L. lecanii* (40X) pada media PDA (Sumber: dokumentasi pribadi)

PEMANFAATAN *L. lecanii* SEBAGAI PENGENDALI HAMA

Keberhasilan pengendalian hama dengan memanfaatkan cendawan entomopatogen ditentukan oleh berbagai faktor seperti kerapatan konidia (viabilitas dan virulensi), lingkungan

(suhu dan kelembaban). Keuntungan pemanfaatan cendawan entomopatogen yaitu kapasitas produksi yang tinggi, siklus hidup pendek, dapat bertahan pada kondisi yang kurang menguntungkan.

Menurut Gindin *et al.*, (2000), aktivitas serangga yang terinfeksi jamur entomopatogen mengalami penurunan bahkan nafsu makan

juga berhenti karena sistem syaraf serangga terganggu. Syaraf serangga memegang peranan sangat penting dalam mengatur semua proses aktivitas, serangga yang mengalami gangguan sistem syarafnya akan mengacaukan semua perilaku termasuk dalam memenuhi kebutuhan makan.

Gejala yang ditimbulkan akibat serangga yang terinfeksi *L. lecanii* yaitu setelah beberapa

hari mati, tubuh serangga mengeras karena semua jaringan dan cairan dalam tubuh serangga habis oleh cendawan tersebut, menjadi hitam dan kaku lalu secara perlahan diselubungi oleh miselium. Beberapa hasil penelitian *L. lecanii* yang digunakan untuk pengendalian hama (Tabel 1).

Tabel 1. Pemanfaatan *L. lecanii* dalam pengendalian hama tanaman

Kerapatan konidia/(ml)	Mortalitas (%)	Jenis Hama	Sumber
10^3	$70 \pm 11,5$	<i>Spodoptera exigua</i> (larva instar ke-3)	Wahyuni <i>et al.</i> , 2013
10^6	96,2	<i>Helopeltis</i> spp. (nimfa instar ke-3)	Anggarawati., 2014
2×10^9 cfu/g	67,11	<i>Phenacoccus solenopsis</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2×10^9 cfu/g	51,88	<i>Dysdercus cingulatus</i> (betina dewasa)	Harder <i>et al.</i> , 2013
2×10^9 cfu/g	72,15	<i>Aphis craccivora</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2×10^9 cfu/g	64,15	<i>Lipaphis erysimi</i>	Harder <i>et al.</i> , 2013
2×10^9	97,8	<i>Aleurodicus dispersus</i> (nimfa)	Thangavel <i>et al.</i> , 2013
5×10^7	61,33	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (nimfa instar ke-2)	Liu <i>et al.</i> , 2014
5×10^7	100	<i>Matsucoccus matsumurae</i> (dewasa betina)	Liu <i>et al.</i> , 2014
$1,82 \times 10^9$	78,88	<i>Thrips tabaci</i>	Annamalai <i>et al.</i> , 2015
$2,8 \times 10^7$	30	<i>Scirtothrips bisponosus</i> (dewasa)	Subramaniam <i>et al.</i> , 2010
$2,8 \times 10^7$	60	<i>Scirtothrips bisponosus</i> (nimfa)	Subramaniam <i>et al.</i> , 2010

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* mampu bersifat ovisidal terhadap telur kepik coklat (Prayogo, 2004). Telur yang terinfeksi *L. lecanii* akhirnya tidak menetas, meskipun telur mampu menetas tetapi nimfa yang terbentuk tidak mampu hidup berkembang lebih lanjut. Aplikasi cendawan *L. lecanii* mampu menggagalkan penetasan telur kepik coklat sebesar 50% (Prayogo, 2004). Telur serangga terdiri atas tiga lapisan, yaitu (1) eksokorion yang mengandung karbohidrat, (2) endokorion tersusun dari protein, dan (3) lapisan kristalin paling dalam mengandung protein. Beberapa senyawa yang terkandung pada lapisan korion tersebut merupakan senyawa yang dibutuhkan oleh konidia meskipun harus melalui perombakan terlebih dahulu (Prayogo, 2009).

Cendawan *L. lecanii* efektif mengendalikan *Bemisia tabaci* yang merupakan serangga vektor CMMV dengan rerata mortalitas 68,5% (Putra *et al.*, 2013). Cortez

dalam Madrigal *et al.*, (2003) melaporkan bahwa cendawan entomopatogen *Verticillium lecanii* (Zimm.) efektif dalam mengendalikan aphid hitam *Toxoptera aurantii* Boyer (Hemiptera: Aphididae) pada tanaman kakao di Tabasco, Meksiko. *L. lecanii* juga dilaporkan dapat menjadi musuh alami *Coccus viridis* (Hemiptera: Coccidae) hama pada kopi (Jackson *et al.*, 2012).

L. lecanii juga dapat digunakan untuk mengendalikan hama *Helopeltis antonii* (Hemiptera: Miridae) (Gambar 2). Hama ini merupakan salah satu hama utama pada budidaya kakao di Indonesia. Hama ini menimbulkan kerusakan dengan cara menusuk dan mengisap cairan buah maupun tunas-tunas muda. Serangan pada buah muda menyebabkan matinya buah tersebut, sedangkan serangan pada buah berumur sedang mengakibatkan terbentuknya buah abnormal (Gambar 3). Akibatnya, daya hasil dan mutu kakao menurun

(Atmadja, 2003). Selain menyerang tanaman kakao *H. antonii* juga menyerang tanaman teh. Berdasarkan hasil pengamatan di lapang, daun muda (pucuk) teh yang terserang *H. antonii* akan terlihat bekas tusukan (bercak-bercak) coklat, bekas tusukan kelihatan menyatu makin lebar agak kering lama-kelamaan kering dan mati. Serangga imago betina menusuk dan menghisap cairan daun teh, di samping itu serangga tersebut meletakkan teluranya di bawah pucuk daun teh. Telur *H. antonii* yang diletakkan di bawah pucuk daun teh setelah 6-7 hari akan menetas menjadi nimfa instar 1 dan



Gambar 2. *Helopeltis antonii* yang terinfeksi cendawa entomopatogen *L. lecanii*.
(Sumber: dokumentasi pribadi)

MEKANISME INFEKSI *L. Lecanii*

L. lecanii menginfeksi inangnya dengan dua cara yaitu secara mekanik dan enzim hidrolitik untuk dapat menembus integumen serangga dan dinding sel cendawan patogen (Goettel *et al.*, 2008). Umumnya cendawan entomopatogen *L. lecanii* menginfeksi inang dengan konidia membentuk tabung kecambah untuk menembus kutikula, atau berkecambah di atas permukaan kutikula. Tabung kecambah yang terbentuk akan berkembang membentuk apresorium yang berfungsi untuk menempelkan organ infeksi pada permukaan inang. Tabung kecambah yang terbentuk dengan cepat dan memiliki ukuran yang besar diduga akan semakin besar pula peluang inang dapat dipenetrasi oleh cendawan karena permukaan

merusak (menusuk dan menghisap cairan) daun pucuk teh tersebut, sehingga pucuk daun teh tidak bisa dipanen (Atmadja, 2012).

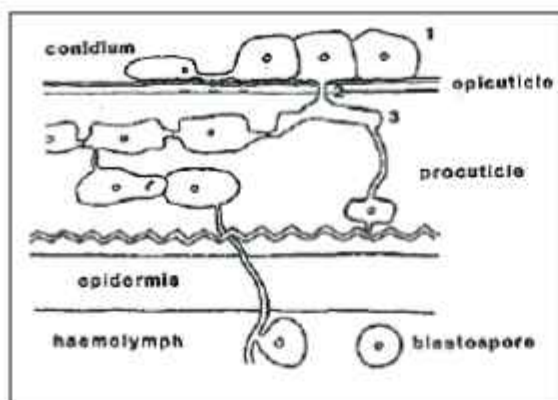
Serangga yang terinfeksi cendawan *L. lecanii* saat disentuh dengan kuas tidak bergerak lagi, ditumbuhi miselium berwarna putih pucat dengan tekstur halus yang menyelimuti permukaan tubuh serangga (Gambar 2). Hasil pengamatan serangga yang mati dalam beberapa hari tubuhnya mengeras dan kaku karena cairan tubuhnya telah habis digunakan untuk perkembangan cendawan di dalam tubuh serangga.



Gambar 3. Gejala serangan *Helopeltis* spp. pada buah kakao.
(Sumber : dokumentasi pribadi)

inang lebih cepat dihidrolisis oleh enzim yang dihasilkan oleh cendawan (Prayoga, 2009).

Enzim ekstraselular yang dihasilkan Cendawan *L. lecanii* adalah protease, lipase, amilase, dan kitinase yang berfungsi sebagai perombak struktur dinding sel yang tersusun dari protein, lemak, karbohidrat, dan kitin (Wang *et al.*, 2005). *Esterase*, *N-asetilglukosamin*, *Endoprotease*, *kitinase*, *Aminopeptidase*, *Carboxypeptidase A*, *Lipase* dan *Pr-1-Chymoelastase serine protease*. Menurut Goettel *et al.* (1989) dalam Shinde *et al.*, (2010) melaporkan bahwa semua enzim ini berfungsi dalam mendegradasi kutikula, enzim Pr-1 merupakan enzim paling tinggi konsentrasinya di bagian kapak penetrasi dibandingkan dengan enzim lainnya.



Gambar 4. Infeksi cendawan entomopatogen.
(Sumber: Shinde *et al.*, 2010)

Setelah cendawan berhasil penetrasi pada bagian kutikula, selanjutnya akan mengkolonisasi inang. Sejumlah hifa dan konidia yang masuk ke dalam tubuh serangga beredar melalui aliran hemolimfa dan menyebar menuju organ dan jaringan-jaringan di dalam tubuh serangga. Hifa di dalam tubuh serangga akan berkembang dan memperbanyak diri dengan menyerap cairan tubuh serangga. Apabila hifa telah menemukan organ dan jaringan-jaringan sasarannya, selanjutnya sejumlah hifa akan berkembang membentuk blastospora yang akan menyebar secara cepat ke seluruh jaringan (Tanada & Kaya, 1993). Yeo (2000) menyatakan bahwa setelah nutrisi inang habis, blastospores/hifa berdiferensiasi memanjang keluar dari tubuh serangga membentuk kumpulan miselium di atas permukaan integumen mengakibatkan kematian inang/mumifikasi. Pada kondisi lingkungan yang tepat, konidiofor membentuk konidia untuk siklus penyakit selanjutnya.

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* mematikan inang/serangga dengan cara mencerna jaringan sebagai sumber nutrisi dan menghasilkan zat beracun/toksin yang berperan dalam mematikan inang/serangga. Vey *et al.*, (2001) mengemukakan bahwa *L. lecanii* memproduksi beberapa jenis toksin yaitu *dipicolinic acid*, *hydroxycarboxylic acid*, dan *cyclosporin* dengan kadar yang berbeda. Toksin *cyclosporin* dapat menyebabkan gangguan pada fungsi hemolimfa dan nukleus serangga, sehingga mengakibatkan pembengkakan yang disertai pengerasan pada serangga yang terinfeksi. Cendawan entomopatogen

menghasilkan beberapa jenis toksin yang dalam mekanisme kerjanya menyebabkan terjadinya kenaikan pH hemolimfa, penggumpalan hemolimfa, dan berhentinya peredaran hemolimfa. (Tanada & Kaya, 1993).

Aplikasi cendawan entomopatogen *L. lecanii* pada serangga ada yang tidak dapat menunjukkan gejala mumifikasi, namun ada juga muncul miselia atau konidia berwarna putih pada permukaan tubuh serangga, miselia berwarna putih mulai menembus kutikula keluar tubuh serangga, kemudian berkembang dan akhirnya menutupi seluruh tubuh serangga (Gambar 4). Serangga yang mati tidak selalu disertai gejala pertumbuhan spora. Menurut Santoso (1993) dalam Ladjaja *et al.*, (2011) menyatakan bahwa apabila keadaan kurang mendukung, perkembangan cendawan hanya berlangsung dalam tubuh serangga tanpa keluar menembus integumen.

Virulensi *L. lecanii* berkaitan dengan karakter fisiologi cendawan yang meliputi ukuran dan daya kecambah konidia. Cendawan yang memiliki daya kecambah dalam waktu singkat maka isolat tersebut memiliki aktivitas enzim amilase, protease dan kitinase dalam jumlah lebih.

PEMANFAATAN *L. lecanii* SEBAGAI AGENS PENGENDALI PENYAKIT TANAMAN

L. lecanii sebagai agens hayati penyakit karat daun kopi

Hemileia vastatrix merupakan cendawan yang menyerang daun tanaman kopi sehingga menimbulkan penyakit karat daun. Serangan karat daun ditandai adanya massa uredospora di bawah permukaan daun kopi. Uredospora merupakan inokulum sekunder penyebab parahnya penyakit. Penyebaran uredospora terjadi karena adanya angin dan percikan air hujan yang menyebabkan uredospora sampai pada sisi bawah daun. Infeksi jamur terjadi melalui stomata yang terdapat pada sisi bawah daun. Dalam proses infeksi, uredospora mula-mula membentuk buluh kecambah, kemudian membentuk apresorium dan masuk melalui stomata, selanjutnya cendawan

melakukan penetrasi ke dalam dan menyerap nutrisi dengan bantuan miselium intercelular dalam jaringan daun kopi.

Salah satu agens pengendali yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit ini adalah *L. lecanii*. Beberapa laporan hasil penelitian menunjukkan bahwa *L. lecanii* dapat menjadi parasit bagi *H. vastatrix*. Cendawan hyperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi. Jika populasi antagonis *L. lecanii* tinggi pada daun dan memparasiti uredia dan uredospora, maka kepadatan uredospora akan menurun sehingga infeksi sekunder juga menurun secara drastis (Agrios, 2005; Ginting 2008).

Ginting (2008) menyatakan bahwa aplikasi agens hayati *L. lecanii* dapat menekan penyakit karat daun kopi (*H. vastatrix*). Dibandingkan pengendalian menggunakan fungisida kimia khususnya yang berspektrum luas, dapat mengurangi keefektifan cendawan antagonisme dan meningkatkan intensitas penyakit. Campbell (1989) dalam Ginting (2008) menunjukkan contoh kasus, yaitu antagonisme *L. lecanii* terhadap *H. vastatrix* yang didasarkan atas laporan Mulinge and Griffiths. Tanaman kopi yang disemprot tembaga, kaptafol, atau benomil pada tahun 1969 dapat menurunkan penyakit pada tahun itu. Akan tetapi, jika tidak disemprot pada tahun berikutnya, tanaman itu terserang lebih berat jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak disemprot pada 1969. Tanaman yang disemprot pada tahun 1969, harus disemprot lagi pada tahun 1970 agar penyakit karat daun kopi tetap terkendali. Hal ini menunjukkan dua hal, yaitu: (1) terjadi penekanan penyakit oleh antagonis secara alami di lapangan dan (2) penyemprotan tanaman dengan fungisida menekan mikroba antagonis, dan juga mengendalikan penyakit, tetapi pada tahun berikutnya, patogen penyakit dapat berkembang tanpa adanya hambatan oleh mikroba antagonis. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan agens hayati seperti cendawan *L. lecanii* yang telah berkembang alami perlu ditingkatkan dengan penerapan inokulum tambahan untuk meningkatkan

populasi terjadi secara alamiah dari agen biokontrol.

Aplikasi cendawan antagonis *L. lecanii* memiliki beberapa kendala. Dalam skala laboratorium, agen ini terbukti dapat bersifat hyperparasit *H. vastatrix*, namun pada skala lapangan keberhasilan memarasiti uredospora *H. vastatrix* rendah. Hal ini terjadi karena memerlukan faktor lingkungan yang kondusif seperti kelembaban udara, atau adanya antagonis lain pada *phylloplane*.

***L. lecanii* sebagai agens hayati beberapa penyakit lainnya**

L. lecanii dapat digunakan sebagai agens hayati pada nematoda sista kuning (NSK) (*Globodera rostochiensis* W) tanaman kentang dengan cara memparasiti pelindung sista NSK. Bahan pelindung sista tersusun dari lapisan kitin yang akan terdegradasi oleh kitinase yang disekresikan oleh *L. lecanii* (Rembulan *et al.*, 2013). Selain itu, *L. lecanii* juga dapat mengendalikan penyakit *powdery mildew* (*Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex Frier) Cooke f. sp. *Fragariae*) pada tanaman strowbery di California (Miller *et al.*, 2010).

Produksi Massal *L. lecanii*

Produksi massal cendawan entomopatogen *L. lecanii* dapat menggunakan media padat atau media cair. Pada media padat dapat menggunakan beras atau sorgum. Isolat cendawan *L. lecanii* murni ditumbuhkan pada media PDA di dalam cawan petri berdiameter 9 cm, kemudian ditumbuhkan pada suhu ruang selama 21 hari.

Media perbanyak dengan menggunakan beras yang dicuci hingga bersih, lalu dikukus selama ± 15 menit sampai agak lunak dan dikering anginkan. Sebanyak 50 gram beras dimasukkan ke dalam kantong plastik tahan panas ukuran 250 g, dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Setelah steril, *L. lecanii* berumur 21 hari diinokulasikan ke media beras tersebut dan kemudian diinkubasi selama 21 hari. Pada media cair digunakan molase, air kelapa.

Waktu aplikasi

Waktu aplikasi perlu diperhatikan karena cendawan entomopatogen sangat rentan terhadap sinar matahari khususnya sinar ultra violet. Bila terkena sinar matahari dalam waktu 4 jam, cendawan *L. lecanii* akan kehilangan viabilitas sebesar 16% (Suharsono & Prayogo 2005), dan bila terkena sinar matahari 8 jam, viabilitas berkurang hingga di atas 50%. Oleh karena itu, bila cendawan diaplikasikan pada musim kemarau perlu dihindarkan dari sinar matahari langsung dan sebaiknya aplikasi dilakukan pada saat kelembapan udara tinggi (sore hari).

KOMPATIBILITAS *L. lecanii*

Kombinasi beberapa agens pengendalian yang bertujuan meningkatkan efektivitas dan efisiensi pengendalian sangat dianjurkan (Purwar & Sachan, 2006). Hasil penelitian Prayogo (2011) melaporkan bahwa penambahan insektisida nabati ke dalam media tumbuh cendawan mampu meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan cendawan *L. lecanii*.

L. lecanii 2×10^9 cfu/g ditambah minyak mimba 5% (1:1) menyebabkan mortalitas *Phenacoccus solenopsis* 82,47%; betina *Dysdercus cingulatus* 73,63% pada enam hari setelah perlakuan; *Aphis craccivora* 86,23% dan *Lipaphis erysimi* 83,55% pada lima hari setelah perlakuan dengan LT (lethal time) masing-masing berturut-turut adalah 87,57 jam, 86,18 jam, 45,13 jam dan 45,37 jam (Halder *et al.*, 2013). Dari hasil penelitian Halder *et al.* (2013) dilaporkan bahwa aplikasi *L. lecanii* secara tunggal menyebabkan mortalitas lebih rendah dibandingkan setelah dikombinasikan dengan minyak mimba.

Menurut Prayogo (2011), kombinasi insektisida nabati serbuk daun pacar cina *Aglaia odorata*, serbuk biji srikaya *Annona squamosa*, dan serbuk biji jarak *Jatropha curcas* dengan cendawan entomopatogen *L. lecanii* mampu meningkatkan efikasi pengendalian telur kepik coklat dibandingkan dengan aplikasi secara tunggal. Aplikasi pestisida nabati yang dikombinasikan dengan cendawan *L. lecanii* kurang berdampak negatif terhadap

kelangsungan hidup serangga predator penghuni tajuk dibandingkan dengan aplikasi insektisida kimia.

PENUTUP

Cendawan entomopatogen *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati pada hama dan penyakit tanaman. *L. lecanii* dapat menginfeksi inang dengan konidia, berkecambah, penetrasi melalui kutikula, produksi blastospora dalam haemocoel, percabangan hifa dan invasi jaringan, yang akhirnya menyebabkan kematian inang. Selain itu cendawan *L. lecanii* dapat menjadi agens hayati terhadap penyakit tanaman seperti memarasiti *H. vastatrix* (karat daun kopi). Cendawan hiperparasit ini dapat mengurangi kemampuan hidup uredospora, dan mengurangi perkembangan penyakit karat daun kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed. Elsevier Academic Press, Burlington, MA. 922 pp
- Aiuchi, D., Baba Y., Inami K., Shinya R., Tani M., Kuramochi K., Horie S., & Koike M. 2007. Screening of *Verticillium lecanii* (= *Lecanicillium lecanii*) hibrid strains based on evaluation of pathogenicity against cotton aphid and greenhouse whitefly and viability on the leaf surface. *J Appl Entomol and Zool*, 51: 205-212.
- Annamalai, M., Kaushik H. D., & Selvaraj K. 2015. Bioefficacy of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Lecanicillium lecanii* Zimmerman against *Thrips tabaci* Lindeman. *Proc. Natl. Acad. Sci.* DOI 10.1007/s40011-014-0475-8.
- Anggarawati, S. H. 2014. Upaya Pengendalian Hayati *Helopeltis* sp. Hama Penting Tanaman *Acacia crassiparva* dengan Cendawan *Beauveria bassiana* dan *Lecanicillium lecanii*. Tesis. IPB.
- Atmadja, W. R. 2003. Status *Helopeltis antonii* sebagai Hama pada Beberapa Tanaman Perkebunan dan Pengendaliannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 22 (2) : 57-63.

- Atmadja, W. R. 2012. *Pedoman Teknis Teknologi Tanaman Rempah dan Obat : Pengendalian Terpadu Helopeltis Tanaman Perkebunan*. Unit Penerbitan dan Publikasi Balitro, Bogor. 25p.
- Fatiha, L., Ali S., Ren S., & Afzal M. 2007. Biological Characteristics And Pathogenicity Of *Verticillium Lecanii* Against *Bemisia Tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) On Eggplant. *Pak. Entomol*, 29(2): 63-71.
- Feng, K. C., Liu B. L., & Tzeng Y. M. 2002. Morphological characterization and germination of aerial and submerged spores of the entomopathogenic fungus *Verticillium lecanii*. *World J Microbiol and Biotechnol*, 18(3):217-224.
- Gindin, G., Geschtovt N. U., Raccach B., & Barash I. 2000. Pathogenicity of *Verticillium lecanii* to different development stages of the silverleaf whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytopar*, 28 (3): 231-242.
- Ginting, C. 2008. Pengaruh Infestasi *Verticillium Lecanii* Terhadap Keparahan Penyakit Karat Daun Kopi Pada Tanaman Dan Keterjadian Koloninya Pada Daun. *J. HPT Tropika*, 8(2):132 – 137.
- Gottel, M. S., Koike M., Kim J. J., Aiuchi D., Shinya R., & Brodeur J. 2008. Potential of *Lecanicillium* spp. For management of insects, nematodes, and plant disease. *J Invertebr Pathol*, 98 (3): 256-261.
- Halder, J., Rai A. H., & Kadandaram M. H. 2013. Compatibility of neem oil and different entomopathogens for the management of major vegetable sucking pests. *Natl. Acad. Sci. Lett*, 36(1): 19-25.
- Jackson, D., Zemenick K., & Huerta G. 2012. Occurrence in The Soil and Dispersal Of *Lecanicillium Lecanii*, a Fungal Pathogen Of The Green Coffee Scale (*Coccus viridis*) and Coffee Rust (*Hemileia vastatrix*). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15 : 389 - 401
- Liu, W., Xie, Y., Dong, J., Xue, J. L., Zang, Y., Lu, Y., & Wu, J. 2014. Pathogenicity of three entomopathogenic fungi to *Matsucoccus matsumurae*. *Plos One*, 9(7): 1-9.
- Ladja, F. T., Santoso T., & Nurhayati E. 2011. Potensi Cendawan Entomopatogen *Verticillium lecanii* dan *Beauveria bassiana* dalam Mengendalikan Wereng Hijau dan Menekan Intensitas Penyakit Tungro. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 30 (2): 114-120.
- Madrigal, H. C., Rosas R. A., Aguilera G. M., Mojica H. B., Garcia C. F. O., & Navarro L. A. 2003. Characterization of multispore and monospore of *Lecanicillium* (= *Verticillium*) *Lecanii* for the management of *Toxoptera aurantii* in cocoa. *BioControl*, 48:321-334.
- Miller, T. C., Gubler W. D., Laemmle F. F., Geng S., Rizzo D. M. 2004. Potential for Using *Lecanicillium lecanii* for Suppression of Strawberry Powdery Mildew. *Biocontrol Science and Technology*, 14(2):215-220.
- Prayogo Y. 2004. Keefektifan lima jenis cendawan entomopatogen terhadap hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (L.) (Hemiptera: Alydidae) dan dampaknya terhadap predator *Oxyopes javanus* Thorell (Araneida: Oxyopidae) [Tesis]. IPB: Bogor
- Prayogo, Y. 2009. Kajian cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) (Viegas) Zare & Gams untuk menekan perkembangan telur hama pengisap polong kedelai *Riptortus linearis* (F.) (Hemiptera: Alydidae) [Disertasi]. IPB: Bogor.
- Prayogo, M. 2011. Kombinasi Pestisida Nabati dan Cendawan Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii* Untuk Meningkatkan Efikasi Pengendalian Telur Kepik Coklat *Riptortus Linearis* pada Kedelai. Semnas Pesnab IV, Jakarta 15 Oktober 2011
- Purwar J.P & Sachan G.C. 2006. Synergistic effect of entomogenous fungi on some insecticides against Bihar hairy caterpillar *Spilarctia obliqua* (Lepidoptera: Arctiidae). *Microbiol Res*, 161(1): 38-42.
- Putra, G. M., Hadiastono T., Afandhi A., Prayogo Y. 2013. Patogenesis Jamur Entomopatogen *Lecanicillium Lecanii* (Deuteromycotina; Hyphomycetes) Terhadap *Bemisia Tabaci* (G.) Sebagai

- Vektor Virus Cowpea Mild Mottle Virus (Cmmv) Pada Tanaman Kedelai. *Jurnal HPT*, 1(1):27-39.
- Shinde, S. V., K. G. Patel, M. S. Purohit, J. R. Pandya, & A.N. Sabalpara. 2010. *Lecanicillium lecanii* (Zimm.) Zare and Games an important biocontrol agent for the management of insect pests- A review. *Agr. Review*, 31(4): 235-252.
- Subramaniam, M. S. R., Babu A., & Pradeepa N. 2010. A new report of the entomopathogen *Lecanicillium lecanii* infecting larvae of the thrips *Scirtothrips bispinosus* (Bagnall). *J. Biosci Res*, 1(3): 146-148.
- Suharsono, & Prayogo Y.. 2005. Pengaruh lama pemaparan pada sinar matahari terhadap viabilitas jamur entomopatogen *Verticillium lecanii*. *Jurnal Habitat*, XVI(2): 122-131.
- Tanada, Y., & Kaya H. K. 1993. Insect pathology. San Diego : Academic Press. 666 p.
- Thangavel, B., Palaniappan K., Pillai K. M., Subbarayalu M., & Madhaiyan R. 2013. Pathogenicity, ovocidal action and median lethal concentration (LC₅₀) of entomopathogenic fungi against exotic spiralling whitefly, *Aleurodicus dispersus* Russell. *Journal of Pathogens*, 1-7. doi.org/10.1155/2013/393787.
- Vey, A., Hoagland R. E., & Butt T. M. 2001. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. Butt T. M, Jackson C, & Magan N. (Ed). Fungi as biocontrol agents. progress, problems and potential. CABI : Oxford UK. p 311-346.
- Wahyuni, D. T., Isnawati & Suparno, G. 2013. Patogenisitas cendawan entomopatogen *Lecanicillium lecanii* (Zimmerman) Viegas terhadap larva instar III *Spodoptera exigua* (Lepidoptera: Noctuidae). *LenteraBio*, 2(2): 173-178.
- Wang, L., Huang, J., You, M., Guan, X., & Liu, B. 2005. Effects of toxins from strains of *Verticillium lecanii* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on bioattributes of a predatory ladybeetle *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae). *J. Appl. Entomol*, 129(1):32-38.
- Yeo, H. 2000. Bioerational selection of mycoinsecticides for aphid management [Tesis]. University of Nottingham.
- Zare, R., Gams W., Evans H. C. 2001. A revision of *Verticillium* section Prostrata. V. The genus *Pochonia*, with notes on *Rotiferophthora*. *Nova Hedwigia*, 73:51-86.

PENGUNAAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM PENGEMBANGAN KEBUN PERCOBAAN

USE OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) ESTATE DEVELOPMENT IN TRIAL

Bambang Eka Tjahjana, Nana Heryana dan Nendyo Adhi Wibowo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087
be_tjahjana@yahoo.com

ABSTRAK

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan suatu sistem komputer untuk menangkap, mengatur, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menyajikan data yang bereferensi ke bumi. Komponen utama dalam SIG dibagi kedalam empat komponen utama, yaitu: perangkat keras, perangkat lunak, organisasi/manajemen dan pemakai. Kombinasi yang benar antara keempat komponen utama tersebut akan menentukan suatu proses pengembangan Sistem Informasi Geografi. Pengelolaan data dasar tanah dan kelas lahan berbasis (SIG) akan didapatkan distribusi spasial (keruangan) jenis dan tingkat kesuburan tanah, serta faktor-faktor pembatas yang ada sehingga dapat mempermudah perencanaan pengembangan jenis-jenis komoditas pertanian dan penggunaan lahan yang sesuai dengan potensi sumber daya lahan di kebun percobaan. Penulisan ini bertujuan untuk menyediakan konsep dasar dalam pengembangan kebun percobaan sebagai laboratorium lapang terpadu berbasis SIG sehingga menghasilkan data dasar tanah dan kelas lahan (kemampuan, kesesuaian lahan dan klasifikasi kesuburan tanah) serta menentukan kepastian letak sebaran pohon berdasarkan titik koordinat. Konsep pengembangan kebun percobaan harus mempertimbangkan aspek konservasi tanah dan air terpadu karena sangat mendukung terhadap kesuburan fisika, kimia, dan hayati tanah; kerapatan vegetasi akan menjamin kadar humus dalam tanah tinggi sehingga akan meningkatkan porositas total tanah dalam kerangka pemanfaatan lahan secara harmonis, menyeluruh (*holistic*) dan terpadu (*integrated*) serta berkelanjutan (*sustainable*) untuk berbagai peruntukan.

Kata kunci : SIG, konsep kebun percobaan, distribusi spasial

ABSTRACT

Geographic Information System (GIS) is a computer system to capture, organize, integrate, manipulate, analyze, and present data referenced to the earth. The main component in GIS is divided into four main components: hardware, software, organization / management and users. The correct combination of the four main components of a process that will determine the development of Geographic Information System. Management of basic data of soil and class of land-based GIS will get the spatial distribution (spatial) the type and level of soil fertility, as well as limiting factors that exist so as to facilitate the planning of the development of types of agricultural commodities and land use in accordance with potential land resources at the experimental. This research aims to provide the basic concepts in the development of a laboratory experiment station as an integrated field-based GIS to produce the basic data of land and land class (ability, suitability of land and classification of soil fertility) and determine the certainty of the location of the distribution of trees based on the coordinates. Concept development experimental farm land use should take into account aspects of integrated soil and water conservation because it is very supportive to the fertility of physical, chemical, and biological soil; vegetation density will ensure high levels of humus in the soil which in turn will increase the total porosity of the soil within the framework of land use in harmony, holistic and integrated and sustainable for various designation.

Keywords: GIS, experimental gardens, spatial distribution

PENDAHULUAN

Sistem Informasi Geografi (SIG) atau *Geographic Information System (GIS)* adalah suatu sistem informasi yang dirancang untuk

bekerja dengan data yang bereferensi spasial atau berkoordinat geografis atau dengan kata lain suatu SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk menangani data yang bereferensi keruangan (spasial)

bersamaan dengan seperangkat operasi kerja (Barus & Wiradisastira 2000). Menurut Anon dalam Sastrohartono (2011) SIG adalah suatu sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (georeference).

Pengembangan kebun percobaan sebagai laboratorium lapang pertanian terpadu berbasis SIG memerlukan data dasar tanah dan kelas lahan yang akan memberikan informasi penting tentang kesuburan tanah, tingkat kesesuaian lahan dan faktor pembatas pertumbuhan tanaman, sehingga dapat mempermudah perencanaan pengembangan jenis-jenis komoditas pertanian dan penggunaan lahan yang sesuai dengan potensi sumber daya lahan di kebun percobaan. Misalnya pemberian pupuk organik sebagai bahan pembenah tanah ke dalam lubang-lubang pot dilapisan padas yang tandus dapat menjadi alternatif pengelolaan lahan pada solum tanah yang tipis (Sunarminto, 2005). Perencanaan yang baik berdasarkan data dasar tanah dan kelas lahan akan sangat mendukung upaya peningkatan produksi komoditas perkebunan yang secara ekonomi menguntungkan dan berkelanjutan dan kelestarian lingkungan tetap terjaga. Selain itu kelas lahan dapat menjadi dasar pada penelitian berikutnya yang terkait dengan pengembangan kebun percobaan. Pengembangan kebun percobaan menjadi laboratorium pertanian tropika terpadu berdasarkan konsep "*Agro eco-tourism*" dan "*Integrated Bio-cicle Farming System*" dapat meliputi: Agro Produksi dan Lingkungan, Agribisnis, Agro-Teknologi, Agro-Industri, Agro-Wisata.

Tulisan ini secara khusus bertujuan untuk menyediakan konsep dasar dalam pengembangan kebun percobaan sebagai laboratorium lapang terpadu berbasis SIG sehingga menghasilkan data dasar tanah dan kelas lahan (kemampuan, kesesuaian lahan dan klasifikasi kesuburan tanah). Data dasar tanah dan kelas lahan diperoleh dengan melakukan beberapa kegiatan yaitu :

- 1). Survei tanah dengan skala,
- 2). Analisis dan interpretasi data iklim wilayah kebun percobaan.

- 3). Pengamatan profil tanah,
- 4). Analisis beberapa sifat kimia dan fisika tanah,
- 5). Interpretasi data tanah dan lahan,
- 6). Penyusunan kelas kemampuan dan kesesuaian lahan, klasifikasi kesuburan tanah.
- 7). Digitasi dan pemetaan data tanah dan lahan dalam SIG.

Konsep Pengembangan Kebun Percobaan

Pemanfaatan lahan harus mempertimbangkan aspek konservasi tanah dan air terpadu karena tindakan ini sangat mendukung terhadap kesuburan fisika, kimia, dan hayati tanah; kerapatan vegetasi akan menjamin kadar humus dalam tanah tinggi sehingga akan meningkatkan porositas total tanah (Sunarminto, 2003). Pemanfaatan lahan secara harmonis, menyeluruh (*holistic*) dan terpadu (*integrated*) serta berkelanjutan (*sustainable*) untuk berbagai peruntukan, yaitu:

1. Produksi biomassa (sektor pertanian),
2. Lingkungan hidup
3. Habitat biologi dan konservasi gen.
4. Ruang infrastuktur,
5. Sumber daya alam, dan
6. Estetika dan budaya.

Analisis Evaluasi Kemampuan Lahan

Evaluasi lahan memerlukan sifat-sifat fisik lingkungan suatu wilayah yang dirinci ke dalam kualitas lahan (terdiri atas satu atau lebih karakteristik lahan). Beberapa karakteristik lahan umumnya mempunyai hubungan satu sama lain didalam pengertian kualitas lahan dan akan berpengaruh terhadap jenis penggunaan atau pertumbuhan tanaman dan komoditas lainnya yang berbasis lahan misalnya: peternakan, perikanan, dan kehutanan (Djaenudin et al, 2003). Hasil evaluasi lahan digambarkan dalam bentuk peta sebagai dasar untuk perencanaan tata guna lahan yang rasional, sehingga tanah dapat digunakan secara optimal dan lestari (Hardjowigeno & Widiatmaka, 2007). Hasil evaluasi lahan juga akan memberikan informasi atau arahan penggunaan lahan yang diperlukan, dan akhirnya nilai harapan produksi yang akan diperoleh (Djaenudin et al, 2003).

Sistem evaluasi lahan yang sering dilakukan untuk perencanaan penggunaan lahan secara berkelanjutan meliputi klasifikasi kemampuan lahan, klasifikasi kesesuaian lahan dan klasifikasi kesuburan tanah.

Klasifikasi kemampuan (kapabilitas) lahan merupakan klasifikasi potensi lahan untuk penggunaan berbagai sistem pertanian secara umum tanpa menjelaskan peruntukkan untuk jenis tanaman tertentu maupun tindakan-tindakan pengelolaannya (Sutanto, 2005). Tujuannya adalah untuk mengelompokkan lahan yang dapat diusahakan bagi pertanian berdasarkan potensi dan pembatasnya agar dapat berproduksi secara berkesinambungan. Pada sistem klasifikasi ini lahan dikelompokkan tiga kategori, yaitu kelas, subkelas, dan satuan (unit) kemampuan atau pengelolaan (Rayes, 2007).

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu, yang merupakan salah satu komponen penting dalam kajian penilaian agroekologi (Silva & Blanco, 2003). Pemahaman kesesuaian lahan merupakan hal yang sangat penting untuk kepentingan ilmiah maupun penentuan kebijakan (Heumann *et al.*, 2011). Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan dari sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu yang lebih spesifik dari kemampuan lahan. Perbedaan dalam tingkat kesesuaian ditentukan oleh hubungan antara keuntungan dan masukan yang diperlukan sehubungan dengan penggunaan lahan tersebut, termasuk perubahan sebaran geografi tanaman karena pengaruh perubahan iklim (Hood *et al.*, 2006). Jenis tanah dan iklim merupakan faktor penting yang mempengaruhi produktifitas tanaman, kesesuaian teknologi yang akan diterapkan dalam usaha budidaya misalnya pemupukan, irigasi, perkiraan iklim untuk penyusunan pola tanam (Jarvis *et al.*, 2008). Manfaat evaluasi kesesuaian lahan adalah memberikan pengertian tentang hubungan-hubungan antara kondisi lahan dan penggunaannya, serta memberikan kepada perencana berbagai perbandingan dan alternatif pilihan penggunaan yang dapat diharapkan berhasil.

Klasifikasi kesuburan tanah adalah sistem klasifikasi yang mengelompokkan tanah berdasarkan pada kendala kesuburan tujuannya untuk mendapatkan cara-cara pengelolaan kesuburan tanah yang tepat pada setiap tanah yang memiliki kesuburan berbeda, sebagai alat untuk menginterpretasi hasil laporan survei tanah agar dapat dimanfaatkan untuk keperluan penilaian status kesuburan dan cara pengelolaannya. Kemampuan lahan merupakan pencerminan kapasitas fisik lingkungan yang dicerminkan oleh keadaan topografi, tanah, hidrologi, dan iklim, serta dinamika yang terjadi khususnya erosi, banjir dan lainnya. Kombinasi karakter sifat fisik statis dan dinamik dipakai untuk menentukan kelas kemampuan lahan, yang dibagi menjadi 8 kelas. Kelas I mempunyai pilihan penggunaan yang banyak karena dapat diperuntukkan untuk berbagai penggunaan, mulai budidaya intensif hingga tidak intensif, sedangkan kelas VIII, pilihan peruntukannya sangat terbatas, yang dalam hal ini cenderung diperuntukkan untuk kawasan lindung atau sejenisnya (Rustiadi *et al.*, 2010).

Teknologi Sistem Informasi Geografi dalam Pemetaan Lahan

Sistem Informasi Geografi (SIG) merupakan suatu sistem komputer untuk menangkap, mengatur, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menyajikan data yang bereferensi ke bumi (Barus, 2005). Menurut Barus & Wiradisatra (2000) SIG adalah suatu sistem basis data dengan kemampuan khusus untuk data yang bereferensi spasial bersamaan dengan seperangkat operasi kerja. Komponen utama SIG dibagi empat yaitu: perangkat keras, perangkat lunak, organisasi/manajemen dan pemakai. Kombinasi yang benar antara keempat komponen utama tersebut akan menentukan suatu proses pengembangan SIG.

Menurut Buchori (2010), SIG seringkali didefinisikan sebagai sistem komputer yang dapat dipergunakan untuk mengelola data keruangan, baik berupa gambar/peta ataupun tabel, sekaligus memahami keterkaitan di antara

keduanya. SIG dikenal memiliki berbagai kemampuan terkait dengan pengelolaan basis data, analisis keruangan, dan penampilan hasil-hasil analisis keruangan. Dengan sistem ini, berbagai analisis keruangan berbasis peta (*map analysis*) dan tabel (*tabular analysis*) dapat dilakukan dengan cepat, mudah, dan akurat. Sistem ini juga mampu mengintegrasikan kedua format data tersebut sehingga mempermudah para pengambil keputusan/pelaku pembangunan untuk mengambil keputusan/kebijakan yang berdimensi keruangan (*spatial*). Sehingga untuk dapat melakukan perekaman basis data diperlukan bahan berupa data sekunder, peta-peta dasar, atau citra satelit. Sedangkan peralatan yang diperlukan berupa peralatan survey lapangan dan pengambilan contoh tanah, alat untuk analisis laboratorium, seperangkat komputer untuk olah data SIG dan data statistik, serta alat pengukuran uji lapangan.

Tahapan kegiatan dalam pengelolaan dan pengembangan kebun percobaan berbasis SIG antara lain seperti terlihat pada gambar 1, yaitu :

1. Penyiapan Peta Dasar dan Data Sekunder

- Menyediakan dan mengkaji beberapa peta dasar dan data sekunder yang mendukung kegiatan penelitian
- Peta Dasar : Peta Administrasi, Peta Rupabumi dan Peta Geologi
- Data Sekunder : kabupaten/kecamatan dalam angka dan data iklim

2. Tumpangtusun (*overlay*) dan Digitasi Peta

- Menyiapan Peta Citra Satelit tahun 2014
- Melakukan tumpangtusun (*overlay*) 3 peta tersebut
- Melakukan digitasi dan interpretasi peta untuk menghasilkan Peta Operasional sebagai panduan dalam melakukan survei lapangan.

3. Survei Lapangan dan Pengambilan Contoh Tanah

- Menyiapkan alat pengukuran uji lapangan, seperti: GPS (*Global Positioning System*), meteran, skop, plastik sampel, spidol permanent, label, dll.
- Melakukan deskripsi profil tanah pada lokasi satuan petak tanah terpilih
- Melakukan deskripsi bentanglahan, seperti: penggunaan lahan, kerusakan lahan, vegetasi, dll.
- Melakukan pengambilan sampel tanah.

4. Tabulasi Data

- Melakukan tabulasi data deskripsi profil tanah dan bentanglahan
- Melakukan tabulasi data hasil wawancara.

5. Analisis Laboratorium

Parameter yang dianalisis pada contoh tanah adalah:

- Tekstur, dengan metode pipet
- Kapasitas Pertukaran Kation (cmol), diukur dengan NH_4OAc , pH 7,0
- Kejenuhan Basa (%), dengan NaCl 10%
- pH H_2O , diukur dengan menggunakan alat pH meter
- C-organik (%), dengan metode Kurmies
- Salinitas / DHL (dS/m)
- Alkalinitas / ESP (%), yang dihitung berdasarkan nilai Na^+ , Ca^{++} dan Mg^{++} dengan NH_4OAc , pH 7,0

6. Analisa Data

Melakukan analisis data sebagai berikut :

- Analisis data statistik dan SIG

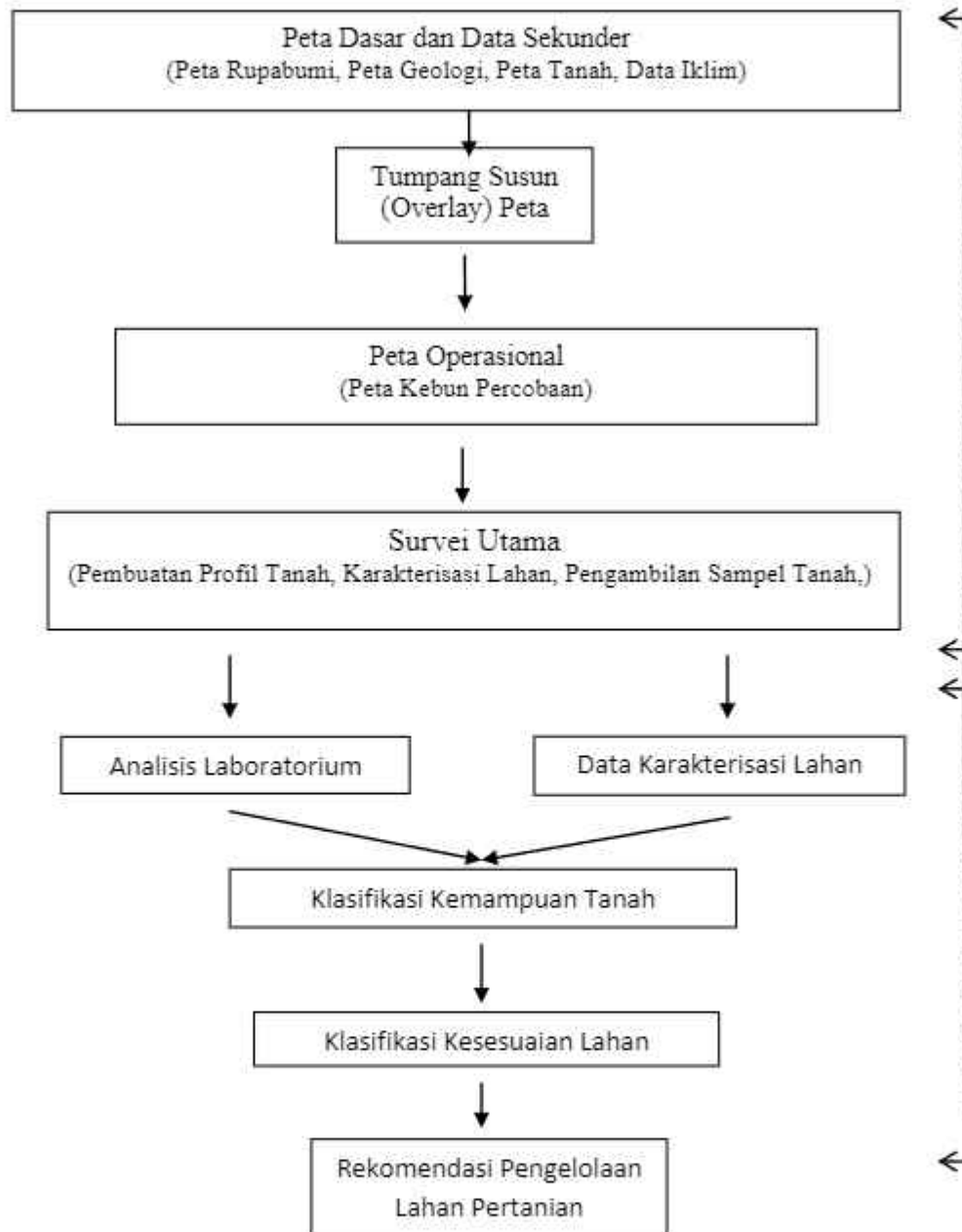
7. Analisis Evaluasi

Kesesuaian lahan berdasarkan kriteria kesesuaian tanah dan iklim tanaman pertanian dan petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian

8. Evaluasi Tindak Lanjut

Evaluasi tindak lanjut dilakukan dengan mempertimbangkan hasil dari:

- Klasifikasi kemampuan lahan
- Evaluasi kesesuaian lahan



Gambar 1. Bagan alir kegiatan pengelolaan lahan berbasis SIG

SIG mempunyai kemampuan dalam menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu di bumi, menggabungkannya, menganalisa dan akhirnya memetakan hasilnya. Data dari kebun percobaan akan diolah pada SIG dalam data spasial, yaitu sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu sebagai

dasar referensinya. Sehingga aplikasi SIG dapat menjawab beberapa pertanyaan seperti lokasi, kondisi, tren, pola dan pemodelan.

Komponen umum

SIG bekerja berdasarkan integrasi 4 komponen, yaitu : hardware, software, sumber daya manusia, dan data (Gambar 2).



Gambar 2. Komponen SIG
Sumber : Bappeda Povinsi NTB

Sumber Data Spasial

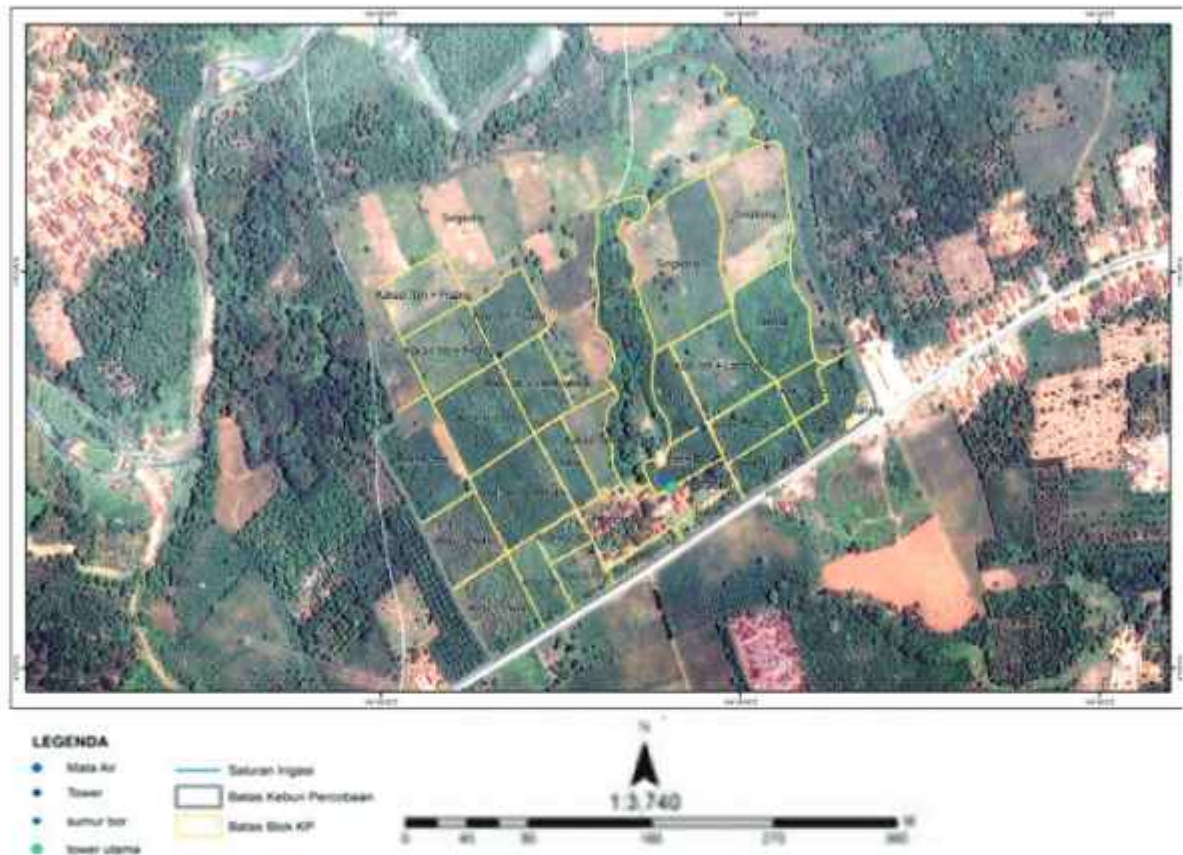
Beberapa sumber data spasial antara lain :

1. Peta Analog

Peta analog dapat berupa peta topografi, peta tanah dan sebagainya, yaitu peta dalam bentuk cetak. Peta analog dibuat dengan teknik kartografi yang memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya. Contoh penggunaan peta analog

(SIG) seperti pada Kebun Percobaan Cahaya Negeri (Gambar

3) yang secara geografis terletak pada $04^{\circ} 52,014'$ lintang selatan dan $104^{\circ} 39,769'$ Bujur Timur, dengan ketinggian 230 m diatas permukaan laut. Jenis tanah latosol dan podsolik merah kuning, tingkat keasaman tanah (pH) 5-6. Tipe iklim C2 menurut Oldeman, dengan curah hujan 2000 – 3000 mm per tahun.



Gambar 3. Contoh pemetaan Kebun Percobaan Cahaya Negeri

2. Data Sistem Penginderaan Jauh

Data sistem penginderaan jauh dapat berupa citra satelit dan foto udara. Data penginderaan jauh ini dapat dikatakan sumber data terpenting bagi SIG karena ketersediaannya secara berkala. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, maka

sumber data ini dapat menerima berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian termasuk dalam pemetaan kebun percobaan. Contoh penggunaan data sistem penginderaan jauh hasil citra satelit dapat diperlihatkan pada penetapan sebaran pohon Kermino I di Kabupaten Garut (Gambar 4).



Gambar 4. Contoh penggunaan penginderaan jauh dengan citra satelit dalam penetapan sebaran pohon

3. Data Hasil Pengukuran Lapangan.

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut, seperti batas administrasi, batas kepemilikan lahan, batas persil, batas hak

pengusahaan. Data pengukuran lapang dapat mempergunakan teknologi GPS kompas, dan theodolite (Gambar 5) yang memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi SIG.



Gambar 5. Alat-alat pengukuran lapangan
Sumber : Bappeda Povinsi NTB

PENUTUP

Pengelolaan data dasar tanah dan kelas lahan berbasis sistem informasi geografi (SIG) akan didapatkan distribusi spasial (keruangan) jenis dan tingkat kesuburan tanah, serta faktor-faktor pembatas yang ada sehingga dapat mempermudah perencanaan pengembangan jenis-jenis komoditas pertanian dan penggunaan lahan yang sesuai dengan potensi sumber daya lahan di kebun percobaan. Pengembangan kebun percobaan sebagai laboratorium lapang memerlukan data dasar tanah dan kelas lahan yang telah terbagi menjadi peta blok sesuai dengan tingkat kesesuaian lahan dan faktor pembatas pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, B. & Wiradisastra, U.S. 2000. Sistem Informasi Geografi. Laboratorium Penginderaan Jauh dan Kartografi. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Barus, B. 2005. Kamus SIG (Sistem Informasi Geografis). SOTIS (Studio Teknologi Informasi Spasial). Bogor.
- Buchori, I. 2010. Penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Perencanaan Tata Ruang. Buletin Tata Ruang: Ruang Untuk Ekonomi Masyarakat. Badan Koordinasi Penataan Ruang Nasional. Jakarta Halaman: 20-25.
- Beek, K.J. 1978. Land Evaluation For Agricultural Development. Publication No. 23. International Institut of Land Reclamation and Improvement (ILRI) Wageningen.
- Djaenudin, D., Hidayat, A., & Suhardjo, H. (2003). *Petunjuk teknis evaluasi lahan untuk komoditas pertanian*. Balai Penelitian Tanah, Puslitbangtanak [ie Puslitbangtanah], Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- FAO. 1976. A Framwork for Land Evaluation. FAO Soil Bulletin No. 32. Rome.
- FAO. 1990. Land Evaluation for Farming System Analysis for Land Use Planning. FAO Guidelines. Working Group Buletin July 1990.
- Hardjowigeno, S dan Widiatmaka. 2007. Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Tanah. Jurusan Tanah. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Heumann, B.W., S. J. Walsh, P.M. & McDaniel. 2011. Assessing the application of a geographic presence-only model for land suitability mapping. *Ecological Informatics* 6: 257-269 p.
- Hood, A.C., B. Hossain, & K. Sheffield. 2006. Options for Victorian agriculture in a "new" climate: pilot study linking climate change and land suitability modelling. *Environ. Model. Softw.* 21. 1280-1289.
- Jarvis, A., Lane, A. & Hijmans, R.J. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. *Agr. Ecosyst. Environ.* 126. 13-23.
- Rayes, L. 2007. Metode Inventarisasi Sumber Daya Lahan. Penerbit Andi Yogyakarta. Yogyakarta.
- Rustiadi, E., Barus, B., Prastowo, & Iman, L.S. 2010. Kajian Daya Dukung Lingkungan Hidup Provinsi Aceh. Crestpent Press. Jakarta.
- Sastrohartono, H. (2011). Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Perkebunan Dengan Aplikasi Extensi Artifical Neural Network (ANN. avx) Dalam ArcView GIS. *Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Stiper: Yogyakarta*.
- Silva, C.A., L. & Blanco. 2003. Delineation of suitable areas for crops using a multi-criteria evaluation approach and land use/cover mapping: a case study in Central Mexico. *Agr. Syst.* 77. 117-136.
- Sunarminto, B.H. 2005. Pemanfaatan pupuk organik (punik) untuk memperbaiki kesuburan kimia dan fisik Tropopsamment Kec. Tempel pada tanaman semangka, cabai dan mentimun.

- Laporan Penelitian no 8. F. Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Sunarminto, B.H. 2000: Manfaat seresah dan biomas dalam mendukung ketersediaan hara tanah pada hutan tanaman Acacia mangium. Prosiding Seminar Nasional Status Silvikultur 1999. 303-306 h.
- Sunarminto, B.H. 2003: Konservasi air tanah dan lingkungan secara terpadu di Kecamatan Cangkringan. Kabupaten Sleman. Laporan Research Grant KKN Tematik. DUE-like Batch IV UGM.
- Sutanto. 2005. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Konsep dan Kenyataan. Kanisius. Yogyakarta.

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

1. Naskah merupakan karya tulis tinjauan hasil penelitian dan pengembangan, hasil antara penelitian tanaman industri dan penyegar yang belum pernah diterbitkan.
2. Ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dan diketik pada kertas HVS ukuran A4 dengan jarak 1,5 spasi, tidak kurang dari 25 halaman, dalam format MS Word, font Times New Roman dengan ukuran 12.
3. Judul ringkas, padat, jelas, menggambarkan isi dan substansi tulisan serta tidak lebih dari 15 kata.
4. Nama penulis ditulis tanpa gelar
5. Abstrak dan kata kunci ditulis dalam Bahasa Indonesia, sedangkan Abstract dan keywords dalam Bahasa Inggris.
6. Struktur naskah terdiri dari Pendahuluan, Isi dan Penutup. Apabila merupakan hasil antara penelitian struktur naskah dapat terdiri dari Pendahuluan, Bahan dan Metode, Hasil dan Pembahasan, dan Kesimpulan.
7. Ucapan terima kasih bila dipandang perlu dapat dikemukakan diakhir naskah.
8. Daftar Pustaka memuat nama pengarang yang disusun secara alfabetis, tahun terbit, judul dan penerbit.
9. Naskah dikirimkan satu rangkap beserta Surat Pengantar dari institusi masing-masing dan menyertakan naskah elektronik yang ditujukan ke alamat redaksi Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar.
10. Naskah dikirim kepada Unit Publikasi Balittri sebanyak satu eksemplar disertai file elektronik atau melalui E-mail :upublikasi@gmail.com

ISSN 2337-3946



9 772337 394602