

ISBN. 978-602-7579-11-8

Bunga Rampai

**INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN KOPI
UNTUK PERKEBUNAN RAKYAT**



Unit Penerbitan dan Publikasi

Balittri 2012

Bunga Rampai

INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN KOPI UNTUK PERKEBUNAN RAKYAT

Dewan Redaksi

Dr. Ir. Rubiyo, M.Si (Agronomi)

Dr. Syafaruddin (Bioteknologi)

Dr. Budi Martono, M.Si (Pemuliaan)

Dr. Rita Harni, M.Si (Fitopatologi)

Ir. Usman Daras, M.Agr. Sc (Ekofisiologi)

Ir. Edi Wardiana, M.Si (Statistika/ Metodologi)

Redaksi Pelaksana

Widi Amaria, SP, MP

Arifa Nofrialdi Chan

©Hak cipta dilindungi undang-undang, dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik termasuk fotocopy rekaman dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN. 978-602-7579-11-8

Unit Penerbitan dan Publikasi

Balitri 2012

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357

E-mail : upublikasi@gmail.com

Desain Sampul : Dermawan Pamungkas

ISBN. 978-602-7579-11-8

Bunga Rampai

INOVASI TEKNOLOGI TANAMAN KOPI
UNTUK PERKEBUNAN RAKYAT

Unit Penerbitan dan Publikasi

Balitri

2012

KATA PENGANTAR

Inovasi teknologi komoditas kopi sudah banyak dihasilkan mengingat penelitian kopi di Indonesia sudah dilakukan sejak lama. Namun, hasil penelitian tersebut masih tersebar di berbagai terbitan sehingga dipandang perlu untuk merangkumnya dalam sebuah buku. Hal tersebut mendorong Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar untuk mengumpulkan berbagai hasil penelitian tersebut dalam berbagai makalah yang dirangkai menjadi sebuah bunga rampai.

Buku ini merupakan kumpulan hasil-hasil penelitian tanaman kopi, mulai dari aspek pemuliaan, budidaya, hama dan penyakit serta sosial ekonomi sehingga diharapkan dapat memberikan informasi yang komprehensif kepada pembaca. Buku ini diharapkan dapat bermanfaat bagi seluruh pemangku kepentingan terutama peneliti, akademisi, mahasiswa, pengambil kebijakan, petani maupun pemerhati tanaman kopi.

Kami menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan buku ini. Kami juga mengharapkan saran dan masukan dari pembaca untuk perbaikan buku ini.

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Kepala,

Dr. Ir. Rubiyo, M.Si

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
KONSEP DAN STRATEGI KEBIJAKAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN KOPI DI INDONESIA	1
<i>Direktorat Tanaman Rempah dan Penyegar, Direktorat Jenderal Perkebunan</i>	
PLASMA NUTFAH KOPI	5
<i>Budi Martono, Rudi T. Setiyono, dan M. Laba Udarno T. S.</i>	
MODIFIKASI TEKNIK ISOLASI DNA PADA TANAMAN KOPI DAN APLIKASINYA BERBASIS Polymerase Chain Reaction (PCR).....	13
<i>Syafaruddin</i>	
STATUS TEKNOLOGI PENINGKATAN PRODUKSI DAN MUTU HASIL PERKEBUNAN KOPI RAKYAT.....	21
<i>Rubiyo</i>	
PERSILANGAN ALAMI KOPI.....	31
<i>Enny Randriani dan Dani</i>	
PENGEMBANGAN KONSEP INTERAKSI GENOTIPE DENGAN LINGKUNGAN (GxE) UNTUK MENDUKUNG RANTAI NILAI KOPI BERKELANJUTAN.....	35
<i>Edi Wardiana</i>	
KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN KOPI	47
<i>Handi Supriadi, Rusli dan Nana Heryana</i>	
PENYIAPAN LAHAN UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KOPI.....	57
<i>Maman Herman dan Bambang Eka Tjahjana</i>	
PENYIAPAN DAN PERBANYAKAN BAHAN TANAM KOPI.....	73
<i>Saefudin</i>	
PEMUPUKAN TANAMAN KOPI.....	81
<i>Usman Daras, Sakiroh dan Nana Heryana</i>	
PEMANGKASAN TANAMAN KOPI DAN PEMELIHARAAN POHON PENAUANG.....	87
<i>Usman Daras dan Ting Sobari</i>	
POLATANAM CAMPURAN TANAMAN KOPI	99
<i>Diby Pranowo dan Yulius Ferry</i>	
STRATEGI PENGENDALIAN NEMATODA PARASIT PADA TANAMAN KOPI DI INDONESIA	107
<i>Rita Harni</i>	
PENYAKIT KARAT DAUN PADA TANAMAN KOPI DAN PENGENDALIANNYA	115
<i>Widi Amaria dan Rita Harni</i>	
HAMA PENGGEREK KOPI DAN PENGENDALIANNYA.....	121
<i>Samsudin dan Funny Soesanthy</i>	
OPTIMALISASI LAHAN USAHATANI TANAMAN KOPI PERKEBUNAN RAKYAT MELALUI INTEGRASI TANAMAN KOPI DENGAN TERNAK.....	131
<i>Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati dan Abdul Muis Hasibuan</i>	
ANALISIS PEMASARAN DAN RANTAI NILAI KOPI DI INDONESIA.....	139
<i>Dewi Listyati dan Abdul Muis Hasibuan</i>	
POTENSI KOPI EXCELSA DI KEPULAUAN MERANTI.....	151
<i>Budi Martono, Rudi T. Setiyono, dan M. Laba Udarno T. S.</i>	
PERANAN PENGOLAHAN TERHADAP PEMBENTUKAN CITARASA KOPI.....	157
<i>Juniaty Towaha, Eko Heri Purwanto dan Asif Aunillah</i>	
INOVASI TEKNOLOGI UNTUK USAHATANI KOPI BERKELANJUTAN	169
<i>Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar</i>	

KONSEP DAN STRATEGI KEBIJAKAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN KOPI DI INDONESIA

Direktorat Tanaman Rempah dan Penyegar
Direktorat Jenderal Perkebunan

PENDAHULUAN

Kebijakan pengembangan kopi nasional dilatarbelakangi bahwa perkebunan kopi didominasi oleh perkebunan rakyat dan merupakan salah satu komoditas penting Indonesia sebagai penghasil devisa negara sehingga komoditas ini perlu dikembangkan lebih lanjut untuk meningkatkan produksi dan mutu kopi. Saat ini Indonesia menjadi produsen utama kopi ketiga setelah Brasil dan Vietnam. Luas tanaman kopi di Indonesia 1.233.698 ha (tahun 2011) dengan produksi 638.647 ton dan sekitar 96% diusahakan oleh rakyat dan memberikan kontribusi lapangan kerja bagi sekitar 1,88 juta kepala keluarga (KK), produktivitas rata-rata tanaman kopi 672 kg/ha/tahun atau baru mencapai 60% potensi produktivitasnya.

Kopi Indonesia tergolong dalam dua jenis kopi yaitu kopi Arabika dan kopi Robusta. Keunggulan kopi Arabika adalah mempunyai cita rasa yang bersifat khas sehingga pasarnya pun khusus, sedangkan kopi Robusta merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai strategis dalam rangka pemberdayaan ekonomi rakyat. Prospek komoditi kopi Indonesia sangat besar karena didukung adanya ketersediaan lahan, pengembangan Keadaan geografis dan iklim Indonesia menjadi keunggulan untuk

menghasilkan kopi yang mempunyai cita rasa dan aroma yang digemari masyarakat dunia.

Sebagian besar produk kopi baru diolah dalam bentuk biji kopi kering sedangkan pengolahan produk hilirnya belum dilakukan secara intensif sehingga peluang untuk memperoleh nilai tambah (*added value*) serta penciptaan lapangan pekerjaan di pedesaan menjadi kurang optimal.

FAKTA DAN KONDISI SAAT INI

Berdasarkan fakta Tabel 1 menunjukkan bahwa: (1) Untuk luas areal kopi nasional pada lima tahun terakhir menunjukkan penurunan khususnya tahun 2008-2010, selanjutnya tahun 2011 dan 2012 meningkat kembali walaupun pertumbuhannya kecil. Pertumbuhan luas areal kopi per tahun rata-rata -0,95%, (2) produksi nasional pada lima tahun terakhir berfluktuasi dan menunjukkan penurunan pada tahun 2009 dan tahun 2011. Penurunan produksi rata-rata pertahun sekitar 0,50%. 3) khusus untuk kopi Robusta luas areal pada lima tahun terakhir menunjukkan penurunan setiap tahunnya (tahun 2007 luas areal 1.058.477 ha dan pada tahun 2012 turun menjadi 940.400 ha).

Tabel 1. Luas areal, produksi dan produktivitas kopi Robusta dan Arabika tahun 2007- 2012

No	Keterangan	2007	2008	2009	2010	2011	2012 ¹⁾	+/- (%)
A	AREAL (ha)	1.295.912	1.295.111	1.266.235	1.210.365	1.233.698	1.233.982	-0.95
1	Kopi Robusta	1.058.477	1.009.214	984.838	958.782	940.184	940.400	-2.32
2	Kopi Arabika	237.435	285.897	281.397	251.583	293.514	293.582	4.98
B	PRODUKSI (ton)	676.476	698.016	682.591	686.921	638.647	657.138	-0.50
1	Kopi Robusta	549.085	550.920	534.961	540.280	489.809	503.990	-1.60
2	Kopi Arabika	127.391	147.096	147.630	146.641	148.838	153.148	3.91
C	PRODUKTIVITAS (kg/ha)							
1	Kopi Robusta	681	716	724	766	724	771	2,61
2	Kopi Arabika	782	783	773	925	925	920	3,59

Rata-rata penurunan areal per tahun sekitar 2,32%. Sedangkan pada kopi Arabika, luas areal pada lima tahun terakhir menunjukkan peningkatan kecuali pada tahun 2009 dan 2012 terjadi penurunan. Rata-rata pertumbuhan areal kopi Arabika pertahun sekitar 4,98%.

Produktivitas kopi nasional masih rendah salah satunya disebabkan serangan hama utama kopi yaitu penggerek buah kopi (PBKo) yang sebagian besar menyerang kopi Robusta. Luas serangan PBKo pada tahun 2012 mencapai 54.250 ha yang terdiri dari luas serangan ringan 34.110 ha (62,87%) dan serangan berat 20.140 ha (37,13%) Luas serangan hama PBKo terbesar di Sulawesi Selatan seluas 8.945 ha dari luas areal 45.838 ha, sedangkan luas serangan terkecil pada provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yaitu 0,5 ha dari luas areal kopi 1.281 ha.

Kopi Arabika

Luas tanaman yang tua dan rusak tidak produktif yang perlu diremajakan sekitar 33.611 ha atau 11,45% dari luas areal kopi Arabika, sedangkan tanaman yang kurang produktif yang perlu direhabilitasi seluas 39.000 ha atau 20% dari areal tanaman yang menghasilkan atau 13,30 dari total areal kopi Arabika. Perluasan kopi Arabika dilaksanakan pada daerah yang memenuhi syarat teknis pada ketinggian > 1.000 m dpl. Disamping itu perluasan kopi Arabika dapat pula pada areal tanaman kopi Robusta apabila secara teknis layak dilaksanakan dan tanaman sudah tidak produktif lagi. Kopi specialty merupakan kopi yang terbaik citarasanya dan mempunyai citarasa yang khas karena pasarnya khusus. Kopi specialty pasarnya jelas dan lebih mudah dijual serta harganya relatif mahal. Jenis kopi ini antara lain adalah: Mandailing dan Lintong Coffee (Sumatera Utara); Gayo Mountain Coffee (Aceh); Java Arabika Coffee (Jawa Timur); Java Ijen Raung (Jawa Timur); Bali-Kintamani Coffee (Bali); Toraja Kalosi Coffee (Sulawesi Selatan); Flores-Bajawa Coffee (NTT); Baliem Coffee (Papua) dan Luwak Coffee (Jawa).

Kopi Robusta

Luas kopi Robusta pada tahun 2011 mencapai 940.184 ha atau 76,20% dari luas kopi nasional. Luas tanaman kopi Robusta yang perlu diremajakan sekitar 99.016 ha atau 9,5% dari luas kopi Robusta nasional. Sedangkan luas tanaman kopi yang kurang produktif dan perlu direhabilitasi seluas 143.000 ha atau 20% dari luas areal tanaman menghasilkan kopi Robusta atau 11,6% dari

luas kopi nasional. Kebijakan untuk kopi Robusta adalah peremajaan, rehabilitasi, intensifikasi dan perluasan pada daerah yang secara teknis layak untuk pengembangan kopi Robusta.

Kopi Liberoid

Kopi jenis Liberoid (Liberika, Excelsa, Klanji, Aruwinsensis, dan lain-lain) khususnya kopi Excelsa di kabupaten Tanjung Barat, Jambi pada tahun 2012 telah dilakukan kegiatan peremajaan dan intensifikasi. Saat ini pengembangan kopi Excelsa masih dalam penelitian oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia untuk selanjutnya varietas kopi ini akan diusulkan pelepasannya pada sidang pelepasan varietas, yang jika dinyatakan lulus, maka akan dikeluarkan SK oleh Menteri Pertanian.

PERMASALAHAN

Permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan kopi antara lain adalah karena tanaman ini 96% diusahakan oleh rakyat, maka teknik budidayanya belum sesuai dengan anjuran/*good agriculture practice (GAP)*; produktivitas tanaman rendah karena menggunakan bibit asalan; lemahnya kelembagaan petani; *value added* yang diterima petani rendah karena sebagian yang diekspor dalam bentuk biji kopi, serta terbatasnya modal. Rendahnya penguasaan teknologi pasca panen sehingga mutu kopi rendah. Tingkat konsumsi kopi perkapita dalam negeri masih rendah (0,89%) bila dibandingkan Brasil dan Columbia yang konsumsinya rata-rata perkapita 3-4 kg/kapita/tahun. *Specialty coffee* belum dikelola secara optimal serta terbatasnya akses permodalan. Meskipun demikian harapan pengembangan komoditas ini cukup besar karena sistem budidaya kopi akan disesuaikan dengan GAP, upaya meningkatkan *bargaining position* kopi Indonesia di pasar internasional, peningkatan daya saing kopi Indonesia melalui upaya sertifikasi kebun kopi berkelanjutan.

KEBIJAKAN PENGEMBANGAN KOPI

Indonesia mempunyai keunggulan terhadap beberapa aspek tersebut di atas yang didukung adanya *trend* peningkatan konsumsi kopi dunia maka disusunlah kebijakan umum pengembangan kopi. Kebijakan umum tersebut adalah mensinergikan seluruh

potensi sumber daya tanaman kopi dalam rangka peningkatan daya saing usaha, nilai tambah, produktivitas dan mutu produk, melalui partisipasi aktif para pemangku kepentingan dan penerapan struktur organisasi yang sesuai dengan kebutuhan berlandaskan pada ilmu pengetahuan dan teknologi serta didukung tata kelola pemerintah yang baik. Kebijakan umum ini didukung dengan kebijakan teknis yaitu pengembangan kopi, peningkatan SDM, pengembangan kemitraan dan kelembagaan, peningkatan investasi usaha serta pengembangan sistem informasi manajemen. Kebijakan tersebut di atas dijabarkan dalam program dan strategi pengembangan kopi. Programnya adalah peningkatan produksi, produktivitas dan mutu tanaman kopi berkelanjutan. Strategi pengembangan kopi melalui revitalisasi lahan, perbenihan, infrastruktur dan sarana, SDM, pembiayaan petani, kelembagaan petani dan teknologi industri hilir. Implementasi program dan strategi tersebut adalah untuk kopi Robusta perbaikan produktivitas tanaman melalui kegiatan intensifikasi sedangkan untuk

Arabika dilakukan perluasan tanaman (Gambar 1).

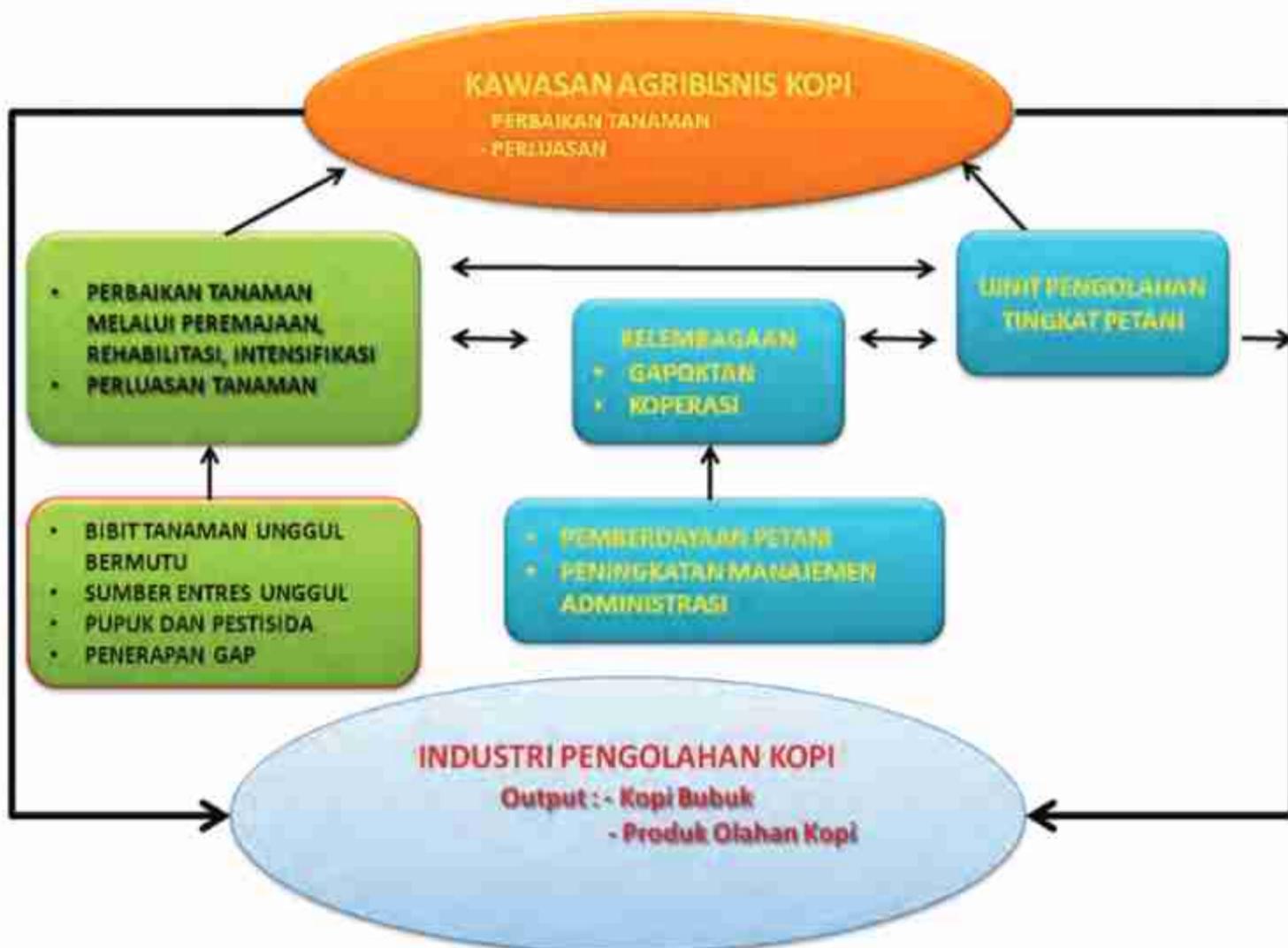
Tuntutan Pengembangan Kopi Saat Ini

Tuntutan pengembangan kopi saat ini didasarkan pada tuntutan pangsa pasar yang saat ini lebih kritis, khususnya terhadap produk yang dihasilkan wajib mengikuti kaidah pelestarian lingkungan serta lebih berkiblat pada kesehatan konsumen kopi (Gambar 2).

Desain Pengembangan Kawasan Agribisnis Kopi

Pengembangan agribisnis kopi di masa depan diarahkan pada pengembangan kopi berbasis kawasan yang pada intinya desainnya mengacu pada pengembangan cluster. Bahan baku yang ada di kawasan tersebut tersedia untuk mendukung hilirisasi pengembangan kopi.

Dimasa datang berdasarkan tuntutan pasar terutama pasar internasional maka perlu dibuat standar/kriteria kopi berkelanjutan Indonesia dalam suatu standar nasional.



Gambar 1. Desain pengembangan kawasan agribisnis kopi



Gambar 2. Skema tuntutan pengembangan kopi saat ini

PLASMA NUTFAH KOPI

GERMPLASM OF COFFEE

Budi Martono, Rudi T. Setiyono, dan M. Laba Udarno T.S.

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
budimartono@hotmail.com

ABSTRAK

Keragaman genetik plasma nutfah kopi diperlukan sebagai bahan dasar dalam program pemuliaan untuk menghasilkan varietas unggul dengan sifat-sifat yang diinginkan di antaranya potensi hasil tinggi, kualitas baik, dan tahan terhadap hama dan penyakit. Sumber-sumber gen untuk sifat-sifat tersebut perlu diidentifikasi dan ditemukan pada koleksi plasma nutfah melalui kegiatan karakterisasi dan evaluasi. Pengelolaan plasma nutfah kopi meliputi kegiatan koleksi, eksplorasi, konservasi, karakterisasi, evaluasi, dokumentasi, sampai dengan pemanfaatannya. Kinerja pemanfaatan plasma nutfah dalam mendukung pengembangan bahan tanaman dan perkebunan kopi di Indonesia cukup signifikan. Hal tersebut tercermin dari beberapa aspek seperti peningkatan produksi, produktivitas dan mutu serta ketersediaan varietas yang cukup dan diminati oleh petani. Saat ini, terdapat banyak varietas kopi Arabika dan Robusta yang sudah dilepas yang dirakit dari plasma nutfah terpilih yang di dalam deskripsinya menawarkan pilihan yang sesuai dengan kebutuhan petani. Balittri yang diberi mandat untuk melakukan penelitian kopi, telah melakukan kegiatan plasma nutfah kopi mulai tahun 2012. Dari kegiatan tersebut telah berhasil dikumpulkan sebanyak 550 nomor aksesori yang terdiri dari 490 aksesori kopi Robusta, 30 aksesori kopi Arabika, dan 30 aksesori kopi Excelsa. Konservasi terhadap kopi Robusta dan Excelsa dilakukan di KP. Pakuwon dan KP. Cahaya Negeri, sedangkan untuk kopi Arabika di KP. Gunung Putri. Karakterisasi berdasarkan morfologi, agronomi, dan molekuler perlu dilakukan secara bertahap terhadap nomor-nomor aksesori tersebut sehingga dapat membantu mengurangi duplikasi antar aksesori yang seharusnya dikonservasi. Data paspor 255 aksesori hasil dari kegiatan eksplorasi tersebut telah didokumentasikan dalam program *Microsoft access*.

Kata kunci : Kopi, plasma nutfah, eksplorasi, koleksi, konservasi

ABSTRACT

The genetic diversity of coffee germplasms is necessary as base material in a breeding program to produce superior varieties with desirable traits such as high yield potential, good quality, and resistance to pests and diseases. Sources of genes for these traits need to be identified and found in the collection of germplasm through characterization and evaluation activities. Management of coffee germplasm includes such activities as collection, exploration, conservation, characterization, evaluation, documentation, and utilization. Germplasm utilization performance in supporting the development of plant materials and coffee plantations in Indonesia is quite significant. This is reflected in several aspects such as increased crop productivity, the availability of adequate and desirable varieties by farmers. Currently, there are many varieties of Arabica and Robusta coffee which have been removed and assembled from selected germplasms, in their description offering options to suit the needs of farmers. Indonesian Research Institute for Industrial and Beverages Crops (IRIIBC), which is mandated to conduct research on coffee, has been working on coffee germplasms starting from 2012. From the activities, 550 accession numbers have been successfully collected, consisting of 490 accessions of Robusta coffee, 30 accessions Arabica coffee, and 30 accessions Excelsa coffee. Conservation of Robusta coffee and Excelsa coffee is done in Pakuwon and Cahaya Negeri Experimental Gardens, while for Arabica coffee it is conducted in Gunung Putri Experimental garden. Characterization based on morphology, agronomy, and molecular should be done gradually towards accession numbers to help reduce duplication among accessions that should be conserved. Passport data of 255 accession results of the exploration activities have been documented in the Microsoft Access program.

Keywords : Coffee, germplasm, exploration, collection, conservation

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kopi di dunia. Kopi merupakan jenis tanaman tahunan yang berbentuk pohon dan bukan berasal dari Indonesia. Tanaman kopi pertama kali diperkenalkan di Indonesia oleh VOC pada periode antara tahun 1696-1699 (Ditjenbun, 2010). Jenis kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia adalah Arabika varietas *Typica*. Sejak masuknya penyakit karat daun ke Indonesia tahun 1959, varietas *Typica* hanya mampu bertahan jika ditanam di lahan tinggi (> 1250 m dpl). Untuk mengisi kekosongan lahan di dataran rendah diintroduksi jenis Kopi Liberika (*C. liberica*) dan kopi Excelsa (*Coffea dewevrei* var. *excelsa*). Pengembangan kedua jenis kopi ini tidak berlangsung lama karena selain produksinya rendah, citarasanya asam sehingga kurang disukai (Yahmadi, 1972). Selanjutnya diintroduksi kopi Robusta, jenis kopi ini yang kemudian berkembang luas dan saat ini mendominasi pertanaman kopi di Indonesia yaitu mencapai lebih dari 90%, sedangkan 9% sisanya merupakan kopi Arabika dan jenis lain (AEKI, 2007).

Meskipun kopi merupakan tanaman penting bagi Indonesia, namun masih ada permasalahan yang harus dipecahkan, yaitu usaha untuk meningkatkan produksi dan masih rendahnya ketahanan kopi terhadap hama dan penyakit utama. Rata-rata produktivitas kopi 698 kg biji kering/ha/th, secara keseluruhan produktivitas tersebut masih jauh di bawah produktivitas potensial (sekitar 2000 kg biji kering/ha/th). Usaha untuk meningkatkan produksi dan mutu kopi adalah mendapatkan variasi dengan hasil tinggi melalui penggunaan klon unggul. Disisi lain, untuk meningkatkan mutu kopi adalah dengan menggunakan keragaman antar individu dengan jarak genetik yang jauh. Hal ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan plasma nutfah.

KERAGAMAN GENETIK KOPI

Tanaman kopi termasuk dalam genus *coffea* dengan famili Rubiaceae, dan terdiri dari sekitar 100 spesies (Anthony dan Lashermes, 2005; Davis *et al.*, 2006, 2007). Spesies kopi yang dikomersialkan umumnya adalah *C. arabica* L. (kopi Arabika) dan *C. canephora* Pierre ex A. Froehner (kopi Robusta) dari kelompok subseksi

Erythrocoffea (Wintgens, 2004; Illy dan Viani, 2005).

Habitat tumbuh asli tanaman kopi terdapat di kawasan hutan hujan tropis di wilayah Afrika. Keragaman kopi Robusta dapat ditemukan di hutan dataran rendah khatulistiwa dari Guinea sampai Uganda, sedangkan populasi alami kopi Arabika adalah di hutan dataran tinggi barat daya Ethiopia (Berthaud dan Charrier, 1988; Charrier dan Berthaud, 1985).

Pemuliaan kopi diarahkan untuk menemukan bahan tanam unggul. Kegiatan karakterisasi dan evaluasi pada beberapa koleksi plasma nutfah kopi untuk mendapatkan tetua sumber gen merupakan langkah awal dalam kegiatan pemuliaan. Klon-klon terseleksi selanjutnya dapat digunakan sebagai tetua persilangan untuk membentuk bahan tanaman baru ataupun dapat dianggap sebagai genotipe unggul harapan jika memenuhi kriteria keunggulan bahan tanam unggul kopi. Untuk mendapatkan sumber genetik tersebut antara lain dapat diperoleh dari hasil introduksi maupun eksplorasi. Semakin beragam sumber genetik, semakin besar peluang untuk merakit varietas unggul baru yang diinginkan. Hal ini berarti bahwa keragaman genetik diharapkan tidak terbatas, tetapi kenyataannya banyak sumber genetik yang punah karena tidak dipelihara (Rao dan Riley, 2004).

Keberhasilan persilangan kopi ditentukan oleh pemilihan tetua yang tepat sehingga diperoleh hibrida yang sesuai dengan yang diharapkan. Untuk itu, diperlukan informasi yang akurat tentang keragaman genetik plasma nutfah kopi yang akan dipilih sebagai tetua. Analisis keragaman genetik kopi dapat dilakukan secara morfologi dengan pengamatan langsung terhadap fenotipe maupun dengan menggunakan marka molekuler. Penggunaan marka molekuler memiliki beberapa keuntungan dalam membantu pemuliaan tanaman, karena dapat digunakan untuk (1) analisis pautan dan pemetaan genetik, (2) Identifikasi genotipe, (3) menduga keragaman genetik dan kekerabatan inter dan intra spesies atau varietas dan juga dapat membantu menjelaskan filogenetiknya (Weising *et al.*, 1995).

Beberapa teknik molekuler telah digunakan untuk mendeteksi polimorfisme pada tingkat DNA kopi, di antaranya dengan RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) (Toruan-Mathius *et al.*, 1998; Silvestrini *et al.*, 2008), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), dan SSR (*Simple Sequence Repeats*) atau mikrosatelit (Mettulio *et al.*,

1999; Combes *et al.*, 2000; Lashermes *et al.*, 2000; Anthony *et al.*, 2002;). Penggunaan metode molekuler telah membuka kemungkinan baru untuk analisis genetik dan menyediakan cara baru untuk konservasi dan penggunaan plasma nutfah kopi yang efisien.

Keragaman genetik *C. arabica* lebih sempit jika dibandingkan dengan keragaman *C. canephora*. Keragaman genetik yang rendah ini diakibatkan dari origin allotetraploid, ($2n=4x=44$), biologi reproduksi dan proses evolusi dari *C. arabica* (Lashermes *et al.*, 1996). *C. arabica* merupakan tanaman yang menyerbuk sendiri (*self compatible*) yang akan menyebabkan terjadinya silang dalam sehingga mengakibatkan peningkatan homozigositas dari generasi ke generasi. Silang dalam pada tanaman menyerbuk sendiri biasanya tidak menyebabkan tekanan silang dalam (*inbreeding depression*). Genotipe yang heterozigot akan berkurang separuhnya tiap generasi atau setelah beberapa generasi penyerbukan sendiri persentase lokus heterozigotnya akan semakin kecil. Keadaan sebaliknya terjadi pada *C. canephora*, dimana keragaman genetiknya lebih luas karena menyerbuk silang (*cross compatible*) yang memberikan kebebasan terjadinya rekombinasi dan rekonstruksi gen-gen antara genotipe sehingga akan dihasilkan rekombinan baru. Kopi Robusta termasuk tanaman diploid ($2n = 22$)(Charrier dan Berthaud, 1985).

Transfer gen yang ditujukan khususnya resistan terhadap penyakit dari spesies diploid seperti *C. canephora* dan *C. liberica* ke dalam kultivar tetraploid Arabika tanpa mempengaruhi kualitas sifat yang merupakan tujuan utama pemuliaan Arabika (Carvalho, 1988; van der Vossen, 2001). Hingga saat ini, *C. canephora* merupakan sumber utama ketahanan terhadap hama dan penyakit yang tidak ditemukan pada *C. arabica*, termasuk penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), *Colletotrichum kahawae*, dan nematoda *Meloidogyne* spp. Umumnya, spesies diploid yang lain, seperti *C. liberica* telah digunakan sebagai sumber ketahanan terhadap karat daun (Srinivasan dan Narasimhaswamy, 1975).

Eksplorasi keragaman genetik kopi tergantung pada prosedur konvensional

dimana hybrid dihasilkan antara varietas unggul dan genotipe donor yang memiliki sifat yang diinginkan, dan progeni yang disilang balikkan ke tetua *recurrent*. Gen yang tidak diinginkan dari orang tua donor secara perlahan dieliminasi melalui seleksi. Pada metode pemuliaan kopi konvensional menghadapi kesulitan/hambatan karena lamanya umur kopi. Sekurang-kurangnya 25 tahun setelah persilangan diperlukan untuk mengembalikan latar belakang genetik dari kultivar resiproknya untuk memastikan kualitas dari varietas yang telah diperbaiki tersebut. Gen dari kopi diploid bisa ditransfer ke jenis *C. arabica* melalui produksi triploid ($2n = 33$) atau tetraploid. Hibrid triploid berasal dari silangan langsung antara progenitor diploid dari *C. arabica*. Sementara hibrida tetraploid dihasilkan dengan menyilangkan kedua spesies setelah duplikasi kromosom kopi diploid. Hibrid triploid lebih sulit dari pada tetraploid karena rendahnya fertilitas (Berthaud 1978 a,b).

Tanaman dengan basis genetik yang sempit. Sebagai konsekuensi dari rendahnya cadangan plasma nutfah alami, peningkatan potensi genetik cenderung terbatas. Selain peningkatan potensi genetik, keterbatasan plasma nutfah juga menyebabkan pemulia tanaman kekurangan pilihan untuk merekombinasikan sifat-sifat unggul tertentu. Masalah ini menjadi sangat kritis ketika pemulia dihadapkan pada kenyataan bahwa sumber sifat tertentu yang sangat dibutuhkan yang tersedia pada spesies liar, kerabat liar, dan varietas primitif tidak tersedia.

Berdasarkan hasil inventarisasi plasma nutfah kopi, total jumlah aksesori yang terkoleksi di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao sampai dengan tahun 2009 sebanyak 1706 atau bertambah 25 aksesori dari tahun 2008 yang merupakan hasil eksplorasi kopi Robusta di daerah Lampung. Koleksi plasma nutfah tersebut dikonservasi di KP. Kaliwining, KP. Sumber Asin, dan KP. Andung Sari. Jumlah koleksi plasma nutfah kopi pada periode tahun 2000-2009 di Puslitkoka dapat dilihat pada Tabel 1 (Baon, 2011). Plasma nutfah tersebut berasal dari hasil eksplorasi, introduksi, dan seleksi oleh pemulia.

Tabel 1. Jumlah aksesori plasma nutfah kopi periode tahun 2000-2009 di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

Spesies	Tahun									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<i>Coffea</i> spp.	1.301	1.281	1.292	1.292	1.292	1.368	1.673	1.680	1.681	1.706

Sumber: Baon (2011)

Tabel 2. Varietas kopi Arabika anjuran berdasarkan beberapa kondisi lingkungan penanaman

Tinggi Tempat Penanaman (m dpl)	Varietas Anjuran	
	Tipe Iklim A atau B	Tipe Iklim C atau D
700 – 1.000	S 795	S 795
≥ 1.000	AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	S 795, USDA 762, AS 1, Gayo 1, AS 2K
≥ 1.250	AB 3, AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	AB 3, S 795, USDA 762, AS 1, AS 2K

Sumber: Ditjenbun (2012)

PERANAN PLASMA NUTFAH

Kinerja pemanfaatan plasma nutfah dalam mendukung pengembangan bahan tanaman dan perkebunan kopi cukup signifikan. Saat ini, terdapat beberapa varietas kopi Arabika yang sudah dilepas oleh Puslitkoka, antara lain Kartika 1, Kartika 2, USDA 762, S795, Abesinia 3, Andungsari 1, Sigarar Utang, Andungsari 2 K, Gayo 1, Gayo 2, dan Kopyol Bali. Varietas unggul tersebut telah menyebar cukup luas di Indonesia, produktivitas dari varietas-varietas tersebut umumnya tinggi. Selain itu, tiap-tiap varietas mempunyai keunggulan dibandingkan dengan varietas/klon lainnya seperti dalam hal mutu fisik biji, cita rasa, ketahanan terhadap karat daun, dan adaptif pada lingkungan spesifik. Klon dengan cita rasa baik dimiliki oleh Kartika 1 dan Kartika 2, Cukup baik (USDA 762, S 795, Andungsari 1, Sigarar Utang, Andungsari 2K, Gayo 1, Gayo 2, dan Kopyol Bali), dan sangat baik (Abesinia 3). Sertifikasi Indikasi Geografis (IG) yang merupakan kawasan pengembangannya juga turut mewarnai citarasanya yang khas, hal ini ditunjukkan oleh varietas kopi Arabika Kopyol Bali yang berasal dari Arabusta Timtim generasi ke-2 sampai dengan ke-4. Daerah adaptasi kopi Arabika "Kopyol" ada di kawasan Kintamani kabupaten Bangli, kawasan Petang kabupaten Badung, dan kawasan Sukasada kabupaten Buleleng, yang memiliki ketinggian tempat relatif sama (lebih dari 900 m dpl), dengan pola sebaran hujan merata sepanjang tahunnya. Klon yang memiliki ketahanan terhadap karat daun (*Hemileia vastatrix*) antara lain Andungsari 1 dan Andungsari 2K. Pemilihan varietas klon Arabika anjuran berdasarkan beberapa kondisi lingkungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Untuk memanfaatkan lahan marginal dianjurkan untuk menanam varietas S 795. Selain memiliki produktivitas cukup tinggi (1.500-2.000 kg kopi pasar per hektar), S 795 juga toleran terhadap penyakit karat daun sehingga dapat ditanam mulai 700 m dpl. Pada saat yang sama juga dilepas varietas Abesinia 3

dan USDA 762, meskipun daya hasilnya lebih rendah karena agak tahan terhadap penyakit karat daun, tetapi kedua varietas tersebut merupakan pilihan bagi petani yang memiliki lahan di atas 1.000 m dpl dan tanahnya subur dengan tipe iklim basah.

Pemanfaatan plasma nutfah kopi juga ditunjukkan dengan dilepasnya beberapa varietas kopi Robusta oleh Puslitkoka, diantaranya BP 409, SA 237, BP 288, BP 358, BP 42, klon SA 203, BP 936, BP 534, BP 436, BP 920, BP 939, dan BP 308. BP 409, Berdasarkan cita rasanya, klon BP 42, SA 237, BP 288, BP 358, dan BP 409 memiliki cita rasa khas, netral, dan aromanya tidak tajam; Sedangkan cita rasa baik ditemukan pada klon SA 203, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, dan BP 939. Klon yang merupakan penyerbuk paling baik adalah klon SA 237, BP 42, BP 358, dan BP 409. Klon yang toleran terhadap serangan bubuk buah adalah klon SA 237 dan BP 288, bubuk buah (*Hypothenemus hampei*) merupakan salah satu hama pada tanaman kopi. Klon BP 939 akan menunjukkan kinerja maksimal jika ditanam pada tipe iklim kering. Klon BP 308 mempunyai keunggulan dibandingkan varietas lainnya dalam hal spesifik untuk batang bawah dalam rangka pengendalian nematoda parasit, khususnya *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis* serta toleran terhadap cekaman kekeringan. Oleh karena itu, klon ini bukan sebagai bahan tanam kopi produksi. Berdasarkan ketinggian tempat, klon yang sesuai ditanam pada ketinggian di atas 400 m dpl adalah klon SA 237 (iklim basah) dan BP 358 (tidak tahan kekeringan). Beberapa klon seperti BP 436, BP 534, BP 936, dan BP 939, adaptabilitasnya luas untuk semua tipe iklim dan ketinggian tempat. Namun demikian, klon-klon tersebut akan menunjukkan produktivitas yang maksimal jika ditanam pada iklim basah (BP 936 dan BP 436) dan iklim kering (BP 939). Sebaliknya klon SA 203 adaptabilitasnya spesifik untuk tipe iklim kering pada semua ketinggian tempat, sedangkan klon BP 920 spesifik untuk daerah tipe iklim basah (tipe iklim A dan B menurut klasifikasi Schmidt-Ferguson).

Tabel 3. Komposisi klon kopi Robusta pada setiap iklim dan tinggi tempat penanaman

Tipe Iklim*	Komposisi klon	
	Tinggi tempat di atas 400 m dpl	Tinggi Tempat di bawah 400 m dpl
A atau B	Klon BP 42:BP234:BP358:SA 237 = 1 : 1 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP358 = 2 : 1 : 1
	Klon BP 436 :BP 534:BP 920 : BP 936 = 1 : 1 : 1 : 1	
C atau D	Klon BP 42:BP234:BP 409 = 2 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP 288: BP 409 = 1 : 1 : 1 : 1
	Klon BP 936 :BP 939 : SA 203 = 2 : 1 : 1	

Keterangan : *Menurut Schmidt dan Ferguson

Sumber : Hulupi (2008)

Tabel 4. Data hasil eksplorasi plasma nutfah kopi tahun 2012

No.	Spesies	Desa	Kecamatan	Kabupaten /Kodya	Propinsi	Jumlah aksesori
1.	<i>C. canephora</i>	Negararatu	Natar	Lampung Selatan	Lampung	360
2.	<i>C. dewevrei</i> var. Excelsa	Cimanggu	Bogor Barat	Bogor	Jawa Barat	10
3.	<i>C. dewevrei</i> var. Excelsa	Gn.Tanggung	Sukadana	Lampung Timur	Lampung	20
4.	<i>C. canephora</i>	Cimanggu	Bogor Barat	Bogor	Jawa Barat	10
5.	<i>C. canephora</i>	Tudung lancip	Sukadana	Lampung Timur	Lampung	10
6.	<i>C. Arabica</i>	Ciawi	Pengalengan	Bandung Selatan	Jawa Barat	30
7.	<i>C. canephora</i>	Cimanggu	Bogor Barat	Bogor	Jawa Barat	110
Jumlah						550

Mengingat kopi Robusta bersifat menyerbuk silang, maka penanamnya harus poliklonal, 3-4 klon untuk setiap satuan hamparan kebun. Selain itu, adanya interaksi genotipe dengan lingkungan pada kopi Robusta sehingga sering menunjukkan reaksi yang berbeda jika ditanam pada kondisi lingkungan yang berbeda. Berdasarkan hal tersebut, untuk mendapatkan potensi produksi yang tinggi maka komposisi klon kopi Robusta dari suatu kondisi lingkungan tertentu harus berdasarkan pada stabilitas daya hasil, keserempakan saat berbunga (kompatibilitas) antarklon dan keseragaman ukuran biji (Tabel 3).

Pemanfaatan plasma nutfah kopi telah menghasilkan klon-klon anjuran untuk digunakan oleh perkebunan kopi Indonesia. Klon Arabika dan Robusta anjuran yang telah dirilis tersebut merupakan hasil pemuliaan. Untuk tujuan komersial, industri berbasis kopi juga merasakan manfaat positif dari pemanfaatan plasma nutfah. Kinerja pemanfaatan plasma nutfah kopi tercermin dari beberapa aspek seperti peningkatan produksi, produktivitas dan mutu serta ketersediaan varietas yang cukup dan diminati oleh pekebun.

STATUS PLASMA NUTFAH KOPI DI BALITRI

Eksplorasi dan Koleksi

Tahun 2012 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar (Baitri) diberi mandat untuk melakukan penelitian tanaman kopi. Langkah awal dalam program pemuliaan tanaman kopi tersebut adalah melakukan koleksi berbagai genotipe, yang diharapkan dapat digunakan sebagai sumber untuk mendapatkan genotipe (varietas) yang diinginkan atas dasar tujuan pemuliaan. Eksplorasi dan pengumpulan plasma nutfah kopi dimaksudkan untuk meningkatkan keragaman genetik dengan mengumpulkan keragaman yang ada, terutama dari daerah pusat keragaman maupun sentra produksi.

Usaha pembangunan kebun plasma nutfah kopi dimulai tahun 2012, yaitu dengan mengumpulkan plasma nutfah kopi yang ada di Kebun Wisata Ilmiah (KWI) dan KP, Cimanggu. Plasma nutfah kopi Robusta yang berhasil dikumpulkan sebanyak 120 aksesori dan 10 aksesori plasma nutfah kopi Excelsa. Selain itu, dilakukan juga eksplorasi ke daerah sentra produksi kopi di Lampung dan Jawa. Sampai dengan Januari 2013, telah dikumpulkan sebanyak 550 aksesori plasma nutfah yang terdiri dari 490 aksesori kopi

Robusta, 30 aksesori kopi Arabika, dan 30 aksesori kopi Excelsa. Hasil eksplorasi kopi Robusta di kabupaten Lampung Selatan diperoleh 360 aksesori dan Lampung Timur (10 aksesori). Selain itu, diperoleh juga 20 aksesori kopi Excelsa asal Lampung Timur. Eksplorasi kopi juga dilakukan terhadap kopi Arabika di kabupaten Bandung Selatan dan terkumpul sebanyak 30 aksesori. Sebagian besar aksesori merupakan segregan dari hasil persilangan secara alami yang dikumpulkan dari kebun petani dan beberapa merupakan koleksi varietas/klon unggul (Tabel 4).

Plasma nutfah hasil eksplorasi telah dikoleksi dalam bentuk koleksi dasar (*base collection*). Dari 550 aksesori yang ada, baru 255 aksesori (46.36%) yang telah terdokumentasi dengan baik. Jumlah tersebut masih sangat sedikit karena belum mencakup keseluruhan keragaman yang ada. Plasma nutfah kopi Robusta dan Excelsa hasil eksplorasi telah ditanam di KP. Pakuwon dengan jarak tanam 4 m x 4 m dengan menggunakan penaung dari tanaman glirisidaea, sedangkan untuk kopi Arabika telah ditanam di KP. Gunung Putri.

Konservasi

Pengelolaan plasma nutfah yang dilakukan dengan baik merupakan salah satu cara untuk melindungi kelestarian genetik serta memelihara keragamannya, sehingga dapat dicegah kehilangan plasma nutfah yang potensial yang diperlukan untuk pemuliaan tanaman di masa depan (Stalker dan Chapman, 1989). Pengelolaan plasma nutfah kopi secara sistematis dilakukan dengan fokus konservasi di lapang dan pendeskripsian/karakterisasi awal terhadap plasma nutfah. Bentuk konservasi plasma nutfah Balitri yang dilakukan adalah dengan melakukan konservasi plasma nutfah secara *ex situ*, yaitu pelestarian diluar wilayah habitatnya dalam bentuk koleksi tanaman hidup yang dilakukan di kebun percobaan (KP) lingkup Balitri. Kebun Percobaan Pakuwon (450 m dpl dengan jenis tanah Latosol, tipe iklim B menurut Schmid dan Ferguson), koleksi plasma nutfah yang ada adalah plasma nutfah kopi jenis Robusta dan Excelsa; Sedangkan KP. Gunung Putri (1200 m dpl, jenis tanah alluvial, tipe iklim C) dengan koleksi plasma nutfah yang ada adalah plasma nutfah kopi Arabika, serta KP. Cahaya Negeri (225 m dpl, jenis tanah Podsolik, tipe iklim C, dengan luas 30 ha), yang terletak di Kabupaten Lampung Utara merupakan kebun koleksi plasma nutfah kopi Robusta.

Kesesuaian lahan pada masing-masing kebun percobaan untuk pelestarian plasma

nutfah kopi tersebut telah sesuai. Koleksi kopi Arabika dipilih KP. Gunung Putri karena kebun tersebut mempunyai ketinggian tempat yang sesuai dengan syarat tumbuh kopi Arabika. Sedangkan untuk kopi Robusta dan kopi jenis lain dipilih KP. Pakuwon dan KP. Cahaya Negeri yang telah disesuaikan dengan syarat tumbuh plasma nutfah kopi Robusta. Pemeliharaan kebun koleksi plasma nutfah kopi disesuaikan dengan standar baku budidaya kopi.

Berdasarkan fungsinya, koleksi plasma nutfah kopi akan dibuat dalam bentuk koleksi dasar (*base collection*) dan koleksi kerja (*working/active collection*). Koleksi dasar merupakan kumpulan dari semua aksesori plasma nutfah yang berbeda atau satu aksesori dengan aksesori lainnya harus dapat dibedakan dalam kaitannya dengan komposisi genetik. Koleksi kerja atau aktif diutamakan untuk aksesori yang telah diketahui sifat-sifatnya dan akan digunakan dalam kegiatan pemuliaan tanaman secara langsung sebagai sumber genetik dalam persilangan. Dari 550 aksesori plasma nutfah kopi yang berhasil dikumpulkan, sampai saat ini masih terbatas sehingga masih berupa koleksi dasar. Untuk mengetahui variasi dari koleksi tersebut maka harus dikarakterisasi dan dievaluasi lebih lanjut.

Karakterisasi

Kegiatan yang dilakukan di antaranya identifikasi dan karakterisasi aksesori-aksesori untuk membentuk koleksi inti (*core collection*) dalam upaya efisiensi dan mempermudah dalam penanganan dan pemanfaatan sumber genetik sebagai bahan pemuliaan tanaman. Dengan jumlah aksesori kopi yang ada dalam koleksi plasma nutfah Balitri, maka pengelompokan 550 aksesori ke dalam kelompok yang homogen sangat diperlukan.

Identifikasi dan karakterisasi menyeluruh terhadap plasma nutfah yang ada dilakukan berdasarkan karakter morfologi dan agronomi. Karakter-karakter yang bernilai komersial merupakan target utama dari kegiatan karakterisasi. Kegiatan tersebut mengacu pada deskriptor *list* untuk tanaman kopi yang disusun berdasarkan metode dari IPGRI (IPGRI, 1996). Karakterisasi awal terhadap 550 aksesori akan dilakukan secara bertahap. Penilaian terhadap koleksi plasma nutfah kopi tersebut dilakukan melalui pendekatan analisis statistik. Huaman *et al.* (1999) mengemukakan bahwa identifikasi morfologi plasma nutfah hasil eksplorasi pada suatu wilayah ekogeografis berguna untuk menghindari duplikasi varietas sehingga dapat

meningkatkan efisiensi upaya koleksi dan konservasi genetik dan akan menghasilkan calon-calon tetua yang potensial berdasarkan karakter yang diinginkan.

Selain berdasarkan karakter morfologi dan agronomi, untuk meningkatkan optimalisasi pemanfaatan plasma nutfah kopi dalam program pemuliaan maka aplikasi penanda molekuler diperlukan juga dalam melakukan analisa diversitas genetik koleksi plasma nutfah kopi dan pengelompokan berdasarkan basis kelompok genetik. Apabila penggunaan molekuler dipertimbangkan, maka harus ada kemauan dan kemampuan untuk menyangga pendanaan, peningkatan peralatan, maupun peningkatan kapasitas sumberdaya manusia pengelola plasma nutfah.

Seleksi

Pemanfaatan plasma nutfah untuk pemuliaan tanaman kopi akan dilakukan secara berkesinambungan sehingga dapat tercapai tujuan pemuliaan. Tujuan pemuliaan kopi adalah untuk mendapatkan bahan tanam yang berdaya hasil tinggi, tahan terhadap hama dan penyakit utama, yaitu penggerek buah kopi, penyakit karat daun, dan nematoda parasit. Selain itu, seleksi juga ditekankan pada mutu hasil sesuai dengan tuntutan pabrikan dan konsumen yang mencakup cita rasa baik. Kegiatan pemanfaatan plasma nutfah dilakukan melalui seleksi klon/varietas dan persilangan untuk menghasilkan hibrida.

Dokumentasi

Pengelolaan plasma nutfah yang jumlahnya banyak harus disertai dengan dokumentasi yang baik sehingga informasi karakteristik dari setiap aksesori dapat diakses dengan mudah dan cepat terutama oleh pemulia tanaman. Data hasil koleksi-eksplorasi, karakterisasi sifat morfologi dan agronomi, evaluasi produksi, mutu, dan cekaman biotik-abiotik harus disimpan dalam *database* untuk mempermudah pengelolaan plasma nutfah. Secara garis besar data yang perlu didokumentasikan dapat dikelompokkan ke dalam 3 katagori utama, yaitu data paspor, data karakterisasi dan evaluasi awal, serta data karakterisasi dan evaluasi lanjutan (Chapman, 1989). Dalam perplasma nutfahan, data yang perlu didokumentasikan adalah data dari setiap individu anggota plasma nutfah yang dilestarikan. Selain untuk memfasilitasi pencatatan data, penyimpanan, dan pemeliharaan data, *database* juga membantu pengelola koleksi dalam kegiatan sehari-hari. Dengan demikian, dokumentasi merupakan jembatan antara koleksi dengan

pemanfaatannya. Berdasarkan status pengelolaan *database* plasma nutfah tanaman kopi, sampai akhir Desember 2012, *database* plasma nutfah kopi di Balitri telah menampung data paspor sebanyak 255 aksesori/*records* yang ada di KP. Pakuwon. Data paspor tersebut telah didokumentasikan dalam program *Microsoft access*.

PENUTUP

Dalam upaya memperbaiki bahan tanam melalui pemuliaan sangat ditentukan oleh tersedianya keragaman genetik. Kopi merupakan komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi sehingga plasma nutfah kopi perlu dilestarikan dan dimanfaatkan. Upaya yang dilakukan dalam kegiatan penelitian, pelestarian, dan pemanfaatan plasma nutfah kopi pada masa yang akan datang adalah melakukan karakterisasi ciri fenotipik dan genotipik, evaluasi, dokumentasi, dan pembangunan kebun koleksi kerja (*working collection*).

DAFTAR PUSTAKA

- AEKI. 2007. Statistik Kopi 2005-2007. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia. 82 hlm.
- Anthony, F., Combes, M. C., Astorga, C., Bertrand, B., Graziosi, G., and Lashermes, P. 2002. The origin of cultivated *Coffea arabica* L. varieties revealed by AFLP and SSR markers. *Theor. Appl. Genet.* 104: 894-900.
- Anthony, F. and P. Lashermes. 2005. Origin, evolution, and diversity of the coffee (*Coffea arabica* L.) genome.. In A.K. Sherma (eds.). Plant genome: Biodiversity and Evolution. Vol. 1, Part B: Phanerograms (Higher Groups). Science Publishers, Enfield, N.H. p. 207-228.
- Baon, J. B. 2011. 100 tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (1911-2011). Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 373 hlm.
- Berthaud, J. 1978a. L'hybridation interspecificue entre *Coffea arabica* L. ET *Coffea canephora* Pierre. Obtention et comparaison des hybrides triploides. Arabusta et hexaploides. Premiere partie. *Cafe-Cacao-The* 22: 3-12.
- Berthaud, J. 1978b. L'hybridation interspecificue entre *Coffea arabica* L. ET *Coffea canephora* Pierre. Obtention et comparaison des hybrides triploides. Arabusta et hexaploides. Deuxieme partie. *Cafe-Cacao-The* 22: 87-112.
- Berthaud, J., and A. Charrier. 1988. Genetic Resources of Coffee. In Clarke R.J., Macrae, R. (Eds.), Coffee: Agronomy, Elsevier Applied Science, London. IV: 1-42.
- Carvalho, A. 1988. Principles and Practice of Coffee Plant Breeding for Productivity and Quality Factors: *Coffea arabica*. In Coffee, Vol. 4: Agronomy (R.J. Clarke, R. Macrae, Eds.), Elsevier Applied Science, London. p. 129-165.

- Chapman, C. 1989. Principles of germplasm evaluation. In Stalker, H.T., and C. Chapman (Eds.). *Scientific Management of Germplasm: Characterization, Evaluation, and Enhancement*. IBPGRI, Rome. p. 55-63.
- Charrier, A. and J. Berthaud. 1985. Botanical classification of coffee. In M.N. Clifford & K.C. Wilson (Eds.), *Botany, Biochemistry of Beans and Beverage*. AVI Publishing, Cobbeicut, USA. p. 13-47.
- Combes, M. C., S. Andrzejewski, F. Anthony, B. Bertrand, P. Rovelli, G. Graziosi, and P. Lashermes. 2000. Characterisation of microsatellite loci in *Coffea arabica* and related coffee species. *Mol. Ecol.* 9: 1178-1180.
- Davis, A. P., R. Govaerts, D.M. Bridson, and P. Stoffelen. 2006. An annotated taxonomic conspectus of the genus *Coffea* (Rubiaceae). *Bot. J. Linnean Soc.* 152: 465-512.
- Davis, A. P., M. Chester, O. Mourin, and M. F., Fay. 2007. Searching for the relatives of coffee (Rubiaceae, Ixoroideae): The circumscription and phylogeny of coffeeae based on plastid sequence data and morphology. *Am. J. Botany* 94: 313-329.
- Ditjenbun. 2010. Statistik Perkebunan 2009-2011 Kopi. Kementerian Pertanian. 75 hlm.
- Ditjenbun. 2012. Pedoman Praktis Praktek Budidaya Kopi yang Baik (*Good Agricultural Practices/GAP on Coffee*). Ditjenbun. Jakarta. 75 hlm.
- Hulupi, R. 2008. Klon-klon Unggul Kopi Robusta dan Beberapa Pilihan Komposisi Klon Berdasarkan Kondisi Lingkungan. Puslitkoka Indonesia. No. Seri: 02.022.2-303. 5 hlm.
- Illy, A., and R. Viani (eds.). 2005. Espresso coffee & mdash, the science of quality. 2nd ed. Elsevier Academic Press, London.
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). 1996. Descriptors for *Coffea* spp. and *Psilanthus* spp. 36 p.
- Lashermes, P. Trouslot, F. Anthony, M. C. Combes, and A. Charrier. 1996. Genetic diversity for RAPD markers between cultivated and wild accessions of *Coffea arabica*. *Euphytica* 87: 59-64.
- Lashermes, P., S. Andrzejewski, B. Bertrand, M. C. Combes, S. Dussert, G. Graziosi, P. Trouslot, and F. Anthony. 2000. Molecular analysis of introgressive breeding in coffee (*Coffea arabica* L.). *Theor. Appl. Genet.* 100: 139-146.
- Mettulio, R., P. Rovelli, F. Anthony, F. Anzueto, P. Lashermes, and G. Graziosi. 1999. Polymorphic microsatellites in *Coffea arabica*. In *Proceeding of 18th international scientific colloquium on coffee*, Helsinki. ASIF, Vevey, p. 344-347.
- Rao, V. R. and K. W. Riley. 2004. The use of biotechnology for conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Genetic Resources Newsletter* No. 97: 3.
- Srinivasan, K .H. and Narasimhaswamy, R. L. 1975. A review of coffee breeding work done at the Government coffee experiment station. Balehonnur. *Indian coffee* 34: 311-321.
- Silvestrini, M., M. P. Maluf, M. B., Silvarolla, O. Guerreiro-Filho, H. P. Medina-Filho, M. M. T. Oliveira, C. de Gaspari-Pezzopane, and L. C. Fazuoli. 2008. Genetic diversity of a coffee germplasm collection assessed by RAPD markers. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 55: 901-910.
- Stalker, H. T. and C. Chapman. 1989. Scientific management of germplasm: Characterization, evaluation, and enhancement. Department of Crop Science, NC. State Univ. And IBPGR, Rome.
- Toruan-Mathius, Nurita, Hulupi, Retno, Mawardi, Surip Hutabarat, Tolhas. 1998. Genetic polymorphism of Robusta coffee germplasm in Indonesia determined by RAPD. *Menara Perkebunan* 66 (2): 76-86.
- Van der Vossen, H. A. M. 2001. Agronomy I: Coffee Breeding Practices. In *Coffee: Recent Developments* (R. J. Clarke, O. G. Vitzthum, Eds.), Blackwell Science, United Kingdom. p. 184-201.
- Weising K., H. Nybom, K. Wolff, and W. Meyer. 1995. DNA Fingerprinting in Plant and Fungi. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Wintgens, I. N. 2004. Coffee, growing, processing, sustainable production. (ed.) Wiley-UCH, Weinheim, Federal Republic of Germany.
- Yahmadi, L. D. 1972. Budidaya dan Pengolahan Kopi. Balai Penelitian Perkebunan Jember. 36 hlm.

MODIFIKASI TEKNIK ISOLASI DNA PADA TANAMAN KOPI DAN APLIKASINYA BERBASIS *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

TECHNIQUE MODIFICATION OF DNA ISOLATION ON COFFEE AND ITS APPLICATION BASED ON *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Syafaruddin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
den_ovan@yahoo.com

ABSTRAK

Kandungan senyawa sekunder dalam sel tanaman berbeda-beda, oleh karena itu setiap tanaman membutuhkan prosedur ekstraksi dan isolasi DNA yang optimum agar diperoleh DNA dalam jumlah cukup dengan kualitas yang baik. Ekstraksi DNA dari organisme eukaryote (manusia, hewan dan tumbuhan) dilakukan melalui proses penghancuran dinding sel (*lysis of cell walls*), penghilangan protein dan RNA (*cell digestion*) dan pengendapan DNA (*precipitation of DNA*) dan pemanenan. Teknik dan prosedur untuk ekstraksi DNA tanaman tertentu telah banyak dipublikasikan, tetapi seringkali tidak dapat diaplikasikan karena genus atau bahkan spesies tanaman bersifat sangat spesifik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu dilakukan modifikasi metode standar ekstraksi DNA terutama pada daun tanaman yang mengandung banyak polisakarida atau metabolit sekunder, seperti halnya tanaman kopi. Modifikasi prosedur tersebut dapat dilakukan terhadap komposisi larutan buffer lisisnya ataupun teknik penanganan fisik dalam pemisahan DNA genom dari senyawa lain. Pada prinsipnya optimasi prosedur ini bertujuan melindungi DNA genom dari degradasi akibat senyawa sekunder yang dilepaskan ketika sel dihancurkan atau kerusakan akibat penanganan fisik. Pada tanaman kopi, telah berhasil dilakukan teknik dan prosedur ekstraksi dan isolasi DNA dengan cara memodifikasi teknik yang sudah ada yang diperoleh DNA dalam jumlah yang banyak dan tidak terkontaminasi sehingga pada saat dilakukan uji coba pada tingkat *Polymerase Chain Reaction* (PCR) didapatkan hasil dengan pola pita DNA yang bersih dan jelas.

Kata kunci : Modifikasi, isolasi, DNA, kopi

ABSTRACT

The content of secondary compound in plant cell is different. Each plant therefore needs good procedures of DNA extraction and isolation to get DNA in big amount with a good quality. DNA extraction of eukaryotic organism (human, animal and plant) is conducted through lysis of cell walls process, protein and RNA deletion (cell digestion) and precipitation of DNA and collecting of DNA. Technique and procedure for DNA extraction on some plants had been published, but some time it can't be applicable due to very specific genus or species of plant. To solve these problems, we need to modify a standard method of DNA extraction especially being on plant leave which has a lot of polysaccharide or secondary metabolites as on coffee plant. Procedure modification can be done on the composition of buffer solution or on treatment of physical technique in separation of genome DNA from other compound. Basically, optimized procedure purposes to protect genome DNA from degradation due to secondary compound which is released while cell destroyed under physical treatment. Technique and procedure of DNA extraction and isolation on coffee had been conducted successfully by modification of existing technique. This method obtained DNA in big amount and no contamination, so when DNA tested by using Polymerase Chain Reaction (PCR) level will be found band pattern of DNA which is clear and clean.

Keywords : Modification, isolation, DNA, coffee

PENDAHULUAN

DNA adalah asam nukleat yang mengandung materi genetik dan berfungsi untuk mengatur perkembangan biologis seluruh bentuk kehidupan secara seluler. DNA memiliki struktur pilinan utas ganda yang anti paralel dengan komponen-komponennya, yaitu gula pentosa (deoksiribosa), gugus fosfat

dan pasangan basa. Sebuah sel memiliki DNA yang merupakan materi genetik dan bersifat herediter pada seluruh sistem kehidupan.

DNA yang diisolasi dari tanaman seringkali terkontaminasi oleh polisakarida dan metabolit sekunder seperti tannin, pigmen, alkaloid, dan flavonoid. Salah satu kendala yang sering dihadapi dalam melakukan isolasi DNA dari tanaman tingkat

tinggi, seperti tanaman perkebunan (misalnya kopi) adalah proses destruksi dinding sel untuk melepaskan isi sel. Hal ini disebabkan karena tanaman memiliki dinding sel yang kuat, dan pada beberapa tanaman kontaminasi sulit dipisahkan dari ekstrak asam nukleat. Adanya kontaminasi tersebut dapat menghambat aktivitas enzim, misalnya DNA menjadi tidak sensitif karena enzim restriksi dan mengganggu proses amplifikasi DNA dengan PCR.

DNA berkualitas tinggi yang akan didapat dalam suatu ekstraksi merupakan satu kaidah dasar yang harus dipenuhi dalam studi molekuler, terutama dalam penandaan sidik jari DNA. *Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide* (CTAB) merupakan metode yang umum digunakan dalam ekstraksi DNA tanaman yang banyak mengandung polisakarida dan senyawa polifenol (Jose dan Usha, 2000).

Ekstraksi DNA dari organisme eukaryote (manusia, hewan dan tumbuhan) dilakukan melalui proses penghancuran dinding sel (*lysis of cell walls*), penghilangan protein dan RNA (*cell digestion*) dan pengendapan DNA (*precipitation of DNA*) dan pemanenan. Berbagai teknik ekstraksi DNA telah dikembangkan dari prinsip dasar tersebut sehingga saat ini muncul berbagai teknik ekstraksi dan purifikasi DNA (Ling dan Feldman, 2010). Prinsip dasar ekstraksi DNA adalah serangkaian proses untuk memisahkan DNA dari komponen-komponen sel lainnya. Hasil ekstraksi tersebut merupakan tahapan penting untuk langkah berikutnya. Oleh sebab itu, dalam pelaksanaannya harus dilakukan dengan baik dan bebas kontaminasi (Surzycki, 2000; Varma, 2007).

Secara kimiawi penghancuran sel dilakukan dengan memanfaatkan senyawa kimia seperti EDTA (*Ethylenediamine Tetraacetic*), dan SDS (*Sodium Dodecyl Sulfate*). EDTA yang berfungsi sebagai perusak sel dengan cara mengikat ion magnesium (ion ini berfungsi untuk mempertahankan integritas sel maupun mempertahankan aktivitas enzim nuclease yang merusak asam nukleat). SDS merupakan sejenis deterjen yang berfungsi merusak membran sel. Enzim proteinase K dapat digunakan untuk menghancurkan protein. Kotoran akibat lisis sel dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Kemudian molekul nukleotida (DNA dan RNA) yang telah dipisahkan dibersihkan dari protein yang masih ada dengan menggunakan phenol. Dalam proses ini sebagian kecil RNA juga dapat dibersihkan, sedangkan choloform digunakan untuk membersihkan sisa-sisa protein dan polisakarida dari larutan. Enzim

RNAase digunakan untuk menghancurkan RNA sehingga DNA dapat diisolasi secara utuh. Paula *et al.* (2013), mengatakan bahwa pemurnian atau purifikasi DNA dapat dilakukan dengan mencampur larutan DNA tersebut dengan NaCl yang berfungsi memekatkan, memisahkan DNA dari larutan, dan mengendapkan DNA sewaktu dicampur dengan ethanol. Proses sentrifugasi dengan kecepatan tinggi akan mengendapkan tepung berwarna putih (DNA) dan menempel di dasar tabung ependorf.

Berbagai teknik analisis dalam pemuliaan tanaman dan biologi molekuler yang berdasarkan pada hibridisasi molekuler atau *Polymerase Chain Reaction* (PCR) membutuhkan DNA dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang baik. Oleh karena kandungan senyawa sekunder dalam sel tanaman berbeda-beda, maka setiap tanaman membutuhkan prosedur isolasi yang optimum agar diperoleh DNA genom yang dapat digunakan sebagai bahan dalam analisis molekuler. Optimasi prosedur tersebut dapat dilakukan terhadap komposisi larutan buffer lisisnya ataupun teknik penanganan fisik dalam pemisahan DNA genom dari senyawa lain. Pada prinsipnya optimasi prosedur ini bertujuan melindungi DNA genom dari degradasi akibat senyawa sekunder yang dilepaskan ketika sel dihancurkan atau kerusakan akibat penanganan fisik (Milligan 1992; Belefant-Miller *et al.*, 2008).

Teknik dan prosedur untuk ekstraksi DNA tanaman tertentu telah banyak dipublikasikan, tetapi seringkali tidak dapat diaplikasikan karena genus atau bahkan spesies tanaman bersifat sangat spesifik. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka perlu dilakukan modifikasi metode standar ekstraksi DNA terutama pada daun tanaman yang mengandung banyak polisakarida atau metabolit sekunder. Ekstraksi DNA daun tanaman *Grevillea* (Proteaceae) dengan memodifikasi metode Doyle dan Doyle (1990), telah berhasil diperoleh DNA dengan kualitas yang baik (Pharmawati *et al.*, 2009), demikian juga pada tanaman kemiri sunan (Syafaruddin dan Santoso, 2011), sedangkan metode isolasi DNA tanaman bitti (*Vitex cofassus*) dengan menggunakan metode Lengkong *et al.* (1998) dalam Masniawati (2000) berdasarkan penelitian Pratama (2009) memperlihatkan hasil ekstraksi DNA yang kurang optimal baik kualitas maupun kuantitas DNA yang dihasilkan sehingga mempengaruhi intensitas pita DNA hasil amplifikasi yang tidak jelas. Hal tersebut menunjukkan bahwa metode isolasi DNA yang telah dilakukan pada tanaman padi

tidak dapat diaplikasikan secara maksimal pada tanaman lain khususnya jenis tanaman kehutanan dan perkebunan.

TEKNIK ISOLASI DNA

Isolasi DNA adalah suatu proses untuk memisahkan DNA dari suatu sel makhluk hidup baik dari inti, mitokondria maupun kloroplas. Isolasi DNA merupakan langkah yang tepat untuk mempelajari DNA seperti mengetahui urutan basa purin dan pirimidinnya. Prinsip-prinsip dalam melakukan isolasi DNA ada dua, yaitu sentrifugasi dan presipitasi. Sentrifugasi merupakan teknik untuk memisahkan campuran berdasarkan berat molekul komponennya. Molekul yang mempunyai berat molekul besar akan berada di bagian bawah tabung dan molekul ringan akan berada pada bagian atas tabung. Hasil sentrifugasi akan menunjukkan dua macam fraksi yang terpisah, yaitu supernatan pada bagian atas dan pelet pada bagian bawah. Presipitasi merupakan langkah yang dilakukan untuk mengendapkan suatu komponen dari campuran (Campbell *et al.*, 2002).

Zubaidah (2004) dalam Jamilah (2005) menyatakan bahwa tahapan-tahapan dalam melakukan isolasi DNA antara lain adalah preparasi ekstrak sel, pemurnian DNA dari ekstrak sel dan presipitasi DNA. Meskipun isolasi DNA dapat dilakukan dengan berbagai cara, akan tetapi pada setiap jenis atau bagian tanaman dapat memberikan hasil yang berbeda. Hal ini dikarenakan senyawa polifenol dan polisakarida dalam konsentrasi tinggi dapat menghambat pemurnian DNA. Apabila isolasi DNA dilakukan dengan sampel buah maka kadar air pada masing-masing buah dapat memberi hasil berbeda-beda,

tergantung jumlah kadar air dari buah itu sendiri. Semakin tinggi kadar air maka sel yang terlarut di dalam ekstrak akan semakin sedikit sehingga DNA yang terpretisipasi juga akan sedikit.

Metode ekstraksi DNA telah banyak berkembang, Okuno dan Fukuoka (1998) menjelaskan bahwa tahapan ekstraksi secara ringkas terdiri dari: Penghalusan jaringan tanaman dengan mortar atau bisa dengan menggunakan alat yang lebih moderen yang disebut *tissue lyser*, ekstraksi DNA dengan buffer (CTAB), pemurnian DNA dari protein atau *pigment* dengan menggunakan chloroform/phenol atau isoamilalkohol, pengendapan dengan 2-propanol, pencucian dan menghilangkan *surfactan* dan garam, pelarutan kembali DNA dengan *buffer TE* (Tris-EDTA) atau aquabidest steril serta, dan mendekomposisi RNA dengan Rnaseq-A (Broothaerts *et al.*, 2005; Frank dan Freitag, 2012).

Ekstraksi dan isolasi DNA tanaman kopi adalah mengikuti prosedur ekstraksi yang dikembangkan oleh Doyle dan Doyle (1990) dengan cara memodifikasi beberapa kombinasi dan dosis bahan kimia yang digunakan. Peralatan yang digunakan dalam kegiatan ekstraksi dan isolasi DNA adalah: tabung plastik ependorf 1,5-2,0 ml, mikro pipete, mikro pipete tip, sentrifuse, water bath, termometer, neraca digital, pH meter, gelas ukur dan erlenmeyer, pengaduk (*stirer*), autoclave, alluminium foil, mortar dan penumbuknya atau *tissue lyser*, kertas tissue, sarung tangan, spektrofotometer, mesin electrophoresis, oven, mikrowave, gel dokumentasi. Materi genetik atau bahan tanaman yang digunakan untuk ekstraksi DNA yang terbaik adalah dari jaringan tanaman yang muda dan sedang tumbuh (Gambar 1).



Gambar 1. Contoh daun muda kopi yang akan digunakan untuk ekstraksi DNA



Gambar 2. Persiapan peralatan sebelum pengambilan daun sampel A). Pemasangan sarung tangan, B). Sterilisasi dengan alkohol, C). Gunting disemprot dengan alkohol, D). Daun sampel dipilih dan dipotong, E). Daun sampel dimasukkan ke dalam plastik, F). Daun sampel disimpan di dalam *ice box*.

EKSTRAKSI DAN PURIFIKASI DNA

Sebelum pengambilan sampel daun ke lapangan, harus disiapkan terlebih dahulu sarung tangan, alkohol, kantong plastik kecil dan atau aluminium foil, gunting, *ice box* yang

sudah berisi es, dan alat tulis. Dipilih daun mudah yang sehat, dimasukkan ke dalam aluminium foil atau kantong plastik, ditulis label sesuai dengan sampel yang diambil, dan segera diletakkan ke dalam *ice box* (Gambar 2).

Di laboratorium, daun ditimbang lebih kurang 0,3–1,0 g untuk setiap sampel, dan disiapkan 2X CTAB buffer sebanyak 500–700 ml dikalikan jumlah sampel dan masukkan ke dalam tabung bersih. Kemudian sampel daun dimasukkan ke dalam mortar dingin (sebelumnya mortar disimpan di dalam refrigerator) dan tambahkan sedikit nitrogen cair (LN) atau tanpa LN ke dalam mortar lalu daun digerus sampai lumat atau dengan menggunakan *tissue lyser*. Gerusan daun tersebut lalu dimasukkan ke dalam tabung eppendorf (1,5 ml) yang telah diberi label sesuai dengan sampel dan ditambahkan larutan buffer 2X CTAB sebanyak 500–700 ml, digoyang-goyang sampai rata.

Setelah tahapan tersebut, sampel diinkubasikan di dalam water bath (55–60 °C) selama 30–60 menit. Ditambahkan larutan chloroform: isoamyl alkohol (24:1) sejumlah sama dengan 2X CTAB, lalu digoyang perlahan sampai larutan tercampur rata dan disentrifuge dengan kecepatan 15.000 rpm pada suhu 25 °C selama 10 menit. Supernatant yang berisi DNA dengan menggunakan pipet dan dimasukkan ke dalam eppendorf tube yang baru dan diberi label. Ditambahkan 240–250 µl dan digoyang perlahan sampai terlihat gumpalan DNA. Kemudian disentrifus selama 20 menit dengan kecepatan 15.000 rpm pada temperatur 4 °C, lalu larutan bagian atas dibuang (hati-hati jangan sampai pelet DNA ikut terbuang).

DNA sampel dicuci dengan menambahkan 1 ml 70% ethanol, kemudian dicentrifuge selama 5 menit dengan kecepatan 15.000 rpm pada temperatur 4 °C. Lalu Ethanol dibuang dan DNA dikeringanginkan. Pada sampel DNA ditambahkan 50–70 µl TE buffer (10mM Tris-HCL, 1mM EDTA, pH 7,5) ke dalam tube berisi DNA. Selanjutnya DNA sampel disimpan dalam refrigerator sampai siap digunakan.

AMPLIFIKASI DNA

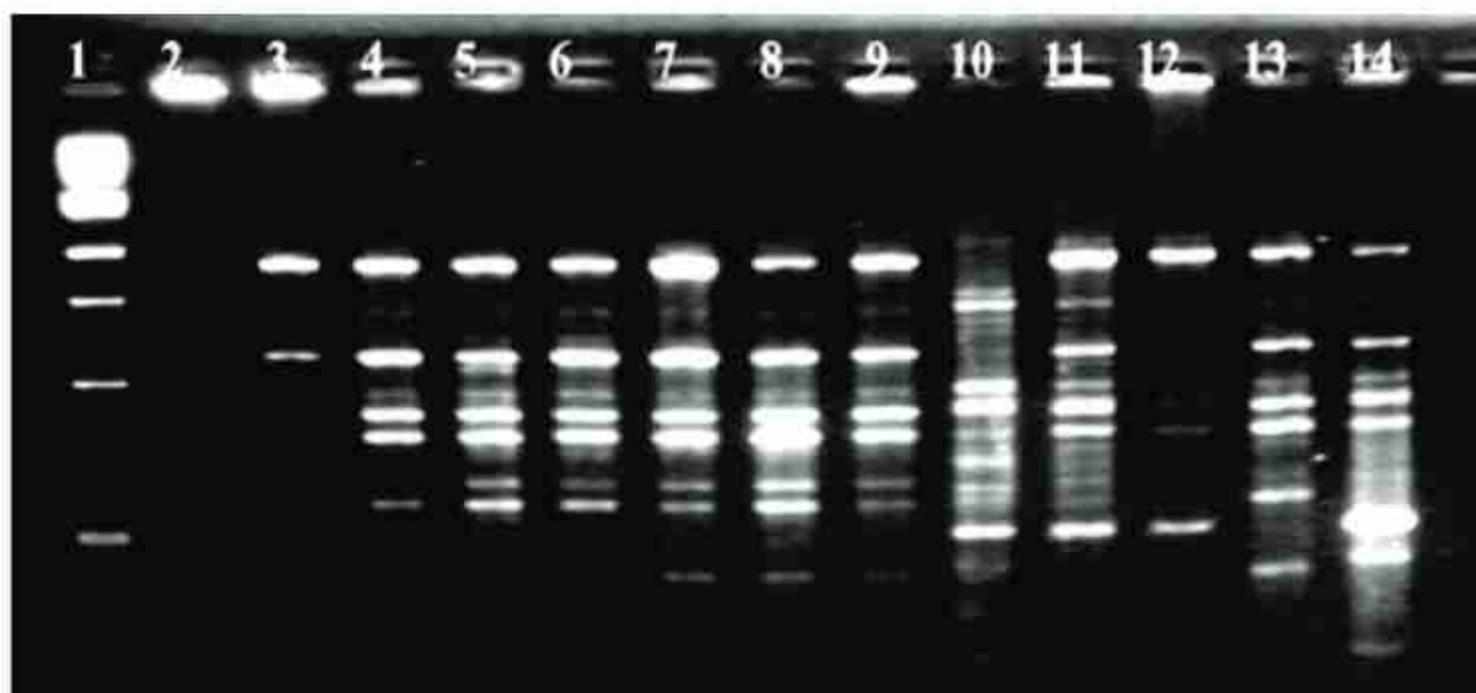
Reaksi amplifikasi DNA dilakukan menggunakan mesin PCR (MJ Research tipe PCT-100), dengan kondisi PCR sebagai berikut: Satu siklus 3 menit pada suhu 94 °C, dan diikuti 45 siklus selama 1 menit pada suhu 94 °C (denaturasi), 1 menit pada suhu 37 °C

(*annealing*), 2 menit pada suhu 72 °C (ekstensi). Seluruh produk amplifikasi DNA dilengkapi dengan ekstensi selama 1 menit pada suhu 72 °C. Analisis PCR dilakukan dengan total reaksi 20 µl mengandung 10 ng DNA genomik cetakan, masing-masing dNTP 0,1 µM (dATP, dCTP, dGTP, dan dTTP), masing-masing primer RAPD 0,25 pmol, enzim *Taq DNA polymerase* 0,04 unit dalam larutan buffer 1X (20mM Tris-HCl pH 8,0, 100mM KCl, 0,1mM EDTA, 1mM DTT, 50% glycerol, 0,5%, Tween 20, 0,5% nonidet P40 dan MgCl₂ 1,5mM). Hasil amplifikasi divisualisasikan menggunakan elektroforesis horizontal dengan gel agarose 1,5% (w/v) dalam buffer 1X TAE. Gel agarose kemudian direndam di larutan EtBr sehingga pola pita dapat dilihat di bawah sinar ultraviolet. Hasil elektroforesis difoto menggunakan BIO-RAD Gel Doc™ EQ.

PENGUKURAN KONSENTRASI DAN KEMURNIAN DNA

Pengecekan kuantitas dan kualitas DNA hasil isolasi harus dilakukan untuk mengetahui konsentrasi dan kemurniannya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 260 nm untuk DNA, sedangkan protein diukur pada panjang gelombang 280 nm. Untuk mengetahui kemurnian larutan DNA dapat dilakukan dengan cara menghitung perbandingan A_{260} nm dengan A_{280} nm. Batas kemurnian yang biasa dipakai dalam analisis molekuler pada rasio A_{260}/A_{280} adalah 1,8–2,0 (Sambrook *et al.*, 1989). Kemurnian DNA kopi yang diisolasi menunjukkan hasil diantara 1,8–2,0 sehingga sudah memenuhi kaidah yang diharapkan.

Setelah dilakukan penghitungan kemurnian maka DNA yang sudah diukur konsentrasinya tadi harus diencerkan sehingga akan diperoleh konsentrasi yang seragam untuk dapat digunakan dalam analisis PCR. Selanjutnya akan dilakukan pengecekan terhadap kualitas DNA dengan elektroforesis gel untuk mengetahui tingkat kemurnian DNA dari kontaminan RNA dan keutuhan DNA hasil isolasi. Hasil pengecekan DNA kopi dengan proses PCR memperlihatkan hasil pola pita yang sangat bersih dan jernih (Gambar 3).



Gambar 3. Contoh kualitas DNA yang baik, pita bersih dan kelihatan jelas

DNA DAN BIOLOGI MOLEKULER

Semakin berkembang pesatnya biologi molekuler maka bekerja dengan DNA merupakan hal yang tak asing lagi. DNA dapat digunakan untuk mempelajari keragaman genetik (Jou-Ann *et al.*, 2001; Tapan, 2002; Schill, 2007), identifikasi kultivar (Lombard *et al.*, 2000), memetakan gen dalam kromosom (QTL analisis), mengembangkan marker yang dapat digunakan untuk seleksi tanaman misalnya untuk sifat ketahanan terhadap hama dan penyakit, kekeringan, kandungan tertentu dan lain-lain. Penampilan morfologi tanaman merupakan interaksi yang dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Penelitian untuk mempelajari keragaman genetik tanaman tanpa dipengaruhi oleh lingkungan dengan menggunakan DNA telah banyak dilakukan di antaranya adalah penggunaan marka *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD) (Syafaruddin dan Santoso, 2011; Syafaruddin *et al.*, 2011; Syafaruddin dan Tresniawati, 2011), *Restriction Fragment Length Polymorphism* (RFLP), atau *Inter-Simple Sequence Repeat* (ISSR)/*Simple Sequence Repeat* (SSR) (Williams *et al.*, 1990; Mbwana *et al.*, 2006; Ardiana, 2009). Pada kegiatan tersebut, pekerjaan yang berkaitan dengan ekstraksi DNA merupakan hal yang perlu dilakukan karena kegiatan tidak dapat dilaksanakan sebelum diperoleh set DNA dari tanaman yang akan dipelajari dalam jumlah yang cukup dengan kualitas DNA yang baik (Randriani *et al.*, 2011, Ebrahimi *et al.*, 2012; Kuwana *et al.*, 2012).

Kandungan kimia dalam jaringan tanaman beragam. Hal ini akan mempengaruhi modifikasi komposisi bahan dan prosedur

ekstraksi DNA sedikit berbeda agar diperoleh DNA dalam jumlah yang cukup dan kualitas yang baik. Kualitas DNA yang baik adalah yang mempunyai utas DNA panjang, dan dapat diamplifikasi dengan PCR. Untuk analisis RAPD kualitas DNA yang diperlukan tidak sebaik bila akan digunakan untuk analisis AFLP atau SSR. Apabila kualitas DNA tidak mencukupi maka DNA tidak dapat teramplifikasi dengan PCR. Pada prinsipnya tujuan isolasi DNA adalah membebaskan DNA dari sel, menstabilkan DNA, menghilangkan inhibitor reaksi enzimatik, fokus pada konsentrasi target sehingga volume lebih kecil, dan menempatkan DNA pada media yang sesuai untuk dilakukan amplifikasi dalam proses PCR.

PENUTUP

Teknik dan prosedur ekstraksi dan isolasi DNA pada setiap tanaman tidak selalu sama dan tidak selalu bisa diaplikasikan ke tanaman lain, khususnya pada tanaman yang mengandung banyak polisakarida atau metabolit sekunder. Informasi yang banyak dipublikasikan selama ini adalah untuk tanaman pangan dan hortikultura sehingga pada saat dicobakan pada tanaman perkebunan akan menghadapi permasalahan. Permasalahan tersebut biasanya, jumlah DNA yang sangat sedikit dan adanya kontaminasi. Hal ini dibutuhkan keahlian dari setiap individu (peneliti molekuler) dalam membaca dan menganalisis teknik dan prosedur yang sudah ada untuk dimodifikasi, baik dengan memodifikasi kombinasi dan dosis bahan kimia, maupun dalam tahapan teknik pelaksanaannya sehingga bisa diaplikasikan

pada tanaman yang akan dianalisis. Cara memodifikasi teknik dan prosedur dasar ini telah berhasil dilakukan dalam mengekstraksi dan mengisolasi DNA dari sampel daun kopi dimana diperoleh jumlah DNA yang banyak dan tidak terkontaminasi. Teknik tersebut dapat menghemat waktu dan bahan kimia karena tidak perlu melakukan ekstraksi dan isolasi berulang-ulang sehingga proses PCR bisa berjalan lebih cepat. Pengujian terhadap kemurnian dan konsentrasi DNA sampel kopi menunjukkan hasil sesuai dengan yang diharapkan, dan setelah dilakukan analisis PCR serta diamplifikasikan dengan menggunakan elektroforesis memperlihatkan pola pita DNA yang bersih dan jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiana, D. W. 2009. Teknik isolasi DNA genom tanaman pepaya dan jeruk dengan menggunakan modifikasi bufer CTAB. *Bul. Teknik Pertanian* 14 (1): 12-16.
- Belefant-Miller, H., C. Ledbetter, and S. Bennet. 2008. Using a commercial DNA extraction kit to obtain RNA for RT-PCR from starchy rice endosperm. *Biotechnology Journal* 3 (3): 360-363.
- Broothaerts, W., H. Mitchell, B. Weir, S. Kaines, L. M. A. Smith, J. E. Mayer, C. Roa-Rodriguez, and R. A. Jefferson. 2005. Gene transfer to plants by diverse species of bacteria. *Nature* 433: 629-633.
- Campbell, E. A., O. Muzzin, M. Chlenov, J. L. Sun, C. A. Olson, O. Weinman, M. L. Trester-Zedlitz, and S. A. Darst. 2002. Structure of the bacterial RNA polymerase promoter specificity subunit. *Mol. Cell* 9: 527-539.
- Doyle, J. J. and J. L. Doyle. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12 (1): 13-15.
- Ebrahimi, M., M. Farajpour, and M. Rahimmalek. 2012. Inter- and intra-specific genetic diversity of Iranian yarrow species *Achilleasantolina* and *Achilleatenuifolia* based on ISSR and RAPD markers. *Genet Mol. Res.* 11 (3): 2855-2861.
- Frank, H. and R. Freitag. 2012. Isolation and purification of recombinant proteins, antibodies and plasmid DNA with hydroxyapatite chromatography. *Biotechnology Journal* 7 (1): 90-102.
- Jamilah. 2005. Pengaruh Berbagai Macam Deterjen, Penambahan Garam dan Ekstrak Nanas (*Ananascomusus*) terhadap Hasil Isolasi DNA Berbagai Macam Buah sebagai Topik Praktikum Mata Kuliah Genetika. Skripsi Program Sarjana Biologi. Malang. Tidak dipublikasikan. 117 hlm.
- Jose, J. and R. Usha. 2000. Extraction of gemini viral DNA from a highly mucilaginous plant (*Abelmoschuse sculentus*). *Plant Mol. Biol. Rep.* 18: 349-355.
- Jou-Ann Lai, W. C. Yang, and J. C. Hsiao. 2001. An Assessment of genetic relationships in cultivated tea clones and native wild tea in Taiwan using RAPD and ISSR markers. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 42:93-100.
- Kuwana, R., D. Imamura, H. Takamatsu, and K. Watanabe. 2012. Discrimination of the *Bacillus cereus* group members by pattern analysis of random amplified polymorphic DNA-PCR. *Biocontrol Sci.* 17 (2): 83-86.
- Ling, M. and L. Feldman. 2010. A rapid TRIzol-based two-step method for DNA-free RNA extraction from *Arabidopsis thaliana* and dry seeds. *Biotechnol Journal.* 5 (2): 183-186.
- Lombard, V., C. V. Baril, P. Dubreuil, F. Elouet, and D. Zhang. 2000. Genetic relationships and fingerprinting of rapeseed cultivars by AFLP: Consequences for varietal registration. *Crop sci.* 40 (5): 1417-1425.
- Masniawati, A. 2000. Keragaman Genetik Kelapa dalam Mapanget 32 (DMT32) Hasil Penyerbukan Terbuka dan Penyerbukan Sendiri Berdasarkan Penanda Molekuler *Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)*, Disertasi Institut Pertanian Bogor. Bogor. 187 hlm.
- Mbwana, J., I. Bolin, E. Lyamuya, F. Mhalu, and T. Lagergard. 2006. Molecular characterization of *Haemophilusducreyi* isolates from different geographical locations. *J. Clin. Microbiol.* 44 (1): 132-137.
- Milligan, B. G. 1992. Plant DNA Isolation. In A. R. Hoelzel (Ed). *Molecular Genetic Analysis of Populations. A Practical Approach*. New York. Oxford University Press. pp. 59-88.
- Okuno, K. and S. Fukuoka. 1998. Manual for DNA extraction in plants. Ref. No. 11. Technical assistance activities for Genetic Resources Projects. JICA. 42 p.
- Paula, A. J., D. Rosa, A. Azevedo, S. Sommerfeld, M. Mutter, W. Backer, and M. Raquel Aires-Barros. 2013. Continuous purification of antibodies from cell culture supernatant with aqueous two-phase systems: From concept to process. *Biotechnology Journal* 8 (3): 352-362.
- Pharmawati, M., G. Yan, and P. Finnegan. 2009. Chloroplast DNA copy number may link to sex determination in *Leucadendron* (Proteaceae). *Hayati Journal of Biosciences* 16 (1): 21-24.
- Randriani, E., D. Listyati, dan Syafaruddin. 2011. Kekerabatan plasma nutfah jambu mete berdasarkan marka *Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)*. *Buletin Ristri.* 2 (2): 143 - 150.
- Sambrook, J., E. F., Fritsch, and T. Maniatis. 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. 3rd Edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, N.Y. 87 p.
- Schill, R. O. 2007. Comparison of different protocols for DNA preparation and PCR amplification of mitochondrial genes of tardigrades. *J. Limnol* 66: 164-170.
- Surzycki, S. 2000. *Basic Techniques in Molecular Biology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. p. 403-404.
- Syafaruddin dan T. J. Santoso. 2011. Optimasi teknik isolasi dan purifikasi DNA yang efisien dan efektif pada kemiri sunan (*Reutalis trisperma* (Blanco) Airy Shaw). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 17 (1): 11-17.

- Syafaruddin dan C. Tresniawati. 2011. Variabilitas genetik plasma nutfah lada (*Piper nigrum* L.) berdasarkan marka *Random Amplified Polymorphic DNA* (RAPD). *Buletin Ristri*. 2 (1): 89-98.
- Syafaruddin, E. Randriani, dan T. J. Santoso. 2011. Efektivitas dan efisiensi teknik isolasi dan purifikasi pada tanaman jambu mete. *Buletin Ristri*. 2 (2): 151-160.
- Tapan, K. M. 2002. Assessment of genetic diversity of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze by inter simple sequence repeats polymerase reaction. *Euphytica* 128: 307-315.
- Varma, A., P. Harish, and N. Shrivastava. 2007. Plant genomic DNA isolation: An art or a science. *Biotechnology Journal* 2 (3): 386-392.
- Williams, J. G. K., A. R. K. Kubelik, J. L. Livak, J. A. Rafalski, and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by random primers are useful as genetic markers. *Nucl. Acid Res.* 18: 6531-6535.

STATUS TEKNOLOGI PENINGKATAN PRODUKSI DAN MUTU HASIL PERKEBUNAN KOPI RAKYAT

THE CURRENT STATE OF YIELD AND QUALITY IMPROVEMENT TECHNOLOGY IN SMALLHOLDERS COFFEE PLANTATION

Rubiyo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
rubiyo_rb@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanaman kopi merupakan komoditas sub sektor perkebunan di Indonesia. Komoditas ini merupakan sumber devisa negara dan penyedia lapangan kerja. Sebagian besar (96%) tanaman kopi diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dengan tingkat produktivitas rendah (0,5 ton biji kering/ha/tahun). Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kopi di Indonesia adalah belum digunakannya bahan tanam unggul yang sesuai dengan agroekosistem tempat tumbuh kopi dan penerapan teknologi budidaya yang tidak standar. Untuk meningkatkan produktivitas dan mutu hasil kopi rakyat dapat dilakukan dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Teknologi pendukung yang tersedia, di antaranya meliputi bahan tanaman, teknik budidaya, dan teknik pasca panen. Pemanfaatan sumberdaya lahan dengan mengintegrasikan antara tanaman kopi dan ternak, pemanfaatan limbah tanaman dan ternak serta perbaikan sistem usaha tani secara berkesinambungan. Revitalisasi lahan, perbenihan dan pembibitan, infra struktur dan sarana, sumber daya manusia, pembiayaan petani, kelembagaan petani, teknologi dan industri hilir merupakan upaya yang dilakukan untuk perbaikan produktivitas dan mutu hasil kopi di Indonesia.

Kata kunci : Kopi, teknologi, produksi, mutu hasil

ABSTRACT

Coffee is one of estate crops commodities in Indonesia which delivers foreign exchange and provides employment opportunities. The majority (90%) of coffee is cultivated in small scale plantation with low productivity levels (0,5 tonnes of dry beans/ha/year) due to the planting materials used are unsuitably with the agroecosystem and improper cultivation technology standard. Improving the productivity and quality of coffee is conducted through intensification and extensification supporting technology available are planting materials, cultivation and post-harvest technologies. Utilization of land resources is implemented through integrating coffee and livestock, crop and livestock waste management, and improving sustainably farming systems. Revitalization of land, seeds and seedling, infrastructures and facilities, human resources, agriculture financing, agricultural institutions, technologies and downstream industries are efforts in improving productivity and quality of coffee in Indonesia.

Keywords: Coffee, technology, production, yield quality

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas andalan perkebunan penghasil devisa negara, sumber pendapatan petani, penghasil bahan baku industri, penyedia lapangan kerja, dan pengembangan wilayah. Indonesia merupakan negara penghasil kopi terbesar di Asia Tenggara dan terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam. Ketiga negara ini mengekspor 47% dari seluruh volume ekspor kopi dunia dengan pangsa pasar masing-masing Brasil 28%, Vietnam 12%, dan Indonesia 7%. Di Amerika Serikat, Indonesia

menduduki peringkat ke-6 dari 35 negara pengekspor kopi ke negara tersebut (Ditjenbun, 2011).

Hasil perkebunan kopi di Indonesia sebagian kecil dikonsumsi dalam negeri, sedang 75% diekspor. Nilai ekspor kopi Indonesia tahun 2009-2011 cukup fluktuatif, seperti yang tercatat dalam Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia (2011), nilai ekspor tahun 2009 sebesar US\$ 801.66 juta, tahun 2010 (US\$ 845.542 juta), dan tahun 2011 (US\$ 1.064 miliar). Produksi kopi Indonesia pada tahun 2011 sebesar 709.000 ton atau meningkat 3,5% dari tahun sebelumnya (684.076 ton).

Konsumsi kopi di Indonesia diprediksi akan meningkat 20% setiap tahun. Hal ini sebagai indikasi pentingnya komoditi kopi dalam perekonomian nasional.

Luas areal pertanaman kopi rakyat di Indonesia dari tahun ke tahun terus meningkat. Pada tahun 2010 seluas 1.219.802 ha dengan produksi 655.399 ton dan tahun 2011 menjadi 1.254.921 ha dengan produksi 679.366 ton (Ditjenbun, 2011). Volume ekspor kopi Indonesia pada tahun 2010 sebanyak 443 ribu ton atau senilai US\$ 791.76 juta. Meskipun tanaman kopi bukan merupakan tanaman asli Indonesia, keberadaannya mampu mendukung Indonesia sebagai negara pengekspor. Hal ini berarti bahwa kopi mampu beradaptasi dengan lingkungan tumbuh di Indonesia.

Tanaman kopi diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dengan tingkat produktivitas kurang dari 1 ton biji kering/ha/tahun. Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kopi Indonesia adalah masih belum digunakannya bahan tanam unggul sesuai kondisi lingkungan setempat. Umumnya petani masih menggunakan bahan tanam dari biji yang berasal dari pohon yang memiliki buah lebat atau bahkan dari benih sapan. Hal ini menyebabkan produktivitas rata-rata per tahun rendah.

Berdasarkan data statistik di Indonesia, kopi rakyat merupakan salah satu komoditas perkebunan yang cukup berpotensi terutama jika dilihat dari proporsi luas lahan tanaman kopi seluas 1.254.921 ha dari total luas komoditas perkebunan di Indonesia 1.308.000 ha (Ditjenbun, 2011). Tahun 2009 dan 2010, USDA mencatat luas areal tanaman kopi Indonesia seluas 1,32 dan 1,30 juta hektar dengan total produksi berturut-turut adalah 10.175.000 dan 9.000.000 kantong (1 kantong = 60 kg). Nilai produksi ini meningkat 24% tahun 2009, tetapi pada tahun 2010 menurun sebesar 11,6%, yang disebabkan terjadi anomali iklim (Bromokusumo dan Slette, 2010; Slette dan Wiyono, 2011).

Di samping itu, pola pengelolaan perkebunan kopi rakyat di Indonesia sebagian besar dilakukan secara tradisional sehingga potensinya masih bisa ditingkatkan melalui pengelolaan intensif. Usaha peningkatan produksi kopi rakyat dapat dilakukan dengan cara intensifikasi dan ekstensifikasi. Intensifikasi yaitu dengan menambah penggunaan tenaga kerja, modal, dan teknologi pada luas lahan yang tetap, sedangkan ekstensifikasi dengan cara memperluas areal penanaman tanpa menambah modal, tenaga kerja, dan teknologi.

PRODUKTIVITAS KOPI DI SENTRA PRODUKSI

Areal produksi kopi di Indonesia diperkirakan sekitar 1,3 juta hektar, yang tersebar di Sumatera Utara, Jawa, dan Sulawesi. Kopi jenis Robusta umumnya ditanam petani di Sumatera Selatan, Lampung, dan Jawa Timur, sedangkan kopi jenis Arabika umumnya ditanam petani di Aceh, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, Bali, dan Flores. Komoditas kopi baik yang dihasilkan oleh perkebunan rakyat maupun perkebunan besar, selain dikonsumsi sendiri juga untuk memasok pabrikan seperti TuguLuwak, Nescaffee, Torabika, dan lain-lain.

Pada umumnya perkebunan kopi rakyat belum dikelola secara baik seperti pada perkebunan besar sehingga timbul berbagai masalah, salah satunya adalah masalah produktivitas. Produktivitas nasional saat ini sebesar 792 kg biji kering/ha/tahun, masih sangat jauh dibandingkan produktivitas kopi di Kolombia (1.220 kg/ha/tahun), Brasil (1.000 kg/ha/tahun), dan Vietnam (1550 kg/ha/tahun). Data Ditjen Perkebunan mencatat perkebunan kopi yang diusahakan di Indonesia saat ini sebagian besar berupa kopi Robusta seluas 1,30 juta ha dan kopi Arabika mencapai 177.100 ha dengan total produksi 682.158 ton dan ekspor 413.500 ton pada tahun 2006 dengan nilai 586.877 US\$. Pada tahun 2004 tercatat peran kopi sebagai pendapatan devisa total terhadap Pendapatan Domestik Bruto (PDB), sektor Non Migas dan sektor Pertanian berturut-turut sebesar 0,35%, 0,45% dan 10,06% (AEKI, 2007 dalam Mawardi, 2008)

Kesesuaian lingkungan tumbuh tanaman kopi berbeda-beda tergantung jenisnya. Jenis Arabika sesuai jika ditanam pada ketinggian 500-1700 m dpl, sedang untuk jenis Robusta pada ketinggian 400-700 m dpl. Rata-rata produksi kopi Arabika 4,5-5 kw/ha/tahun dengan harga kopi lebih tinggi dibandingkan Robusta. Kopi Arabika jika dikelola secara intensif produksinya bisa mencapai 15-20 kw/ha/tahun, umumnya berbuah 1 kali dalam satu tahun. Kopi Robusta produksinya lebih tinggi daripada kopi Arabika, rata-rata produksinya adalah 9-13 kw/ha/tahun, jika dikelola secara intensif produksi dapat mencapai 20 kw/ha/tahun, tetapi kualitasnya lebih rendah daripada kopi Arabika. Produktivitas yang tinggi akan tercapai jika semua faktor produksi dialokasikan secara optimal.

Salah satu penyebab rendahnya produktivitas kopi Robusta di Indonesia

adalah belum digunakannya bahan tanam unggul yang sesuai dengan agroekosistem tempat tumbuh kopi Robusta. Petani umumnya masih menggunakan benih sapuan dan rentan terhadap serangan hama penyakit, rata-rata produksi selama kurun waktu 10 tahun (2000-2010) sebesar 0,41 ton/ha atau kurang lebih 45,9% dibandingkan produktivitas yang dikelola secara baik (0,9 ton/ha).

STATUS TEKNOLOGI KOPI

Bahan Tanaman

Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas kopi adalah dengan perbaikan bahan tanam. Penggantian bahan tanam anjuran dapat dilakukan secara bertahap, baik dengan metode sambungan di lapangan pada tanaman kopi yang telah ada maupun penanaman baru dengan bahan tanaman asal setek. Kopi Robusta Indonesia hingga saat ini terus mengalami perubahan klon yang relatif cepat. Beberapa klon kopi anjuran nasional BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, BP456, BP 534, BP 936, SA 234, dan SA 203 masih mendominasi pertanaman kopi Robusta di Indonesia. Potensi produksi kopi tersebut rata-rata mencapai 800-2000 kg kopi biji/ha/th. Untuk pengembangan kopi Robusta di Indonesia diharapkan dapat menggunakan klon kopi yang sudah direkomendasikan oleh pemerintah.

Kopi Robusta merupakan jenis kopi yang menyerbuk silang sehingga penanamannya harus poliklonal (3-4 klon) untuk setiap satuan hamparan kebun. Selain itu, sifat kopi Robusta yang sering menunjukkan reaksi yang berbeda jika ditanam pada kondisi yang berbeda, maka komposisi klon kopi Robusta untuk suatu lingkungan tertentu harus berdasarkan stabilitas daya hasil, kompatibilitas (keserempakan saat berbunga) antar klon untuk kondisi lingkungan tertentu serta keseragaman ukuran biji. Komposisi klon yang dipilih untuk setiap tipe iklim dan ketinggian tempat dapat dilihat pada Tabel 1.

Bahan tanam kopi Arabika yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian dan dapat digunakan sebagai bahan tanam unggul nasional antara lain: Kartika 1, Kartika 2, Abesinia 3, S 795, USDA 762, dan Andungsari 1. Gambaran potensi produksi serta anjuran serta penanaman sesuai kondisi lingkungan tumbuhnya seperti tertera dalam Tabel 2 dan 3.

Untuk menentukan komposisi klon kopi Robusta dan Arabika yang sesuai dengan kondisi lingkungan diperlukan data tipe iklim (menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson), serta tinggi tempat daerah penanaman. Untuk kopi Robusta jika dikaitkan dengan cita rasa dan produktivitas, ketinggian tempat yang optimal adalah 500-700 m dpl.

Tabel 1. Komposisi kopi Robusta untuk setiap tipe iklim dan tinggi tempat agar memberikan potensi produksi yang tinggi

Tipe iklim*	Komposisi klon	
	Tinggi tempat di atas 400 m dpl	Tinggi Tempat di bawah 400 m dpl
A atau B	Klon BP 42:BP234:BP358:SA 237 = 1 : 1 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP358 = 2 : 1 : 1
	Klon BP 436 :BP 534:BP 920 : BP 936 = 1 : 1 : 1 : 1	
C atau D	Klon BP 42:BP234:BP 409 = 2 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP 288: BP 409 = 1 : 1 : 1 : 1
	Klon BP 936 :BP 939 : SA 203 = 2 : 1 : 1	
Keterangan	: Menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson	
Sumber	: Hulupi (2008)	

Tabel 2. Potensi produksi kopi Arabika

No.	Varietas	Potensi produksi
1.	Kartika 1	1,8 ton/ha
2.	Kartika 2	1,9 ton/ha
3.	Abesiania 3	0,7 ton/ha
4.	S 795	1,2 ton/ha
5.	USDA 762	1,2 ton/ha
6.	Andungsari 1	1,9 ton/ha

Sumber: Puslitkoka (2006) dan (2008)

Tabel 3. Anjuran penanaman kopi Arabika berdasarkan kondisi lingkungan tumbuh

No	Kondisi lingkungan	Varietas
1.	Tinggi tempat > 700 m dpl.	S 795
2.	Tinggi tempat > 1000 m dpl.	S 795
	- Tanah subur	Kartika 1 Kartika 2
	- Tanah kurang subur	Andungsari 1 USDA 762 S 795
3.	Tinggi tempat > 1250 m dpl.	AB 3, S 795,
	- Tanah subur	Kartika 1 Kartika 2 USDA 762
	- Tanah kurang subur	Andungsari 1 S 795

Sumber: Puslitkoka (2006)

Pembibitan, Kebutuhan Bahan Tanam, dan Teknik Perbanyak Bahan Tanaman

Sumber tanaman klonal harus berasal dari kebun entres, baik berupa entres maupun stek berakar. Untuk penanaman baru sebaiknya tidak menggunakan teknik penyambungan dengan batang bawah melainkan dengan menggunakan stek berakar, kecuali untuk daerah yang endemik nematoda. Kebutuhan bahan tanam berupa stek berakar untuk setiap hektarnya perlu ditambah 20%.

Tanaman kopi dapat diperbanyak secara generatif maupun klonal. Perbanyak tanaman kopi secara klonal adalah dengan menggunakan sambungan dan stek. Penyambungan mempunyai tujuan untuk memanfaatkan dua sifat unggul dari bibit batang bawah tahan terhadap hama nematoda parasit akar, dan sifat unggul batang atas dengan produksi tinggi maupun mutu biji baik. Perbanyak tanaman kopi dengan stek hanya memanfaatkan salah satu sifat keunggulan.

Penyetekan

Penyetekan adalah pengakaran entres kopi dengan menggunakan media tumbuh dan lingkungan. Umur entres yang digunakan

adalah 3-6 bulan karena pada umur tersebut bahan cukup baik untuk stek.

Penyambungan

Penyambungan kopi adalah penggabungan entres batang atas pada bibit kopi dewasa. Penyambungan dilakukan di pembibitan pada bibit kopi batang bawah umur 5-6 bulan dari saat benih disemaikan.

Penanaman

Tingkat produktivitas tanaman kopi selain ditentukan oleh bahan tanam yang unggul juga ditentukan oleh populasi tanaman dalam satuan hektarnya. Untuk penanaman, jarak tanam yang digunakan disesuaikan dengan kemiringan tanah (Tabel 4).

Pemupukan

Pemupukan pada kopi harus tepat waktu, dosis dan jenis pupuk, serta cara pemberiannya. Pemupukan disesuaikan dengan jenis tanah, iklim, dan umur tanaman. Pemupukan dilakukan pada awal dan akhir musim hujan, pedoman pemupukan pada kopi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Beberapa contoh jarak tanam pada kopi

Kemiringan tanah	Jarak tanam (m)	Populasi	Kebutuhan stek berakar
Landai (0-15%) Tanpa teras/teras individu	2,5 x 2,5	1.600	1.920
	2,75 x 2,75	1.322	1.587
	2 x 3,5	1.428	1.714
	2,5 x 3	1.333	1.600
	2 x 2 x 4	1.660	1.990
	2,5 x 2,5 x 3,5	1.333	1.600
Miring (> 15%) Teras bangku	2 x 2,5	2.000	2.400

Sumber: Yahmadi (2007)

Tabel 5. Pedoman pemupukan pada tanaman kopi

Umur tanaman (tahun)	Awal musim hujan (g/th)				Akhir musim hujan			
	Urea	SP36	KCl	Kieserit	Urea	SP36	KCl	Kieserit
1	20	25	15	10	20	25	15	10
2	50	40	40	15	50	40	40	15
3	75	50	50	25	75	50	50	25
4	100	50	70	35	100	50	70	35
5-10	150	80	100	50	150	80	100	50
> 10 tahun	200	100	125	70	200	100	125	70

Sumber: Puslitkoka (2006)

Pemangkasan dan Penaungan

Supaya pohon tetap rendah dan mudah perawatannya maka perlu dilakukan pemangkasan. Pemangkasan juga berfungsi untuk membentuk cabang-cabang produksi yang baru, mempermudah masuknya cahaya dan mempermudah pengendalian hama dan penyakit. Dikenal dua sistem pemangkasan pada kopi, yaitu pemangkasan berbatang tunggal dan berbatang ganda. Kedua sistem tersebut dapat dibedakan tiga pemangkasan: (1) pemangkasan bentuk, (2) pemangkasan produksi, dan (3) pemangkasan peremajaan.

Penaungan pada tanaman kopi perlu dilakukan, tanaman naungan yang digunakan sebaiknya tanaman leguminosae karena dapat mengikat nitrogen (N) pada akarnya. Ada dua macam tanaman naungan, yaitu: 1) tanaman naungan sementara (*Crotalaria usaramoensis*, *Tephrosia candida*, dan *Acacia villosa*), dan 2) tanaman naungan tetap (lamtoro, sengon, dan dadap).

Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Secara garis besar penurunan produktivitas kopi ditentukan oleh berbagai faktor, di antaranya oleh Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) utama yang menyerang tanaman kopi, yaitu hama penggerek buah kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei*, nematoda parasit (*Pratylenchus coffea*), dan penyakit karat daun kopi (*Hemileia vastatrix*). Berbagai teknologi pengendalian hama dan penyakit tanaman kopi telah dihasilkan. Dufour (2008) melaporkan bahwa pengendalian Hama Terpadu hama PBKO telah diterapkan di Amerika. Tiga komponen utama yang harus diintegrasikan adalah (1) pengendalian secara kultur teknik atau agronomis yang meliputi pemangkasan setelah panen pada pohon kopi dan pohon penaungannya, (2) sanitasi buah yang tersisa di pohon dan pangkasan cabang, dan (3) pemasangan perangkap untuk menangkap secara massal. Tingkat keefektifan dari pengendalian ini bisa mencapai 90%

dibandingkan kontrol. Hasil penelitian Wiryadiputra *et al.* (1998) menunjukkan bahwa pemasangan perangkap *Brocap trap* cukup efektif menekan tingkat serangan kopi Robusta di Lampung.

Beberapa hama utama lainnya pada tanaman kopi adalah kutu dompolan atau kutu putih (*Planococcus citri*), kutu hijau (*Coccus viridis*) atau kutu cokelat (*Saesia coffea*), penggerek cabang (*Xylosandrus spp.*), dan penggerek batang merah (*Zeuzera coffea*). Penyakit karat daun merupakan salah satu penyebab rendahnya produksi pada tanaman kopi, salah satu cara menghindari penyakit karat daun pada kopi Arabika adalah penanaman pada lahan dengan ketinggian yang cukup, yaitu di atas 1000 m dpl. Beberapa penyakit utama lainnya pada kopi adalah karat daun, bercak daun, jamur upas, busuk buah dan busuk cabang, jamur akar coklat, dan penyakit rebah batang.

Pasca Panen

Semakin luasnya areal tanaman kopi rakyat menuntut konsekuensi dukungan berupa sarana dan metode pengolahan yang sesuai untuk kondisi petani. Tujuannya adalah petani dapat menghasilkan biji kopi dengan kualitas bagus. Untuk mendapatkan kualitas biji kopi yang bagus pengolahan kopi rakyat harus tepat waktu, tepat cara, dan tepat jumlahnya. Buah kopi hasil panen perlu segera diolah menjadi bentuk akhir yang stabil agar aman disimpan dalam jangka waktu tertentu. Kriteria kualitas biji kopi meliputi aspek fisik, citarasa, kebersihan, aspek keseragaman dan konsistensi sangat diperlukan oleh perlakuan pada setiap tahapan proses produksi.

Teknologi Pengolahan Primer (Biji kopi):

Tahapan pengolahan meliputi panen buah masak, sortasi buah, pengupasan buah, pencucian, penjemuran (pengering mekanis), pengupasan kering, sortasi, dan penggudangan.

Teknologi Pengolahan Produk Sekunder

(Kopi bubuk): Biji kopi merupakan bahan baku minuman sehingga aspek kualitas (fisik, kimiawi, kontaminasi, dan kebersihan) harus diawasi dengan baik karena menyangkut cita rasa, kesehatan konsumen, daya hasil (rendemen), dan efisiensi produksi. Untuk mendapatkan hasil pengolahan yang optimal, syarat kualitas biji kopi beras harus dipenuhi. Spesifikasi kualitas bahan baku kopi adalah sebagai berikut: Aroma dan cita rasa (khas), kadar air (11-12%), kadar kulit (nihil), biji hitam (nihil), ukuran biji (seragam), kadar kotoran (nihil), jamur (nihil), benda asing lunak (nihil), dan benda asing kasar (nihil).

Sistem Usaha Tani

Sistem usatani kopi di Indonesia umumnya diusahakan secara tumpang sari dengan melibatkan tanaman lain pada lahan tertentu. Pemilihan komoditas tanaman untuk usaha tumpang sari dengan tanaman kopi dilakukan agar terjadi interaksi yang saling menguntungkan antara kedua tanaman tersebut. Tumpang sari tanaman kopi dengan tanaman jeruk yang diusahakan oleh petani kopi di daerah Kintamani Bali memberikan hasil yang sangat baik dan meningkatkan pendapatan petani. Tanaman jeruk yang

diusahakan selain buahnya memiliki nilai ekonomi yang tinggi, juga dapat dimanfaatkan sebagai penabung tanaman kopi. Oleh karena itu model tumpangsari antara tanaman kopi dengan tanaman jeruk dapat digunakan sebagai model sistem usahatani pada kawasan tertentu yang mempunyai agroekosistem yang diperlukan untuk kedua tanaman tersebut.

Biaya pada usahatani adalah semua biaya-biaya yang dikeluarkan dalam pengerjaan usahatani tersebut, sedangkan penerimaan usahatani adalah perkalian antara produksi dengan harga jual. Pendapatan usahatani adalah selisih antara penerimaan dengan semua biaya yang telah dikeluarkan. Analisis secara finansial, menunjukkan bahwa usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk layak untuk dilaksanakan. Analisis dilakukan dengan metode perhitungan arus tunai berdiskonto dengan tingkat *discount* 20% (dipakai DF 20% sesuai tingkat suku bunga saat penelitian). Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan nilai NPV, IRR, dan *B/C Ratio* pada Tabel 6, 7, dan 8.

Suku bunga 45% menunjukkan bahwa suku bunga ini memiliki nilai lebih besar dari suku bunga diskonto (20%) sehingga nilai sekarang dari keuntungan bersih (NPV) usahatani perkebunan tidak akan bernilai nol.

Tabel 6. NPV usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk

Tahun Ke	Biaya (Rp)	Penerimaan (Rp)	Penerimaan Bersih sebelum DF (Rp)	DF 20%	PV Penerimaan DF 20% (Rp)
0	19.555.000,00	-	(19.555.000,00)	1,00	(19.555.000,00)
1	9.977.750,00	-	(9.977.750,00)	0,83	(8.314.791,67)
2	12.202.750,00	-	(12.202.750,00)	0,69	(8.474.131,94)
3	7.502.750,00	8.572.500,00	1.069.750,00	0,58	619.068,29
4	7.502.750,00	47.572.500,00	40.069.750,00	0,48	19.323.760,61
5	7.502.750,00	47.572.500,00	40.069.750,00	0,40	16.103.133,84
6	7.502.750,00	51.960.000,00	44.457.250,00	0,33	14.888.643,07
7	7.502.750,00	58.080.000,00	50.577.250,00	0,28	14.115.182,24
8	7.502.750,00	66.072.000,00	58.569.250,00	0,23	13.621.335,64
9	7.502.750,00	103.128.000,00	95.625.250,00	0,19	18.532.814,09
10	7.502.750,00	106.320.000,00	98.817.250,00	0,16	15.959.537,56
11	7.502.750,00	102.312.000,00	94.809.250,00	0,13	12.760.185,99
12	7.502.750,00	98.040.000,00	90.537.250,00	0,11	10.154.355,09
13	7.502.750,00	89.760.000,00	82.257.250,00	0,09	7.688.081,66
14	7.502.750,00	82.296.000,00	74.793.250,00	0,08	5.825.389,39
15	7.502.750,00	76.440.000,00	68.937.250,00	0,06	4.474.404,72
16	7.502.750,00	68.448.000,00	60.945.250,00	0,05	3.296.400,16
17	7.502.750,00	63.120.000,00	55.617.250,00	0,05	2.506.849,89
18	7.502.750,00	55.656.000,00	48.153.250,00	0,04	1.808.685,99
19	7.502.750,00	54.600.000,00	47.097.250,00	0,03	1.474.184,62
20	7.502.750,00	41.808.000,00	34.305.250,00	0,03	894.819,97
Net Present Value (NPV)					127.702.909,20

Sumber: Trisnawati *et al.* (2005)

Tabel 7. IRR usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk

Tahun Ke	Penerimaan Bersih (Rp)	DF 45%	Penerimaan Bersih DF 45% (Rp)	DF 65%	Penerimaan Bersih DF 65% (Rp)
0	(19.555.000,00)	1,00000	(19.555.000,00)	1,00000	(19.555.000,00)
1	(9.977.750,00)	0,68966	(6.881.206,90)	0,60606	(6.047.121,21)
2	(12.202.750,00)	0,47562	(5.803.923,90)	0,36731	(4.482.185,49)
3	1.069.750,00	0,32802	350.895,90	0,22261	238.138,97
4	40.069.750,00	0,22622	9.064.516,08	0,13492	5.406.059,93
5	40.069.750,00	0,15601	6.251.390,40	0,08177	3.276.399,96
6	44.457.250,00	0,10759	4.783.376,68	0,04956	2.203.123,94
7	50.577.250,00	0,07420	3.753.005,46	0,03003	1.519.034,38
8	58.569.250,00	0,05117	2.997.268,47	0,01820	1.066.100,41
9	95.625.250,00	0,03529	3.374.897,31	0,01103	1.054.914,07
10	98.817.250,00	0,02434	2.405.208,56	0,00669	660.683,29
11	94.809.250,00	0,01679	1.591.485,50	0,00405	384.173,43
12	90.537.250,00	0,01158	1.048.120,64	0,00246	222.341,21
13	82.257.250,00	0,00798	656.734,99	0,00149	122.428,61
14	74.793.250,00	0,00551	411.822,79	0,00090	67.466,35
15	68.937.250,00	0,00380	261.778,47	0,00055	37.687,28
16	60.945.250,00	0,00262	159.606,96	0,00033	20.192,81
17	55.617.250,00	0,00181	100.450,82	0,00020	11.168,18
18	48.153.250,00	0,00125	59.979,32	0,00012	5.860,23
19	47.097.250,00	0,00086	40.457,92	0,00007	3.473,77
20	34.305.250,00	0,00059	20.323,60	0,00004	1.533,49
	NPV		5.091.189,07		(13.783.526,41)
	IRR =	50,39			

Sumber: Rubiyo *et al.* (2005); Trisnawati *et al.* (2005)

Berdasarkan hasil analisis usahatani dengan memasukkan pendapatan bersih pada tingkat DF 20% pada usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk diperoleh nilai NPV sebesar Rp 127.702.909,20. Jadi berdasarkan kriteria investasi maka usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk layak untuk diusahakan karena NPV menunjukkan nilai positif atau lebih besar dari nol.

Hasil perhitungan IRR sebesar 50,39% menunjukkan bahwa nilai ini lebih besar dari suku bunga diskonto 20%. IRR sebesar 50,39% menunjukkan bahwa nilai sekarang dari keuntungan bersih (NPV) usahatani perkebunan pola tumpangsari tidak akan bernilai nol. Oleh sebab itu, dari segi IRR usaha perkebunan pola tumpangsari layak untuk dilakukan mengingat tingkat pengembalian internal kegiatan ini jauh lebih besar

dibandingkan suku bunga komersial yang berlaku di masyarakat.

B/C Ratio usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk adalah sebesar 4,58. Artinya bahwa untuk setiap pengeluaran satu rupiah pada nilai sekarang akan memberikan tambahan pendapatan bersih sebesar 4,58 rupiah menurut nilai sekarang. Jadi sesuai dengan kriteria kelayakan maka kegiatan usahatani perkebunan pola tumpangsari layak untuk dikembangkan karena nilai *B/C Ratio* > 1.

Hasil perhitungan berdasarkan tiga kriteria kelayakan usaha yang digunakan (NPV, IRR dan *B/C Ratio*) pada usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk, disimpulkan ternyata ketiganya menunjukkan hasil yang positif artinya bahwa usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk layak untuk dikembangkan.

Tabel 8. *B/C Ratio* usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk

Tahun ke	Biaya (Rp)	DF 20%	PV Biaya DF 20% (Rp)	Penerimaan (Rp)	DF 20%	PV Penerimaan DF 20% (Rp)
0	19.555.000,00	1,00	19.555.000,00	-	1,00	-
1	9.977.750,00	0,83	8.314.791,67	-	0,83	-
2	12.202.750,00	0,69	8.474.131,94	-	0,69	-
3	7.502.750,00	0,58	4.341.869,21	8.572.500,00	0,58	4.960.937,50
4	7.502.750,00	0,48	3.618.224,34	47.572.500,00	0,48	22.941.984,95
5	7.502.750,00	0,40	3.015.186,95	47.572.500,00	0,40	19.118.320,79
6	7.502.750,00	0,33	2.512.655,79	51.960.000,00	0,33	17.401.298,87
7	7.502.750,00	0,28	2.093.879,83	58.080.000,00	0,28	16.209.062,07
8	7.502.750,00	0,23	1.744.899,86	66.072.000,00	0,23	15.366.235,50
9	7.502.750,00	0,19	1.454.083,21	103.128.000,00	0,19	19.986.897,30
10	7.502.750,00	0,16	1.211.736,01	106.320.000,00	0,16	17.171.273,57
11	7.502.750,00	0,13	1.009.780,01	102.312.000,00	0,13	13.769.966,00
12	7.502.750,00	0,11	841.483,34	98.040.000,00	0,11	10.995.838,44
13	7.502.750,00	0,09	701.236,12	89.760.000,00	0,09	8.389.317,78
14	7.502.750,00	0,08	584.363,43	82.296.000,00	0,08	6.409.752,82
15	7.502.750,00	0,06	486.969,53	76.440.000,00	0,06	4.961.374,24
16	7.502.750,00	0,05	405.807,94	68.448.000,00	0,05	3.702.208,10
17	7.502.750,00	0,05	338.173,28	63.120.000,00	0,05	2.845.023,17
18	7.502.750,00	0,04	281.811,07	55.656.000,00	0,04	2.090.497,06
19	7.502.750,00	0,03	234.842,56	54.600.000,00	0,03	1.709.027,17
20	7.502.750,00	0,03	195.702,13	41.808.000,00	0,03	1.090.522,10
Jumlah			61.416.628,23			189.119.537,43
<i>B/C Ratio</i> =		3,08				

Sumber : Rubiyo *et al.* (2005); Trisnawati *et al.* (2006)

Tabel 9. Analisis sensitivitas usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk

No	Uraian	NPV (Rp)		IRR (%)		<i>B/C Ratio</i>	
		20%	30%	20%	30%	20%	30%
1	Harga produk turun	89.879.001,71	70.967.047,97	43,54	40,81	2,46	2,16
2	Biaya produksi naik	120.913.916,89	117.519.420,73	59,31	45,71	2,77	2,64
3	Harga produk turun, biaya input naik	83.090.009,40	65.204.212,79	40,08	37,20	2,22	1,74

Sumber: Rubiyo *et al.* (2005); Trisnawati *et al.* (2005)

Analisis sensitivitas pada usahatani perkebunan tanaman kopi yang dilakukan untuk melihat sejauh mana tingkat kepekaan usahatani tersebut apabila terjadi perubahan terhadap penurunan harga produk dan perubahan peningkatan harga input yang mungkin terjadi. Asumsi kemungkinan perubahan tingkat harga yang terjadi adalah 20 sampai 30%. Apabila lebih besar dari 30% usahatani ini sudah tidak bisa diteruskan lagi karena akan menyebabkan kerugian. Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh data menunjukkan bahwa usahatani perkebunan kopi, seperti disajikan pada Tabel 9.

Peningkatan biaya produksi, penurunan harga produk maupun penurunan harga produk yang diikuti dengan peningkatan biaya produksi sampai 30% ternyata masih memberikan nilai IRR yang lebih tinggi dari

suku bunga pinjaman sebesar 20%. Hal ini menunjukkan bahwa usahatani perkebunan pola tumpangsari tanaman kopi layak untuk dilaksanakan.

STRATEGI PENERAPAN DAN PEMASYARAKATAN TEKNOLOGI

Teknologi pendukung yang ada selama ini seringkali hanya dipandang dan dipahami dalam spektrum yang sempit, hubungannya dengan kreasi dan aplikasi. Teknologi harusnya diintegrasikan secara efektif, dengan demikian teknologi tersebut dapat diaplikasikan guna meningkatkan produksi dan mutu hasil kopi rakyat di Indonesia. Upaya-upaya peningkatan pendapatan petani kopi dapat dilakukan dengan menggunakan sumberdaya lokal yang

ada seperti mengintegrasikan tanaman kopi dengan ternak dan merehabilitasi tanaman kopi Robusta menjadi kopi Arabika pada daerah yang memiliki ketinggian > 1000 m dpl. Bahkan dengan mengintegrasikan sumber daya yang ada di kebun kopi tersebut mampu meningkatkan produksi kopi sekitar 30% dan pendapatan petani antara 20-25% dalam sistem usaha tani kopi dengan ternak (Guntoro dan Rubiyo, 2004; Rubiyo *et al.*, 2005 dan 2006a). Input pupuk tanaman kopi yang merupakan komponen terbesar setelah biaya panen dapat dicukupi dengan menggunakan kotoran dari kambing yang dipelihara di kebun yang diintegrasikan dengan ternak kambing (Rubiyo *et al.*, 2006b). Berdasarkan hasil analisa usahatani yang dilakukan, model usahatani kopi yang terintegrasi cukup menguntungkan bagi petani dengan *B/C Ratio* >1. Oleh karena itu pendekatan pengembangan model usaha tani kopi terintegrasi sangat diperlukan bagi petani pekebun kopi di Indonesia. Konsep dan strategi pengembangan kopi nasional harus diupayakan secara komprehensif dan terpadu. Minimal ada tujuh langkah strategi untuk mewujudkan program pemberdayaan dan peningkatan produksi dan mutu hasil kopi nasional adalah revitalisasi lahan, perbenihan dan pembibitan, infrastruktur dan sarana, sumber daya manusia, pembiayaan petani, kelembagaan petani, teknologi dan industri hilir.

Implementasi teknologi pendukung di sentra-sentra kopi rakyat sangat diperlukan. Selain itu, inovasi baru dan teknologi yang diperkenalkan harus dapat membawa petani kopi melepaskan diri dari sistem produksi dan sistem usaha tradisional. Untuk itu, perlu dilakukan alih teknologi pada masyarakat khususnya masyarakat petani kopi dari hulu sampai dengan hilir sehingga kualitas kopi biji yang dihasilkan dapat ditingkatkan (Yahmadi, 2007). Dengan menggunakan metode kaji tindak (*action research*), pengkajian terhadap kegiatan yang berlangsung dilaksanakan bersamaan dengan implementasi teknologi. Dengan demikian, diharapkan segala permasalahan yang timbul pada saat pelaksanaan kegiatan dapat diatasi sekaligus tanpa harus menunggu waktu yang lama.

PENUTUP

Peningkatan produksi dan mutu hasil kopi nasional dapat dilakukan dengan perbaikan teknologi budidaya dan menggunakan klon yang sesuai di daerah pengembangannya. Peningkatan pendapatan petani kopi dapat diupayakan dengan memanfaatkan sumberdaya lahan dengan mengintegrasikan antara tanaman kopi dan ternak, pemanfaatan limbah tanaman dan ternak serta perbaikan sistem usaha tani.

Revitalisasi dan strategi untuk peningkatan produksi dan mutu hasil kopi nasional melalui revitalisasi lahan, perbenihan dan pembibitan, infrastruktur dan sarana, sumber daya manusia, pembiayaan petani, kelembagaan petani, teknologi dan industri hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bromokusumo, A. K. and J. Slette. 2010. Indonesia Coffee Annual 2010. Global Agricultural Information Network. USDA Foreign Agricultural Service.
- Ditjenbun. 2011. Statistik Perkebunan Indonesia. Kopi. 2009-2011.
- Guntoro, S. dan Rubiyo. 2004. Optimalisasi integrasi usahatani kambing dan tanaman kopi. Pros. Sem. Nas. Sistem Integrasi Tanaman Ternak. Edit. Budi Haryanto *et al.*, Puslitbang Peternakan dengan BPTP Bali dan Crop-Animal System research Network (CASREN). Denpasar 20-22 Juli 2004.
- Hulupi, R. 2008. Klon-klon Unggul Kopi Robusta dan Beberapa Pilihan Komposisi Klon Berdasarkan Kondisi Lingkungan. Puslitkoka Indonesia. No. Seri: 02.022.2-303. 5 hlm.
- Mawardi, S. 2008. Strategi ekspor komoditas perkebunan dalam situasi kritis ekonomi global, kasus pada kopi. Makalah Seminar Nasional dan Display Product Dies Natalis Fakultas Pertanian Universitas Jember ke-44. Jember, 23 Desember 2008.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2006. Pedoman Teknis Tanaman Kopi. Jember. 96 hlm.
- Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2008. Varietas-Varietas Kopi Arabika yang Telah Dilepas oleh Menteri Pertanian. Leaflet. NS 02.009.08
- Rubiyo, J. Rinaldi, dan Suharyanto. 2005. Kajian Rehabilitasi Tanaman Kopi Robusta Menjadi Kopi Arabika dengan Teknik Sambung di Kabupaten Bangli. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali.

- Rubiyo, S. Guntoro, dan Suprpto. 2006a. Usahatani kopi Robusta dengan pemanfaatan kotoran kambing sebagai pupuk organik di Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 6 (1): 73-80.
- Rubiyo, S. Guntoro, dan Suharyanto. 2006b. Pengkajian sistem usahatani kopi robusta integrasi dengan ternak kambing di Bali. Pros. Simp. Kopi 2006, Puslitkoka, Surabaya 2-3 Agustus 2006.
- Slette, J. and I. E. Wiyono. 2011. Indonesia Coffee Annual 2011. Global Agricultural Information Network. USDA Foreign Agricultural Service.
- Trisnawati, D. Darmawan, R. Puspa, dan Rubiyo. 2005. Faktor-faktor yang mempengaruhi pendapatan usahatani tumpangsari tanaman kopi dengan jeruk di Desa Belantih, Kec. Kintamani, Kab. Bangli. *Jurnal Stigma* XIII (2): 331-334.
- Wiryadiputra, S. dan O. Atmawinarta. 1998. Kopi (*Coffea* spp.) dalam Pengendalian Hama Terpadu Tanaman Perkebunan. Puslitbangtri. Hlm. 53-59.
- Yahmadi, M. 2007. Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia. Jawa Timur. 339 hlm.

PERSILANGAN ALAMI KOPI

NATURAL CROSS-POLLINATION IN COFFEE

Enny Randriani dan Dani

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
ennyrandriani@gmail.com

ABSTRAK

Program pemuliaan tanaman kopi memerlukan keragaman genetik yang luas. Keragaman genetik tanaman kopi yang dibudidayakan di Indonesia relatif sempit karena hanya terdiri dari 3 spesies, yaitu *Coffea arabica*, *C. canephora*, dan *C. liberica*. Meskipun demikian, terdapat peluang munculnya keragaman genetik baru yang berasal dari persilangan alami antar ketiga spesies kopi tersebut. Dua hingga tiga spesies kopi yang berbeda seringkali dibiarkan tumbuh berdampingan di lahan petani sehingga tidak ada isolasi spasial yang menghalangi aliran gen antar spesies. Berdasarkan karakteristik buah di dataran tinggi Lampung Barat ditemukan genotipe baru yang diduga mendapatkan hasil persilangan alami antara jenis Liberika dengan Robusta. Identifikasi dan karakterisasi lebih lanjut diperlukan untuk memanfaatkan sumberdaya genetik baru tersebut dalam program pemuliaan tanaman.

Kata kunci: Kopi, persilangan alami, hibrida interspesifik

ABSTRACT

Coffee breeding program requires vast genetic variability. Owing to relatively narrow genetic variability of cultivated coffee in Indonesia there is only 3 species developed, namely Coffea arabica, C. canephora, and C. liberica. Fortunately, the habit of local subsistence coffee farmers which let two or three coffee species sympatrically grow and develop it may increase the chance of inter-specific gene flow of coffee grown in West Lampung highland. Based on leaf and fruit characteristics, there are novel coffee genotypes considered as natural inter-specific hybrids between Robusta and Liberica. Further identification and characterization are needed to take the advantage of new genetic resources in plant breeding programs.

Keywords: Coffee, natural cross-pollination, interspecific hybrids

PENDAHULUAN

Kopi merupakan tanaman tahunan yang bukan berasal dari Indonesia. Sebaran alami tanaman tersebut dapat ditemukan di beberapa wilayah di benua Afrika (Fuff dan Chamchumroon, 2003). Terdapat 100 spesies yang tergolong ke dalam genus *Coffea* (Davies *et al.*, 2006). Meskipun demikian, hanya tiga spesies di antaranya, yaitu *C. arabica*, *C. canephora*, dan *C. liberica*, memiliki nilai penting secara ekonomi. Proporsi jenis *C. liberica* relatif sangat kecil dibandingkan dua jenis lainnya dan pengembangannya terbatas di beberapa wilayah tertentu (Geletu, 2006). Ukuran buah kopi Liberika lebih besar dibandingkan Arabika dan Robusta (Ismail *et al.*, 2011).

Kopi jenis Arabika (*C. arabica*) diintroduksikan ke Indonesia, tepatnya Jawa oleh kolonial Belanda pada abad ke-17. Tetapi serangan penyakit karat daun yang berawal pada akhir tahun 1880 menimbulkan kehancuran kopi jenis tersebut di Indonesia. Pemerintah kolonial Belanda kemudian menggantinya dengan jenis Liberika (*C. liberica*) dan Robusta (*C. canephora*) pada abad ke-19. Jenis terakhir ini yang kemudian berkembang luas dan saat ini mendominasi pertanaman kopi di Indonesia.

Kopi Robusta pertama kali didatangkan ke Indonesia pada tahun 1900-an, untuk menggantikan dua jenis kopi yang sudah ada sebelumnya, yaitu Arabika dan Liberika. Kopi Robusta dinilai memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap serangan karat daun

dibandingkan jenis Arabika, sekaligus rendemen yang lebih tinggi dibandingkan jenis Liberika. Meskipun demikian, kopi Robusta memiliki kandungan kafein lebih tinggi dan kualitas seduhan (*cup quality*) lebih rendah dibandingkan kopi Arabika.

Perakitan varietas kopi ke depan diarahkan untuk menghasilkan varietas unggul baru dengan karakteristik produktivitas tinggi, tahan terhadap serangan hama dan penyakit, daya adaptasi yang baik pada lahan-lahan marginal serta memiliki mutu seduhan yang baik. Untuk itu, diperlukan sumberdaya genetik plasma nutfah dengan tingkat keragaman yang luas sebagai bahan dasar seleksi sifat-sifat unggul yang diinginkan.

Keberadaan populasi pertanaman kopi tua dan dibudidayakan secara tradisional di lahan petani merupakan salah satu sumber keragaman genetik yang berharga (Engelmann *et al.*, 2007). Berdasarkan sejarah pengembangan tanaman kopi diketahui bahwa basis genetik tanaman kopi yang ada di Indonesia relatif sempit. Meskipun demikian, masih terdapat peluang munculnya keragaman genetik baru melalui proses mutasi maupun persilangan dalam dan antar spesies secara alami.

KARAKTERISTIK GENETIK TANAMAN KOPI

Secara genetik, kopi jenis Arabika merupakan tipe allotetraploid ($2n=4x=44$). Ini berbeda dengan jenis lainnya dalam genus *Coffea* yang seluruhnya merupakan tipe diploid ($2n=2x=22$) (Pinto-Maglio, 2006) meskipun terdapat keragaman ukuran genom antar spesies (Noirot *et al.*, 2003). Kopi jenis Arabika cenderung menyerbuk sendiri (*self fertile*), sedangkan kerabat seperti jenis Robusta (*C. canephora*) dan Liberika, cenderung menyerbuk silang (*cross-sterile*) (Klein *et al.*, 2003; Ghawas, 2006).

Kopi jenis Robusta memiliki ciri populasi yang sangat polimorfis dan individu-individu yang heterosigositasnya tinggi (Lashermes *et al.*, 1994). Sifat *self-incompatible* pada *C. canephora* dikendalikan oleh gen tunggal *S* dengan multi alel (De Castro dan Marraccini, 2006). Segregasi sifat-sifat tanaman akan terus berlangsung pada generasi-generasi selanjutnya sehingga menghasilkan populasi keturunan yang heterogen (Waller *et al.*, 2007). Dengan demikian, pengembangan jenis tersebut lebih cocok dilakukan secara klonal.

PERSILANGAN ALAMI ANTAR SPESIES KOPI

Konversi tanaman kopi dari jenis Arabika dan Liberika menjadi jenis Robusta ternyata tidak menyebabkan dua jenis kopi pertama tersebut hilang dari lahan petani. Sebagian petani masih membiarkan ketiga jenis kopi tetap tumbuh berdampingan. Keberadaan beberapa spesies kopi lain pada lokasi yang berdekatan atau bahkan bercampur dalam satu lahan yang sama menimbulkan peluang terjadinya persilangan antar spesies secara alamiah. Dengan demikian akan terjadi aliran gen (*gene flow*) antar spesies (Gomez *et al.*, 2009).

Isolasi temporal akibat perbedaan fenologi pembungaan dapat menjadi pembatas pra-zigotik yang kuat (Gomez *et al.*, 2009). Meskipun demikian, pada kondisi agroklimat yang berbeda isolasi temporal ternyata dapat dipatahkan. Sebagai contoh, di dataran rendah pembungaan tanaman kopi jenis Liberika berlangsung lebih lambat dibandingkan jenis Arabika dan Robusta, tetapi di daerah dataran tinggi diketahui dapat berlangsung secara bersamaan.

Persilangan langsung antara *C. arabica* dengan *C. canephora* biasanya menghasilkan tipe triploid dan steril. Meskipun demikian, di kepulauan Timor telah ditemukan *Hibrido de Timor* (HdT) yang bersifat fertil dan diyakini merupakan hibrida alami antara kedua spesies tersebut (Vinod dan Suryakumar, 2004). Tipe HdT kemudian dijadikan sebagai salah satu tetua persilangan di Brazil hingga diperoleh hibrida Catimor (Waller *et al.*, 2007).

Hibrida alami antara *C. arabica* dengan *C. liberica* telah muncul di pulau Jawa yang menunjukkan ketahanan terhadap penyakit karat. Penampilan fenotipik hibrida tersebut merupakan perpaduan antara kedua tetuanya (Cramer, 1957). Di India, hasil seleksi hibrida alami antar kedua spesies tersebut dikenal dengan nomor S.288 (Prakash *et al.*, 2002) yang kemudian disilangkan dengan Arabika tipe Kent sehingga menghasilkan famili S-795 yang menunjukkan ketahanan terhadap beberapa ras penyakit karat (Waller *et al.*, 2007).

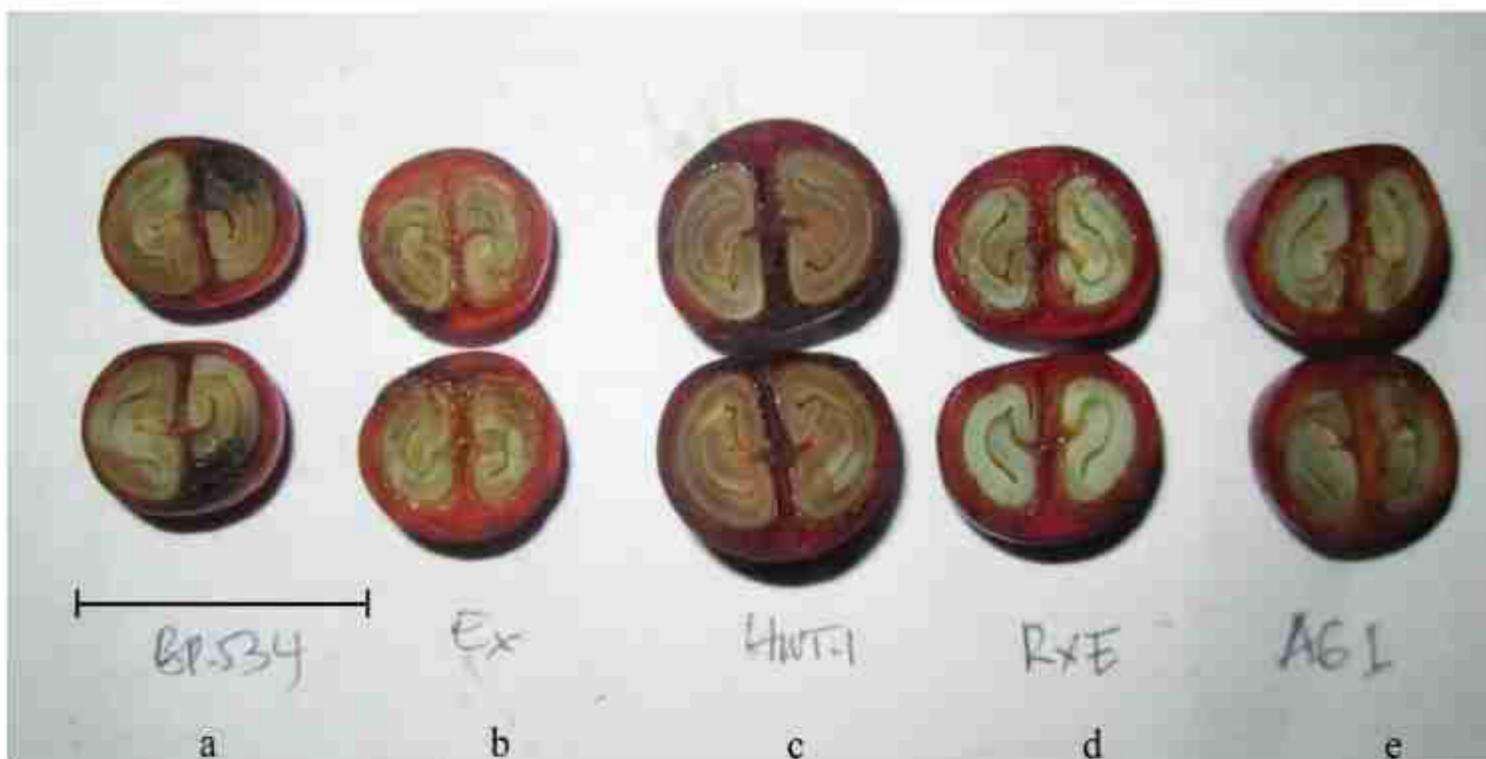
Berdasarkan hasil observasi di daerah dataran tinggi di wilayah Lampung Barat ditemukan genotipe-genotipe baru yang diduga merupakan hasil persilangan alami antara jenis Liberika dengan jenis Robusta. Bentuk, ukuran, dan gelombang pada helai daun serta tipe percabangan merupakan perpaduan antara jenis Robusta dan Liberika (Gambar 1). Bentuk buah beragam dari bulat hingga agak lonjong. Diskus pada ujung buah

lebar menyerupai tipe Liberika. Ukuran buah beragam tetapi seluruhnya tergolong besar. Salah satu klon di antaranya, yaitu HWT-1, bahkan memiliki buah berukuran hampir dua kali lipat lebih besar dibandingkan klon BP 534 (tipe Robusta) (data tidak dipublikasikan).

Berdasarkan penampang irisan melintang pada buah terlihat bahwa genotipe-genotipe yang diduga hibrida alami Robusta-Liberika memiliki kulit buah yang relatif tebal menyerupai tipe Liberika (Gambar 2).



Gambar 1. Perbandingan morfologi tiga genotipe kopi: jenis Robusta (kiri atas), jenis Liberika (kanan atas), dan tipe baru yang diduga merupakan hasil persilangan alami antara jenis Liberika dan Robusta (bawah).



Gambar 2. Penampang melintang buah kopi dari beberapa genotipe: (a) jenis Robusta, (b) jenis Liberika, (c-e) tipe-tipe baru yang diduga merupakan hasil persilangan alami antara jenis Liberika dan Robusta. Garis = 2 cm.

Spesies *C. liberica* saat ini mulai banyak dimanfaatkan dalam program perbaikan sifat jenis *C. canephora* karena memiliki sifat kemasakan buah serempak dalam satu dompol, bobot buah tinggi, dan kandungan kafein rendah (N'Diaye *et al.*, 2005). Dengan adanya hibrida alami antara kedua spesies kopi tersebut akan meringankan tugas pemulia tanaman dalam menyediakan materi genetik untuk program perakitan varietas unggul baru. Identifikasi secara fenotipik (*phenotyping*) dan genotipik (*genotyping*) perlu dilakukan untuk mengetahui pola pewarisan dari sifat-sifat yang diinginkan.

Untuk mengidentifikasi keragaman genetik sekaligus mendeteksi adanya sisipan gen dari spesies lain dapat memanfaatkan penanda DNA seperti AFLP, RAPD, RFLP, dan SSR. Genotipe-genotipe yang mendapatkan sisipan gen baru akan memunculkan pola pita DNA tambahan atau justru kehilangan sebagian pola pita tertentu yang diduga terkait dengan proses stabilisasi fragmen DNA sisipan dari generasi ke generasi (Anthony *et al.*, 2001). Penanda molekuler terkini seperti *sequence related amplified polymorphism* (SRAP) juga telah terbukti mampu membedakan genom tetua dalam suatu hibrida (Mishra dan Slater, 2012).

PENUTUP

Peningkatan keragaman genetik kopi yang berasal dari persilangan alami antar spesies merupakan potensi yang sangat berharga sebagai sumber sifat unggul. Kebun kopi milik petani dapat sekaligus berfungsi sebagai laboratorium alam yang menyediakan keragaman genetik tersebut. Pemulia tanaman tentu sangat berkepentingan terhadap keragaman genetik dalam rangka perakitan varietas kopi unggul baru. Untuk dapat memanfaatkan potensi tersebut dalam program pemuliaan tanaman perlu dilakukan identifikasi dan karakterisasi baik melalui pendekatan konvensional maupun molekuler.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, F., M. C. Combes, J. C. Herrera, N. S. Prakash, B. Bertrand, and P. Lashermes. 2001. Genetic diversity and introgression analyses in coffee (*Coffea arabica* L.) using molecular markers. In: 19^{ème} Colloque Scientifique International sur le Café, Trieste, Italy, 14-18 Mai 2001.
- Cramer, P. J. S. 1957. Review of Literature of Coffee Research In Indonesia. Miscellaneous publications no. 15. Interamerican Institute of Agricultural Science, Turrialba.
- Davies, A. P., R. Govaerts, D. M. Bridson, and P. Stoffelen. 2006. An annotated taxonomic conspectus of genus *Coffea* (Rubiaceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 152: 465-512.
- De Castro, R. D. and P. Marraccini. 2006. Cytology, biochemistry and molecular changes during coffee fruit development. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 175-199.
- Engelmann, F., M. E. Dulloo, C. Astorga, S. Dussert, and F. Anthony, editors. 2007. Complementary strategies for ex situ conservation of coffee (*Coffea arabica* L.) genetic resources. A case study in CATIE, Costa Rica. Topical reviews in Agricultural Biodiversity. Bioversity International, Rome, Italy. x+63pp.
- Fuff, C. and V. Chamchumroon. 2003. Non-Indigenous Rubiaceae grown in Thailand. *Thai For. Bull. (Bot.)* 31: 75-94.
- Geletu, K. T. 2006. Genetic Diversity of Wild *Coffea arabica* Populations in Ethiopia as a Contribution to Conservation and Use Planning. Issue 44 of Ecology and Development Series. Cuvillier Verlag.
- Ghawas, M. M. 2006. Yield performance and selection of potential Liberica coffee clones. *J. Trop. Agric. and Fd. Sc.* 34 (1): 1- 6.
- Gomez, C., A. Batti, S. Hamon, A. de Kochko, P. Hamon, F. Huynh, M. Despinoy, and V. Poncet. 2009. Coffee species natural hybridization in New-Caledonia: Genetic and environmental characterization and spatial distribution.
http://webistem.com/psi2009/output_directory/cd1/Data/articles/000255.pdf.
- Ismail, I., M. S. Anuar, and R. Shamsudin. 2011. Physical Properties of Liberica Coffee Berries. UMTAS 2011. <http://www.umt.edu.my/dokumen/UMTAS2011/LIFE%20SC/Poster LIFE SC/LSP15%20-%20Ismail.pdf>.
- Klein, A. M., I. S. Dewenter, and T. Tschardtke. 2003. Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany.* 90: 153-157.
- Lashermes, P., E. Couturon, and A. Charrier. 1994. Combining ability of double haploids in *Coffea canephora* P. *Plant Breeding* 112: 330-337.
- Mishra, M. K. and A. Slater. 2012. Recent advances in the genetic transformation of coffee. *Biotechnology Research International* doi:10.1155/2012/580857.
- N'Diaye, A., V. Poncet, J. Louarn, S. Hamon, and M. Noirot. 2005. Genetic differentiation between *Coffea liberica* var. *liberica* and *C. liberica* var. *Dewevrei* and comparison with *C. canephora*. *Pl. Syst. Evol.* 253: 95-104.
- Noirot, M., V. Poncet, P. Barre, P. Hamon, S. Hamon, and D. Kochko. 2003. Genome size variations in diploid African *Coffea* species. *Ann Bot (2003)* 92 (5): 709-714. doi: 10.1093/aob/mcg183.
- Pinto-Maggio, C. A. F. 2006. Cytogenetics of coffee. Minireview. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 37-44.
- Prakash, N. S., M. C. Combes, N. Somanna, and P. Lashermes. 2002. AFLP analysis of introgression in coffee cultivars (*Coffea arabica* L.) derived from a natural interspecific hybrid. *Euphytica* 124 (3): 265-271.
- Waller, J. M., M. Bigger, and R. J. Hillocks. 2007. Coffee Pest, Diseases & Their Management. <http://www.cabi.org>.

PENGEMBANGAN KONSEP INTERAKSI GENOTIPE DENGAN LINGKUNGAN (GxE) UNTUK Mendukung Rantai Nilai Kopi Berkelanjutan

DEVELOPMENT IN THE CONCEPT OF GENOTYPE AND ENVIRONMENT INTERACTIONS (GxE) TO SUPPORT SUSTAINABLE VALUE CHAINS OF COFFEE

Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
ediwardiana@yahoo.com

ABSTRAK

Interaksi genotipe dan lingkungan (GxE) merupakan konsep pemuliaan yang umum digunakan untuk menganalisis respon suatu genotipe terhadap beragam kondisi lingkungan. Konsep ini didasari oleh teori yang menyatakan bahwa penampilan suatu fenotipe merupakan resultante dari perbedaan faktor genetik, faktor lingkungan, dan interaksi dari kedua faktor tersebut. Konsep ini pada awalnya dinilai oleh para pemulia tanaman sebagai suatu hambatan bagi kemajuan genetik, tetapi dewasa ini dipandang oleh para konsumen sebagai suatu sumber kualitas yang spesifik, oleh produsen (petani) sebagai cara untuk membebaskan diri dari standarisasi, dan oleh masyarakat umum sebagai isu keanekaragaman hayati. Pada model pertanian konvensional, faktor lingkungan hanya dipersepsikan sebagai lingkungan biofisik dan manajemen tanaman, sedangkan pada pertanian modern terjadi pengembangan sehingga konsep interaksi GxE menjadi lebih luas dan kompleks. Hubungan pengembangan konsep interaksi GxE dengan rantai nilai kopi berkelanjutan terletak pada pemenuhan aspek kualitas dari suatu varietas/genotipe tertentu dan interaksinya dengan faktor lingkungan yang tidak hanya terbatas pada lingkungan biofisik dan manajemen tanaman, tetapi meluas ke arah pemenuhan tuntutan dan persyaratan sertifikasi kopi berkelanjutan. Pengembangan konsep interaksi GxE berimplikasi terhadap kebijakan dan program penelitian dan pengembangan kopi ke depan.

Kata Kunci : Kopi, GxE, rantai nilai berkelanjutan, penelitian dan pengembangan

ABSTRACT

Interaction of genotype and environment (GxE) is a breeding concept commonly used to analyze the response of a genotype to different environmental conditions. This concept is based on the theory which states that the phenotypic performance is the resultant of the difference in genetic factors, environmental factors, and interaction of both factors. Initially, this concept was assessed by plant breeders as an obstacle to progress in genetics, but today perceived by consumers to be source of a specific quality, by the producers (farmers) to be a way of breaking away from standardization, and by citizen as a biodiversity issues. Based on the model of conventional agriculture, environmental factors have been perceived as biophysical and crops management, while in the modern agriculture it has been developed and giving rise to more complex interactions of GxE. The relationship between development of the interaction concept of GxE and sustainable coffee value chain lies in the fulfillment of the quality aspects of a variety/genotype and their interaction with environmental factor that are not only limited to the biophysical environment and crop management but extends toward fulfilling the demands and requirements of sustainable coffee certification. Development of the interaction concept of GxE implicates for future policies and research and development programs of coffee.

Keywords : Coffee, GxE, sustainable value chain, research and development

PENDAHULUAN

Konsep tentang interaksi genotipe dengan lingkungan (GxE) banyak digunakan dalam ilmu pemuliaan tanaman untuk menganalisis respon atau perilaku suatu genotipe terhadap beragam kondisi lingkungan. Konsep ini didasari oleh suatu teori yang menyatakan bahwa penampilan suatu fenotipe merupakan resultante dari adanya perbedaan faktor genetik, faktor lingkungan, dan interaksi dari kedua faktor tersebut (Falconer dan Mackay, 1996).

Dalam konsep interaksi GxE, faktor lingkungan dapat didefinisikan sebagai keseluruhan faktor, di luar faktor genetik, yang akan mempengaruhi penampilan fenotipe suatu jenis tanaman. Namun demikian, para pemulia tanaman dalam menganalisis perilaku atau respon suatu genotipe pada umumnya membatasi faktor lingkungan sebagai suatu faktor yang berkaitan dengan perbedaan lingkungan biofisik (tanah dan iklim) dan agronomik atau manajemen tanaman (secara sederhana didefinisikan sebagai kegiatan modifikasi atau pengendalian lingkungan biofisik yang menjadi faktor pembatas produksi) (Desclaux *et al.*, 2010).

Sejalan dengan pesatnya perkembangan di bidang industri dan jasa di lingkungan global maka industri di bidang pertanian pun mengalami perubahan cukup mendasar. Para konsumen produk-produk pertanian tidak hanya membatasi diri pada masalah citarasa dan harga yang menjadi perhatian dalam mengkonsumsi suatu produk pertanian. Perhatian terhadap kesehatan produk yang dikonsumsi, kelestarian lingkungan hidup tempat barang itu diproduksi, serta nilai-nilai sosial lainnya menjadi prasyarat penting dalam membeli atau mengkonsumsi suatu produk pertanian. Konsep interaksi dari komponen-komponen faktor genetik (G) dan lingkungan (E) dalam upaya memenuhi tuntutan dan atau persyaratan-persyaratan konsumen seperti tersebut di atas akan menjadi lebih luas dan kompleks.

Berdasarkan pada fenomena-fenomena di atas, maka diperlukan suatu perluasan atau pengembangan segi teoritis maupun empiris tentang konsep interaksi GxE yang disesuaikan dengan dinamika perubahan dan tuntutan yang ada. Pengembangan atau perluasan terhadap konsep interaksi GxE, terutama tentang kriteria faktor lingkungan (E), tentunya tidak hanya dibatasi pada lingkungan biofisik dan agronomik saja, tetapi di dalamnya harus terkait dengan dimensi-

dimensi lainnya dari suatu faktor lingkungan, di antaranya dimensi kesehatan manusia, kelestarian lingkungan, dan sosial-ekonomi (Chiffolleau dan Desclaux, 2006; Sylvander *et al.*, 2006; Brummer *et al.*, 2011).

Inovasi teknologi pertanian modern, terutama varietas tanaman yang akan dihasilkan diharapkan tidak hanya unggul kuantitas dan atau kualitas pada lingkungan biofisik dan agronomik tertentu saja, tetapi harus dapat berinteraksi secara lebih kompleks dengan berbagai faktor lingkungan lainnya, seperti lingkungan hidup, industri, konsumen, pemerintahan, dan sosial lainnya. Sebagai salah satu contoh, di dalam perdagangan kopi di pasar global ternyata peran konsumen sangat menentukan terhadap pola penerimaan produk dan harga jual, atau dengan kata lain bahwa proses perdagangan kopi di pasar global lebih bersifat *buyer-oriented*. Dalam pola perdagangan tingkat global banyak dikenal istilah-istilah yang menjadi prasyarat penting bagi produsen, dan sebenarnya hal ini berawal dari inisiatif korporasi secara sukarela yang disepakati oleh para *stakeholders* dalam jaringan bisnis yang melingkupinya.

Dinamika perubahan yang terjadi dewasa ini memberikan konsekuensi perlunya perubahan konsep, disain, arah dan kebijakan dalam merancang suatu inovasi teknologi pertanian. Inovasi teknologi pemuliaan tanaman dituntut untuk dapat merakit varietas/genotipe (G) yang sesuai dengan kebutuhan beragam *stakeholder* serta sejalan dengan kondisi dan dinamika perubahan lingkungan biofisik yang terjadi.

Varietas/genotype yang diperoleh kemudian harus dapat diadaptasikan terhadap faktor lingkungan (E) biofisik dan agronomik yang dimodifikasi untuk menghasilkan produk yang aman dikonsumsi oleh manusia, aman bagi kelestarian lingkungan hidup serta lingkungan sosial lainnya. Oleh karena itu, pengembangan konsep interaksi GxE pada era pertanian modern dewasa ini merupakan sesuatu tantangan sekaligus peluang bagi para peneliti di bidang pertanian dalam memperkaya lingkup dan area penelitiannya guna memperoleh inovasi teknologi untuk memenuhi kebutuhan beragam *stakeholders*.

Makalah ini bertujuan untuk menganalisis konsep pengembangan interaksi GxE untuk mendukung agribisnis kopi berkelanjutan. Bagian pertama, pembahasan lebih difokuskan pada analisis tentang perubahan konsep interaksi GxE yang terjadi pada model pertanian konvensional dan modern. Bagian kedua, membahas keterkaitan antara perubahan konsep interaksi GxE dan

upaya-upaya pencapaian rantai nilai kopi berkelanjutan, dan bagian ketiga membahas mengenai implikasi dari pengembangan konsep interaksi GxE bagi kebijakan program penelitian dan pengembangan tanaman kopi berikutnya.

KERANGKA PEMIKIRAN PENGEMBANGAN KONSEP INTERAKSI GxE

Konsep Dasar Interaksi GxE pada Model Pertanian Konvensional

Metode pemuliaan tanaman, berdasarkan pada teori interaksi antara genotipe dengan lingkungan (GxE) dikenal istilah varietas unggul "spesifik lokasi" dan varietas unggul "multilokasi" (lebih dikenal dengan sebutan varietas unggul nasional). Perbedaan ini didasarkan pada daya adaptasi dari varietas-varietas tersebut terhadap kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Varietas unggul spesifik lokasi adalah varietas-varietas yang dapat beradaptasi secara baik hanya pada lingkungan tumbuh (agroekologis) yang terbatas (spesifik), sedangkan varietas unggul multilokasi (nasional) adalah varietas-varietas yang dapat beradaptasi secara baik pada cakupan lingkungan tumbuh yang lebih luas (beragam). Indikator atau kriteria adaptasi dapat bervariasi tergantung tujuan pemuliaan yang diinginkan, tetapi pada umumnya indikator yang dimaksud adalah kemampuannya dalam hal berproduksi (kuantitas maupun kualitas) dari genotipe-genotipe yang diuji.

Tujuan utama pemuliaan tanaman pada model pertanian konvensional (klasik) adalah menghasilkan suatu varietas tanaman yang dapat beradaptasi secara baik pada kisaran lingkungan yang lebih luas, atau pemuliaan tanaman diarahkan untuk meminimalisasi interaksi GxE. Yang dimaksud dengan varietas atau genotipe pada model pertanian ini adalah sesuatu yang memiliki sifat keunikan (*Distinctness*), keseragaman (*Uniformity*), dan kestabilan (*Stability*) yang umum dikenal dengan istilah standarisasi DUS. Ketiga kriteria tersebut dievaluasi di dalam suatu lingkungan yang terstandarisasi, yaitu lingkungan biofisik (tanah dan iklim) suatu lahan yang dikelola secara merata dan homogen oleh suatu sistem usahatani yang intensif (optimum). Indikator atau parameter evaluasi umumnya difokuskan pada parameter kuantitas dan kualitas hasil (Desclaux *et al.*, 2008; 2010). Berdasarkan pada ketiga kriteria yang telah dikemukakan di atas (*distinctness*, *uniformity*, dan *stability*), maka varietas-

varietas yang dihasilkan pada model pertanian konvensional adalah merupakan galur-galur murni bagi spesies-spesies yang bersifat autogami, varietas hibrida bagi spesies-spesies yang bersifat alogami, atau klon bagi spesies-spesies yang diperbanyak secara vegetatif (Desclaux *et al.*, 2010).

Berdasarkan pada pembahasan-pembahasan di atas, maka dapat dikemukakan bahwa pada model pertanian konvensional varietas-varietas yang akan dihasilkan oleh para pemulia tanaman adalah varietas yang dapat beradaptasi baik (dengan indikator kuantitas dan kualitas hasil) pada cakupan lingkungan yang lebih luas dengan standarisasi faktor lingkungan biofisik (tanah dan iklim) yang sesuai serta praktek agronomik yang optimum atau intensif. Menurut konsep yang telah dikemukakan oleh Desclaux *et al.* (2008), maka faktor genotipe tanaman (G) diadaptasikan terhadap faktor lingkungan (E) yang distandarisasi oleh lingkungan biofisik (B) dan pengelolaan tanaman (*crop management*) (C) yang sesuai dan optimum. Konsep pemuliaan seperti ini identik dengan konsep Pemuliaan Tanaman Formal/PTF (*Formal Plant Breeding*) yang umum dilakukan oleh lembaga-lembaga penelitian formal.

PTF memang terbukti efektif dalam menghasilkan varietas-varietas yang responsif terhadap input produksi dan beradaptasi luas, terutama pada tanaman serealia semusim. Akan tetapi, pada lingkungan yang kurang subur, lingkungan yang mengalami cekaman, dan lingkungan yang petaninya mempunyai keterbatasan dalam hal sumberdaya, ternyata varietas hasil PTF sulit untuk beradaptasi. Hal ini disebabkan karena sifat-sifat yang dibutuhkan pada lingkungan spesifik tersebut belum menjadi perhatian para pemulia, atau karena kesulitan dalam menggabungkan sifat-sifat untuk daya adaptasi dengan kualitas hasil (Atlin *et al.*, 2001; Sobir, 2005).

Keterbatasan pendekatan PTF telah dirasakan akhir-akhir ini, terutama sekali untuk pertanaman di lahan-lahan marginal dan atau di lingkungan yang amat beragam (*diverse*) yang membutuhkan persyaratan-persyaratan petani yang lebih kompleks (Bishaw dan Turner, 2008). Kurang efektifnya PTF bagi lingkungan spesifik antara lain disebabkan karena : (1) seleksi dan sistem pengujian untuk produktivitas tinggi dilakukan pada lingkungan optimum (dilakukan di kebun percobaan atau pada petani maju), (2) kecenderungan menghasilkan varietas yang beradaptasi luas daripada varietas yang beradaptasi lokal, dan (3) seleksi kurang

memperhatikan sifat-sifat penting bagi petani dan konsumen (Sobir, 2005; Atlin *et al.*, 2001).

Pengembangan Konsep Interaksi GxE untuk Model Pertanian Modern

a. Perubahan Paradigma Sistem Pertanian

Pada dekade terakhir ini telah terjadi perubahan paradigma sistem pertanian yang dapat memperluas diversitas varietas/genotipe tanaman yang dibutuhkan. Varietas/genotipe yang diinginkan adalah untuk keperluan usahatani inovatif (bukan konvensional), dapat beradaptasi secara spesifik, dan diperoleh dari populasi dengan keberagaman yang tinggi. Inovasi-inovasi pertanian yang diinginkan hendaknya berawal dari kecakapan dan pengalaman petani sebagai mitra (Tabel 1).

Dampak lain dari telah meluasnya diversitas sistem usahatani adalah munculnya bermacam-macam model sistem pertanian, seperti model pertanian input rendah (*low-input model*), model pertanian organik (*organic model*), model pertanian agroekologi (*agroecology model*), model pertanian agroforestri (*agroforestry model*), dan model-model lainnya. Di sisi lain, muncul juga persyaratan-persyaratan atau tuntutan-tuntutan baru yang bisa berasal dari pihak petani maupun dari pihak konsumen (Desclaux *et al.*, 2010).

Pendekatan baru yang diperlukan pada era pertanian modern adalah mengintegrasikan proses-proses biologis dan ekologis dalam memproduksi pangan, meminimalkan penggunaan input-input "non-terbarukan" yang menyebabkan kerusakan terhadap lingkungan atau kesehatan petani dan konsumen, memanfaatkan secara produktif pengetahuan dan keterampilan petani sehingga dapat mengganti atau mengurangi biaya sumber daya manusia sebagai input eksternal yang mahal, serta memanfaatkan secara produktif kapasitas masyarakat secara kolektif untuk bekerja bersama-sama dalam memecahkan masalah-masalah sumberdaya pertanian dan alam.

Konsep pertanian berkelanjutan (*agricultural sustainability*) fokus pada : (1) perbaikan genotipe melalui berbagai pendekatan biologi modern, dan (2) peningkatan pemahaman tentang manfaat manajemen ekologi dan manajemen tanaman, serta konsep manipulasi dan rancang-ulang (Pretty, 2008).

Sejalan dengan pernyataan-pernyataan di atas, maka para pemulia

tanaman dewasa ini dituntut untuk dapat menghasilkan varietas/genotipe tanaman yang dapat memenuhi kebutuhan beragam *stakeholders* yang didukung oleh modifikasi teknik agronomis atau manajemen tanaman untuk dapat menghasilkan produk yang aman bagi kesehatan konsumen, ramah serta arif terhadap kelestarian lingkungan hidup dan lingkungan sosial lainnya.

Prestasi kinerja para pemulia tanaman sangat beragam dan tidak hanya terbatas pada isu peningkatan hasil. Saat ini, pemuliaan untuk sifat-sifat komposisi kimia tanaman bagi peningkatan kualitas atau untuk pemenuhan standar industri merupakan tujuan utama (sebagai contoh : varietas dengan kandungan protein tinggi, jagung dengan kandungan lysine tinggi yang banyak dihasilkan untuk berbagai manfaat, beragam jenis gandum diperlukan untuk beragam produk seperti roti, pasta, kue, semolina, dan lain-lain). Keberhasilan yang tinggi juga telah dicapai melalui adaptasi tanaman yang didasarkan pada pendekatan interaksi GxE (Van Elsen *et al.*, 2013).

Para pemulia tanaman, terutama di lembaga-lembaga publik, memiliki kepentingan dalam mengurangi dampak negatif pertanian dan memperbaiki lingkungan hidup untuk mempertahankan ekosistem (tanah, air, dan udara bersih, serta serapan karbon), serta berupaya untuk dapat menciptakan paradigma baru sistem pertanian. Pemuliaan tanaman dapat menjadi alat yang ampuh untuk membawa "harmoni" antara pertanian dan lingkungan melalui pola kemitraan antara pemulia tanaman, ahli ekologi, perencana kota, dan para pembuat kebijakan. Melalui pola kemitraan ini, para pemulia tanaman bercita-cita untuk dapat mengembangkan produk yang positif bagi kepentingan umat manusia dan lingkungan, tetapi kesuksesan ini memerlukan stabilitas dan dukungan jangka panjang dari sektor publik (Brummer *et al.*, 2011).

Bermunculannya berbagai kebutuhan dan tuntutan baru sejalan dengan berkembangnya diversitas sistem usahatani memberikan konsekuensi terhadap pentingnya perluasan konsep interaksi GxE. Walaupun secara konvensional para pemulia tanaman memandang konsep interaksi GxE sebagai "suatu hambatan utama bagi kemajuan genetik" (Lefort *et al. dalam* Desclaux *et al.*, 2008; Dudley dan Moll *dalam* Lee *et al.*, 2003), tetapi dewasa ini interaksi GxE dipandang : (1) oleh *para konsumen*, sebagai suatu sumber

Tabel 1. Perubahan paradigma sistem pertanian

P a r a d i g m a	
<p><u>Hal-hal yang biasa dilakukan</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pemuliaan konvensional untuk usahatani konvensional • Adaptabilitas luas • Keseragaman (galur murni, hibrida, klon) • Pemuliaan : dari berbagai persilangan • Inovasi = dari bioteknologi • Petani = Pelanggan 	<p><u>Hal-hal yang juga diperlukan</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pemuliaan alternatif untuk usahatani inovatif (input rendah, organik, agroforestri, dll.) • Adaptabilitas spesifik • Keberagaman : populasi • Pemuliaan : dari populasi • Inovasi = dari kecakapan petani • Petani = Mitra

Sumber : Desclaux *et al.* (2010)

kualitas yang spesifik (khas) yang dapat dimiliki oleh wilayah geografik tertentu; (2) oleh *para produsen (petani)*, menjadi cara untuk membebaskan diri dari tuntutan atau standarisasi manajemen tanaman dan atau manajemen pasar; dan (3) oleh *warga negara (masyarakat)*, adalah sebagai suatu isu keanekaragaman hayati yang terkait dengan persoalan-persoalan identitas, kebijakan, dan peraturan perundang-undangan (Desclaux *et al.*, 2008).

Melalui pengembangan konsep interaksi GxE, maka akan dapat diperoleh : (1) varietas/genotipe lokal yang memiliki keunikan (ciri khas) sebagai sumber kualitas sehingga dapat mendukung rancangan penetapan *Indikasi Geografis* wilayah tertentu, (2) varietas/genotipe yang adaptif terhadap lingkungan yang spesifik sehingga modifikasi teknik manajemen tanaman dapat dilakukan dengan input rendah, dan (3) varietas/genotipe yang dapat mendukung terhadap kelestarian lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati.

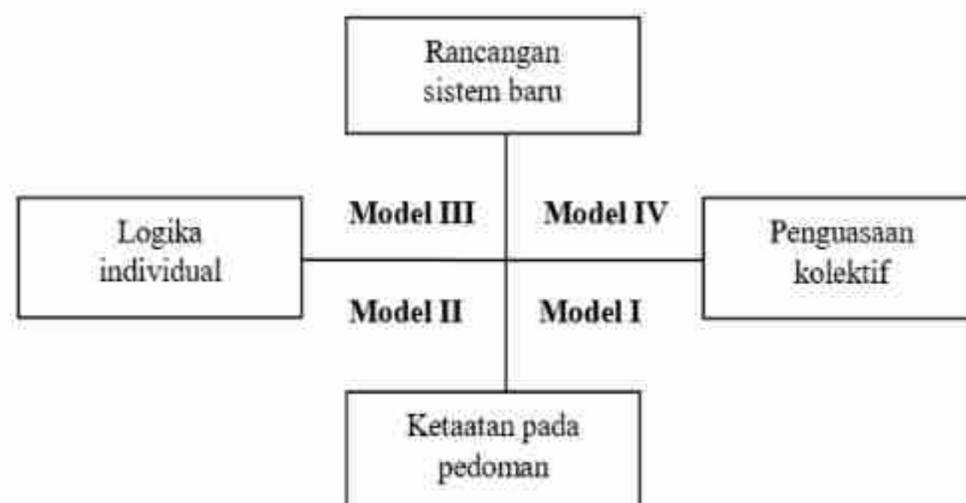
b. Diferensiasi Pertanian dan Lingkungan

Sejalan dengan pengembangan konsep interaksi GxE, Desclaux *et al.* (2008) membagi diferensiasi pertanian dan lingkungan menjadi

empat model didasarkan pada kriteria sosial-ekonomi (logika individual dan penguasaan kolektif) sebagai sumbu X, dan kriteria agroekologi (ketaatan pada pedoman dan rancangan sistem baru) sebagai sumbu Y (Gambar 1).

Tipe varietas/genotipe yang dihasilkan pada **Model I** merupakan tipe yang terregisterasi dengan kriteria *distinctness* (D), *uniformity* (U), dan *stability* (S) dengan adaptasinya pada agroekologi yang sesuai dengan pedoman/aturan *collective governance*. Varietas/genotipe seperti ini sesuai dengan model pertanian konvensional yang fokus pada kemajuan genetik (hasil dan standar kualitas).

Tipe varietas/genotipe yang dihasilkan pada **Model II** merupakan tipe yang memiliki sifat spesifik sesuai dengan target yang diinginkan pasar/outlet tertentu berdasarkan kontrak, dan adaptasinya pada agroekologi spesifik yang ditetapkan oleh pasar atau outlet yang bersangkutan. Varietas/genotipe pada **Model III** merupakan varietas/genotipe lokal (*patrimonial varieties*) yang difokuskan terhadap kepuasan pelanggan (*customers satisfaction*) dan dapat dirancang secara khusus untuk penetapan *Indikasi Geografis* suatu wilayah tertentu.



Gambar 1. Diferensiasi pertanian dan lingkungan (Sumber : Desclaux *et al.*, 2008)

Tabel 2. Perbedaan sifat G, E, GxE, dan tujuan dari keempat model diferensiasi

Model	Genotipe sasaran	Komponen utama faktor lingkungan	Tujuan	Sasaran (GxE)
I	Kemajuan genetik	R Regulasi	Adaptasi G terhadap R; (B x C) terhadap G	$R \Rightarrow G \Rightarrow (C \times B)$
II	Sifat khusus	O Penggunaan tersegmentasi	Adaptasi G terhadap O; (B x C) terhadap G	$O \Rightarrow G \Rightarrow (C \times B)$
III	Isu patrimonial dan politik	A Petani dan konsumen	A beradaptasi pada G; G beradaptasi pada B	$B \Rightarrow G \Rightarrow A$
IV	Beragam dan relevan terhadap proyek	S Demokrasi partisipatif Teknis	Adaptasi (G & C) terhadap (S, O, B), dan R terhadap semua yang di atas	$S \Rightarrow A \times (G \times O \times (B \times C)) \Rightarrow R$

Keterangan : A=aktor/pelaksana; B=biofisik yang terkait; C=manajemen tanaman; O=outlet, pasar; G=genotipe; E=lingkungan; R=struktur regulasi (kebijakan publik atau standar pribadi, dll.)
(sumber : Desclaux *et al.*, 2008)

Tipe varietas/ genotipe pada **Model IV** adalah yang bersifat multifungsi (*multifunctional varieties*) yang memiliki tingkat heterogenitas dan diversitas yang luas serta dihasilkan oleh sekumpulan aktor/pelaksana (petani, peneliti/pemulia, dan konsumen) melalui pendekatan Pemuliaan Tanaman Partisipatif (PTP). Model IV ini memiliki keseimbangan yang sama besar antara interaksi agro-ekologis (aspek keberlanjutan lingkungan) dengan interaksi sosial-ekonomis (antar aktor) serta peduli terhadap kemajuan sosial, etika, ekonomi, dan pemberdayaan petani (Desclaux *et al.*, 2010).

PTP didefinisikan sebagai program pemuliaan tanaman yang melibatkan peneliti, petani, dan *stakeholders* lainnya seperti konsumen, *vendors*, industri, penyuluh, dan kelompok tani (Bellon *et al.*, 2010; Lancon *et al.*, 2005; Sobir, 2005; Witcombe *et al.*, 2005; Almekinders dan Elings, 2001; Sperling *et al.*, 2001). Konsumen yang harus dilayani dalam sebuah program pemuliaan tanaman, merupakan konsumen bertingkat, mulai dari petani, distributor, pengecer, dan konsumen sebagai pengguna akhir (Sobir, 2005).

Keempat model diferensiasi pertanian dan lingkungan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, memiliki perbedaan yang signifikan dalam hal varietas/genotipe yang akan menjadi sasaran, komponen utama faktor lingkungan yang terlibat, tujuan yang ingin dicapai, dan target interaksi GxE (Tabel 2). Karena adanya perbedaan dalam tujuan serta komponen-komponen yang menjadi penyusun faktor lingkungan untuk setiap model diferensiasi, maka menyebabkan sasaran

interaksi GxE menjadi lebih luas dan kompleks serta berbeda-beda untuk setiap model diferensiasi.

KETERKAITAN PENGEMBANGAN KONSEP INTERAKSI GxE DENGAN RANTAI NILAI KOPI BERKELANJUTAN

Perdagangan Kopi Skala Global

Pola perdagangan kopi skala global dikenal asumsi *buyer-driven value chain model*, dimana posisi produsen (petani) adalah marginal sementara pemegang merk dan pemasar merupakan pemain yang memiliki posisi yang kuat dalam rantai tersebut (Gilbert, 2007/2008; Blowfield, 2004).

Peran konsumen sangat menentukan terhadap harga dan pola penerimaan produk, dan di dalam pelaksanaannya banyak dikenal istilah-istilah yang muncul karena pengaruh rantai nilai global (*global value chain*) dan menjadi prasyarat penting bagi para produsen (petani), di antaranya : *Sertifikat Organik, Fair Trade, 4C Common Code, Utz Kapeh, Rainforest Alliance*, dan *Smithsonian Bird Friendly* (Linton, 2005; 2009; SCAA Sustainability Council, 2010; Pierrot *et al.*, 2010; Arifin, 2011; Kolk, 2011) (Tabel 3).

Walaupun kualitas hasil kopi yang diproduksi termasuk ke dalam kategori unggul, tetapi apabila tidak dilengkapi dengan sertifikat-sertifikat seperti di atas maka akan mengalami kesulitan dalam bersaing dengan produsen-produsen kopi lainnya yang telah melengkapi produknya dengan sertifikat yang dimaksud. Produsen kopi yang telah

melengkapi produknya dengan sertifikat seperti di atas, selain akan memperoleh keunggulan bersaing secara berkelanjutan (*sustainable competitive advantage*), juga akan menerima harga lebih (premium) dari proses penjualannya.

Pada ekonomi kopi, inisiatif baru governansi lingkungan global itu pada awalnya berkembang melalui inisiatif korporasi secara sukarela yang disepakati oleh para *stakeholders* dalam jaringan bisnis yang melingkupinya. Konsensus tersebut memang dibangun di luar manajemen korporasi pemerintahan, sehingga tidak seharusnya dituangkan ke dalam sebuah peraturan perundangan yang melibatkan negara terlalu besar. Para *stakeholders* itu pada umumnya memiliki kepedulian yang sama tentang kesehatan konsumen, kontaminasi pupuk dan pestisida, perspektif tentang pertanian organik, perlindungan spesies langka, keanekaragaman hayati dan lain-lain yang berhubungan dengan perlindungan dan konservasi lingkungan hidup (Arifin, 2011).

Pemetaan sederhana dari masing-masing sistem governansi adalah di bawah kerangka kerja tujuh dimensi *global sustainability regulation* dalam ekonomi kopi, di antaranya : (1) fokus pada governansi lingkungan, (2) tipe koordinasi antara petani, pedagang, dan pengolah (*roaster*), (3) manajemen resiko dan kapabilitas perencanaan, (4) target group petani kopi, (5) akses pasar dan jaringan, (6) harga premium yang diharapkan, dan (7) kesesuaian dengan jasa lingkungan (Arifin, 2009).

Berdasarkan pada fenomena-fenomena tersebut di atas, maka dapat diketahui bahwa dalam pola perdagangan kopi skala global ternyata para konsumen dunia tidak hanya membatasi diri pada masalah kualitas (aroma dan atau citarasa) dalam membeli atau mengkonsumsi kopi, tetapi mereka sangat peduli terhadap segi kesehatan manusia, peduli terhadap kelestarian lingkungan hidup dan keanekaragaman hayati, serta terhadap dimensi-dimensi sosial lainnya.

Kepedulian-kepedulian para konsumen tersebut dituangkan ke dalam suatu bentuk sertifikasi yang menjadi prasyarat penting bagi para produsen kopi untuk memperoleh rantai nilai yang berkelanjutan. Informasi tentang perbedaan dan persamaan dalam misi, fokus pasar, dan lingkup kegiatan dari keenam model sertifikat kopi berkelanjutan seperti sertifikat *Organic*, *Fair Trade*, *Rainforest Alliance*, *Smithsonian Birds Friendly*, *Utz Kapeh*, dan *4C Common Code*, disajikan pada Tabel 3 berikut ini.

Analisis Keterkaitan Pengembangan Konsep Interaksi GxE dengan Rantai Nilai Kopi Berkelanjutan

Analisis hubungan keterkaitan antara pengembangan konsep interaksi GxE dengan rantai nilai kopi berkelanjutan adalah merupakan kompatibilitas interaksi antara faktor varietas/genotipe (G) dengan faktor lingkungan (E) yang dapat memenuhi standar kualitas serta memenuhi semua persyaratan dan tuntutan beragam *stakeholders*. Varietas/genotipe yang telah memenuhi standar kualitas, tetapi bila tidak didukung oleh manajemen faktor lingkungan yang dipersyaratkan tentunya tidak akan dapat meraih rantai nilai kopi yang berkelanjutan, dan demikian juga sebaliknya. Kedua faktor pembatas tersebut (G dan E) tidak dapat dipisahkan antara satu dengan yang lainnya, karena kedua faktor tersebut saling berinteraksi.

Untuk memperoleh rantai nilai kopi yang berkelanjutan, maka semua persyaratan dan tuntutan pihak konsumen yang dituangkan ke dalam berbagai model sertifikasi (Tabel 3) harus dapat dipenuhi. Oleh karena itu, fungsi, peran, dan tuntutan terhadap faktor varietas/genotipe, faktor lingkungan, dan interaksi dari keduanya menjadi lebih luas dan kompleks ke arah pemenuhan terhadap : (1) tuntutan kualitas dan (2) persyaratan-persyaratan lain seperti yang tercantum pada sertifikat kopi berkelanjutan, tidak hanya terbatas pada isu peningkatan kuantitas hasil dengan manajemen tanaman yang terstandarisasi seperti pada model pertanian konvensional.

Definisi kualitas pada kopi sangatlah beragam, kompleks, dan bersifat multifaktor, tergantung pada persepsi dan kebutuhan dari setiap rantai nilai yang ada, mulai dari tingkat petani (produsen) sampai tingkat konsumen akhir. Pada tingkat produsen, kualitas kopi merupakan kombinasi dari tingkat produksi, harga, dan kemudahan dalam praktek budidaya. Pada tingkat eksportir atau importir, kualitas kopi berhubungan erat dengan masalah ukuran biji, karakteristik fisik biji, dan harga. Selanjutnya pada tingkat industri pengolah (*roaster*), kualitas kopi sangat bergantung pada faktor-faktor yang berhubungan dengan masalah kadar air, stabilitas karakter, kemurnian, harga, kandungan biokimia, dan kualitas organoleptik. Sedangkan pada tingkat konsumen akhir, kualitas kopi berhubungan erat dengan masalah harga, citarasa dan aroma, efek terhadap kesehatan, serta kepedulian terhadap kemurnian geografis,

Tabel 3. Perbandingan misi, fokus pasar, dan lingkup program dari keenam model sertifikasi kopi berkelanjutan.

Sertifikasi/ Verifikasi	Organik	Sertifikasi Fair Trade	Rainforest Alliance	Smithsonian Bird Friendly	Utz Kapeh Certified	4C Common Code
Misi	Menciptakan sistem pertanian berkelanjutan terverifikasi, bahan makanan yang diproduksi memiliki harmoni dengan alam, dan mendukung keanekaragaman hayati serta meningkatkan kesehatan tanah.	Mendukung kehidupan yang lebih baik bagi keluarga petani di negara berkembang melalui harga yang adil, akses langsung ke perdagangan, pengembangan masyarakat dan kepedulian terhadap lingkungan.	Mengintegrasikan konservasi keanekaragaman hayati, pengembangan masyarakat, hak-hak pekerja dan praktek pertanian yang produktif untuk memastikan pengelolaan pertanian berkelanjutan yang komprehensif.	Melakukan penelitian dan pendidikan seputar masalah populasi burung migran neo-tropis, mempromosikan kopi naungan bersertifikat sebagai habitat yang layak untuk burung dan organisme lainnya.	Misi UTZ CERTIFIED adalah untuk mencapai rantai pasokan pertanian berkelanjutan, melalui cara : produsen adalah profesional melaksanakan praktek-praktek yang baik dengan mengaktifkan lebih baik bisnis, mata pencaharian dan lingkungan; industri makanan bertanggung jawab dengan menuntut dan menghargai tumbuhnya produk berkelanjutan; konsumen membeli produk yang memenuhi standar mereka untuk tanggung jawab sosial dan lingkungan.	Asosiasi 4C adalah keanggotaan yang dihele organisasi petani kopi, perdagangan dan industri, serta masyarakat sipil. Anggota bekerja sama untuk memperbaiki kondisi ekonomi, sosial dan lingkungan melalui praktek-praktek yang lebih berkelanjutan dan transparan bagi semua orang yang mencari nafkah di sektor kopi.
Fokus Pasar	Semua pasar	Semua pasar	Global, dengan penekanan khusus pada Amerika Utara, Eropa, Jepang, dan Australia	Semua pasar	Mainstream dan Specialty	Pasar Mainstream (ambisi: sebagian besar pasar kopi)
Lingkup Program	Usahatani dan praktek-praktek pengolahan secara organik.	Ekonomi dan lingkungan berkelanjutan bagi petani dan masyarakat. Harga minimum dan premi sosial untuk menutupi biaya produksi dan program pengembangan masyarakat terpilih. Premi organik untuk kopi organik. Model ini memberdayakan petani kecil yang dikelola secara demokratis dalam suatu koperasi untuk dapat bersaing secara global.	Manajemen pertanian berkelanjutan dalam arti yang paling holistik - perbaikan program sosial, lingkungan, ekonomi, dan etika.	Sertifikasi ditujukan pada daerah produksi agroekosistem kopi (pengembangan program ke depan adalah yang dapat mengatasi masalah lainakap juga).	Ekonomi dan lingkungan berkelanjutan bagi petani dan masyarakat. Harga minimum dan premi sosial untuk menutupi biaya produksi dan program pengembangan masyarakat terpilih. Premi organik untuk kopi organik. Model ini memberdayakan petani kecil yang dikelola secara demokratis dalam suatu koperasi untuk dapat bersaing secara global.	Ekonomi dan lingkungan berkelanjutan bagi petani dan masyarakat. Harga minimum dan premi sosial untuk menutupi biaya produksi dan program pengembangan masyarakat terpilih. Premi organik untuk kopi organik. Model ini memberdayakan petani kecil yang dikelola secara demokratis dalam suatu koperasi untuk dapat bersaing secara global.

Sumber : SCAA Sustainability Council (2010) (di kutip sebagian)

kelestarian lingkungan, dan aspek-aspek sosiologis (Leroy *et al.*, 2006). Selanjutnya dikemukakan bahwa ekspresi kualitas kopi sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, meliputi faktor genetik, faktor lingkungan (pedoklimat), faktor teknik agronomis, faktor kondisi penyimpanan, dan faktor metode pengolahan (Wintgens, 2004; Yigzaw, 2005; Leroy *et al.*, 2006; Behailu *et al.*, 2008; Oberthur dan Watts, 2012; Laderach *et al.*, 2012). Hal ini mengindikasikan bahwa kualitas kopi sangat ditentukan oleh interaksi antara genotipe dengan lingkungan.

Banyaknya pihak yang terlibat pada rantai nilai kopi yang memandang kualitas dengan persepsi yang berbeda-beda serta beragamnya faktor-faktor yang mempengaruhi ekspresi kualitas kopi adalah merupakan bagian atau komponen dari pengembangan faktor lingkungan. Hal ini identik dengan pengembangan faktor lingkungan menjadi beberapa komponen utama seperti yang telah dilakukan oleh Desclaux *et al.*, (2008), yaitu : komponen *regulation* (R), komponen *segmented use* (S), komponen *farmer and consumer* (A), dan komponen *technical participatory democracy* (S) (Tabel 2).

Komponen-komponen yang terbentuk dari pengembangan faktor lingkungan tersebut memiliki kekuatan yang signifikan terhadap rantai nilai kopi berkelanjutan sehingga tujuan dan target GxE seperti yang dicontohkan Desclaux *et al.*, (2008) pada Tabel 2 menjadi lebih luas dan kompleks. Pengembangan interaksi GxE ke arah yang lebih luas dan kompleks akan terjadi juga pada komponen-komponen lain yang terbentuk dari pengembangan faktor lingkungan yang mempengaruhi ekspresi kualitas kopi seperti yang telah dikemukakan di atas (komponen pedoklimat, komponen metode/teknik agronomis, kondisi penyimpanan, dan komponen metode pengolahan).

IMPLIKASI BAGI KEBIJAKAN DAN PROGRAM PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN KOPI KE DEPAN

Sejalan dengan pengembangan konsep interaksi GxE menuju pemenuhan persyaratan dan tuntutan pada sertifikasi produk kopi, maka fungsi, peran, dan tuntutan terhadap faktor varietas/genotipe (G), faktor lingkungan (E), dan interaksi dari keduanya (GxE) semakin meluas dan kompleks. Kondisi seperti ini akan berimplikasi terhadap kebijakan dan area program penelitian dan pengembangan kopi.

Varietas/genotipe yang akan dihasilkan tidak hanya terbatas pada isu peningkatan kuantitas dan kualitas hasil. Misi dan lingkup kegiatan masing-masing sertifikat kopi sangat kental dengan isu pelestarian lingkungan hidup, keanekaragaman hayati, dan menghindari sedemikian rupa penggunaan bahan kimia yang beracun (pupuk kimia dan pestisida). Oleh karena itu, varietas/genotipe yang dihasilkan di samping harus memiliki kuantitas dan kualitas hasil yang tinggi, juga harus memiliki toleransi yang tinggi terhadap gangguan hama/penyakit, adaptif pada lingkungan biofisik yang marginal (sinar matahari, hara, dan air), dan mampu menghadapi perubahan iklim tingkat global sehingga manajemen tanaman dapat dilakukan dengan input rendah (tanpa atau rendah penggunaan pupuk kimia dan pestisida).

Di samping itu, varietas/genotipe yang dihasilkan harus kompatibel dengan varietas/genotipe lainnya, kompatibel antara varietas/genotipe dengan beragam jenis tanaman penayang (*shade trees*) atau tanaman lain sebagai tanaman sela dalam suatu politanaman campuran (*polyculture*), dan kompatibel antara varietas/genotipe dengan komoditas pertanian lainnya (misal : ternak) dalam suatu pola usahatani campuran (*mixed farming*).

Di sisi lainnya, karena definisi kualitas kopi sangat beragam, kompleks, dan multifaktor tergantung pada kebutuhan dan persepsi setiap aktor yang ada pada setiap rantai nilai, maka varietas/genotipe yang akan dihasilkan harus sesuai dengan kebutuhan untuk setiap aktor tersebut. Metode pemuliaan tanaman yang sesuai dengan tujuan-tujuan yang telah dikemukakan di atas adalah metode PTP, karena model ini diarahkan untuk memenuhi kepentingan beragam pengguna dan dalam pelaksanaannya melibatkan banyak aktor (pelaksana) seperti peneliti, petani, penyuluh, serta *stakeholders* lainnya secara bertingkat dalam sebuah rantai nilai kopi.

Varietas/genotipe kopi yang memiliki aroma dan citarasa tinggi (varietas Arabika) umumnya menghendaki lingkungan biofisik (terutama ketinggian tempat) tertentu. Demikian juga halnya dengan varietas/genotipe lainnya, bahwa secara teoritis terdapat hubungan yang positif antara ketinggian tempat dengan kualitas kopi yang dihasilkan. Dalam kondisi varietas/genotipe dan lingkungan biofisik yang telah terstandarisasi, maka praktek manajemen tanaman memegang peranan kunci. Dalam hal ini, praktek manajemen tanaman diadaptasikan terhadap varietas/genotipe

pada lingkungan biofisik (ketinggian tempat, tanah, dan iklim) tertentu. Di samping harus menghindari sedemikian rupa penggunaan pupuk kimia dan pestisida, inovasi-inovasi teknologi manajemen tanaman harus kompatibel dengan varietas/genotipe tertentu pada lingkungan biofisik tertentu.

Di sisi lainnya, interaksi antara berbagai varietas/genotipe dengan lingkungan manajemen tanaman pada area yang terfragmentasi secara sempit (terbatas) merupakan kajian yang perlu dilakukan mengingat usahatani akan dilakukan secara polikultur untuk mempertahankan diversitas genetik dan keanekaragaman hayati, memelihara kesuburan dan fisik tanah, serta untuk mematahkan daur hidup organisme pengganggu tanaman.

Pola usahatani yang berkelanjutan seperti pertanian organik, pertanian input rendah, pertanian agroforestry, *minimum tillage*, dan lain sebagainya, tentunya menghendaki kearifan dalam pengelolaan sumberdaya pertanian dan sumberdaya alam. Studi-studi dasar pemanfaatan jasad hidup mikro untuk mensubstitusi kebutuhan unsur hara tanaman, dan beragam jenis agens hayati untuk mengendalikan organisme pengganggu yang kompatibel dengan varietas/genotipe kopi tertentu merupakan kajian "yang tidak akan pernah hilang" selama masih diberlakukannya sertifikasi produk kopi secara khusus, dan selama masih ada kepedulian manusia terhadap masalah kesehatan dan kelestarian lingkungan hidup secara umum.

PENUTUP

Konsep interaksi genotipe dengan lingkungan (GxE) banyak digunakan dalam ilmu pemuliaan tanaman untuk mengetahui respon suatu genotipe terhadap beragam kondisi lingkungan. Uji multilokasi atau uji adaptasi suatu varietas/genotipe didasari oleh konsep ini, sehingga dapat diketahui adanya varietas/genotipe yang dapat beradaptasi secara baik pada kondisi lingkungan yang beragam (luas) maupun yang hanya dapat beradaptasi pada lingkungan yang sempit (spesifik).

Konsep interaksi GxE ini pada awalnya dinilai oleh para pemulia tanaman sebagai suatu hambatan bagi kemajuan genetik, tetapi dewasa ini dipandang oleh para konsumen sebagai suatu sumber kualitas yang spesifik, oleh produsen (petani) sebagai suatu cara untuk membebaskan diri dari standarisasi manajemen tanaman dan manajemen pasar,

dan oleh masyarakat umum sebagai isu keanekaragaman hayati yang terkait dengan persoalan-persoalan identitas, kebijakan, dan peraturan perundang-undangan.

Pada model pertanian konvensional, pengertian faktor lingkungan hanya dibatasi pada lingkungan biofisik dan manajemen tanaman, dan metode pemuliaan tanaman formal yang umum dilakukan lebih difokuskan pada upaya untuk mendapatkan varietas/genotipe yang dapat beradaptasi pada lingkungan yang luas. Selanjutnya pada pertanian modern terjadi proses pengembangan faktor lingkungan menjadi beberapa komponen sejalan dengan makin meluasnya diversitas usahatani. Komponen-komponen faktor lingkungan yang dimaksud di antaranya adalah komponen lingkungan hidup, lingkungan industri, lingkungan konsumen, lingkungan pemerintahan (berkaitan dengan peraturan perundang-undangan), lingkungan ekonomi, serta lingkungan sosial lainnya.

Sejalan dengan pengembangan faktor lingkungan menjadi beberapa komponen utama seperti di atas, maka metode pemuliaan tanaman pun berkembang ke arah komponen-komponen tersebut, dan di dalam pelaksanaannya banyak melibatkan para *stakeholders* melalui metode pemuliaan tanaman secara partisipatif. Perubahan-perubahan yang terjadi ini memberikan konsekuensi berkembangnya konsep tentang interaksi GxE ke arah interaksi yang lebih luas dan kompleks.

Kualitas pada kopi sangat dipengaruhi oleh interaksi genotipe dengan lingkungan, maka keterkaitan pengembangan konsep interaksi GxE dengan rantai nilai kopi berkelanjutan terletak pada pemenuhan aspek kualitas dari suatu varietas/genotipe kopi tertentu dan interaksinya dengan faktor lingkungan yang semakin berkembang menjadi beberapa komponen utama. Komponen-komponen yang dimaksud mengarah pada upaya para produsen (petani) dalam memenuhi semua tuntutan dan atau persyaratan-persyaratan yang tercantum pada sertifikat kopi berkelanjutan.

Tujuan-tujuan tersebut di atas tentunya akan dapat diperoleh melalui kegiatan-kegiatan pengumpulan informasi dan inovasi-inovasi teknologi melalui proses penelitian dan pengembangan, sehingga pengembangan konsep interaksi GxE memiliki implikasi yang luas terhadap kebijakan dan program penelitian dan pengembangan kopi ke depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Almekinders, C. J. M. and A. Elings. 2001. Collaboration of farmers and breeders: Participatory crop improvement in perspective. *Euphytica* 122: 425-438.
- Arifin, B. 2009. Global sustainability regulation and coffee supply chains in Lampung province, Indonesia. *Asian J. of Agric. and Develop.* 7 (2): 67-89.
- Arifin, B. 2011. Inisiatif korporasi global dalam perdagangan kopi. *Metro Kolom*, 24 Mei 2011.
- Atlin, G. N., M. Cooper, and Å. Bjørnstad. 2001. A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica* 122: 463-475.
- Behailu, W., A. Sualeh, N. Mekonen, and S. Endris. 2008. Coffee processing and quality research in Ethiopia. Coffee diversity and knowledge. Proceeding of a national workshop four decade of coffee research and development in Ethiopia, 14-17 August 2007. Addis Ababa, Ethiopia. p. 307-316.
- Bellon, S., D. Desclaux, and V. Le Pichon. 2010. Innovation and research in organic farming: A multi-level approach to facilitate cooperation among stakeholders. 9th European IFSA Symposium, 4-7 July 2010, Vienna, Austria.
- Bishaw, Z. and M. Turner. 2008. Linking participatory plant breeding to the seed supply system. *Euphytica* 163: 31-44.
- Blowfield, M. 2004. Ethical supply chain in the cocoa, coffee and tea industries. Greenleaf Publishing. p. 15-24.
- Brummer, E. C., W. T. Barber, S. M. Collier, T. S. Cox, R. Johnson, S. T. Murray, R. T. Olsen, R. C. Pratt, and A. M. Thro. 2011. Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Front. Ecol. Environ.* 2011; DOI: 10.1890/100225. <http://www.frontiersin ecology.org>. The Ecological Society of America.
- Chiffolleau, Y. and D. Desclaux. 2006. Participatory plant breeding: the best way to breed for sustainable agriculture?. *Int. J. of Agric. Sustain.* 4 (2): 119-130.
- Desclaux, D., J. M. Nolot, Y. Chiffolleau, E. Goze, and C. Leclerc. 2008. Changes in the concept of genotype x environment interactions to fit agriculture diversification and decentralized participatory plant breeding : pluridisciplinary point view. *Euphytica* 163: 533-546.
- Desclaux, D., J. M. Nolot, P. Triboulet, B. Lorentz, and Y. Chiffolleau. 2010. Needed complementary of actors for variety innovation. ISDA 2010, Montpellier, France, 28-30 Juni 2010.
- Falconer, D. S. and T. F. C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetic. 4th edition. Addison Wesley Longman, Essex, UK. 464 p.
- Gilbert, C. L. 2007/2008. Value chain analysis and market power in commodity processing with application to the cocoa and coffee sectors. *Commodity market review 2007-2008*. p. 5-33.
- Kolk, A. 2011. Mainstreaming sustainable coffee. *Sustainable Development*, Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/sd.507. John Wiley & Sons, Ltd and ERP Environment.
- Laderach, P., T. Oberthur, J. Pohlen, L. Collet, M. Estrada, and H. Usma. 2012. Agronomic management framework for intrinsic coffee product quality dalam : Oberthur et al. (eds.). Specialty Coffee, Managing Quality. International Plant Nutrition, IPNI Institute, Georgia, USA.
- Lancon, J., B. Bertrand, A. Clemen-Demange, H. Hocde, B. Nouy, and G. Trouche. 2005. What determines stakeholder's participation in plant breeding programs? case studi in the South. Actes de l'atelier-recherche, 14-18 mars 2005, Cotonou, Bénin. p. 179-193.
- Lee, E. A., T. K. Doerksen, and L. W. Kannenberg. 2003. Genetic components of yield stability in maize breeding populations. *Crop. Sci.* 43: 2018-2027.
- Leroy, T., F. Riberye, B. Bertrand, P. Charmetant, M. Dufour, C. Montagnon, P. Marraccini, and D. Pot. 2006. Genetic of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 229-242.
- Linton, A. 2005. Partnering for sustainability business-NGO alliances in the coffee industry. *Development In Practices* 15 (3 & 4): 600-614.
- Oberthur, T. And G. Watts. 2012. Agronomic management framework for intrinsic coffee product quality dalam : Oberthur et al. (eds.). Specialty Coffee, Managing Quality. International Plant Nutrition, IPNI Institute, Georgia, USA.
- Pierrot, J., D. Globannucci, and A. Kasterine. 2010. Trends in the trade of certified coffees. PRE-PUBLICATION COPY. International Trade Centre, Geneva.
- Pretty, J. 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Phil. Trans. R. Soc.* 363: 447-465
- SCAA Sustainability Council. 2010. Sustainable coffee certifications, a comparative matrix. Last update: 10/6/2010 by Adam Kline.
- Sobir. 2005. Pemuliaan Tanaman Partisipatif (PTP) dan percepatan perakitan varietas. Participatory Plant Breeding (Pemuliaan Tanaman Partisipatif). Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika, Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat. Institut Pertanian Bogor dan Kementerian Negara, Riset dan Teknologi RI. Hlm. 2-21.
- Sperling, L., J. A. Ashby, M. E. Smith, E. Weltzein, and S. McGuire. 2001. A framework for analyzing participatory plant breeding approaches and results. *Euphytica* 122: 439-450.
- Sylvander, B., S. Bellon, and M. Benoit. 2006. Facing the organic reality: the diversity of development models and their consequences on research policies. Paper presented at Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006.

- van Elsen, A., A. A. Gotor, C. di Vicente, D. Traon, J. Gennatas, L. Amat, V. Negri, and V. Chable. 2013. Plant breeding for an EU bio-based economy. The potential of public sector and public/private partnerships. URC Scientific and Policy Reports. European Commission Joint Research Center, Institute for Prospective Technological Studies, Seville, Spain.
- Wintgens, J.N. 2004. Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A guide book for growers, processors, traders and researchers. Weinheim.
- Witcombe, J. R., K. D. Joshi, S. Gjawali, A. M. Musa, C. Johansen, D. S. Virk, and B. R. Shapit. 2005. Participatory plant breeding is better described as highly client-oriented plant breeding. I. Four indicators of client-orientation in plant breeding. *Exp. Agric.* 41: 299-319.
- Yigzaw, D. 2005. Assessment of cup quality, morphological, biochemical and molecular diversity of *C. arabica* L. genotypes of Ethiopia. PhD thesis University Free State. 97 p.

KESESUAIAN LAHAN UNTUK TANAMAN KOPI

LAND SUITABILITY FOR COFFEE

Handi Supriadi, Rusli, dan Nana Heryana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
supriadihandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tanaman kopi yang dikenal sebagai komoditas perkebunan penghasil minuman penyegar, sampai saat ini produksinya masih tergolong rendah. Tidak sesuainya lahan yang digunakan untuk penanaman kopi merupakan salah satu penyebabnya. Produksi, mutu dan citarasa kopi dipengaruhi beberapa faktor, yaitu genetik, budidaya, lingkungan (lahan), dan pengolahan pascapanen. Dibandingkan dengan faktor lain, kondisi lingkungan (tanah dan iklim) merupakan faktor alam yang sulit untuk dimodifikasi dalam skala luas sehingga untuk menghindari risiko kerusakan dan kematian, tanaman kopi harus ditanam pada lahan yang sesuai. Informasi mengenai kesesuaian lahan untuk tanaman kopi harus dijadikan pedoman agar penanaman atau pengembangan tanaman kopi di suatu wilayah berhasil dengan baik. Selain itu bahan tanaman (klon atau varietas unggul) yang digunakan dalam kegiatan tersebut persyaratan tumbuhnya harus sesuai dengan kondisi lahan di wilayah pengembangan.

Kata kunci : Kopi, pertumbuhan, produksi, kualitas, cita rasa, lahan, kesesuaian

ABSTRACT

Coffee which is known as the source of beverages commodities has low productivity. Unsuitability of land used for the cultivation of coffee is one of the causes. Production, quality and taste of coffee were influenced by several factors, namely genetics, culture, the environment (land), and post-harvest processing. Compared with other factors, environmental conditions (soil and climate) is a natural factor that is hard to be modified on a wide scale, so as for avoid the risk of damage and death, coffee plants should be planted in suitable areas. For a successful planting or cultivation of coffee in one area, then the information on the land suitability to plant coffee should be used as guidelines. Moreover, planting material (clones or superior varieties) used must be in accordance with the requirements of the growing conditions in the development area.

Keywords : *Coffee, growth, production, quality, taste, land, suitability*

PENDAHULUAN

Salah satu penyebab rendahnya produksi kopi di Indonesia adalah banyak budidaya dilakukan pada lahan yang tidak sesuai untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Lahan (termasuk iklim) merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, mutu dan citarasa kopi. Pada tingkat pembibitan sampai tanaman kopi ditanam di lapang. Lahan berperan dalam berbagai proses (metabolisme, fotosintesis, respirasi dan lain-lain) yang menunjang tumbuh dan berkembangnya tanaman kopi. Ketinggian tempat, kesuburan tanah, kemiringan lahan, drainase, curah hujan, suhu udara, kelembaban udara dan radiasi matahari merupakan faktor

yang harus mendapatkan perhatian utama karena perannya sangat besar dalam menentukan keberhasilan perusahaan tanaman kopi di suatu wilayah (Hulupi, 1999; Fajardo-Pena dan Sanz-Urbe, 2003; Prastowo *et al.*, 2010; Ditjenbun, 2012).

Karakter utama lahan umumnya sukar untuk dimodifikasi dalam skala luas di lapangan (Herniwati dan Kadir, 2009) sehingga untuk menghindari risiko kerusakan dan kematian pada tanaman kopi, maka penanaman kopi harus dilakukan pada lokasi (lahan) yang sesuai untuk pertumbuhan dan produksi tanaman kopi. Oleh karena itu, informasi mengenai kesesuaian lahan untuk tanaman kopi perlu diketahui.

Tujuan penulisan makalah ini adalah menganalisis pengaruh tanah dan iklim

terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kopi serta kriteria kesesuaian lahan untuk tanaman kopi Robusta, Arabika dan Liberika.

PERSYARATAN TUMBUH

Ketinggian Tempat

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, menunjukkan bahwa ketinggian tempat yang sesuai untuk tanaman kopi bervariasi tergantung kepada jenis kopi yang akan diusahakan. Untuk kopi Robusta 100–600 m dpl, kopi Arabika 1.000–2.000 m dpl, sedangkan untuk kopi Liberika 0–900 m dpl (Ditjenbun, 2012). Lahan untuk tanaman kopi di Indonesia sebagian besar berada pada ketinggian tempat 700–900 m dpl.

Tanah

Kondisi tanah yang baik untuk tanaman kopi Robusta, Arabika dan Liberika umumnya hampir sama, yaitu: (1) kemiringan tanah kurang dari 30%, (2) kedalaman tanah efektif lebih dari 100 cm, (3) tekstur tanah berlempung (*loamy*) dengan struktur tanah lapisan atas remah, (4) kadar bahan organik lebih besar dari 3,5% atau kadar karbon (C) lebih besar dari 2%, (5) nisbah C/N 10-12, (6) kapasitas tukar kation (KTK) di atas 15 me/100 g tanah, (7) kejenuhan basa di atas 35%, (8) kemasaman tanah (pH) 5,5-6,5, dan (9) kadar unsur hara N, P, K, Ca, Mg cukup sampai tinggi. Khusus untuk kopi Liberika tanaman ini dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada lahan mineral maupun di lahan gambut pasang surut dengan kemasaman tanah (pH) yang lebih rendah yaitu berkisar 4,5–6,5 (Ditjenbun, 2012b).

Iklim

Curah hujan tahunan yang diperlukan untuk tanaman kopi Robusta dan Arabika a yaitu 1.250–2.000 mm, sedangkan untuk kopi Liberika 1.250–3.000 mm. Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm per bulan) yang diperlukan untuk kopi Robusta, Arabika dan Liberika yaitu 1-3 bulan per tahun. Suhu udara untuk ketiga jenis kopi tersebut bervariasi, kopi Robusta 21–24 °C, Arabika 15–25 °C dan Liberika 21–30 °C (Ditjenbun, 2012). Kebutuhan unsur iklim untuk tanaman kopi Robusta, Arabika dan Liberika di Indonesia terdapat pada Tabel 1.

PERAN KONDISI LAHAN

Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat dan iklim mempunyai peran penting melalui suhu, ketersediaan cahaya dan air selama periode pematangan (Carr, 2001; Decazy *et al.*, 2003). Ketinggian tempat berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, mutu dan citarasa kopi. Menurut Van Der Vossen (2005) daerah khatulistiwa dengan ketinggian tempat di atas 1000 m dpl dapat menghasilkan produksi dan kualitas kopi Arabika yang baik. Suhu udara yang lebih rendah dengan fluktuasi yang kecil pada dataran tinggi, mendorong pertumbuhan yang lebih lambat dan lebih seragam dalam pematangan buah, sehingga menghasilkan biji yang lebih besar dan padat.

Hasil penelitian Hulupi (1998) menunjukkan bahwa tinggi tempat penanaman berpengaruh terhadap karakter morfologi tanaman kopi Arabika tipe katai. Semakin tinggi tempat penanaman, tanaman kopi semakin pendek tetapi lebat buahnya (Tabel 2).

Tabel 1. Curah hujan, bulan kering, suhu udara yang dibutuhkan tanaman kopi

Unsur Iklim	Jenis Kopi		
	Robusta	Arabika	Liberika
Curah hujan tahunan (mm)	1.250–2.000	1.250–2.000	1.250–3.000
Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm per bulan)	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Suhu udara (°C)	21 – 24	15 – 25	21 – 30

Sumber: Ditjenbun (2012)

Tabel 2. Sifat morfologi kopi Arabika tipe katai di beberapa lokasi

Tinggi tempat (m dpl)	Sifat Morfologi					
	Tinggi tanaman (cm)	Diameter tajuk (cm)	Panjang ruas produktif (cm)	Jumlah cabang primer produktif/pohon	Jumlah buku produktif/cabang	Jumlah buah/buku
Gayo (1.400)	112,4	168,3	4,1	34,3	12,9	12,0
Kalisat (1.200)	118,9	115,9	3,2	31,8	13,5	11,9
Pasawaran (750)	144,7	127,9	4,4	13,1	4,2	5,2
Malangsari (625)	185,7	161,4	4,8	35,0	12,4	9,8
Sumber Asin (550)	148,6	133,3	3,8	13,3	10,0	7,3

Sumber: Hulupi (1998)

Tabel 3. Rerata daya hasil tiga varietas kopi Arabika di tiga ketinggian tempat yang berbeda

Varietas	Daya hasil (ton/ha)		
	Sumber Asin 550 m dpl	Pasewaran 750 m dpl	Kalisat 1.200 m dpl
Kartika 1	1,01	1,32	2,47
Kartika 2	1,24	1,21	2,89
USDA 762	0,16	0,58	1,42

Sumber: Hulupi dan Mawardi (1998)

Tabel 4. Pengaruh ketinggian tempat terhadap ukuran biji kopi Robusta

Klon Kopi Robusta	Besarnya biji (ml/100 biji)	
	Ketinggian Tempat di bawah 400 m dpl	Ketinggian Tempat di atas 400 m dpl
BP 42	24,8	29,6
BP 234	22,1	24,8
BP 288	20,1	22,5
BP 358	22,4	26,9
BP 409	23,9	26,1
SA 237	21,6	24,6

Sumber: Yahmadi (2007)

Berdasarkan hasil penelitian Hulupi dan Mawardi (1998) terlihat bahwa varietas kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian tempat di bawah 1000 m dpl daya hasilnya lebih rendah dibandingkan kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian di atas 1000 m dpl. Tanaman kopi Arabika yang ditanam pada ketinggian tempat kurang dari 700 m dpl, daya hasilnya hanya separuh dari daya hasil pada penanaman di atas 1.000 m dpl (Tabel 3), sehingga menjadi tidak menguntungkan. Penanaman kopi Arabika di bawah 700 m dpl menyebabkan berkurangnya jumlah cabang primer produktif dan jumlah ruas produktif per cabang sehingga dapat menurunkan daya hasil (Sekhtera, 1988; Hulupi, 1998). Selain itu penanaman kopi Arabika pada ketinggian tempat kurang dari 1000 m dpl dapat menyebabkan serangan penyakit karat daun

meningkat sehingga secara tidak langsung berdampak pada penurunan daya hasil (Mawardi dan Hulupi, 1995).

Tinggi tempat penanaman juga berpengaruh terhadap ukuran biji kopi Robusta. Menurut Yahmadi (2007) semakin tinggi tempat maka ukuran biji menjadi lebih besar (Tabel 4).

Kopi asal Honduras yang berkualitas tinggi berasal dari dataran tinggi di atas 1.000 m dpl, dengan curah hujan relatif rendah, yaitu di bawah 1.500 mm per tahun (Decazy *et al.*, 2003). Biji kopi asal dataran tinggi memiliki kadar lemak dan kualitas lebih tinggi dibandingkan biji kopi asal dataran yang lebih rendah.

Hasil penelitian Bertrand *et al.* (2006) menunjukkan bahwa ketinggian tempat memiliki dampak yang signifikan terhadap

komposisi biokimia biji kultivar tradisional Caturra. Konsentrasi asam klorogenat meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat. Konsentrasi kafein dan lemak meningkat dengan meningkatnya ketinggian tempat tetapi kemudian menurun pada ketinggian tertinggi. Sukrosa tidak menunjukkan tren yang jelas dengan ketinggian tempat (Tabel 5).

Kandungan kimia biji kopi terdiri dari kafein, trigonelin, lemak, dan asam klorogenat, merupakan senyawa penting yang terdapat dalam kopi (Leroy *et al.*, 2006). Walaupun rasanya pahit, tetapi kafein hanya menyumbang rasa *bitterness* kurang dari 10%. Kafein tidak mempunyai pengaruh langsung pada citarasa. Namun, pada beberapa kultivar kopi, kafein berhubungan dengan komponen lainnya seperti lemak dan asam klorogenat, sehingga menentukan *bitterness* seduhan. Kadar kafein suatu varietas kopi dapat menjadi indeks mutu organoleptik (Yusianto, 1999; Sulistyowati, 2001). Trigonelin mempunyai efek psikologis pada sistem syaraf pusat, pengeluaran air empedu dan sistem pencernaan (Varnam dan Sutherland, 1994), sedangkan asam klorogenat merupakan antioksidan yang baik untuk kesehatan.

Ukuran polong dan kepadatan berhubungan dengan aroma, rasa dan kualitas minuman. Ketinggian juga cenderung memiliki efek positif pada keasaman sekaligus mengurangi kepahitan (Bertrand *et al.*, 2006). Citarasa kopi Arabika pada berbagai ketinggian tempat terdapat pada Tabel 6.

Tanah

Tanaman kopi terdapat pada 25^o Lintang Utara dan 25^o Lintang Selatan (ICO, 2008) dan dapat dibudidayakan pada berbagai jenis tanah, asalkan pada kedalaman minimal 2 meter terbebas dari genangan air, dan mengandung liat dengan kapasitas retensi air yang baik. Kemasaman tanah (pH) 5-6, subur dan tidak mengandung kurang dari 2% bahan organik. Kopi Arabika yang berkualitas tinggi cenderung terdapat pada tanah vulkanik. Menurut Van Der Vossen (2005), untuk mempertahankan tingkat produksi yang layak secara ekonomis (1 ton/ha/tahun), maka tanaman perlu tambahan bahan organik (kompos) dari luar, sedangkan untuk memenuhi kebutuhan gizi, tanaman kopi perlu unsur nitrogen dan kalium.

Tabel 5. Kandungan kimia biji kopi Arabika pada berbagai ketinggian tempat yang berbeda

Ketinggian Tempat (m dpl)	Trigonelin (%)	Kafein (%)	Asam Klorogenat (%)	Sukrosa (%)	Lemak (%)
900	0,84	1,11	7,61	7,39	14,07
1.000	0,82	1,12	7,63	7,42	14,58
1.100	0,89	1,17	8,19	7,41	14,25
1.200	0,78	1,17	8,14	7,73	15,12
1.300	0,78	1,26	8,24	7,34	15,47
1.350	0,77	1,29	8,32	7,03	15,72
1.400	0,75	1,31	8,25	7,54	15,27
1.450	0,80	1,25	8,24	8,13	14,65

Sumber: Bertrand *et al.* (2006)

Tabel 6. Cita rasa kopi Arabika pada berbagai ketinggian tempat yang berbeda

Ketinggian Tempat (m dpl)	Aroma	Body	Acidity	Bitterness	Preference
900	3,30	2,76	2,53	1,93	2,53
1.000	3,45	2,90	3,32	1,58	3,12
1.100	3,30	2,56	2,40	1,99	2,53
1.200	3,00	2,58	3,32	1,22	2,41
1.300	3,53	2,85	2,85	1,53	2,75
1.350	3,48	2,96	3,37	1,55	3,16
1.400	3,51	2,83	3,16	1,51	3,25
1.450	3,61	3,19	3,41	1,35	3,38

Sumber: Bertrand *et al.* (2006)

Tabel 7. Pengaruh tipe iklim terhadap rendemen biji kopi Robusta

Klon Kopi Robusta	Rendemen biji kopi (%)	
	Tipe Iklim B	Tipe Iklim C
BP 42	17,8	22,6
BP 234	17,2	22,2
BP 288	16,7	20,3
BP 358	17,5	21,5
BP 409	18,2	22,2
SA 237	17,6	22,4

Sumber: Yahmadi (2007)

Kemasaman tanah (pH), magnesium (Mg), mangan (Mn) dan seng (Zn) dapat meningkatkan perbaikan aroma kopi. Perbandingan Mg dan Kalium (K) berkorelasi sangat positif terhadap aroma, *flavour*, *aftertase* dan *body*. Tekstur pasir berkorelasi negatif terhadap aroma sedangkan lempung dan liat berkorelasi positif (Yadessa *et al.*, 2008). Nitrat (NO₃) dan amonium (NH₄), merupakan unsur hara yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi. Kekurangan oksigen dalam tanah akan mengurangi serapan nitrat dan amonium masing-masing 50% dan 30%. Kelebihan kalsium dan kalium dalam tanah akan mengakibatkan rasa pahit yang keras pada kopi (Van Der Vossen, 2009). Umumnya, kopi yang paling asam berasal dari tanah vulkanik yang kaya bahan organik (Bertrand *et al.*, 2006).

Kopi organik sering dianggap lebih baik dari kopi konvensional karena lebih ramah lingkungan. Menurut Malta *et al.* (2008) tidak ada perbedaan yang signifikan pada kualitas biji kopi antara biji dari tanaman konvensional dan organik pada tahun pertama. Namun pada tahun kedua, kualitas biji kopi asal tanaman organik lebih unggul bila dibandingkan tanaman konvensional.

Lereng yang menghadap ke arah timur dapat menghasilkan minuman kopi berkualitas baik, karena adanya penerimaan sinar matahari pagi. Minuman kopi dari lereng yang menghadap ke arah timur adalah terasa lebih asam dibandingkan minuman kopi yang berasal dari lereng yang menghadap ke arah lain (Avelino *et al.*, 2005). Laderach *et al.* (2009) dan Vaast *et al.* (2006) menyatakan bahwa kemiringan lereng yang semakin negatif akan mempengaruhi skor akhir kualitas kopi.

Iklim

Unsur iklim yang berpengaruh terhadap pertumbuhan, produksi, kualitas dan citarasa kopi yaitu: (1) curah hujan, (2) radiasi surya, (3) suhu udara, (4) kelembaban udara, dan (5) kecepatan angin.

1. Curah hujan

Curah hujan yang dibutuhkan tanaman kopi tergantung pada sifat retensi tanah, kelembaban udara dan tingkat penutupan awan, serta praktek budidaya. Curah hujan tahunan yang optimal untuk tanaman kopi Robusta adalah 1.200-1.800 mm per tahun (Alegre, 1959), sedangkan untuk kopi Arabika melebihi 2000 mm per tahun (Coste, 1992). Bulan kering (curah hujan kurang dari 60 mm per bulan) yang berlangsung selama 2-4 bulan per tahun, penting untuk merangsang pembungaan (Haarer, 1958). Curah hujan yang terlalu tinggi sepanjang tahun, mengakibatkan panen tidak merata dan hasilnya rendah. Kurangnya periode kering juga dapat membatasi budidaya kopi di daerah tropis dataran rendah (Maestri dan Barros, 1977).

Hasil penelitian Nunes (1976) dan Yahmadi (1973) menunjukkan bahwa tanaman kopi Robusta tergolong lebih peka terhadap cekaman air dibandingkan kopi Arabika, Excelsa dan Liberika. Kemarau panjang yang terjadi selama 5 bulan berturut-turut dapat menyebabkan produksi kopi Robusta menurun 34-68% (Yahmadi, 1973; PTPN XIII, 1984). Kopi Robusta klon BP 358 dan BP 288 relatif peka terhadap kekeringan. Klon BP 42 dan BP 234 agak tahan dan memiliki daya adaptasi relatif sama terhadap cekaman kekeringan. Sedangkan klon BP 409 menunjukkan daya adaptasi paling baik (Nur dan Zaenuddin, 1992)

Bulan basah (curah hujan di atas 100 mm per bulan) yang merata sepanjang tahun menyebabkan tingkat keberhasilan persarian bunga kopi hanya sebesar 5,3% sehingga angka populasi tanaman yang tidak produktif (berbuah kurang dari 200 buah per pohon) di Kebun Percobaan Sumber Asin mencapai 80,4%, dan produksi turun sebesar 98,5% (Nur, 2000). Tipe iklim berpengaruh terhadap rendemen biji kopi (Yahmadi, 2007). Daerah yang mempunyai tipe iklim C (agak basah) mempunyai rendemen biji kopi yang lebih

tinggi dibandingkan daerah dengan tipe iklim B (basah) (Tabel 7).

Curah hujan optimal untuk produksi kopi Arabika minimal 1.200 mm dan maksimal 2.500 mm per tahun. Tanaman kopi tumbuh dan berproduksi lebih baik jika terkena siklus bulan basah dan kering yang tegas. Periode defisit air sangat membantu dalam proses pembungaan. Daerah dengan curah hujan lebih dari 2.500 mm memiliki kecenderungan untuk menghasilkan kopi berkualitas rendah karena pematangan *cherry* teratur dan biji kopi kurang pengeringan setelah panen. Di sisi lain kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan *dieback* dan pematangan buah prematur sehingga menghasilkan biji yang belum matang dan *astringent* (Van Der Vossen, 2005). Bulan kering sebanyak 3–4 bulan per tahun baik untuk aspek prapanen dan citarasa kopi Robusta (Abdoellah *et al.*, 2000).

Irigasi bukan merupakan faktor utama yang mempengaruhi komposisi kimia biji kopi, melainkan temperatur yang menjadi faktor utama pada komposisi biokimia biji kopi. Kualitas biji kopi menurun, dengan naiknya suhu udara sekitar 3,5 derajat di atas batas optimum untuk budidaya kopi (Decazy *et al.*, 2003; Da Silva *et al.*, 2005).

2. Radiasi matahari

Intensitas cahaya matahari merupakan salah satu komponen radiasi matahari yang sangat besar pengaruhnya terhadap proses fisiologi tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, penutupan dan pembukaan stomata, dan perkecambahan (Salisbury dan Ross, 1995; Taiz dan Zeiger, 2010). Selain itu, distribusi cahaya matahari memiliki pengaruh yang kuat pada pembungaan, biji dan pematangan (Vaast *et al.*, 2005).

Menurut Boer *et al.* (1994) radiasi matahari optimum untuk pertumbuhan dan hasil tanaman diperoleh pada kisaran 275-340 kal/cm²/hari. Tanaman kopi memerlukan radiasi matahari di atas 0,15 kal/m²/menit untuk mencapai fotosintesis yang maksimal (Wrigley, 1988).

Intensitas cahaya matahari yang sedang diduga memberikan pengaruh positif terhadap produksi dan keberlanjutan budidaya kopi Robusta (Yahmadi, 1986; Wintgen, 2012). Citarasa pada kopi Robusta yang optimal dapat diperoleh dengan intensitas cahaya matahari sedang. Kadar kafein dalam biji kopi berkorelasi positif dengan intensitas cahaya, namun kafein tidak secara langsung berpengaruh terhadap citarasa kopi Robusta (Erdiansyah dan

Yusianto, 2012). Geromel *et al.* (2008) menyebutkan bahwa intensitas cahaya matahari yang tinggi dapat menyebabkan kadar glukosa yang dihasilkan dari proses fotosintesis kopi Arabika semakin menurun, sehingga dapat berpengaruh terhadap citarasa yang dihasilkan.

Pengurangan intensitas cahaya matahari pada daerah dengan ketinggian tempat lebih dari 1.700 m dpl, memberikan efek negatif pada aroma, keasaman, kandungan gula, dan *preferensi* minuman, sedangkan pada kualitas fisik biji tidak berpengaruh. Pada ketinggian yang lebih rendah, pengurangan intensitas cahaya matahari tidak berpengaruh secara nyata terhadap sifat sensoris, tetapi dapat mengurangi jumlah biji kecil (Wintgen, 2004).

3. Suhu udara

Kopi Arabika menghendaki suhu udara berkisar 18-21 °C (Alegre, 1959). Suhu udara di atas 23 °C, pengembangan dan pematangan buah kopi lebih cepat, yang sering menimbulkan penurunan kualitas (Camargo, 1985). Suhu yang relatif tinggi selama bunga mekar, terutama jika dikaitkan dengan musim kemarau berkepanjangan, dapat menyebabkan keguguran bunga (Camargo, 1985). Namun pada beberapa kultivar tertentu yang di tanam di daerah sub optimal dengan suhu udara rata-rata 24-25 °C, produksinya memuaskan (Da Matta dan Ramalho, 2006). Daerah dengan suhu rata-rata tahunan di bawah 17-18 °C, pertumbuhan kopi sebagian besar mengalami stres. Suhu udara rata-rata yang sesuai untuk kopi Robusta berkisar 22-26 °C (Matiello, 1998), atau menurut Willson (1999), 24-30 °C. Kopi Robusta lebih mudah beradaptasi dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan kopi Arabika.

Hasil penelitian Mawardi dan Hulupi (1992) dalam Hulupi (1998) menunjukkan bahwa suhu udara berpengaruh terhadap panjang ruas batang maupun cabang. Dalam penelitian ini perbedaan tinggi tempat dan tipe iklim tidak berpengaruh terhadap panjang ruas cabang dan hanya berpengaruh terhadap tinggi tanaman serta diameter tajuk.

4. Kelembaban udara

Kelembaban udara memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kopi. Kopi Robusta dapat tumbuh baik pada kelembaban udara tinggi maupun rendah, asalkan musim kemarau pendek. Sebaliknya, kopi Arabika membutuhkan lingkungan yang kurang lembab (Haarer, 1958; Coste, 1992).

5. Kecepatan angin

Perkebunan kopi yang mengalami gunting angin besar dan adveksi, hasil panen biasanya tertekan. Angin yang kencang dapat menyebabkan pengurangan luas daun dan panjang ruas cabang *orthotropik* dan *plagiotropik* (Caramori *et al.*, 1986). Di samping itu daun dan tunas yang rusak akibat angin terlalu kencang memperburuk perkembangan bunga dan buah (Camargo, 1985; Matiello *et al.*, 2002). Angin panas dapat meningkatkan laju evapotranspirasi tanaman.

KESESUAIAN LAHAN

Menurut Ritung *et al.* (2007) kesesuaian lahan adalah tingkat kesesuaian sebidang lahan untuk penggunaan tertentu (misalnya penanaman kopi). Kesesuaian lahan disusun berdasarkan data biofisik sumber daya lahan berupa karakteristik tanah dan iklim yang berhubungan dengan persyaratan tumbuh tanaman yang dievaluasi, sebelum lahan tersebut diberikan masukan yang diperlukan untuk mengatasi kendala.

Tingkat kesesuaian lahan untuk tanaman kopi terbagi ke dalam empat kelas, yaitu lahan sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3) dan tidak sesuai (N). Kriteria setiap kelas kesesuaian lahan tersebut

adalah sebagai berikut (Ritung *et al.*, 2007; Ditjenbun, 2012b):

1. Kelas S1 : Pada lahan ini tidak dijumpai faktor pembatas yang berarti atau nyata terhadap pengelolaan tanaman kopi secara berkelanjutan atau faktor pembatas bersifat minor dan tidak akan berpengaruh nyata terhadap produktivitas lahan serta tidak akan menambah masukan yang biasa diberikan
2. Kelas S2 : Lahan mempunyai faktor pembatas yang berpengaruh terhadap produktivitasnya, untuk mengatasinya diperlukan tambahan masukan (input) sehingga akan mengurangi pendapatan petani
3. Kelas S3 : Lahan mempunyai faktor pembatas lebih berat dibandingkan lahan kelas S2, sangat berpengaruh terhadap produktivitasnya, untuk mengatasinya diperlukan tambahan masukan lebih besar dari lahan kelas S2, meskipun masih dalam batas kebutuhan yang normal
4. Kelas N : Lahan kelas ini mempunyai faktor pembatas permanen yang sangat berat dan/atau sulit diatasi dengan tingkat masukan yang normal.

Berdasarkan kuantitatif kriteria teknis, kesesuaian lahan untuk tanaman kopi Robusta, Arabika dan Liberika terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Kesesuaian lahan kopi Robusta, Arabika dan Liberika

Persyaratan penggunaan/ Karakteristik Lahan	Kelas Kesesuaian Lahan			
	S1	S2	S3	N
Iklim				
Curah hujan tahunan (mm)	1.500 - 2.000	1.250 2.000 - 2.500	1.250 2.000 - 3.000	<1.000 >3.000
Lama bulan kering (< 60 mm/bulan)	2-3	3-4	4-5 1-2	> 5 < 1
Ketinggian Tempat (m dpl)				
Robusta	300-500	500-600 100-300	600-700 0-100	> 700
Arabika	1.000-1.500	850-1.000 1.500-1.750	650-850 1.750-2.000	< 650 > 2.000
Liberika	300-500	600-800 0-300	800-1.000	> 1.000
Lereng (%)	0-8	8-25	25-45	> 45
Sifat Fisik Tanah				
Kedalaman efektif (cm)	> 150	100-150	60-100	< 60
Tekstur	Lempung berpasir, Lempung berliat, Lempung berdebu,	Pasir berlempung, Liat berpasir, Liat berdebu	Liat	Pasir, liat berat
Persentase batu di permukaan (%)	Lempung liat berdebu	0-3	3-15	> 15

Persyaratan penggunaan/ Karakteristik Lahan	Kelas Kesesuaian Lahan			
	S1	S2	S3	N
Genangan (hari)			1-7	> 7
Klas drainase	Baik	Agak baik	Agak buruk, Buruk, Agak berlebihan	Berlebihan, Sangat buruk
Sifat Kimia Tanah (0-30 cm)				
Keasaman tanah (pH)	5,5-6,0	6,1-7,0	7,1-8,0	> 8,0
Karbon (C)-organik (%)	2-5	5,0-5,4	4,0-4,9	< 4,0
Kapasitas tukar kation (me/100 g)	> 15	1-2	0,5-1,0	< 0,5
Kejenuhan basa (KB) (%)	> 35	5-10	10-15	> 15
Nitrogen (N) (%)	> 0,21	10-15	5-10	< 5
P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	> 16	10-15	< 20	< 0,1
Toksisitas				
Salinitas (mmhos/cm)	< 1	1-3	3-4	> 4
Kejenuhan Aluminium (Al) (%)	< 5	5-20	20-60	> 60

Sumber: Ditjenbun (2012b)

BAHAN TANAMAN BERDASARKAN KETINGGIAN TEMPAT DAN IKLIM

Sampai saat ini terdapat 12 klon kopi Robusta anjuran yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian, yaitu BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, BP 436, BP, 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203 dan SA 237. Mengingat kopi Robusta tersebut bersifat meyerbuk silang, maka dalam pengembangannya harus dilakukan secara poliklonal, 3-4 klon untuk setiap satuan hamparan kebun. Penggunaan komposisi klon kopi Robusta harus disesuaikan dengan kondisi lingkungannya

(Tabel 9), agar terhindar dari resiko kegagalan. Selain itu perlu juga dipertimbangkan stabilitas daya hasil, kompatibilitas (keserempakan saat berbunga) antar klon untuk kondisi lingkungan tertentu dan keseragaman ukuran biji (Hulupi, 1998). Varietas kopi Arabika anjuran yang berjumlah 8 varietas (AS 1, AS 2K, AB 3, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, S 795 dan USDA 76), setiap varietasnya menghendaki kondisi lingkungan yang spesifik (Tabel 10) sehingga dalam pengembangannya faktor lingkungan harus dijadikan prioritas utama.

Tabel 9. Komposisi klon kopi Robusta untuk setiap tipe iklim dan tinggi tempat

Tipe Iklim*	Komposisi klon	
	Tinggi tempat di atas 400 m dpl	Tinggi Tempat di bawah 400 m dpl
A atau B	Klon BP 42:BP234:BP358:SA 237 = 1 : 1 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP358 = 2 : 1 : 1
C atau D	Klon BP 42:BP234:BP 409 = 2 : 1 : 1	Klon BP 42:BP234:BP 288: BP 409 = 1 : 1 : 1 : 1
		Klon BP 936 :BP 939 : SA 203 = 2 : 1 : 1

Keterangan : * Menurut Schmidt dan Ferguson

Sumber : Hulupi (2008)

Tabel 10. Pemilihan kopi Arabika anjuran

Tinggi Tempat Penanaman (m dpl)	Varietas Anjuran	
	Tipe Iklim A atau B	Tipe Iklim C atau D
700 - 1.000	S 795	S 795
≥ 1.000	AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	S 795, USDA 762, AS 1, Gayo 1, AS 2K
≥ 1.250	AB 3, AS 1, Gayo 1, Gayo 2, Sigarar Utang, AS 2K	AB 3, S 795, USDA 762, AS 1, AS 2K

Sumber: Ditjenbun (2012b)

PENUTUP

Kondisi lahan termasuk di dalamnya tanah dan iklim mempunyai peran yang sangat besar terhadap pertumbuhan, produksi, mutu dan citarasa tanaman kopi. Dalam skala luas, lahan sukar untuk dimodifikasi sehingga untuk menghindari risiko kerusakan dan kematian maka tanaman kopi dianjurkan ditanam pada kondisi lahan yang sesuai.

Informasi kesesuaian lahan untuk tanaman kopi harus dijadikan pedoman utama dalam melaksanakan kegiatan penanaman atau pengembangan tanaman kopi pada suatu wilayah. Setiap klon atau varietas unggul yang akan dikembangkan mempunyai persyaratan tumbuh yang spesifik sehingga wilayah pengembangannya harus disesuaikan dengan persyaratan tumbuh dari klon atau varietas tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdoellah, S., R. Hulupi, dan Sulistyowati. 2000. Hubungan antara citarasa kopi robusta dengan komposisi bahan tanam serta komponen lingkungan. *Pelita Perkebunan* 16 (2): 92-99.
- Alegre, C. 1959. Climate setcaféiersd'Arable. *Agron. Trop.* 14: 23-58.
- Avelino, J., B. Barboza, J. C. Araya, C. Fonseca, F. Davrieux, B. Guyot, and C. Cilas. 2005. Effects of slope exposure, altitude and yield on coffee quality in two altitude terroirs of Costa Rica, Orosi and Santa Mar'ia de Dota. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 1869-1876.
- Bertrand, B., P. Vaast, E. Alpizar, H. Etienne, F. Davrieux, and P. Charmetant. 2006. Comparison of bean biochemical composition and beverage quality of Arabica hybrids involving Sudanese-Ethiopian origins with traditional varieties at various elevations in Central America. *Tree Physiology* 26: 1239-1248.
- Boer, R., I. Las, J. S. Baharsjah dan A. Bey. 1994. Pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah PMK pada 4 tingkat radiasi surya dan 3 tingkat pengapuran. *Jour. Agromet.* 10 (1 dan 2): 1-7.
- Camargo, A. P. 1985. Oclimaea cafei culturano Brasil. *Inf. Agropec.* 11: 13-26.
- Caramori, P. H., J. C. Ometto, N. A. Nova, and J. D. Costa. 1986. Efeitos do vento sobre mudas de cafeeiro Mundo Novo e Catuaí Vermelho. *Pesq. Agropec. Braz.* 21: 1113-1118.
- Carr, M. K. V. 2001. Review paper: the water relations and irrigation requirements of coffee. *Exp. Agric.* 37: 1-36.
- Coste, R. 1992. Coffee. The Plant and the Product. Mac Millan Press Ltd. London. 328 pp.
- Da Matta, F. M. and J. D. C. Ramalho. 2006. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Braz. J. Plant Physiol.* 18: 55-81.
- Da Silva, E. A., P. Mazzafera, O. Brunini, E. Sakai, F.B. Arruda, L. H. C. Mattoso, C. R. L. Calvaho, and R. C. M. Pires. 2005. The influence water management and environmental condition on the chemical composition and beverage quality of coffee beans. *Braz. J. Plant. Physiol.* 17 (2): 229-238.
- Decazy, F., J. Avelino, B. Guyot, J. Perriot, C. Pineda, and C. Cilas. 2003. Quality of different Honduran coffees in relation to several environments. *Journal of Food Science* 68 (7): 2356-2361.
- Ditjenbun. 2012a. Statistik Perkebunan Indonesia 2011-2013: Kopi. Ditjenbun. Jakarta. 87 hlm.
- Ditjenbun. 2012b. Pedoman Praktis Praktek Budidaya Kopi yang Baik (*Good Agricultural Practices/GAP on Coffee*). Ditjenbun. Jakarta. 75 hlm.
- Erdiansyah, N. P. dan Yusianto. 2012. Hubungan intensitas cahaya di kebun dengan profil citarasa dan kadar kafein beberapa klon kopi robusta. *Pelita Perkebunan* 28 (1): 14-22.
- Fajardo-Peña, I. F. and J. R. Sanz-Urbe. 2003. Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficio humedo tradicional y ecológico (Becolsub). *Cenicafe* 54: 286-296.
- Geromel, C., L. G. Ferreira, F. Davrieux, B. Guyot, F. Ribeyre, M. B. D. S. Scholz, L. F. P. Pereira, P. Vaast, D. Pot, T. Leroy, A. A. Filho, L. G. E. Vieira, P. Mazzafera, and P. Marraccini. 2008. Effect of shade on the development and sugar metabolism of coffee (*Coffea arabica* L.) fruits. *Science Direct. Plant Physiology and Biochemistry* 46: 569-579.
- Haarer, A. E. 1958. Modern Coffee Production. Leonard Hill, London. 320 pp.
- Herniwati dan S. Kadir. 2009. Potensi Iklim, Sumber Daya Lahan dan Pola Tanam di Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Hlm. 218-224.
- Hulupi, R. 1998. Variasi fenotipik beberapa sifat morfologi kopi arabika berperawakan katai pada berbagai kondisi lingkungan. *Pelita Perkebunan* 14 (1): 1-9.
- Hulupi, R. 1999. Bahan tanam kopi yang sesuai untuk kondisi agroklimat di Indonesia. *Warta Puslitkoka* 15 (1): 64-81.
- Hulupi, R. dan S. Mawardi. 1998. Daya hasil dan stabilitas beberapa varietas unggul harapan kopi arabika pada berbagai kondisi lingkungan. *Pelita Perkebunan* 14 (3): 142-154.
- Hulupi, R. 2008. Klon-klon Unggul Kopi Robusta dan Beberapa Pilihan Komposisi Klon Berdasarkan Kondisi Lingkungan. *Puslitkoka Indonesia*. No. Seri: 02.022.2-303. 5 hlm.
- ICO. 2008. Ecology. <http://www.ico.org/ecology.asp>
- Laderach, P., M. L. A. Jarvis, J. Ramirez, E. Portilla, and K. Schepp. 2009. Predicted Impact of Climate Change on Coffee Supply Chains. *CIAT*. p. 703-723.
- Leroy, T., F. Ribeyre, B. Bertrand, P. Charmetant, M. Dufour, C. Montagnon, P. Marraccini, and D. Pot. 2006. Genetics of coffee quality. *Braz. J. Plant Physiol.* 18 (1): 229-242
- Maestri, M. and R. S. Barros. 1977. Coffee. In Alvim P.T., Kozlowski, T.T.(eds), *Ecophysiology of Tropical Crops*. Academic Press, London. p. 249-278.

- Malta, M. R. 2008. Cup quality of traditional crop coffee converted to organic system. *Bragantia, Campinas*. 67 (3): 775-783.
- Matiello, J. B. 1998. *Café Conillon: Como Plantar, Tratar, Colher, Preparare Vender*. M. M. Produções Gráficas, Rio de Janeiro. 162 p.
- Matiello, J. B., R. Santinato, A. W. R. Garcia, S. R. Almeida, and D. R. Fernandes. 2002. *Cultura do café no Brasil : novo manual de recomendações*. Rio de Janeiro: MAPA. 387 p.
- Mawardl, S. dan R. Hulupl. 1995. Genotype by environment interaction of bean characteristics in Arabica coffee. 16 th. Int. Sci. Colloquium on Coffee. Kyoto, 9-14 April 1995, ASIC, Paris. p. 637-644.
- Nunes, M. A. 1976. Water relations in coffee significance of plant water deficits to growth and yield. A Review. *J. Coffee Res*. 6: 4-21.
- Nur, A. M. 2000. Dampak La Nina terhadap produksi kopi Robusta. Studi kasus tahun basah 1998. *Warta Pusitkoka* 16 (1): 50-58.
- Nur, A. M. dan Zaenuddin. 1992. Adaptasi beberapa klon kopi robusta terhadap tekanan kekeringan. *Pelita Perkebunan* 8 (3): 55-60.
- PTP XXIII. 1984. Pengalaman-pengalaman dengan musim kemarau panjang tahun 1982. *Perkebunan Indonesia* 1: 3-18.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, C. Indrawanto, dan S.J. Munarso. 2010. *Budidaya dan Pasca Panen Kopi*. Eska Media. Jakarta. 62 hlm.
- Ritung, S., Wahyunto, F. Agus, dan H. Hidayat. 2007. *Kesesuaian Lahan dengan Contoh Peta Arahan Penggunaan Lahan Kabupaten Aceh Barat*. Balai Penelitian Tanah dan World Agroforestry Centre. Bogor. 39 hlm.
- Sekhteera, A. 1988. Performance of some Arabica coffee varieties at different location. Proc. Int. Sem. on Coffee Technology, HCRD, Chiang Mai. p. 141-167.
- Salisbury, F.B. dan C. W. Ross. 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3 edisi ke-4*. (Terjemahan Bahasa Inggris). ITB. Bandung. 343 hlm.
- Sulistiyowati. 2001. Faktor yang berperan terhadap citarasa seduhan kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 17: 138-148.
- Talz, L. and E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. 5 th edition. Sinauer Associates, Inc. 782 p.
- Vaast, P., C. Cilas, J. Perriot, J. Davrieux, B. Guyot, and M. Bolaños. 2005. Mapping of coffee quality in Nicaragua according to regions, ecological conditions and farm management. In Proceedings of the 20th International Congress on Coffee Research (ASIC) Bangalore, India. p. 842-850.
- Vaast, P., B. Bertrand, J.P. Perriot, B. Guyot, and M. Génard. 2006. Fruit thinning and shade influence bean characteristics and beverage quality of coffee arabica in optimal conditions. *J. Sci. Food Agric*. 86: 197-204.
- Van Der Vossen, H. A. M. 2005. A critical analysis of the agronomic and economic sustainability of organic coffee production. *Exp Agric*. 41: 449-473.
- Van Der Vossen, H. A. M. 2009. The cup quality of disease-resistant cultivars of Arabica coffee (*Coffea arabica*). *Cambridge Journal Online* 45 (03): 323-332.
- Varnam, H. A. and P. J. Sutherland. 1994. *Beverage Technology Chemistry and microbiology*, New York. Chapman and Hall. p. 191-254.
- Willson, K. C. 1999. *Coffee, Cocoa ant Tea*. CAB International, Wallingford. 304 p.
- Wintgens, J. N. 2004. *Coffee: growing, processing, sustainable production. A guide book for Growers, Processors, Traders and Researchers*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 975 p.
- Wintgens, J. N. 2012. *Coffee: Growing, Processing, Sustainable, Production A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Reseacher*. Wiley-VCH, Weinheim, Germany. 1040 p.
- Wrigley, G. 1988. *Coffee. Tropical Agriculture Series*. Singapore. Longman. Scientific and Technical. Longman Singapore Publisher. Ltd. 639 p.
- Yadessa, A., J. Burkhardt, M. Denich, T. Woldemariam, E. Bekele, dan H. Goldbach. 2008. Influence of soil properties on cup quality of wild Africa Coffee in coffee forest ecosystem of SW Ethiopia. Paper presented at 22 nd. International Conference on Coffee Science (ASIC) Held Between 14-19 September, Campinas, SP, Brazil. p. 1-10.
- Yahmadi, M. 1973. Pengaruh kemarau panjang terhadap tanaman kopi. *Menara Perkebunan* 41 (5): 235-240.
- Yahmadi, M. 1986. *Budidaya dan Pengolahan Kopi*. Balai Penelitian Perkebunan Jember. 109 hlm.
- Yahmadi, M. 2007. *Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi Indonesia*. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia Jawa Timur. 339 hlm.
- Yusianto. 1999. Komposisi kimia biji kopi dan pengaruhnya terhadap citarasa seduhan. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 15: 190-202.

PENYIAPAN LAHAN UNTUK BUDIDAYA TANAMAN KOPI

LAND PREPARATION FOR COFFEE CULTIVATION

Maman Herman dan Bambang Eka Tjahjana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
maman.herman@gmail.com

ABSTRAK

Penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi merupakan aspek yang akan sangat menentukan keberhasilan usahatani kopi secara berkelanjutan. Lahan secara keseluruhan mencakup pengertian lingkungan fisik termasuk iklim, topografi, tanah, hidrologi, dan bahkan keadaan vegetasi alami. Oleh karena itu, dalam penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi, maka faktor iklim, topografi, tanah, dan lingkungan fisik pendukung lainnya seperti ketersediaan dan cadangan air, harus menjadi pertimbangan dalam mengambil keputusan apakah lahan tersebut sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai lahan usahatani kopi yang berkelanjutan. Beberapa faktor mungkin sudah sesuai tetapi beberapa faktor lainnya memerlukan sentuhan teknologi untuk memodifikasinya sehingga menjadi sesuai atau paling tidak mendekati kebutuhan sesuai persyaratan tumbuh kembang tanaman kopi yang akan dibudidayakan. Berbagai faktor tersebut akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan usahatani tanaman kopi, bukan sekedar dapat tumbuh tetapi juga harus menghasilkan buah dengan kualitas baik yang menjadi tujuan utama budidaya tanaman kopi.

Kata kunci : Lahan, kopi, iklim, tanah, hidrologi, usahatani, berkelanjutan

ABSTRACT

Preparation of land for coffee cultivation is an aspect that will largely determine to the success of coffee farming sustainability. Overall of land includes the physical environment like climate, topography, soils, hydrology, and even the state of the natural vegetation. Therefore, in the preparation of land for cultivation of coffee, the climate, topography, soil, and other supporting physical environment such as availability and reserve of water, must be considered in making a decision whether the land is eligible or not to be used as a coffee farming sustainable. Several factors may be appropriate but the others require a modified technology to be suitable or at least nearly meet the needs of coffee growing. These factors will greatly influence the success of the coffee farming, not only to grow well but must produce coffee beans with good quality was the main objectives of coffee cultivation.

Keywords : Land, coffee, climate, soil, hidrology, farming, sustainable

PENDAHULUAN

Penyiapan lahan untuk tujuan budidaya tanaman, khususnya tanaman kopi, merupakan upaya untuk menyiapkan kondisi lingkungan fisik yang sesuai dengan persyaratan tumbuh kembang tanaman. Faktor iklim, topografi, tanah dan lingkungan fisik pendukung lainnya seperti ketersediaan dan cadangan air harus menjadi pertimbangan dalam mengambil keputusan apakah lahan tersebut sudah memenuhi syarat untuk digunakan sebagai lahan usahatani kopi yang berkelanjutan. Beberapa faktor mungkin sudah sesuai tetapi beberapa faktor lainnya memerlukan sentuhan teknologi untuk memodifikasinya sehingga sesuai atau paling tidak telah mendekati kebutuhan sesuai

persyaratan tumbuh kembang tanaman kopi yang akan dibudidayakan.

Berbagai faktor akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan usahatani tanaman kopi, bukan sekedar dapat tumbuh tetapi juga harus menghasilkan buah dengan kualitas baik yang menjadi tujuan utama budidaya tanaman kopi. Unsur iklim, relatif tidak dapat dimodifikasi oleh manusia sehingga referensi keadaan iklim suatu tempat harus dicari berdasarkan data iklim dari stasiun terdekat. Faktor tanah yang harus dipertimbangkan meliputi letak geografis, topografi, kemudahan untuk mengolah tanah, maupun akses terhadap berbagai sarana dan prasarana pendukung lainnya. Ketersediaan dan cadangan air merupakan faktor penting untuk mendukung usahatani kopi secara berkelanjutan.

Budidaya tanaman kopi, khususnya di Indonesia, dilakukan baik di lahan kering, maupun lahan rawa pasang surut. Kedua tipe lahan tersebut memiliki karakteristik yang berbeda sehingga akan mempengaruhi tindakan pengelolaan dan penyiapan lahan yang berbeda. Lahan kering berada pada wilayah dengan ketinggian tempat yang tidak akan tergenang secara permanen baik oleh air hujan, sungai maupun pasang surut air laut. Sedangkan lahan rawa pasang surut berada pada dataran rendah yang secara permanen terpengaruh oleh luapan air sungai dan atau air laut.

Penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi harus dilakukan secara bijaksana agar lingkungan dengan segala aspeknya terjaga kelestariannya dan usahatani kopi dapat dilakukan secara berkelanjutan. Dalam makalah ini dibahas penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi di lahan kering dan lahan rawa pasang surut meliputi pembukaan lahan, pengolahan tanah, pengaturan tata ruang, pengajiran dan pembuatan lubang tanam. Tanaman kopi, sepanjang hidupnya memerlukan naungan, oleh karena itu penyiapan tanaman penanang merupakan aspek penting yang harus diperhatikan dalam budidaya kopi.

PERSYARATAN TUMBUH TANAMAN KOPI

Iklm

Sebelum memutuskan untuk budidaya kopi, maka perlu diperhatikan persyaratan kondisi iklim dan tanah yang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman kopi. Berdasarkan sebaran pertanaman kopi, diketahui beberapa parameter yang optimal untuk tumbuh-kembang tanaman kopi, meliputi faktor iklim dan letak geografis serta sifat tanah. Hulupi (1999) mengatakan bahwa kondisi lingkungan yang paling berpengaruh terhadap perubahan morfologi, pertumbuhan, dan produksi kopi adalah tinggi tempat dan tipe curah hujan. Perubahan morfologi dan pertumbuhan tanaman akan mempengaruhi habitus tanaman sehingga akan berpengaruh terhadap keputusan untuk menentukan jarak tanam yang optimal. Hal ini disebabkan karena pada daerah dengan ketinggian tempat yang lebih rendah, tanaman kopi cenderung meninggi. Selain daripada itu pada daerah dengan tipe curah hujan lebih basah, tanaman kopi cenderung meninggi dan melebar.

Secara garis besarnya terdapat dua jenis kopi yang keduanya tumbuh dan

berkembang secara optimal pada dua kondisi iklim dan tanah yang berbeda. Kedua jenis kopi tersebut yaitu kopi Arabika untuk dataran tinggi dan kopi Robusta untuk dataran menengah sampai rendah. Kopi Arabika dan Robusta memiliki tingkat produktivitas yang bervariasi dan memiliki cita rasa yang khas bila dibudidayakan pada agroklimat tertentu. Kualitas kopi yang dihasilkan akan sangat tergantung kepada kondisi agroklimat dan tanah setempat. Sampai saat ini di Indonesia memiliki setidaknya sembilan jenis kopi Arabika spesifik dengan cita rasa yang spesifik pula (Mawardi, 2007).

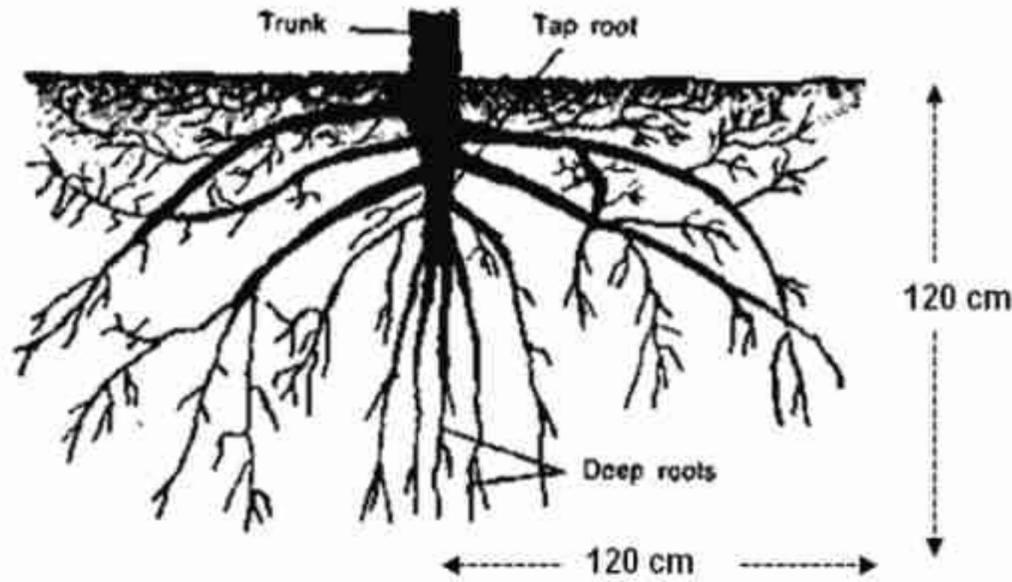
Pertanaman kopi sering sangat heterogen dan mutunya rendah karena benih yang ditanam bukan varietas anjuran dan tidak sesuai dengan kondisi lingkungan setempat (Hulupi, 1999). Penanaman kopi Arabika pada lahan dataran rendah selain produktivitasnya rendah juga lebih rentan terhadap penyakit karat daun (Cabrony, 1992 dalam Hulupi, 1999). Penurunan produksi ini diakibatkan oleh berkurangnya cabang primer produktif dan jumlah ruas produktif per cabang. Kekeringan sampai batas tertentu akan mengakibatkan gangguan fisiologis sehingga transformasi dan metabolisme di dalam tanaman berakibat kurang baik terhadap pembentukan dan perkembangan buah. Semakin kering tipe curah hujan semakin banyak biji abnormalnya (Mawardi dan Hulupi, 1995 dalam Hulupi, 1999).

Kopi Arabika adalah jenis kopi yang pertama kali dibudidayakan di Indonesia, menyusul kemudian Liberika dan terakhir Robusta (Panggabean, 2011). Lebih lanjut dikatakan bahwa kopi Arabika sangat baik ditanam pada daerah dengan ketinggian 1.000-2.100 m di atas permukaan laut. Semakin tinggi lokasi perkebunan kopi, semakin baik cita rasa yang dihasilkan oleh bijinya. Oleh karena itu, perkebunan kopi Arabika hanya ditemui di beberapa tempat saja di Indonesia, yang memiliki ketinggian di atas 1.000 m di atas permukaan laut dengan curah hujan 1.000-1.500 mm/th. Sementara itu, kopi Robusta memiliki adaptasi yang lebih luas dibanding Arabika, dapat tumbuh di ketinggian yang lebih rendah. Jenis kopi Liberika, sampai saat ini tidak lagi dibudidayakan di Indonesia karena berbagai sebab di antaranya yang utama adalah rendemennya sangat rendah, hanya 10-12%. Kopi Arabika membutuhkan, Untuk memperoleh produksi optimal, tanaman kopi memerlukan musim kering yang agak panjang.

Tabel 1. Persyaratan kondisi iklim dan tanah untuk kopi Robusta dan Arabika

No.	Parameter Iklim	Arabika	Robusta
A. Iklim			
1.	Tinggi tempat (m dpl)	700-1.400	300-600
2.	Curah hujan (mm/th)	2.000-4.000	1500-3.000
3.	Bulan kering (curah hujan <60 mm/bulan)	1-3 bulan	1-3 bulan
4.	Suhu udara rata-rata (°C)	15-24	24-30
B. Tanah			
1.	pH	5,3-6,0	5,5-6,5
2.	Kandungan bahan organik	Minimal 2%	Minimal 2%
3.	Kedalaman tanah efektif	> 100 m	> 100 m
4.	Kemiringan tanah maksimum	40%	40%

Sumber: Hulupi (1999)



Gambar 1. Sistem perakaran tanaman kopi
(Sumber: Aksi Agraris Kanisius, 1980)

Kopi Arabika mampu beradaptasi pada kisaran suhu rata-rata tahunan 16-22 °C, sedangkan kopi Robusta dapat beradaptasi pada kisaran suhu 20-28 °C. Hulupi (1999) mengemukakan persyaratan kondisi iklim dan tanah yang optimum untuk kopi Robusta dan Arabika (Tabel 1). Kondisi iklim pada suatu wilayah untuk pengembangan kopi dapat dievaluasi dari rata-rata data iklim selama lima tahun terakhir.

Tanaman kopi relatif tidak tahan terhadap cekaman lingkungan seperti kemarau yang berkepanjangan. Salah satu faktor penyebabnya adalah karena sistem perakaran tanaman kopi yang relatif dangkal dan terkonsentrasi di lapisan permukaan tanah (Gambar 1). Angin yang berhembus terlalu kencang merangsang penguapan air dari permukaan tanah lebih cepat, menambah gangguan terhadap pertumbuhan tanaman kopi. Disamping itu, angin kencang juga dapat mematahkan dan merebahkan pohon pelindung yang akan menyebabkan kerusakan pada tanaman kopi. Oleh karena itu, kebun kopi yang terletak pada daerah yang sering terjadi angin kencang diperlukan pohon pelindung yang memiliki perakaran dalam dan pohonnya cukup kuat untuk menahan terpaan angin. Panggabean (2011) mengemukakan bahwa beberapa jenis pohon pelindung yang

baik di antaranya adalah Lamtoro (*Leucaena glauca*), Dadap (*Erythrina lithosperma* atau *Erythrina subumbrans*), dan sengon laut (*Albizia falcate*).

Tanah

Tanah merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari sistem lahan dan merupakan media tempat tumbuh dan berkembangnya berbagai jenis tanaman. Dari dalam tanah, tanaman mendapatkan asupan air, hara, dan udara. Sifat tanah yang penting diperhatikan untuk budidaya kopi meliputi sifat fisik dan kimia tanah. Sifat fisik tanah berkaitan dengan tingkat kegemburan tanah yang dipengaruhi oleh kandungan bahan organik tanah yang secara langsung ataupun tidak langsung, dan akan sangat berpengaruh terhadap kondisi aerasi dan lengas tanah serta ketersediaan dan penyerapan unsur hara oleh perakaran tanaman. Sifat kimia tanah meliputi tingkat kemasaman tanah, kapasitas tukar kation, dan kandungan unsur hara makro maupun mikro. Unsur hara yang disediakan tanah untuk tanaman dapat berupa senyawa organik maupun anorganik sederhana dan unsur-unsur esensial seperti N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Fe, Mn, B, Cl. Ketersediaan unsur-unsur hara tersebut sangat dipengaruhi oleh tingkat kemasaman (pH) tanah (Gambar 2).

Kemasaman tanah yang rendah merupakan masalah yang sering dihadapi pada jenis tanah di daerah tropika basah seperti Indonesia.

a. Sifat Kimia Tanah

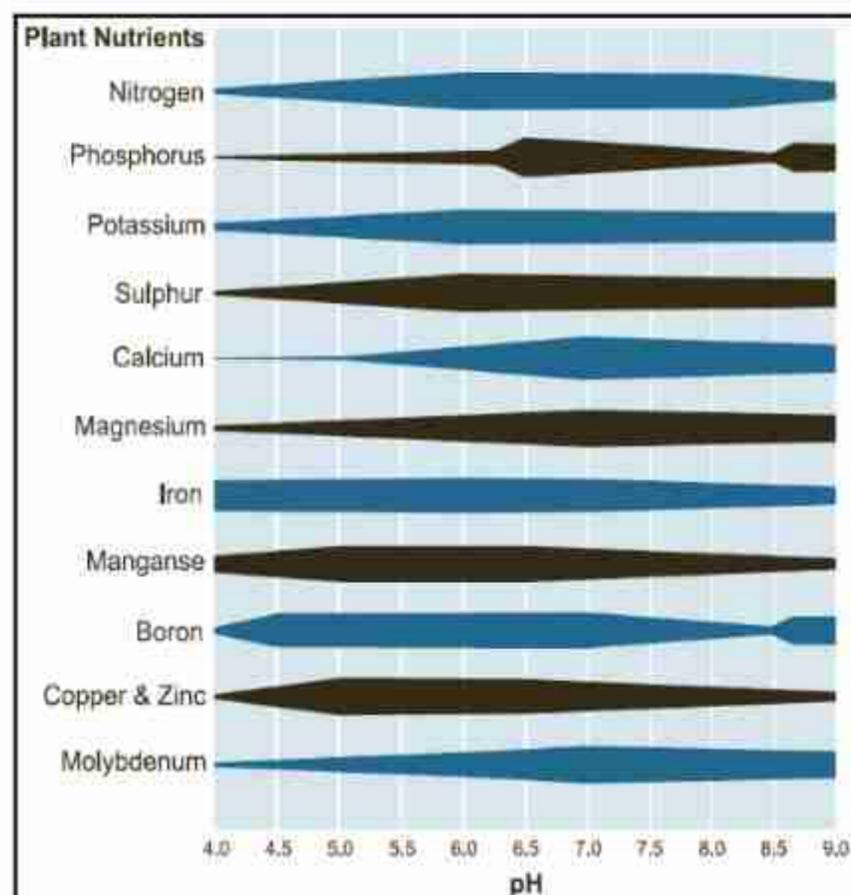
Tanaman kopi tumbuh baik pada kondisi pH tanah 5,5-6,5. Panggabean (2011) mengatakan bahwa rata-rata pH tanah yang dianjurkan untuk kebun kopi 5-7. Tanaman kopi menghendaki tanah yang dalam, gembur dan banyak mengandung humus. Hal ini tidak dapat dipisahkan dengan sifat kimia tanah, sebab satu sama lain saling berkaitan. Tanah subur berarti banyak mengandung zat-zat makanan yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan produksinya. Tanaman kopi menghendaki reaksi agak asam dengan pH 5,5-6,5. Tetapi hasil yang baik sering kali diperoleh pada tanaman lebih asam, dengan catatan keadaan fisiknya baik, dengan daun-daun cukup ion Ca^{++} untuk fisiologi zat makanan dengan jumlah makanan tanaman yang cukup. Pada tanah yang bereaksi lebih asam, dapat dinetralisasi dengan kapur tohor, atau lebih tepat diberikan dalam bentuk pupuk, misalnya serbuk tulang/ $Ca(PO)_4$ + Calcium metafosfat/ $Ca(PO)_3$.

Tanah merupakan habitat organisme yang berpartisipasi aktif dalam mengurai dan menyediakan hara untuk tanaman yang tumbuh di atasnya. Organisme hidup di dalam tanah menghasilkan zat-zat aditif, berfungsi sebagai pemacu tumbuh tanaman maupun mencegah tanaman dari serangan patogen yang merugikan.

Mikroba rizosfir yang dikenal dengan Rhizobakteri pemacu tumbuh tanaman (*Plant Growth Promoting Rhizobacter/PGPR*) sangat potensial untuk meningkatkan produktivitas tanaman serta mengurangi penggunaan pupuk buatan. Mereka mengkolonisasi rizosfir sekitar perakaran, rizoplane (permukaan akar) atau perakaran itu sendiri (dalam jaringan akar) (Singh *et al.*, 2011). Kelompok bakteri yang termasuk dalam PGPR adalah genus *Pseudomonas*, *Serratia*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, dan *Bacillus* (Husen *et al.*, 2006). Mekanisme stimulasi pertumbuhan tanaman oleh PGPR adalah melalui mobilisasi hara, pemacu pertumbuhan melalui produksi fitohormon, dan kemampuan antagonis terhadap penyakit tular tanah (Egamberdiyeva dan Hořlic, 2003).

b. Sifat Fisik Tanah

Tanaman kopi menghendaki tanah yang lapisan atasnya banyak mengandung bahan organik, gembur, permeabilitas dan aerasi tanah cukup baik sehingga tidak terjadi genangan air yang lama. Aerasi tanah yang baik biasanya dipengaruhi oleh kandungan pasir, debu, dan liat tanah dalam kondisi seimbang. Perakaran tanaman kopi sangat peka terhadap genangan air. Oleh karena itu, kebun kopi haruslah pada tanah yang memiliki solum dalam dan kedalaman air tanah lebih dari 3 m.



Gambar 2. Hubungan pH dengan ketersediaan beberapa unsur hara (Sumber: <http://extension.missouri.edu/p/G9102>)

KESESUAIAN LAHAN DAN IKLIM UNTUK TANAMAN KOPI

Sebaran kondisi iklim dan tanah tidak selalu ideal untuk budidaya tanaman kopi. Beberapa parameter iklim sangat cocok untuk budidaya kopi tetapi beberapa parameter lainnya tidak sesuai, begitu pula dengan parameter tanah. Beberapa parameter iklim maupun tanah melalui inovasi teknologi yang ada dapat dimanipulasi atau diperbaiki sehingga mendekati ideal untuk budidaya kopi. Tetapi untuk beberapa parameter, hal ini sangat sulit untuk dimanipulasi. Djaenudin *et al.* (2003) telah mengklasifikasikan kesesuaian iklim dan lahan untuk tanaman kopi Arabika dan kopi Robusta ke dalam empat tipe, yaitu

sangat sesuai (S1), sesuai (S2), kurang sesuai (S3) dan tidak sesuai (N) (Tabel 2 dan 3).

Berdasarkan kriteria kesesuaian lahan dan iklim, kondisi lahan calon kebun dapat dievaluasi terlebih dahulu sebelum memutuskan membudidayakan kopi di lahan tersebut. Kondisi lahan dan iklim yang ada dalam batas-batas tertentu dapat dimanipulasi sehingga tingkat kesesuaiannya bergeser ke arah yang lebih sesuai. Namun demikian, beberapa parameter tertentu tidak akan bisa dirubah atau dimanipulasi sehingga keputusan untuk membangun kebun kopi sebaiknya dihentikan dan dicari lahan lain yang lebih sesuai. Lahan untuk budidaya kopi disarankan dari kelas S1, S2, atau S3 (Puslitkoka, 2004).

Tabel 2. Kesesuaian lahan dan iklim untuk tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora*)

Karakteristik dan Kualitas Lahan	Kelas kesesuaian Lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
1. Suhu udara rata-rata tahunan (°C)	22-25	25-28	19-22 28-32	<19 >32
Ketersediaan Air (wa)				
1. Curah hujan (mm)	2.000-3.000	1.750-2.000	1.500-1.750	1.500
2. Bulan kering (< 75 mm)	2-3	3.000-3.500	3.500-4.000	>4.000
3. Kelembaban udara (%)	45-80	3-5 80-90; 35-45	5-6 >90; 30-35	>6 <30
Ketersediaan oksigen (oa)				
1. Drainase tanah	Baik	sedang	Agak terhambat, agak cepat	Terhambat, sangat terhambat, cepat
Media perakaran (rc)				
1. Tekstur	Halus, agak halus, sedang	-	Agak kasar	Kasar, sangat halus
2. Bahan kasar (%)	<15	15-35	35-60	>60
3. Kedalaman efektif (cm)	>100	75-100	50-75	<50
Gambut				
1. Ketebalan (cm)	<60	60-140	140-200	>200
2. Ketebalan (cm), jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan	<140	140-200	200-400	>400
3. Kematangan	Saprik	Saprik; hemik	Hemik; fibrik	fibrik
Retensi hara (nr)				
1. KTK liat (cmol)	≥16	<16	>6,5	
2. Kejenuhan basa (%)	≥20	<20	<5,3	
3. pH (H ₂ O)	5,3-6,0	6,0-6,5		
4. C-organik (%)	≥0,8	5,0-5,3 <0,8		
Toksisitas (xc)				
1. Salinitas (dS/m)	<1	-	1-2	>2
Sodisitas (xn)				
Alkalinitas/ESP (%)				
Bahaya sulfidik (xs)				
1. Kedalaman ssulfidik (cm)	>175	125-175	75-125	<75
Bahaya erosi				
1. Lereng (%)	<8	8-16	16-30; 16-50	>30; >50
2. Bahaya erosi	Sangat rendah	Rendah-sedang	Berat	Sangat berat
Bahaya banjir (fh)				
1. Genangan	F0	F0	F1	>F1
Penyiapan lahan (lp)				
1. Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40
2. Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25

Sumber: Djaenudin *et al.* (2003)

Tabel 3. Kriteria kesesuaian lahan dan iklim tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica*)

Karakteristik dan Kualitas Lahan	Kelas kesesuaian Lahan			
	S1	S2	S3	N
Temperatur (tc)				
1. Suhu udara rata-rata tahunan (°C)	16-22	15-16 22-24	14-15 24-26	<14 >26
2. Ketinggian tempat dpl (m)	700-1.600	1.600-1750 600-700	1.750-2.000 100-600	>2000 <100
Ketersediaan Air (wa)				
1. Curah hujan (mm)	1.200-1.800	1.000-1.200 1.800-2.000	2.000-3.000 800-1.000	>3.000 <800
2. Bulan kering (< 75 mm)	1-4	<1; 4-5	5-6	>6
3. Kelembaban udara (%)	40-70	30-40 70-80	20-30 80-90	<20 >90
Ketersediaan oksigen (oa)				
1. Drainase tanah	baik	sedang	Agak terhambat, agak cepat	Terhambat, sangat terhambat, cepat
Media perakaran (rc)				
1. Tekstur	Halus, agak halus, sedang	-	Agak kasar	Kasar, sangat halus
2. Bahan kasar (%)	<15	15-35	35-60	>60
3. Kedalaman efektif (cm)	>100	75-100	50-75	<50
Gambut				
1. Ketebalan (cm)	<60	60-140	140-200	>200
2. Ketebalan (cm), jika ada sisipan bahan mineral/pengkayaan	<140	140-200	200-400	>400
3. Kematangan	Saprik	Saprik; hemik	Hemik; fibrik	fibrik
Retensi hara (nr)				
1. KTK liat (cmol)	>16	<16	-	
2. Kejenuhan basa (%)	>50	35-50	<35	
3. pH (H ₂ O)	5,6-6,6	6,6-7,3	<5,5; >7,4	
4. C-organik (%)	>1,2	0,8-1,2	<0,5	
Toksisitas (xc)				
1. Salinitas (dS/m)	<0,5	-	0,5-2	>2
Sodisitas (xn)				
Alkalinitas/ESP (%)				
Bahaya erosi				
1. Lereng (%)	<8	8-16	16-30; 16-50	>30; >50
2. Bahaya erosi	Sangat rendah	Rendah-sedang	Berat	Sangat berat
Bahaya banjir (fh)				
1. Genangan	F0			>F0
Penyiapan lahan (lp)				
1. Batuan di permukaan (%)	<5	5-15	15-40	>40
2. Singkapan batuan (%)	<5	5-15	15-25	>25

Sumber: Djaenudin *et al.* (2003)

PENYIAPAN LAHAN UNTUK TANAMAN KOPI

Lahan yang dicanangkan untuk kebun kopi, setelah melalui evaluasi kesesuaiannya, maka dilanjutkan dengan proses penyiapan lahan. Penyiapan lahan adalah serangkaian proses kegiatan membebaskan lahan dari tumbuhan pengganggu dan komponen lainnya untuk memberikan ruang yang seluas-luasnya bagi tumbuh-kembang tanaman yang akan dibudidayakan. Oleh karena itu, persiapan lahan bukan hanya membersihkan semua tumbuhan yang tidak dikehendaki yang ada di atas permukaan tanah, tetapi juga memberikan ruang yang seluas-luasnya di dalam tanah untuk tumbuh-kembang perakaran tanaman

budidaya. Di sisi lain, tanaman kopi merupakan tanaman yang sepanjang hidupnya memerlukan naungan sehingga penyiapan tanaman penaung merupakan aspek dalam persiapan lahan. Terkait dengan pilihan kegiatan tumpangsari dengan tanaman lain untuk mengoptimalkan penggunaan lahan, maka akan menjadi pertimbangan khusus dalam menentukan jarak dan arah barisan tanaman.

Pembukaan dan Pembersihan Lahan

a. Lahan semak atau hutan sekunder

Beberapa urutan kegiatan yang harus dilakukan dalam pelaksanaan penyiapan lahan sampai lahan menjadi siap tanam untuk kasus

dengan vegetasi hutan sekunder dan atau semak belukar adalah: (a). *imas/tebas*; Kegiatan ini meliputi menebas atau membersihkan semak belukar, perdu dan kayu kayu kecil diameter kurang dari 10 cm, (b). *tebang*; Kegiatan ini meliputi penebangan kayu yang berdiameter lebih dari 10 cm dan memotongnya mulai dari dahan hingga semua bagian dari kayu menyentuh permukaan tanah, (c). *cincang*; Pencincangan harus dilakukan terhadap semua kayu/pohon yang sudah ditebang dan kayu kayu yang sudah tumbang (Kementerian Pertanian, 2010).

Pohon-pohon dan semak yang berdiameter di bawah 10 cm dipotong dengan menggunakan parang dan kampak. Pemotongan pohon-pohon harus putus dan diusahakan serendah mungkin atau dekat dengan permukaan tanah. Semak-semak ditebas, dikumpulkan sejajar dengan baris tanaman dengan arah Timur-Barat dan dikeringkan.

Untuk pohon yang berdiameter lebih dari 10 cm ditebang dengan menggunakan

gergaji mesin (*chain saw*). Kemudian dilakukan pemotongan dan rencak. Kayu-kayu yang masih bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan dikumpulkan, sedang hasil rencaknya dikumpulkan diluar areal. Pembukaan lahan sebaiknya dilakukan pada awal musim kemarau. Tanah diolah dengan menggunakan bajak atau cangkul atau dibajak secara merata untuk areal yang datar, sedangkan pada areal yang kemiringannya lebih dari 15%, pengolahan dilakukan dengan sistem jalur mengikuti arah kontour agar tidak terjadi erosi.

b. Lahan alang-alang

Alang-alang ditebas dengan parang atau di *slashing* dengan traktor. Pengolahan tanah dilakukan dengan cara dibajak atau alang-alang dibiarkan tumbuh 10-15 cm baru kemudian dilakukan penyemprotan dengan herbisida. Areal yang telah bersih dari alang-alang dilakukan pengolahan tanah lanjutan dengan cara manual maupun dengan traktor.



Gambar 3. Pembukaan lahan hutan sekunder (a) dan lahan alang-alang (b)



Gambar 4. Pengolahan tanah secara manual (a) dan mekanis (b)

Pengolahan Tanah

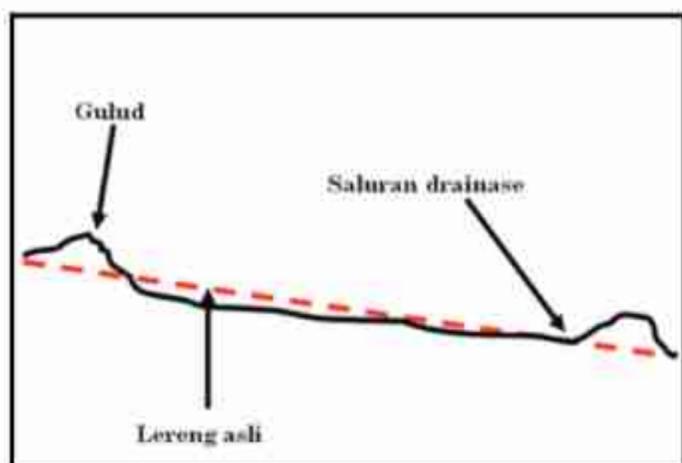
Pengolahan tanah untuk budidaya kopi tidak harus dilakukan secara total, kecuali bila akan dilakukan penanaman tanaman sela sebagai tanaman sisipan untuk dimanfaatkan selama tanaman kopi belum menghasilkan. Pengolahan tanah bertujuan memberikan ruang yang seluas-luasnya pada perakaran tanaman untuk menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan serta respirasi perakaran. Pengolahan tanah dapat dilakukan secara manual (Gambar 4a) maupun secara mekanis dengan menggunakan traktor (Gambar 4b). Penggunaan peralatan mekanis untuk mengolah tanah harus dilakukan secara bijaksana agar kelestariannya tetap terjaga. Pengolahan tanah secara mekanis sebaiknya hanya dilakukan pada lahan yang relatif datar, sedangkan pada lahan miring sebaiknya digunakan cara manual untuk mengurangi bahaya erosi.

Pengelolaan lahan berdasarkan tingkat kemiringan lahan

Lahan dibagi berdasarkan tingkat kemiringan lahan, pembagian ini bertujuan untuk pengelolaan konservasi tanah, air dan tingkat kesuburan lahan. Lahan dengan kemiringan lebih dari 8 % disarankan untuk dilakukan tindakan konservasi tanah dan air. Pembuatan teras, baik teras bangku maupun individu (tapak kuda) disarankan pada lahan dengan kemiringan > 8% seperti pada Tabel 3 dan Gambar 5, 6, dan 7. Tingkat kemiringan lahan harus diukur dengan benar. Untuk pembuatan teras sebagai dasar perbedaan tinggi teras gunakan jalan blok, agar memudahkan operasional dari jalan ke teras dan sebaliknya serta mengurangi risiko erosi sebagai akibat genangan air permukaan di jalan.

Tabel 3. Klasifikasi kemiringan untuk pembuatan terasering

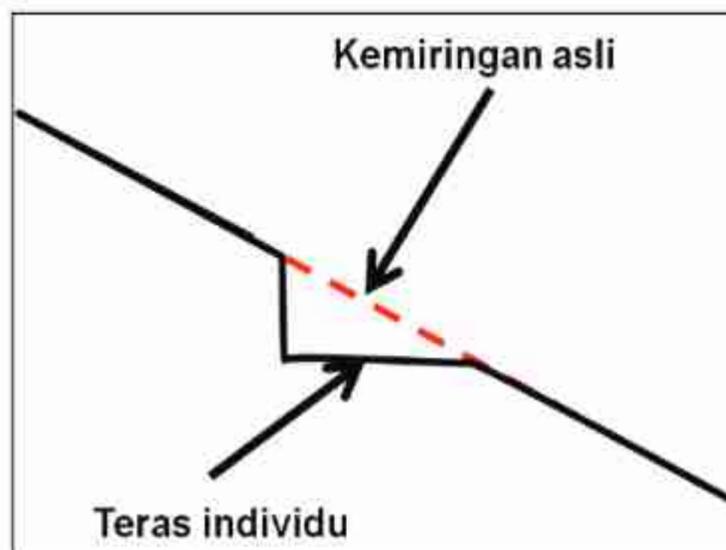
Kemiringan (%)	Keterangan
< 8	Guludan, penanaman dengan jarak standar
9 - 15	Tapak kuda atau teras bangku, Lebar teras 3 m
15 - 35	Tapak kuda atau teras bangku, Lebar teras 4,5 m
> 35	Sebaiknya bukan untuk kebun, tetapi sebagai lahan konservasi.



Gambar 5. Sketsa guludan pada lahan berlereng < 8%



Gambar 6. Sketsa teras bangku



Gambar 7. Sketsa teras individu (Tapak Kuda)

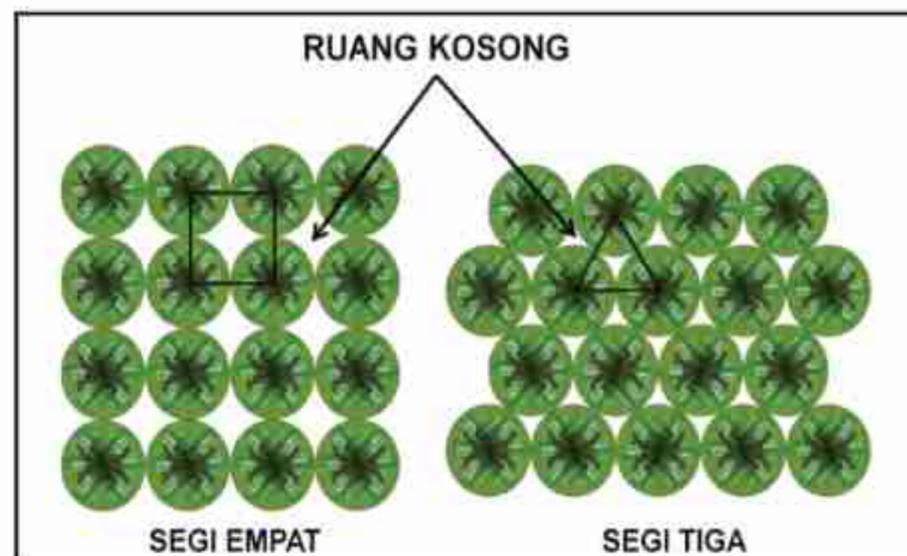
Pengajiran dan pembuatan lubang tanam

Pengajiran dan pembuatan lubang tanam dilakukan 2-4 minggu sebelum penanaman dan disesuaikan dengan sistem dan jarak tanam yang akan digunakan. Jarak tanam kopi dapat dilakukan dengan sistem segi empat, segitiga, sistem pagar dan sistem pagar ganda. Sistem tanam segitiga akan memiliki populasi tanaman yang lebih banyak dibanding sistem segi empat (Gambar 8). Pengajiran pada lahan yang relatif datar, kemiringan lereng 0-8%, dapat dilakukan dengan jarak tanam standar. Artinya jarak antar barisan dan dalam barisan sesuai atau sama dengan ukuran sebenarnya, sedangkan pada lahan miring, kemiringan 9-30%, pengajiran dapat dilakukan dengan cara seperti diilustrasikan pada Gambar 9 dan 10. Penanaman kopi pada lahan dengan kemiringan > 30% harus dilakukan pada bidang tanam teras bangku atau guludan yang telah dibentuk terlebih dahulu sebelum pengajiran.

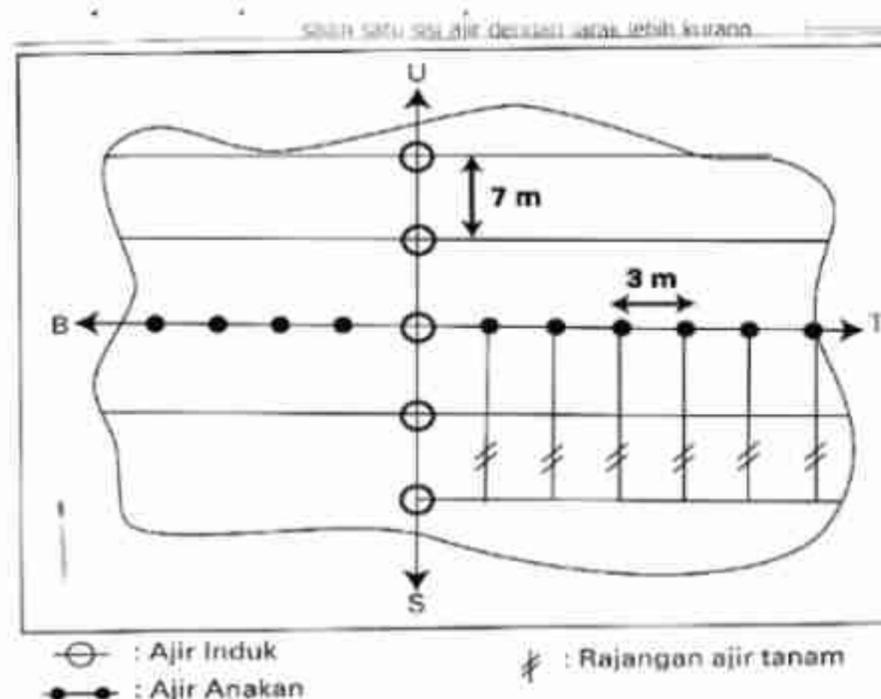
Teknik pembuatan guludan dan atau teras bangku merupakan teknik untuk penanaman kopi yang dalam jangka panjang

sebagai konservasi tanah dan air. Teknik ini dilakukan untuk menjamin kelangsungan usahatani kopi secara berkelanjutan. Petani tradisional menyamakan keadaan lahan miring dengan lahan datar karena disamping keterbatasan pengetahuan juga terbatasnya modal karena pembuatan teras dan atau guludan menekan biaya dan tenaga yang tidak sedikit. Oleh karena itu, kegiatan pengembangan tanaman kopi di lahan miring harus dibantu sepenuhnya dalam teknik konservasi oleh pemerintah atau bapak angkatnya.

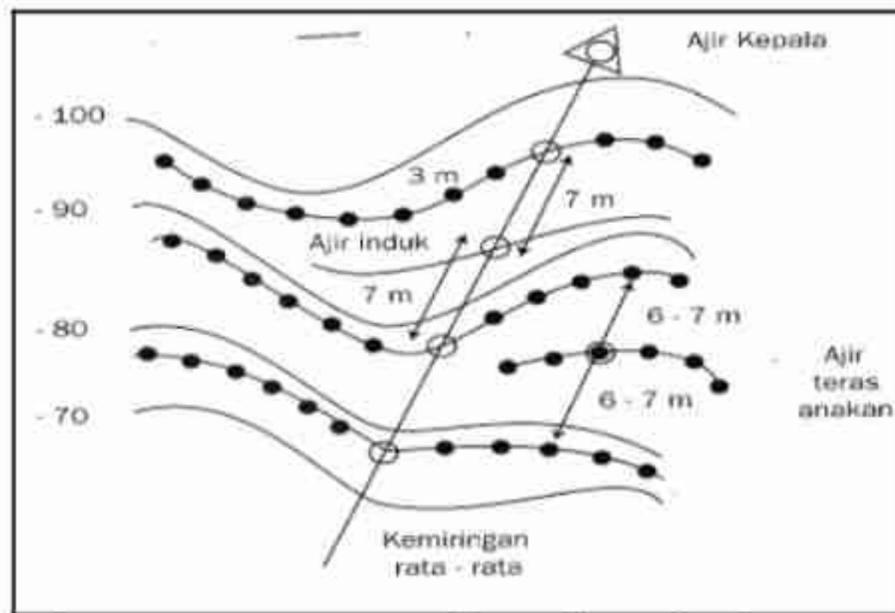
Ukuran lubang adalah 30x30x30 cm, pada tanah keras atau berpadas lubang tanam harus lebih besar. Tanah galian diletakkan ditepi lubang dengan dipisahkan tanah yang berasal dari lapisan atas dan lapisan bawah (Gambar 11). Lubang tanam yang sudah dibuat, kemudian dikelantang selama satu minggu dan diberi pupuk dasar berupa pupuk kandang 2-5 kg/lubang (tergantung tingkat kesuburan tanah) dan pupuk buatan 50 gr SP36 yang dicampur merata dengan tanah galian lapisan atas.



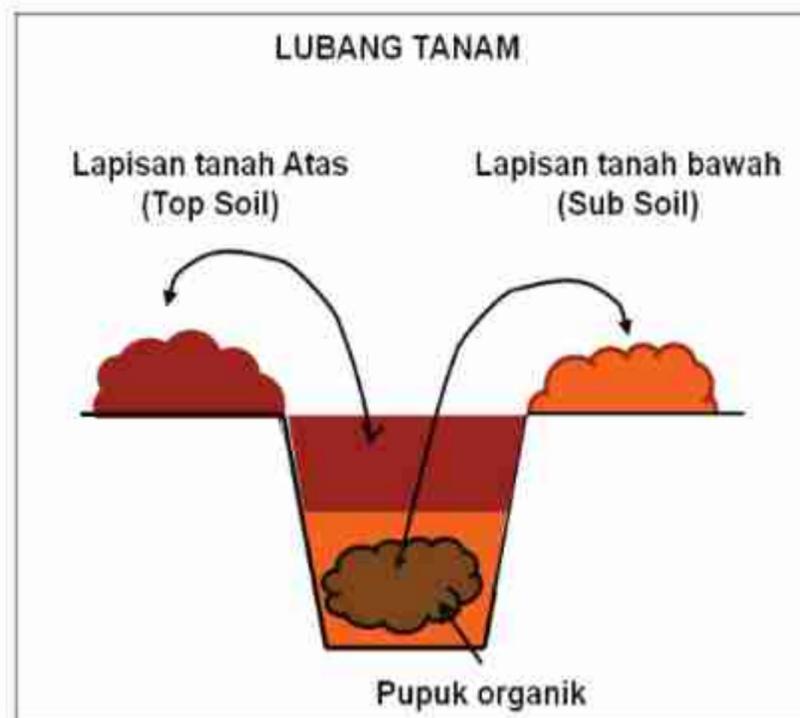
Gambar 8. Ilustrasi sistem tanam segiempat dan segitiga



Gambar 9. Metode pengajiran pada lahan datar (Sketsa Chairil Anwar, 2006)



Gambar 10. Cara mengajir menurut kontur (Sketsa Chairil Anwar, 2006)



Gambar 11. Lubang tanam untuk tanaman kopi

Penyiapan Lahan Rawa

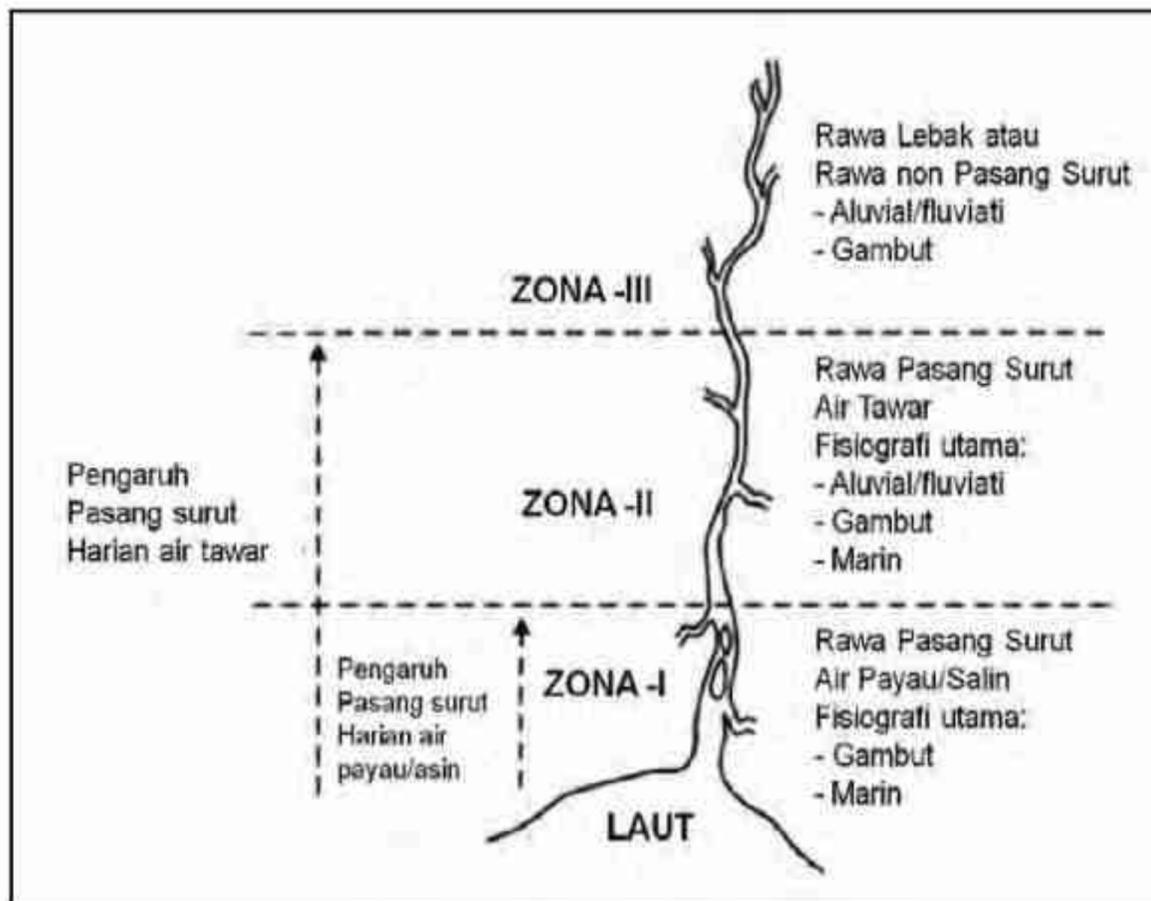
a. Karakteristik lahan rawa

Lahan rawa merupakan lahan yang menempati posisi peralihan antara daratan dan perairan, selalu tergenang air sepanjang tahun atau selama kurun waktu tertentu, genangannya relatif dangkal dan terbentuk karena drainase yang terhambat (Najiyati *et al.*, 2005). Lahan rawa umumnya ditumbuhi oleh vegetasi semak berupa herba dan tanaman air seperti bakung, rumput air, purun, dan pandan, atau ditumbuhi oleh pohon-pohon yang tingginya lebih dari 5 m dan bertajuk rapat seperti meranti rawa, jellutung, ramin, dan gelam. Lahan rawa yang didominasi oleh tumbuhan semak sering disebut rawa non hutan, sedangkan yang vegetasinya berupa pohon-pohon tinggi sering disebut rawa berhutan atau hutan rawa.

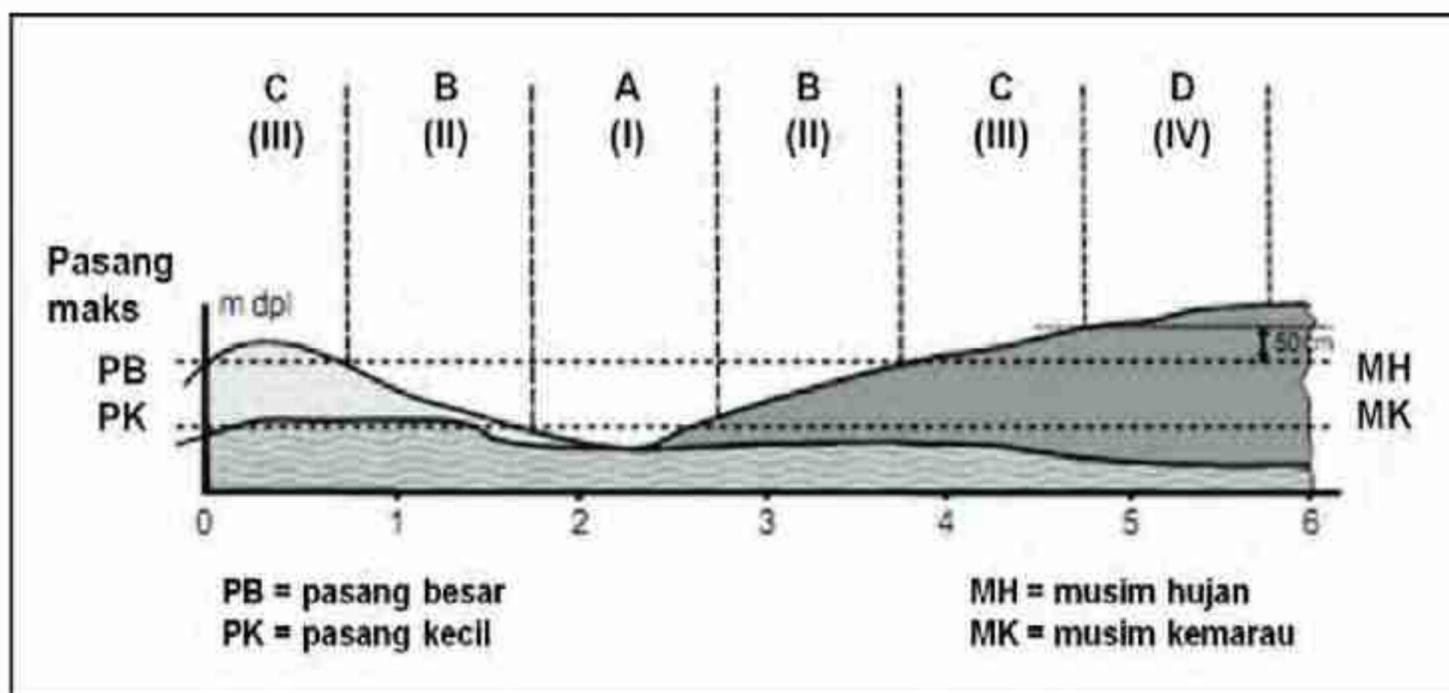
Lahan rawa dibedakan atas lahan rawa pasang surut dan rawa lebak. Lahan rawa

pasang surut, genangan airnya dipengaruhi oleh pasang surutnya air laut dan atau sungai, sedangkan lahan rawa lebak tidak terpengaruh oleh pasang surut air laut dan atau sungai. Lahan rawa berdasarkan letaknya di sepanjang daerah aliran sungai terbagi kedalam tiga zona (Gambar 12). Lahan rawa pasang surut umumnya terletak di zona I dan II sedangkan rawa lebak terletak di zona III.

Dikenal empat tipe luapan air di lahan pasang surut, yaitu: (1) tipe A: daerah yang terluapi air, baik pada saat pasang besar maupun pasang kecil, (2) tipe B: daerah yang terluapi air pasang tetapi kedalaman air tanahnya kurang dari 50 cm, (3) tipe C: daerah yang tidak terluapi air pasang tetapi kedalaman air tanahnya kurang dari 5 cm, dan (4) tipe D: daerah seperti tipe C tetapi kedalaman air tanahnya lebih dari 5 cm.



Gambar 12. Pembagian zona lahan rawa di sepanjang daerah aliran sungai bagian bawah dan tengah (Subagio, 1998 dalam Najiyati *et al.*, 2005)

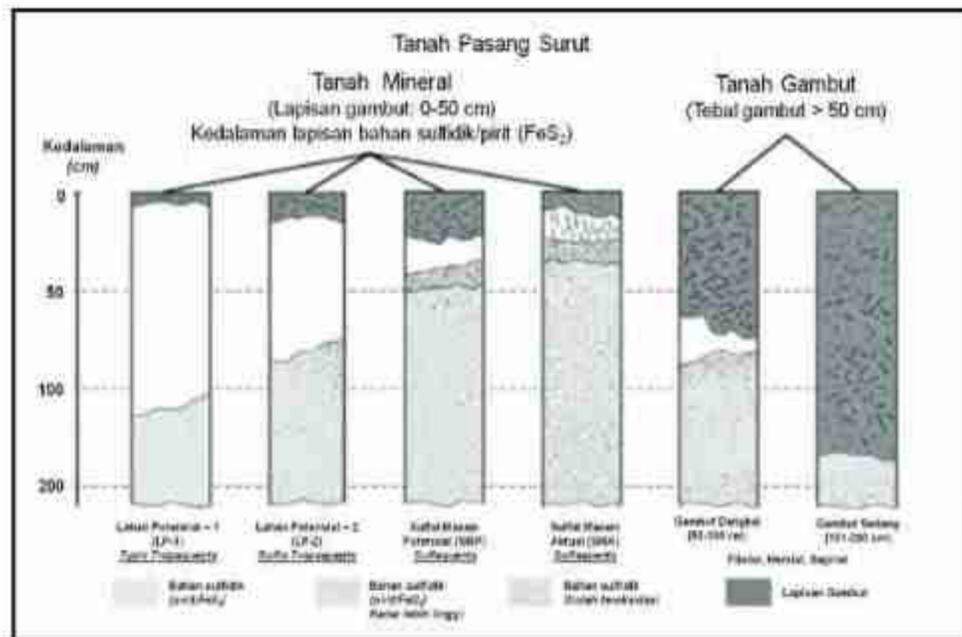


Gambar 13. Hubungan bentuk lahan dengan keempat tipe luapan (Subagio, 1998 dalam Najiyati *et al.*, 2005).

Ketinggian air pasang besar di musim hujan dan kemarau biasanya berbeda sehingga luas tipe luapan A, B, C, dan D selalu berubah menurut musim. Pada waktu musim hujan, suatu kawasan dapat tergolong tipe A, tetapi pada musim kemarau termasuk tipe B atau C. Hal ini dikarenakan permukaan air sungai meninggi di musim hujan dan menurun di musim kemarau. Oleh karena itu, informasi tentang tipe luapan disertai dengan informasi tentang musim pada saat pengamatan dilakukan. Gambar 13 menunjukkan hubungan antara bentuk lahan dengan keempat tipe luapan air.

b. Jenis tanah di lahan rawa pasang surut

Jenis tanah di lahan pasang surut terdiri atas dua jenis tanah yaitu: (1) tanah mineral dan (2) tanah gambut. Tergolong tanah mineral bila ketebalan gambutnya kurang dari 50 cm sebaliknya tergolong tanah gambut bila ketebalannya > 50 cm. Subagio (1998) dalam Najiyati *et al.* (2005) membagi tanah mineral berdasarkan kedalaman lapisan bahan sulfidik (pirit) menjadi lahan potensial-1, lahan potensial-2, sulfat masam potensial, dan sulfat masam aktual. Berdasarkan kedalamannya, tanah gambut dibedakan menjadi (1) gambut dangkal (50-100 cm) dan (2) gambut sedang (101-200 cm) (Gambar 14).



Gambar 14. Skematis pembagian tanah lahan pasang surut berdasarkan kedalaman bahan sulfidik (pirit) dan ketebalan gambut (Subagjo, 1998 dalam Najiyati *et al.*, 2005).

Keragaman tanah, baik itu tanah mineral masam dan gambut akan memerlukan pengelolaan yang berbeda dalam budidaya kopi. Hal tersebut juga memberikan pengaruh berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi kopi. Keragaman tipe luapan air pasang A, B, C, dan D akan memerlukan pengelolaan tata air yang berbeda-beda untuk budidaya kopi. Kondisi infrastruktur di lahan pasang surut yang jauh dari layak akan mempengaruhi kinerja teknologi yang diaplikasikan dalam budidaya kopi.

Bertani di lahan gambut harus dilakukan secara hati-hati karena menghadapi banyak kendala, antara lain: (1) kematangan dan ketebalan gambut yang bervariasi, (2) penurunan permukaan gambut, (3) rendahnya daya tumpu, (4) rendahnya kesuburan tanah, (5) adanya lapisan pirit dan pasir, (6) pH tanah yang sangat masam, dan (7) kondisi lahan gambut yang jenuh air (tergenang) pada musim hujan dan kekeringan saat kemarau, serta rawan kebakaran.

Kopi Robusta dan Arabika, sesuai dengan kebutuhan kondisi lahan dan iklimnya, dapat dibudidayakan di lahan gambut. Lahan gambut umumnya terletak di lahan rawa baik rawa pasang surut maupun rawa non pasang surut (rawa lebak). Lahan gambut di daerah pasang surut umumnya terletak pada daerah luapan air dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan atau sungai, sedangkan lahan gambut di daerah rawa lebak terletak lebih dalam dan tidak terpengaruh oleh luapan air pasang maupun surut air laut dan atau sungai. Ketebalan gambut untuk budidaya kopi yang sesuai harus kurang dari 60 cm atau kurang dari 140 cm apabila terdapat sisipan bahan mineral. Walaupun tanah gambut dapat dimanfaatkan untuk berbagai jenis tanaman,

namun untuk menjaga kelestariannya, budidaya tanaman tahunan seperti kopi hanya dianjurkan pada pada jenis tanah gambut dengan kedalaman 75-150 cm yang terletak pada kawasan budidaya. Ketebalan gambut > 200 cm atau > 400 cm bila ada sisipan bahan mineral, tidak sesuai untuk budidaya tanaman kopi (Tabel 2 dan 3). Tingkat kematangan gambut saprik atau hemik lebih sesuai untuk budidaya tanaman kopi, baik Robusta maupun Arabika. Pemerintah telah menetapkan kawasan lahan rawa (termasuk gambut) pada tiga kawasan yaitu kawasan budidaya, kawasan non budidaya, dan kawasan preservasi (Wijaya-Adhi, 1998 dalam Najiyati *et al.*, 2005).

c. Penyiapan lahan gambut di lahan pasang surut untuk budidaya kopi

Pembukaan lahan di lahan rawa pada prinsipnya hampir sama dengan pembukaan lahan di lahan kering. Namun karena kondisinya yang tergenang air diperlukan peralatan dan keahlian khusus. Tanah gambut di lahan pasang surut tersusun dari bahan organik yang telah dan sedang dalam masa pelapukan, apabila didrainase sangat rawan terhadap kebakaran. Kebakaran lahan gambut jauh lebih berbahaya dan merugikan dibandingkan kebakaran hutan biasa, karena empat hal berikut ini: **Pertama**, kebakaran di lahan gambut sangat sulit untuk dipadamkan mengingat bara apinya dapat berada di bawah permukaan tanah. Bara ini selanjutnya menjalar ke mana saja tanpa disadari dan sulit diprediksi. Oleh sebab itu, hanya hujan lebat yang dapat memadamkannya. **Kedua**, rehabilitasi hutan gambut bekas terbakar sulit dilakukan dan biayanya jauh lebih mahal dibandingkan hutan biasa mengingat

banyaknya hambatan seperti genangan, sulitnya aksesibilitas, rawan terbakar, dan membutuhkan jenis tanaman spesifik yang tahan genangan dan tanah asam (Wibisono *et al.*, 2004 dalam Najiyati *et al.*, 2005). **Ketiga**, jika gambut habis dan di bawahnya terdapat lapisan pasir maka akan terbentuk kawasan padang pasir baru yang gersang dan sulit untuk dipulihkan kembali. **Keempat**, meskipun secara alami areal gambut bekas kebakaran ringan memiliki kemampuan untuk memulihkan diri secara alami, beberapa riset membuktikan bahwa habitat asli sulit untuk tumbuh kembali.

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam budidaya tanaman, khususnya tanaman kopi di lahan rawa, adalah sistem drainase untuk membuang kelebihan air dan mengendalikan tinggi muka air tanah agar tidak mengganggu pertumbuhan dan perkembangan perakaran tanaman. Tinggi

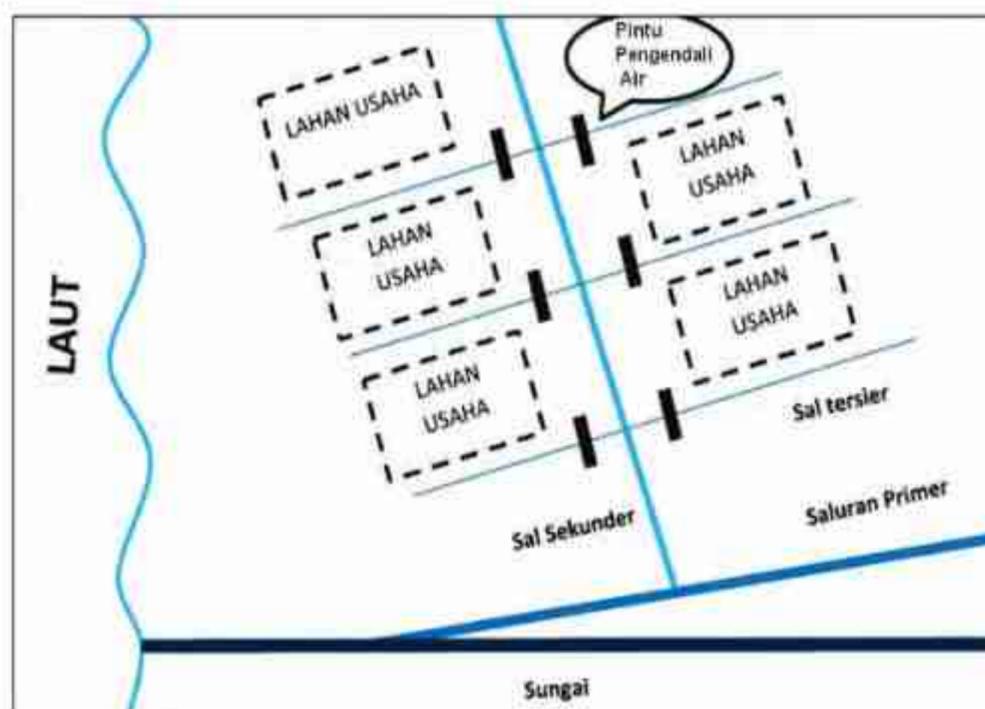
muka air tanah untuk tanaman kopi harus dipertahankan lebih dari 60 cm.

d. Pengaturan tata air

Budidaya tanaman kopi di lahan gambut pasang surut memerlukan bidang tanam yang tidak tergenang air. Oleh karena itu, parit drainase diperlukan untuk mengeluarkan air dari bidang tanam dan dicegah air tidak masuk ke bidang tanam menggunakan pintu-pintu pengendali. Pintu pengendali dirancang agar pada saat air surut, air dari bidang tanam keluar dan secara otomatis pintu pengendali akan tertutup pada saat air pasang (Gambar 15). Ketinggian muka air tanah dipertahankan pada batas ketinggian yang tidak akan mengganggu perakaran tanaman. Berdasarkan fungsinya, parit-parit drainase di lahan rawa pasang surut terbagi ke dalam parit primer, parit sekunder, parit tersier (Gambar 16).



Gambar 15. Pintu pengendali air di lahan rawa pasang surut
(Sumber: <http://desainsistemtataair.blogspot.com/2013/04/pintu-klep.html>)



Gambar 16. Sistem drainase di lahan rawa pasang surut

TANAMAN PENAUANG

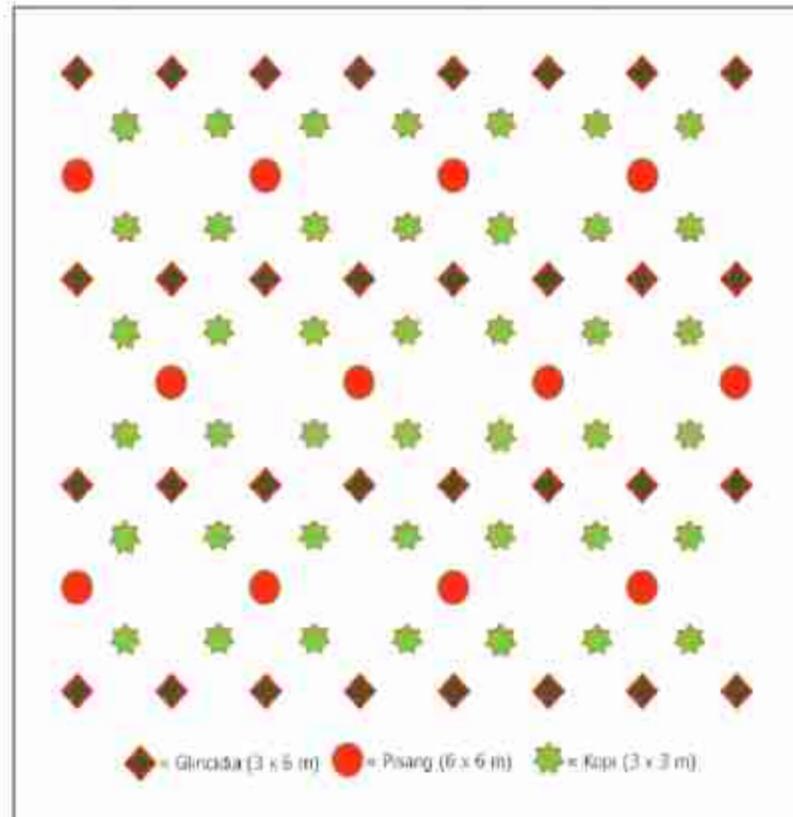
Penyiapan tanaman penaung dalam budidaya kopi merupakan salah satu aspek dalam penyiapan lahan baik di lahan kering maupun lahan rawa. Kopi merupakan tanaman yang secara alami tumbuh di bawah naungan, tetapi yang diusahakan tanpa naungan sering memberikan hasil lebih tinggi bila diimbangi dengan input agrokimia tinggi (Prawoto, 2008). Naungan yang dapat meneruskan cahaya matahari 70-80% menjamin umur produktif panjang dan tingkat produktivitas kopi yang tinggi (Maestri dan Barros, 1977 dalam Prawoto, 2008). Tanaman penaung berfungsi untuk mengurangi sinar matahari karena pohon kopi hanya membutuhkan sinar matahari maksimal 70% dan meningkatkan kelembaban udara. Di sisi lain tanaman penaung dapat berfungsi mengurangi serangan hama dan penyakit serta meningkatkan umur hidup tanaman (Agrocultur, 2010). Penaung pada pertanaman kopi dapat menghasilkan buah berukuran lebih besar, mengurangi biaya perawatan, mengurangi cabang dan daun kering, serta menambah kesuburan tanah dari biomass daun pohon penaung. Hasil evaluasi ekonomis dan ekologis pola usahatani monokultur tanpa penaung berpotensi mencemari air tanah dan makin mahal (Maestri dan Barros, 1977 dalam Prawoto, 2008).

Tanaman penaung juga berfungsi menyangga suhu udara dan kelembaban relatif yang berpengaruh negatif terhadap fisiologis tanaman kopi, khususnya pada kondisi lingkungan yang kurang optimal (Prawoto, 2008). Pada lahan kering dan berlereng, pohon penaung haruslah pula berfungsi sebagai tanaman konservasi yang tidak hanya dapat mengawetkan tanah dari bahaya erosi tetapi juga mampu meningkatkan kesuburan tanah. Tanaman penaung yang memenuhi kriteria tersebut umumnya dari golongan leguminosae antara lain dadap, lamtoro, albizia, dan glirisidia. Jenis-jenis tanaman tersebut memiliki perakaran yang dalam sehingga mampu menjaga kelestarian tanah dan mendaur unsur hara yang berada di dalam tanah yang tidak terjangkau oleh perakaran kopi. Selanjutnya akan terangkut ke atas melalui biomass yang dihasilkan dan mampu menyediakan hara untuk tanaman kopi pada tanah yang terjangkau perakaran kopi. Biomass yang dihasilkan tanaman penaung disamping mengandung unsur hara juga memberikan bahan organik cukup baik untuk memperbaiki sifat fisik maupun kimia tanah.

Prawoto (2008) mengemukakan bahwa produksi kopi Robusta umur 3, 4, dan 5 tahun lebih rendah pada naungan mindi dan waru dibanding lamtoro. Jenis tanaman penaung juga menghasilkan jumlah serasah berbeda untuk setiap jenisnya. Serasah yang dihasilkan tanaman penaung waru gunung lebih tinggi dibanding tanaman jati dan lebih tinggi dibanding sengan solomon sehingga serasah waru gunung memiliki potensi mengembalikan hara makro dan mikro ke dalam tanah lebih tinggi disusul lamtoro, sengan solomon, jati, mindi, dan sengan laut. (Prawoto, 2008). Namun demikian, rendemen hasil kopi Robusta lebih ditentukan oleh klon (genetik) daripada jenis tanaman naungan (Prawoto, 2008).

Lamtoro (*Leucaena* sp.) yang ditanam rapat dengan jarak tanaman antar baris satu meter mampu menghasilkan pupuk hijau sebanyak 120 ton/ha/tahun sehingga dapat menyumbang 1.000 kg nitrogen, 200 kg asam fosfat, dan 800 kg potasium, berturut-turut setara dengan 50 kg ammonium sulfat, 50 kg super fosfat, dan 50 kg potasium muriate. Fiksasi N atmosfer menambah kesuburan tanah, murah dan tidak mengganggu lingkungan (Padmowijoto, 2004 dalam Prawoto, 2008). Tanaman penaung dapat bersifat sementara dan permanen. Tanaman penaung sementara dibutuhkan pada saat tanaman kopi muda berumur 1-3 tahun. Tanaman penaung sementara yang biasa digunakan adalah dari golongan perdu yaitu *Moghania macrophylla* (dataran rendah), *Stylosanthes* spp., (*Crotalaria* spp. dan *Theprosia candida* (dataran tinggi) atau tanaman semusim seperti jagung. Tanaman penaung sementara harus digantikan dengan tanaman penaung permanen setelah 3-4 tahun (Raharjo, 2012). Tanaman penaung permanen harus memiliki persyaratan: tahan pangkasan, perakaran dalam, bukan tanaman inang hama dan penyakit utama, dan tidak memiliki sifat merontokan daunnya pada saat musim kemarau.

Tanaman penaung harus dilakukan setahun sebelum penanaman kopi, arah utara-selatan pada lahan yang relatif datar atau menurut kontur pada lahan kering, jarak tanam 6x6 m, 6x3 m, 3x3 m atau 2x2 m (Gambar 17). Populasi tetap penaung 250-400 pohon per hektar (Raharjo, 2012). Pohon penaung tetap yang banyak digunakan di Indonesia adalah lamtoro (*Leucaena* spp), sengan (*Albizia* sp), dadap (*Erythrina* sp), Gliricidia dan cemara (*Casuarina*).



Gambar 17. Sketsa penanaman penaung pada budidaya kopi

Lamtoro tidak berbiji dapat diperbanyak dengan cangkokan atau okulasi, ditanam dengan jarak 2 m x 2,5 m, setelah besar secara berangsur-angsur dijarangkan menjadi 4 m x 5 m. Sengon digunakan pada daerah kering dan tinggi (1.000-1.500) m dpl. Ditanam dengan jarak 2 m x 2,5 m kemudian setelah besar secara berangsur-angsur dijarangkan menjadi 10 m x 10 m. Cemara banyak digunakan di Irian Jaya, untuk daerah tinggi di atas 1.500 m dpl.

Apabila dipilih tanaman penaung dari jenis tanaman yang dapat menghasilkan, maka harus dipilih tanaman yang memiliki kanopi tidak terlalu rimbun, daun berukuran kecil atau sempit memanjang agar dapat memberikan cahaya diffus dengan baik, bukan inang hama penyakit utama kopi, dan tidak menimbulkan pengaruh allelopati. Tanaman penaung produktif ditanam dengan jarak \pm 10 m x 10 m tergantung ukuran besarnya tajuk tanaman. Tanaman produktif yang banyak dipakai untuk kopi antara lain Macadamia dan jeruk keprok. Untuk kopi Robusta antara lain petai, jengkol dan kelapa. Jeruk keprok ditanam dengan jarak 6 m x 8 m atau 8 m x 8 m. Macadamia, petai dan jengkol ditanam dengan jarak 5 m x 5 m, kemudian secara berangsur-angsur dijarangkan menjadi 10 m x 10 m.

Pada lahan rawa, baik rawa pasang surut maupun rawa lebak, jenis tanaman penaung harus disesuaikan yaitu tanaman yang memiliki perakaran yang adaptif pada kondisi air tanah dangkal atau tergenang. Tanaman dari golongan palma seperti kelapa

dan pinang merupakan tanaman penaung tetap yang umum digunakan di lahan rawa, di samping karena sistem perakarannya yang adaptif di lahan tersebut juga tergolong tanaman produktif. Selain daripada itu, beberapa jenis tanaman telah teradaptasi di lahan rawa secara baik seperti jeruk dan mangga.

PENUTUP

Penyiapan lahan untuk tanaman kopi merupakan aspek yang sangat menentukan keberhasilan usahatani kopi secara berkelanjutan. Faktor-faktor iklim, topografi, tanah, hidrologi, dan vegetasi alami harus menjadi pertimbangan dalam penyiapan lahan untuk budidaya tanaman kopi. Keputusan menggunakan lahan tertentu akan sangat tergantung pada pilihan bahan tanaman, baik jenis maupun varietas atau klon, kemudahan mengolah tanah, akses terhadap sarana dan prasarana pendukung, pasar, serta lingkungan fisik pendukung lainnya.

Beberapa faktor mungkin sudah sesuai tetapi beberapa faktor lainnya memerlukan sentuhan teknologi untuk memodifikasinya sehingga menjadi sesuai atau paling tidak mendekati kebutuhan sesuai persyaratan tumbuh kembang tanaman kopi yang akan dibudidayakan. Berbagai faktor tersebut akan sangat berpengaruh terhadap keberhasilan usahatani tanaman kopi, bukan sekedar dapat tumbuh, tetapi juga harus menghasilkan buah dengan kualitas baik yang menjadi tujuan utama budidaya tanaman kopi.

DAFTAR PUSTAKA

- AgroCultur. 2010. Rumah Pembibitan Kopi untuk Kualitas yang Lebih Baik. *AgriCultur*, Juli 2010. Hlm. 1-2.
- Aksi Agraris Kanisius. 1980. *Bercocok Tanam Kopi*. Yayasan Kanisius. Yogyakarta. 83 hlm.
- Chairil, A. 2006. Manajemen dan Teknologi Budidaya Karet. Makalah pada pelatihan "Tekno Ekonomi Agribisnis Karet" tanggal 18 Mei 2006 di Jakarta oleh PT. FABA Indonesia konsultan. Pusat penelitian Karet. Medan.
- Djaenudin, D., H. Marwan, H. Subagio, dan A. Hidayat. 2003. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Balai Penelitian Tanah. Puslitbang tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor. 154 hlm.
- Egamberdiyeva, D. and G. Höflich. 2003. Influence of growth-promoting bacteria on the growth of wheat in different soils and temperatures. *Soil Biology & Biochemistry* 35: 973-978.
- <http://fall11ethnobotany.providence.wikispaces.net/Coffee>, [15 Oktober 2012]
- <http://desainsistemataair.blogspot.com/2012/04/pintuklep.html>. [17 September 2013]
- <http://extension.missouri.edu/p/G9102>. [15 Oktober 2012]
- Hulupi, R. 1999. Bahan Tanam Kopi yang Sesuai untuk Agroklimat di Indonesia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 15 (1): 64-81.
- Husen, E., R. Saraswati, dan R.D. Hastuti. 2006. Rhizobakteri Pemacu Tumbuh Tanaman. *Dalam Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Penelitian Tanah. Hlm. 191-209.
- Kementerian Pertanian. 2010. *Pedoman teknis Perluasan areal TA*. 2010.
- Mawardi, S. 2007. *Promoting Specialty Coffees From Indonesia To Be Protected By Geographical Indication: A Case Study On Kintamani Bali Arabica*. Papper on Seminar On Geographical Indication (Gis). Indonesian Coffee And Cocoa Research Institute (ICCRI), Phnom Penh, 1 -2 October 2007.
- Najiyati, S., L. Muslihat, dan I Nyoman N. Suryadiputra. 2005. *Panduan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian berkelanjutan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indonesia. Wetlands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada*. Bogor. Indonesia.
- Panggabean, E. 2011. *Buku Pintar Kopi*. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. 226 hlm.
- Prawoto, A. A. 2008. Hasil kopi dan siklus hara mineral dari polatanam kopi dengan beberapa spesies tanaman kayu industri. *Pelita Perkebunan* 224 (1): 1-21.
- Pusat penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 2004. *Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kopi*. Tidak Diterbitkan.
- Raharjo, P. 2012. *Kopi. Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta. 132 hlm.
- Singh, J. S., V. C. Pandey, and D. P. Singh. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 140: 339-353.

PENYIAPAN DAN PERBANYAKAN BAHAN TANAM KOPI

PREPARATION AND PROPAGATION OF COFFEE PLANTING MATERIALS

Saefudin

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
 Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
udzin61@gmail.com

ABSTRAK

Produktivitas tanaman kopi yang rendah karena penggunaan bahan tanam (benih) asalan atau bukan unggul. Penggunaan benih unggul menjadi salah satu kunci dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan pendapatan petani, dan sekitar 60% jaminan keberhasilan usaha perkebunan ditentukan oleh penggunaan benih unggul bermutu. Adopsi benih unggul oleh petani pekebun merupakan hasil dari serangkaian kegiatan dan peristiwa yang dimotori oleh lembaga perbenihan perkebunan yang terdiri dari pemulia tanaman, pengelola kebun induk, penangkar benih, lembaga sertifikasi dan pedagang benih. Untuk mendapatkan pertanaman yang baik dan seragam, benih harus berasal dari kebun induk/kebun entres yang telah ditetapkan instansi berwenang. Penggunaan benih dalam bentuk biji atau entres harus telah memenuhi persyaratan mutu fisiologis yang ditetapkan. Benih dalam bentuk biji dan entres tersebut harus disiapkan melalui tahapan-tahapan tertentu, disertai pemeliharaan yang baik sampai benih siap ditanam sekitar umur 4-6 bulan sejak pemindahan ke polibag. Sebelum diedarkan, benih harus dilakukan sertifikasi dan seleksi agar petani pengguna mendapatkan benih yang benar-benar unggul dan bermutu sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Kata kunci : *Coffea canephora*, *Coffea arabica*, perbanyakan, bahan tanam

ABSTRACT

Low productivity of coffee is presumably due to improper planting materials, superior planting materials is one vital factor in increasing productivity and farmer income, and 60% of succeed plantation is determined by the utilization of certified superior planting materials. The adaptation of superior seedlings by smallholders is the result of efforts initiated by plant breeder, managers, seedling certification agencies and seedlings traders. In obtaining good and identical seedlings, it must be derived from certain kebun induk determined by authorities in charge planting materials in seedlings or entres must meet physiology quality requirement defined. The seedlings is prepared through certain stages as well as good maintenance until 6-4 months after it is moved to polybag. The seedlings must be certified and selected to gurantee that farmers attain truly superior and certified seedlings which meet a good quality standard.

Keywords : *Coffea canephora*, *Coffea arabica*, propagation, planting material

PENDAHULUAN

Penggunaan bahan tanam (benih) merupakan sarana dasar yang menentukan untuk keberhasilan usahatani, termasuk usahatani tanaman kopi. Syarat utama program peningkatan produktivitas tanaman melalui intensifikasi maupun peremajaan adalah digunakannya benih unggul. Penggunaan benih unggul di masyarakat untuk komoditas kopi masih sangat terbatas. Supriadi *et al.*, (2010) melaporkan bahwa salah satu sebab rendahnya produktivitas kopi nasional adalah karena penggunaan bahan tanam asalan, sehingga sifat unggul tanaman

induk tidak diwariskan kepada turunannya. Penggunaan benih unggul menjadi salah satu kunci dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan pendapatan petani (Sudjarmoko, 2010). Menurut Hadad dan Ferry (2011) penggunaan benih unggul merupakan 60% jaminan keberhasilan usaha perkebunan. Adopsi benih unggul oleh petani pekebun merupakan hasil dari serangkaian kegiatan dan peristiwa yang dimotori oleh lembaga perbenihan perkebunan yang terdiri dari pemulia tanaman, pengelola kebun induk, penangkar benih, lembaga sertifikasi dan pedagang benih (Wahyudi dan Hasibuan, 2011).

Kebutuhan benih kopi nasional sangat besar, mengingat banyak tanaman kopi yang ada sudah tua/rusak dan serangan penyakit. Disamping itu, benih kopi unggul diperlukan untuk mendukung program rehabilitasi dan perluasan komoditas tersebut. Luas pertanaman kopi nasional tahun 2010 adalah 1.210.365 ha, dengan jumlah tanaman tua dan rusak seluas 144 636 ha (Ditjenbun, 2011). Selain itu, banyak tanaman kopi yang dikembangkan tahun 70 an kini telah berumur 40 tahun, sudah saatnya diremajakan dengan benih kopi varietas/klon unggul yang lebih produktif untuk meningkatkan produksi dan mutu hasil.

Sampai sejauh ini industri benih kopi belum berkembang sehingga upaya untuk meningkatkan produktivitas tanaman kopi melalui penggunaan benih unggul kopi masih perlu terus dilakukan, khususnya dari sisi produksi benihnya. Tulisan ini mengulas mengenai masalah perbenihan (bahan tanam) kopi, sejak pengenalan varietas/klon unggul kopi, persiapan pengadaan benih kopi unggul bermutu sampai teknik perbanyakannya hingga diperoleh benih kopi unggul bermutu yang siap disalurkan untuk mendorong adopsi benih kopi unggul bermutu dalam upaya peningkatan produktivitas dan pendapatan petani kopi.

BAHAN TANAM

Umumnya petani kopi di Indonesia masih menggunakan bahan tanam dari biji yang diambil dari pohon yang memiliki buah lebat atau bahkan dari biji sapan, tanpa upaya memahami karakter pohon induk (tetua) yang

digunakan. Hal ini diduga menjadi salah satu sebab rendahnya produktivitas tanaman kopi nasional.

Upaya meningkatkan produktivitas kopi adalah dengan menggunakan bahan tanam (benih) kopi unggul bermutu. Karena karakter (sifat) penyerbukannya berbeda, maka dalam penyiapan bahan tanam kopi Robusta dan Arabika juga berbeda. Kopi Robusta menyerbuk silang sehingga untuk menghasilkan benih unggul bermutu dilakukan secara klonal dengan setek berakar atau dengan penyambungan (*grafting*), sedangkan kopi Arabika karena menyerbuk sendiri maka benih unggul bermutu diperbanyak dengan benih bentuk biji terseleksi.

Beberapa klon kopi Robusta anjuran adalah BP 42, BP 234, BP 288, Bp 358, Bp 409, BP 936 dan SA 203. Karena kopi Robusta bersifat menyerbuk silang maka penanamannya dalam suatu hamparan kebun produksi harus secara poliklonal, 3-4 klon dalam satu hamparan kebun. Komposisi klon kopi Robusta untuk suatu lingkungan tertentu harus berdasarkan pada stabilitas daya hasil, keserempakan saat berbunga antar klon dan keseragaman ukuran biji.

Karakteristik ukuran biji dan masa pembungaan beberapa klon kopi Robusta terdapat pada Tabel 1. Adapun gambaran potensi produksi klon kopi Robusta terdapat pada tabel 2.

Varietas unggul kopi Arabika di antaranya adalah Kartika-1, Kartika-2, Abesiania-3, S 795, USDA 762, Andungsari 1 dengan potensi produksi terdapat pada Tabel 3.

Tabel 1. Beberapa klon kopi Robusta berdasarkan sifat masa berbunga dan ukuran biji

Klon kopi Robusta	Ukuran biji	Masa berbunga	
		>400 m dpl	< 400 m dpl
BP 42	Besar	Agak lambat	Agak lambat
BP 358	Cukup besar/besar	Agak lambat	Agak lambat
BP 409	Cukup besar/besar	Agak lambat	Agak lambat
BP 534	Cukup besar/besar	Agak lambat	Agak lambat
BP 936	Cukup besar/besar	Agak awal	Agak awal
SA 237	Cukup besar	Lambat	Lambat

Sumber: Hulupi dan Mawardi (1999)

Tabel 2. Potensi produksi beberapa klon unggul kopi Robusta

No	Klon	Potensi produksi (g kopi biji/ha/th)
1	BP 42	800 - 1.200
2	BP 358	800 - 1.700
3	BP 409	1.000 - 1.300
4	BP 534	1.000 - 2.800
5	BP 936	1.800 - 2.800
6	SA 237	800 - 2.100

Sumber: Prastowo *et al.* (2010)

Tabel 3. Potensi produksi beberapa varietas unggul kopi Arabika

No	Varietas	Potensi produksi (g kopi biji/ha/th)
1	Kartika 1	1.800
2	Kartika 2	1.900
3	Abesinia 3	700
4	S 795	1.200
5	USDA 762	1.200
6	Andungsari 1	1.900
7	Sigarar utang	1.500
8	Andungsari 2K	1.595
9	Gayo 1	1.200
10	Gayo 2	1.100
11	Kopyol Bali	2.250

Sumber: Anonim (2005 dan 2010); Prastowo *et al.*, (2010)

PERSIAPAN BAHAN TANAM

Persiapan bahan tanam dimulai dari saat panen. Penentuan saat panen benih kopi Arabika adalah pada saat benih mencapai tingkat kemasakan fisiologisnya, yang ditandai dengan perubahan warna kulit buah dari hijau menjadi kuning. Kemasakan fisiologis adalah tingkat kemasakan dimana benih mencapai viabilitas maksimum dan kadar air minimum, pada saat tersebut benih akan dapat mengekspresikan kejadiannya. Pada persiapan benih secara klonal, penentuan saat panen entres kopi Robusta adalah pada saat umur setek sekitar 4-5 bulan. Untuk menghasilkan benih kopi yang bermutu beberapa tahapan harus diikuti:

Kopi Arabika

Benih bermutu kopi Arabika dihasilkan dengan mengikuti tahapan sebagai berikut:

- Sumber benih adalah kebun yang telah ditetapkan dengan surat keputusan Direktorat Jenderal Perkebunan
- Panen buah dilakukan bertahap sesuai dengan tingkat kematangannya ditandai dengan perubahan warna kulit buah dari hijau gelap menjadi kuning atau kuning kemerahan
- Buah direndam dalam air biasa selama sekitar 10 menit agar kulit buah mudah dikupas
- Kulit buah dikupas dan pekerjaannya dilakukan di dalam wadah berisi air dengan tujuan seleksi biji afkir, yaitu biji-biji yang mengambang di atas air harus dibuang
- Biji kemudian dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan lendir pada kulit biji
- Biji dikering anginkan selama 5-7 hari, dalam wadah nyiru/ayakan terbuat dari bahan bambu pada rak-rak pengering untuk menurunkan kadar air benih menjadi 32-42 % (Prawoto dan Rahardjo, 1992)

- Biji yang sudah kering disimpan menggunakan kemasan tertutup di ruang ber AC pada suhu 17 °C untuk mempertahankan daya kecambah benih dan menghindari benih dari kerusakan oleh hama dan penyakit

Hasil penelitian penyimpanan benih kopi Arabika memperlihatkan bahwa penyimpanan benih kopi Arabika mampu sampai dengan 2,5 tahun dengan daya berkecambah 80%, sedangkan pada kopi Robusta hanya mampu bertahan 15 bulan dengan daya berkecambah 64%, dan kadar air awal saat penyimpanan 40-41% dengan suhu simpan 15-19 °C (Couturon, 1980 dalam Rahardjo, 2012). Penyimpanan benih kopi dengan kadar air awal 30% hanya mampu bertahan 4 bulan karena pada 6 bulan daya berkecambah tinggal sebesar 7,5%.

Kopi Robusta

Benih/entres bermutu kopi Robusta dapat dihasilkan dengan mengikuti tahapan sebagai berikut:

- Sumber entres adalah kebun yang telah ditetapkan dengan surat keputusan dari Dinas Perkebunan Provinsi
- Entres/setek diambil dari tunas autotrop (tumbuh tegak ke atas) pada umur fisiologis 3-6 bulan dengan panjang 40-50 cm berwarna hijau dan masih lentur
- Daun-daun pada entres dikupir (dihilangkan separuh laminanya dengan gunting setek) kemudian dikelompokkan berdasarkan klonnya
- Untuk tujuan pengiriman dengan jarak tidak terlalu jauh, entres ditaruh di atas pelepah pisang untuk menjaga kelembaban dengan jumlah 20 entres/ bungkus
- Untuk tujuan disemai, entres dipotong menjadi satu-satu ruas, panjang 5-7 cm dengan sepasang daun yang telah dikupir. Selanjutnya setek disemai pada media pasir dengan menancapkan bagian yang runcing

dan daun menyentuh media kemudian disiram dan disungkup plastik sampai sebulan

- Untuk menjaga mutu benih, khususnya mutu genetik dan fisiologis maka label benih harus dibuat yang berisi asal setek, tanggal panen, jumlah dan jenis/klon

Kebun sumber benih kopi Robusta dan Arabika dengan klon/varietas yang

tersedia tertera pada Tabel 4. Untuk mengetahui jumlah benih dibutuhkan maka jarak dan sistem tanam harus diketahui terlebih dahulu disamping luasan kebun yang akan ditanam. Perhitungan jumlah benih yang dibutuhkan pada berbagai jarak dan sistem tanam terdapat pada Tabel 5.

Tabel 4. Beberapa kebun sumber benih kopi Robusta dan Arabika di Indonesia

No	Kebun sumber benih kopi	Luas (ha)	Klon/ Varietas
Robusta			
1	Puslitkoka Indonesia Jember	5,0 2,0	Hibrida: BP 42 x BP 358 Klon : BP 42, BP 234, BP 288, BP 308, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203, SA 237
2	AEKI Lampung	1,0	Klon : BP 42, BP 234, BP 288, BP 308, BP 358, BP 409, BP 436, BP 534, BP 920, BP 936, BP 939, SA 203, SA 237
3	Balitri Sukabumi dan Lampung Utara	2,0	Klon : BP-42, BP-234, BP-239, BP-354, BP-358, BP-308, BP-430, BP-436, BP-409, BP-913, BP-935, BP-936, BP-939, RBGEN-, SA-237, BP 308 x 939.
4	Disbun Bali	1,0	Klon BP- 308
Arabika			
1	Puslitkoka Indonesia Jember	1,5 1,4 0,9 1,0 1,0	Andungsari 1 Sigarar utang S-795 Kartika 1 Kartika 2
2	PTP N XII Surabaya	2,0 1,0	Kartika 1 Kartika 2
3	PT Kalibendo, Banyuwangi	10,0	S-795
4	Disbun Propinsi Bali	2,0	S-795
5	Disbun Propinsi Sumut	5,0	Sigarar utang
6	J Tampubolon Tapanuli utara	1,0	Sigarar utang
7	H Simanjuntak Sihonongan	1,0	Sigarar utang
8	Disbun Jabar	1,0	S-795
9	Balitri- Gunung putri	1,0	S-795

Sumber : Rahardjo (2012) dan Saefudin *et al.* (2012)

Tabel 5. Kebutuhan benih kopi per hektar pada berbagai jarak dan sistem tanam

Kemiringan tanah	Jarak tanam (m)	Populasi	Kebutuhan benih
Landai (0-15%) tanpa teras/ teras individu	2.5 x 2.5	1.600	1.920
	2.75 x 2.75	1.322	1.587
	2 X 3.5	1.428	1.714
	2.5 X 3	1.333	1.600
	2 X 2 X 4	1.660	1.990
	2.5 X 2.5 X 2.5	1.333	1.600
Miring (> 15%) teras bangku	2 X 2.5	2.000	2.400

Sumber: Puslitkoka (2007)

PERBANYAKAN BAHAN TANAM

Bahan tanam kopi Robusta

Perbanyakkan bahan tanam kopi Robusta dapat dilakukan secara setek berakar atau dengan sambung pucuk (*grafting*). Tahapan penyetekan dan penyambungan dapat dijelaskan sebagai berikut :

Penyetekan

Pelaksanaan penyetekan dilakukan sebagai berikut:

- Bak pendederan/pesemaian dibuat setinggi 40-60 cm lebar 1,2 m dan panjang disesuaikan kebutuhan, ditabur pasir pada lapisan atas dengan ketebalan 10 cm, lapisan batu split setebal 10 cm, lapisan pecahan bata merah setebal 15 cm dan diberi naungan dengan persen cahaya 35-

50% dan tinggi 120 cm sisi timur dan 90 cm sisi barat atau seperti pada Gambar 1.

- Entres yang digunakan masih hijau dan lentur, tidak terlalu muda atau tua. Umur entres 3-6 bulan
- Entres diambil pada ruas ke 2-4 dari pucuk, kemudian dipotong menjadi satu ruas dengan panjang 6-8 cm, sepasang daun yg dikupir, bagian pangkal dipotong miring satu arah seperti Gambar 2.
- Setek ditanam dengan cara menancapkan pada lubang tugal sebesar pinsil ke dalam media tumbuh sehingga daunnya menyentuh permukaan media. Jarak tanam setek 5-10 cm kemudian ditutup/ disungkup dengan plastik seperti Gambar 3.



Gambar 1. Gambar bak persemaian setek kopi Robusta



Gambar 2. Gambar entres dan setek satu ruas siap semai



Gambar 3. Penyemaian setek dan penyungkupan

Pemindahan setek

- Setelah 3 bulan sejak semai, dilakukan penyesuaian dengan membuka sungkup secara bertahap
- Pada umur 4 bulan, setek dipindahkan ke pembibitan polibag ukuran 15 x 30 cm atau 20 x 30 cm (Nur, 1990), dengan media tumbuh campuran tanah, pasir dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1:1
- Bibit polibag asal setek siap tanam di kebun setelah berumur sekitar 7 bulan di pembibitan
- Standar mutu benih asal setek seperti tertera pada Tabel 6.

Penyambungan

Tata cara penyambungan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- Naungan dibuat dengan persen cahaya 35-50% dan tinggi 120 cm sisi timur dan 90 cm sisi barat
- Batang bawah disiapkan umur 5 bulan dengan ciri ukuran batangnya sebesar pensil
- Bibit batang bawah dipotong pada ketinggian 15-20 cm dan daun batang bawah disisakan 1-3 pasang
- Selanjutnya batang yang telah dipotong diiris dibagian tengah sepanjang 2-3 cm untuk tempat memasukkan entres

- Entres untuk batang atas diambil dari kebun entres yang telah ditetapkan dan dipotong menjadi satu ruas dengan panjang 5-7 cm (2-3 cm d atas ruas dan 3-4 cm di bawah ruas)
- Daun pada entres dihilangkan dan pangkal entres diiris dua sisi membentuk huruf v
- Entres batang atas disambungkan ke bibit batang bawah kemudian sambungan diikat dengan tali rafia atau plastik transparan
- Selanjutnya disungkup individu dengan kantong plastik transparan, pangkal sungkup diikat untuk menjaga kelembaban dan penguapan terkendali dan air hujan atau siraman tidak masuk ke sambungan
- Setelah dua minggu dapat diketahui sambungan berhasil/hidup atau gagal/mati mengering, kemudian sungkup dibuka apabila tunas tumbuh cukup besar
- Tali ikatan dibuka apabila pertautan telah cukup kuat dan tali ikatan mulai mengganggu pertumbuhan batang
- Bibit polibag asal setek siap tanam di kebun setelah berumur sekitar 7 bulan di pembibitan
- Standar mutu benih asal sambungan seperti tertera pada Tabel 7

Tabel 6. Standar mutu benih asal setek

No	Tolok Ukur	Satuan	Persyaratan
1	Mutu genetis Asal bahan tanam Kemurnian	%	Kebun entres yang telah ditetapkan oleh pejabat berwenang 100
2	Mutu fisik Tinggi Jumlah daun Diameter batang	cm pasang mm	Minimal 20 cm Minimal 12 Minimal 3,0
3	Mutu fisiologis Kesehatan		Tanpa gejala serangan OPT

Sumber: PPKKI dan BP2MB (2003)

Tabel 7. Standar mutu benih asal sambungan

No	Tolok Ukur	Satuan	Persyaratan
1	Mutu genetis Asal bahan tanam Kemurnian	%	Kebun entres yang telah ditetapkan oleh pejabat berwenang 100
2	Mutu fisik Tinggi Jumlah daun Diameter batang	cm pasang mm	Minimal 17 cm Minimal 10 Minimal 2,5
3	Mutu fisiologis Kesehatan		Tanpa gejala serangan OPT

Sumber: PPKKI dan BP2MB (2003)

Bahan tanam kopi Arabika

Perbanyak bahan tanam kopi Arabika lebih mudah pelaksanaannya karena menggunakan biji dan lebih singkat untuk menghasilkan bibit siap tanam. Tahapannya sebagai berikut:

- Naungan dibuat dengan persen cahaya 35-50% dan tinggi 120 cm sisi timur dan 90 cm sisi barat
- Polibag disiapkan dengan ukuran 15 x 30 cm atau 20 x 30 cm, media tumbuh tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2 : 1
- Biji kopi yang sudah dikecambahkan selama 30 hari pada media pasir pada fase serdadu ditanam dalam polibag yang telah disiapkan
- Proses pengecambahan benih berlangsung selama 50-60 hari
- Bibit selanjutnya dipelihara dengan disiram secukupnya, disiang sebulan sekali dan disemprot insektisida dan fungisida
- Pada umur bibit 5-7 bulan dilakukan seleksi dan hanya bibit yang bagus yang bisa ditanam
- Standar mutu benih asal semaian biji seperti tertera pada Tabel 8.

Tabel 8. Standar mutu benih asal semaian biji

No	Tolok Ukur	Satuan	Persyaratan
1	Mutu genetis Asal bahan tanam Kemurnian	%	Kebun benih yang bersertifikat 100
2	Mutu fisik Tinggi Jumlah daun Diameter batang	cm pasang mm	Minimal 10 cm Minimal 6 Minimal 2,6
3	Mutu fisiologis Kesehatan		Tanpa gejala serangan OPT

Sumber: PPKKI dan BP2MB (2003)

Tabel 9. Kriteria benih kopi asal semaian dalam polibag umur 4-6 bulan

Uraian	Tinggi (cm)	Diameter (mm)	Jumlah daun (lbr)
Baik	> 12	> 3,0	> 11
Sedang	8-10	1,5-2,0	8-9
Kurang Baik	<8	< 1,5	< 8

Sumber: Rahardjo (2012)

PEMELIHARAAN BAHAN TANAM

Penyiraman

Penyiraman benih kopi dilakukan minimal sehari sekali. Apabila tidak turun hujan dilakukan dua kali sehari yaitu pagi dan sore dengan menggunakan gembor atau sistem pengabut sprayer.

Pemupukan

Pemupukan dilakukan dengan pupuk Urea atau ZA dengan takaran 1 g/ polibag, dilakukan setiap dua minggu. Penggunaan pupuk daun seperti gandasil D, Bayfolan dengan takaran sesuai rekomendasi akan lebih baik.

Penyiangan

Rumput yang tumbuh di dalam polibag dicabut dan yang tumbuh di antara polibag disiang bersih menggunakan parang setiap bulan atau sesuai dengan keadaan gulma yang tumbuh, untuk menghindari persaingan hara, air dan cahaya matahari.

Pengendalian hama dan penyakit

Hama yang menyerang benih kopi di antaranya adalah ulat daun, belalang, ulat kilan dan ulat bulu yang perlu dikendalikan dengan insektisida dan takaran sesuai dengan rekomendasi. Adapun penyakit rebah kecambah dikendalikan menggunakan fungisida dan nematoda parasit akar dengan nematisida. Kegiatan pengendalian disesuaikan dengan tingkat serangannya.

Seleksi bahan tanam

Pada saat benih di polibag berumur 4-6 bulan sejak pemindahan kecambah fase serdadu, benih siap untuk ditanam di lapangan. Kriteria benih polibag asal semaian biji umur 4-6 bulan seperti pada Tabel 9.

PENUTUP

Penggunaan bahan tanam (benih) unggul menjadi salah satu kunci dalam meningkatkan produktivitas tanaman dan pendapatan petani, dan sekitar 60% jaminan keberhasilan usaha perkebunan ditentukan oleh penggunaan benih unggul bermutu. Terjadinya adopsi benih unggul oleh petani pekebun merupakan hasil dari serangkaian kegiatan dan peristiwa yang dimotori oleh lembaga perbenihan perkebunan yang terdiri dari pemulia tanaman, pengelola kebun induk, penangkar benih, lembaga sertifikasi dan pedagang benih. Untuk mendapatkan pertanaman yang baik dan seragam, benih harus berasal dari kebun induk/ kebun entres yang telah ditetapkan instansi berwenang. Benih dalam bentuk biji atau entres yang akan digunakan harus telah memenuhi persyaratan mutu fisiologis yang ditetapkan. Benih dalam bentuk biji dan entres disiapkan melalui tahapan-tahapan tertentu disertai pemeliharaan yang baik sampai benih siap ditanam sekitar umur 4-6 bulan sejak pemindahan ke polibag. Sebelum benih kopi diedarkan, harus dilakukan sertifikasi dan seleksi agar petani pengguna mendapatkan benih yang benar-benar unggul dan bermutu sesuai dengan standar yang ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2005. Pelepasan Varietas Kopi Sigarar Utang Sebagai Varietas Unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 205/Kpts/SR.120/4/2005. Jakarta.

Anonim. 2010. Pelepasan Varietas Kopi Arabika Andungsari 2K sebagai Varietas Unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 1885/Kpts/SR.120/5/2010. Jakarta.

Anonim. 2010. Pelepasan Varietas Kopi Arabika Gayo 1 Sebagai Varietas Unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 3998/Kpts/SR.120/12/2010. Jakarta.

Anonim. 2010. Pelepasan Varietas Kopi Arabika Gayo 2 Sebagai Varietas Unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 3999/Kpts/SR.120/12/2010. Jakarta.

Anonim. 2010. Pelepasan Varietas Kopi Arabika Kopyol Bali Sebagai Varietas Unggul. Keputusan Menteri Pertanian No. 4000/Kpts/SR.120/12/2010. Jakarta.

Ditjenbun. 2011. Statistik Perkebunan Indonesia, Kopi. 2010-2012. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta. 77 hlm.

Hadad, M. E. A dan Y. Ferry. 2011. Pengembangan industri benih jambu mete. Sirkuler, Teknologi Tanaman Rempah dan Industri. 22 hlm.

Hulupi, R dan S. Mawardi. 1999. Komposisi klon-klon kopi Robusta yang sesuai untuk kondisi iklim basah. Prosiding Lokakarya dan Ekspose Teknologi Perkebunan, Palembang (II). Hlm. 169-180.

Prawoto, A. A. dan P. Rahardjo. 1992. Kadar air awal benih kopi arabika kaitannya dengan umur simpan. *Pelita Perkebunan* 8 (1): 1-5.

PPKKI dan BP2MB. 2003. Rancangan Standar Nasional Indonesia Bahan Tanam Kopi. Diusulkan oleh Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan Balai Pengawasan dan Pengujian Mutu Benih Perkebunan, Surabaya.

Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, Siswanto, C. Indrawanto, dan J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Eska Media. Jakarta. 62 hlm.

Puslitkoka. 2007. Pedoman Teknis Tanaman Kopi. Jember. 96 hlm.

Rahardjo, P. 2012. Kopi. Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya. 211 hlm.

Saefudin, D. Pranowo, Y. Ferry, H. Supriadi, L. Udarno dan E. Wardiana. 2012. Benih Sumber Tanaman Industri dan Penyegar. Laporan Akhir Tahun. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar. 17 hlm.

Supriadi, H., E. Randriani, dan Rubiyo. 2012. Perbanyak tanaman kopi robusta secara klonal. Sirkuler, Teknologi Tanaman Industri dan Penyegar. Unit Penerbitan dan Publikasi. Balittri. 24 hlm.

Sudjarmoko, B. 2010. Kebijakan benih unggul: Gerbang membangun gambir Indonesia. *Info tek. Perkebunan* 2 (1): 3.

Wahyudi, A. dan A. M. Hasibuan. 2011. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi lada di Kabupaten Bangka Belitung. *Buletin Riset Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri* 2 (1): 65-74.

PEMUPUKAN TANAMAN KOPI

FERTILIZER USE IN COFFEE

Usman Daras, Sakiroh dan Nana Heryana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
usman_daras@yahoo.com

ABSTRAK

Rendahnya produktivitas kopi di Indonesia di antaranya akibat tingkat pemeliharaan tanaman yang tidak memadai, termasuk pemupukan. Pemberian pupuk yang tidak tepat diperkirakan berkontribusi terhadap masih rendahnya capaian produktivitas kopi. Pemberian unsur pupuk yang tidak sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman berarti pemborosan dan sia-sia, bahkan dapat membahayakan tanaman dan lingkungan. Sebaliknya, pemberian yang terlalu sedikit atau dibawah kebutuhan tanaman juga tidak mampu memperbaiki pertumbuhan dan/hasil panen yang signifikan. Oleh sebab itu, pemberian pupuk pada dasarnya adalah menambahkan unsur hara yang kandungannya di dalam tanah diperkirakan tidak mencukupi kebutuhan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi normal. Jumlah atau macam unsur pupuk yang dibutuhkan tanaman kopi berbeda tergantung jenis kopi, fase pertumbuhan dan kondisi lingkungan (tanah dan iklim). Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk organik dan anorganik. Kebutuhan pupuk tanaman kopi dapat ditetapkan berdasarkan hasil analisis daun, tanah dan percobaan pemupukan.

Kata kunci : Kopi, pemupukan, rekomendasi

ABSTRACT

Low productivity of coffee trees grown by farmers is mainly due to improper cultural practices applied, including fertilizer use. Overapplication of fertilizers, while expensive for farmers induces neither substantially greater crop nutrient uptake nor significantly higher yields. Excessive nutrient applications are also economically wasteful and can damage the environment. On the other hand, underapplication can retard crop growth and lower yields. The wrong kind of nutrient application can be wasteful as well. Fertilizers need to be applied at the level required for optimal crop growth based on crop requirements and agroclimatic considerations. To obtain healthy growth and optimal yield levels, nutrients must be available not only in the correct quantity and proportion, but in a usable form and at the right time. The amount of fertilizers that should be added for coffee will depend on the type of coffee grown, stage of growth, and agroclimatic condition. The optimum fertilizer application is usually approached with plant and soil analysis or series of fertilizer experiments.

Keywords : Coffee, fertilizer use, recommendation

PENDAHULUAN

Kebijakan pemerintah mengenai pencabutan atau pengurangan subsidi pupuk, mengakibatkan harga pupuk pada tingkat lapang menjadi semakin mahal. Sebagian petani tidak mampu membeli pupuk sesuai kebutuhan sehingga dosis yang diterapkan lebih rendah dari seharusnya. Hal tersebut dapat berakibat produksi tanaman tidak maksimal karena tidak sesuai kebutuhan optimal dan status kesuburan tanahnya. Penggunaan pupuk yang tepat (jenis, dosis, waktu dan cara) akan sangat menguntungkan,

baik secara ekonomis, teknis, sosial, maupun lingkungan. Untuk mendapatkan dosis pupuk yang efisien dan rasional, maka diperlukan dukungan data mengenai status kesuburan tanah dan kebutuhan tanaman akan unsur hara.

Pemberian pupuk anorganik (kimia) menjadi sangat penting apabila tanaman kopi diusahakan pada tanah-tanah yang secara alami memiliki kesuburan rendah. Kandungan dan ketersediaan unsur hara di dalam tanah yang tidak memenuhi kebutuhan minimal tanaman akan berpotensi menjadi faktor pembatas produksi (Wortmann dan Kaizzi,

1998). Oleh sebab itu, untuk lebih menjamin pertumbuhan, perkembangan dan kesinambungan produksi yang baik, maka kondisi tanah sebagai media tumbuh harus diperbaiki kualitas atau kemampuannya dalam penyediaan unsur hara, baik jumlah maupun macamnya.

Kopi tergolong kelompok tanaman yang membutuhkan unsur hara dalam jumlah banyak. Berdasarkan hasil penelitian dilaporkan bahwa setiap hektar tanaman kopi (Arabika dan Robusta) mengangkut unsur makro N, P, K, Mg dan Ca dari tanah, masing-masing berkisar 53,2–172,0 kg N, 10,5–36,0 kg P₂O₅, 80,7–180,0 kg K₂O, 16,5–25,0 kg MgO, dan 28,0–90,6 kg CaO per tahun (Malavolta, 1990; Schnug *et al.*, 1996). Unsur hara yang diserap tersebut sebagian untuk pembentukan jaringan baru tanaman, dan sebagian lagi hilang terangkut hasil panen atau hasil pemangkasan. Tujuan pemupukan adalah lebih menjamin tersedianya unsur hara guna mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman. Untuk memperoleh efektifitas dan efisiensi pemupukan, maka jumlah, macam dan bentuk unsur pupuk yang diberikan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman, dengan cara dan waktu yang tepat sesuai tingkat perkembangan tanaman. Tujuan penulisan makalah ini adalah memberikan gambaran umum mengenai pemberian pupuk tanaman kopi yang dikaitkan dengan kondisi agroklimat dan metode pendekatan untuk memprediksi kebutuhan pupuk tanaman.

KESUBURAN TANAH DAN PEMUPUKAN

Penurunan kesuburan tanah adalah salah satu faktor yang berpengaruh langsung terhadap produktivitas tanaman (Ramamurthy *et al.*, 2009). Tanah, sebagai media tanam, sering dihadapkan pada ketidakmampuannya menyediakan semua unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman. Jumlah hara dalam tanah secara bertahap akan berkurang karena terangkut bersama hasil panen, tercuci ke lapisan tanah lebih dalam, terbawa aliran air permukaan (*run-off*), dan erosi atau penguapan. Pengelolaan hara terpadu, yaitu pemberian pupuk dan pembenah tanah akan meningkatkan efektifitas penyediaan hara, serta menjaga mutu tanah tetap produktif secara lestari.

Sumber unsur hara dapat diberikan berupa pupuk organik (kompos atau pupuk kandang) dan pupuk anorganik (pupuk kimia). Pupuk organik, terutama berfungsi untuk perbaikan sifat fisik tanah dan aktivitas biologi

tanah. Pupuk organik mempunyai peran utama untuk perbaikan sifat fisik dan aktivitas biologi tanah. Apabila dalam budidaya tanaman kopi hanya menggunakan pupuk organik, maka produksi buah kopi yang dihasilkan biasanya di bawah potensi genetik yang dimiliki oleh varietas atau klon tanaman kopi. Oleh sebab itu, pupuk anorganik mempunyai peran penting dan strategis dalam pertanian dimasa mendatang.

Pupuk anorganik merupakan input produksi yang mahal dalam sistem usahatani. Untuk itu, unsur pupuk yang diberikan harus tepat jumlah, macam dan komposisinya, dengan cara dan waktu yang tepat. Hal ini dimaksudkan supaya hasil panennya memiliki daya dan mutu hasil yang tinggi. Untuk memprediksi kebutuhan hara tanaman, maka diperlukan data atau informasi mengenai status kesuburan tanah dan karakter tanaman yang dibudidayakan. Faktor internal seperti varietas/klon, umur (*stadia*) tanaman, maupun faktor potensi produksi yang dicapai, dan eksternal seperti kondisi tanah merupakan faktor yang perlu mendapat perhatian dalam pemupukan.

Pupuk Organik

Peran pupuk organik bagi tanaman dapat bersifat langsung dan tidak langsung. Secara langsung, mineralisasi bahan organik (BO) menghasilkan unsur hara makro seperti N, P, dan S serta unsur mikro dalam jumlah kecil. Secara tidak langsung, pemberian pupuk organik menstimulasi agregasi atau perbaikan struktur tanah, aerasi, kelembaban, dan kapasitas daya simpan air serta aktifitas mikrobiologi (mikroflora dan mikrofauna) tanah. Bahan organik juga merupakan sumber energi bagi berbagai organisme tanah, termasuk bakteri dan jamur. Beberapa organisme tanah bersifat patogen eksistensinya dipengaruhi oleh bahan organik dengan menstimulasi populasi organisme saprofit yang tinggi sehingga terjadi persaingan dalam memperoleh sumber energi, dan menekan populasi organisme yang bersifat parasit. Selain itu, senyawa antibiotik dan asam penolik yang dihasilkan mampu meningkatkan daya tahan tanaman terhadap serangan penyakit.

Pemberian pupuk organik menjadi sangat penting terutama apabila usaha perkebunan kopi dilakukan pada tanah-tanah yang memiliki kandungan bahan organik tanah (BOT) rendah. Bahkan pada tanah-tanah yang pada awalnya mempunyai kandungan BOT tinggi, namun karena manajemen kebun yang tidak sesuai sehingga dapat menyebabkan

kandungannya semakin rendah. Untuk menjamin pertumbuhan tanaman kopi yang baik, maka kandungan BOT diharapkan paling kurang 2,0% C-organik (Rahardjo, 2012). Lebih lanjut, dilaporkan pemberian pupuk organik berupa kompos 25 liter/pohon mampu menaikkan produksi kopi berkisar 16 - 49%. Cara pemberian pupuk organik dapat dicampur dengan lapisan atas tanah, yang kemudian disebar pada permukaan tanah di bawah tajuk kopi atau dimasukkan ke dalam rorak ukuran 40 x 40 x 100 cm atau variasi ukuran lainnya. Pembentukan rorak tersebut juga berfungsi untuk menahan aliran air permukaan atau erosi terutama ketika musim hujan pada lahan miring dan tempat penampung serasah yang dapat digunakan sebagai BO tanah.

Pada sisi lain, isu global mengenai aspek lingkungan dan keamanan pangan di negara-negara maju telah mendorong berkembangnya pertanian organik, termasuk kopi. Isu tersebut telah mendorong penggunaan pupuk organik sebagai input faktor penting dalam menghasilkan produk pertanian organik. Beberapa komponen teknologi usahatani kopi organik di Indonesia telah tersedia, termasuk penggunaan pupuk organik (kompos dan pupuk kandang). contoh, sistem pertanian organik kopi telah dilakukan di Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam (Panggabean, 2011). Pemberian pupuk organik berupa kompos (daun glirisidia, lamtoro, kulit kopi dan kakao) dengan dosis 25 liter/pohon/tahun dapat meningkatkan produksi kopi Robusta sampai 66 % (Erwiyono *et al.*, 2000), dan campuran limbah kopi (kulit buah dan kulit tanduk) dengan pupuk kandang kambing mampu memperbaiki pertumbuhan dan produksi kopi (Kadir dan Kanro, 2006). Lebih lanjut bahwa pemberian pupuk organik 5-10 kg/pohon/tahun mampu meningkatkan pembentukan buah kopi hingga 39%. Pupuk organik dianjurkan diberikan 2 kali setahun, yaitu sebelum berbunga dan menjelang pembentukan bunga.

Pupuk anorganik

Secara alami tanaman mendapatkan unsur hara seperti N, P dan K berasal dari tanah dan pupuk organik, tetapi jumlah yang disuplai biasanya tidak mencukupi kebutuhan tanaman. Oleh sebab itu, pemberian unsur hara tambahan berupa pupuk anorganik diperlukan untuk memenuhi kebutuhan selama pertumbuhan, dan mengganti unsur hara yang hilang terangkut hasil panen. Jumlah

unsur pupuk yang dibutuhkan tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jenis/varietas/klon, umur, tanah dan iklim serta manajemen kebun yang diterapkan (Wairegi dan Van Asten, 2012).

Perlu diperhatikan bahwa pemberian pupuk anorganik pada dasarnya adalah menambahkan unsur hara yang statusnya di dalam tanah diperkirakan tidak memenuhi kebutuhan minimal tanaman untuk tumbuh dan berkembang. Oleh karena itu, beberapa teori pendekatan telah digunakan untuk mengetahui kebutuhan hara tanaman. Di antaranya, Partelli *et al.* (2005) menggunakan pendekatan SRAF (*Sufficiency Range Approach for Leaves*), yaitu melalui analisis hara dalam jaringan tanaman (daun), dan analisis tanah (Partelli *et al.*, 2007; Veedhiee, 2008), gejala defisiensi hara (Esilaba *et al.*, 2005), percobaan pemupukan (Stephens, 1967), DRIS (*Diagnosis and Recommendation Integrated System*) (Beaufils, 1973), CND (*Compositional Nutrient Diagnosis*) (Parent and Dafir, 1992), dan keseimbangan hara tanah (Wortmann and Kaizzi, 1998).

Analisis daun terutama ditujukan mengevaluasi kebutuhan hara, defisiensi dan ketidakseimbangan serta interaksi unsur hara. Pada tanaman kopi, analisis hara diambil dari pasangan daun ke-3 dan 4 dari ujung cabang buah (*fruit-bearing branches*) pada bagian tengah tajuk pohon terpilih. Kandungan hara daun biasanya bervariasi menurut kondisi iklim ketika contoh daun diambil. Oleh sebab itu, pengambilan contoh daun disarankan pada akhir musim kemarau ketika kandungan hara umumnya rendah. Kriteria kecukupan unsur hara untuk tanaman kopi telah dibangun dan bervariasi menurut jenis kopi dan daerah tertentu (Tabel 1).

Sementara itu, analisis tanah digunakan untuk mengukur kadar unsur hara segera tersedia dalam tanah dan kemampuannya dalam menyediakan hara tanaman selama hidupnya. Menurut Beegle (2006), data hasil analisis tanah saja relatif tidak mempunyai makna tanpa disertai interpretasi kemampuannya mensuplai unsur hara bagi tanaman. Oleh sebab itu, data tersebut perlu dikalibrasi dengan respon tanaman berdasarkan hasil-hasil percobaan pemupukan pada berbagai jenis tanah dan kondisi iklim. Dengan pendekatan demikian maka diharapkan akan diperoleh rekomendasi pemupukan yang lebih realistis, yaitu mendekati jumlah dan macam unsur hara yang dibutuhkan tanaman.

Tabel 1. Status kecukupan unsur hara dalam daun kopi

Sumber	Status	Kandungan unsur hara makro (% dari bobot kering bahan, 60 °C)					
		N	P	K	Mg	Ca	S
Malavolta, 1990 (Arabica), Brazil	Defisien	< 2.2	< 0.01	< 1.4	< 0.26	< 0.5	< 0.01
	Rawan	2.2 - 2.6	0.01 - 0.14	1.4 - 1.8	0.26 - 0.30	0.05 - 0.9	0.01 - 0.14
	Cukup	2.7 - 3.2	0.15 - 0.20	1.9 - 2.4	0.31 - 0.36	1.0 - 1.4	0.15 - 0.20
	Tinggj	3.3 - 3.5	0.21 - 0.23	2.5 - 2.7	0.37 - 0.39	1.5 - 1.7	0.21 - 0.25
	Berlebih	> 3.5	> 2.3	> 2.7	> 0.39	> 1.7	> 0.25
K. Rao, 1990, (Arabica), India	Rendah	< 2.5	< 0.10	< 1.5	< 0.30	< 0.69	< 0.18
	Sedang	2.5 - 3.5	0.10 - 0.15	1.5 - 3.5	0.30 - 0.40	0.69 - 1.11	0.10 - 0.18
	Tinggi	> 3.5	> 0.15	> 3.5	> 0.40	> 2.0	> 0.18
Wilson, 1985 (Robusta)	Defisien	< 1.8	< 0.10	< 1.2	< 0.20	< 0.4	< 0.12
	Rendah	1.8 - 2.7	0.10 - 0.13	1.2 - 1.8	0.20 - 0.30	0.4 - 0.8	0.12 - 0.18
	Sedang	2.7 - 3.3	0.13 - 0.15	1.8 - 2.2	0.30 - 0.36	0.8 - 1.5	0.18 - 0.26
	Tinggj	> 3.3	> 0.15	> 2.2	> 0.36	> 1.5	> 0.26

Sumber: www.fertilizer.org/ifa/content/download/9000/133885/

Tabel 2. Dosis umum pemupukan tanaman kopi

Umur Tanaman tahun	Awal musim hujan (gr/ph)				Akhir musim hujan (gr/ph)			
	Urea	SP36	KCl	Kieserit	Urea	SP36	KCl	Kieserit
1	20	25	15	10	20	25	15	10
2	50	40	40	15	50	40	40	15
3	75	50	50	25	75	50	50	25
4	100	50	70	35	100	50	70	35
5-10	150	80	100	50	150	80	100	50
>10	200	100	125	70	200	100	125	70

Sumber : Puslitkoka (2006)

REKOMENDASI PEMUPUKAN

Pupuk merupakan input produksi yang penting untuk keberhasilan usahatani kopi. Pemberian pupuk berperan sebagai usaha menambah unsur hara yang kandungannya di dalam tanah diperkirakan tidak mencukupi kebutuhan untuk memperbaiki pertumbuhan, produksi dan mutunya, serta mempertahankan stabilitas produksi yang tinggi. Manfaat lain pemberian pupuk adalah meningkatkan daya tahan tanaman terhadap perubahan lingkungan yang ekstrim seperti kekeringan dan serangan hama dan penyakit.

Pemberian pupuk bergantung pada kebutuhan tanaman dan kandungan unsur hara yang tersedia dalam tanah. Penggunaan pupuk yang tepat (jenis, dosis, waktu dan cara) akan sangat menguntungkan, baik secara teknis maupun ekonomis. Secara umum, pupuk diberikan dua kali setahun, yaitu pada awal dan akhir musim hujan. Kebutuhan pupuk anorganik berbeda tergantung jenis kopi yang diusahakan, umur (stadia) dan kondisi agroklimat setempat. Anjuran umum

pemupukan tanaman kopi seperti pada Tabel 2.

Pupuk diberikan dengan cara disebar pada alur dangkal sedalam 5-10 cm di sekeliling batang pokok dengan jarak bervariasi 20-50 cm atau lebih, disesuaikan dengan umur tanaman, kemudian ditutup dengan tanah. Penutupan dengan tanah adalah penting untuk menghindari unsur pupuk hilang tercuci terbawa air (aliran permukaan) atau kemungkinan menguap seperti N dalam bentuk N₂ atau NH₃ ketika suhu udara tinggi. Apabila tanaman kopi ditanam sistem pagar, pupuk diletakkan dalam alur lurus di antara dua barisan kopi pada jarak 30-40 cm dari batang pokok. Pemupukan untuk lahan datar, penempatan pupuk dengan cara ditebar lebih efektif meningkatkan produksi kopi Robusta daripada dengan cara dibenam atau dimasukkan ke dalam rorak (Erwiyono *et al.*, 2000).

Pujiyanto *et al.* (1998) menyatakan bahwa produktivitas tanaman kopi ditentukan oleh keseimbangan unsur hara, air dan cahaya matahari. Hal ini sangat penting mengingat penggunaan pupuk tidak berimbang, misalnya

hanya N, P dan K saja secara terus akan mempercepat pengurangan unsur hara lain seperti Ca, Mn, S, Cu dan Zn (Adiningsih dan Rochayati, 1988). Pemupukan hanya bisa efektif dan menguntungkan apabila dipenuhi beberapa persyaratan mengenai pengaturan naungan, pemangkasan kopi dan perlakuan tanahnya.

PENUTUP

Pemberian pupuk yang tidak tepat (jenis, dosis, waktu dan cara) berkontribusi terhadap masih rendahnya capaian produktivitas kopi. Pemberian unsur pupuk yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman merupakan pemborosan dan sia-sia, bahkan dapat membahayakan tanaman dan lingkungan. Sebaliknya, pemberian pupuk yang terlalu sedikit atau di bawah kebutuhan tanaman juga tidak mampu memperbaiki pertumbuhan dan hasil panen secara signifikan. Rekomendasi pemupukan tanaman kopi yang tersedia dapat digunakan sebagai acuan umum dengan memperhatikan kondisi agroklimat. Penggunaan dosis pupuk yang lebih realistis sebaiknya didasarkan pada hasil analisis daun, analisis tanah dan rangkaian percobaan pemupukan yang terarah dan sitimatis dengan memperhatikan kemiripan kondisi agroklimat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningsih, Sri dan Rochayati. 1988. Peranan bahan organik dalam meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas tanah. Lokakarya Nasional Efisiensi Pupuk. Puslittan. Bogor. Hlm. 161-18.
- Baherta, 2009. Respon bibit kopi arabika pada beberapa takaran pupuk kandang kotoran ayam. *Jurnal Ilmiah Tambua VIII* (3): 467-472.
- Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Soil Science Bulletin No. 1. Natal, South Africa. University of Natal.
- Beegle, D. 2006. Nutrient Testing, Analysis, and Assessment. In *The Mid-Atlantic Nutrient Management Handbook. The Mid-Atlantic Regional Water Program (MAWP) 06-02 February 2006*. p. 151-186.
- Carvajal, J. F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización (2nd ed.). International Potash Institute, Berne, Switzerland.
- Craswell, E. T. and R. D. B. Lefroy. 2001. The role and function of organic matter in tropical soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 7-18.
- Erwiyono, R., W. Aris, Pujiyanto, B. B. John, dan A. Soetanto. 2000. Pengaruh sumber bahan organik terhadap keefektifan pemupukan kompos pada kakao dan kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 16(1): 45-49.
- Eslaba A. O., P. Nyende, G. Nalukenge, J. B. Byalebeka, R. J. Delve, and H. Ssali. 2005. Resource flows and nutrient balances for crop and animal production in smallholder farming systems in eastern Uganda. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 109: 192-201.
- International Coffee Organization. 2007. Organic Coffee Exports Statistics. October 2006 to June 2007. Available at <http://www.ico.org/documents/wpstatistics116e.pdf>. [18 September 2012]
- Kadir, S. dan M. Z. Kanro, 2006. Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi kopi arabika. *J. Agrivigor* 6 (1): 85-92.
- Malavolta, E. 1990. Nutricao mineral e adubacao do cafeeiro. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (Piracicaba) and Editora Agronomica Ceres Ltda (Sao Paulo).
- Organic Trade Association. 2009. North American Organic Coffee Market Tops \$1.3 Billion. <http://www.organicnewroom.com/2009/07/north_american_organic_coffee_1.html.
- Partelli, F. L., H. D. Vieira, H. D. and M.A. Martins, 2006. Nutritional diagnosis of the organic Conilon coffee trees (*Coffea Canephora* Pierre ex Froehn): sufficiency range approach for leaves and soil. *Coffee Science* 1:43-49.
- Partelli, F. L., H. D. Vieira, V. B. Carvalho, and F. A. A. Mourão Filho, 2007. Diagnosis and recommendation integrated system norms, sufficiency range, and nutritional evaluation of Arabian coffee in two sampling periods. *Journal of Plant Nutrition* 30: 1651-1667.
- Pujiyanto, S. Wardani, Winaryo, P. Rahardjo, dan C. Ismayadi. 1998. Pemilihan teknologi dalam rangka optimasi pengelolaan perkebunan kopi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao* 14 (1): 16-22.
- Pusat Penelitian Tanaman Kopi dan Kakao Indonesia. 2006. Pedoman Teknis Budidaya Tanaman Kopi. Jember. 96 hlm.
- Ramamurthy, V., L. G. K. Naidu, S. C. Kumar, S. Srinivas and R. Hegde. 2009. Soil-based fertilizer recommendations for precision farming. *Current Science* 97 (5): 641-647p.
- Schnug, E., J. Heym, and F. Achwan. 1996. Establishing critical values for soil and plant analysis by means of the boundary line development system. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 27:2739-2748.
- Sondahl, M. R., H. A. M. Van der Vossen, A. M. Piccin, and F. Anzueto. 2005. The Plant. In Viani, R. (ed.) *Espresso Coffee: The Chemistry of quality*, 2nd edition. Academic Press Ltd, London.
- Veeddhi, A. 2008. Coffee cultivation guide for south - west monsoon area growers in India. Central Coffee Research Institute Coffee Research, Karnataka India. p. 1-65.
- Wairegi, L. W. I. and P. J. A. Van Asten. 2012. Norms for multivariate diagnosis of nutrient imbalance in Arabica and Robusta coffee in the East African highlands. *Expl. Agric.* 48 (3): 448-460.

Willson, K.C. 1985. Mineral nutrition and fertiliser needs. *In* Coffee-Botany, biochemistry and production of beans and beverage. Clifford, M.N.; Willson, K.C. (eds.), Croom Helm, London. Available at www.mawaterquality.org/capacity_building/midatlantic%20nutrient%20management%20handbook/intro_and_contents.pdf. [18 September 2012]

Wortmann, C. S., and C. K. Kaizzi, 1998. Nutrient balances and expected effects of alternative practices in farming systems of Uganda. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 71:115-129.

PEMANGKASAN TANAMAN KOPI DAN PEMELIHARAAN POHON PENAUUNG

PRUNING OF COFFEE TREES AND TAKING CARE OF ITS SHADE TREES

Usman Daras dan Iing Sobari

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
usman_daras@yahoo.com

ABSTRAK

Pemangkasan merupakan salah satu kegiatan budidaya yang secara teratur dilakukan agar tanaman kopi tumbuh sehat dan produktif. Tujuan pemangkasan pada batang dan cabang yaitu agar tanaman kopi tidak terlalu tinggi, tidak terlalu rimbun dan teratur. Sistem pemangkasan tanaman kopi dibedakan menjadi dua macam yaitu pemangkasan berbatang tunggal dan pemangkasan berbatang ganda. Pemilihan sistem pemangkasan dipengaruhi oleh kondisi ekologis dan jenis kopi yang ditanam. Pemangkasan juga perlu dilakukan terhadap pohon penaung terutama penaung tetap, dengan tujuan menjaga sirkulasi udara dan kecukupan cahaya matahari yang diperlukan tanaman kopi. Eksistensi pohon penaung harus dipelihara supaya memberi manfaat optimal bagi pertumbuhan, perkembangan, dan stabilitas produksi kopi. Intensitas cahaya matahari yang dibutuhkan dalam budidaya kopi adalah sekitar 65%. Sirkulasi udara yang baik melalui pemeliharaan pohon penaung sangat penting untuk menunjang penyerbukan, terutama pada jenis kopi Robusta.

Kata kunci : Pemangkasan, tanaman kopi, pohon penaung

ABSTRACT

Pruning is an activity of cultural practices that should be applied regularly to get healthy and productive coffee trees. Parts of plant removed are those above-ground elements that may be due to disease infested, non-productive, and unwanted portion of coffee plant. The objective of pruning is to avoid growing tall of main trunk, avoid unnecessary competition for nutrients, remove weak branches that will not yield or a little, avoid high humidity and fungus development through better air circulation, create better access to the core of the trees when spraying pesticide and generate new branches. Pruning in coffee growing is generally divided into two systems, namely capped multi-stem and capped single-stem. The choices of pruning applied will be affected by ecological condition and type of coffee trees which are grown. Similarly, pruning or thinning may also be applied onto shade trees used in coffee cultivation. It is also an important activity in coffee growing. The main role of shade trees is to regulate light intensity reaching the canopy surface of coffee trees in optimum way, generally about 65 per cent. The existence of the shade trees in coffee cultivation it is therefore necessary to be taken into account carefully otherwise the light intensity may be too high or too low, so the optimum yield of coffee bean may not be gained. Air circulation partly generated from regulated pruning of shade trees may affect pollination process, mainly for Robusta coffee type.

Keywords: *Coffee trees, pruning, shade trees*

PENDAHULUAN

Pemangkasan tanaman kopi dan pemeliharaan pohon penaung merupakan tindakan kultur teknis yang secara teratur perlu dilakukan supaya tanaman kopi mampu tumbuh sehat dan produktif. Kegiatan pemangkasan menjadi bagian penting dalam budidaya kopi karena akan berkaitan langsung dengan penyediaan cabang-cabang buah sebagai modal utama usahatani kopi. Pemangkasan adalah kegiatan memotong atau membuang bagian-bagian tanaman yang tidak dikehendaki. Bagian tanaman yang dibuang

dapat berupa cabang yang telah tua, cabang kering dan cabang-cabang lain yang tidak berguna.

Pemangkasan bertujuan supaya tanaman kopi tetap rendah sehingga memudahkan perawatan dan pemanenan, memperoleh cabang-cabang buah baru secara terus menerus, memudahkan cahaya matahari masuk dan melancarkan sirkulasi udara dalam tajuk tanaman. Selain itu, untuk mempermudah pengendalian hama penyakit dan mengurangi *biennial bearing* serta risiko terjadinya pembuahan berlebih (*overbearing*)

yang dapat menyebabkan mati pucuk (*dieback*) (Raharjo, 2012).

Buah kopi terbentuk pada cabang-cabang lateral (primer atau sekunder) yang merupakan produk pertumbuhan vegetatif. Sebaliknya, pertumbuhan vegetatif juga dapat dipengaruhi oleh pertumbuhan generatif. Oleh sebab itu, perlu adanya keseimbangan optimal antara pertumbuhan vegetatif dan generatif. Pemangkasan pada dasarnya bertujuan untuk mengatur pertumbuhan vegetatif kearah pertumbuhan generatif yang lebih produktif. Dengan kata lain mengatur tanaman kopi agar tidak hanya menghasilkan banyak cabang dan daun, tetapi juga buah yang banyak.

Untuk itu, tindakan pemangkasan diarahkan antara lain: (a) memperoleh cabang-cabang buah baru secara kontinyu dalam jumlah optimal, (b) mempermudah masuknya cahaya masuk ke dalam tajuk tanaman untuk merangsang pembentukan bunga, (c) memperlancar sirkulasi udara, guna mengintensifkan penyerbukan, (d) membuang cabang-cabang tua yang tidak/kurang produktif, supaya unsur hara dapat didistribusikan ke bagian cabang-cabang muda yang lebih produktif, (e) membuang cabang-cabang yang terserang hama dan penyakit agar tidak menjadi sumber infeksi, dan (f) mendapatkan pohon kopi yang rendah agar memudahkan pemeliharaan dan pemanenan.

Aspek lain yang tidak kurang pentingnya adalah pemeliharaan pohon penaung. Eksistensi pohon penaung diperkirakan cukup lama, yaitu seumur tanaman kopi itu sendiri ketika mulai dibudidayakan. Secara tradisional tanaman kopi ditanam bersamaan dengan pohon lain sebagai penaung. Setelah ditemukan varietas kopi toleran penyinaran penuh matahari pada tahun 1950an, cara budidaya kopi tradisional mulai tergeser atau setidaknya berkurang, digantikan oleh cara budidaya modern tanpa

pohon penaung. Namun introduksi varietas kopi unggul produksi dan toleran penyinaran penuh, belum sepenuhnya menggeser budidaya tradisional dengan berbagai alasan.

Sebagian petani atau pemerhati lingkungan, tetap lebih menyukai cara tradisional karena dianggap lebih ramah lingkungan. Cara budidaya tanpa penggunaan pohon penaung diyakini dapat meningkatkan risiko terjadi bahaya erosi, kehilangan keragaman hayati, dan ekonomi biaya tinggi. Yang terakhir ini diasosiasikan dengan meningkatnya jumlah penggunaan pupuk dan pestisida sebagai konsekuensi potensi produksi yang tinggi (Muschler, 2001). Perdebatan panjang mengenai manfaat pohon penaung bagi tanaman kopi ataupun lingkungan sekitar terus berlangsung dengan alasan yang beragam (Muleta *et al.*, 2011).

Tujuan penulisan ini adalah mengulas secara umum mengenai pemangkasan tanaman kopi dan peran pohon penaung dalam budidaya tanaman kopi di Indonesia.

PEMANGKASAN TANAMAN KOPI

Pemangkasan adalah proses pembuangan bagian tertentu tanaman kopi di atas permukaan tanah. Bagian tanaman yang dibuang adalah bagian yang terkena hama-penyakit dan yang tidak produktif atau tidak diinginkan (Gambar 1). Tujuannya adalah untuk menghindari terjadinya kompetisi dalam pemanfaatan hara, membuang cabang-cabang yang tidak atau sedikit menghasilkan buah, menghindari kelembaban udara tinggi dan perkembangan jamur melalui perbaikan sirkulasi udara, memudahkan pemeliharaan tanaman seperti penyemprotan pestisida, mengurangi risiko kerusakan tanaman ketika hujan lebat atau angin kencang dan stimulasi pembentukan cabang-cabang baru.



Gambar 1. Pemangkasan tanaman kopi

Bagian tanaman yang dibuang atau dipangkas adalah dapat berupa cabang orthotrop (tumbuh vertical) dan cabang plagiotrop (tumbuh horizontal). Tunas yang paling atas dari cabang orthotrop adalah yang bertanggung jawab terhadap tinggi tanaman. Setiap pasang daun kopi terdapat dua macam tunas, yaitu tunas seri (*serial buds*) dan sebuah tunas ekstra aksileri (*an extra-auxiliary bud*). Selanjutnya, tunas seri pada batang berkembang menjadi tunas orthotrop, sedangkan tunas aksileri berkembang menjadi cabang horizontal, yang disebut cabang primer apabila keluar (tumbuh) dari batang.

Pada cabang-cabang primer juga akan tumbuh pasangan-pasangan daun yang mengandung tunas seri dan aksileri, selanjutnya berkembang menjadi cabang-cabang sekunder yang menghasilkan buah. Cabang-cabang sekunder tersebut juga berkembang membentuk cabang tersier. Oleh sebab itu, semakin banyak cabang terbentuk semakin besar potensi buah kopi yang dihasilkan. Cabang primer yang telah dipangkas (dibuang) tidak dapat diganti dengan yang baru. Penghilangan (pembuangan) tunas-primer akan menghasilkan sejumlah cabang plagiotrop, sedangkan pembuangan ujung cabang primer akan menghasilkan cabang sekunder.

Menurut Raharjo (2012) tujuan pemangkasan pada batang dan cabang yaitu agar tanaman kopi tidak terlalu tinggi tidak terlalu rimbun dan teratur sehingga tidak mudah terserang penyakit, lebih banyak dan mudah dalam melakukan pemanenan. Pemangkasan pada batang dan cabang bertujuan agar tanaman kopi tidak terlalu tinggi, tidak terlalu rimbun dan teratur sehingga tidak mudah terserang penyakit, buah yang dihasilkan lebih banyak dan mudah dalam melakukan pemanenan.

Pemangkasan dapat dilakukan selama panen sambil menghilangkan cabang-cabang yang tidak produktif, cabang liar maupun yang sudah tua. Cabang produktif dipangkas agar unsur hara yang diberikan dapat tersalur kepada batang-batang yang lebih produktif. Buah kopi akan muncul pada percabangan sehingga perlu diperoleh cabang yang banyak. Pemangkasan dilakukan dengan tetap menjaga keseimbangan agar tanaman tidak hanya menghasilkan banyak cabang saja (pertumbuhan vegetatif) tetapi juga banyak menghasilkan buah. Jika ditinjau dari waktu pemangkasan dilakukan pada awal atau akhir musim penghujan setelah pemupukan menggunakan gergaji untuk memangkas

batang yang cukup besar dan gunting pangkas untuk memangkas batang atau cabang yang agak kecil.

BIOEKOLOGI

Jenis-jenis Pemangkasan

Pertumbuhan tanaman kopi berkembang dalam dua arah, yakni ke atas (orthotrop) dan ke samping (plagiotrop). Pemangkasan tanaman kopi biasanya dibedakan menjadi dua macam, yaitu pemangkasan berbatang tunggal (*single stem*) dan pemangkasan berbatang ganda (*multiple stem*). Pemilihan kedua sistem pemangkasan dipengaruhi oleh kondisi ekologis dan jenis kopi yang ditanam.

Sistem pemangkasan berbatang tunggal lebih sesuai untuk jenis-jenis kopi yang banyak membentuk cabang-cabang sekunder seperti kopi arabika. Sistem pemangkasan ini lebih diarahkan pada pengaturan peremajaan cabang. Sementara itu, pemangkasan berbatang ganda lebih diarahkan pada peremajaan batang. Sistem ini umumnya kurang sesuai bagi tanaman-tanaman tua yang telah lemah daya regenerasinya. Pemangkasan berbatang ganda umumnya kurang bersifat individual. Perkebunan-perkebunan besar di Indonesia pada umumnya menggunakan sistem berbatang tunggal, sedangkan perkebunan kopi rakyat menggunakan sistem berbatang ganda. Kedua sistem tersebut dapat dibedakan tiga macam pemangkasan, yaitu pemangkasan bentuk, pemangkasan produksi (pemangkasan pemeliharaan) dan pemangkasan rejuvenasi (peremajaan).

1. Pemangkasan berbatang tunggal

Pada sistem pemangkasan berbatang tunggal, tanaman kopi hanya dipelihara satu batang pokok dengan tinggi tertentu dan memelihara cabang-cabang plagiotrop sebagai cabang-cabang produktif. Pelaksanaan pemangkasan bersifat individual, yaitu memperhatikan pohon demi pohon, terutama pertumbuhan cabang-cabang plagiotrop. Cabang-cabang plagiotrop yang tidak produktif diremajakan untuk mendapatkan cabang baru yang lebih produktif. Peremajaan cabang-cabang merupakan inti dari sistem pemangkasan berbatang tunggal. Pada cara pemangkasan berbatang tunggal tanaman kopi mengalami tiga fase pemangkasan yaitu pemangkasan bentuk, pemangkasan produksi dan pemangkasan rejuvenasi. Pemangkasan bentuk dalam budidaya kopi bertujuan membentuk kerangka tanaman yang kuat dan

seimbang. Pemangkasan produksi bertujuan untuk menjaga keseimbangan kerangka tanaman yang telah diperoleh melalui dari pemangkasan bentuk. Pemangkasan rejuvenasi bertujuan untuk memperoleh batang muda.

a. Pemangkasan bentuk

Pemangkasan bentuk dilaksanakan pada tanaman yang masih muda, yaitu pada umur 1-2 tahun dengan tujuan membentuk kerangka tanaman yang kuat dan seimbang. Pelaksanaan dari pemangkasan bentuk terdiri dari pemenggalan batang (topping) dan pemangkasan (penyunatan) beberapa cabang primer.

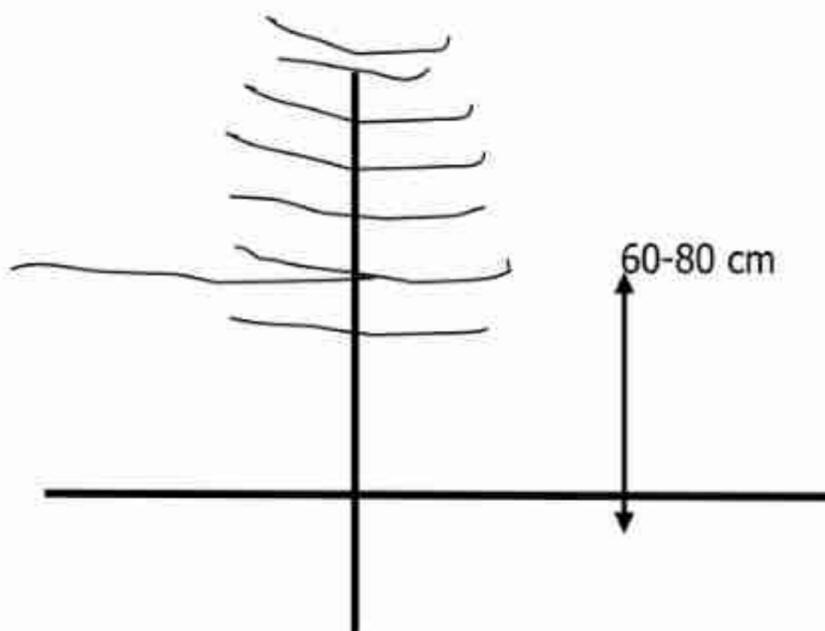
Pemenggalan batang bertujuan agar tanaman tidak menjadi terlalu tinggi, pertumbuhan cabang-cabang lateral lebih kuat dan lebih panjang, dan pertanaman lebih cepat menutup. Tinggi pemenggalan tanaman kopi bervariasi dari 1,0 sampai 2,5 m tergantung pada jenis dan pertumbuhan kopi. Semakin cepat dan kuat pertumbuhan, semakin tinggi tempat pemenggalan.

Pemangkasan cabang primer bertujuan mendorong terbentuknya produksi cabang primer dalam jumlah cukup banyak dengan bentuk percabangan kuat, letak teratur dan arahnya tersebar. Cabang primer yang akan disunat harus dipilih sehingga letaknya teratur, tidak saling menutupi satu dengan yang lain dan arahnya tersebar. Sampai saat ini masih terdapat cara yang berbeda, tergantung

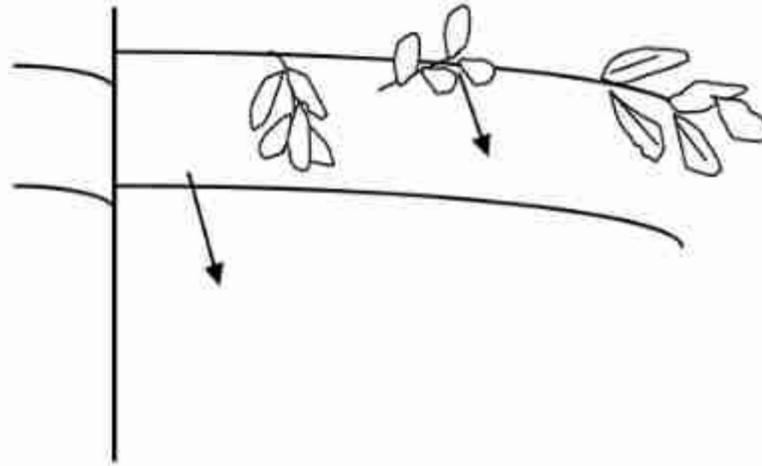
kondisi kebun kopi. Salah satu teknik yang digunakan adalah untuk cabang primer yang tumbuh 60 - 80 cm dari permukaan tanah dipangkas (dipotong) dengan jarak 2-3 ruas dari batang. Selanjutnya, secara berturut-turut disesuaikan dengan pertumbuhan, 2-3 cabang, sedangkan untuk 2 cabang primer paling atas (terhitung dari tempat pemenggalan), masing-masing dipangkas pada jarak 1 dan 2 ruas dari batang. (Gambar 2). Dari cabang-cabang yang telah dipotong tersebut akan tumbuh cabang-cabang reproduksi, sehingga tanaman tidak berbentuk payung setelah cabang-cabang bagian bawah habis berbuah. Dengan cara ini, produksi tahun pertama akan berkurang, tetapi dapat diimbangi oleh produksi tahun-tahun berikutnya yang lebih tinggi. Sistem ini dikenal dengan "sistem spiral" (Yahmadi, 2007).

b. Pemangkasan produksi

Pemangkasan produksi meliputi pemangkasan cabang-cabang yang tidak produktif biasanya tumbuh pada cabang primer, dan cabang balik, cabang cacing (adventif), pemangkasan cabang-cabang tua yang tidak produktif biasanya telah berbuah 2-3 kali. Hal ini bertujuan agar dapat memacu pertumbuhan cabang-cabang produksi. Apabila tidak ada cabang-cabang reproduksi, cabang tersebut harus dipotong juga agar unsur hara dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan cabang lain yang lebih produktif (Gambar3).



Gambar 2. Pemangkasan bentuk
(Sumber: Yahmadi, 2007)



Gambar 3. Pemangkasan cabang-cabang tua
(Sumber: Yahmadi, 2007)



Gambar 4. Tanaman kopi muda hasil rejuvenasi

Pemangkasan wiwilan, harus dilakukan pada waktu masih kecil, pada interval 2 minggu pada saat musim hujan dan atau 4 minggu pada saat musim kemarau. Pemangkasan juga dilakukan terhadap cabang yang terserang hama hal ini agar tidak menjadi sumber inang.

c. Pemangkasan rejuvenasi

Pemangkasan rejuvenasi pada tanaman kopi merupakan salah satu cara/usaha dalam merehabilitasi pertanaman kopi yang sudah tua dan produksi rendah atau kondisi habitus tanaman rusak. Untuk lokasi kebun yang banyak tanaman mati (lebih 50%) sebaiknya dibongkar dan dilakukan penanaman ulang (*replanting*).

Pemangkasan ini dilakukan terhadap batang pada tinggi ± 50 cm, pada menjelang musim hujan. Apabila batang nampak "halus",

biasanya wiwilan sukar keluar, kurang lebih 1 tahun sebelum dilakukan rejuvenasi tanaman harus dipotong. Tujuan penting rejuvenasi adalah memperlunakkan batang dan memperbaiki mutu bahan tanaman (disambung dengan klon yang lebih unggul).

Tunas-tunas baru (wiwilan) banyak tumbuh tetapi sebaiknya dipelihara 1 sampai 2 tunas yang baik dan sehat pertumbuhannya untuk disambung. Dalam rangka mengurangi wiwilan harus dilakukan secara bertahap karena stump masih banyak memerlukan organ asimilasi (daun). Untuk mencegah agar daun wiwilan tidak menjadi "kerupuk" karena arus cairan zat hara berlebihan, maka akar stump dapat dipotong dengan pencangkulan. Agar produksi tidak menurun secara drastis, maka pemangkasan rejuvenasi hendaknya dilakukan pada akhir tahun panen besar.

2. Pemangkasan berbatang ganda

Sistem pemangkasan berbatang ganda umumnya dilakukan pada perkebunan kopi rakyat (sebagian besar kopi robusta) dengan pemeliharaan tanaman kurang intensif. Sifat pertumbuhan kopi robusta pada umumnya cenderung berbatang banyak. Pemangkasan bentuk ditujukan untuk pembentukan suatu tunggul penyangga (*supporting stump*).

Pemangkasan produksi bertujuan untuk peremajaan batang, baik secara periodik maupun secara insidental. Beberapa teknik dalam upaya membentuk tunggul penyangga dan batang-batang tersebut adalah: (a) memelihara beberapa wiwilan pada pangkal batang pokok (metode banyuwangi), (b) melenturkan batang pokok atau menanam batang pokok dengan arah miring (metode toraja), (c) merundukkan batang pokok (metode agobiada), dan (d) menunggul batang pokok (metode kandelaber). Selain itu, juga dikenal metode lain, yaitu peremajaan tidak dilakukan pada batang, tetapi pada pohon (berbatang ganda) sebagai kesatuan (metode beaumont-fukunaga).

a. Metode banyuwangi

Saat tanaman kopi berumur ± 1 tahun dipelihara 2-4 batang, yang tumbuhnya saling berhadapan pada pangkal batang (Gambar 5). Pada metode ini terdapat 2 variasi, yaitu dengan dan tanpa pemenggalan. Pelaksanaan

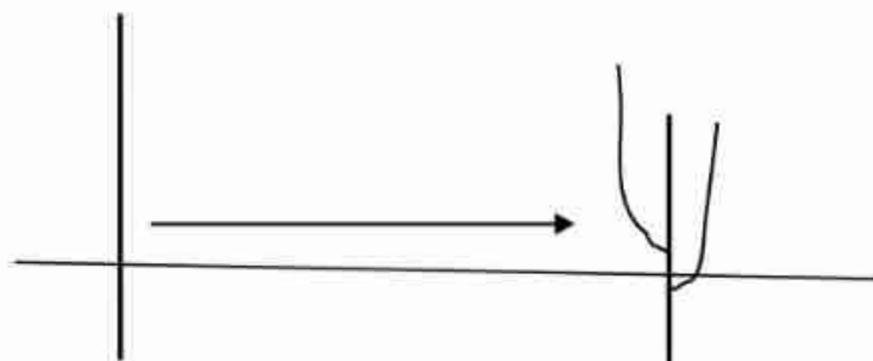
peremajaan dilakukan secara bertahap terhadap batang tanaman kopi yang produksinya sudah menurun.

b. Metode toraja

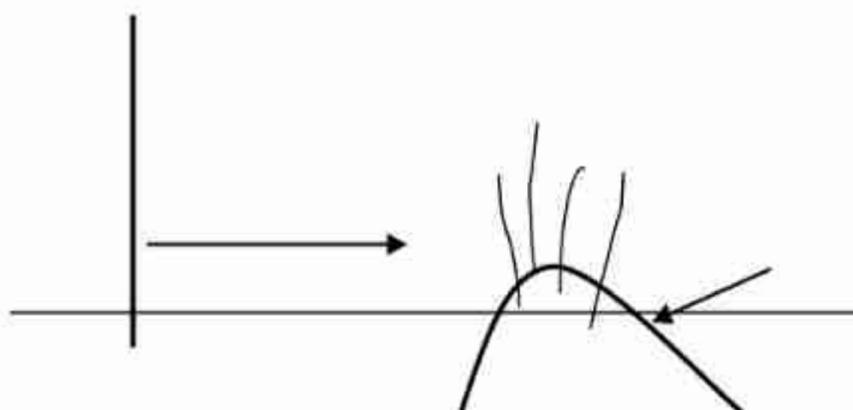
Metode ini dilakukan di tanah toraja (Sulawesi Selatan) mulai awal abad ke-2. Tanaman kopi yang telah berumur 1 tahun dicondongkan 45-60° dengan membuat lubang pada sisi pangkal batang. Untuk mendapatkan tunas baru, lubang tersebut ditimbun agar pohon tetap dalam posisi condong. Batang pokok kemudian dipotong setelah keluar 3-4 batang (wiwilan). Metode lain yang hampir sama adalah metode "verga" (di Angola dan Sam Thome), yaitu pohon dicondongkan dengan tali yang dikaitkan pada pasak di tanah. Pelaksanaan peremajaan dilakukan secara periodik (metode verga) atau insidental (metode toraja).

c. Metode agobiada

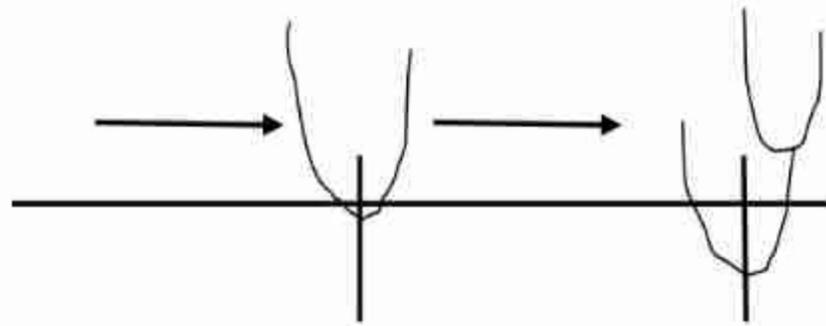
Ketika tanaman kopi berumur 1,5 - 2 tahun, pohon dirundukkan dan ditahan ujungnya dengan tali pada pasak di tanah (Gambar 6). Kemudian, setelah keluar tunas (wiwilan) batang utamanya dilakukan pemotongan. Peremajaan ini dilakukan secara bertahap. Di beberapa negara seperti Tanzania, Porto Rico (dikenal dengan nama "agobiamento"), Guetemala dan Colombia menerapkan metode ini.



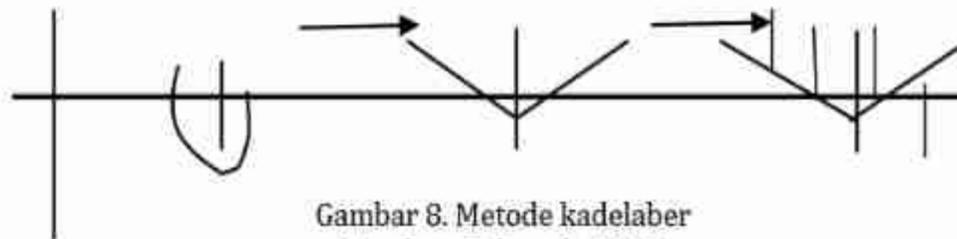
Gambar 5. Metode banyuwangi (Sumber: Yahmadi, 2007)



Gambar 6. Metode agobiada (Sumber: Yahmadi, 2007)



Gambar 7. Metode kandelaber (ditunggul)
(Sumber: Yahmadi, 2007)



Gambar 8. Metode kadelaber
(Sumber: Yahmadi, 2007)

d. Metode kandelaber

Pada metode ini terdapat 2 variasi yaitu: (1) dengan penunggulan, dan (2) dengan penunggulan diikuti perundukan. Untuk variasi pertama, bibit dilakukan pemotongan setinggi 20-30 cm pada umur 3-4 bulan. Begitu juga terhadap wiwilan yang kemudian keluar, sehingga diperoleh 4 atau 8 buah batang (Gambar 7).

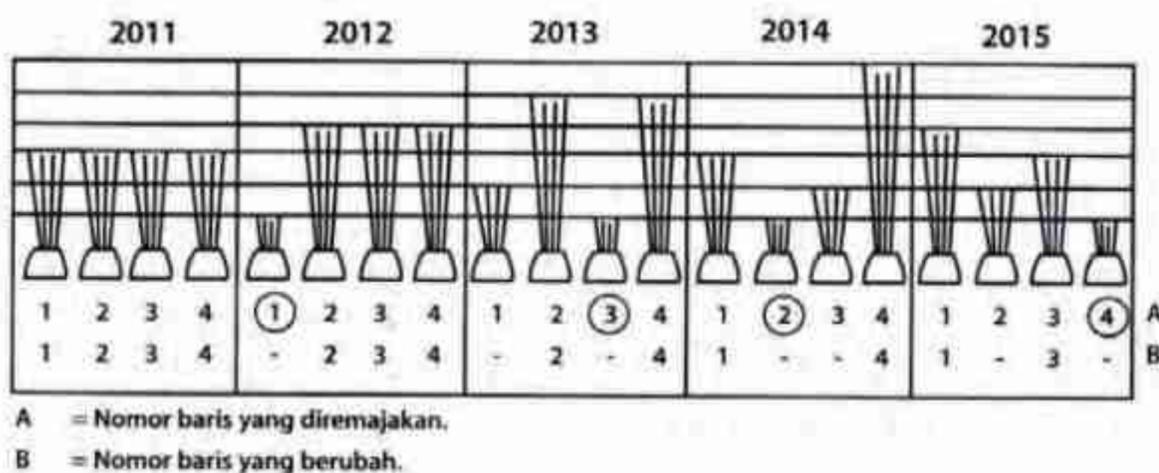
Cara ini banyak digunakan pada tanaman kopi di Costa Rica, meskipun sekarang kurang disukai karena letak batang terlalu berdekatan. Pada variasi kedua, tanaman dipotong setinggi 30-40 cm pada umur ± 1 tahun. Dua buah batang (wiwilan) yang kemudian dipotong setelah tumbuh wiwilan di atasnya (Gambar 8).

e. Pemangkasan beaumont-fukunaga (B-F)

Pemangkasan B-F banyak digunakan di Brasil dan Porto Rico merupakan sistem paling up-to-date yang pada awalnya dikembangkan pada kopi arabika di Hawaii. Ditinjau dari segi pemangkasan bentuk pembentukan rumpun berbatang ganda,

pemangkasan B-F termasuk metode kandelaber. Namun demikian, apabila ditinjau dari segi pemangkasan produksi maupun peremajaan, pemangkasan ini merupakan metode tersendiri.

Tanaman kopi berumur 1-2 tahun dilakukan penunggulan setinggi satu kaki, dan pada tunggul tersebut dipelihara 4 buah batang yang tumbuh keatas (vertikal). Pelaksanaan pemangkasan peremajaan dilakukan setelah rumpun berbuah satu kali, dengan cara memotong batang-batang rumpun pada tinggi 10-20 cm di atas tempat pemotongan sebelumnya. Peremajaan ini dilakukan dalam satuan-satuan yang terdiri atas 4 barisan, dengan rumus 1-3-2-4, sesuai dengan nomor urut barisan rumpun (pohon) di dalam pertanaman. Tanaman kopi tersebut akan berbuah paling lambat pada tahun ke-3 setelah pemangkasan. Tiap satuan barisan (4 barisan) selalu terdapat paling tidak 2 barisan yang berbuah, dan masing-masing barisan memperoleh kesempatan berbuah minimal 2 kali sebelum dipangkas (Gambar 9).



Gambar 9. Pemangkasan B-F dengan rumus 1-2-3-4
(Sumber: Raharjo, 2012)

PEMELIHARAAN POHON PENAUNG

Jenis pohon penaung

Eksistensi atau peran pohon penaung dalam budidaya tanaman kopi ditanggapi secara beragam. Seperti telah disebutkan di atas bahwa berdasarkan sejarah perkembangannya, secara tradisional tanaman kopi ditanam bersamaan dengan pohon lain sebagai penaung. Sebagian petani dan/pemerhati lingkungan, lebih menyukai cara tradisional karena dianggap lebih ramah lingkungan. Sebagian petani yang lain, menggunakan pohon penaung kopi tertentu lebih karena alasan nilai ekonomi lokal yang dihasilkan, misal buahnya (Rice, 2011; Mendez *et al.*, 2010; Garrity, 2004; Garrity dan Cooke, 2010; Perfecto *et al.*, 2007; Philpott *et al.*, 2007), kayunya (Rice, 2008, 2011); Albertin dan Nair, 2004), kepentingan *biodiversity* (Chazdon *et al.*, 2009), bahkan diasosiasikan dengan meningkatnya jumlah penggunaan pupuk dan pestisida sebagai konsekuensi potensi produksi yang tinggi (Muschler, 2001). Untuk tujuan jangka panjang, peran pohon penaung adalah untuk mempertahankan hasil kopi dengan mereduksi *over-bearing* dan resiko mati ranting (Bote dan Strulk, 2011). Lebih jauh, penaungan juga untuk menunda pematangan buah kopi, sehingga biji (*bean*) lebih berisi (padat) dan ukuran lebih besar. Dengan demikian, kualitas biji kopi yang dihasilkan menjadi lebih baik. Perdebatan mengenai manfaat pohon penaung bagi tanaman kopi ataupun lingkungan sekitar terus berlangsung dengan alasan yang beragam.

Pohon penaung dalam budidaya tanaman kopi dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu penaung sementara dan penaung tetap (Puslitkoka, 2006). Penanaman penaung sementara bertujuan memberikan naungan pada tanaman kopi sebelum pohon penaung tetap dapat berfungsi dengan baik (belum cukup besar). Beberapa jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai naungan sementara seperti *Mogania macrophylla*, *Leucaena glauca*, *Crotalaria anagyroides*, *Crotalaria usaramoensis*, *Tephrosia candida*, *Desmodium gyroides*, dan *Acacia villosa*. Untuk lahan endemik nematoda, disarankan menggunakan *Crotalaria* sp. Untuk daerah yang memiliki ketinggian di atas 1000 m disarankan menggunakan *Tephrosia* sp yang pertumbuhannya lebih cepat (Yahmadi, 2007).



Gambar 10. Pohon naungan kopi

Pohon penaung tetap antara lain sengon, lamtoro, dan mindi (Gambar 10). Tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan tanaman suku Leguminosae yang tumbuh cepat, toleran tanah marginal, tajuknya meneruskan cahaya (transparan) dan kayunya bernilai tinggi (Heyne, 1987). Tanaman ini berpeluang baik digunakan untuk penaung kopi serta konservasi lingkungan di kebun. Pohon Sengon hanya dipakai di tempat-tempat tinggi (di atas 1000-1500 m). Pohon lamtoro biji (*L. glauca*) telah banyak di ganti (ditempel) dengan jenis-jenis lamtoro yang tidak berbiji, yang juga mempunyai pertumbuhan lebih cepat dan menghasilkan kayu pangkasan lebih banyak. Mindi (*Melia azedarach*), akhir-akhir ini banyak diusahakan pekebun di Jawa Timur sebagai penghasil kayu dan juga untuk konservasi lingkungan. Pertumbuhannya cepat, tajuknya meneruskan cahaya difus dan daunnya untuk sementara kurang disukai ternak. Peluangnya digunakan sebagai penaung kopi belum diketahui, demikian pula dampaknya pada perubahan sifat fisiko-kimia tanah serta nilai pendapatan yang dapat diperoleh pekebun.

Lamtoro (*Leucaena* sp.) yang ditanam rapat dengan jarak antara baris satu meter, mampu menghasilkan pupuk hijau sebanyak 120 ton/ha/tahun sehingga dapat menyumbang 1.000 kg nitrogen, 200 kg asam fosfat dan 800 kg potasium, berturut-turut setara dengan 50 kg ammonium sulfat, 50 kg super fosfat dan 50 kg potasium muriate. Fiksasi N atmosfer menambah kesuburan tanah, murah dan tidak mengganggu lingkungan (Padmowijoto, 2004). Pada tempat yang tinggi (di atas 1000-1500 m), dimana lamtoro biji (*L. glauca*) telah banyak di ganti dengan jenis-jenis lamtoro yang tidak berbiji, juga mempunyai pertumbuhan lebih cepat dan menghasilkan kayu pangkasan lebih banyak. Klon lamtoro yang tahan terhadap hama kutu loncat adalah PG 79, sangat baik

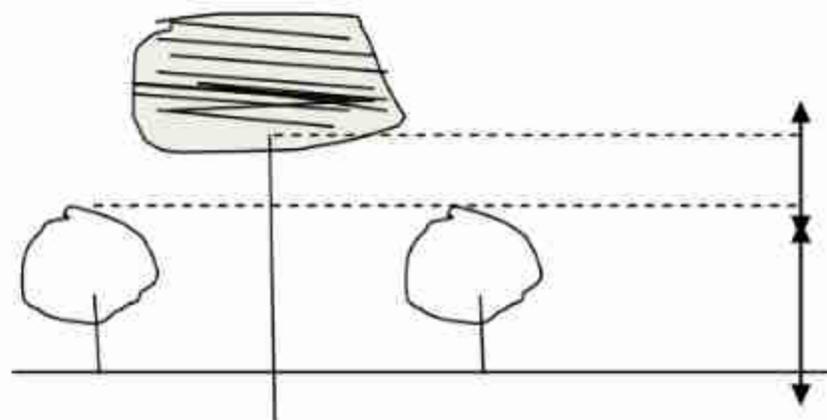
digunakan sebagai penangung tetap tanaman kopi.

Dalam pengelolaan pohon naungan tetap umumnya dilakukan melalui pemangkasan. Tujuan pengaturan naungan adalah pertama memberi cukup cahaya matahari dan merangsang pertumbuhan primordia bunga. Primordia bunga terbentuk pada akhir musim hujan dan awal musim hujan dan awal musim kemarau (April-Juni). Kedua, mempermudah sirkulasi udara pertanaman. Bila cabang pohon naungan terlalu rendah dan rimbun, udara sukar beredar. Peredaran udara penting untuk penyerbukan (pollination), terutama bagi pertanaman robusta klonal (Menyerbuk-silang); dan mengurangi kelembaban udara yang tinggi selama musim hujan. Bila terlalu lembab banyak buah gugur bisa mencapai 20-30%.

Cara pemangkasan

a. Pemangkasan bentuk

Untuk pangkasan bentuk diusahakan agar tinggi percabangan ± 2 kali tinggi pohon kopi, untuk memperlancar peredaran udara (Gambar 11).



Gambar 11. Tinggi percabangan pohon naungan (Sumber: Yahmadi, 2007)

Semakin tinggi pohon kopi, semakin dipertinggi letak percabangan pohon penangung. Cabang-cabang di bagian bawah juga harus sering dipangkas (dibuang). Agar percabangan segera mencapai tinggi yang dikehendaki, cabang-cabang bagian bawah harus sering dipangkas. Pada pertanaman kopi dewasa, tinggi percabangan pohon naungan harus berkisar 3,0-3,5 m. Letak cabang harus menyebar, supaya mahkota lebih melebar dan memberi cahaya diffus.

b. Pemangkasan pengaturan

Pemangkasan pengaturan naungan terdiri atas pemenggalan dan rempesan. Waktu pemenggalan dilakukan pada awal musim hujan, dengan memotong batang ("memronggol") 50% dari jumlah pohon naungan. Pemenggalan ini dilakukan secara bergantian tiap tahun, secara selang seling baik secara larikan atau silangan. Untuk kopi robusta sambungan (klonal), pemenggalan sebaiknya dilakukan secara silang untuk mendorong arah angin memotong barisan-barisan klon yang berlainan. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah penyerbukan bersilang (Gambar 12).



Gambar 12. Pemenggalan pohon naungan (Sumber: Yahmadi, 2007)

- O = Kopi
- ♦ = Lamtoro dipenggal
- X = Lamtoro tidak dipenggal
- ← = Arah angin



A



B

Gambar 13. Penaung (A) sebelum dipangkas dan (B) setelah dipangkas

Pada umumnya pertumbuhan pohon penaung waktu musim hujan banyak tumbuh cabang tumbuh. Oleh karena itu, sebaiknya dilakukan perempasan pada akhir musim hujan. Hal ini bertujuan untuk merangsang pembentukan primordia bunga kopi. Rempasan ini ditujukan terutama terhadap pohon-pohon yang tidak dipenggal, tetapi juga terhadap pohon-pohon yang telah dipenggal pada awal musim hujan apabila pertumbuhan cabang-cabang terlalu lebat.

c. Penjarangan

Ketika kanopi tanaman kopi telah menutup dengan pertumbuhan yang baik, maka mereka memberi naungan terhadap satu sama lainnya, sehingga jumlah pohon naungan dapat dijarangkan. Intensitas penjarangan tergantung kondisi pohon penaung dan tata tanam serta jarak tanam kopi. Apabila digunakan lamtoro tempelan (misalnya PG 79), penjarangan dapat dilakukan hingga perbandingan antara jumlah

lamtoro dan pohon kopi menjadi 1 : 2 atau 1 : 4. Untukantisipasi kemungkinan terjadinya hal yang tidak dikehendaki, penjarangan ini dapat dilakukan dengan memotong lamtoro pada tinggi ± 1 m sehingga dalam keadaan darurat masih bisa ditumbuhkan kembali.

Staver *et al.* (2001) mengemukakan bahwa pada daerah-daerah berelevasi rendah atau pada daerah zona kering intensitas naungan sebesar 35-60% dapat mengurangi kerontokan daun pada saat musim kering dan mengurangi serangan penyakit karena jamur *Cercospora coffeicola* dan hama *Planacoccus citri*, tetapi dapat meningkatkan serangan penyakit *Hemileia vastatrix*.

Pengaruh interaksi jenis pohon penaung dengan tanaman kopi sangat tergantung pada perbedaan lingkungan tumbuh, varietas, dan manajemen pengelolaan kebun. Banyak hasil-hasil penelitian yang bersifat kontradiktif karena pengaruh ketiga faktor tersebut. Muschler dalam Beer *et al.* (1998) mengemukakan

bahwa manfaat yang akan diperoleh dengan penggunaan pohon penayang pada tanaman kopi tergantung pada banyak faktor. Namun tiga faktor penting yang perlu dipertimbangkan adalah (1) tujuan produksi, (2) ketersediaan input, dan (3) karakteristik lingkungan. Sejalan dengan itu, DaMatta (2004) mengemukakan bahwa apabila kopi ditanam pada tanah yang tidak bermasalah dengan pasokan unsur hara dan air yang optimal, maka kopi tanpa naungan akan memberi produksi lebih tinggi. Apabila kondisi kesuburan dan lingkungan kurang mendukung, kopi dengan pohon pelindung cenderung tetap berbuah dengan baik setiap tahun, sedangkan kopi tanpa pelindung akan berbuah lebat berseling dengan berbuah tidak lebat pada tahun berikutnya. Defisiensi hara, defisit air karena kemarau, dan terjadinya pembuahan yang lebat pada kopi tanpa pelindung akan membawa kepada kelelahan pohon kopi, dan dapat menyebabkan turunnya produksi tahun berikutnya. Pohon pelindung kopi dapat mengurangi faktor penyebab mati ranting pucuk.

PENUTUP

Pemangkasan tanaman kopi dan pemeliharaan pohon penayang merupakan dua di antara sejumlah komponen budidaya yang secara teratur perlu dilakukan agar tanaman kopi mampu tumbuh sehat dan produktif. Pemangkasan menjadi bagian penting dalam budidaya kopi karena berkaitan langsung dengan penyediaan cabang-cabang buah sebagai modal utama usahatani kopi. Pemangkasan bertujuan supaya tanaman kopi tumbuh dan berkembang tetap rendah sehingga memudahkan perawatan, memudahkan penetrasi cahaya matahari dan melancarkan sirkulasi udara dalam tajuk tanaman. Untuk berproduksi optimal, tanaman kopi membutuhkan pohon penayang sementara dan pohon penayang tetap. Penanaman penayang sementara bertujuan memberikan naungan pada tanaman kopi sebelum penayang pohon tetap dapat berfungsi baik, sedangkan pohon naungan tetap untuk memberi cukup cahaya matahari, merangsang pertumbuhan primordia bunga. Eksistensi pohon penayang harus dipelihara supaya memberi manfaat optimal bagi pertumbuhan, perkembangan, dan stabilitas produksi. Sirkulasi udara yang baik sangat penting untuk menunjang penyerbukan, terutama jenis kopi robusta (penyerbuk-silang).

DAFTAR PUSTAKA

- Albertin, A., and F. K. R. Nair. 2004. Farmers' perspectives on the role of shade trees in coffee production systems: an assessment from the Nicoya Peninsula, Costa Rica. *Human Ecol.* 32(4): 443-463
- Beer, J., R. Muschler, D. Kass, and E. Somarriba. 1998. Shade management in coffee and cacao plantation. *Agroforestry Syst.* 38 : 139-164.
- Bote, A. D., and P. C. Struik. 2011. Effects of shade on growth, production and quality of coffee (*Coffea arabica*) in Ethiopia. *Journal of Horticulture and Forestry* 3(11): 336-341
- Chazdon, R. L., C. A. Harvey, O. Komar, D. M. Griffith, B. G. Ferguson, M. Martinez-Ramos, H. Morales, R. Nigh, L. Soto-Pinto, M. van Breugel, S. M. Philpott. 2009. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in humanmodified tropical landscapes. *Biotropica* 41 (2): 142-153
- DaMatta, F. M. 2004. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee. *A review Field Crops Res.* 86: 99-114.
- Dewi, W. S. 2007. Dampak alih guna lahan hutan menjadi lahan Pertanian: Perubahan diversitas cacing tanah dan fungsinya dalam mempertahankan pori makro tanah. Disertasi. Pasca Sarjana, Universitas Brawijaya, Malang.
- Garrity, D. P. 2004. Agroforestry and the achievement of the Millennium Development Goals. *Agroforest. Syst.* 61: 5-17
- Garrity, D., and R. Cooke. 2010. The fruits of success: a programme to domesticate West and Central Africa's wild fruit trees is raising incomes, improving health and stimulating the rural economy. *Trees for Change*, No. 4. World Agroforestry Center, Nairobi, Kenya.
- Heyne, K. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Badan Litbang Kehutanan, Jakarta
- Mendez, V. E. C. M. Bacon, M. Olson, and K. S. Morris KS. 2010. Agrobiodiversity and shade coffee smallholder livelihoods: A review and synthesis of tens years of research in Central America. *The Prof Geogr* 62 (3): 357-376
- Muleta, D., F. Assefa, S. Nemomissa, and U. Granhall. 2011. Socioeconomic Benefits of Shade Trees In Coffee Production Systems In Bonga and Yayuhurumu Districts, Southwestern Ethiopia: Farmers' Perceptions. *Ethio. J. Educ. And Sci.* 1: 39-56
- Muschler, R. G. 2001. Shade improves coffee quality in sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforestry Syst.* 51 (2) : 131-139.
- Padmowijoto, S. 2004. Pengembangan Model Pertanian Terpadu. Workshop Agroforestry 2004, Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Perfecto I, I. Armbrecht, S. M. Philpott, L. Soto-Pinto, and T. V. Dietsch. 2007. Shade coffee and the stability of rainforest margins in northern Latin America. *In: Tscharnitke T, Leuschner C, Zeller M, Guhardja E, Bidin A (eds). The stability of tropical rainforest margins, linking ecological, economic and social constraints of land use and conservation. Springer Verlag, Berlin.* p. 227-263

- Philpott, S. M, P. Bichier, R. Rice, and R. Greenberg. 2007. Fieldtesting ecological and economic benefits of coffee certification programs. *Conserv. Biol.* 21 (4): 975-985.
- Puslitkoka. 2006. Pedoman Teknis Tanaman Kopi. 96 hlm. Jember.
- Raharjo, P. 2012. KOPI, Panduan Budidaya dan pengolahan Kopi Arabika dan Robusta. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rice, R. A. 2008. Agricultural intensification within agroforestry: The case of coffee and wood products. *Agric. Ecosyst. Environ.* 128: 212-218
- Rice, R. A. 2011. Fruits from shade trees in Coffee. *Agroforest. Syst.* DOI 10.1007/s10457-011-9385-4
- Staver, C., F. Guharay, D. Monterroso, R.G. Muschler, and J. Beer. 2001. Designing pest-suppressive multistrata perennial crop systems: Shade-grown coffee in Central America. *Agroforestry Syst.* 53 : 151-170.
- Yahmadi, M. 2007. Rangkaian Perkembangan dan Permasalahan Budidaya dan Pengolahan Kopi di Indonesia. Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia, Jawa Timur. 339 p.

POLATANAM CAMPURAN TANAMAN KOPI

MIXED INTERCROPPING IN COFFEE

Diby Pranowo dan Yulius Ferry

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
 Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
diby_pranowo@yahoo.com

ABSTRAK

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) merupakan tanaman tahunan yang tidak menggunakan lahan secara maksimum seperti pada tanaman semusim (jagung, kacang tanah, padi, kedelai, dan lain-lain) sehingga sangat memungkinkan untuk diusahakan secara bersamaan dengan komoditas lainnya dalam model polatanam campuran. Kondisi ini didukung oleh karakter tanaman kopi yang memerlukan tanaman penayang untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Penggunaan tanaman penayang sementara dan penayang tetap sangat memungkinkan menggunakan jenis tanaman produktif seperti pisang, keluwak, kayumanis dan lain sebagainya. Lahan kosong di antara tanaman kopi dan tanaman penayang sangat berpeluang untuk ditanami tanaman sela baik pada saat tanaman kopi belum menghasilkan ataupun setelah menghasilkan. Dengan menata tata ruang yang sesuai untuk masing-masing jenis tanaman yang sinergis diusahakan dalam bentuk polatanam campuran berbasis kopi, tidak hanya diperoleh optimalisasi penggunaan lahan, tetapi juga diperoleh ragam produksi dan pendapatan yang lebih banyak sehingga keberlanjutan usahatani kopi yang dilakukan akan lebih terjamin. Model polatanam campuran berbasis tanaman kopi dapat dilakukan dengan menggunakan tanaman semusim, tahunan atau kombinasi keduanya sehingga penggunaan lahan lebih efisien dan usahatani lebih terintegrasi. Untuk menjamin keberhasilan usahatani yang dilakukan, kegiatan pemeliharaan tanaman seperti penyulaman, pengendalian gulma, pemupukan, pemangkasan, pengendalian hama dan penyakit mutlak diperlukan agar produktivitas lahan dan tanaman tetap terjaga dan berkelanjutan.

Kata kunci : Model, polatanam campuran, semusim, tahunan, kopi

ABSTRACT

Coffee is a perennial crop which do not use land extensively, as opposite with annual plant such as maize, nut, rice, soya, etc, so that it is possible to cultivate it along with others by intercropping. This is supported by the characters of coffee which require shade plants to grow and develop properly. As temporary and permanent shade plants, it is possible to utilize productive plants such as banana, Pangium edule, cinnamon and others. Vacant land between coffee and shade plants can be use for others intercrop, both at before and after yielding stage. With appropriate spatial arrangement, intercropping coffee based will optimize land use, diversify productivity and increase farmers' income, thus the sustainability of coffee farming is guaranteed. Intercropping model of coffee based farming can use tanaman semusim and annual plants or the combination of both for efficient land use. To ensure its success, maintenance activities such as replanting, weed control, fertilization, pest and disease control and pruning is absolutely necessary in preserving land and crops productivity and sustainability.

Keywords : Model, multiple cropping, seasonal, annual, coffee

PENDAHULUAN

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) merupakan tanaman tahunan yang tidak menggunakan lahan secara optimum seperti pada tanaman semusim (jagung, kacang tanah, padi, kedelai, dan lain-lain). Selain itu tanaman kopi juga memerlukan tanaman penayang untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik sehingga sangat memungkinkan untuk

diusahakan secara bersamaan dengan komoditas lainnya dalam bentuk polatanam campuran. Pengembangan usahatani kopi secara monokultur, di awal pengusahaannya tidak akan memberikan pendapatan sampai tanaman kopi menghasilkan pada umur dua sampai tiga tahun setelah tanam. Kondisi ini mengakibatkan penggunaan lahan tidak efisien.

Penerapan usahatani kopi dengan model polatanam campuran baik pada tanaman yang belum menghasilkan maupun yang telah menghasilkan merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan, tidak hanya untuk meningkatkan tataguna lahan tetapi juga meningkatkan pendapatan petani. Model usahatani kopi dengan polatanaman campuran baik dengan tanaman pangan, hortikultura, pakan ternak, tanaman penaung yang produktif dan jenis tanaman lainnya yang sinergis akan dapat meningkatkan ketahanan usahatani yang dilakukan. Selain itu perkebunan kopi monokultur tanpa pohon pelindung dikelola secara intensif dengan menggunakan masukan tinggi agar produktivitas tinggi akan menuai kritik internasional karena dianggap merusak lingkungan (RDV-The World Bank, 2002 dalam Evizal *et al.*, 2009).

Tumpangsari adalah salah satu bentuk polatanam dengan menanam dua jenis tanaman atau lebih yang ditanam pada lahan yang sama secara simultan (Kadekoh, 2007). Keunggulan dari usahatani ini di antaranya adalah lebih terjaga keseimbangan biologis, diperoleh penganekaragaman hasil tanaman, kecilnya risiko kegagalan panen, membantu meningkatkan keuntungan dan stabilitas pendapatan petani per satuan luas per satuan waktu serta kesinambungan usahatani lebih terjamin. Sistem tumpang sari lebih aman dibanding sistem monokultur pada kondisi lahan marginal dengan kesuburan tanah rendah dan persediaan air yang tidak menentu pada tingkat input yang rendah (Van Hoof, 1987). Lebih lanjut Gomez dan Gomez (1983) mengemukakan bahwa sistem tanam ganda juga berperan untuk mencegah erosi karena pertanaman tumbuh menutup tanah, lebih besar menghemat air tanah dibanding dengan sistem pertanaman tunggal (Arifin, 1988), dan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan (Kadekoh, 2003). Tumpang sari juga memberikan layanan lingkungan yang positif, antara lain: (1) menambat karbon, (2) mengurangi kehilangan tanah karena erosi, (3) meningkat bahan organik dan unsur hara tanah melalui seresah dan fiksasi nitrogen kalau tanamannya legum, (4) menekan pertumbuhan gulma, dan (5) menimba unsur hara dari dalam tanah (Baon, *et al.* 2003). Prawoto (2008) melaporkan bahwa kerontokan daun pada tanaman pelindung berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kopi. Musim rontok daun pada musim kemarau pada pohon gamal dan dadap memberi layanan ekosistem berupa

pembungaan yang lebat pada perkebunan kopi di dataran tinggi (Evizal *et al.*, 2009).

Salah satu bentuk tumpangsari yang dapat diterapkan pada tanaman kopi adalah dengan menerapkan sistem polatanam campuran. Pola tersebut memiliki beberapa keunggulan serta keuntungan, di antaranya: (1) pemanfaatan lahan usahatani menjadi lebih efisien dan produktif, (2) meningkatkan produktivitas usahatani, (3) meningkatkan pendapatan usahatani, (4) pemakaian input usahatani lebih efisien, dan (5) pendapatan petani lebih terjamin sehingga risiko usahatani lebih kecil (Tarigan, 2003), dan berwawasan konservasi (Tarigan, 2005).

Polatanam campuran di antara kopi dapat dilakukan, baik dengan bermacam-macam jenis-jenis tanaman semusim maupun dengan tanaman tahunan. Jenis tanaman semusim yang diusahakan habitusnya tidak lebih tinggi dibanding tanaman kopi agar tidak menaungi tanaman kopi, seperti kacang tanah, kedelai, padi gogo, cabe, dan tanaman temu-temuan. Tanaman tahunan sebaiknya berfungsi juga sebagai tanaman penaung, baik penaung tetap seperti kayu manis, karet, kemiri sunan dan lain sebagainya, maupun penaung sementara seperti pisang. Tanaman semusim pada tanaman kopi dapat berupa tumpangsari dan tumpang gilir.

Usahatani kopi dengan model polatanam campuran ini perlu direncanakan dengan baik dalam menentukan jenis tanaman dan tata letak dari masing-masing jenis tanaman yang ditanam, agar tidak terjadi persaingan tumbuh dan dapat diusahakan secara berkesinambungan.

PENGATURAN TATA RUANG

Pengaturan tata ruang sangat penting dalam mengatur tata letak tanaman utama (kopi), tanaman penaung (naungan sementara dan penaung tetap) serta tanaman sela sebagai tanaman campuran yang akan diusahakan. Masing-masing jenis tanaman yang akan diusahakan harus diketahui terlebih dahulu karakter pertumbuhan dan perkembangannya serta fungsi dari masing-masing tanaman yang diusahakan dalam polatanam yang dirancang. Semua jenis tanaman yang diusahakan harus sinergis satu sama lain sehingga usahatani dapat memberikan keuntungan berkelanjutan. Pengaturan tata ruang pada model polatanam campuran berbasis tanaman kopi pada prinsipnya berkaitan erat dengan kebutuhan utama tanaman pokok (tanaman kopi) terhadap besarnya intensitas penyinaran

matahari yang harus diperoleh secara optimal, ketersediaan air dan hara sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman berlangsung normal.

Sistem perakaran tanaman campuran yang akan digunakan harus mempunyai perakaran yang berbeda zonanya dengan sistem perakaran kopi, seperti kedalaman dan panjangnya, agar tidak tumpang tindih dengan perakaran tanaman kopi. Untuk perakaran tanaman tahunan, pilih tanaman yang mempunyai perakaran lebih dalam dengan perakaran horizontal yang pendek, sedangkan tanaman semusim perakarannya lebih dangkal. Demikian juga dengan tajuknya, harus mempunyai tajuk yang letaknya berbeda. Pada tanaman tahunan sebaiknya tajuknya lebih tinggi dengan tingkat naungan >30%, sedangkan tanaman semusim tajuknya lebih rendah.

Pengetahuan tentang karakter masing-masing jenis tanaman yang akan diusahakan dalam bentuk polatanam campuran (tumpangsari) harus diketahui terlebih dahulu agar tidak terjadi antagonisme dan persaingan jika diusahakan secara bersamaan. Tanaman campuran yang mempunyai morfologi habitus yang lebih tinggi dapat berfungsi sebagai penabung tanaman kopi, tanaman ini mempunyai sifat membutuhkan sinar matahari langsung, sedangkan tanaman campuran yang mempunyai habitus lebih rendah, dipilih tanaman yang toleran terhadap naungan. Pemilihan ini dilakukan agar pemanfaatan cahaya menjadi lebih efektif. Demikian selanjutnya, dengan mengenal morfologi tanaman, pengaturan tata ruang pada tanaman campuran berbasis kopi lebih efektif (Tabel 1).

Penanaman tanaman sela di antara tanaman kopi dengan beberapa jenis tanaman yang sinergis merupakan salah satu usaha optimalisasi pemanfaatan lahan untuk meningkatkan produktivitas lahan melalui

diversifikasi tanaman. Dalam pertanaman tumpangsari, hasil tanaman secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan pertanaman monokultur apabila pemilihan kombinasi jenis tanaman yang ditumpangsarikan tepat (Leihner, 1978). Menurut Bakar dan Norman (1975) pertanaman tumpangsari dapat meningkatkan hasil sampai 62%. Keberhasilan tumpangsari sangat ditentukan oleh kombinasi jenis-jenis tanaman penyusun. Kombinasi 2 jenis tanaman atau lebih dengan umur tanaman yang tidak sama, kebutuhan cahaya matahari, CO₂, air, dan unsur hara maksimum dari masing-masing jenis tanaman terjadi pada waktu berbeda bila kedua jenis tanaman tersebut ditanam pada waktu bersamaan (IRRI, 1972). Dengan demikian kompetisi antar jenis tanaman dapat diperkecil atau ditiadakan. Masalah yang timbul adalah kebutuhan cahaya bagi tanaman sela menjadi terbatas sehingga dapat menaungi tanaman yang lebih rendah. Pengaturan saat tanam tanaman sela dimaksudkan agar tanaman sela yang ditanam lebih awal mendapatkan cahaya matahari cukup karena tanaman utama masih kecil sehingga ruang tumbuh masih terbuka. Sebaliknya, tanaman sela yang ditanam lebih lambat, cahaya matahari yang dibutuhkan berkurang karena mendapatkan naungan dari tajuk tanaman yang semakin lebar. Oleh karena itu, pada tahap pertumbuhan tanaman utama seperti ini harus dipilih jenis tanaman yang toleran terhadap penyinaran matahari rendah. Berbagai jenis tanaman temu-temuan cukup toleran dalam kondisi ini. Hasil penelitian Bedy dan Sriwulan (2002), produksi tanaman temu-temuan seperti jahe, kencur, temu lawak, temu ireng, kunyit dan lengkuas sebagai tanaman sela berturut turut, sebanyak 20,58; 4,10; 35,52; 15,45; 17,55 dan 16,70 ton/ha memberikan nilai tambah yang sangat berarti dalam usahatani yang dilakukan.

Tabel 1. Kemungkinan kombinasi beberapa sifat tanaman dalam sistem tumpangsari dengan tanaman utama kopi

No	Morfologis tanaman	Sifat morfologis tanaman		Keuntungan
		A	B	
1	Habitus	Tinggi	Rendah	Efektif penggunaan cahaya matahari
2	Perakaran	Dalam	Dangkal	Mengurangi kompetisi faktor tumbuh dalam tanah
3	Umur	Dalam	Genjah	Memperpendek waktu kompetisi
4	Jenis tanaman	Non Leguminosa	Leguminosa	Mengurangi kompetisi terhadap nitrogen
5	Geometrik	Erek	Horisontal	Efektif penggunaan cahaya matahari
6	Kebutuhan cahaya	Tinggi	Rendah	Efektif penggunaan cahaya matahari
7	Fase generatif	Lambat	Cepat	Kompetisi yang kuat dapat dihindari

Sumber: Data diolah

POLATANAM KOPI DENGAN TANAMAN TAHUNAN

Pada polatanam ini tanaman tahunan difungsikan sebagai tanaman pelindung kopi. Tanaman pelindung kopi dapat dibagi menjadi tanaman pelindung tetap dan tanaman pelindung sementara. Tanaman pelindung tetap adalah tanaman yang berumur panjang, lebih tinggi, sebagian penghasil buah atau penghasil kayu industri, sedangkan tanaman pelindung sementara, tinggi tanaman lebih rendah dari tinggi tanaman pelindung tetap, tetapi lebih tinggi, lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dengan tanaman kopi. Contoh polatanam ini adalah polatanam kopi + glirisida + kemiri sunan. Glirisida merupakan tanaman penanangan sementara, menunggu tanaman kemiri sunan lebih besar dan tinggi. Glirisida selain berfungsi sebagai penanang juga dapat menghasilkan sumber makanan ternak atau bahan organik untuk kompos. Polatanam tanam ini sebaiknya diintegrasikan dengan ternak. Tanaman kemiri sunan merupakan salah satu tanaman penghasil buah dan biji, dari biji tersebut menghasilkan minyak untuk bahan baku biodiesel. Kemiri sunan berumur tua juga menghasilkan kayu yang cukup baik kualitasnya. Tanaman kemiri sunan dan glirisida adalah tanaman yang mempunyai sifat menggugurkan daun sebagai sumber bahan organik tanah, gugur daun tersebut terjadi bersamaan dengan musim kemarau. Dinamika musim menggugurkan daun ini terbukti berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kopi (Evirizal *et al.*, 2009). Tanaman kopi secara alami tumbuh di bawah naungan (Prawoto, 2008). Musim gugur daun pada musim kemarau pada pohon glirisidiae memberikan layanan ekosistem berupa pembungaan yang lebat pada tanaman kopi (Evirizal *et al.*, 2009). Tetapi apabila pembentukan bunga yang lebat ini tidak diimbangi dengan ketersediaan unsur hara yang cukup, maka dapat merusak tanaman kopi.

Selanjutnya Prawoto (2008) melaporkan bahwa tanaman kopi yang diberi penanang glirisidiae mempunyai jumlah cabang primer yang berbuah dan jumlah buah per dompol yang lebih banyak. Komponen produksi seperti jumlah buah per dompol merupakan karakter yang banyak dipengaruhi oleh fluktuasi lingkungan (Hulupi, 1998). Hasil ini menunjukkan bahwa pohon penanang jenis legum berpengaruh positif terhadap produksi tanaman kopi.



Gambar 1. Polatanam campuran : kopi + glirisida + kemiri sunan + serai wangi (a). Polatanam kopi + serai wangi + lamtoro + glirisida (b)

Selain itu pohon pelindung dapat menekan pertumbuhan gulma pada tanaman kopi. Hasil penelitian Evizal (2009) membuktikan bahwa bobot gulma yang tumbuh pada kopi tidak berpenanang lebih besar dari pada bobot gulma kopi berpenanang.

Tanaman kopi dengan penanang cempaka, walaupun memberikan serasah yang lebih banyak dan menekan pertumbuhan gulma, namun menghasilkan produksi yang rendah. Hal ini diduga karena pohon cempaka berkompetisi kuat dengan pohon kopi baik terhadap sinar matahari, air, maupun unsur hara (Evizal, 2009). Saefudin *et al.* (2005) melaporkan bahwa tanaman kopi yang ditanam di bawah tegakan kelapa, juga mengalami persaingan dalam memanfaatkan sumber daya alam, walapun masih dalam taraf overlap. Hal ini menunjukkan bahwa perlu kehati-hatian dalam memilih pohon pelindung, pohon pelindung yang mempunyai sifat berkompetisi seperti pohon cempaka merupakan kekurangan dalam polatanam yang diinginkan.

Polatanam lain yang menggunakan tanaman pelindung sementara seperti kopi + pisang + glirisidiae atau tanaman tahunan lainnya. Pemilihan tanaman pisang sebagai

pelindung sementara dilakukan dengan pertimbangan bahwa tanaman kopi masih muda, persaingan belum terjadi dan pisang lebih cepat menghasilkan sehingga petani lebih cepat memperoleh pendapatan.

Polatanam tanaman kopi dengan tanaman tahunan lainnya yang berkanopi lebih pendek dapat juga dilakukan seperti menanam tanaman serai wangi di dalam barisan tanaman penaung tetap sehingga polatanam di atas menjadi kopi + glirisidia + kemiri sunan + serai wangi (Gambar 1b).

Pada polatanam kopi + glirisida + kemiri sunan + serai wangi, glirisida ditanam sebagai tanaman penaung sampai tanaman kemiri sunan dapat melindungi tanaman kopi. Glirisida ditanam dengan jarak tanam 4,5 m x 4,5 m di antara kemiri sunan yang jarak tanamnya 9 m x 9 m, sedangkan jarak tanam kopi tetap 3 m x 2 m, dan tanaman serai wangi ditanam dalam baris kemiri sunan.

Tanaman serai wangi disamping berfungsi sebagai penahan erosi juga penghasil minyak atsiri, limbah dari hasil sulingan serai wangi dapat difermentasi sebagai pakan ternak maupun bahan pupuk organik. Untuk memperkuat model polatanam campuran ini sebaiknya dilakukan secara terintegrasi dengan ternak sehingga pendapatan usahatani yang dilakukan oleh petani akan lebih menguntungkan karena disamping akan diperoleh pupuk kandang juga diperoleh tambahan hasil dari ternaknya.

Pada polatanam kopi + serai wangi + lamtoro + glirisida, glirisida ditanam sebagai tanaman penaung sampai tanaman lamtoro dapat melindungi tanaman kopi. Glirisida ditanam dengan jarak tanam 4,5 m x 4,5 m di antara lamtoro yang jarak tanamnya 9 m x 9 m, sedangkan jarak tanam kopi tetap 3 m x 2 m, dan tanaman serai wangi ditanam dalam baris lamtoro. Fungsi tanaman serai wangi sama seperti polatanam kopi + glirisida + kemiri sunan + serai wangi. Lamtoro jenis tanaman panaung, selain mampu melakukan fiksasi nitrogen dari udara, juga menghasilkan serasah yang cukup banyak sehingga baik untuk menjaga kesuburan tanah. Polatanam ini walaupun pohon penaung tidak menghasilkan buah tetapi memberikan layanan yang baik bagi lahan dan lingkungan.

POLATANAM CAMPURAN KOPI, TANAMAN TAHUNAN DAN TANAMAN SEMUSIM

Pada polatanam ini tanaman tahunan juga berfungsi sebagai tanaman penaung tetap, tetapi ditambahkan tanaman semusim. Sifat

tanaman semusim antara lain, tinggi tanaman dan umurnya lebih pendek, agar tidak bersaing dengan kopi dalam memanfaatkan cahaya matahari. Tanaman semusim dengan umur yang pendek, dapat ditumpang hilirkan dengan jenis tanaman semusim lainnya.



Gambar 2. Polatanam (a) kopi + keluwak + *arachis pentoi*, dan (b) kopi + kacang tanah + lada panjang + glirisida.

Pada tanaman kopi belum menghasilkan (TBM) jenis tanaman yang dapat ditumpangsarikan lebih banyak lagi. Untuk tanaman kopi robusta di dataran rendah, jenis tanaman yang dapat ditumpangsarikan seperti, kacang tanah, kedelai, jagung, padi gogo, cabe, temu-temuan, tanaman penutup tanah dan lain sebagainya. Contoh polatanam adalah kopi + keluwak + *arachis* (Gambar 2a). Tanaman keluwak adalah tanaman tahunan dengan tinggi mencapai >10 meter, pertumbuhannya sangat cepat, dan mempunyai daun yang lebar. Buah tanaman ini digunakan untuk bumbu masak. Tanaman *arachis* adalah tanaman penutup tanah, yang cepat perkembangannya, dapat memfiksasi nitrogen dari udara dan mudah melapuk. Biomass tanaman ini dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak sehingga polatanam ini sebaiknya diintegrasikan dengan ternak. Tanaman keluwak ditanam dengan jarak tanam 8 m x 8 m segi empat, sedangkan tanaman kopi ditanam dengan jarak 3 m x 2 m, dan *arachis* ditanam sebagai tanaman penutup tanah di antara tanaman

kopi. Pada polatanam ini populasi tanaman keluwak menjadi 156 batang/ha, tanaman kopi 1500 batang/ha, sedangkan tanaman arachis sekitar 6000 m²/ha.

Dalam merakit model polatanam campuran berbasis tanaman kopi salah satu jenis tanaman penayang sebaiknya menggunakan tanaman legium agar dapat menjaga kesuburan tanah. Tanaman penayang lamtoro dan glirisida merupakan tanaman sumber nitrogen disamping sumber hijauan pakan ternak. Tanaman serai wangi sebagai penahan erosi yang dibudidayakan dengan sistem lorong di antara tanaman kopi sekaligus sebagai penghasil minyak atsiri dan pakan ternak. Sedangkan polatanam campuran tanaman kacang tanah merupakan tanaman semusim yang dapat diusahakan di antara tanaman kopi muda. Tanaman glirisida disamping berfungsi sebagai tanaman penayang kopi juga digunakan sebagai tiang panjat tanaman lada (Gambar 2b).

Hasil Penelitian Herman dan Pranowo (2004) melaporkan bahwa model polatanam populasi tinggi (a) kelapa + kopi + pisang + kapolaga + nenas, (b) Kelapa + melinjo + pisang + kopi + lada + kapolaga + panili + singkong, (c) Kelapa + kopi + pisang + kapolaga dan (d) kelapa + melinjo + pisang + kopi + lada + kapolaga + panili, dapat meningkatkan ruang pori tanah (16,07%) dan penurunan *bulk density* sebesar 11,96% dan tidak berpengaruh terhadap kadar air, pori drainase serta permeabilitas tanah. Terhadap sifat kimia tanah berpengaruh terhadap penurunan pH tanah (24,6 - 30,74%), meningkatkan kadar hara Mg (>100%), P₂O₅ (15,97 - 29,08%), K₂O (20,51 - 99,30%), C-organik (24,26 - 42,60%) dan C/N-ratio (>100%), tetapi tidak berpengaruh terhadap unsur hara K, Ca dan N-total dalam tanah.

Model polatanam campuran dengan tanaman semusim atau sering disebut dengan *intercropping* menghendaki adanya pergiliran tanaman dan terdapat perbedaan sistem pengolahan tanah sesuai dengan jenis tanaman sela yang akan digunakan. Hal yang perlu diperhatikan dalam mengusahakan tanaman sela sebagai tanaman campuran di antara tanaman kopi adalah pada pengolahan tanah tidak boleh terlalu dekat dengan tanaman kopi karena dapat merusak sistem perakaran tanaman kopi. Oleh karena itu jarak dan sistem tanam dari tanaman sela harus diperhitungkan secara cermat termasuk posisi dari tanaman

sela yang digunakan masing-masing jenis, disajikan dalam Tabel 2.

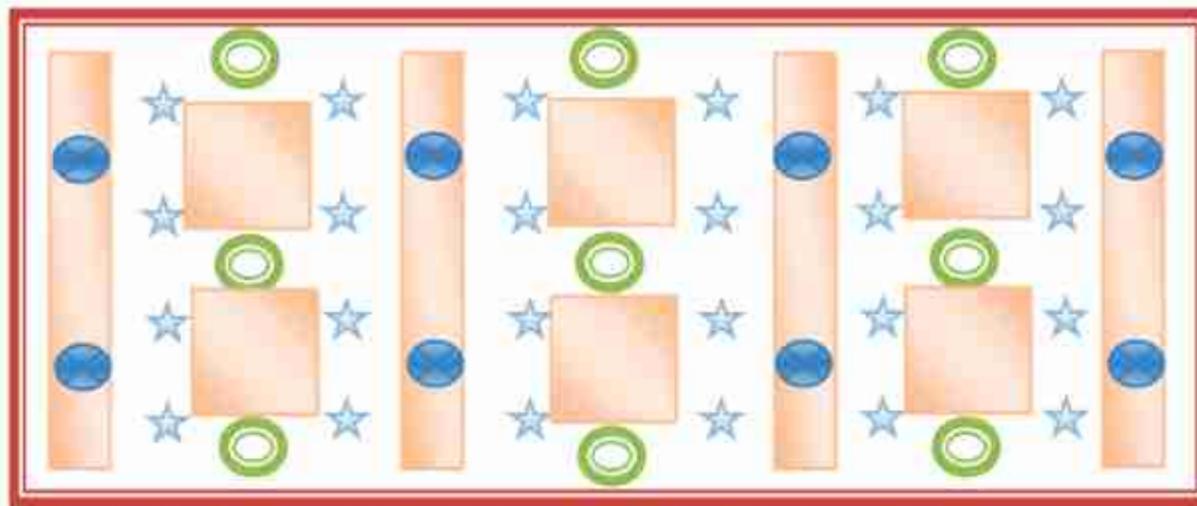
Tabel 2. Jenis tanaman sela semusim, dan bentuk hasil panen

Jenis tanaman sela	Bentuk hasil panen	Cara penanaman
Ubi kayu	Umbi	Lubang
Ubi jalar	Umbi	Gulud
Talas	Umbi	Lubang
Jahe	Rimpang	Bedengan
Kunyit	Rimpang	Bedengan
Kacang tanah	Biji	Rorak/tugal
Kacang hijau	Biji	Alur/tugal
Kacang merah	Biji	Rorak/tugal
Kedelai	Biji	Alur/tugal
Padi	Biji	Alur/tugal
Jagung	Biji	Alur/tugal

Sumber: Data diolah (Saefudin, 2005; Tjahjana, 2005)

Tanaman sela dengan bentuk hasil umbi, rimpang, dan kacang tanah, panen dilakukan dengan cara membongkar tanah. Hal ini dapat mengganggu perakaran kopi bila letaknya terlalu dekat dengan perakaran kopi. Berbeda dengan tanaman sela yang menghasilkan biji, masalah terdapat pada kanopi tanaman. Agar tidak terjadi persaingan antara tanaman kopi dengan tanaman sela yang ditanam sebagai tanaman campuran, penanaman tanaman sela harus ditanam diluar daerah bobokor. Tanaman semusim yang relatif tinggi seperti jagung diusahakan ditanam pada tempat terjauh dari tanaman kopi agar tidak menjadi penayang yang dapat mengurangi intensitas penyinaran matahari dari penayang tetap ataupun penayang sementara yang telah ditanam terlebih dahulu. Berikut contoh model polatanam campuran berbasis tanaman kopi (Gambar 3).

Seperti yang telah dikemukakan terdahulu bahwa tanaman semusim terutama diusahakan di perkebunan kopi yang lahannya relatif datar. Penanaman dapat dilakukan dengan menggunakan sistem lorong (*alley cropping*) baik di antara tanaman kopi maupun di antara tanaman penayang. Berbagai jenis tanaman semusim yang dapat diusahakan di antara tanaman kopi di dataran tinggi (kopi Arabika) biasanya jenis tanaman sayuran seperti kubis, kentang, wortel, cabe, tomat juga kacang-kacangan dan umbi-umbian (Anggara dan Sri Marini, 2011). Tanaman kopi yang ditumpangsarikan dengan jagung juga dapat berfungsi sebagai penayang sementara sebelum tanaman penayang permanennya tumbuh besar.



Gambar 3. Contoh model tata letak polatanam campuran berbasis tanaman kopi

Keterangan :  Pisang (penaung sementara)  Tanaman Kopi
 Kacang tanah/kedelai/dan lain-lain  Glirisida/lamtoro

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa hasil tanaman secara keseluruhan dengan model polatanam campuran umumnya lebih tinggi dibandingkan pola monokultur. Teknologi budidaya tumpangsari mengacu pada minimalisasi kompetisi terhadap berbagai faktor tumbuh, baik kompetisi antara spesies tanaman yang sama (*intra-specific competition*), bagian tanaman (*inter-plant competition*) dan spesies tanaman yang berbeda (*inter-specific competition*) (Kadekoh, 2007). Beberapa alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi kompetisi dan memaksimalkan hasil dalam sistem tumpangsari antara lain: (1) defoliasi daun tua dan atau detasseling pada tanaman yang lebih tinggi, (2) pemilihan kombinasi jenis tanaman sesuai dan bernilai ekonomis, (3) pengaturan populasi/jarak tanam, dan (4) penentuan waktu tanam relatif (Kadekoh, 2004).

Persaingan dapat dihindari dengan pengaturan jarak tanam. Tanaman kopi sebaiknya ditanam dengan jarak minimal 1,0 m dari pangkal batang tanaman penanangnya. Hal ini dimaksudkan agar tidak terjadi persaingan dalam penggunaan unsur hara, disamping itu cabang produksi tanaman kopi yang ditanam tidak bertemu dengan batang/pohon tanaman penanangnya.

PEMELIHARAAN TANAMAN

Pemeliharaan pada polatanam tanaman kopi, tidak hanya dilakukan untuk tanaman kopi, tetapi juga tanaman penanang. Hal ini bertujuan menghindari persaingan antar tanaman, agar tanaman tumbuh baik, produksi optimal serta sinergis antar tanaman. Pemeliharaan meliputi penyulaman, pengendalian gulma/sanitasi lingkungan, pemupukan, pemangkasan, serta pengendalian hama dan penyakit.

Penyulaman

Penyulaman ditujukan agar populasi tanaman tetap utuh, selain mengefisienkan penggunaan lahan juga mempertahankan produktivitas. Waktu penyulaman harus tepat, agar tanaman sulaman pertumbuhannya tidak jauh tertinggal. Penyulaman tanaman penanang sebaiknya lebih cepat dilakukan agar fungsinya tetap menaungi, kemudian tanaman kopi dan tanaman sela lainnya. Bahan tanaman yang digunakan berasal dari bibit yang sama varietas dan umurnya dengan tanaman yang disulam, agar pertanaman tetap seragam. Penyulaman dapat dilakukan pada awal atau akhir musim penghujan.

Penyiangan Gulma/Sanitasi Lingkungan

Penyiangan gulma atau sanitasi lingkungan sangat diperlukan dengan mengendalikan gulma baik secara manual atau kimiawi dengan menggunakan herbisida. Kegiatan ini dilakukan agar kondisi areal bersih, bebas dari gulma sehingga tidak terjadi persaingan dalam penggunaan unsur hara.

Pemupukan

Pupuk yang diberikan dapat berupa pupuk organik/pupuk kandang maupun pupuk anorganik. Dosis dan jenis pupuk yang diberikan disesuaikan dengan masing-masing jenis tanaman dengan menggunakan dosis pupuk yang direkomendasikan.

Pemangkasan

Pertumbuhan dan produksi tanaman kopi agar tetap optimal perlu dilakukan pemangkasan secara rutin sampai akhir masa panen. Kegiatan ini bertujuan merapikan bentuk tajuk tanaman, mengurangi cabang tunas air (wiwilan), mengurangi transpirasi pada musim kemarau, menghilangkan bagian tanaman yang rusak, serta dapat mempercepat

pembungaan. Pemangkasan dilakukan pada awal atau akhir musim penghujan setelah pemupukan. Pemangkasan tanaman kopi meliputi pemangkasan bentuk, pemangkasan pemeliharaan, pemangkasan cabang primer dan pemangkasan peremajaan. Selain itu, pemangkasan juga dilakukan pada tanaman penaung, agar tanaman kopi mendapatkan cukup sinar matahari, memperlancar sirkulasi udara dan mengurangi kelembaban pada saat musim penghujan

Pengendalian Hama Dan Penyakit

Monitoring hama dan penyakit dilakukan secara rutin. Pengendalian terhadap hama dan penyakit dilakukan jika telah menunjukkan gejala yang merugikan. Pengendalian dengan sanitasi lingkungan dan pestisida nabati lebih diprioritaskan terlebih dahulu sebelum menggunakan pestisida kimiawi.

PENUTUP

Polatanam campuran berbasis tanaman kopi merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan tataguna lahan, ragam produksi dan peningkatan pendapatan usahatani kopi secara berkelanjutan. Polatanam campuran berbasis tanaman kopi harus dirancang dengan seksama sebelum diaplikasikan baik dengan menggunakan model polatanam dengan tanaman tahunan maupun semusim atau kombinasi keduanya.

Guna memperoleh pertumbuhan dan produktivitas tanaman yang baik, perlu dilakukan kegiatan pemeliharaan tanaman seperti penyulaman, pengendalian gulma, pemupukan, pemangkasan, pengendalian hama dan penyakit untuk tanaman kopi, penaung maupun tanaman sela yang ditanam sebagai tanaman campuran sesuai dengan budidaya anjuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, A. dan S. Marini. 2011. Kopi Si Hitam Menguntungkan. Budidaya dan Pemasaran. Cahaya Atma Pustaka. Jogjakarta. 117 hlm.
- Arifin. 1988. Studi beberapa unsur iklim mikro tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada sistem pertanaman tunggal dan tumpangsari dengan kacang tanah. *Agrivita* 10: 41-47.
- Bakar, F. F. and D. W. Norman. 1975. Cropping System in Northern Nigeria. Workshop for the South and Southeast Asia Cropping System Network. IRRI Los Banos Philippines.
- Baon, J. B., Abdullah, Pujiyanto, dan Wibawa. 2003. Pengelolaan kesuburan tanah perkebunan kopi untuk mewujudkan usaha tani yang ramah lingkungan. *Warta Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia* 19: 107-123.
- Bedy, S. dan Sriwulan. 2002. Polatanam Kelapa dengan Tanaman Temu-temuan. Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian Tanaman Sela Perkebunan tahun 1999-2002. Loka Penelitian Tanaman Sela Perkebunan.
- Evizal, R., Tohari, I. D. Prijambada, J. Widada, dan D. Widiyanto. 2009. *Pelita Perkebunan* 25 (1): 23-37.
- Gomez, A. A., and K. A. Gomez. 1983. Multiple Cropping in the Humid Tropic of Asia. International Development Research Centre, Ottawa, Canada.
- Herman, M. dan D. Pranowo, 2004. Perubahan sifat fisiko-kimia tanah pada polatanam populasi tinggi berbasis kelapa. Prosiding Simposium IV hasil penelitian Tanaman Perkebunan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 28-30 September 2004. Hlm. 416-424.
- Hulupi, R. 1998. Variasi fenotipik beberapa sifat morfologi kopi arabika berperawakan kakai pada berbagai kondisi lingkungan. *Pelita Perkebunan* 14: 1-9.
- IRRI. 1972. Cropping System Programe. Annual Report Los Banos, Philippines.
- Kadekoh. 2003. Efisiensi penggunaan lahan, nilai setara kalori dan protein pada berbagai waktu defoliasi jagung dan jarak tanam kacang tanah dalam sistem tumpangsari pada musim berbeda. *J. Agrikultura* 14: 99-105.
- Kadekoh. 2004. Pengembangan Lahan Kering Berkelanjutan dengan Sistem Tumpangsari dan Budidaya Lorong. Orasi Ilmiah Guru Besar Universitas Tadulako.
- Kadekoh. 2007. Komponen hasil dan hasil kacang tanah berbeda jarak tanam dalam sistem tumpangsari dengan jagung yang didefoliasi pada musim kemarau dan musim hujan. *J. Agriland* 11-17
- Leihner, D. K. 1978. Agronomic implication of cassava legume intercropping system Intercropping with Cassava. Proc. of International Workshop Held at TivandumIndia.
- Prawoto, A. A. 2008. Hasil kopi dan siklus hara mineral dari pola tanam kopi dengan beberapa spesies tanaman kayu industri. *Pelita Perkebunan* 24 (1): 1-21.
- Saefudin. 2005. Peluang penggunaan bahan organik pada pertanaman kelapa. Teknologi Polatanam Tanaman Sela Perkebunan. Lolit Sela Perkebunan. Hlm. 56-67.
- Tarigan, D. D. 2003. Sistem usaha tani berbasis kelapa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan (Indonesian Centre for Estafe Crops Research and Development), Bogor. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Lahan Marginal.
- Tarigan, D. D. 2005. Diversifikasi usaha tani kelapa sebagai upaya untuk meningkatkan pendapatan petani. Perspektif. *Review Penelitian Tanaman Industri* 4: 71-78.
- Tjahjana, B. E., Saefudin, dan D. Pranowo. 2005. Pengaruh jenis tanaman sela dan takaran pupuk terhadap tanaman kelapa. Teknologi Polatanam Tanaman Sela Perkebunan. Lolit Sela Perkebunan. Hlm. 102-112.
- Van Hoof, W. C. H. 1987. Mixed Cropping of Groundnut and Maize in East Java. Ph.D. Diss. Wageningen Agric. Univ. Wageningen, Netherland.

STRATEGI PENGENDALIAN NEMATODA PARASIT PADA TANAMAN KOPI DI INDONESIA

CONTROL STRATEGY OF PARASITIC NEMATODES ON COFFEA PLANT IN INDONESIA

Rita Harni

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
rita_harni@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang mempunyai nilai ekonomi penting. Salah satu kendala dalam budidaya tanaman kopi adalah serangan nematoda parasit tanaman yaitu *Pratylenchus coffeae* dan *Radopholus similis*. Infeksi nematoda *P. coffeae* dan *R. similis* mengakibatkan penurunan hasil baik kualitas maupun kuantitas. Serangan *P. brachyurus* pada kopi Robusta mengakibatkan penurunan produksi sampai 57%, sedangkan serangan *R. similis* bersama-sama dengan *P. coffeae* pada kopi Arabika mengakibatkan kerusakan 80% dan tanaman akan mati pada umur kurang dari 3 tahun. Gejala serangan nematoda pada tanaman kopi adalah pertumbuhan terhambat, daun-daun menguning, layu dan gugur, serta cabang-cabang samping tidak tumbuh. Gejala pada akar terdapat luka-berwarna coklat kehitaman, dan pada tingkat lanjut kulit akar akan terkelupas. Teknik pengendalian yang dianjurkan adalah pengendalian secara terpadu menggunakan varietas tahan (BP 961, dan BP 308), kultur teknis (penggunaan pupuk organik dan non organik, sanitasi, penggunaan tanaman penutup tanah dan tanaman antagonis), agens hayati (jamur *P. lilacinus*, bakteri endofit, bakteri kitinolitik, mikoriza), pestisida nabati (ekstrak biji dan daun mimba), dan secara kimia dengan nonfumigan.

Kata kunci : Kopi, nematoda, *P. coffeae*, *R. similis*, pengendalian

ABSTRACT

Coffee is an estate crops of high economic value. One problem in coffee cultivation is the attack of parasitic nematodes, *Pratylenchus coffeae* and *Radopholus similis*. Infection of *Pratylenchus coffeae* and *Radopholus similis* caused production decrease, both in quality and quantity. The infection of *P. Brachyurus* on Robusta coffee caused production decrease to 57%, whereas infection of *R. Similis* in conjunction with *P. Coffeae* on Arabica coffee caused crop damage to 80% and the plant will die in less than three years. Symptoms of nematodes attack on coffee crop are hindered growth, yellowish leaves then withered and fall, and the lateral branches do not grow well. The symptoms on roots are darkish brown lesions, and in advanced stage, the skin exfoliated. Recommended control strategy is integrated control using resistant varieties (BP 961 and BP 308), cultivation technology (the use of organic and non-organic fertilizer, sanitation, groundcover plants, and antagonist plants). Biological agents (fungus *P.lilacinus*, bacterial endophytes, bacteria chitinolytic, mycorrhizal), botanical pesticides (seed and leaf extract of mimba) and chemically with non-fumigant.

Keywords : Coffee, nematodes, *P. coffeae*, *R. similis*, control

PENDAHULUAN

Nematoda parasit merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) yang sangat merugikan pada tanaman kopi di Indonesia dan negara-negara penghasil kopi lainnya di dunia seperti Brazil, Kolombia, India, dan Vietnam. Serangan nematoda dapat mempengaruhi proses fotosintesa dan transpirasi serta status hara tanaman (Evans, 1982; Melakeberhan *et al.*, 1987). Akibatnya pertumbuhan tanaman terhambat, warna daun

kuning klorosis dan akhirnya tanaman mati. Selain itu serangan nematoda dapat menyebabkan tanaman lebih mudah terserang patogen atau OPT lainnya seperti jamur, bakteri dan virus. Akibatnya dapat menurunkan hasil baik kualitas maupun kuantitas.

Serangan nematoda parasit pada tanaman kopi di Indonesia pertama kali dilaporkan oleh Zimmermann pada tahun 1898 bahwa kopi Arabika di daerah Jawa telah diserang nematoda parasit *P. coffeae*. Untuk

mengatasi hal ini dianjurkan penggunaan batang bawah kopi Liberika. Pada tahun 1980 an dalam rangka program Arabikalisasi dilakukan konversi dari tanaman kopi Robusta ke Arabika khususnya untuk lahan dengan elevasi sekitar 1000 m dari permukaan laut. Di beberapa tempat konversi ini gagal karena hampir semua kopi Arabika tersebut terserang nematoda (Puslit kopi dan kakao, 2011).

Nematoda parasit yang menyerang tanaman kopi di antaranya adalah *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Xiphinema*, *Hemicriconemoides*, *Radopholus*, *Rotylenchulus reniformis* dan *Helicotylenchus* (Souza, 2008). Di Indonesia nematoda utama yang menyerang kopi adalah *Pratylenchus coffea* dan *Radopholus similis*. Serangan *P. coffea* pada kopi Robusta dapat mengakibatkan penurunan produksi sampai 57%, sedangkan serangan *R. similis* bersama-sama dengan *P. coffea* pada kopi Arabika mengakibatkan kerusakan 80% dan tanaman akan mati pada umur kurang dari 3 tahun.

Tulisan ini membahas tentang nematoda yang berasosiasi pada tanaman kopi, epidemiologi, dan teknik pengendalian.

NEMATODA PARASIT PADA TANAMAN KOPI

Serangan nematoda parasit pada tanaman kopi di Indonesia dilaporkan di daerah Sumatera Barat, Bengkulu, Sumatera

Selatan, Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, dan Nusa Tenggara (Wiryadiputra dan Trans, 2008). Beberapa jenis nematoda parasit yang menyerang kopi adalah *P. coffea*, *R. similis*, *Meloidogyne* sp., *R. reniformis*, *Rotylenchus robustus*, *Paratylenchus besoekianus*, *Helicotylenchus dihystra*, *Hemicriconemoides chitwoodi* dan *Criconemoides morgensis*. Dari semua nematoda yang ditemukan *P. coffea* merupakan nematoda yang paling banyak ditemukan dan frekuensi keberadaannya paling tinggi (Tabel 1).

Nematoda parasit utama pada tanaman kopi di negara-negara penghasil kopi lainnya seperti Brazil, adalah *Meloidogyne exigua*, *M. coffeicola*, *M. incognita*, *P. brachyurus* dan *P. coffea* (Ferraz, 2008). Kolombia (*M. javanica* dan *M. incognita*, Gait'an et al., 2008), Amerika Tengah adalah *M. arabicida* *M. paranaensis*, *M. incognita* dan *Pratylenchus* (Villain et al., 2008). Nematoda yang ditemukan pada tanaman kopi di Vietnam adalah *Meloidogyne* sp. dan *P. coffea* (Wiryadiputra dan Tran, 2008), sedangkan di India ditemukan *Meloidogyne* sp., *Radopholus* sp., *Rotylenchulus* sp., *Hemicriconemoides* sp., dan *Pratylenchus* sp. (Dhanam dan Sreedharan, 2008). Di Costarika ditemukan *H. erythrinae*, *M. incognita*, dan *P. brachyurus* (Adiko et al., 2008) dan di Uganda ditemukan *Meloidogyne* sp., *Rotylenchulus reniformis*, *H. dihystra*, *Tylenchus* sp., *Aphelenchus* sp., *Trichodorus* sp., *Xiphinema* sp. dan *Paralongidorus* sp.

Tabel 1. Nematoda parasit yang berasosiasi pada tanaman kopi di beberapa provinsi di Indonesia

Nematoda	Spesies kopi		Frekuensi (%)	Populasi ^b	Provinsi ^c
	Arabika	Canephora			
<i>Aphelenchus avenae</i>	+	-	0,8	5-150	1
<i>Criconemoides morgensis</i>	+	-	10,6	5-1590	4,5,6,8
<i>Ditylenchus dipsasi</i>	-	+	0,08	30	5
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	+	+	25,3 ^a	5-865	1,2,4,5,6,7,8
<i>Hemicriconemoides chitwoodi</i>	+	+	4,6	5-390	1,2,5
<i>Hemicycliophora arenaria</i>	-	+	0,08	5	5
<i>Meloidogyne</i> sp.	+	+	32	2-8720	1,3,4,5,6,7,8
<i>Paratylenchus besoekianus</i>	+	+	1,7	2-120	1,5,8
<i>Pratylenchus coffea</i>	+	+	44,5	2-22508	2,3,4,5,6,7,8
<i>Radopholus similis</i>	+	-	0,3	10-367	5,8
<i>Rotylenchus robustus</i>	+	+	0,3	5-15	2,5
<i>Rotylenchulus reniformis</i>	+	+	31,3	2-3970	2,3,5,6,8
<i>Tylenchorhynchus dubius</i>	+	-	0,08	30	6
<i>Tylenchus davaini</i>	+	+	0,6	5-30	5

Keterangan: ^a kombinasi frekuensi *C. arabica* dan *C. canephora*

^b populasi minimum dan maksimum dari 100 ml tanah dan 10 g akar

^c Provinsi 1, Aceh; 2, Sumatera Selatan; 3, Lampung; 4, Jawa Tengah; 5, Jawa Timur; 6, Bali; 7, Sulawesi Selatan; 8, Nusa Tenggara Timur (Wiryadiputra dan Tran, 2008)



Gambar 1. Gejala serangan nematoda pada tanaman kopi
(Sumber: Villian *et al.*, 2008)

TINGKAT KERUSAKAN DAN GEJALA SERANGAN

P. coffeae dan *R. similis* menyerang akar tanaman kopi dan menyebabkan terjadinya luka akar (*root lesion*), akibatnya pengangkutan hara tanaman terganggu dan juga luka akibat serangan nematoda merupakan jalan masuk bagi patogen lain, seperti jamur dan bakteri. Nematoda bersifat endoparasit berpindah, memakan kulit akar sehingga akar menguning dan akhirnya berwarna coklat kehitaman. Luka berkembang melingkari akar, dan pada tingkat lanjut kulit akar akan terkelupas (Luc dan Sikora, 1995)

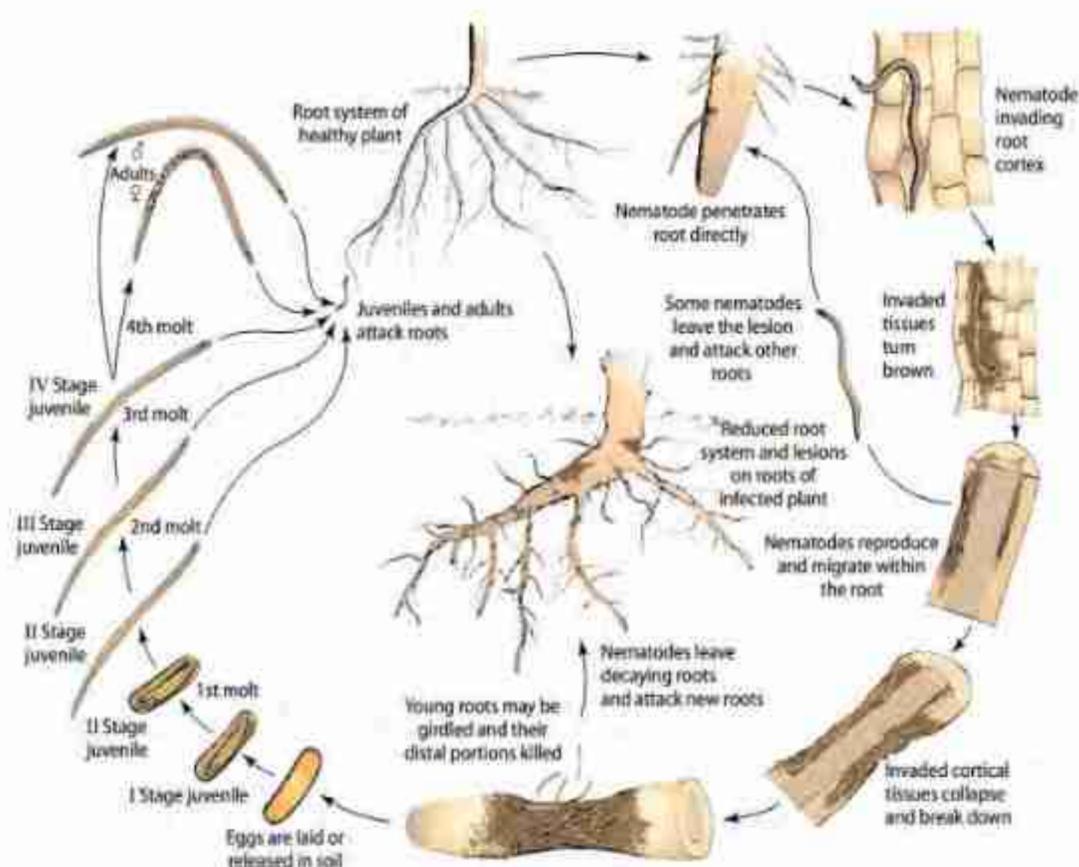
Gejala di atas permukaan tanah baru tampak jika akar sudah banyak yang membusuk dan tinggal akar tunggang serta beberapa akar samping dengan kulit membusuk. Pertumbuhan tanaman terhambat, daun-daun menguning, layu dan gugur, cabang-cabang samping tidak tumbuh (Gambar 1). Bila nematoda menyerang pada saat tanaman masih di persemaian, tanaman dapat mengalami kematian mendadak, sedangkan pada tanaman tua akan menderita dalam jangka waktu yang lama. Jika infestasi mulai di persemaian, serangan dapat tersebar di seluruh kebun, sedangkan jika serangan terjadi setelah tanaman dewasa maka di dalam kebun akan terlihat tanaman sakit yang berkelompok (Semangun, 2000).

Pratylenchus coffeae

P. coffeae adalah nematoda endoparasit berpindah, nematoda parasit ini

baik yang jantan, betina maupun larva semuanya invasif. Setelah masuk ke dalam jaringan akar nematoda tersebut bergerak di antara dan di dalam sel, menempati posisi paralel terhadap stele. Nematoda memakan sitoplasma sel dari sel-sel yang berada di dekatnya, dan akhirnya menyebabkan timbulnya rongga-rongga yang menyatu. Sel kortek tempat makan, tekanan turgornya berkurang, tetapi tidak terjadi pembesaran sel atau meningkatnya ukuran inti sel. Adanya rongga-rongga ini menyebabkan terjadinya luka yang berwarna coklat kehitaman di seluruh kortek sehingga menimbulkan gejala internal maupun eksternal. Keadaan ini menyebabkan rusaknya sistem akar sehingga pengangkutan air dan hara terganggu.

Nematoda *P. coffeae* bertubuh kecil (panjangnya kurang dari 1 mm). Apabila mati karena diperlakukan dengan panas secara berhati-hati, maka tubuhnya sedikit bengkok pada bagian ventral. Tidak terdapat adanya tanda-tanda seksual dimorfisme pada bagian anterior tubuhnya. Bagian kepalanya rendah dan datar, apabila diamati di bawah mikroskop stereoskopis tampak ujung anterior tersebut seperti tepi hitam yang datar. Bagian bibirnya terbagi atas 2,3 atau 4 anulus dan lurus dengan garis tubuh, serta mengalami sklerotisasi sedang, dengan basal knob berbentuk bulat dan bagian anteriornya konkaf. Esofagusnya tumbuh baik pada kedua jenis kelamin, median bulbusnya berkembang baik dan lobus kelenjar esofagus dorsal menjorok ke usus pada bagian ventral.



Gambar 2. Siklus hidup *Pratylenchus* sp.
(Sumber: Agrios, 2005)

Betina, vulvanya terletak di bagian posterior yaitu 70-80 % panjang tubuhnya, sistem genitalnya mempunyai saluran tunggal yang mengarah ke bagian anterior tubuh, dan adanya berbagai variasi post-vulva, yang menunjukkan berbagai diferensiasi namun bagian tersebut tidak berfungsi, mono-prodelfik, spermatekanya berbentuk oval atau bulat, dan umumnya berisi sperma pada spesies nematoda yang biseksual, ekornya sub-silindris atau kurang-lebih seperti kerucut dengan ujungnya lebar atau sempit dan tumpul atau terpanjang dan kadang-kadang halus atau beranulasi. Jantan, ekornya pendek, bagian dorsalnya seperti kerucut yang melengkung, bursanya tumbuh sampai ke ujung ekor, spikulanya silindris memanjang dan melengkung.

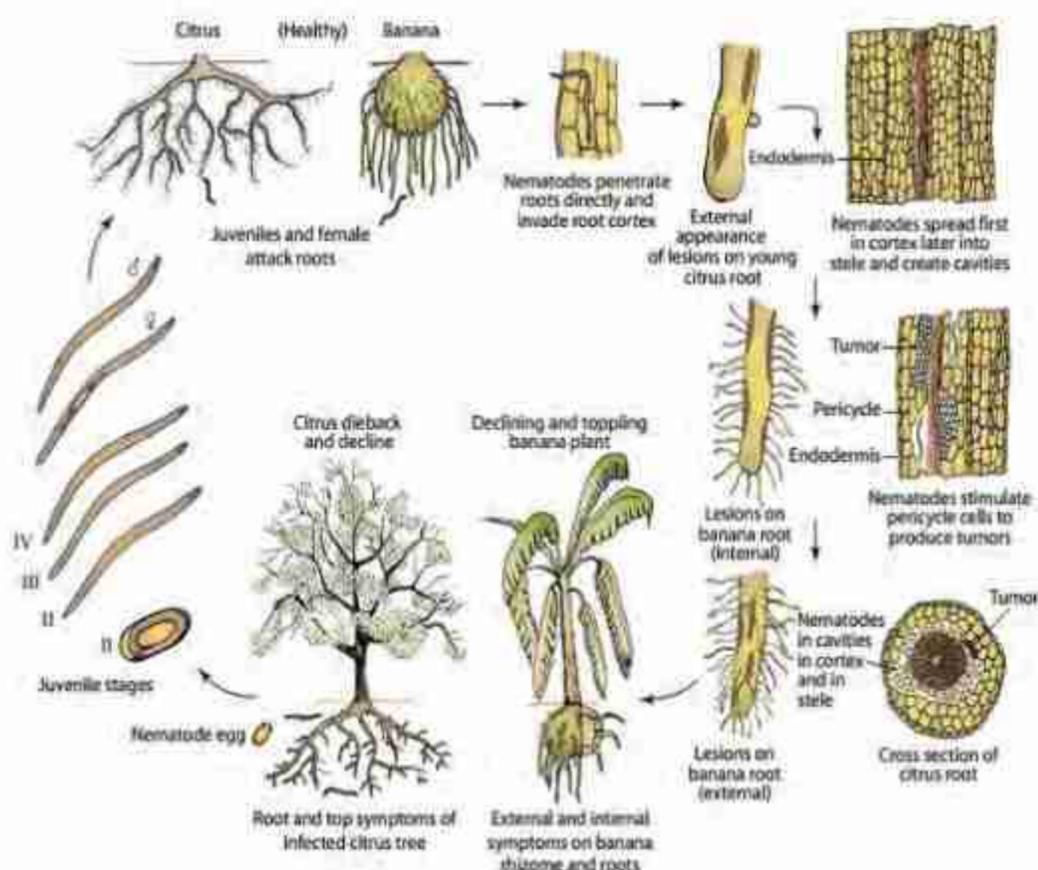
Secara umum, siklus hidup *Pratylenchus coffeae* mirip dengan nematoda parasit yang lain terdiri dari stadia telur, larva (4 stadia) dan dewasa. Nematoda betina meletakkan telur di dalam akar, betina meletakkan empat sampai delapan telur per hari selama 11 hari pada suhu 26,7-29,4 °C. Telur menetas di dalam tanah atau akar sekitar 2 minggu dan selanjutnya berkembang sehingga jaringan akar menjadi rusak (Semangun, 2000; Agrios, 2005). Larva 2 *P. coffeae* pertama kali keluar 8 hari setelah peletakan telur, dan larva 2, 3 dan 4 baru pada hari ke 14, 21 dan 28 dan dewasa pada 29 sampai 32 hari. *P. coffeae* menyelesaikan siklus hidupnya 27 hari pada suhu 25-30 °C, suhu optimal untuk reproduksi 26-32 °C. Larva dan dewasa *P. coffeae* masuk dalam akar

dari dorongan stilet dan kepala dan memecah dinding sel. Selanjutnya nematoda berpindah ke korteks, makan dan berkembang biak, tetapi tidak menyerang endodermis (Agrios, 2005) (Gambar 2).

Radopholus similis

Radopholus similis merupakan nematoda yang berukuran kecil, panjang tubuh antara 0,4-0,9 mm dengan lebar 25 µm (Siddiqi, 1986). Nematoda jantan dan betina dapat dibedakan dengan jelas. Kepala nematoda jantan lebih tinggi, berbentuk seperti gada dan lebih berlekuk. Kerangka kepala mengalami sklerotisasi, stilet dan esofagusnya tidak berkembang sempurna. Ekor memanjang berbentuk kerucut, melengkung ke arah ventral dan bursanya tidak mencapai ujung ekor. Mempunyai testis tunggal dan bursa meluas sampai dua pertiga ekor (Gowen dan Queneherve, 1995; Dropkin, 1992).

Nematoda betina mempunyai panjang antara 0,52-0,88 mm. Bagian kepala lebih rendah, membulat, lurus atau sedikit berlekuk dengan garis kontur tubuh. Kerangka kepala mengalami sklerotisasi kuat, stilet dan esofagusnya tumbuh sempurna (Gowen dan Queneherve, 1995). Vulva terdapat pada bagian tengah tubuh antara 50-70 % (biasanya 55-65 %). Ekor memanjang berbentuk kerucut dengan panjang sekitar 60 µm (Siddiqi, 1986). Nematoda jantan dan betina berukuran panjang 0,4-0,7 mm, stilet (14)15-18 µ (USDA, 2005; Agrios, 2005).



Gambar 3. Siklus hidup *R. similis*
(Sumber: Agrios, 2005)

Radopholus similis merupakan spesies nematoda yang bersifat endoparasitik migratori dan mampu menyelesaikan seluruh siklus hidupnya di dalam jaringan akar, masuk ke dalam akar, berpindah-pindah di dalam jaringan, aktif makan dan berkembangbiak di dalam akar. Nematoda betina dan juvenil merupakan stadia infeksi, sedangkan yang jantan secara morfologi mengalami degenerasi sehingga tidak mempunyai stilet, dan kemungkinan tidak bersifat parasitik (Loss, 1962 dalam Gowen dan Queneherve, 1990).

Penetrasi *R. similis* ke dalam akar biasanya terjadi dekat ujung akar, tetapi nematoda ini dapat melakukan serangan diseluruh akar. Setelah masuk ke dalam jaringan akar tanaman kopi, nematoda akan menempati ruang interseluler di parenkhim korteks, memakan sel-sel yang berada di dekatnya sehingga menimbulkan rongga-rongga yang kemudian menjadi satu bentuk saluran-saluran di dalam jaringan tersebut. Adanya rongga-rongga ini menyebabkan terjadinya lesio yang berwarna coklat kemerah-merahan di seluruh korteks menimbulkan gejala internal maupun eksternal (Agrios, 2005). Keadaan ini menyebabkan rusaknya sistem perakaran dan pangkal batang sehingga menyebabkan tanaman lebih rentan terhadap infeksi sekunder patogen lain.

Kelangsungan hidup *R. similis* dalam akar tergantung pada faktor makanan. Nematoda betina meletakkan telur setiap hari 4-5 telur selama 2 minggu. Daur hidup dari telur ke generasi berikutnya membutuhkan

waktu 20-25 hari pada suhu 24-30 °C, telur menetas 8-10 hari dari stadium juvenil menjadi dewasa 10-13 hari. Reproduksi optimum terjadi pada suhu 30 °C dan reproduksi tidak dapat terjadi pada suhu di bawah 16-17 °C atau di atas 33 °C (Gambar 3).

PENGENDALIAN NEMATODA PADA TANAMAN KOPI

Pengendalian nematoda pada tanaman kopi di Indonesia dilakukan secara terpadu dengan penggunaan varietas tahan, kultur teknis, agens hayati, pestisida nabati dan kimia.

Penggunaan Varietas Tahan

Penggunaan varietas tahan untuk mengendalikan nematoda pada tanaman kopi di Indonesia telah dimulai semenjak zaman penjajahan Belanda, pada saat itu dianjurkan menanam *Coffea excelsa* = Liberika karena jenis ini lebih tahan terhadap *P. coffeae* jika dibandingkan dengan jenis lain. Jenis *C. excelsa* dan Robusta (*Coffea canephora*) memiliki ketahanan yang tinggi terhadap nematoda *P. coffeae* terutama klon ekselsa Bgn 121.09 dan klon Robusta BP 961, dan BP 308 (Wiryadiputra, 1995; Wiryadiputra, 1996). Klon-klon kopi yang tahan digunakan sebagai batang bawah dan batang atas dipakai klon-klon jenis Robusta atau Arabika berproduksi tinggi. Penyambungan dengan batang bawah kopi yang tahan nematoda dapat dilakukan pada vase bibit serdadu. Penyambungan vase serdadu disarankan apabila menggunakan

batang atas jenis kopi Arabika (Wiryadiputra *et al.*, 2002). Untuk penyambungan di lapang digunakan kopi ekselsa.

Klon kopi Robusta juga digunakan untuk mengendalikan nematoda *P. coffeae* di Guatemala (Villain *et al.*, 2008), dan Robusta klon Nemaya untuk mengendalikan *Meloidogyne incognita* di Brazil serta *Meloidogyne sp.* di Amerika Tengah.

Kultur Teknis

Teknik pengendalian nematoda tanaman kopi secara kultur teknis dengan pemupukan, menggunakan bahan organik seperti kompos dan pupuk kandang. Penggunaan bahan organik merupakan dasar dalam pengendalian nematoda secara hayati, karena bahan organik dapat memacu perkembangan mikroorganisme antagonis dalam tanah seperti jamur, bakteri, dan nematoda predator. Di samping itu pemberian pupuk akan membuat tanaman menjadi lebih kuat karena kebutuhan nutrisinya terpenuhi. Umumnya tanaman akan mudah terserang nematoda bila kekurangan hara. Setelah terserang nematoda, tanaman menjadi lemah, dan luka pada akar akibat serangan nematoda dapat menjadi tempat masuknya patogen lain seperti jamur, bakteri, dan virus. Wiryadiputra (1997) melaporkan bahwa bahan organik seperti kulit kopi, pupuk kandang dan kompos mampu menekan populasi nematoda parasit di pembibitan dan dipertanaman kopi. Tingkat penekanan populasi nematoda oleh bahan organik mencapai 80%.

Di samping dengan bahan organik pengendalian secara kultur teknis yang pernah dilakukan adalah penggunaan tanaman yang bersifat antagonis terhadap nematoda. Luki-Rosmahani *et al.* (2005) melaporkan bahwa penggunaan tanaman *Tagetes erecta* untuk mengendalikan *P. coffeae* di Jawa Timur, selanjutnya Wiryadiputra *et al.*, (1994) melaporkan penggunaan *Theprosia sp.*, *Erythrina lithospermum*, *Sesbania grandiflora*, *Gliricidia maculata*, *Clotalaria striata*, dan *Cajanus cajan* tahan terhadap *P. coffeae*.

Pengendalian nematoda pada tanaman kopi di Amerika Tengah dilakukan dengan pergiliran tanaman dan penggunaan tanaman penutup tanah. Tanaman penutup tanah *Desmodium ovalifolium* dan *Stizolobium sp.* digunakan untuk mengendalikan *M. incognita* dan *Rotylenchulus reniformis*. Teknik pengendalian yang tidak kalah pentingnya adalah sanitasi kebun. Areal tanaman kopi yang terserang berat nematoda parasit disarankan untuk dibongkar, semua akar kopi dikeluarkan dan dibakar. Kemudian bekas

lubang tanaman dibuka dan dibiarkan terkena cahaya matahari selama musim kemarau.

Pengendalian Hayati

Pengendalian hayati yang telah dilaporkan untuk mengendalikan nematoda pada tanaman kopi adalah jamur mikoriza *Gigaspora margarita* yang cukup potensial menekan populasi nematoda *P. coffeae* (Wiryadiputra, 1997). Campos *et al.*, (1998) melaporkan penggunaan bakteri *Pasteuria penetrans* untuk mengendalikan nematoda pada tanaman kopi dan Harni (2012) menggunakan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda pada tanaman kopi di rumah kaca, hasil penelitian bakteri endofit dapat menekan populasi nematoda dan meningkatkan pertumbuhan tanaman kopi.

Penggunaan jamur *Paecilomyces lilacinus* PL251 dan bakteri kitinolitik juga dapat menekan perkembangan nematoda parasit pada tanaman kopi dan meningkatkan hasil kopi. Formula bionematisida tersebut yang diaplikasikan 4 g/pohon dapat menekan infeksi *P. coffeae* dan meningkatkan hasil kopi dibanding dengan tanpa perlakuan (kontrol) (Puslit Kopi dan Kakao, 2011).

Pestisida Nabati

Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan nematoda parasit pada tanaman kopi telah dilaporkan oleh Wiryadiputra (1996). Percobaan menggunakan ekstrak biji dan daun mimba (*Azadirachta indica*) pada percobaan pot cukup baik dalam menekan populasi nematoda. Penggunaan ekstrak biji 2% dan ekstrak daun 10% mampu menekan populasi *P. coffeae* masing-masing 81,5 dan 88% dibanding perlakuan kontrol. Perlakuan tersebut lebih efektif dibanding dengan perlakuan karbofuran 2g per bibit yang keefektifannya hanya 70%.

Pengendalian Kimiawi

Pengendalian secara kimiawi menggunakan nematisida harus merupakan alternatif terakhir apabila teknik pengendalian yang lain dinilai tidak berhasil, dan harus dilakukan secara bijaksana. Pengendalian secara kimiawi umumnya dilakukan menggunakan nematisida yang bersifat fumigan dan nonfumigan. Penggunaan nematisida nonfumigan bertujuan untuk melindungi tanaman agar tetap berproduksi meskipun nematoda tidak tereradikasi. Nematisida nonfumigan digunakan sebelum, pada saat, atau setelah tanam. Di luar negeri, beberapa jenis nematisida nonfumigan yang

umum digunakan untuk mengendalikan nematoda adalah karbamat, aldikarb, dan oksamil.

Pengendalian Terpadu

Pengendalian secara terpadu dilakukan dengan menggabungkan beberapa komponen pengendalian yang sudah ada seperti varietas tahan, kultur teknis (pergiliran tanaman, bahan organik, tanaman perangkap atau antagonis, tanaman penutup tanah), pengendalian hayati termasuk pemanfaatan pestisida nabati, pengendalian kimawi.

PENUTUP

Salah satu masalah dalam budi daya kopi di Indonesia adalah serangan nematoda parasit *P. brachyurus*, *R. similis*, dan *Meloidogyne* spp. Komponen pengendalian nematoda tersebut telah diperoleh, antara lain varietas tahan, kultur teknis, pestisida nabati, agen hayati dan pestisida kimia. Strategi pengendalian nematoda pada tanaman kopi dapat dilakukan dengan memadukan komponen pengendalian yang sudah ada, yaitu kultur teknis (pupuk organik dan anorganik, pergiliran tanaman, penggunaan tanaman penutup tanah), varietas tahan (ekselsa Bgn 121.09 dan klon Robusta BP 961, dan BP 308), pestisida nabati (ekstrak biji dan daun mimba), agens hayati (bakteri *P. penetrans*, bakteri endofit, jamur penjerat *P. lilacinus*, bakteri kitinolitik dan mikoriza), pestisida kimiawi secara terbatas.

Penelitian untuk memperoleh varietas kopi tahan terhadap nematoda masih perlu dilakukan secara berkesinambungan, dan genom-genom baru yang berindikasi tahan terhadap nematoda diuji di lapang. Untuk mendukung implementasi strategi pengendalian nematoda pada tanaman kopi secara terpadu, perlu adanya transfer teknologi ke petani. Untuk itu perlu dibangun pemberdayaan dan koordinasi berbagai pihak terkait, baik instansi pemerintah, swasta maupun petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. USA. 922 p.
- Adiko, A., P. G. Gnonhouri and J. M. Namaganda. 2008. World Reports The Ivory Coast and Uganda. In Sauza R.M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 305-313.
- Dhanam, M. and K. Sreedharan. 2008. World Reports India. In Sauza R.M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 293-304.
- Dropkin, V. H. 1992. Introduction to Plant Nematology. A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane. Toronto. 293 pp.
- Evans, K. 1982. Water use, calcium uptake and tolerance of cyst nematode attack in potatoes. *Potato Res.* Evans, K. 1982. Water use, calcium uptake and tolerance of cyst nematode attack in potatoes. *Potato Res.* 25: 71-88.
- Ferraz, L. C. C. B. 2008. World Reports Brazil. In Sauza R. M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 225-248.
- Gait'an, A., C. A. Rivillas, and H. Cortina. 2008. World Reports Colombia. In Sauza R.M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 249-260.
- Gowen. 1996. The source of nematode resistance, the possible mechanisms and the potential for nematode tolerance in *Musa*. In Frison EA, Horry JP, De Waele D, editors. New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, *Fusarium* and Sigatoka, Proc. Of workshop, Kuala Lumpur, 2-5 October 1995. Malaysia. Inibap. p. 45-49.
- Harni, R. 2012. Peranan bakteri endofit untuk mengendalikan nematoda *Pratylenchus coffeae* dan *Radophulus similis* pada tanaman kopi. Laporan Tahunan Balitri.
- Luc, M. dan R. A. Sikora. 1995. Nematoda Parasit Tumbuhan di Pertanian Subtropik dan Tropik. Gajah Mada University Press. 838 hlm.
- Luki-Rosmahani, Diding-Rachmawati, Sarwono. 2005. Assessment of tagetes (*Tagetes erecta*) planting to control parasitic nematode, *Pratylenchus coffeae* on Robusta coffee. Proceedings 1 Int Conf Crop Security. 18 p.
- Melakeberhan, H., J. W. Webster, R. C. Brook, J. M. D'Auria, and M. Cacchette. 1987. Effect of *Meloidogyne incognita* on plant nutrient concentration and its influence on plant physiology of bean. *J. Nematol.* 19: 324-330.
- Pusat penelitian Kopi dan Kakao. 2011. 100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 373 hlm.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan Indonesia. Gajah Mada University Press. 835 hlm.
- Souza, R. M., 2008. Other Coffee-associated nematodes. In Sauza R. M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 209-222.
- Siddiqi, M. R. 1986. Tylenchida: Parasites of Plant and Insect. Commonwealth Institute of Parasitology.
- Wiryadiputra, S. 1994. Host suitability of *Pratylenchus coffeae* on several estate crops and coffee shade trees. *Pelita Perkebunan* 10: 21-30.
- Wiryadiputra, S. 1995. Estimation of yield losses caused by *Pratylenchus coffeae* on robusta coffee. Proceedings XII Cong and Nat Sem Indonesia Phytopathol Soc. p. 980-985.

- Wiryadiputra, S. 1996. Resistance of robusta coffee to coffee root lesion nematode, *Pratylenchus coffeae*. *Pelita Perkebunan* 12: 137-148.
- Wiryadiputra, S. 1997. Effect of cow dung and drenching of oxamyl solution on the population of *Pratylenchus coffeae* and the growth of arabica coffee cv. 'Kartika'. Proceedings XIV Cong and Nat Sem Indones Phytopathol Soc. p. 186-189.
- Wiryadiputra, S., Y. D. Junianto, E. Sulistyowati, Saidi, R. Hulupi, M. C. Mahfud, dan L. Rosmahani. 2002. Analisis status penelitian dan pengembangan PHT pada pertanaman kopi. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat, Bogor, 17-18 September 2002. Bagian Proyek Tanaman Perkebunan. Hlm. 129-146.
- Wiryadiputra, S and L. K. Tan. 2008. World Reports Indonesia and Vietnam. In Sauza R.M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 277-284.
- USDA. 2005. *Pratylenchus coffeae*. <http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=9885> [4 Oktober 2012]
- Villain, L., A. Hern'andez, and F. Anzueto. 2008. World Reports Central America. In Sauza R.M. Ed. Plant-Parasitic Nematodes of Coffee. Springer. p. 261-276.

PENYAKIT KARAT DAUN PADA TANAMAN KOPI DAN PENGENDALIANNYA

COFFEE LEAF RUST AND ITS CONTROL

Widi Amaria dan Rita Harni

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
w_amarial@yahoo.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara produsen utama kopi yang selalu berupaya dalam memenuhi standar kualitas maupun kuantitas. Kendala peningkatan produktivitas kopi yang sampai saat ini sering dijumpai adalah infeksi penyakit utama karat daun yang disebabkan jamur *Hemileia vastatrix*. Penyakit ini diketahui merupakan penyakit tular udara (*airborne disease*) yang menyebabkan gugurnya daun, kematian tanaman sehingga dapat menurunkan produksi kopi. Kerusakan tanaman yang disebabkan penyakit karat daun dapat mencapai 58% dan penurunan produksi kopi 25%. Informasi tentang kerusakan dan gejala penyakit, bioekologi maupun pengendalian yang telah dilakukan sampai saat ini diperlukan sebagai upaya dalam rangka pengembangan teknologi pengendalian penyakit utama untuk meningkatkan mutu dan hasil kopi.

Kata kunci : Kopi, karat daun, bioekologi, pengendalian

ABSTRACT

Indonesia is one of main producing countries of coffee, who constantly make efforts in meeting standard requirements of its quality and quantity. One of obstacles in increasing coffee productivity commonly found is leaf rust disease which is caused by *Hemileia vastatrix* fungi. The disease is air-borne transmitted which resulted in leaf drop, plants' death and caused loss of yield. Crop damage by the disease may reach up to 58% and production decrease up to 25%. Information on the damage and disease symptoms, bioecology and control that has been implemented so far is needed as an effort of main disease control technology to improve coffee quality and yield.

Keywords : Coffee, leaf rust, bioecology, control

PENDAHULUAN

Sebagai produsen kopi, Indonesia berupaya memenuhi standar mutu, baik kualitas maupun kuantitas. Upaya ini termasuk di dalamnya adalah perhatian pada aspek budidaya tanaman, salah satunya adalah serangan OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) yang dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis.

Di antara OPT utama pada tanaman kopi yang menimbulkan kerugian secara ekonomis adalah penyakit karat daun, disebabkan oleh jamur *Hemileia vastatrix* B et Br. Penyakit ini tidak hanya mengganggu pertumbuhan tanaman, namun juga menimbulkan kerugian hasil baik kualitas maupun kuantitas. Infeksi patogen ditandai dengan bercak kuning-jingga pada daun, kemudian bercak saling bergabung, meluas dan menyebabkan area fotosintesis berkurang secara signifikan sehingga mengakibatkan menurunnya pertumbuhan tanaman.

Di Indonesia, penyakit karat daun sudah ditemukan di Jawa dan Sumatera sejak tahun 1876 dan dalam perkembangannya mengakibatkan penurunan produksi kopi hingga 25% (Semangun, 2000) dengan tingkat kerusakan mencapai 58% (Rosmahani *et al.*, 1999). Penyakit karat daun lebih banyak menyerang kopi jenis Arabika dibandingkan Robusta (Hulupi, 1998; Sri-Sukanto, 1998) karena jenis Robusta mempunyai tingkat ketahanan yang lebih tinggi terhadap patogen *H. vastatrix* (Semangun, 2000).

Usaha pengendalian penyakit karat daun kopi sejauh ini belum dapat menurunkan intensitas serangan penyakit secara signifikan. Berbagai upaya selalu dilakukan mulai dari pengendalian kultur teknis, varietas tahan, penggunaan agens hayati dan pestisida kimia baik secara tunggal maupun dalam paket teknologi.

Tulisan ini mengulas tentang bioekologi (kerusakan, gejala, morfologi, dan

siklus penyakit) serta pengendalian penyakit utama karat daun kopi.

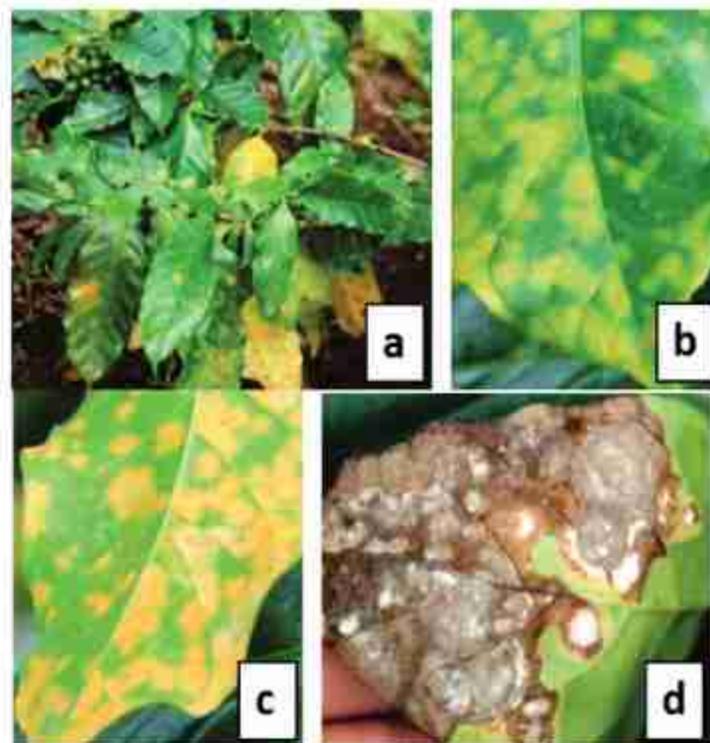
TINGKAT KERUSAKAN DAN GEJALA PENYAKIT

Kerusakan dan kehilangan hasil tanaman kopi yang disebabkan oleh penyakit karat daun bukan merupakan masalah baru. Tahun 1970-an penyakit karat daun merusak pertanaman kopi Arabika di Amerika dan menurunkan produksi 80% (Kushalappa, 1989). Tahun 1980, karat daun merusak perkebunan kopi di Sri Lanka dengan kehilangan hasil lebih dari 50% (Brown *et al.*, 1995), sementara di Kolombia 15-25% (Castillo-Z, 1989).

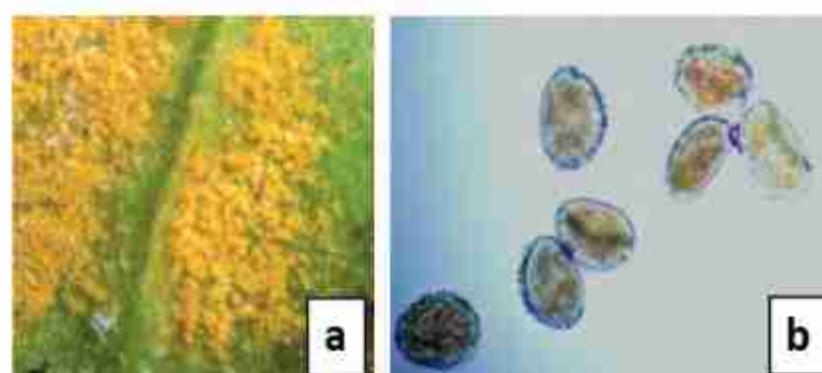
Di Indonesia, penyakit ini mulai mengganas pada tahun 1880-an dan merusak sebagian besar perkebunan kopi Arabika. Upaya rehabilitasi kopi Arabika dengan Robusta sudah dilakukan, namun penyakit ini masih menjadi masalah di seluruh wilayah penghasil kopi di Indonesia dan menurunkan produksi 20-70% (Puslitkoka, 1998). Keberadaan penyakit karat daun ini telah menyebabkan kehilangan hasil pada semua

negara penghasil kopi di Asia dan Afrika (Agrios, 2005).

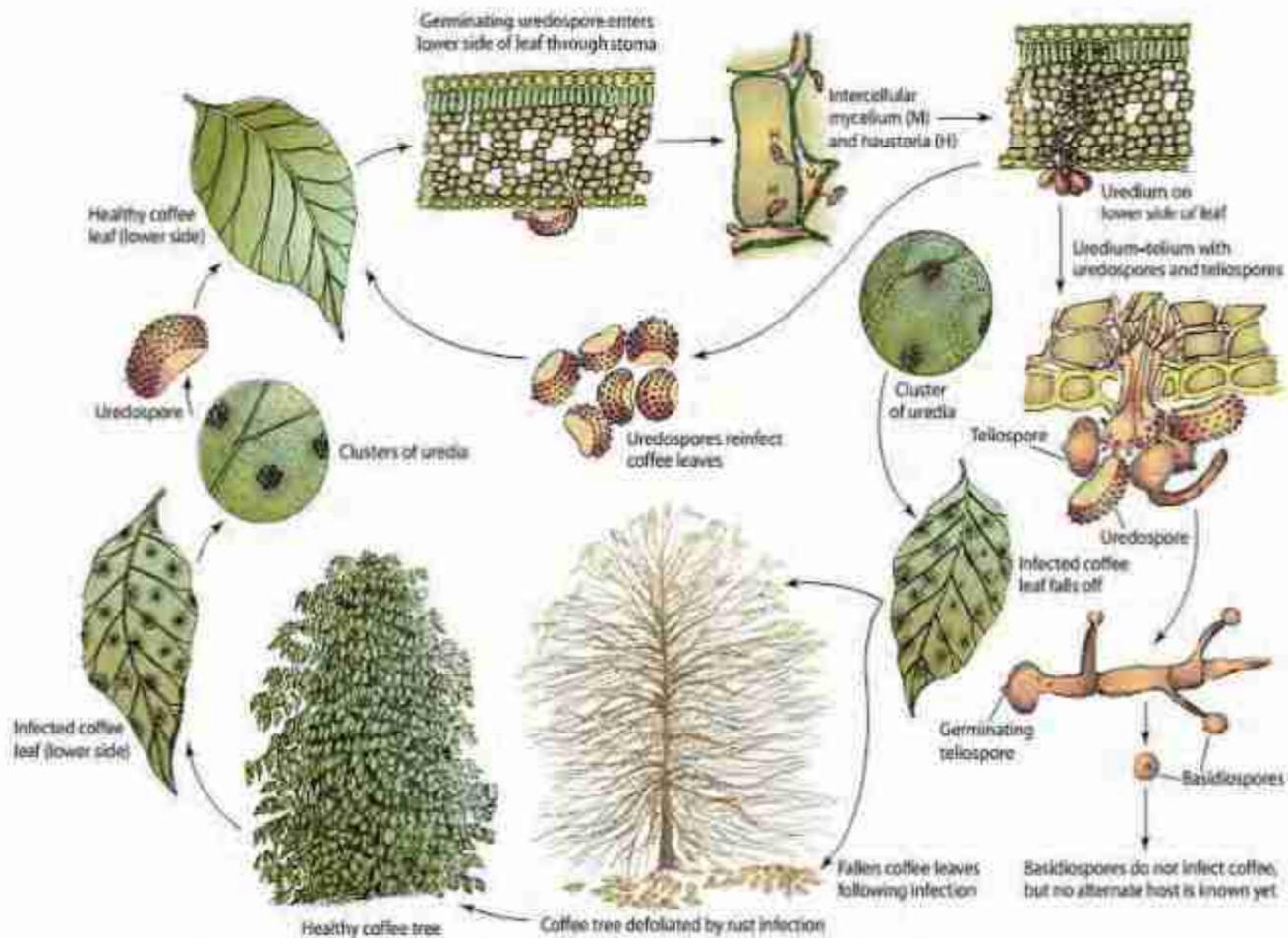
Gejala penyakit karat daun dapat dilihat pada permukaan atas dan bawah daun, ditandai dengan bercak kuning-jingga seperti serbuk (*powder*). Daun yang terinfeksi timbul bercak kuning (Gambar 1b) kemudian berubah menjadi cokelat. Jika diamati pada bagian bawah daun tampak bercak yang awalnya berwarna kuning muda, selanjutnya berubah menjadi kuning tua, pada bagian tersebut akan terlihat jelas tepung yang berwarna oranye atau jingga (Gambar 1c). Tepung tersebut adalah uredospora jamur *H. vastatrix*. Gejala lanjut pada daun tampak bercak cokelat saling bergabung, menjadi lebih besar, kemudian mengering (Gambar 1d), dan gugur. Secara keseluruhan infeksi penyakit karat daun pada tanaman kopi mengakibatkan banyaknya daun gugur, selanjutnya tanaman akan gundul sehingga menurunkan produksi. Seperti yang dijelaskan oleh Brown *et al.* (1995), gejala lanjut penyakit karat daun ditandai dengan daun gugur, menyebabkan jumlah bunga yang terbentuk berkurang, selanjutnya jumlah biji kopi yang dihasilkan tanaman menurun.



Gambar 1. Gejala serangan jamur *H. vastatrix* pada tanaman kopi: a) tanaman kopi terserang karat daun, b) gejala serangan *H. vastatrix* pada permukaan atas daun, c) permukaan bawah daun, dan d) gejala lanjut



Gambar 2. Morfologi uredospora *H. vastatrix*: a) makroskopis dan b) mikroskopis



Gambar 3. Siklus penyakit karat daun kopi yang disebabkan oleh *H. vastatrix* (Sumber: Agrios, 2005)

BIOEKOLOGI

Jamur patogen *H. vastatrix* termasuk parasit obligat, diklasifikasikan ke dalam divisi Basidiomycota, kelas Urediniomycetes, ordo Uredinales, famili Pucciniaceae, dan genus *Hemileia* (Kushalappa, 1989; Semangun, 2000; Arneson, 2003). *H. vastatrix* dapat bertahan sebagai uredospora (spora jamur karat), uredium (badan buah penghasil uredospora), dan miselium (kumpulan hifa jamur karat) pada daun sakit untuk melanjutkan infeksi pada tanaman. Dari beberapa struktur jamur tersebut, uredospora paling berperan dalam perkembangbiakan dan penyebaran penyakit karat daun. Uredospora jamur *H. vastatrix* mula-mula berbentuk bulat, kemudian berubah menjadi memanjang dan bentuknya mirip dengan juring buah jeruk. Jika telah masak berwarna jingga, panjang 25-35 μm dan lebar 12-28 μm , berbentuk seperti ginjal dan pada sisi luar bagian yang cembung terdapat duri-duri (Kushalappa, 1989; Semangun, 2000) (Gambar 2).

Penyebaran uredospora terjadi karena bantuan percikan air ketika hujan yang menyebabkan uredospora sampai pada sisi bawah daun, sedangkan yang disebabkan angin hanya sedikit terjadi. Selain percikan air dan angin, yang berpotensi dalam penyebaran uredospora adalah serangga seperti jenis thrips, burung dan manusia (Agnihotrudu, 1992; Semangun, 2000; Agrios, 2005).

Jamur dapat menghasilkan teliospora (bentuk perkecambahan dari basidiospora). Siklus penyakit karat daun dimulai dari uredospora yang berada pada permukaan daun. Selanjutnya spora berkecambah karena terdapat air dan membentuk apresorium, kemudian menginfeksi daun dengan mempenetrasi melalui stomata pada permukaan bawah daun. Miselium tumbuh antara sel daun dan mengirimkan haustoria ke dalam sel daun muda. Dalam waktu 10-25 hari, terbentuk uredospora baru dari uredium yang keluar lewat stomata, tergantung pada kondisi iklim. Tiap uredium menghasilkan ± 70.000 uredospora dalam 3-5 bulan yang berfungsi sebagai sumber inokulum penyakit. Infeksi karat daun dapat menyebabkan daun gugur setiap saat, kadang-kadang satu uredium cukup untuk menyebabkan daun gugur. Gugurnya daun sejak dini dapat melemahkan pohon dan mengurangi hasil seperti terjadi *dieback*, pohon hanya tinggal ranting saja, dan akhirnya mengalami kematian. Jamur *H. vastatrix* dapat hidup dan terus berkembang sepanjang tahun (Agnihotrudu, 1992; Semangun, 2000, Agrios 2005) (Gambar 3).

Kerentanan terhadap infeksi dan perkembangan penyakit karat daun dipengaruhi oleh umur tanaman dan kerapatan daun. Daun muda lebih peka terhadap penyakit karat daun dibandingkan daun yang lebih tua, namun daun muda yang belum terbuka sempurna sangat tahan terhadap infeksi (Semangun, 2000). Daun yang

saling bersentuhan akan memudahkan perkembangan penyakit. Di samping itu juga dapat meningkatkan kelembaban lingkungan yang memicu infeksi dan perkembangan *H. vastatrix* (Brown *et al.*, 1995).

Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi perkembangan penyakit adalah lingkungan, yaitu suhu, kelembaban udara, curah hujan, dan sinar matahari (McCartney, 1994; Brown *et al.*, 1995). Suhu di atas 15 °C sekitar tanaman kopi dapat menghambat perkembangan penyakit (Brown *et al.*, 1995). Sementara itu, hujan berperan dalam meningkatkan kelembaban sehingga sesuai untuk perkecambahan uredospora dan penyebaran jamur *H. vastatrix*. Sinar matahari langsung menyentuh permukaan daun, menghambat proses perkecambahan uredospora dan memperpanjang periode inkubasi penyakit karat daun (McCartney, 1994).

PENGENDALIAN

Pengendalian penyakit karat daun yang direkomendasikan adalah penggunaan varietas tahan, kultur teknis, fungisida kimia (sintetis), penggunaan agens hayati dan fungisida nabati (Sri-Sukanto, 1998; Wiryadiputra *et al.*, 2002). Jika infeksi penyakit karat daun pada kategori sedang sampai berat maka pengendalian yang mungkin dilakukan dengan varietas tahan, fungisida kimia dan kultur teknis.

Usaha-usaha pengendalian yang dilakukan diharapkan dapat menekan infeksi penyakit karat daun dan meningkatkan produksi kopi melalui penerapan berbagai komponen pengendalian baik secara tunggal maupun paket teknologi PHT (Pengelolaan Hama Terpadu). Penerapan paket PHT seperti penerapan kultur teknis dan pengendalian hama dan penyakit, dilaporkan efektif menekan penyakit karat daun, keragaan tanaman kopi Arabika lebih tegar dan subur, serta dapat meningkatkan produksi biji kopi basah 2,88 kali lebih tinggi dibandingkan perlakuan cara petani (Rosmahani *et al.*, 2005).

1. Varietas tahan

Perakitan tanaman kopi Arabika sudah banyak dilakukan untuk mendapatkan varietas tahan penyakit karat daun dan berdaya hasil serta bermutu tinggi. Penanaman varietas juga berbeda tingkat ketahanannya bila ditanam pada ketinggian yang berbeda, sebagai contoh varietas kopi Arabika S795 mempunyai ketahanan terhadap

penyakit karat daun apabila ditanam pada ketinggian lebih dari 1000 m dpl (di atas permukaan lau) atau kurang dari 900 m dpl (Tabel 1).

Tabel 1. Tingkat ketahanan varietas kopi Arabika terhadap karat daun

No.	Varietas	Ketinggian tempat (m dpl)	Tingkat ketahanan
1	Kartika 1	> 1000 dan < 900	Rentan
2	Kartika 2	> 1000 < 900	Agak rentan Rentan
3	Abesinia 3	> 1000 dan < 900	Rentan
4	S795	> 1000 < 900	Tahan Agak tahan
5	USDA 762	> 1000 dan < 900	Agak tahan
6	Andungsari 1	> 1000	Rentan

Sumber : Prastowo *et al.* (2010)

Penelitian untuk mendapatkan dan menguji varietas tahan penyakit karat daun pada kopi telah dilakukan oleh Budiani *et al.* (2004) dan Hulupi *et al.* (2012). Budiani *et al.* (2004) melaporkan bahwa varietas S1934 yang tahan terhadap penyakit karat daun mempunyai ekspresi kitinase yang berperan penting dalam mekanisme ketahanan ini, dibandingkan varietas lain BLP10 yang rentan tidak didapatkan ekspresi kitinase. Selain itu, Hulupi *et al.* (2012) melaporkan bahwa klon BP 416 A dinilai tahan pada lahan endemik serangan penyakit karat daun.

2. Kultur Teknis

Pengendalian kultur teknis yang direkomendasikan oleh Puslitkoka adalah kegiatan penyiangan, pemupukan, pemangkasan dan pengelolaan naungan (Puslitkoka, 1998). Pengendalian dengan kultur teknis jika dilakukan dengan benar dapat menurunkan intensitas serangan karat daun.

3. Kimiawi

Pengendalian dengan fungisida kimia sejauh ini menjadi andalan petani untuk mengendalikan penyakit karat daun. Namun, penggunaan fungisida kimia dilakukan secara bijaksana dengan mempertimbangkan ambang kendali dan lingkungan. Menurut Prastowo *et al.* (2010), penyemprotan fungisida dapat dilakukan pada areal yang terserang, yaitu dengan memperhatikan *Early Warning System* serta dievaluasi setiap 0,5–1 bulan. Di Brazil, de Souza *et al.* (2011) mengemukakan bahwa dalam mengelola pertanaman kopi semua strategi pengendalian karat daun dapat diaplikasikan termasuk fungisida sistemik. Penyemprotan fungisida sistemik berbahan aktif epoxiconazol pada tanaman dilakukan

pada tanggal yang telah ditentukan atau setelah memastikan kejadian penyakit 10%.

Fungisida yang digunakan untuk pengendalian karat daun biasanya berbahan aktif tembaga, seperti tembaga oksida, tembaga klorida, tembaga hidroksida atau tembaga sulfat yang di buat bubur bordo (Rivillas *et al.*, 1999). Tembaga efektif dalam mengendalikan karat daun kopi, namun aplikasinya lebih baik sebelum terjadinya infeksi pada daun atau disebut dengan tindakan preventif. Dampak penggunaan fungisida ini jika berlebihan maka akan terakumulasi di dalam tanah, terutama di bahan organik, dapat meracuni tanaman dan organisme lain pada lingkungan tersebut (Arneson, 2000).

4. Fungisida nabati

Penggunaan bahan tanaman sebagai fungisida nabati merupakan alternatif lain untuk mengendalikan penyakit karat daun. Bahan tanaman yang digunakan mengandung senyawa tertentu yang dapat berfungsi sebagai racun dan mematikan mikroorganisme patogen tertentu. Penggunaan larutan bubur bordo telah dicoba diaplikasikan di kebun kopi petani dan terbukti dapat menekan infeksi penyakit karat daun sama dengan penggunaan fungisida kimia (sintetis) dengan bahan aktif tembaga hidroksida (Rosmahani *et al.*, 1999). Hasil penelitian Junianto (2003) menunjukkan bahwa larutan ekstrak biji mahoni dengan konsentrasi 0,1–0,2% efektif menekan penyakit karat daun. Selain itu, penelitian Ginting (2006) di laboratorium melaporkan bahwa penggunaan ekstrak rimpang jahe, rimpang kunyit, daun cengkeh dan daun sirih dapat mengurangi persentase perkecambahan uredospora.

5. Hayati

Pengendalian hayati sejauh ini sudah banyak diteliti dan diaplikasikan untuk pengendalian penyakit tanaman. Komponen ini dipilih karena sesuai dengan konsep PHT, ramah lingkungan, menjaga kelestarian musuh alami, yaitu tidak memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme bermanfaat lainnya, mudah dalam aplikasi dan biaya relatif murah. Agens hayati untuk pengendalian karat daun, salah satunya dapat diperoleh dari hasil isolasi daun baik di permukaan (filosfer) maupun jaringan (endofit). Penggunaan agens hayati dalam pengendalian penyakit karat daun kopi seperti jamur dan bakteri diharapkan dapat mengurangi jumlah inokulum patogen, menekan kemampuan patogen menginfeksi

inangnya dan mengurangi keganasan patogen tersebut.

Potensi agens hayati dari kelompok bakteri *Bacillus* dan *Pseudomonas* maupun jamur *Verticillium* telah banyak dilaporkan dari hasil penelitian baik di laboratorium maupun aplikasi di lapang. Daivasikamani dan Rajanaika (2009) melaporkan bahwa agens hayati bakteri *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas fluorescens* dapat mengurangi kejadian penyakit karat daun kopi sampai 26,45%. Di samping itu, Haddad *et al.* (2009) mengisolasi *Pseudomonas* sp. isolat B157, diketahui jamur ini dapat mengurangi intensitas karat seefektif tembaga hidroksida. Isolat B157 merupakan biokontrol potensial untuk pengendalian karat kopi pada sistem tanaman organik di Brazil.

Agens hayati kelompok jamur seperti *Verticillium lecanii* yang didapatkan dari isolasi daun kopi dapat menurunkan kejadian penyakit karat daun secara *in vitro* (Ginting dan Mujim, 2007). Selain itu, Vandermeer *et al.* (2009) melaporkan bahwa entomogenous *Lecanicillium lecanii* juga dapat menekan serangan *H. vastatrix* pada kopi dengan mekanisme hiperparasit. Jamur *L. lecanii* didapatkan dari hama *Coccus viridis* pada tanaman kopi. Di Meksiko, survei yang dilakukan oleh Carrion dan Rico-Gray (2002) menunjukkan bahwa di pertanaman kopi diperoleh jamur yang berpotensi sebagai agens hayati *H. vastatrix* dan bersifat mikoparasit, yaitu *Acremonium byssoides*, *Calcarisporium arbuscula*, *C. ovalisporum*, *Sporothrix guttuliformis*, *Fusarium pallidoserum* dan *V. lecanii*.

PENUTUP

Penyakit utama karat daun *H. vastatrix* lebih banyak menginfeksi tanaman kopi jenis Arabika. Penyebaran patogen terutama melalui percikan air ketika hujan. Selain itu juga angin, serangga, manusia dan faktor lingkungan seperti kelembaban, curah hujan dan sinar matahari. Penyakit karat daun ditandai dengan bercak kuning-jingga pada permukaan atas dan di bawah daun tampak uredospora jamur. Bercak daun meluas dan mengering berwarna coklat, selanjutnya mengakibatkan daun gugur, tanaman gundul dan dapat menurunkan produksi. Pengendalian yang dapat dilakukan untuk menekan serangan penyakit tersebut adalah penerapan kultur teknis, varietas tahan, pestisida kimia dan nabati serta penggunaan agens hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnihotrudu, V. 1992. Leaf rust of coffee. *In* Plant Disease of International Importance. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, USA. p. 190-201.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. Fifth Edition. Elsevier Academic Press. USA. 922 p.
- Arneson, P. A. 2000. Coffee rust. *The Plant Health Instructor*. APS net. <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/Basidiomycetes/Pages/CoffeeRust.aspx>. [2 September 2012]
- Arneson, P. A. 2003. Coffee Rust. The American Phytopathological Society, Minnesota. p.1-7.
- Brown, J. S., J. H. Whan, M. K. Kenny, and P. R. Merriman. 1995. The effect of coffee leaf rust on foliation and yield of coffee in Papua New Guinea. *Crop Prot.* 14 (7): 589-592.
- Budiani, A., I. Susanti, S. Mawardi, D. A. Santoso, dan Siswanto. 2004. Ekspresi β -1,3 glukonase dan kitinase pada tanaman kopi arabika (*Coffea arabica* L.) tahan dan rentan karat daun. *Menara Perkebunan* 72 (2): 57-71.
- Carrion, G. and V. Rico-Gray. 2002. Mycoparasites on the coffee rust in Mexico. *Fungal Diversity* 11: 49-60.
- Castillo-Z, J. 1989. Breeding for rust resistance in Colombia. *In* Coffee Rust: Epidemiology, resistance and management. CRC Press, Inc., Florida. p. 307-316.
- Daivasikamani, S. and Rajanalka. 2009. Biological control of coffee leaf rust pathogen, *Hemileia vastatrix* Berkeley and Broome using *Bacillus subtilis* and *Pseudomonas fluorescens*. *Journal of Biopesticides* 2 (1): 94-98.
- de Souza, A. F., L. Zambolim, V. C. de Jesus Júnior, and P. R. Cecon. 2011. Chemical approaches to manage coffee leaf rust in drip irrigated trees. *Australasian Plant Pathol.* 40: 293-300.
- Ginting, C. 2006. Perkecambahan uredospora *Hemileia vastatrix* pada ekstrak rimpang jahe dan kunyit serta daun cengkeh dan sirih. *J. HPT. Tropika* 6 (1): 52-58.
- Ginting, C. dan S. Mujim. 2007. Efikasi *Verticillium lecanii* untuk mengendalikan penyakit karat pada cakram daun kopi di laboratorium. *J. HPT Tropika* 7 (2): 125-129.
- Haddad, F., L. A. Maffia, E. S. G. Mizubuti, and H. Teixeira. 2009. Biological control of coffee rust by antagonistic bacteria under field conditions in Brazil. *Biological Control* 49: 114-119.
- Hulupi, R. 1998. Penggunaan bahan tanaman tahan dalam mengendalikan hama-penyakit. Kumpulan Materi Pelatihan Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 12 hlm.
- Hulupi, R., S. Mawardi, dan Yusianto. 2012. Pengujian sifat unggul beberapa klon harapan kopi arabika di Kebun Percobaan Andungsari, Jawa Timur. *Pelita Perkebunan* 28 (2): 65-74.
- Junianto, D. Y. 2003. Pemanfaatan Pestisida Nabati untuk Pengendalian Penyakit Karat Daun *Hemileia vastatrix* Pada Perkebunan Kopi. Laporan Hasil Penelitian Puslit Kopi dan Kakao Indonesia. Badan Litbangtan. Proyek Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. 21 hlm.
- Kushalappa, A. C. 1989. Rust management: An epidemiological approach and chemical control. *In* Coffee Rust: Epidemiology, resistance and management. CRC Press, Inc. Florida. p. 84-94.
- McCartney, H. A. 1994. Spore dispersal: environmental and biological factors. *In* Ecology of Plant Pathogen. CAB International. Wallingford. p. 172-181
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, Siswanto, C. Indrawanto, dan S. J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. 70 hlm.
- Puslitkoka (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao). 1998. Program penelitian PHT tanaman kopi. Makalah pada Workshop Pengendalian Hama Terpadu pada Komoditas Kopi, Surabaya, 24 Februari 1998. Bagpro PHT-PR/IPM-SECP Jatim. 9 hlm.
- Rivillas, C. A., Leguizamón, J. E. and L. F. Gil. 1999. Recomendaciones para el manejo de la roya del cafeto en Colombia. *Boletín Técnico Cenicafe* 19: 7-36.
- Rosmahani, L., D. Rachmawati, Sarwono, E. Korlina, M. Soleh, dan A. Suryadi. 1999. Uji Aplikasi dan Pengembangan Rakitan Teknologi PHT Tanaman Kopi. Laporan Hasil Penelitian. Bag. Pro. PHT Perkebunan Rakyat. BPTP Karangploso. 15 hlm.
- Rosmahani, L., D. Rachmawati, Sarwono, M. Soleh, dan Jumadi. 2005. Pengkajian aplikasi PHT untuk meningkatkan produksi dan pengaruhnya terhadap pendapatan petani kopi arabika. *Agrosains* 7 (2): 77-85.
- Semangun, H. 2000. Penyakit-penyakit Tanaman Perkebunan Indonesia. Gadjah Mada University Press. 835 hlm.
- Sri-Sukanto. 1998. Pengelolaan Penyakit Tanaman Kopi. Kumpulan Materi Pelatihan Pengelolaan Organisme Pengganggu Tanaman Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 15 hlm.
- Vandermeer, J., I. Perfecto, and H. Liere. 2009. Evidence for hyperparasitism of coffee rust (*Hemileia vastatrix*) by the entomogenous fungus *Lecanicillium lecanii*, through a complex ecological web. *Plant Pathology* 58: 636-641.
- Wiryadiputra, S., Y. D. Junianto, E. Sulistyowati, Saidi, R. Hulupi, M. C. Mahfud, dan L. Rosmahani. 2002. Analisis status penelitian dan pengembangan PHT pada pertanian kopi. Risalah Simposium Nasional Penelitian PHT Perkebunan Rakyat. Bogor, 17-18 September 2002. Bagian Proyek Tanaman Perkebunan. hlm. 129-146.

HAMA PENGGEREK KOPI DAN PENGENDALIANNYA

COFFEE BORER AND ITS CONTROL

Samsudin dan Funny Soesanthy

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
samsudin.afaqih@gmail.com

ABSTRAK

Hama penggerek kopi merupakan salah satu faktor biotik yang dapat menurunkan produksi kopi. Beberapa jenis hama penggerek yang menyerang kopi di Indonesia, yaitu penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae)), penggerek batang kopi (*Zeuzera coffeae* Nietn. (Lepidoptera: Cossidae)), dan penggerek ranting kopi (*Xylosandrus compactus* Eichhoff. (Coleoptera: Curculionidae)). Serangan ketiga jenis hama penggerek tersebut telah tersebar di sentra produksi kopi nasional dan telah mengakibatkan kerusakan secara ekonomi. Berdasarkan aspek biologi, ketiga hama tersebut berpotensi untuk berkembang dengan cepat dan menjadi hama utama apabila kondisi ekologiinya menguntungkan. Beberapa teknologi pengendalian hama penggerek kopi telah tersedia, seperti kultur teknis, mekanis, biologis, dan kimia dengan pestisida sintetik dan nabati. Integrasi teknologi pengendalian yang disesuaikan dengan karakter perkebunan rakyat diharapkan efektif mengendalikan hama tersebut.

Kata kunci : Kopi, hama penggerek kopi, teknologi pengendalian

ABSTRACT

Borer pest is one of the biotic factors that can decrease coffee productions. Several borer pests have been reported attacking coffee in Indonesia, namely the coffee berry borer *Hypothenemus hampei* Ferr. (Coleoptera: Curculionidae), coffee stem borer *Zeuzera coffeae* Nietn. (Lepidoptera: Cossidae), and coffee twig borer *Xylosandrus compactus* Eichhoff. (Coleoptera: Curculionidae). The three kind of borer pests have spread over the central national coffee productions and have resulted on economic damages. Based on biological aspects, the pests have potency to grow rapidly and become main pest if the ecological conditions are favorable. Some technologies for controlling borer pests are availabl, such as technical culture, mechanical, biological, and chemical or botanical pesticides. The integration of these technologies synchronized with smallholders characters are expected to be effective in controlling these pests.

Keywords : Coffee, borer pest, pest management

PENDAHULUAN

Terdapat dua masalah utama pada perkebunan kopi rakyat, yaitu rendahnya produktivitas dan mutu hasil yang kurang memenuhi standar untuk diekspor (Laila *et al.*, 2011a). Rendahnya produktivitas kopi antara lain disebabkan oleh serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Beberapa jenis OPT yang menyerang tanaman kopi di Indonesia adalah hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.), penggerek batang (*Zeuzera* sp.), penggerek cabang (*Xylosandrus* spp.), kutu hijau (*Coccus viridis*), kutu putih (*Ferrisia virgata*), penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*), *Cercospora* sp., embun jelaga dan busuk buah kopi, serta

nematoda akar (Anonim, 2010). Di antara hama kopi tersebut yang dinilai sebagai hama utama dan merugikan secara ekonomi adalah hama penggerek, baik penggerek buah (PBKo) (*Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae)), penggerek batang (*Zeuzera* sp.(Lepidoptera: Cossidae)), dan penggerek cabang (*Xylosandrus* spp. (Coleoptera: Scolytidae)).

Tulisan ini menguraikan tentang sebaran, kerusakan ekonomi, karakter biologi dan ekologi hama penggerek buah, batang dan cabang kopi, serta upaya pengendaliannya.

PENGGEREK BUAH KOPI *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Penyebaran

Hama penggerek buah kopi (PBKo) merupakan hama kopi yang berasal dari Afrika Tengah. Hama ini pertama kali ditemukan Tahun 1867 oleh Ferrari di dalam biji kopi yang dijual di pasar Afrika. Tahun 1901, serangga ini tersebar di Gabon Afrika Tengah. Kumbang ini juga ditemukan pada perkebunan kopi di Meksiko, Brazil, Kuba, Jamaika, Republik Dominika, dan Puerto Rico (Barrera, 2008). Pada tahun 2010, kumbang ini baru dilaporkan menyerang kopi di Kona Selatan, Kepulauan Hawaii (Bittenbender *et al.*, 2012). Penyebaran hama PBKo di Indonesia telah merata di hampir semua wilayah perkebunan kopi, yaitu Irian Jaya, Sulawesi, Sumatera dan Jawa (CABI, 2000).

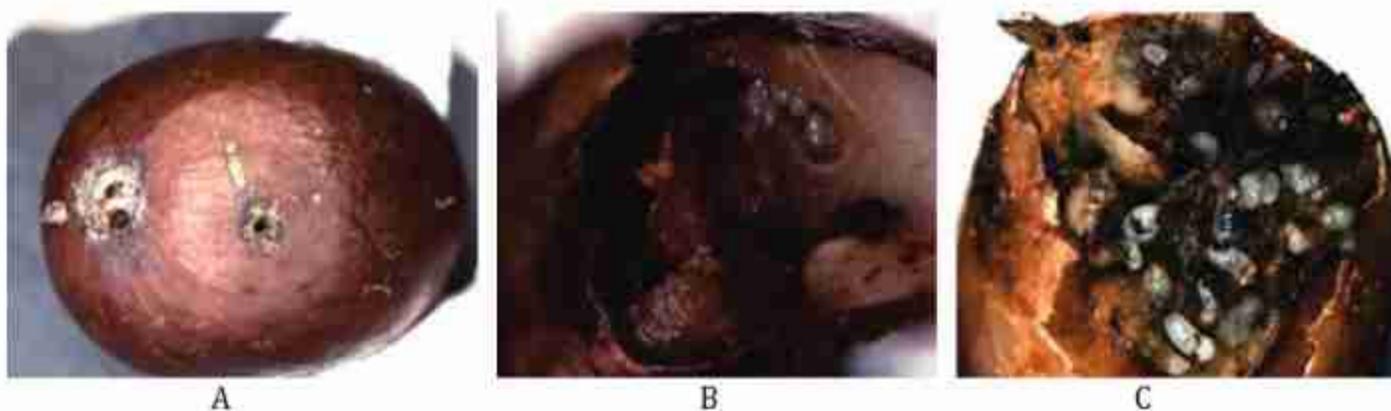
Kerusakan Ekonomi

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. Serangan hama ini telah menurunkan hasil panen di negara Uganda mencapai 80%, Colombia 60%, Jamaika 58-85%, Tanzania 90%, Malaysia 50-90% dan Meksiko 60% (Vega, 2004). Di Indonesia hama ini merupakan salah satu penyebab utama penurunan produksi dan mutu kopi nasional (Sulistiyowati *et al.*, 1999). Serangan PBKo di Sulawesi Selatan telah menyebabkan kehilangan hasil antara 30 sampai 60% (Laila *et al.*, 2011b). Intensitas serangan hama PBKo sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh umur tanaman, kondisi lahan dan sistem budidaya kopi. Sebagai contoh, intensitas serangan hama PBKo pada lahan kopi yang

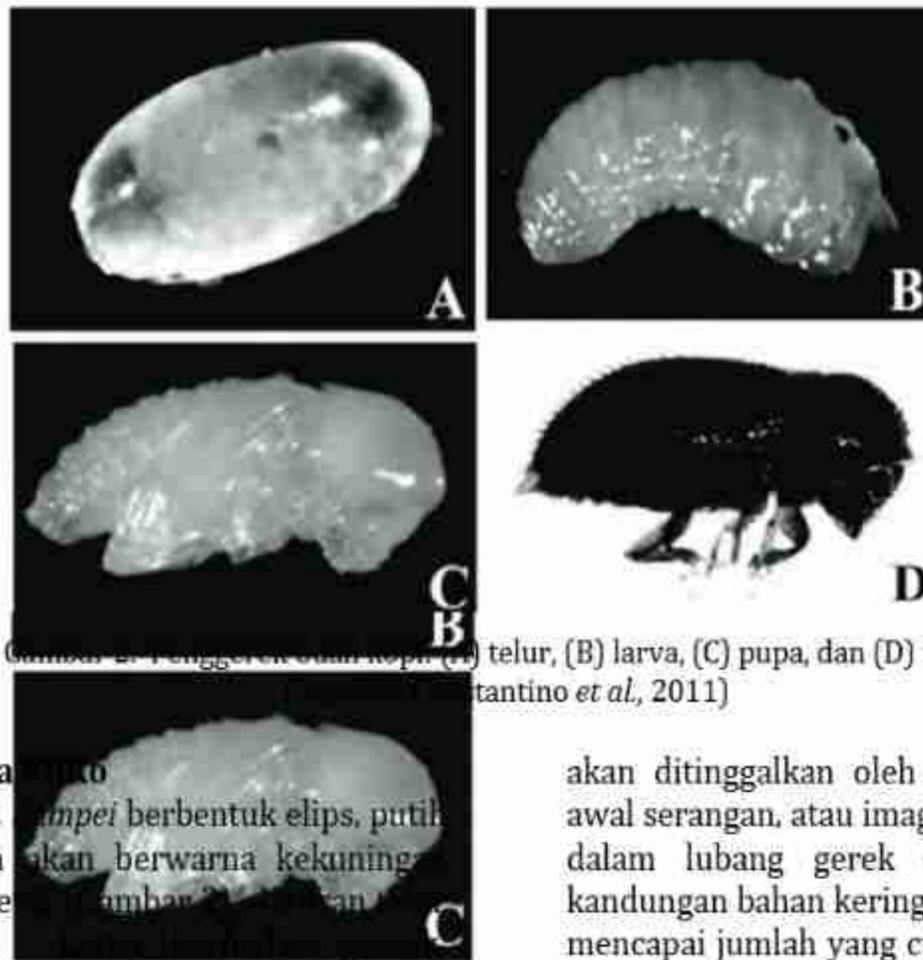
ditanami pohon dadap (*Erythrina*) sebagai pohon penayang lebih rendah dibandingkan tanaman kopi tanpa pohon penayang (Kuruseng dan Rismayani, 2010).

Gejala kerusakan yang ditimbulkan PBKo terkait dengan perilaku hidupnya. Kumbang ini merupakan kategori hama langsung, artinya merusak langsung bagian tanaman yang dipanen, yaitu buah kopi. Kumbang betina menggerek bagian apikal buah. Biasanya terlihat kotoran bekas gerakan di sekitar lubang masuk. Ada dua tipe kerusakan yang disebabkan oleh hama ini, yaitu gugur buah muda dan kehilangan hasil panen secara kuantitas maupun kualitas. Menurut Tobing *et al.* (2007), PBKo dapat menyerang buah yang belum mengeras, buah kopi yang bijinya masih lunak umumnya digerek hanya untuk mendapatkan makanan dan selanjutnya akan ditinggalkan. Buah demikian 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 sangat berpengaruh negatif terhadap susunan senyawa kimianya, terutama pada kafein dan gula pereduksi yang akan mempengaruhi citarasa.

Menurut Manurung (2008), imago betina PBKo dapat menyerang pada semua tingkat umur buah kopi. Kumbang betina menyerang buah kopi dari mulai buah sedang terbentuk (8 minggu setelah berbunga) sampai waktu panen. Akan tetapi buah paling disukai adalah buah yang sudah tua (Baker, 1999, Hindayana *et al.*, 2002). Hama ini menyerang semua jenis kopi, baik jenis kopi arabika, robusta dan liberika (Manti, 2004). Gambar 1 menunjukkan gejala kerusakan biji kopi yang terserang PBKo.



Gambar 1. Gejala serangan PBKo pada biji kopi: A. lubang gerakan, B. larva berada dalam buah kopi, C. larva, pupa dan imago di dalam buah kopi (Sumber: Bittenbender *et al.*, 2012)



Gambar 2. Penggerak buah kopi (PBKo) telur, (B) larva, (C) pupa, dan (D) imago. (Constantino *et al.*, 2011)

Morfologi Hama PBKo

Telur *H. hampei* berbentuk elips, putih transparan, dan akan berwarna kekuningan ketika siap menetas. Panjang telur berkisar 0,52-0,69 mm.

Larva membentuk seperti huruf "C", tidak bertungkai, mempunyai kulit tipis dan berwarna putih (Gambar 2). Larva instar terakhir berukuran 1,5-2,0 mm. Bentuk prepupa hanya bentuknya kurang teratur dan berwarna putih susu. Selanjutnya pupa akan berubah menjadi kekuningan pada saat akan keluar menjadi imago. Ukuran pupa bervariasi, panjangnya 1,5-2,0 mm.

(Najiyati, 2004; Wiryadiputra, 2000; Barerra, 2008;). Imago berwarna hitam cokelat dan tungkainya berwarna lebih muda. Kumbang betina lebih besar daripada kumbang jantan. Panjang kumbang betina kurang 1,7 mm dan lebarnya 0,7 mm, sedang panjang kumbang jantan 1,2 mm dan lebar antara 0,6 mm-0,7 mm. Badan kumbang bulat pendek dengan pronotum sepertiga panjang badan yang menutupi kepala. Panjang antena 0,4 mm, kepala kecil dan bulat, kepala tidak terlihat dari atas karena ditutupi oleh pronotum. Antena berbentuk menyiku dan membulat pada bagian ujungnya. Kepala berbentuk segi tiga yang ditutupi oleh rambut-rambut halus (Najiyati, 2004; Irulandi *et al.*, 2007). Tipe alat mulut menggigit mengunyah. Betina memiliki sayap yang berkembang sempurna.

Biologi dan Ekologi

Imago betina menyerang buah kopi yang sedang berkembang. Menurut Baker (1992), kandungan bahan kering di dalam endosperma merupakan faktor penting yang mempengaruhi serangan maupun kecepatan penetrasi PBKo ke dalam biji. Biji dengan kandungan bahan kering kurang dari 20%

akan ditinggalkan oleh PBKo setelah proses awal serangan, atau imago betina menunggu di dalam lubang gerek di eksokarp sampai kandungan bahan kering di dalam endosperma mencapai jumlah yang cukup. Umumnya, satu buah kopi hanya diserang oleh satu kumbang betina PBKo.

Kumbang meletakkan telur di dalam lubang gerek. Jumlah telur yang diletakkan betina selama hidupnya berkisar 31-50 butir. Telur menetas menjadi larva setelah 14 hari. Lama fase larva sekitar 15 hari. Masa prepupa dan pupa terjadi selama 7 hari. Lama hidup imago betina lebih lama dari jantan. Kumbang betina dapat bertahan hidup selama 157 hari, sedangkan jantan hanya 20-87 hari (Hindayana *et al.*, 2002). Di Kolombia siklus hidup *H. hampei* rata-rata $26,8 \pm 1,0$ hari dengan lama fase telur selama $5,1 \pm 1,0$ hari, larva instar I $6,4 \pm 1,5$ hari, larva instar II $6,6 \pm 1,1$ hari, prepupa $2,2 \pm 0,1$ hari, dan pupa $6,5 \pm 1,2$ hari (Constantino *et al.*, 2011). Menurut Barerra (2008), siklus hidup PBKo dipengaruhi oleh suhu. Semakin rendah suhu, siklus hidup akan semakin lama. Pada suhu 27°C , siklus hidup kumbang adalah 21 hari, suhu 22°C adalah 32 hari, dan suhu $19,2^\circ\text{C}$ adalah 63 hari.

Populasi PBKo di dalam buah yang terserang dapat mencapai 25-30 individu dari berbagai fase perkembangan hidup. Jumlah betina lebih banyak daripada jantan. Oleh karena itu, selalu terjadi kopulasi antar keturunan. Betina yang telah berkopulasi akan keluar dari buah kopi untuk mencari buah baru sebagai tempat peletakan telur. Kumbang dapat bertahan hidup pada buah kopi kering yang telah menghitam yang masih menempel pada pohon maupun telah berjatuh ke tanah. Kumbang jantan tetap hidup di dalam buah yang terserang (Jaramillo *et al.*, 2006; Barerra, 2008).

Teknologi Pengendalian PBKo

Strategi pengendalian hama PBKo harus dilakukan secara terpadu agar berhasil menurunkan atau mengelola populasi PBKo di kebun. Strategi pengendalian difokuskan pada teknik budidaya, pengendalian secara biologi, pengendalian menggunakan pestisida sintetik. Sebelum melakukan tindakan pengendalian perlu dilakukan pengamatan terhadap buah kopi yang terserang PBKo. Proporsi buah kopi yang terserang PBKo dihitung berdasarkan metode Barrera (2008). Pada lahan seluas 1-5 ha dipilih 20 bagian yang seragam. Pada tiap-tiap bagian tersebut dipilih 5 tanaman kopi dalam satu baris, kemudian pada tiap pohon diambil 20 buah secara acak. Semakin tinggi nilai proporsi maka tindakan pengendalian PBKo perlu dilakukan.

Strategi pengendalian PBKo yang dilakukan, yaitu:

1) Varietas Tahan

Varietas kopi tahan PBKo dan berproduksi tinggi menjadi langkah pertama dalam melakukan strategi pengendalian. Varietas tahan selain murah juga ramah lingkungan sehingga dalam usahatani kopi lebih efisien. Walaupun demikian sampai sekarang masih dikembangkan penelitian pemuliaan varietas yang tahan terhadap hama utama kopi terutama PBKo.

2) Kultur Teknis

PBKo dapat bertahan dalam satu musim pada buah yang tertinggal di pohon atau buah yang jatuh. Oleh karena itu, harus dilakukan dengan memetik buah sehat yang tertinggal di pohon kopi maupun pengumpulan buah yang jatuh. Cara ini dilakukan untuk menghilangkan sumber makanan sehingga penggerek buah ini tidak dapat berkembang biak dan siklus hidupnya terputus. Selain itu juga dilakukan dengan memetik buah yang terserang kemudian dijemur agar penggerek buah yang ada di biji dalam bentuk telur, larva, pupa maupun dewasanya mati. Cara ini diharapkan dapat mengurangi populasi yang ada di lapangan (Hidayana *et al.*, 2002).

Pengendalian PBKo di daerah Jawa dilakukan tiga bulan sebelum buah masak, dengan cara memungut buah, baik yang ada di pohon atau yang telah jatuh ke tanah. Pemungutan dilakukan tidak hanya terhadap buah-buah yang masak tetapi juga terhadap buah-buah muda yang terserang, dan dilaksanakan pada bulan September atau

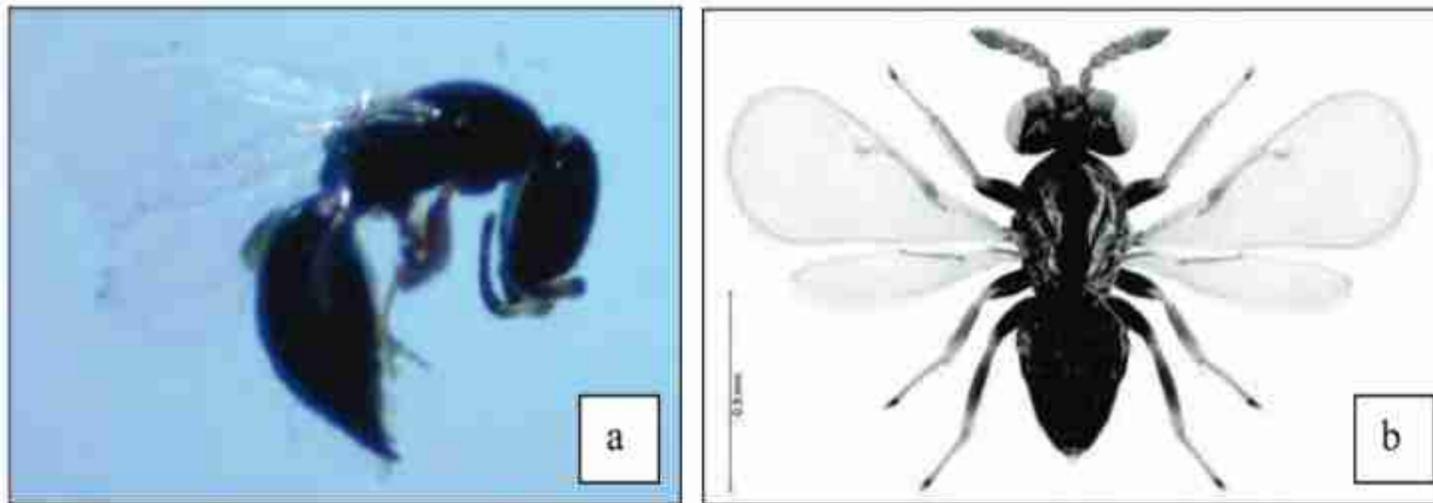
Oktober tiap tahun. Buah-buah yang berdiameter kurang dari 5 mm, tidak dipungut. Buah-buah ini akan masak pada pertengahan bulan Januari, dengan demikian penggerek buah kopi tidak dapat berkembang biak pada buah-buah yang belum masak sehingga perkembangan hama (PBKo) berhenti beberapa lama.

Pemangkasan tanaman kopi dan penanggunya secara rutin dilakukan. Cahaya matahari dan sirkulasi udara yang baik dapat mengurangi tingkat kelembaban dan suhu lingkungan sehingga menciptakan kondisi yang kurang cocok untuk perkembangan PBKo. Pengendalian gulma setelah panen harus dilakukan agar memudahkan pengambilan sisa-sisa buah kopi yang jatuh ke tanah. Buah yang jatuh cepat menghitam karena terdehidrasi, tidak ada gulma yang menahan lapisan air di atas tanah. Hal ini dapat meningkatkan kematian kumbang yang berada di dalam buah kopi yang hitam mengering.

Kondisi tanaman yang lemah merupakan faktor utama terjadinya serangan PBKo. Oleh sebab itu perlu dilakukan pemupukan secara berkala. Tanaman yang sehat memiliki kemampuan untuk bertahan dari serangan hama dan penyakit atau tanaman mampu bertahan terhadap kerusakan yang dialaminya. Pemupukan juga dapat memicu waktu pembungaan yang relatif seragam sehingga dapat memutus siklus hidup PBKo. Walaupun demikian varietas yang dapat berbunga lebih cepat atau lebih lambat dari varietas utama juga dapat ditanam sebagai tanaman perangkap PBKo. Penggunaan feromon atraktan yang disebut sebagai *brocap trap* juga dapat mengurangi populasi imago dan bersifat spesifik hama tersebut (Cirad, 2004).

3) Biologi

Pengendalian secara biologi dilakukan dengan menggunakan musuh alami yang menyerang PBKo seperti parasitoid dan patogen serangga (*entomopathogen*) (Vega *et al.*, 2009). Meskipun musuh alami PBKo banyak ditemui di lapang, akan tetapi pemanfaatannya untuk mengendalikan PBKo masih sangat sedikit. Hasil penelitian Aristizabal *et al.* (2002) di Kolombia tentang pengendalian PBKo menunjukkan bahwa 80% petani masih menggunakan pestisida sintetik, dan hanya 18% petani menggunakan *B. bassiana*, sedangkan sisanya tidak melakukan pengendalian.



Gambar 3. a). *C. stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethylidae), b). *P. coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae), (Sumber: Jaramillo *et al.*, 2006)



Gambar 4. Kumbang PBKo terserang *B. Bassiana* (Sumber: www.coffeeterms.com)

Parasitoid yang sering digunakan untuk mengendalikan PBKo adalah *Prorops nasuta* Waterston, *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (keduanya Hymenoptera: Bethylidae) (Gambar 3a), dan *Phymastichus coffea* LaSalle (Hymenoptera: Eulophidae) (Gambar 3b). Ketiganya adalah ektoparasitoid larva, pre-pupa dan pupa. Menurut Jaramillo *et al.* (2009), sebesar 97% *P. nasuta* ditemukan di dalam buah yang jatuh ke tanah. Oleh sebab itu pemungutan buah kopi yang jatuh ke tanah juga dapat mengurangi populasi parasitoid ini. *C. stephanoderis* dan *P. coffea* merupakan parasitoid asli Afrika yang telah banyak terkirim ke berbagai negara penghasil kopi. Di Indonesia, *C. stephanoderis* telah diperbanyak dan dilepas untuk mengendalikan PBKo di perkebunan kopi di Malang. Tingkat parasitasi *P. coffea* terhadap PBKo mencapai lebih dari 55% setelah dilepaskan di Meksiko, dan diharapkan populasinya dapat berkembang sendiri 8-12 bulan setelah dilepaskan pertama kali (Galindo *et al.*, 2002). Walaupun demikian, pelepasan parasitoid harus diulang secara berkala agar efektif mengendalikan populasi PBKo di lapang.

Pemanfaatan jamur patogen serangga untuk mengendalikan PBKo lebih berkembang dibandingkan musuh alami lainnya. Hal ini dikarenakan proses isolasi dari lapangan, perbanyakan massal, formulasi, dan

aplikasinya relatif lebih mudah. Strain jamur patogen mudah diisolasi dari PBKo yang terinfeksi di lapang, sementara itu proses perbanyakan massalnya dapat dilakukan dengan hanya menggunakan beras. Cara aplikasi *B. bassiana* di lapangan sangat mudah, yaitu buah masak pertama yang terserang PBKo, dikumpulkan, dicampur dengan jamur, dan dibiarkan selama satu malam, kumbangnya akan keluar dan dilepas sehingga dapat menularkan jamur kepada pasangannya di kebun. Hasil penelitian Barrera (2008) menunjukkan bahwa jamur *B. bassiana* efektif mengendalikan PBKo. Menurut Hindayana *et al.* (2002), aplikasi jamur *B. bassiana* yang tepat dilakukan pada saat kulit tanduk buah sudah mengeras. Gambar 4 adalah kumbang yang terserang *B. bassiana*.

4) Pestisida Sintetik dan Pestisida Nabati

Insektisida sintetik yang paling banyak digunakan untuk mengendalikan PBKo oleh petani kopi saat ini adalah endosulfan dan chlorpyrifos. Kedua jenis insektisida ini sangat berbahaya bagi manusia dan mencemari lingkungan (Baker *et al.*, 2002). Menurut Magina (2005), endosulfan bersifat sangat persisten sehingga kemungkinan kandungan pestisida ini masih terbawa pada produk turunan kopi. Pestisida ini juga dapat bertahan di lingkungan selama beberapa bulan

setelah aplikasi. Barrera (2008) menyarankan penggunaan pestisida sintetik dapat dilakukan jika populasi PBKo sudah mencapai ambang ekonomi. Waktu penyemprotan yang tepat saat imago PBKo mulai penetrasi buah atau sekitar 90-140 hari setelah pembungaan utama.

Penggunaan pestisida nabati untuk mengendalikan PBKo juga telah digunakan di beberapa perkebunan kopi. *Tephrosia* sp. telah digunakan di Tanzania untuk mengendalikan PBKo. Konsentrasi yang digunakan adalah sebanyak 50-100 g daun/liter air dan ditambah dengan sedikit air sabun (Paul *et al.*, 2001).

PENGGEREK BATANG DAN CABANG KOPI

Penggerek batang dan cabang juga termasuk hama utama yang harus menjadi perhatian di Indonesia karena mengakibatkan tanaman kopi mati dan roboh. Secara umum, biasanya imago betina dari hama penggerek akan meletakkan telur pada batang atau cabang kopi. Larva instar pertama mengelilingi batang atau cabang mencari jalan masuk ke dalamnya.

Larva yang berhasil masuk ke dalam batang atau cabang akan membuat terowongan di dalamnya. Sisa-sisa gergakan kayu dan kotoran larva keluar melalui lubang masuknya sehingga dapat dijadikan sebagai tanda adanya serangan. Pada tanaman yang masih muda dapat menyebabkan kematian tanaman secara keseluruhan. Tanaman yang diserang penggerek batang atau cabang umumnya relatif lebih rentan terhadap serangan rayap dan jamur. Tanaman juga mudah patah karena bagian dalam batang keropos.

Beberapa jenis hama penggerek batang atau cabang merupakan bagian dari ordo Coleoptera, famili Cerambycidae dan Curculionidae, dan ordo Lepidoptera, famili Cossidae. Tabel 1 menyajikan beberapa jenis penggerek batang atau cabang kopi dan wilayah sebarannya (Vega *et al.*, 2006; Barrera, 2008). Dari beberapa jenis hama penggerek batang dan cabang kopi tersebut, yang telah menjadi hama penting dan harus diwaspadai keberadaannya di Indonesia adalah penggerek batang dan cabang merah *Zeuzera coffeae* Nietn dan penggerek cabang *Xylosandrus compactus*.

Tabel 1. Beberapa jenis penggerek batang dan cabang kopi

Spesies	Ordo dan Famili	Wilayah Sebaran	Musuh Alami
<i>Zeuzera coffeae</i> Nietn.	Lepidoptera: Cossidae	Asia, Australia dan Kepulauan Pasifik	Parasitoid: Braconidae, Tachinidae, Chalcididae, <i>Beauveria bassiana</i>
<i>Monochamus leuconotus</i> (Pascoe)	Coleoptera: Cerambycidae	Afrika Barat, Tengah dan Selatan	Parasitoid: Eulophidae, Braconidae, Pteromalidae, Scelionidae.
<i>Bixadus sierricola</i> (White)	Coleoptera: Cerambycidae	Afrika Tengah dan Barat	Parasitoid: Ichneumonidae, Tachinidae.
<i>Xylotrechus quadripes</i> (Chevrolat)	Coleoptera: Cerambycidae	Asia Tenggara dan India	Burung, <i>Beauveria bassiana</i> Parasitoid: Bethylidae, Braconidae, Eurytomidae, Evaniidae, Ichneumonidae.
<i>Plagiohammus</i> sp.	Coleoptera: Cerambycidae	Meksiko, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica	-
<i>Xylosandrus morigerus</i> (Blanford)	Coleoptera: Curculionidae	Veracruz, Meksiko, Brazil, Indonesia	Parasitoid: Eulophidae, Bethylidae. Predator, Formicidae. <i>Beauveria bassiana</i>
<i>Xylosandrus compactus</i> Eichhoff (<i>Xyleborus</i> <i>morstatti</i>)	Coleoptera: Curculionidae	Guinea, Afrika Timur dan Barat, Madagaskar, Mauritius, Seychelles, India, Malaysia, Indonesia, Amerika dan Fiji.	Parasitoid: Eulophidae

(Sumber : Vega *et al.*, 2006; Barrera, 2008)

Penggerek Batang Kopi *Zeuzera coffeae* (Lepidoptera : Cossidae)

Penyebaran

Penggerek batang merah *Zeuzera coffeae* Nietn. (Lepidoptera: Cossidae) merupakan hama polifagus yang menyerang berbagai jenis tanaman berkayu, seperti: kopi, kakao, kelengkeng, jati dan teh (Mangan dan Mangan, 2002; Sulistyowati *et al.*, 2002). Sebaran geografi dari hama ini meliputi dataran Asia antara lain Banglades, Burma, Kamboja, Cina, India, Indonesia, Laos, Malaysia, Filipina, Sri Lanka, Taiwan, Thailand dan Vietnam. Hama ini juga telah dijumpai di daratan Australia dan Kepulauan Pasifik. (<http://www.cabi.org>)

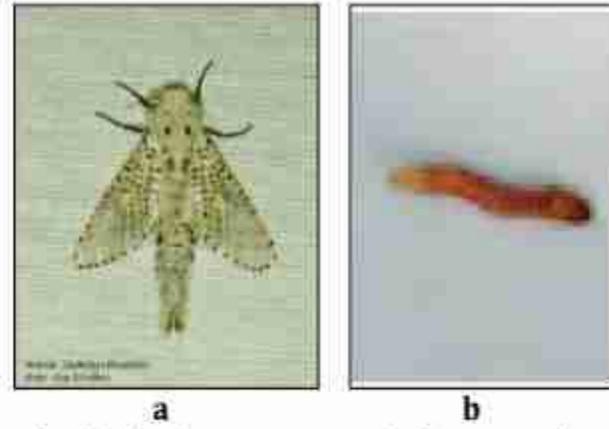
Kerusakan Ekonomi

Larva *Z. coffeae* mengebor kulit kayu hingga ke bagian kambium dan kayu. Kemudian larva terus menggerek sampai ke bagian xylem dan terus bergerak ke arah vertikal, dan atau membuat liang gerek melingkar batang. Rata-rata panjang gerek 40-50 cm dan diameter gerek 1-1,2 cm. Apabila luas gerek melingkar dan bertemu, maka bagian tanaman di atas gerek akan mengering, mati dan mudah patah (Prat dan Haneda, 1999; Yulianto, 2007; Ratmawati, 2011). Hal itu disebabkan distribusi hara dan air dari tanah terganggu, sehingga daun tanaman yang diserang menjadi layu, kemudian rontok, tanaman menjadi kering, dan akhirnya mati (Anonim, 2003).

Bagian permukaan kulit batang atau cabang tanaman yang digerek terdapat lubang masuk larva dengan diameter sekitar 2 mm. Apabila larva masih aktif di dalam, maka akan terlihat serbuk gerek berbentuk bulatan kecil berdiameter 1-2 mm dengan warna coklat kemerahan yang terkumpul di bawah pohon tanaman terserang (Prat dan Haneda, 1999).

Morfologi

Telur *Z. coffeae* berbentuk bujur dengan permukaan bawahnya memipih. Telur berukuran panjang 1 mm dan lebar 0,5 mm, berwarna kuning-kemerahan, dan berumur 10-11 hari. Larva berwarna merah cerah sampai ungu, panjangnya 3-5 cm (Gambar 5a). Stadia larva berkisar antara 81-151 hari. Pupa berada liang gerek dengan panjang 7-12 cm. Umur pupa 17-120 hari tergantung pada nilai gizi makanannya dan keadaan iklim pada fase kepompong. Imago berupa kupu-kupu menarik berwarna putih dengan bercak hitam, abdomen biasanya abu-abu (Gambar 5b).



Gambar 5. a). Larva penggerek batang *Zeuzera coffeae* (Sumber: Yulianto, 2007), dan b). Imago (Sumber: <http://www.papua-insects.nl>)

Biologi dan Ekologi

Satu ekor imago *Z. coffeae* mampu menghasilkan telur sebanyak 500-1000 butir dalam waktu 1 sampai 2 minggu. Setelah 10-11 hari biasanya telur akan menetas. Larva menggerek batang muda (\pm 3 tahun) dan cabang berdiameter 3 cm. Stadia larva 81-151 hari. Pupa berada di dalam "kamar pupa" yang panjangnya 7-12 cm pada liang gerek. Biasanya pada bagian atas dan bawah kamar pupa disumbat oleh sisa-sisa gerek. Masa stadia pupanya berkisar antara 21-28 hari. Menurut Husaeni (2000) siklus hidup *Z. coffeae* di Indonesia berkisar antara 4-5,5 bulan. Sementara itu menurut laporan Yang *et al.* (2000), total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus hidup serangga ini rata-rata 358,6 hari, dengan periode yang paling lama saat stadia larva yaitu selama 204 hari (termasuk periode menggerek selama 167 hari). Masa hidup imago betina rata-rata 16,5 hari sedangkan imago jantan 17,3 hari. Total keperidian setiap imago betina bervariasi mulai dari 203 sampai 817 telur/induk, dengan rata-rata penetasan 71,1%

Penggerek Cabang Kopi (*Xylosandrus compactus* Eichhoff= *Xyleborus morstatti*) (Coleoptera: Curculionidae)

Penyebaran

Menurut Drizd (2003), *Xylosandrus compactus* berasal dari Asia, tetapi sudah menyebar di beberapa daerah seperti Guinea, Afrika Timur dan Barat, Madagaskar, Mauritius, Seychelles, India, Malaysia, Jawa, Sumatra, dan Fiji. Penggerek ini juga telah ditemukan di beberapa tempat di Amerika Serikat yaitu Florida, Georgia, Alabama, dan Louisiana.

Kerusakan Ekonomi

Xylosandrus compactus ini dianggap sebagai hama yang sangat penting karena mudah beradaptasi dengan lingkungan.

Hidupnya terbatas di daerah panas dan tropis. Walaupun demikian, kumbang diketahui mampu memakan dan berkembang biak di berbagai pohon dan semak, baik yang komersial maupun pohon asli pada suatu daerah (Drizd, 2003). Lebih dari 224 species tanaman, dalam 62 famili, menjadi inang penggerek cabang ini (Dixon *et al.*, 2005). Luas serangan *X. compactus* sudah merata yaitu 65% pada sistem kopi multistrata dan 75% ada sistem kopi naungan sederhana di perkebunan kopi di Lampung Barat (Rahayu *et al.*, 2006).

Morfologi

Kumbang betina berukuran panjang 1,4-1,9 mm dan lebar 0,7-0,8 mm. Badan kokoh, silindris memanjang berwarna coklat kehitaman. Bagian posterior pronotum berlubang jelas dan pada bagian basalnya ditumbuhi seta yang panjang dan kaku. Jantan berukuran panjang 0,8-1,1 mm dan lebar 0,4-0,5 mm. Tubuh bulat dan berwarna merah kecoklatan. Jantan tidak dapat terbang. Telur kecil (0,3 mm lebar x 0,5 mm panjang), putih dan berbentuk oval. Kepala larva berbentuk kapsul coklat. Tubuh putih krem dan bulat telur. Ukuran pupa sama panjang dengan imago dan bertipe eksarata (Dixon *et al.*, 2005) (Gambar 6).

Biologi dan Ekologi

Betina yang sudah kopulasi terbang pada siang hari, mencari ranting baru untuk proses peletakkan telur. Betina bersifat partenogenetik. Kumbang betina membangun lorong sepanjang 1-3 cm di dalam ranting dan menetas telurnya. Betina meletakkan telur 30-50 butir. Telurnya diletakkan dalam kelompok kecil yang terdiri dari 8-15 butir/kelompok (Hidayana *et al.*, 2002). Kumbang *X. compactus* merupakan *ambrosia beetle*, imago dan larva memperoleh tambahan nutrisi dengan memakan jamur daripada jaringan tanaman kopi (Barrera, 2008). Jamur ini tumbuh dan berkembang di dalam lubang gerek dan juga dapat mematikan tanaman inang.

Siklus hidup mulai dari telur sampai menjadi dewasa berlangsung selama 28 hari pada suhu 25 °C (Dixon *et al.*, 2005). Menurut Hidayana *et al.* (2002), sesudah lima hari, telur menetas menjadi larva. Larva berumur 10 hari kemudian menjadi pupa. Stadia pupa selama 7 hari, dan setelah itu keluar sebagai kumbang dewasa. Satu atau lebih kumbang betina dapat berada dalam lubang gerek tersebut. Secara umum, jika diameter cabang berukuran kurang dari 7 mm hanya ada satu

kumbang betina, tetapi dalam cabang yang berukuran 8-22 mm dapat ditemukan lebih dari 20 kumbang betina (Dixon *et al.*, 2005).



Gambar 6. Imago *X. compactus* Eichhoff
(Sumber: www.coffeeterms.com)

Teknologi Pengendalian Penggerek Batang atau Cabang

Kondisi tanaman yang lemah merupakan faktor utama terjadinya serangan penggerek batang atau cabang kopi. Oleh karena itu untuk mencegah terjadinya serangan dan penyebarannya dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1) Kultur Teknis

Pengendalian secara teknis dapat dilakukan dengan menjaga kesehatan tanaman yaitu dengan memberikan kondisi lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan tanaman kopi, antara lain dengan (a) memberikan pencahayaan sekitar 30% agar aktivitas fotosintesis tanaman kopi tetap teratur, (b) menjaga kesuburan tanah, menjaga pH tanah tetap seimbang dan menjaga kelembaban tanah tetap sesuai bagi pertumbuhan tanaman kopi.

2) Mekanis dan Fisik

Pengendalian secara mekanis dapat dilakukan dengan menjaga kebersihan lingkungan dari sumber serangan yaitu dengan memotong dan memusnahkan material tumbuhan yang telah terserang. Pemusnahan dapat dilakukan dengan membakar cabang-cabang yang terserang agar telur, larva dan imago yang masih ada di dalamnya mati. Secara fisik khusus untuk pengendalian penggerek batang *Z. coffeae*, pengendalian lain dengan menggunakan perangkap cahaya dapat dilakukan, mengingat imagonya aktif pada malam hari dan tertarik pada cahaya lampu. Sehingga jika perangkap tersebut dapat ditangkap maka akan dapat mengurangi populasi serangan dan resiko terjadinya serangan yang parah.

3) Biologi

Pengendalian secara biologi dapat dilakukan dengan mempertahankan keberadaan musuh alami. Menurut Arifin (1999) di Indonesia telah ditemukan musuh alami hama penggerek batang atau cabang kopi, antara lain jenis parasitoid, *Bracon zeuzerae* (Hymenoptera: Braconidae), *Carcelia (Senometopia) kockiana* Towns., dan *Isosturmia chatterjeeana* (Cam.) (Diptera: Tachinidae). Kedua jenis Tachinidae mempunyai hiperparasit, yaitu *Brachymeria punctiventris* (Cam.) (Hymenoptera: Chalcididae). Selain dengan serangga musuh alami, hama ini dapat juga dikendalikan dengan jamur patogen serangga, *Beauveria bassiana*.

4) Pestisida Sintetik dan Pestisida Nabati

Penggerek ranting dan cabang hidup di dalam tanaman sehingga penggunaan pestisida yang bersifat racun kontak tidak efektif. Oleh karena itu perlu dipilih pestisida yang bersifat sistemik. Walaupun demikian penggunaan pestisida menjadi alternatif pengendalian yang terakhir dengan memperhatikan dampak negatif terhadap lingkungan dan manusia. Selain itu penggunaannya harus pada waktu yang tepat agar pengendalian berhasil dilakukan. Hasil penelitian di Cina dengan cara menginjeksikan 80% dichlorvos EC (1:100) ke dalam lubang gergakan mampu mengendalikan 90% populasi (Yang *et al.*, 2000). Pemanfaatan pestisida nabati yang berbahan aktif kemiri sunan (Biotris) melalui injeksi lubang gergak aktif perlu dicoba.

PENUTUP

Hama penggerek buah kopi *Hypothenemus hampei*, penggerek batang kopi *Zeuzera coffeae* dan penggerek ranting kopi *Xylosandrus compactus* merupakan hama penting tanaman kopi di Indonesia. Potensi biologi dan beberapa faktor ekologi yang mendukung akan mempercepat dan meningkatkan intensitas serangan hama tersebut. Oleh karena itu strategi pengendalian pada lahan perkebunan kopi harus dilakukan secara terpadu dengan menggabungkan teknik pengendalian secara kultur teknis, mekanis, biologis dan insektisida nabati. Pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetik dilakukan sebagai alternatif terakhir apabila intensitas serangan sudah di atas ambang ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kopi. Proyek Pengendalian Hama Terpadu Perkebunan Rakyat. Direktorat Perlindungan Perkebunan. Direktorat Jenderal Bina Produksi Perkebunan. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Anonim. 2010. Laporan Serangan OPT Penting Tanaman Perkebunan Provinsi Sulawesi Selatan. Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Selatan. Makassar.
- Arifin, M. 1999. Pemanfaatan Musuh Alami dalam Pengendalian Hama Utama Tanaman Teh, Kopi, dan Kelapa. Seminar Pemasarakatan PHT Tanaman Perkebunan. Dinas Perkebunan Kabupaten Bogor, 4-5 Agustus 1999. 19 him.
- Aristizabal, L. F., H. M. Salazar, and C. G. Mejía. 2002. Changes in the adoption of the components of coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae) integrated management, thorough participative methodologies. *Revista Colombiana de Entomología* 28: 153-160.
- Baker, P. 1999. The Coffee Berry Borer in Columbia. Final report of the DFID-Cenicafe-CABI Bioscience IPM for coffee project (CNTR 93/1536A).
- Baker, P., J. A. F. Jackson, and S. T. Murphy. 2002. Natural enemies, Natural allies-how scientist and coffee farmers forged new partnership in the war against pest and low prices. CABI commodities. www.cabi-commodities.org [7 Oktober 2012]
- Barrera, J. F. 2008. Coffee pests and their management. In: Capinera JL, editor. *Encyclopedia of Entomology*. 2nd ed. Springer. p. 961-998.
- Bittenbender, H. C., V. E. Smith. 2008. Growing coffee in Hawai'i. College of Tropical Agriculture and Human Resources. University of Hawai'i at Mānoa. <http://www2.ctahr.hawaii.edu/oc/freepubs/pdf/coffe08.pdf>. [7 Oktober 2012]
- Bittenbender, H. C., M. Wright, E. Burbano. 2012. The Coffee Berry Borer Is in Hawai'i: How Can We Manage It? The University of Hawai'i. <http://www2.ctahr.hawaii.edu/site/CBBManage.aspx> [7 Oktober 2012]
- CAB INTERNATIONAL. 2000. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK.
- CIRAD. 2004. The Brocap Trap. <http://frenchagriculturalresearchforinternationaldevelopment.pdf>. [7 Oktober 2012]
- Constantino, L. M., L. Navarro, A. Berrio, F. E. Acevedo, D. Rubio, and P. Benavides. 2011. Aspectos biológicos, morfológicos y genéticos de *Hypothenemus obscurus* *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Revista Colombiana de Entomología* 37 (2): 173-182.
- Dixon, W. N., R. E. Woodruff, and J. L. Flotz. 2005. Black twig borer. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, Gainesville, FL. Publication number EENY-311. http://entnemdept.ufl.edu/creatures/trees/black_twig_borer.htm. [12 Oktober 2012].
- Drizd, L. 2003. The Black Twig Borer: A Study of The Damage Done to Unprotected Hawaiian Coffee. <http://www.ncf.edu/mccord/The%20Black%20Twig%20Borer.pdf>. [12 Oktober 2012]

- Galindo, V. H., F. Infante, A. Castillo, J. F. Barrera, E. Pinson, G. Gonzalez, J. C. Esponzoza. 2002. Establecimiento preliminar del parasitoide *Phymastichus coffea* (Hymenoptera: Eulophidae) en Chiapas, Mexico. *In: Memorias del XXV Congreso nacional de Control Niologico*. Hermosillo, Sonora, Mexico. p. 44-46.
- Hindayana, D., D. Judawi, D. Priharyanto, G. C. Luther, G. N. R. Purnayara, J. Mangan, K. Untung, M. Sianturi, R. Mundy, dan Riyanto. 2002. Musuh Alami, Hama dan Penyakit Tanaman Kopi. Proyek Pengendalian Hama Terpadu. Direktorat Perlindungan Perkebunan, Direktorat Bina Produksi Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta. 52 hlm.
- Husaeni, E. A. 2000. Diktat Hama Hutan Tanaman di Indonesia. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Irulandi, S., R. Rajendran, C. Chinnilah, S. D. Samuel. 2007. Influence of weather factors on the incidence of coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Scolytidae: Coleoptera) in Pulney hills, Tamil Nadu. *Madras Agric. J.* 7 (12): 218-231.
- Jaramillo, J., C. Borgemeister, P. Baker. 2006. Review Article. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. *Bull. Entomol. Research* 96: 223-233.
- Jaramillo, J., A. Chabi-Olaye, C. Borgemeister, C. Kamonjo, H. M. Poehling, and F. E. Vega. 2009. Where to sample? Ecological implications of sampling strata in determining abundance of natural enemies of the coffee borer, *Hypothenemus hampei*. *Biol. Control* 49: 245-253.
- Kuruseng, M. A. dan Rismayani. 2010. Intensitas serangan kumbang bubuk buah (*Stephanoderes hampei*) pada pertanaman kopi di Desa Bulukamase, Kecamatan Sinjai Selatan, Kabupaten Sinjai, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Ilmiah dan Pertemuan Tahunan PEI dan PFI XX Komisariat Daerah Sulawesi Selatan*. 27 Mei 2010. Hlm. 221-224.
- Laila, M. S. I., N. Agus, dan A. P. Saranga. 2011a. Identifikasi penyakit busuk buah pada tanaman kopi Arabika (*Coffea arabica* Linn.). *Prosiding Seminar dan Pertemuan Tahunan XXI PEI, PFI Komda Sulawesi Selatan dan Dinas Perkebunan Pemerintah Provinsi Sulawesi Selatan*, tanggal 7 Juni 2011. 16 hlm.
- Laila, M. S. I., N. Agus, dan A. P. Saranga. 2011b. Aplikasi konsep pengendalian hama terpadu untuk pengendalian hama bubuk buah kopi (*Hypothenemus hampei*). *Jurnal Fitomedika* 7 (3): 162-166.
- Magina, F. L. 2005. A review of coffee pest management. TACRI (Tanzania coffee Research Institute).
- Mangan, J. and M. S. Mangan. 2002. FFS for Estate Crops: Ecological, Organizational and Methodological Constraints for Carrying Out FFS Training in Cashew, Cocoa, Coffee, Pepper, and Tea. *International Learning Workshop in Farmer Field Schools (FFS): Emerging issues and challenges*. Yogyakarta. Indonesia.
- Manti, L. 2004. Produk Pertanian di Era Globalisasi. *Dalam Harian Umum Independen Singgalang*, Jum'at 19 Agustus 2004. <http://www.yahoo.com> 3 hlm. [12 Oktober 2012]
- Manurung. 2008. Penggunaan Brocap Trap untuk Mengendalikan Serangga Penggerek Buah Kopi *Hypothenemus hampei* Ferr pada Ketinggian yang Berbeda pada Tanaman Kopi. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Tidak dipublikasikan.
- Najiyati, S. D. 2004. Kopi Budidaya dan Penanganan PascaPanen. Penebar Swadaya. Bogor.
- Paul, W. D., J. Mwangi, and W. Mwaiko. 2001. Participatory Work with IPM-Farmer Groups in Tanzania-German, Project for Integrated Pest Management (IPM). Northern zone. 53 p.
- Prat, A. W. dan N. F. Haneda. 1999. Studi mekanisme toleransi leda (*Eucalyptus deglupta* Blume) terhadap hama penggerek batang (*Zeuzera coffeae*) untuk menunjang pemuliaan jenis. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 5 (1): 47-55.
- Rahayu, S., A. Setiawan, E. A. Husaeni, dan S. Suyanto. 2006. Pengendalian hama *Xylosandrus compactus* pada agroforestri kopi multistrata secara hayati: studi kasus dari Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita* 28(3). <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Publications/files/journal/A0247-07.PDF> [7 Oktober 2012].
- Ratmawati I. 2011. Penggerek batang merah (*Zeuzera coffeae*) pada tanaman kopi. (<http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tptsur/>) [12 Oktober 2012].
- Sulistyowati, E., S. Mangoendihardjo, dan F. X. Wagiman. 1999. Respon fungsional parasitoid *Cephalonomia stephanoderis* Betr. terhadap penggerek buah kopi, *Hypothenemus hampei* (Ferr.). *Pelita Perkebunan* 15 (2): 101-108.
- Sulistyowati, E., E. Mufrihati, dan A. Wahab. 2002. Pengujian Keefektifan Insektisida Regent 60 SC dan Decis Tablet terhadap Penggerek Buah Kakao *Conopomorpha cramerella*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. 14 hlm.
- Vega, F. E., M. B. Blackburn, C. P. Kurtzman, P. F. Dowd. 2003. Identification of a coffee berry borer associated yeast: does it break down caffeine? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 107: 17-24.
- Vega, F. E. 2004. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Scolytidae). *Encyclopedia of Entomology* (1): 575-576.
- Vega, F. E., F. Posada, and F. Infante. 2006. Coffee insects: ecology and control. *Encyclopedia of Pest Management*. DOI:10.1081/E-EPM-120042132.
- Vega, F. E., F. Infante, A. Castillo, and J. Jaramillo. 2009. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. *Terrestrial Arthropod Reviews* 2: 129-147.
- Wiradiputra, S. 2007. Pengelolaan Hama Terpadu pada Penggerek Buah Kopi, *Hypothenemus hampei* (Ferr) dengan Komponen Utama pada Penggunaan Perangkat Brocap Trap. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Jember. Jawa Timur. Hlm. 2-9.
- Yulianto. 2007. Pengendalian hama penggerek batang (*Zeuzera coffeae* Neitner) pada tanaman kelengkeng (*Dimocarpus longan* (Lour) Steud.). *JPPTP*. 10 (3): 217-224.
- Yang, F. R., G. LiangZhen, L. EnYi, and G. HaiYin. 2000. Bionomics of *Zeuzera coffeae* and its control. *Journal Plant Protection* 26 (4): 12-14

OPTIMALISASI LAHAN USAHATANI TANAMAN KOPI PERKEBUNAN RAKYAT MELALUI INTEGRASI TANAMAN KOPI DENGAN TERNAK

OPTIMIZING LAND RESOURCES IN SMALLHOLDERS COFFEE PLANTATIONS THROUGH COFFEE AND LIVESTOCK INTEGRATION

Bedy Sudjarmoko, Dewi Listyati, dan Abdul Muis Hasibuan

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
bedy_sm@yahoo.com

ABSTRAK

Tulisan ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran keuntungan teknis dan ekonomi penerapan usahatani integrasi tanaman kopi dengan ternak, khususnya kambing. Sinergi antar keduanya ternyata mampu memberikan hubungan positif yang saling menguntungkan. Penaung tanaman dan kulit kopi dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak, sedangkan dari ternak diperoleh pupuk organik atau kompos yang sangat berguna bagi peningkatan produktivitas tanaman kopi. Teknologi yang dapat diterapkan sangat sederhana, murah dan mudah untuk dilakukan oleh petani. Model integrasi tanaman kopi dengan kambing mampu meningkatkan produktivitas dan mutu tanaman kopi dan menambah berat badan kambing sehingga mampu mengoptimalkan seluruh sumberdaya yang tersedia. Secara teknis maupun ekonomi, integrasi tanaman kopi dengan ternak kambing mampu memberikan keuntungan bagi petani kopi dibandingkan pola usahatani kopi dan ternak secara monokultur.

Kata kunci : Kopi, integrasi, sistem, ternak, optimalisasi, limbah

ABSTRACT

This paper aims to describe technical and economic advantage of integrating coffee plantation with livestock, especially goats. Integrating coffee plantation with livestock create mutually positive impact. The shade plants and coffee coat produce livestock feed. Conversely, livestock generate organic fertilizer which may increase the yield. The technology used is very simple, cheap and easy to apply by farmers. Coffee and livestock integration model may increase productivity and quality of coffee products and weights of goats, thus optimizing all the resources. Technically and economically, coffee and livestock integration is more beneficial to the farmers than monoculture farming system.

Keywords : Coffee, crops, livestock, system, integration, optimization, waste

PENDAHULUAN

Tanaman kopi di Indonesia umumnya diusahakan oleh petani dalam bentuk perkebunan rakyat (*smallholder*). Dari 1.308.000 hektar luas areal kopi di Indonesia pada tahun 2011, 95% diusahakan dalam bentuk perkebunan rakyat dan dominan jenis kopi robusta. Produktivitasnya di tingkat petani masih sangat rendah, yaitu 734 kg/ha/tahun atau baru mencapai 63% dari potensinya (Ditjenbun, 2011). Berbagai penyebab rendahnya produktivitas kopi rakyat antara lain teknik budidaya masih tradisional, tanaman banyak yang sudah tua dan sebagian besar belum menggunakan klon unggul. Peluang untuk meningkatkan produksi dan produktivitas tanaman masih terbuka dengan menerapkan inovasi teknologi yang sesuai

dengan kondisi agroekologi setempat. Disamping itu, teknologi tersebut harus mudah dan murah sehingga petani tidak sulit untuk mengadopsinya dengan cepat.

Kopi termasuk tanaman yang menghasilkan limbah hasil sampingan pengolahan yang cukup besar, berupa kulit kopi, jumlahnya berkisar 50-60% dari hasil panen. Bila hasil panen 1.000 kg kopi segar, maka yang menjadi biji kopi hanya sekitar 400-500 kg dan sisanya berupa kulit kopi yang bisa dijadikan sebagai bahan dasar untuk pembuatan pupuk kompos (Puslitkoka, 2005). Banyak manfaat dari limbah kopi disamping sebagai bahan dasar kompos juga berpotensi sebagai bahan pakan ternak.

Usahatani kopi yang dilakukan petani saat ini, walaupun bukan bersifat monokultur, tetapi belum ada yang mengkombinasikan

beberapa komoditi dalam suatu hamparan dengan bentuk dan skala ekonomis yang tepat sehingga belum mampu memberikan produktivitas dan efisiensi usahatani yang optimal. Untuk mengoptimalkan usahatani kopi, diperlukan inovasi teknologi dengan menghimpun beberapa potensi usahatani yang selama ini belum dimanfaatkan oleh petani. Salah satu inovasi prospektif untuk dikembangkan adalah model integrasi kopi dengan ternak kambing. Sinergi antara tanaman kopi dengan ternak kambing memberikan peluang penyediaan pupuk organik dan pakan ternak, dapat dipenuhi dalam suatu sistem usahatani terpadu. Introduksi integrasi tanaman kopi dengan ternak di Bali dan Bengkulu, terbukti mampu meningkatkan efisiensi usahatani dan produktivitas tanaman kopi serta pendapatan petani secara berkesinambungan per satuan waktu dan luas lahan.

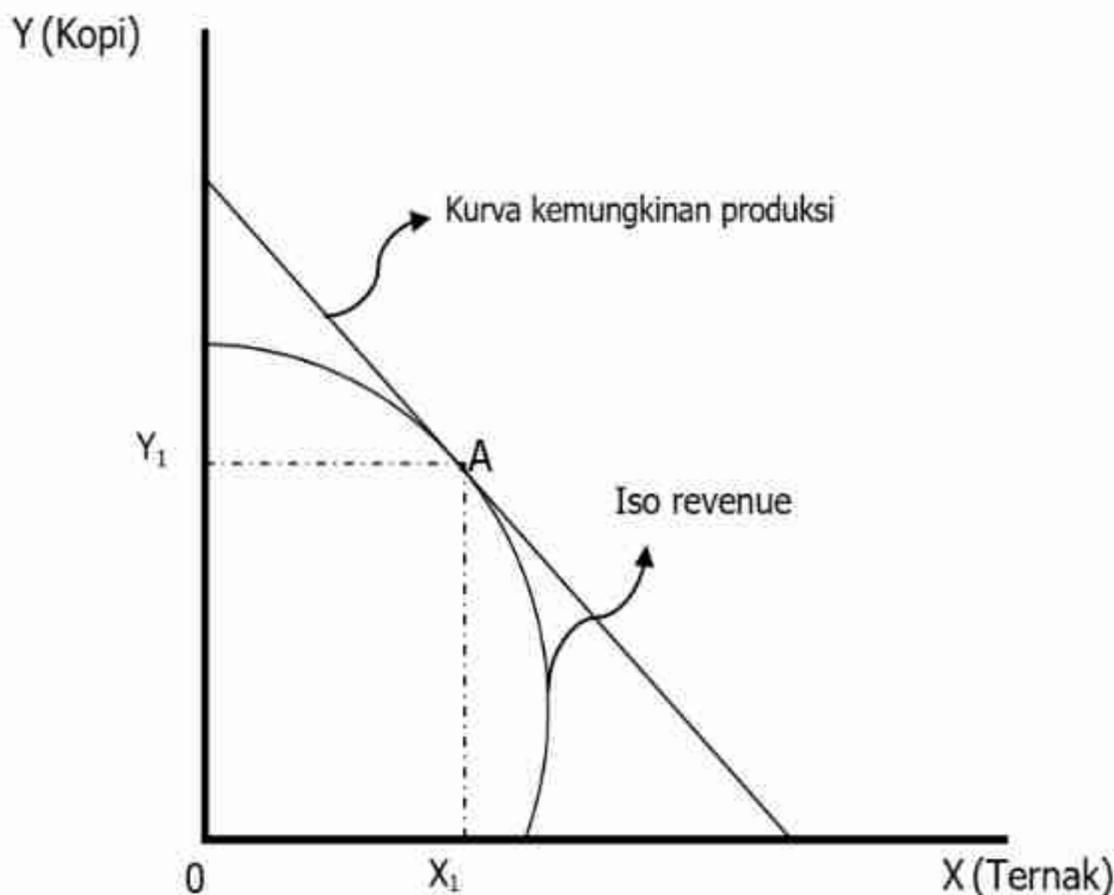
Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang keuntungan teknis dan ekonomis integrasi usahatani kopi dengan ternak kambing.

KERANGKA TEORITIS EFISIENSI PENGGUNAAN LAHAN MELALUI INTEGRASI TANAMAN DENGAN TERNAK

Teknologi integrasi dalam sebuah usahatani dapat mencakup integrasi vertikal dan horizontal. Integrasi vertikal terjadi saat

usahatani melakukan diversifikasi produk dari hulu sampai hilir, sedangkan integrasi horizontal terjadi saat usahatani melaksanakan diversifikasi produk utamanya dengan cabang usahatani lainnya dan tidak berdiri sendiri sehingga melibatkan satu cabang usahatani satu sama lain bersifat komplementer (Sudana, 2005).

Integrasi tanaman kopi dengan ternak dapat dianggap sebagai aktivitas produksi yang memadukan dua cabang usahatani atau lebih. Perpaduan tersebut berimplikasi pada penggunaan sumberdaya tersedia secara bersama-sama untuk memelihara tanaman kopi dan ternak. Penggunaan sumberdaya yang sama seperti lahan dan tenaga kerja dapat digunakan secara bersama-sama untuk memproduksi kopi dan hasil ternak. Dalam kondisi tersebut, dimana terjadi keterbatasan lahan dan tenaga kerja, petani dihadapkan pada pilihan untuk mengalokasikan lahan dan tenaga kerja yang terbatas tersebut untuk setiap kegiatan usahatani tanaman dan ternak. Integrasi tanaman dengan ternak dapat dianggap sebagai sebuah entitas bisnis yang bertujuan untuk meningkatkan pendapatan petani semaksimal mungkin dengan keterbatasan sumberdaya yang ada. Untuk itu, petani perlu mengalokasikan semua sumberdaya yang dimilikinya secara efisien. Kondisi tersebut dapat digambarkan dalam kurva kemungkinan produksi seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Penentuan kombinasi produksi optimal (Sumber: Debertin, 1986)

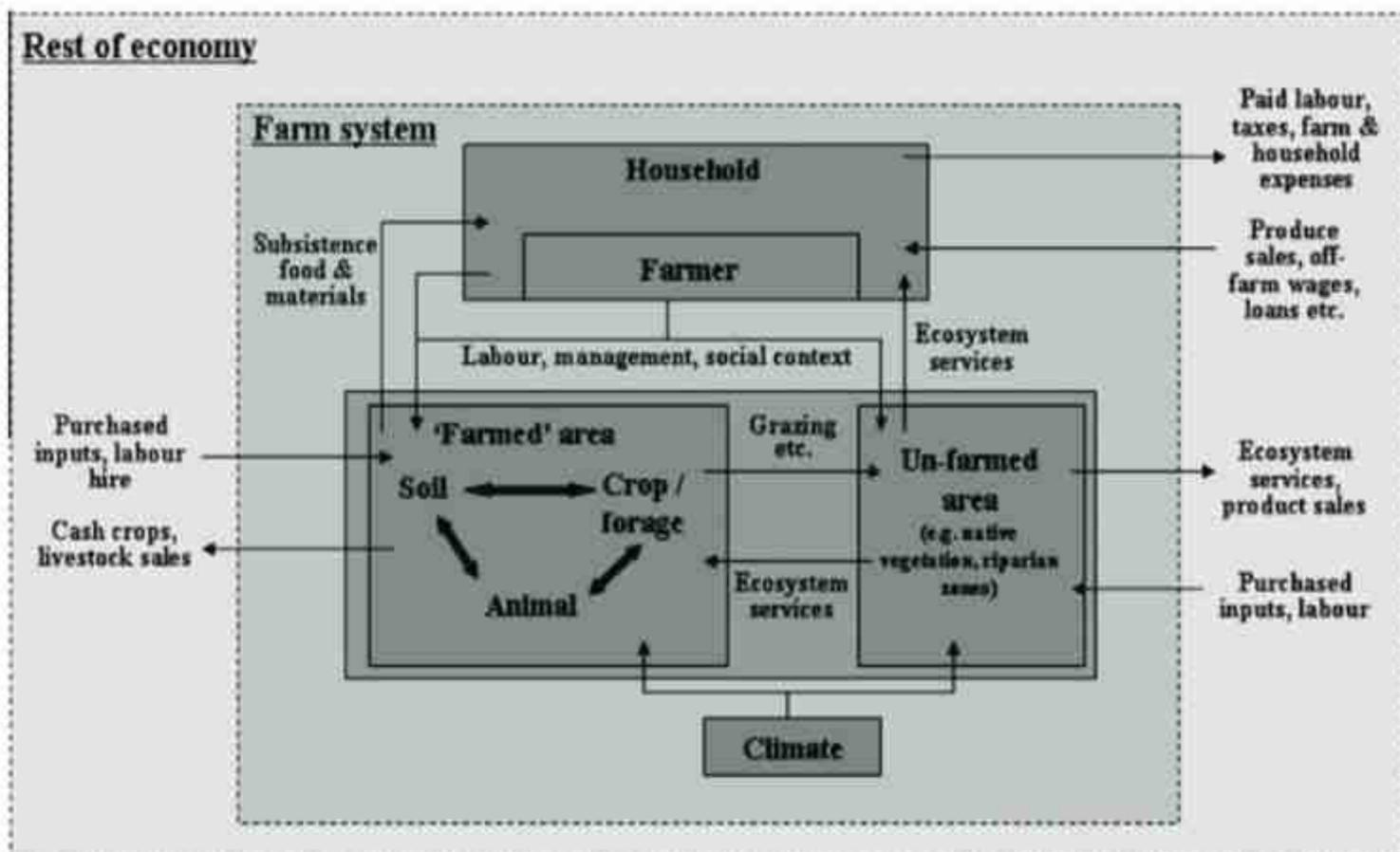
Melalui Gambar 1 dapat dijelaskan bahwa usahatani kopi dilakukan pada lahan yang sama dengan usaha peternakan sebagai salah satu input produksi. Jumlah produk ternak yang dihasilkan digambarkan pada sumbu X dan jumlah produk kopi yang dihasilkan digambarkan pada sumbu Y. Titik sepanjang kurva *isorevenue* menunjukkan kombinasi produksi kopi dengan ternak yang memberikan tingkat pendapatan sama kepada petani. Kombinasi produksi kopi dan ternak yang optimal adalah di titik A, dimana produksi kopi adalah sebesar Y_1 dan produksi ternak sebesar X_1 .

MANFAAT POLA INTEGRASI TANAMAN DENGAN TERNAK

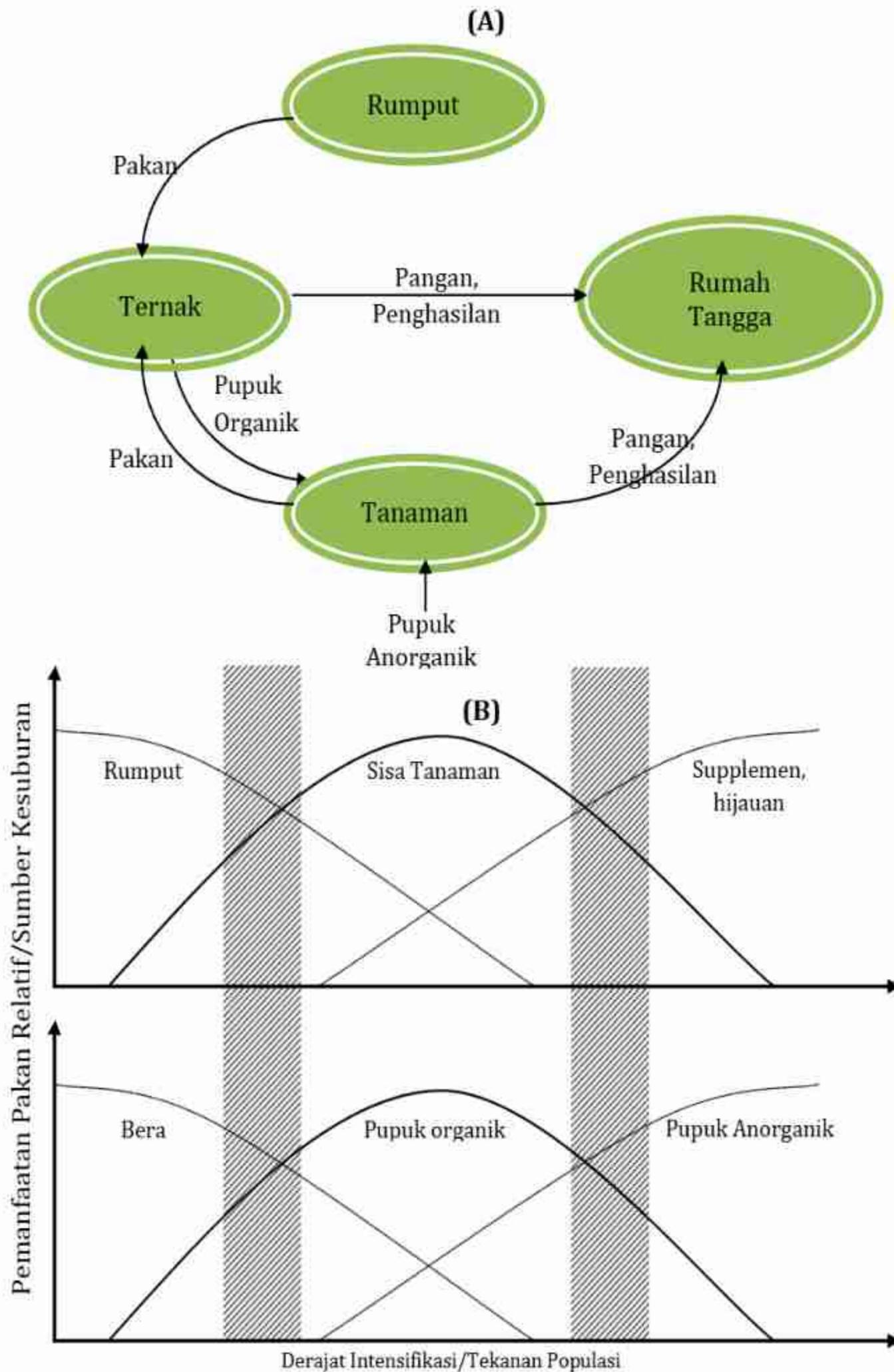
Strategi pengembangan pertanian harus mengakomodasi heterogenitas yang terdapat dalam biofisik, ekonomi, sosial budaya, kelembagaan dan lingkungan (Notenbaert *et al.*, 2013). Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya yang mampu mengintegrasikan setiap elemen tersebut dalam pengembangan sistem usaha pertanian yang layak secara ekonomi, mudah

diaplikasikan dan ramah lingkungan. Integrasi tanaman ternak dapat dipandang sebagai solusi yang secara ekonomis layak diusahakan sekaligus ramah lingkungan untuk peningkatan taraf hidup petani dalam upaya menciptakan sistem pertanian berkelanjutan (Iiyama *et al.*, 2007).

Karakteristik sistem usahatani Indonesia didominasi oleh petani kecil dengan tingkat kepemilikan lahan relatif sempit. Namun demikian, terdapat integrasi sangat kuat berbagai elemen biofisik (tanaman, ternak dan tanah), dukungan sumberdaya (kualitas dan kuantitas lahan, supply pakan, tenaga kerja, permodalan) dan sosial (agama, budaya dan perilaku) (Gambar 2) (Lisson *et al.*, 2010). Dalam sistem usahatani, petani dan rumah tangga petani merupakan aktor yang mengelola kegiatan usahatani baik sebagai tenaga kerja, manajemen dan lain-lain sehingga integrasi tanaman, ternak dan tanah dapat memberikan dampak menguntungkan bagi petani. Pola integrasi tersebut juga terkait dengan kegiatan ekonomi dimana petani sebagai pengelola, petani harus mengeluarkan modal untuk pembiayaan berbagai aktivitas dalam sistem usahatani dan memperoleh penghasilan dari produksi usahatani.



Gambar 2. Skema sistem integrasi usahatani perkebunan rakyat dan aliran sumberdaya (Sumber: Lisson *et al.*, 2010)



Gambar 3. (A) Skema integrasi tanaman ternak (Sumber: Rufino, 2008). (B) Kepentingan relatif sumber daya pakan dan unsur hara untuk produksi sistem integrasi tanaman-ternak mengikuti garis intensifikasi dan tekanan populasi (Sumber: Fernandez-Rivera dan Schlecht, 2002).

Penerapan pola integrasi tanaman dengan ternak, tanaman dan rumput (gulma) merupakan penyedia pakan bagi ternak. Di sisi lain, ternak menghasilkan kotoran yang dapat dijadikan sebagai pupuk untuk tanaman. Kekurangan unsur hara esensial dari sumber pupuk organik kotoran (ternak) dapat ditambah dengan pupuk anorganik untuk

menjaga pertumbuhan tanaman tetap optimal. Hasil tanaman dan ternak dapat dijadikan sebagai sumber pangan dan atau penghasilan bagi rumah tangga petani (Gambar 3A). Kemampuan tanaman dalam menyediakan pakan bagi ternak sangat tergantung pada derajat intensifikasi tanaman dan populasi ternak yang ada (Gambar 3B). Ketika derajat

intensifikasi tanaman dan populasi ternak rendah maka terdapat lahan kosong cukup luas untuk ditumbuhi gulma, pupuk organik yang dihasilkan rendah dan penggunaan pupuk anorganik juga rendah. Hal ini berdampak pada produksi rumput meningkat dan limbah tanaman untuk pakan menurun sehingga ketersediaan pakan ternak rendah. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan pakan relatif dan sumber kesuburan lahan rendah. Luas lahan kosong yang dapat ditumbuhi gulma semakin menurun jika derajat intensifikasi dan populasi ternak semakin meningkat, sedangkan penggunaan pupuk anorganik, suplemen serta ketersediaan hijauan dan suplemen untuk ternak meningkat. Namun, jumlah pupuk organik dan limbah tanaman yang dihasilkan mengikuti pola *U-shaped* (Fernández-Rivera dan Schlecht, 2002).

Model integrasi tanaman dengan ternak seperti yang diuraikan di atas, terdapat beberapa keuntungan yang diperoleh antara lain: (1) meningkatkan efisiensi lahan per satuan waktu, (2) mengurangi risiko kegagalan usahatani, (3) mengurangi tumbuhnya gulma yang berlebihan, meningkatkan ragam pendapatan petani, (4) menambah sumber bahan organik yang diperlukan untuk perbaikan sifat fisik dan kimia lahan usahatani, dan (5) menambah peluang serapan tenaga kerja yang lebih besar di pedesaan (Sudjarmoko *et al.*, 2008). Devendra (1993) menyebutkan ada 8 keuntungan dari penerapan sistem tanaman ternak, yaitu: (1) diversifikasi penggunaan sumberdaya produksi, (2) mengurangi terjadinya risiko, (3) efisiensi penggunaan tenaga kerja, (4) efisiensi penggunaan komponen produksi, (5) mengurangi ketergantungan energi kimia dan energi biologi serta masukan sumberdaya lainnya dari luar, (6) sistem ekologi lebih lestari dan tidak menimbulkan polusi sehingga melindungi lingkungan hidup, (7) meningkatkan output, dan (8) mengembangkan rumah tangga petani yang lebih stabil. Taulu dan Turang (2008) menyebutkan bahwa sistem integrasi tanaman ternak dapat memberikan manfaat sebagai berikut: (1) meningkatkan akses dan memberikan nilai terhadap kotoran ternak, (2) meningkatkan nilai tambahan tanaman atau hasil ikutannya, (3) dapat berpotensi mempertahankan kesehatan dan fungsi ekosistem, dan (4) memberikan kemandirian dalam penggunaan sumberdaya karena nutrisi dan energi saling mengalir antara tanaman dan ternak.

Dampak penggunaan pola integrasi tanaman dengan ternak terhadap kondisi sosial ekonomi petani sudah banyak diteliti. Devendra (2011), menyebutkan bahwa integrasi antara tanaman dengan ternak sangat penting bagi perkebunan rakyat berskala kecil dan berkontribusi terhadap keberlanjutan (*sustainability*) pada sistem usahatani campuran. Hasil penelitian Priyantini (2007), menunjukkan bahwa petani yang melaksanakan kegiatan integrasi tanaman dengan ternak memiliki kinerja ekonomi rumah tangga lebih baik dibandingkan petani yang tidak mengikuti pola tersebut. Kinerja ekonomi rumah tangga tersebut ditunjukkan oleh tingginya alokasi penggunaan tenaga kerja keluarga, kontribusi pendapatan dan alokasi pengeluaran rumah tangga petani. Handayani (2009) menyebutkan bahwa petani memiliki sumberdaya untuk menerapkan pola integrasi tanaman dengan ternak. Keputusan petani untuk memilih usahatani tanaman ternak sangat ditentukan oleh ketersediaan pasar produk yang dihasilkan. Hasil penelitian Kariyasa (2005), menunjukkan bahwa selain meningkatkan pendapatan petani, pola integrasi tanaman ternak juga mampu meningkatkan produktivitas tanaman-ternak serta dapat mengurangi biaya produksi. Intensifikasi pemanfaatan lahan melalui pola integrasi tanaman ternak memberikan peluang dalam upaya pengentasan kemiskinan serta mampu merespon kebutuhan pangan pada masa akan datang yang ramah lingkungan, layak secara ekonomi dan berdampak positif terhadap mata pencaharian petani (Parsons *et al.*, 2011; Tarawali *et al.*, 2011). Pola optimal integrasi tanaman ternak harus mampu memanfaatkan sumberdaya lokal yang tersedia tanpa banyak ketergantungan pada input eksternal melalui pemanfaatan limbah tanaman dan ternak (Iiyama *et al.*, 2007).

PENERAPAN INTEGRASI TANAMAN KOPI DENGAN TERNAK

Pemanfaatan Limbah Kopi sebagai Pakan Ternak

Kopi termasuk tanaman perkebunan yang menghasilkan limbah hasil olahan dalam jumlah cukup besar, berkisar 50-60% persen dari hasil panen berupa kulit kopi. Bila hasil panen kopi sebanyak 1000 kg biji kopi segar, maka yang menjadi biji kopi dalam bentuk beras kopi, hanya sekitar 400-500 kg. Sedangkan sisanya, 400-600 kg berupa kulit kopi yang bisa digunakan sebagai salah pakan ternak (Puslitkoka, 2005). Berbagai penelitian

menunjukkan bahwa limbah kulit kopi dapat dijadikan sebagai pakan untuk sapi potong, domba dan kambing. Supriadi *et al.* (2007), melakukan analisis mengenai usaha penggemukan sapi potong skala kelompok dan rumah tangga dimana usaha penggemukan pada skala kelompok menggunakan limbah kulit kopi sebagai bagian pakan yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa usaha penggemukan satu ekor sapi potong pada skala kelompok dimana salah satu bahan baku pakannya adalah limbah kulit kopi memberikan tingkat keuntungan lebih tinggi dibandingkan dengan skala rumah tangga yang tidak menggunakan limbah kulit kopi (Tabel 1).

Penggunaan limbah kulit kopi untuk pakan ternak domba yang dilakukan Prawirodigdo *et al.* (2005) menunjukkan bahwa introduksi limbah kulit kopi sampai dengan 200 gram/hari/ekor dalam susunan pakan seimbang untuk ternak domba tidak menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan pakan tradisional sehingga dapat mengatasi masalah kesulitan pakan. Di sisi lain, introduksi limbah kulit kopi sampai dengan 200 gram/ekor/hari mampu mereduksi biaya ransum harian dari Rp. 1.950,-/ekor/hari menjadi Rp. 943,28/ekor/hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan limbah kulit kopi mampu menghemat biaya pakan yang sangat tinggi dimana terjadi efisiensi lebih dari 50%.

Selain digunakan untuk pakan sapi dan domba, limbah kopi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan untuk pakan kambing. Hasil penelitian Guntoro *et al.* (2004)

menunjukkan bahwa penggunaan limbah kopi sebagai pakan meningkatkan pertambahan bobot hidup dari 5 g/ekor/hari menjadi 98 g/ekor/hari serta menurunkan jumlah mortalitas anak kambing dari 9,52% menjadi 4,76%. Selain itu, penggunaan limbah kopi juga mampu mengefisienkan biaya pakan dari Rp. 1.000,-/kg menjadi Rp. 300,-/kg. Dengan demikian, penggunaan limbah kopi mampu meningkatkan efisiensi penggunaan pakan sekaligus memberikan dampak lebih baik pada pertumbuhan bobot hidup dan penurunan mortalitas anak kambing.

Pemanfaatan Kotoran Ternak sebagai Pupuk Tanaman Kopi

Pola integrasi tanaman kopi dengan ternak memberikan hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Di atas telah diuraikan manfaat teknis dan ekonomis dari penggunaan limbah kopi sebagai pakan ternak. Di sisi lain, ternak menghasilkan kotoran yang dapat dijadikan sebagai pupuk organik bagi tanaman kopi. Hasil penelitian Guntoro *et al.* (2004) menunjukkan bahwa penggunaan kompos kotoran kambing mampu meningkatkan produksi kopi gelondongan sebesar 67%, dari 1,60 kg menjadi 2,67 kg/pohon (Tabel 2). Selain itu, penggunaan kompos kotoran kambing juga mampu meningkatkan rendemen kopi beras sehingga menyebabkan peningkatan produksi kopi beras. Penggunaan kompos kotoran kambing juga dapat meningkatkan kualitas fisik biji kopi yaitu meningkatkan jumlah biji normal dan menurunkan jumlah biji *abnormal*.

Tabel 1. Analisis usaha penggemukan sapi potong skala kelompok dan rumah tangga

No	Uraian	Skala Rumah Tangga	Skala Kelompok
		(Pakan tanpa limbah kulit kopi)	(Pakan dengan limbah kulit kopi)
1	Biaya pakan	600.000	912.500
2	Harga pembelian	7.200.000	5.050.000
3	Harga penjualan	9.000.000	8.554.000
4	Keuntungan	1.200.000	3.504.000
5	B/C Ratio	2,0	3,84

Sumber: Supriadi *et al.* (2007)

Tabel 2. Pengaruh penggunaan kompos kotoran kambing terhadap produktivitas dan kualitas kopi

No	Parameter	Pupuk kompos konvensional	Pupuk kompos kotoran kambing
1	Produksi kopi gelondongan (kg/pohon)	1,60 ^a	2,67 ^b
2	Rendemen kopi beras (%)	21,5 ^a	22,20 ^a
3	Produksi kopi beras (g/pohon)	344 ^a	593 ^b
4	Jumlah biji normal (biji/kg)	410	593
5	Jumlah biji gajah (biji/kg)	26	11
6	Jumlah biji tunggal (biji/kg)	217	55

Keterangan : Angka pada lajur yang sama yang diikuti dengan huruf berbeda adalah berbeda nyata (P<0,05)

Sumber : Guntoro *et al.* (2004)

Tabel 3. Perbandingan kelayakan finansial pola usahatani kopi monokultur, kambing monokultur dan integrasi kopi-kambing

No	Uraian	Kopi monokultur (1 ha)	Kambing monokultur (58 ekor)	Integrasi kopi-kambing (1 Ha + 34 ekor)
1	Biaya	13.195.000	35.298.000	24.163.000
2	Penerimaan	22.350.000	49.430.000	47.520.000
3	Keuntungan	9.155.000	14.132.000	23.357.000
4	R/C Ratio	1,69	1,40	1,97

Sumber: Guntoro, 2011 (diolah)

Manfaat yang diperoleh dari penggunaan kotoran kambing sebagai pupuk organik, baik dari sisi kuantitas maupun kualitas disebabkan oleh meningkatnya kandungan hara dan pengaruhnya terhadap perbaikan sifat fisik. Namun, hasil penelitian Rubiyo *et al.* (2004) melaporkan bahwa penggunaan pupuk kandang sapi pada berbagai dosis tidak berpengaruh nyata terhadap produktivitas kopi arabika di Bali.

Kelayakan Finansial Integrasi Usahatani Kopi dengan Ternak

Penggunaan pola integrasi tanaman kopi dengan ternak, selain memberikan manfaat secara teknis terhadap tanaman kopi maupun ternak, secara finansial pola ini juga layak dan menguntungkan untuk diusahakan. Guntoro (2011) melakukan analisis dengan membandingkan kelayakan antara usahatani kopi secara monokultur dan peternakan kambing secara monokultur dengan pola integrasi tanaman kopi dengan ternak kambing (Tabel 3). Hasil analisis menunjukkan bahwa pola usahatani integrasi tanaman kopi dengan ternak kambing memberikan tingkat keuntungan lebih tinggi dibandingkan pola monokultur. Pola integrasi tanaman kopi dan kambing mampu memberikan keuntungan Rp. 23,357 juta per tahun, sedangkan usahatani kopi monokultur hanya mampu menyumbang keuntungan Rp. 9,15 juta per tahun dan usahatani kambing saja sebesar Rp. 14,13 juta per tahun.

Ditinjau dari kriteria kelayakan finansial dapat dilihat bahwa R/C ratio integrasi usahatani kopi dengan kambing mencapai 1,97. Nilai tersebut juga lebih tinggi dari usahatani kopi monokultur yaitu 1,69 dan kambing monokultur sebesar 1,40. Hal ini menunjukkan bahwa secara finansial, pola integrasi usahatani kopi dengan ternak kambing lebih layak dan menguntungkan untuk diusahakan jika dibandingkan pola monokultur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model integrasi tanaman ternak dapat dipandang sebagai solusi yang secara ekonomis layak diusahakan sekaligus ramah lingkungan untuk meningkatkan taraf hidup petani dalam upaya menciptakan sistem pertanian berkelanjutan. Penerapan teknologi integrasi tanaman kopi dengan kambing terbukti mampu meningkatkan produktivitas dan mutu tanaman kopi 75 kg/ha/th dan menambah berat badan kambing 2,57 kg setelah 6 bulan. Teknologi tersebut prospektif untuk dijadikan model usahatani secara nasional. Limbah kulit kopi dapat menjadi sumber pakan ternak dengan kandungan nutrisi yang baik. Sementara kotoran kambing terbukti mampu dijadikan sebagai pupuk organik yang sangat baik bagi tanaman kopi. Secara ekonomi, integrasi tanaman kopi dengan ternak kambing memberikan keuntungan ekonomi yang tidak kecil bagi petani kopi, lebih baik dibandingkan pola usahatani kopi dan ternak secara monokultur. Keuntungan usahatani monokultur hanya Rp. 9.155.000,-/ha/tahun, sedangkan integrasi kopi dengan kambing mampu menghasilkan keuntungan Rp. 23.357.000,-/ha/tahun dengan populasi 34 ekor kambing.

Saran

Teknologi pembuatan pupuk organik berbahan baku kotoran kambing dan pembuatan pakan ternak dari limbah kulit kopi sangat sederhana, mudah dilakukan dan murah. Sebaiknya teknologi ini dapat diintroduksikan secara massal dalam waktu singkat kepada petani kopi di seluruh Indonesia. Dengan demikian dampaknya terhadap peningkatan efisiensi penggunaan sumberdaya, produktivitas tanaman kopi serta pendapatan petani kopi dapat segera terwujud. Dukungan aparat penyuluh serta pengawalan dari pemerintah daerah yang menjadi sentra kopi, sangat penting untuk mewujudkan tujuan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Debertin, D. L. 1986. *Agricultural Production Economics*. Macmillan Publishing Company, New York.
- Devendra, C. 1993. Sustainable animal production from small farm analysis in South East Asia. FAO Animal Production and Health paper, Food and Agricultural Organization, Rome.
- Devendra, C. 2011. Integrated tree crops-ruminants system in South East Asia: Advances in productivity enhancement and environmental sustainability. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 24 (5): 587-602.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2011. Statistik Perkebunan Indonesia 2009-2011. Kopi. Departemen Pertanian, Jakarta. 52 hlm.
- Fernández-Rivera, S. and E. Schlecht. 2002. Livestock systems and nutrient cycling. In Deininger, A. (Ed.), *Challenges to organic farming and sustainable land use in the tropics and subtropics: international research on food security, natural resource management and rural development*, Deutscher Tropentag, Kassel University Press, Witzenhausen, Germany. 149 p.
- Guntoro, S. 2011. Saatnya Menerapkan Pertanian Tekno-Ekologis. Sebuah Model Pertanian Masa Depan untuk Menyikapi Perubahan Iklim. *Agro Media Pustaka*. Jakarta.
- Guntoro, S., M. R. Yasa, Rubiyo, dan I. N. Suyasa. 2004. Optimalisasi integrasi usahatani kambing dengan tanaman kopi. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Handayani, S. 2009. Model Integrasi Tanaman Ternak di Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah: Pendekatan Optimasi Program Linier. Tesis Magister Sains. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Iiyama, M., S. Kaitibie, P. Kariuki and Y. Morimoto. 2007. The status of crop-livestock system and evolution toward integration. *Annals of Arid Zone* 46 (3 & 4): 1-23.
- Kariyasa, K. 2005. Sistem Integrasi tanaman-ternak dalam perspektif reorientasi kebijakan subsidi pupuk dan peningkatan pendapatan petani. *Analisis Kebijakan Pertanian* 3 (1): 68-80.
- Lisson, S., N. MacLeod, C. McDonald, J. Corfield, B. Pangelly, L. Wirajaswadi, R. Rahman, S. Bahar, R. Padjung, N. Razak, K. Puspadi, Dahlanuddin, Y. Sutaryono, S. Saenong, T. Panjaitan, L. Hadiawati, A. Ash, and L. Brennan. 2010. A participatory, farming system approach to Improving Bali cattle production in the smallholder crop-livestock system of eastern Indonesia. *Agricultural Systems* 103: 486-497.
- Notenbaert, A., M. Herrero, H. D. Groote, L. You, E. Gonzalez-Estrada, and M. Blummel. 2013. Identifying recommendation domains for targetting dual-purpose maize-based interventions in crop-livestock systems in East Africa. *Land Use Policy* 30: 834-846.
- Parsons, D., C. F. Nicholson, R. W. Blake, Q. M. Ketterings, L. Ramirez-Aviles, D. G. Fox, L. O. Tedeschi, and J. H. Cherney. 2011. Development and evaluation of an integrated simulation model for assessment smallholder crop-livestock production in Ycatan, Mexico. *Agricultural Systems* 104: 1-12.
- Prawirodigdo, S., T. Herawati, dan B. Utomo. 2005. Pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai komponen pakan seimbang untuk penggemukan ternak domba. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor, 12-13 September 2005. p. 438-444.
- Priyantini, A. 2007. Dampak Program Sistem Integrasi Tanaman-ternak terhadap Alokasi Waktu Kerja, Pendapatan dan Pengeluaran Rumah Tangga Petani. Disertasi Doktor. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rubiyo, W. Trisnawati, S. Guntoro, dan Destalisma. 2004. Pengaruh dosis pupuk kandang sapi terhadap produktivitas dan mutu kopi arabika di Bali. *Dalam Prosiding Seminar Nasional Sistem Integrasi Tanaman-Ternak*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Rufino, M. C. 2008. Quantifying the Contribution of Crop-Livestock Integration to African Farming. PhD Thesis Wageningen University. The Netherlands.
- Sudana, W. 2005. Evaluasi kinerja diseminasi teknologi integrasi ternak kambing dan kopi di Bungacina, Bali. *Socio Economic of Agriculture and Agribusiness* 5 (3): 79-88.
- Sudjarmoko, B., M. Herman, dan A. M. Hasibuan. 2008. Analisis Integrasi Pasar Pandan: Studi Kasus Tasikmalaya, Jawa Barat. Universitas Brawijaya. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian "HABITAT"* XIX (3): 169-182.
- Supriadi, H., R. S. Rivai, dan B. Wiryono. 2007. Pengembangan agroindustri pedesaan melalui percepatan inovasi. *Dalam Prosiding Seminar Nasional: Dukungan Inovasi Teknologi dan Kelembagaan dalam Mewujudkan Agribisnis Industrial Pedesaan*. Mataram 22-23 Juli 2007.
- Tarawali, S., M. Herrero, K. Descheemaeker, E. Grings, and M. Blummel. 2011. Pathways for sustainable development of mixed crop livestock systems: Taking a livestock and pro-poor approach. *Livestock Science* 119: 11-21.
- Taulu, L. A. dan A. C. Turang. 2008. Peningkatan produktivitas lahan kering dataran tinggi melalui inovasi sistem integrasi sayuran dan ternak sapi. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Utara. Departemen Pertanian.

ANALISIS PEMASARAN DAN RANTAI NILAI KOPI DI INDONESIA

COFFEE MARKETING AND VALUE CHAIN IN INDONESIA

Dewi Listyati dan Abdul Muis Hasibuan

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
dewi_listyati@yahoo.com

ABSTRAK

Komoditas kopi sangat penting perannya dalam perekonomian Indonesia baik sebagai sumber pendapatan masyarakat maupun penghasil devisa. Sasaran utama produk kopi di Indonesia saat ini adalah untuk diekspor sehingga harganya sangat dipengaruhi oleh harga kopi di pasar dunia. Konsumsi kopi perkapita masyarakat dunia semakin meningkat demikian pula penduduk Indonesia sehingga peluang pasarnya masih terbuka. Namun demikian tuntutan konsumen dalam mutu dan keamanan produk serta keberlanjutannya telah menjadi isu penting dalam pemasaran kopi saat ini sehingga muncul persyaratan sertifikasi yang terkadang mengakibatkan distorsi harga kopi. Kualitas kopi selain dipengaruhi penanganan pasca panennya juga dipengaruhi oleh lokasi dan letak ketinggian tempat perkebunan kopi tersebut diusahakan. Informasi awal ini penting bagi *buyer* untuk dijadikan acuan apakah berlanjut kepada masalah kualitas, kuantitas dan kontinuitas produksinya. Komoditas kopi di Indonesia mayoritas diusahakan oleh petani yang umumnya masih terbatas pengetahuan budidaya maupun pemasarannya dan lokasinya jauh dari ketersediaan sarana dan prasarana yang memadai dalam mendukung pengembangan usahanya. Untuk itu usaha perkebunan kopi perlu didukung oleh kelembagaan petani, pembangunan infrastruktur, pendidikan dan sarana informasi agar kopi yang dihasilkan Indonesia berdaya saing tinggi di pasar internasional.

Kata kunci : Kopi, pemasaran, rantai nilai, pendapatan petani

ABSTRACT

Coffee plays an important role in Indonesian economy, as source of income for community as well as foreign exchange for the state. The main objectives of Indonesian coffee is for export, thus the price is greatly influenced by international market. Coffee consumption per capita in the world increases, so does in Indonesia, which is a potential market opportunity. However, consumers' demand for a better quality, product safety and its sustainability has raised an important issue in current coffee marketing, which generate certification requirements that are sometimes distorting coffee price. Additionally, the quality of coffee is influenced by its post-harvest handling as well as the location and altitude of where it is cultivated. This initial information is very important for buyers as a reference in proceeding into the issue of quality, quantity and its production sustainability. In Indonesia, coffee is mainly cultivated by small scale plantations (farmers) who generally have limited knowledge of good cultivation techniques and marketing. Furthermore, they have limited access to facilities and infrastructures which support their business development. Thus, developing coffee cultivation has to be supported by farmers institutions, infrastructure development, education and information tools so that Indonesian coffee is highly competitive in international market.

Keywords : Coffee, marketing, value chain, farmers income

PENDAHULUAN

Kopi merupakan tanaman penyegar yang paling populer di dunia dan dikonsumsi oleh jutaan orang setiap hari (Esquivel dan Jimenez, 2012). Kopi telah menjadi gaya hidup yang penting bagi negara-negara konsumen utama khususnya di negara-negara maju. Di sisi lain, kopi juga telah menjadi komoditas andalan ekspor bagi negara-negara produsen yang umumnya merupakan negara berkembang (Langen, 2011). Kondisi tersebut

menyebabkan kopi telah menjadi salah satu komoditas perdagangan yang sangat penting di mana terjadi saling ketergantungan yang sangat tinggi antara negara-negara produsen dengan konsumen.

Ibrahim and Zailani (2010) menyebutkan bahwa masalah utama yang dihadapi oleh industri kopi Indonesia adalah rendahnya kualitas yang berdampak pada daya saing di pasar internasional. Namun, rendahnya kualitas kopi tersebut tidak dapat dibebankan sepenuhnya pada petani. Slob

(2006) menyebutkan bahwa kualitas kopi yang dihasilkan ditentukan pada proses produksi. Di sisi lain terdapat proses pembentukan nilai tambah yang melibatkan berbagai pihak dari perantara sampai konsumen dalam sistem pemasaran dan rantai nilai kopi. Setiap proses dalam sistem pemasaran tersebut, terdapat rantai nilai yang menggambarkan hubungan *input-output* dan peran setiap pelaku yang terlibat dalam menentukan kualitas kopi.

Sistem pemasaran dan rantai nilai menjadi sangat penting dalam sistem agribisnis kopi mengingat kopi merupakan komoditas di mana peran konsumen sangat besar (*consumer driven*). Untuk itu, tuntutan konsumen dan tren yang terjadi di pasar internasional tidak dapat diabaikan dalam pengembangan agribisnis kopi. Gonzalez-Perez dan Gutierrez-Viana (2012) menyebutkan bahwa ada beberapa *trend* penting yang mempengaruhi perubahan-perubahan dalam konsumsi kopi dunia, yaitu (i) perubahan level pendapatan pada negara-negara konsumen yang menentukan konsumsi jangka panjang, (ii) munculnya pusat pertumbuhan dan kelas menengah baru di negara-negara berkembang, (iii) teknologi baru terutama dalam prosesing kopi, (iv) ketertarikan perusahaan pengolahan kopi untuk mencampur sehingga memperluas akses terhadap bahan baku dengan kisaran harga yang tinggi, dan (v) perang merek kopi dengan memperkenalkan inovasi-inovasi untuk meningkatkan pangsa pasar.

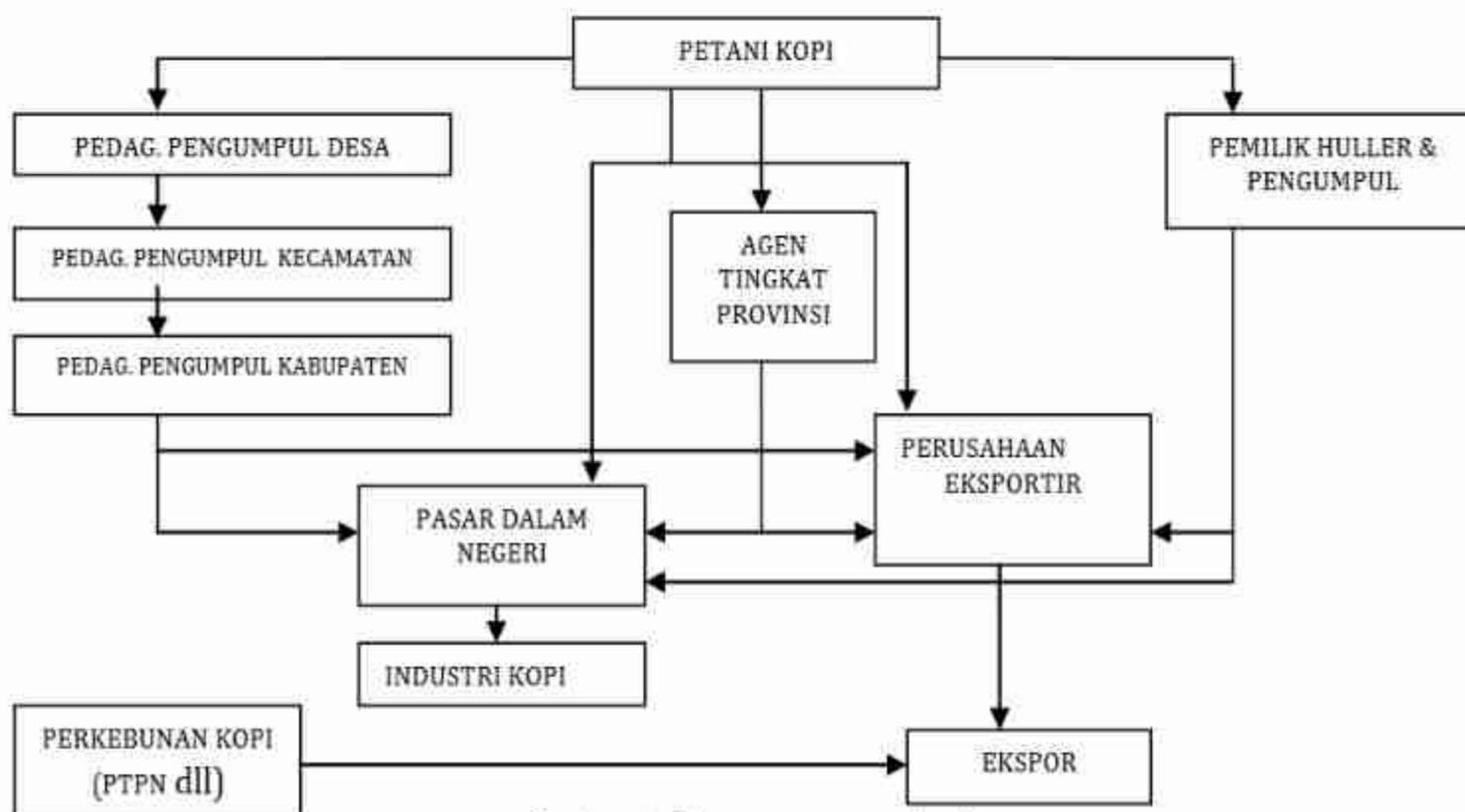
Tulisan ini memuat informasi/review usahatani kopi di Indonesia yang sebagian besar merupakan perkebunan rakyat, pola

pemasaran kopi di beberapa sentra kopi, pasar ekspor, masalah, tantangan dan peluang pengembangan kopi Indonesia, serta isu permasalahan sertifikasi. Sertifikasi masih perlu dikaji ulang karena prosedur dan persyaratannya rumit sehingga terkadang mengakibatkan tidak signifikan dengan harga premiumnya. Informasi tersebut diperlukan sebagai bahan pemikiran untuk menyikapi tuntutan konsumen dalam pemasaran kopi baik di dalam maupun luar negeri.

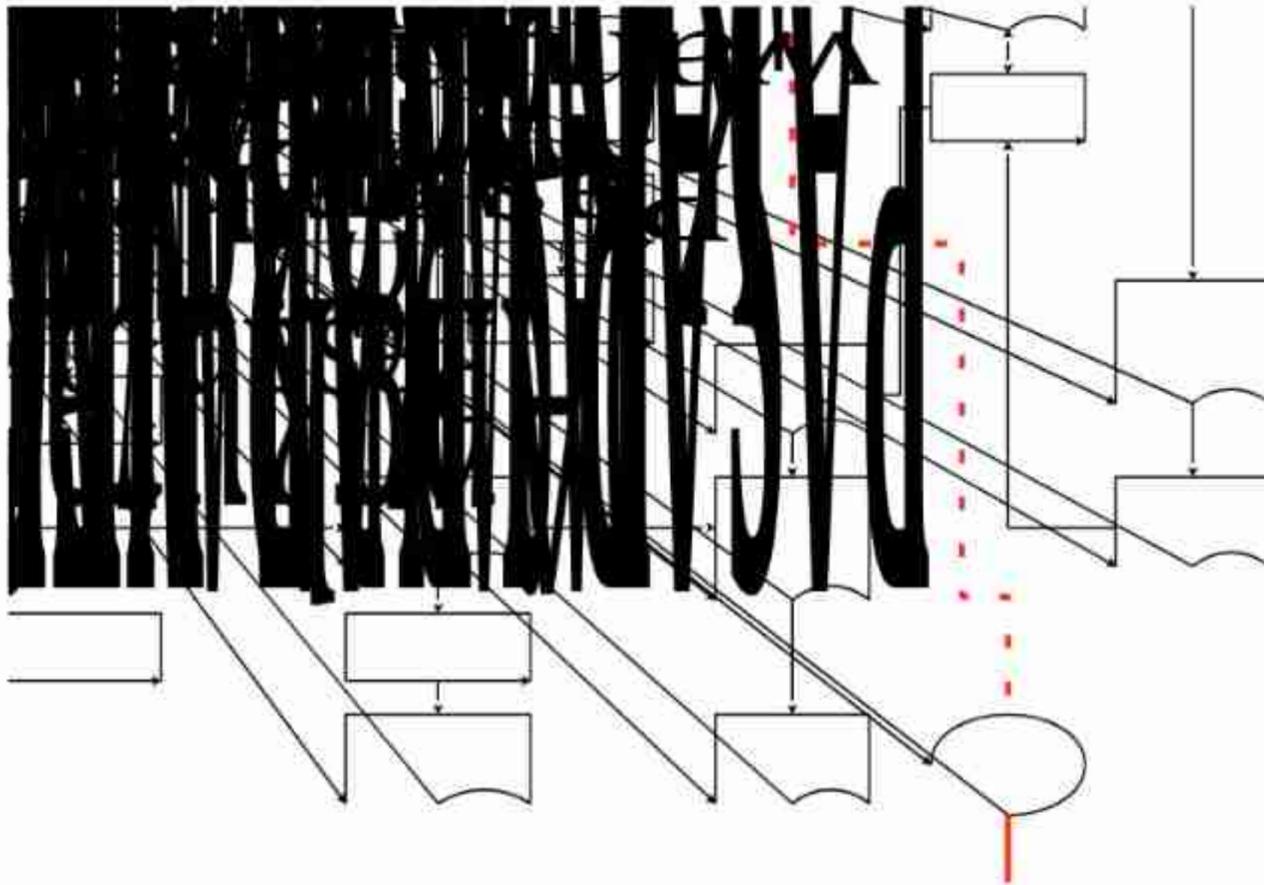
PEMASARAN KOPI DI INDONESIA

Tanaman kopi di Indonesia mayoritas diusahakan oleh petani di daerah yang terpencil dengan sarana jalan yang belum memadai sehingga menyebabkan rantai pemasaran atau tataniaganya cukup panjang. Pemasaran hasil kopi petani umumnya dijual ke pedagang pengumpul (pedagang perantara). Sebaliknya, di perkebunan-perkebunan besar, mereka memiliki unit-unit khusus untuk pemasaran lokal maupun ekspor, serta memiliki hubungan baik dengan pihak-pihak pembeli dari luar negeri. Perkembangan pasar luar negeri diikuti secara terus menerus, baik laju perkembangan harga maupun perkembangan produksi kopi di beberapa negara.

Turnip (2002) dalam Rosandi (2007) menyatakan bahwa secara umum terdapat lima saluran tataniaga kopi di Indonesia sebagaimana digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan pemasaran kopi (Sumber: Turnip, 2002)



Gambar 3: Rantai pasok kopi di Indonesia
(Sumber: Ibrahim dan Zailani, 2010)

Kopi yang dijual melalui pasar komoditi umumnya sampai ke perusahaan-perusahaan atau pabrik-pabrik pengolahan kopi melalui para agen/*broker*. Agen-agen inilah yang berhubungan dengan pedagang perantara di negara pengimpor sehingga dapat memperoleh kopi dalam jumlah dan mutu sesuai kebutuhannya (Gambar 2). Kopi Indonesia diekspor dalam beberapa bentuk, terutama berupa kopi biji, kopi sangrai (*roasted coffee*), dan kopi ekstrak.

Jika dilihat rantai pasok mulai dari produsen hingga konsumen, maka terdapat banyak yang terlibat dalam sistem rantai pasok kopi Indonesia (Gambar 3). Rantai pasok yang terjadi dapat dipisahkan menjadi beberapa pola karena proses aliran kopi sampai kepada konsumen cukup beragam. Untuk kopi yang dikonsumsi di dalam negeri terdapat beberapa pola sebagai berikut:

- Petani → pedagang pengumpul → perusahaan perdagangan lokal → *roaster* → konsumen
- Petani → pedagang pengumpul → pedagang pengumpul kecamatan → perusahaan perdagangan lokal → *roaster* → konsumen
- Petani → pedagang pengumpul → perusahaan perdagangan lokal → pasar lokal/*retailer/coffee shop* → konsumen

Pola rantai pasok untuk kopi yang dipasarkan ke luar negeri sebagai berikut:

Petani → pedagang pengumpul → pedagang pengumpul kecamatan → eksportir → Importir → *roaster* → konsumen

Selain sebagai pengeksportir kopi, Indonesia juga mengimpor produk-produk kopi yang dihasilkan oleh *roaster* yang berada di luar negeri. Bahkan tidak sedikit kopi yang diimpor tersebut merupakan kopi yang berasal dari Indonesia setelah mengalami proses pengolahan. Gambar 3 memperlihatkan kopi yang diolah diluar negeri dijual kembali ke pasar Indonesia.

POLA PEMASARAN KOPI PADA BEBERAPA SENTRA KOPI DI INDONESIA

A) Pola Pemasaran Kopi di Lampung

Provinsi Lampung merupakan salah satu sentra utama kopi di Indonesia dengan Kabupaten Lampung Barat sebagai penghasil utamanya. Jenis kopi yang banyak diusahakan di wilayah ini adalah kopi Robusta (59.629 ha dengan produksi 61.215 ton), dan kopi Arabika hanya 95 ha dengan produksi 16 ton (Disbun Prop. Lampung, 2011).

Pola pemasaran kopi di Kabupaten Lampung Barat berdasarkan hasil penelitian Suhartana dan Sumino (2008) terdapat 4 pola, yaitu:

1. Petani – Konsumen
2. Petani – Tengkulak – Pengumpul – Pengumpul Besar/eksportir – Konsumen
3. Petani – Pengumpul – Pengumpul Besar – Konsumen
4. Petani – Pengumpul Besar – Konsumen

Pola 1: Petani – Konsumen

Pada pola 1 ini petani langsung menjual produknya ke konsumen. Penjualannya hanya untuk memenuhi kebutuhan masyarakat setempat/lokal, seperti yang dilakukan oleh petani kopi di Kecamatan Sumberjaya yang menjual kopi Robusta di warungnya sudah dalam bentuk bubuk. Kopi bubuk tersebut dikemas dalam plastik sederhana yang sudah diberi merk tertentu. Kopi bubuk tersebut tidak menggunakan bahan yang berasal dari biji kopi Robusta kualitas bagus, tetapi dibuat dari biji kopi Robusta yang tidak memenuhi syarat ekspor.

Pola 2: Petani-Tengkulak- Pengumpul-Pengumpul Besar/eksportir- Konsumen

Pola pemasaran kedua ini merupakan saluran yang sangat tidak menguntungkan bagi petani karena petani memperoleh harga yang sangat rendah. Pada saluran pemasaran kedua yang berperan adalah tengkulak, pedagang pengumpul di kecamatan/kabupaten dan pengumpul besar. Pengumpul besar oleh masyarakat seringkali disebut dengan *tauke*, yang umumnya adalah perusahaan besar eksportir kopi yang berada di Teluk Betung Panjang. Tengkulak menggunakan sistem ijon dalam transaksinya, misalnya untuk tanaman kopi yang masih berbunga dibeli tengkulak dengan harga sekitar Rp. 3–4 juta. Setelah memasuki musim panen baru kemudian tengkulak menjualnya ke pengumpul. Petani biasanya menggunakan jasa tengkulak pada saat memerlukan uang tunai untuk kebutuhan yang mendesak.

Pola 3: Petani – Pengumpul – Pengumpul Besar – Konsumen

Pola pemasaran ketiga dipilih petani yang tidak dalam kondisi terdesak membutuhkan uang tunai, sehingga mereka tidak memakai jasa tengkulak. Oleh karena petani umumnya memerlukan pupuk, maka kebanyakan pengumpul menawarkan jasa peminjaman pupuk. Peminjaman pupuk kepada petani dengan kesepakatan syarat yang ditetapkan yaitu jika musim panen petani harus menjual biji kopi ke pengumpul yang memberikan pinjaman pupuk.

Berbeda dengan tengkulak, harga beli pengumpul disesuaikan dengan harga yang

sedang berlaku di tingkat pengumpul. Pengumpul tidak bisa langsung menjual kopinya ke *tauke* karena biji yang dijual ke *tauke* umumnya berkualitas ekspor sehingga harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan oleh *tauke*. Persyaratan tersebut antara lain: biji tidak berwarna hitam, biji harus dijemur di terpal atau di lantai, dan kadar air yang diminta adalah 13%. Biji kopi yang terlalu lama di penimbunan akan berwarna hitam. Untuk menjaga kualitas maka sebaiknya penjemuran kopi beralaskan terpal atau di lantai, karena jika dijemur di atas tanah langsung selain aroma kopi akan hilang juga akan berasa tanah sehingga tidak akan disukai konsumen luar negeri. Kadar air yang dipersyaratkan oleh *tauke* 13% dimaksudkan untuk mengurangi biji terkena "kaptis" yaitu sejenis jamur atau cendawan yang menyerang biji dan bisa menurunkan kualitas kopi.

Pola 4: Petani – Pengumpul Besar – Konsumen

Saluran pemasaran keempat bagi petani lebih menguntungkan karena *tauke* langsung membeli biji kopi petani dibandingkan saluran pemasaran lainnya, namun petani harus ikut dalam kelompok tani yang tergabung dalam Kelompok Usaha Bersama (KUB). Seperti halnya dengan pengumpul, petani juga harus memenuhi syarat yang telah ditetapkan, seperti harus memenuhi kuota penjualan tertentu. Harga beli berdasarkan harga yang sedang terjadi di tingkat *tauke* sehingga harga beli setiap hari bisa berubah. Selain itu, ada juga perusahaan pengolahan kopi yang menerapkan kontrak harga selama 1 minggu sehingga harga beli akan tetap selama 1 minggu.

Selain pola di atas, Neilson *et al.* (2010) menyebutkan bahwa di Provinsi Lampung, kopi yang telah diproses kering oleh petani dijual kepada pedagang pengumpul desa. Pedagang pengumpul desa kemudian menjualnya kepada pedagang lokal dan selanjutnya dijual kepada pedagang regional di tingkat kabupaten. Pedagang regional kemudian menjual kopi kepada eksportir yang memiliki gudang di Bandar Lampung. Eksportir tersebut banyak yang dimiliki oleh perusahaan pengolahan kopi dan perusahaan internasional.

B) Pola Pemasaran Kopi di Provinsi Bali

Berdasarkan cara petik dalam memanen kopi, rantai pemasaran kopi di Bali dibedakan menjadi dua yaitu kopi petik hijau dan kopi petik merah. Produk kopi dari Bali terkenal memiliki kualitas bagus karena adanya kampanye petik merah di sentra

penghasil kopi di Bali. Namun demikian, masih banyak juga petani yang melakukan petik campur (merah dan yang segera masak) untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Kebutuhan untuk segera mendapatkan uang tunai menjadi penghambat usaha petik merah yang sebetulnya lebih menguntungkan bagi petani. Petik merah biasanya untuk kebutuhan ekspor yang dipasarkan oleh petani melalui koperasi dan pengepul, sementara untuk buah kopi campuran dijual ke pasar bebas.

Rantai pemasaran kopi di Bali berdasarkan cara petik dalam memanen kopi sebagai berikut:

Kopi petik hijau

Untuk jenis kopi petik hijau ini dipasarkan dalam bentuk gelondongan basah dan kering. Penentuan harga produk yang dijual dalam bentuk gelondong hijau ini dilakukan oleh pengepul. Pembelian gelondongan hijau dilakukan di lahan oleh pengepul di desa dan kopi kering dijual ke berbagai pengepul maupun ke pasar umum. Hasil proses kering dari pengepul dijual ke pengepul kecamatan dan pengrajin kopi lokal. Akan tetapi petani sebagian besar masih menjual produk dalam bentuk gelondong hijau karena membutuhkan dana tunai dalam waktu singkat, disamping itu daya tampung beberapa perusahaan yang mau menerima produk gelondong merah terbatas.

Kopi petik merah

Pemerintah daerah setempat (instansi terkait) melakukan pembinaan mengenai proses petik merah. Pemasaran produk dari petani sebagian ditampung oleh koperasi yang sudah dilengkapi dengan peralatan prosesing, yang dibina oleh UP3HP (Unit Pengembangan Pengolahan dan Pemasaran Hasil Perkebunan). Unit tersebut di bawah Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan yang menangani pengolahan dan pemasaran kopi. Kelebihan petik merah menghasilkan bobot kopi lebih berat dibandingkan kopi petik hijau. Namun kelemahannya adalah tidak tahan disimpan lama karena setelah dipetik harus diproses untuk mendapatkan kualitas yang baik sehingga membutuhkan tenaga panen banyak dan tidak semua pengepul mau menerima gelondong merah. Produksi kopi gelondong basah yang dihasilkan ada 1.209.725 kg. Produk kopi tersebut 14,37% dipasarkan ke PT. Tri Agung Mulia (TAM) 3.33%, PT. Indocafco dan Indecom 5.50%, CV.Tri Merta Buana, dan Pembelian Insidental 5.5%, sedangkan yang 83.63% masih belum tertampung dan dipasarkan ke pasaran yang

lebih luas. PT. Indocafco dan Indocom serta pembeli insidental hanya menerima produk dari kelompok tani dalam bentuk kopi tanduk (WP) sedangkan PT Tri Agung Mulia dan UD. Merta Buana bisa menerima dalam bentuk gelondong maupun basah. Untuk menjamin kualitas dan kuantitas PT. Indocafco memberikan talangan modal 80% dan investasi alat prosesing. Sementara perusahaan lain melakukan prosesing sendiri.

Pihak dan peran pelaku pemasaran kopi di Bali

Pemasaran atau distribusi komoditas kopi di Provinsi Bali melibatkan beberapa pihak yang memiliki tugas dan peran masing-masing yaitu petani, kelompok tani, pengepul, *buyer* dan Dinas Perkebunan/instansi terkait.

1. Petani

Petani dalam mata rantai pemasaran kopi berperan sebagai produsen yang menghasilkan produk yang berupa biji kopi petik merah dan petik hijau. Produk yang dihasilkan petani sangat tergantung pada permintaan pasar atau konsumen.

2. Kelompok tani

Petani tergabung dalam kelompok tani yang antara lain berdasarkan kesamaan jenis usaha, tujuan dan tempat. Kelompok tani ini berperan untuk mengorganisir petani yang tergabung sebagai anggota kelompok dalam melakukan produksi kopi. Untuk wilayah Kintamani ada 4 kelompok tani yang memiliki unit usaha koperasi yang memproses gelondong merah menjadi kering tanduk (WP). Untuk menjaga kualitas kopi yang dihasilkan maka proses pengolahan kopi dilakukan secara terpusat di koperasi tersebut dan sudah dilengkapi dengan peralatan untuk prosesing menjadi WP. Peralatan tersebut berasal dari bantuan Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Kabupaten Bangli maupun Provinsi Bali, serta bantuan dari beberapa perusahaan yang langsung menjalin kerjasama dengan petani. Koperasi memiliki SOP untuk proses pengolahan kopi. Selain itu koperasi juga memiliki divisi Satuan Pengawas Mutu yang melakukan kontrol mulai dari panen sampai dengan "*cup tester*" untuk menjaga kualitas kopi yang dihasilkan. Uji cita rasa ini dilakukan setahun tiga kali (Juni-September).

3. Pengepul

Pengepul mempunyai peran dalam mengumpulkan bahan baku/biji kopi secara berkeliling. Ada beberapa tingkatan pengepul

di wilayah ini, yaitu pengepul tingkat desa, tingkat kecamatan, tingkat kabupaten dan tingkat provinsi. Mereka saling membangun ikatan dengan pengepul di bawahnya. Di desa Belantih kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli, Bali terdapat kurang lebih 4-10 pengepul yang biasanya berkeliling sampai ke desa lain untuk mendapatkan bahan baku.

Pengepul pada tingkat kecamatan mengorganisir atau menerima bahan baku/produk dari pengepul tingkat desa. Tidak ada aturan pembagian wilayah secara detail untuk masing-masing pengepul, namun pengepul tingkat kecamatan mempunyai jaringan yang kuat sampai ke desa-desa di kecamatan maupun dari luar kecamatan. Pengepul tingkat kecamatan membuat ikatan dengan pengepul di bawahnya dalam bentuk investasi modal ke pengepul desa. Produk yang dikumpulkan pengepul kecamatan, selanjutnya dapat didistribusikan ke pengepul kabupaten atau langsung dijual ke eksportir atau perusahaan, dalam jumlah yang masih terbatas. Mereka memiliki anak buah di masing-masing wilayah untuk menampung produk dari pengepul dan petani langsung. Produknya didistribusikan ke berbagai perusahaan di luar pulau Bali atau ke eksportir di Bali. Pusat pengepul kopi dari wilayah Kabupaten Bangli adalah di Kabupaten Buleleng (letaknya berdekatan), disini ada 10 pengepul tingkat kabupaten. Sebagian besar merupakan anak buah perusahaan eksportir. Mereka menyebar anak buahnya untuk mengumpulkan produk dari berbagai wilayah. Pengepul tingkat kabupaten memiliki beberapa peralatan untuk prosesing, bentuk produk yang diterima adalah semua produk dari petani. Di samping menerima produk, mereka juga menjual produk dalam bentuk kering ke pengrajin tingkat desa.

4. Buyer

Peran *buyer* ini antara lain menampung dan memproses produk untuk diekspor yang dikumpulkan dari pengepul tingkat kabupaten/provinsi dan lainnya. *Buyer* adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pemasaran ekspor hasil tanaman perkebunan. Perusahaan besar (PT. Tri Agung Mulia) bekerjasama dengan pemerintah Kabupaten Bangli untuk pengelolaan pabrik prosesing di Mangi Kecamatan Kintamani. Daya tampungnya 100 ton/hari. Area kerjanya meliputi seluruh wilayah Provinsi Bali, untuk menjaga kontinuitas produk perusahaan ini juga menampung produk dari luar pulau Bali, seperti dari Nusa Tenggara. Negara tujuan ekspor adalah Singapura, Jepang, Uni Emirat Arab, Australia, Amerika, dan Australia.

Pengiriman dilakukan minimal sebulan sekali rata-rata 18 ton. Dalam pengiriman biasanya tidak hanya satu produk tetapi digabung dengan produk lain.

5. Dinas/Instansi Terkait

Dinas Pertanian dan Perkebunan di provinsi maupun kabupaten antara lain berperan meningkatkan kemampuan teknis budidaya dan pengelolaan pasca panen, serta membangun kerjasama dengan berbagai perusahaan eksportir dan lembaga penelitian untuk memecahkan permasalahan teknis. Selain itu juga berperan memfasilitasi/melibatkan petani kopi dalam melakukan pameran setiap ada kesempatan serta mengkampanyekan produk kopi melalui media publikasi.

Dinas memiliki peran dalam menjalin kerja sama pemasaran seperti:

1. Penyediaan rakitan teknologi dan pembinaan khususnya melalui penerapan teknologi panen dan peningkatan kualitas produk,
2. Peningkatan kemampuan SDM anggota Subak Abian dalam manajemen kopi Arabika,
3. Peningkatan pemasaran kopi Arabika berkualitas dan hasil olahannya,
4. Peningkatan konsumsi kopi Arabika olahan berkualitas di dalam negeri melalui kegiatan promosi.

Ruang lingkup dalam pembinaan dan pengembangan agribisnis kopi Arabika Kintamani, meliputi :

1. Penyediaan rakitan teknologi dalam bentuk penyediaan bahan tanaman unggul, panen dan pasca panen serta kegiatan lain yang mendukung,
2. Pembinaan teknis dalam penerapan teknologi, khususnya dalam pengembangan agribisnis kopi specialty organik melalui perolehan sertifikat organik dan perlindungan hak atas indikasi geografis,
3. Peningkatan kemampuan SDM anggota subak abian dalam manajemen usaha kopi Arabika.

Realisasi kerjasama pemasaran ini berupa pemasaran kopi bubuk melalui Koperasi Pegawai PPKKI yang ditindaklanjuti dengan pemasaran. Selain melalui PPKKI juga melalui KSPPi dengan perbaikan packingnya, sedangkan realisasi kerjasama pembinaan teknis berupa bimbingan teknologi perbaikan produktivitas dan kualitas kopi Arabika di Kabupaten Bangli yang akan ditindaklanjuti dengan penetapan karakteristik kopi arabika Bangli untuk memenuhi konsumen dalam dan

luar negeri. Perkembangan penting dari model Kintamani adalah tengkulak sudah menjual kopinya kepada koperasi petani kopi (Suhartana dan Sumino dalam <http://www.scribd.com/>).

C. Pola Pemasaran Kopi di Kabupaten Manggarai (NTT)

Hasil kopi petani dijual ke pengepul di tingkat desa. Pengepul yang berperan sebagai pengumpul kopi dari petani diberikan pinjaman modal dari pengusaha untuk membeli kopi petani dan kekurangan modalnya mengusahakan sendiri. Pengepul di tingkat desa melakukan penyortiran, kopi yang berkualitas akan di kirim ke pedagang di kota sementara kopi yang kurang baik kualitasnya dipakai untuk konsumsi lokal. Kopi yang berhasil dikumpulkan pengepul desa dari para petani langsung dibawa ke pedagang antar pulau atau pengepul tingkat kabupaten (pengepul tingkat kecamatan tidak ada sebab wilayahnya berdekatan). Selanjutnya dijual kepada pedagang antar pulau lainnya atau kepada perusahaan yang kebanyakan berada di Surabaya. Selain sebagai pengepul di tingkat kabupaten, beberapa di antaranya juga memproduksi kopi bubuk lokal. Kopi bubuk ini dihasilkan dari sortir kopi yang akan di kirim ke luar pulau. Pengusaha tidak pernah langsung membeli dari petani karena kebanyakan penjualan petani masih bercampur antara kopi merah dan hijau. Dengan adanya pengepul desa, hal ini membantu pengusaha untuk mendapatkan biji kopi yang berkualitas.

Dinas Perkebunan Manggarai berperan penting dalam pemasaran kopi di Kabupaten Manggarai dengan merintis pembentukan tiga unit pengolahan hasil kopi (UPH). Usaha ini dimulai tahun 2006 dengan mengolah biji kopi untuk di ekspor ke Amerika Serikat. Dinas Perkebunan melalui UPH membeli kopi petani dengan harga yang lebih tinggi dibanding tengkulak. Kerjasama ini dilakukan dengan sistem kontrak sehingga pihak UPH bisa membantu petani. Apabila nilai rupiah turun (karena dollar naik) maka selisih keuntungan akan diberikan kepada petani, sementara apabila nilai rupiah menguat (dollar turun), maka harga petani dibayar sesuai dengan kesepakatan dalam kontrak. Selain masalah harga, melalui UPH pihak Dinas

Perkebunan juga meminta petani untuk memenuhi standar produksi sesuai dengan standar perkebunan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas panen. Hal penting bagi *buyer* atau konsumen ketika akan melakukan transaksi kopi adalah informasi awal yang perlu mereka ketahui yakni di mana dan berapa ketinggian letak perkebunan kopi berada karena hal ini sangat berpengaruh pada kualitas kopi yang dihasilkan. Hal tersebut menjadi acuan untuk meneruskan kepada masalah kualitas, kuantitas dan kontinuitas produksi.

Beberapa *buyer* telah berusaha untuk mengembangkan bisnis kopi bukan hanya mengambil biji kopi, tetapi telah membangun roaster di tingkat lokal, sehingga harapan ke depan diversifikasi produk kopi akan semakin beragam dari produk lokal yang dikembangkan. Selama ini proses *roaster* masih dilakukan dalam skala industri rumah tangga yang memproduksi kopi bubuk. Akhir-akhir ini konsumsi perkapita penduduk Indonesia untuk meminum kopi semakin besar dan cakupan wilayah semakin luas. Kesempatan untuk memproduksi kopi dengan diversifikasi yang ada akan membantu dalam usaha untuk mengembangkan usaha tani dari kelompok tani di masing-masing daerah (Sumber: Suhartana dan Sumino dalam <http://www.scribd.com/doc/>).

PASAR EKSPOR KOPI INDONESIA

Menurut Kustiari (2007) pada periode tahun 1986 hingga 2004 peran kopi Indonesia di negara pengimpor utama (Amerika, Jerman dan Jepang) cenderung menurun (Tabel 2). Penurunan tersebut diduga karena pangsa pasar Indonesia direbut oleh Vietnam yang terindikasi dari meningkatnya pangsa pasar Vietnam ke Jerman dan Jepang. Rata-rata pangsa kopi dari Indonesia ke Amerika Serikat dari 3,7% pada periode tahun 1986-1989 turun menjadi 3,5% pada periode tahun 2000-2004, ke Jerman turun dari 6,0% menjadi 4,9% dan yang ke Jepang dari 16,9% turun menjadi 12,8%. Hal sebaliknya terjadi pada Vietnam yang justru mengalami peningkatan pangsa pasar ke Jerman dari 0,22% menjadi 12,03% dan ke Jepang dari 0,04% menjadi 5,87%.

Tabel 1. Perkembangan rata-rata pangsa pasar beberapa negara pengekspor kopi ke pasar tujuan

Pengimpor	Periode tahun	Indonesia	Brazil	Vietnam	Colombia	Meksiko	India
Amerika Serikat	1986-1989	3,73	19,96	0,00	10,78	13,33	1,00
	1990-1999	3,16	18,58	3,18	14,07	15,35	1,22
	2000-2004	3,46	19,22	10,53	14,66	10,45	0,63
Jerman	1986-1989	6,04	14,75	0,22	32,13	3,77	1,14
	1990-1999	7,58	15,17	3,62	26,20	0,86	2,96
	2000-2004	4,91	27,26	12,03	10,20	0,37	2,57
Jepang	1986-1989	16,96	29,28	0,04	14,83	2,22	1,08
	1990-1999	15,17	27,00	2,88	17,27	1,07	1,44
	2000-2004	12,81	26,85	5,87	18,21	0,95	1,06

Sumber: United Nations (2005) dalam Kustiari (2007)

Indonesia merupakan penghasil kopi terbesar ketiga setelah Brazil dan Vietnam sedangkan yang keempat Columbia. Total ekspor kopi (biji dan olahannya) tahun 2010 sebesar 433,595 ribu ton dengan nilai US\$ 814,311 juta yang dipasarkan ke-65 negara tujuan ekspor (Ditjenbun, 2011). Sepuluh negara tujuan ekspor utama adalah Jerman, Amerika Serikat (AS), Jepang, Italia, Malaysia, Inggris, Belgia, Mesir, Algeria dan Rusia. Korea Utara, Laos, Kiribati merupakan pasar baru bagi kopi Indonesia pada tahun 2010. Pangsa pasar kopi Indonesia atas dasar volume di negara tujuan utama, sebagai berikut:

1. Untuk pasar Jerman, Indonesia merupakan pemasok terbesar ke lima atau 5,70 % dari total impor Jerman dari dunia sebesar 1.150,5 ribu ton. Pemasok yang mengungguli Indonesia untuk pasar Jerman adalah Brazil, Vietnam, Peru dan Honduras
2. Untuk pasar Amerika Serikat, Indonesia menempati urutan terbesar keempat setelah Brazil, Vietnam, Columbia dengan pangsa pasar 6,03 % dari total impor AS
3. Untuk pasar Jepang pemasok utama terbesar adalah Brazil dengan pangsa pasar 29,76%, sedangkan Indonesia menempati posisi ke tiga setelah Brazil dan Columbia dengan pangsa pasar 14,22 % dari total impor Jepang
4. Untuk Pasar Italia, kopi Brazil dan Vietnam mendapat pangsa pasar masing masing sebesar 33,15% dan 18,87% dari total impor Italia dan Indonesia tidak termasuk lima besar
5. Untuk pasar Malaysia, Indonesia memasok 44,68 % dari total impor Malaysia, sekaligus menempati posisi kedua setelah Vietnam, sedangkan untuk pasar Inggris, Indonesia menempati posisi kedua setelah Vietnam dengan pangsa pasar 13,93 %

Negara produsen utama kopi tidak selalu berperan sebagai pemain pasar kopi dunia. Hal ini ditunjukkan oleh posisi negara pengekspor kopi terbesar dunia tahun 2010 bila ditinjau berdasarkan nilai ekspornya adalah Brazil, dengan nilai ekspor USD 5.203,3 juta dengan volume 1.795,2 ribu ton diikuti oleh Jerman, Columbia, Swiss dan Belgia. Dari posisi tersebut dapat dilihat bahwa selain Brazil dan Columbia yang merupakan produsen kopi dunia, meskipun Jerman, Swiss dan Belgia bukan produsen kopi dunia, namun memanfaatkan nilai tambah dari kopi.

Indonesia sebagai produsen kopi beberapa tahun ini sedang berupaya untuk memanfaatkan nilai tambah dari kopi, dengan mengembangkan kopi organik, kopi specialty termasuk mengembangkan kopi bersertifikat Indikasi Geografis, seperti Kopi Kintamani (Bali), Kopi Gayo (Aceh) dan Kopi Arabika Flores Bajawa (NTT). Pengembangan kopi specialty dan kopi organik dan produk kopi lainnya diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah sehingga pada masa mendatang Indonesia bisa lebih berperan di pasar internasional. Indonesia sebagai salah satu negara penghasil kopi terbesar, ternyata masih perlu mengimpor antara 40.000-50.000 ton kopi dari Vietnam pada 2010. Pada tahun 2011, produksi kopi diperkirakan 600.000 ton, untuk pasar domestik 200.000 ton dan sisanya diekspor. Volume ekspor tidak bisa dikurangi karena tingginya permintaan dunia terhadap kopi Indonesia (Hindarko *et al.*, 2012).

MASALAH, TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN KOPI I INDONESIA

Perkebunan kopi di Indonesia sebagian besar diusahakan oleh petani yang pada umumnya dalam kondisi kurang terawat karena keterbatasan petani dalam permodalan, pengetahuan budidaya maupun pengolahan hasil dan rendah dalam akses

mendapatkan informasi. Dalam penentuan harga, posisi tawar petani lemah, harga kopi seringkali fluktuatif dan terkadang sangat rendah sehingga merugikan petani. Secara ringkas Ditjenbun (2012) mengungkapkan beberapa permasalahan dan tantangan yang dihadapi Indonesia dalam pengembangan kopi. Permasalahan tersebut antara lain (i) areal tanaman kopi di Indonesia 96% merupakan perkebunan rakyat yang sebagian besar belum menerapkan teknik budidaya sesuai anjuran (GAP), (ii) produktivitas tanaman masih rendah baru 60% dari potensi produksi karena menggunakan benih asalan dan kesadaran menggunakan benih unggul bermutu masih rendah di samping itu sebagian tanaman kopi sudah tua dan rusak, (iii) peningkatan serangan hama/penyakit tanaman (OPT) yang dapat menurunkan hasil 40-60% khususnya PBKo, penggerek cabang, kutu dompolan, penyakit karat daun dan nematoda. Masalah lain adalah kelembagaan petani masih lemah, akses permodalan terbatas, penguasaan teknologi pasca panen petani masih rendah sehingga mutu produk rendah, sebagian besar produk yang dihasilkan dan diekspor berupa kopi biji (*green bean*), dan tingkat konsumsi kopi per kapita di dalam negeri masih rendah (0,86kg/kapita/tahun), serta *specialty coffee* belum dikelola secara optimal. Sementara itu tuntutan selera dan persyaratan dari konsumen semakin banyak merupakan tantangan yang harus dihadapi.

Beberapa tantangan yang harus dihadapi Indonesia sebagai produsen kopi saat ini antara lain berkaitan dengan kesadaran akan lingkungan, telah mengubah preferensi konsumen yang tidak hanya mendasarkan pada kualitas dan batas maksimal residu, namun juga teknologi produksi yang ramah lingkungan penerapan standar ISO 9000, 14000; penerapan kopi berkelanjutan; tingkat pendidikan yang lebih baik telah mengubah pola hidup dan kesadaran pada aspek kesehatan sehingga semakin ketat toleransi terhadap komponen bahan kimia yang berbahaya bagi tubuh seperti Ochratoxin dan residu pestisida; serta adanya kesepakatan dari anggota ICO bahwa tidak akan mengekspor kopi dengan kualitas rendah. Meskipun masalah dan tantangan tersebut masih belum terselesaikan namun secara bertahap terus diupayakan solusinya, dan selain itu masih ada peluang dan harapan.

Peluang pengembangan kopi di Indonesia pada masa yang akan datang masih cukup propektif. Hal ini dapat dilihat dari beberapa trend penting yang mempengaruhi konsumsi kopi dunia. Gonzalez-Perez dan

Gutierrez-Viana (2012) menyebutkan bahwa setidaknya ada 5 trend yang menunjukkan peningkatan permintaan kopi, yaitu: (i) perubahan level pendapatan pada negara-negara konsumen yang menentukan konsumsi jangka panjang, (ii) munculnya pusat pertumbuhan dan kelas menengah baru di negara-negara berkembang, (iii) teknologi baru terutama dalam prosesing kopi, (iv) ketertarikan perusahaan pengolahan kopi untuk mencampur (*blending*) sehingga dapat memperluas akses terhadap bahan baku dengan range harga yang tinggi, dan (v) perang merek kopi dengan memperkenalkan inovasi-inovasi untuk meningkatkan pangsa pasar.

Selain itu, banyak peluang yang dapat dilakukan dalam pengembangan kopi di Indonesia untuk menghadapi tantangan dan mengatasi masalah secara bertahap. Beberapa peluang yang dapat dimanfaatkan yaitu perluasan areal tanaman kopi arabika, khususnya di wilayah yang secara agroklimat sesuai; penerapan sistem budidaya perkebunan yang baik (GAP) dan berkelanjutan (*sustainable coffee production*); perkembangan teknologi pengolahan kopi seperti *instant* dan *liquid coffee*; adanya upaya peningkatan konsumsi kopi per kapita di dalam negeri kopi Robusta dari 0,86 kg/kapita/th menjadi 1 kg/kapita/th; Peningkatan mutu khususnya kopi Arabika yang dapat diarahkan menjadi kopi *specialty*; tersedianya teknologi budidaya dan tersedianya peneliti/tenaga ahli di bidang kopi.

Harapan yang ingin dicapai dari kemajuan teknologi dan kebijakan untuk pengembangan kopi saat ini adalah (1) sistem budidaya kopi yang sesuai GAP yang mengarah pada indikasi geografis dan sistem perkebunan berkelanjutan, (2) upaya mempertahankan cita rasa kopi sehingga mampu meningkatkan *bargaining position* kopi Indonesia di pasar nasional maupun internasional, (3) kopi *specialty* Indonesia agar dapat diarahkan untuk melakukan sertifikasi sehingga dapat meningkatkan daya saing kopi Indonesia terutama memberikan nilai tambah bagi petani, dan (4) peningkatan mutu kopi khususnya untuk konsumsi dalam negeri.

SERTIFIKASI PADA PEMASARAN KOPI

Perkembangan pasar pada era globalisasi saat ini, sertifikasi menjadi alat yang penting untuk memacu pertumbuhan yang positif. Sertifikasi menawarkan bagi produsen dan pelaku bisnis petunjuk dalam memproduksi dan pelayanan praktek yang

efisien yang tidak akan merugikan lingkungan dan masyarakat setempat. Sertifikasi memberikan jaminan kepada konsumen untuk mendapatkan produk yang sehat dan memberikan komitmen mereka untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan. Mendez *et al.* (2010) menyebutkan bahwa sertifikasi akan memberikan tingkat harga yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak tersertifikasi. Namun, harga premium tersebut merupakan konsekuensi langsung dari atribut-atribut kopi yang disediakan melalui proses sertifikasi sehingga membuat konsumen bersedia untuk membayar harga yang lebih tinggi (de Ferran dan Grunert, 2007; Schollenberg, 2010).

Sertifikasi kopi saat ini banyak dilakukan dengan sertifikasi organik, seperti *Fair Trade*, *Rainforest Alliance*, *Utz Certified* dan *Starbuck C.A.F.É Practices* telah mencapai sekitar 4% dari keseluruhan ekspor kopi (green coffee), atau sekitar 220.000 metrik ton, jumlah ini cukup besar apabila dilihat dari jumlah tonase, tetapi masih kecil dibanding dengan jumlah sertifikasi yang dilakukan di Indonesia. Sertifikasi kopi saat ini banyak dilakukan di Negara Amerika Selatan dan Afrika. Di Indonesia ada beberapa lembaga sertifikasi baik yang bersifat lokal maupun merupakan afiliasi dari lembaga sertifikasi asing. Peran lembaga sertifikasi Indonesia kebanyakan masih bergantung kepada nama lembaga sertifikasi terkenal di luar negeri, karena memang susah untuk bisa mengenalkan, membuat brand tersendiri bagi kebanyakan industri di Indonesia. Beberapa di antaranya: Sucofindo, BioCERT, Lesos dan lainnya (<http://www.scribd.com/>).

Pada pemasaran kopi, konsumen biasanya memunculkan tuntutan dalam berbagai isu "standard" atau "sertifikasi". Konsumen kopi, *retailers*, dan *roasters* di Eropa, USA, Canada dan Jepang menghendaki agar kopi diproduksi secara berkelanjutan ("*sustainability*"). Tuntutan tersebut telah dimanfaatkan baik oleh pemerintah, donor maupun LSM antara lain mempromosikan berbagai "skema sertifikasi" untuk merespon permintaan negara konsumen. Bagi sebagian besar eksportir kopi mulai dipersyaratkan sertifikasi bahkan kemudian menjadi standar wajib yang dipersyaratkan pembeli untuk produk kopi yang akan dibelinya. Pada awalnya, tingginya permintaan terhadap produk bersertifikasi telah menumbuhkan harapan bagi produsen kopi apabila dengan penerapan sertifikasi tersebut membantu meningkatkan penjualan dan menawarkan harga premium sehingga tingkat

pendapatannya lebih baik. Namun dalam kenyataannya harga premium kopi bersertifikasi tidak seperti yang diharapkan oleh produsen. Bahkan produk yang bersertifikasi tidak selalu memiliki harga yang lebih tinggi dibandingkan produk yang tidak bersertifikasi.

Harga premium pada saat awal dirasa cukup untuk menutup biaya produksi dan lain-lain, tetapi pada akhirnya premium yang diterima semakin berkurang. Hal ini terjadi karena biaya yang berkaitan dengan rumitnya prosedur sertifikasi. Jumlah konsumen yang tertarik pada kopi bersertifikat (misalnya organik) dan ingin membayar dengan harga lebih tinggi juga sangat terbatas. Sekarang ini kecenderungan harga premium yang diterima produsen kopi menurun. Selain harga premium yang terus menurun, proses sertifikasi itu sendiri bisa merugikan bagi produsen (Bacon, 2005; Giovannucci dan Ponte, 2005). Sebagaimana yang diungkapkan oleh Muradian dan Pelupessy (2005), bahwa standar organik yang harus diikuti produsen sangat ketat, meliputi daur ulang sampah, mengurangi polusi air dan kandungan kimia, erosi, serta meningkatkan kualitas tanah. Bagi petani selaku produsen pelaksanaan perubahan ini menjadi mahal, khususnya dalam hal tenaga kerja. Selain itu, biaya membayar lembaga sertifikasi bisa menjadi mahal. Hal ini sesuai juga dengan hasil penelitian Mendez *et al.* (2010) dan Valkila (2009) yang menyebutkan bahwa sertifikasi kopi bagi petani kecil tidak memberikan dampak signifikan bagi peningkatan kesejahteraan petani.

Beberapa program sertifikasi kopi yang saat ini berlaku secara internasional dengan beberapa "*Critical Point*" sebagai persyaratan sertifikasi, antara lain sebagai berikut:

- Sosial: Upah minimum, usia gaji pekerja, konflik, pendidikan, pekerja kecil, lingkungan kerja, fasilitas, diskriminasi, kerja paksa
- Lingkungan: Perlindungan (hutan), erosi (permukaan, daerah curam), keanekaragaman, perlindungan, kualitas air, pestisida, manajemen limbah
- Produk/Ekonomi: transparansi dan ekuitas, lacak, kualitas, keselamatan dan GMO, pengolahan, konsistensi

Beberapa isu lainnya yang muncul adalah:

- Bagi negara penghasil kopi dituntut ketersediaan statistik yang baik mengenai pendataan/pemetaan luasan tanaman kopi

dan juga area pengembangannya terutama untuk kopi Robusta

- Skema sertifikasi kopi harus mudah digunakan, terjangkau, dan mudah diadaptasi oleh pedagang, eksportir bahkan petani, akan tetapi pada saat yang sama tidak membebani harga produk kopi
- Penggunaan sertifikasi kopi di masing-masing negara dapat membuat sertifikasi lokal
- Program sertifikasi dasar yang dilakukan oleh Lembaga Indonesia disahkan oleh Pemerintah telah menjadi standard nasional dan internasional
- Perlu ada definisi yang jelas tentang *sustainability* dapat diterima oleh industri dan konsumen pada umumnya
- Kopi merupakan tanaman yang memiliki peran penting selama ratusan tahun. Manfaatnya sebagai tanaman yang jelas dalam hal *sustainability*
- Saat ini pengembangan sertifikasi untuk kopi yang berkelanjutan dan bernilai ekonomi belum mapan
- ICA telah ada selama 50 tahun, dan pada edisi 2007 ICA untuk pertama kalinya *sustainability* diidentifikasi menjadi salah satu tujuan
- Terdapat sejumlah program *sustainability* yang aktif dipromosikan. Dimulai dari organik dirancang untuk mengurangi kerusakan lingkungan yang merugikan dari penggunaan bahan kimia yang berlebihan menuju pada lingkungan lestari (*sustainable*). Akan tetapi, penafsiran hal ini di berbagai negara tidak sama

Terdapat kesamaan pandangan di antara negara produsen kopi ASEAN dalam menghadapi permasalahan sertifikasi, antara lain sebagai berikut :

- Biaya (*cost*) sertifikasi sangat memberatkan, sementara keuntungan (*benefit*) belum sepenuhnya dapat dirasakan manfaatnya. Jika harga kopi rendah, kopi sertifikat terjual dengan harga premium, sedangkan pada saat harga kopi tinggi pengaruh sertifikasi tidak nampak karena kopi non sertifikat juga terjual dengan harga cukup baik
- Otoritas sertifikasi dikuasai oleh lembaga asing yang mengutamakan kepentingan konsumen
- Skema sertifikasi kopi harus mudah digunakan, terjangkau, dan mudah diadaptasi oleh pedagang, eksportir bahkan petani, akan tetapi pada saat yang sama tidak membebani harga produk kopi

Perlu program penggunaan sertifikasi kopi oleh masing-masing negara, agar dapat membuat sertifikasi lokal sebagai sertifikasi dasar yang dilakukan oleh Lembaga Indonesia dan disahkan oleh Pemerintah sehingga dapat menjadi standard nasional dan internasional (Summary Report ASEAN International Seminar Coffee, 2012)

PENUTUP

Komoditas kopi berperan sangat penting dalam perekonomian Indonesia dan peluang pasarnya masih terbuka baik di dalam maupun luar negeri, namun sasaran utama produk kopi Indonesia adalah untuk diekspor ke berbagai negara. Setiap negara konsumen memiliki selera cita rasa tidak sama dan menentukan persyaratan sertifikasi yang ketat menyangkut keamanan produk kopi dan keberlanjutannya. Persyaratan yang ketat dari lembaga sertifikasi yang didominasi lembaga asing, terkadang dirasakan tidak adil bagi petani selaku produsen karena lebih memperhatikan kepentingan konsumen. Seharusnya disamping memperhatikan kepentingan konsumen yang menuntut produk berkualitas dan aman tentunya produsen (petani kopi) juga diberikan harga yang layak untuk keberlangsungan usaha kopi maupun kesejahteraannya. Komoditas kopi di Indonesia mayoritas diusahakan oleh petani yang memerlukan dukungan dari berbagai pihak baik menyangkut penyediaan sarana dan prasarana, peningkatan pengetahuan dan teknologi serta pemasarannya untuk menjawab tuntutan konsumen masalah kualitas, kuantitas dan kontinuitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bacon, C. 2005. Confronting the coffee crisis: Can fair trade, organic, and specialty coffees reduce small-scale farmer vulnerability in northern Nicaragua?. *World Development*. 33 (3): 497-511.
- de Ferran, F. and K.G. Grunert. 2007. French fair trade coffee buyers' purchasing motives: An exploratory study using means-end chains analysis. *Food Quality and Preference* 18: 218-229.
- Dinas Perkebunan Provinsi Lampung. 2011. Statistik Perkebunan Tahun 2010. Pemerintah Provinsi Lampung. Dinas Perkebunan. Bandar Lampung.
- Ditjenbun. 2012. Kebijakan perkebunan dalam pengelolaan perkebunan yang lestari, berpotensi ekonomi dan berkontribusi pada REDD+(komoditi non kelapa sawit). Workshop keanekaragaman hayati, pertumbuhan yang berkelanjutan dan mitigasi emisi gas rumah kaca-penguatan sektor ekonomi perkebunan aneka tanaman. Kementerian Pertanian. Jakarta.

- Esquivel, P. and V. M. Jimenez. 2012. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International* 46: 488-495.
- Giovannucci, D., and S. Ponte. 2005. Sustainability as a new form of social contract? Sustainability initiatives in the coffee industry. *Food Policy* 30 (3): 284-301.
- Gonzalez-Perez, A. and S. Gutierrez-Viana. 2012. Cooperation in coffee markets: the case of Vietnam and Colombia. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies* 2 (1): 57-73.
- Hindarko, R., J. Elok, S. E. Prasetyo, R. Kurniasih dan Ernawati. 2012. Permintaan dan Penawaran Komoditas Tanaman Industri "Kopi". Program Studi Agroteknologi. Fak. Pertanian Universitas Brawijaya. 17 hlm.
- <http://bisnis.liputan6.com/read/508855/indonesia-urutan-ketiga-eksportir-kopi-terbesar-dunia-di-2012>). [11 September 2012]
- <http://www.scribd.com/doc/32601267/Rantai-Distribusi-Pemasaran-Kopi-Di-4-Sentra-Kopi-di-Indonesia>. [10 Oktober 2012]
- <http://blog.ub.ac.id/karinamagdani/2010/05/24/masalah-tantangan-dan-peluang-pengembangan-komoditas-kopi-di-indonesia/> [10 Oktober 2012]
- Ibrahim, H. W. and S. Zailani. 2010. A review on the competitiveness of global supply chain in a coffee industry in Indonesia. *Int. Business Manage* 4 (3): 105-115.
- Kustiari, Reni. 2007. Perkembangan Pasar Kopi Dunia dan Implikasinya Bagi Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 25 (1): 43-55.
- Langen, N. 2011. Are ethical consumption and charitable giving substitutes or not? Insights into consumers' coffee choice. *Food Quality and Preference* 22: 412-421.
- Mendez, V. E., C. M. Bacon, M. Olson, S. Petchers, D. Herrador, C. Carranza, L. Trujillo, C. Guadarrama-Zugasti, A. Cordon, and A. Mendoza. 2010. Effects of fair trade and organic certifications on small-scale coffee farmer households in Central America and Mexico. *Renewable Agriculture and Food Systems* 25 (3): 236-251.
- Muradian, R., and W. Pelupessy. 2005. Governing the Coffee Chain: The Role of Voluntary Regulatory Systems. *World Development* 33 (12): 2029-2044.
- Neilson, J., B. Arifin, C.P. Gracy, T. N. Kham, B. Pritchard, and L. Soutar. 2010. Challenges of global environmental governance by non-state actors in the coffee industry: Insights from India, Indonesia and Vietnam. In *Agriculture, Biodiversity and Markets: Livelihoods and Agroecology in Comparative Perspective*. Ed. Stewart Lockie and David Carpenter: 175-200.
- Rosandi, A. W. 2007. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penawaran Ekspor Kopi Indonesia Skripsi Fakultas Ekonomi dan Manajemen. IPB. Bogor.
- Schollenberg, L. 2010. Estimating the hedonic price for Fair Trade coffee in Sweden. *British Food Journal* 114 (3): 428-446.
- Slob, B. 2006. A Fair Share for Smallholders: A Value Chain Analysis of Coffee Sector. SOMO-Centre for Research on Multinational Corporations, Amsterdam.
- Spillane, J. J. 1990. Komoditi Kopi Peranannya dalam Perekonomian Indonesia. Kanisius. Yogyakarta.
- Suhartana, N. dan Sumino. 2008. Menuju Pemasaran Kopi Spesial. Sebuah studi kasus pemasaran di 4 sentra produksi kopi. Kerjasama Jaker PO dan VECO Indonesia. Cetakan 1. 82 hlm.
- Summary Report ASEAN International Seminar On Coffee, <http://www.gaeki.or.id/en/ringkasan-laporan-asean-international-seminar-on-kopi/>. Bali, 12-13 Juni 2012.
- Turnip, C. E. 2002. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Penawaran Ekspor dan Aliran Perdagangan Kopi Indonesia. Skripsi Fakultas Pertanian. IPB. Bogor.
- Valkila, J. 2009. Fair Trade organic coffee production in Nicaragua: Sustainable development or a poverty trap?. *Ecological Economics* 68: 3018-3025.

POTENSI KOPI EXCELSA DI KEPULAUAN MERANTI

POTENCY OF EXCELSA COFFEE IN MERANTI ISLANDS

Budi Martono, Rudi T. Setiyono, dan M. Laba Udarno T. S.

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
budimartono@hotmail.com

ABSTRAK

Kepulauan Meranti termasuk salah satu daerah penghasil kopi Excelsa di Indonesia. Luas area pertanaman kopi Excelsa di kepulauan ini mencapai 1.074,5 ha, yang terdiri dari 311 ha TBM, 668 ha TM, 122,5 ha TTR dan tersebar di 6 kecamatan, yaitu Kecamatan Rangsang Pesisir: 605 ha, Rangsang Barat: 130 ha, Rangsang: 160 ha, Tebing Tinggi Barat: 104,5 ha, Tebing Tinggi Timur: 65 ha, dan pulau Merbau: 10 ha. Produksi kopi Excelsa tahun 2012 di Kabupaten Meranti mencapai 676,87 ton yang melibatkan 950 Kepala Keluarga. Kopi Excelsa Kepulauan Meranti memiliki citarasa dan aroma yang khas dan rasa masam. Selain untuk memenuhi kebutuhan lokal, kopi Excelsa Meranti diekspor ke Malaysia. Dalam rangka pengembangannya diperlukan adanya pohon induk sebagai sumber benih. Hasil seleksi pohon induk di Kecamatan Rangsang Pesisir diperoleh sebanyak 106 tanaman. Hasil panen buah yang dilakukan dari bulan Desember 2012 - Mei 2013 berkisar 10-49 kg/pohon.

Kata kunci : Kopi Excelsa, pohon induk, aroma khas

ABSTRACT

Meranti Islands is one of Excelsa coffee-producing regions in Indonesia. On these islands Excelsa coffee plantations are grown an area of 1074.5 ha, which consists of 311 ha immature, 668 ha mature, 122.5 ha damaged trees, spreading over 6 sub-districts i.e Rangsang Pesisir 605 ha, West Rangsang 130 ha, Rangsang 160 ha, West Tebing Tinggi 104.5 ha, East Tebing Tinggi 65 ha, and Merbau Island 10 ha. Excelsa coffee production in 2012 in Meranti Regency reached 676.87 tons involving 950 farmers. Excelsa coffee of Meranti Islands has a distinctive flavor and aroma, and slightly sour. In addition to meeting local needs, Meranti Excelsa coffee is exported to Malaysia. In order to develop the coffee, it is necessary to have parent trees as a source of seeds. Based on selection of parent trees, there were 106 located at the Sub-district of Rangsang Pesisir. Fruit yields from December 2012 - May 2013 ranged from 10 to 49 kg /tree.

Keywords : Excelsa coffee, parent tree, distinctive aroma

PENDAHULUAN

Kopi Excelsa (*Coffea dewevrei*) merupakan salah satu jenis kopi yang dibudidayakan oleh para petani di Indonesia selain kopi Arabika dan Robusta. Kopi Excelsa dimanfaatkan sebagai minuman penghangat yang dikonsumsi baik di negara produsen maupun di negara-negara importir. Sebagai komoditas rakyat yang sudah cukup lama dibudidayakan, kopi Excelsa mampu menjadi sumber penghasilan bagi petani kopi.

Di Indonesia, kopi Excelsa diantaranya terdapat di Riau (Kabupaten Kepulauan Meranti), Lampung, Jawa Barat (Kabupaten Sumedang), Jawa Tengah, Jawa Timur, Palembang (Kabupaten Banyuasin dan Ogan Komering Ilir), serta Kalimantan. Akhir-akhir

ini kopi Excelsa juga banyak ditanam oleh petani secara komersial di lahan gambut dan lahan pasang surut, diantaranya di Pangkoh (Kalimantan Tengah) dan Tanjung Jabung (Jambi) (Baon, 2011). Oleh karena itu, kopi ini mempunyai tingkat adaptabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kopi lainnya yang diusahakan oleh petani di Indonesia.

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan Riau karena lahan yang tersedia untuk perkebunan kopi cukup luas. Luas lahan di Riau yang sudah digunakan untuk perkebunan kopi sebanyak 94.626 ha yang terdiri dari 17.420 ha tanaman belum menghasilkan (TBM), 43.004 ha tanaman menghasilkan (TM), dan 34.202 ha tanaman tidak menghasilkan (TTM), tersebar merata hampir di setiap daerah di Riau. Total produksi

kopi di Riau pada tahun 2012 adalah 48.823 ton dengan rata-rata produksi per hektar 1.135 kg dan melibatkan 108.177 kepala keluarga (Dishutbun, 2011; Ditjenbun, 2011). Komoditi ini layak untuk dijadikan sebagai lahan investasi bagi para investor.

Kabupaten Kepulauan Meranti Propinsi Riau merupakan salah satu sentra produksi kopi Excelsa di Indonesia, tanaman kopi Excelsa di Kepulauan ini mempunyai nilai ekonomi yang cukup penting. Luas perkebunan kopi Excelsa di Kepulauan Meranti mencapai 1.074,5 ha dengan jumlah produksi secara keseluruhan sebesar 676,87 ton dengan total nilai US\$ 2,17 juta. Kopi Excelsa di Kepulauan Meranti menyebar di 6 kecamatan, yaitu Kecamatan Rangsang Pesisir, Rangsang Barat, Rangsang, Tebing Tinggi Barat, Tebing Tinggi Timur, dan pulau Merbau (Tabel 1). Pertanaman kopi Excelsa di Kepulauan ini diusahakan oleh petani secara tradisional.

Produktivitas tanaman kopi Excelsa di Kepulauan Meranti masih rendah yaitu 629,94 kg kopi beras/ha/tahun atau dibawah rata-rata produktivitas nasional sebesar 792 kg biji kering/ha/tahun, yang disebabkan antara lain belum dilakukan pemeliharaan secara intensif. Peningkatan produksi tanaman kopi tersebut dapat dilakukan secara intensifikasi dan ekstensifikasi. Data tahun 2012 menunjukkan bahwa tanaman kopi Excelsa yang sudah tua/rusak di Kabupaten Meranti mencapai 122,5 ha atau 11,16% dari total areal (Dishubun, 2012). Oleh karena itu, peremajaan tanaman tua dan perluasan areal dengan menggunakan klon unggul yang sesuai dengan agroekologinya perlu dilakukan karena akan memberikan dampak peningkatan produksi dan pendapatan petani di masa mendatang. Terkait dengan hal tersebut, maka diperlukan ketersediaan bahan tanam yang cukup guna mendukung program tersebut. Kegiatan ini menyebabkan kebutuhan benih unggul kopi Excelsa di kepulauan ini akan mengalami peningkatan. Selama ini petani dalam mengusahakan tanaman kopi Excelsa masih menggunakan benih sapan atau asalan.

Untuk pengembangan tanaman kopi Excelsa khususnya di lahan sub optimal di Kabupaten Kepulauan Meranti dan lahan sub optimal lainnya perlu dibangun kebun benih baru yang mampu menghasilkan benih unggul dan terjaga kemurniannya. Oleh karena itu, pemilihan pohon induk kopi Excelsa di Kepulauan Meranti perlu dilakukan untuk mendukung penyediaan sumber benih dalam rangka pengembangannya.

POTENSI KOPI EXCELSA

Keunggulan kopi Excelsa di Kepulauan Meranti adalah berbuah sepanjang tahun, relatif tahan terhadap hama dan penyakit. Kopi Excelsa ini mudah dibudidayakan, dapat tumbuh di lahan gambut dengan tingkat kesuburan yang rendah, dan bebas dari pengaruh pestisida dan pupuk kimia.

Berdasarkan ukuran biji, di Rangsang Pesisir diperoleh 3 jenis kopi Excelsa yaitu kopi Excelsa dengan ukuran biji kecil, sedang, dan besar. Karakteristik biji kopi yang ada dapat digolongkan menjadi dua, yaitu biji normal dan biji abnormal. Abnormalitas pada biji kopi Excelsa diduga dipengaruhi oleh interaksi genetik dan lingkungan seperti yang ditunjukkan oleh Mawardi dan Hulupi (1995) pada biji kopi Arabika, oleh karena adanya kesamaan genus yaitu *Coffea*. Keberadaan kopi abnormal tersebut akan mempengaruhi produksi dan kualitas biji kopi yang dihasilkan (Wrigley, 1988; Wintgens, 2004; Sumirat, 2008).

Di Kepulauan Meranti, kopi Excelsa tidak hanya diterima di pasar lokal tetapi juga diimpor ke Malaysia dan dikenal dengan nama kopi Sempian. Di Malaysia, harga kopi Excelsa cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pasar lokal karena dianggap mempunyai citarasa dan aroma yang khas dan berbeda dengan kopi lain. Harga kopi beras di Malaysia berkisar antara 14-16 ringgit atau sekitar Rp. 44.800,- - Rp. 51.200,-. Kopi Excelsa mempunyai citarasa dan aroma yang lebih kuat dan ada rasa masam. Selain itu, tanaman kopi yang berasal dari daerah ini bebas dari penggunaan pupuk kimia dan pestisida.

Di pulau Rangsang, tanaman kopi merupakan tanaman utama masyarakat di sepanjang jalan menuju Dusun Parit Gantung, Parit Kasan, Parit Amat, Parit Jang, Parit Besar, Parit Senang, dan Kedabu Rapat. Hampir semua lahan masyarakat yang ada di Dusun Parit Kasan dan sekitarnya ditanami kopi Excelsa dibawah tegakan pohon kelapa. Menurut informasi dari petani, nama Sempian meliputi Dusun Parit Kasan, Parit Gantung, Parit Amat, dan Parit Jang yang terkenal dengan pertanaman kopi Excelsanya.

Berdasarkan informasi dari hasil wawancara dengan beberapa petani dan tokoh masyarakat, asal kopi Excelsa di Kepulauan Meranti adalah dari Sulawesi dan Malaysia. Biji kopi dibawa oleh tenaga kerja Indonesia yang bekerja di Malaysia dan menurut petani di Kedabu Rapat, kopi Excelsa sudah ditanam di daerah Rangsang Barat sekitar tahun 1970.

Potensi kopi Excelsa di Kepulauan ini cukup besar karena pengelolaannya belum optimal.

Di daerah Rangsang Pesisir, kopi Excelsa ditanam diantara tanaman kelapa dan pinang dengan pertumbuhannya cukup baik walaupun tanpa pemupukan dan pemeliharaan yang intensif. Ada beberapa petani di daerah tersebut yang sudah menerapkan pemeliharaan yang lebih intensif dengan cara melakukan pemangkasan dan pemupukan. Selain itu, untuk mendapatkan kopi yang berkualitas tinggi perlu dilakukan usaha untuk mendorong petani agar dapat melakukan petik pada buah-buah merah karena hal ini sangat mempengaruhi harga jual dan kualitas kopi, dampak yang lebih luas lagi pencitraan kopi Excelsa di daerah tersebut tetap akan terjaga.

Sebagian besar petani kopi di daerah ini menjual hasil panennya kepada penampung dalam bentuk jambu/kopi gelondong basah dengan kisaran harga buah kopi per kg antara Rp. 2.000- Rp. 2.500,- sedangkan untuk kopi beras per kilogramnya dijual dengan harga antara Rp. 32.000,- - Rp. 34.000,-. Hal ini disebabkan fasilitas produksi yang terbatas dan sarana transportasi yang kurang memadai untuk bisa menjual ke luar daerah/kota. Jumlah penampung dan pengolah kopi beras yang ada di daerah ini sebanyak \pm 20 orang. Panen raya kopi biasanya terjadi pada bulan September - Desember, kopi banyak yang masak pada saat curah hujannya tinggi.

Saat ini di Desa Kedabu Rapat ditemukan 2 industri rumah tangga pengolahan kopi luwak, yaitu industri pengolahan kopi luwak Nur Jaya dan Insan Mandiri yang masing-masing beranggotakan \pm 10 orang, anggota kelompok tersebut rata-rata memiliki 3-13 ekor musang. Harga jual bubuk kopi luwak yang berasal dari kopi lanang per kilogramnya mencapai Rp. 2.000.000,-sedangkan untuk kopi luwak biasa dijual dengan harga Rp. 1.000.000,- Kopi luwak tersebut dipasarkan ke Selat Panjang, Tanjung Balai, Karimun, Pekanbaru, Siak, Tanjung Buton, dan Perawang. Saat musim panen, produksi kopi luwak Nur Jaya dapat menghasilkan serbuk kopi luwak per bulan sebanyak 150 kg yang dikemas 100 g/bungkus dan dijual dengan harga Rp. 100.000,-. Potensi pengolahan kopi Excelsa tersebut sangat prospektif untuk dikembangkan mengingat luas tanaman dan produksi kopi cukup

tersedia sehingga dapat berperan dalam pengembangan perekonomian daerah.

AREAL DAN PRODUKSI KOPI EXCELSA

Luas area pertanaman kopi Excelsa di kepulauan Meranti mencapai 1.074,5 ha yang terdiri dari 311 ha tanaman belum menghasilkan (TBM), 668 ha tanaman menghasilkan (TM), 122,5 ha tanaman tua/rusak (TTR) dan tersebar di 6 kecamatan dengan luasan yang bervariasi, yaitu Kecamatan Rangsang Pesisir (605 ha), Rangsang Barat (130 ha), Rangsang (160 ha), Tebing Tinggi Barat (104,5 ha), Tebing Tinggi Timur (65 ha), dan pulau Merbau (10 ha). Produksi kopi Excelsa di Kabupaten Meranti mencapai 676,87 ton atau rata-rata produksi per hektarnya 629,94 kg. Jumlah petani yang terlibat dalam usaha kopi Excelsa mencakup 950 Kepala Keluarga (Tabel 1).

Kopi Excelsa di Kepulauan Meranti tersebar di 6 kecamatan yang mencakup 18 desa, dengan luasan bervariasi antara 1-575 ha, produksi per tahunnya berkisar 0,2-540 ton dan melibatkan sebanyak 6-320 kepala keluarga. Rangsang Pesisir merupakan salah satu sentra kopi Excelsa terluas di Kabupaten Kepulauan Meranti dengan luas lahan 605 ha yang terdiri dari 115 ha TBM dan 490 ha TM dengan produksi per tahun 540 ton dan melibatkan 355 kepala keluarga. Kopi Excelsa di Rangsang Pesisir tersebar di 2 desa, yaitu Desa Kedabu Rapat (575 ha) dan Tanah Merah (30 ha) (Tabel 1). Daerah sentra produksi ini berada di Pulau Rangsang yang kondisi agroekosistemnya memang cocok untuk tanaman kopi Excelsa, yaitu berada di dataran rendah dengan ketinggian tempat berkisar antara 7-12 m dpl dan beriklim basah.

Pengembangan kopi Excelsa di 5 kecamatan lain yang meliputi Kecamatan Rangsang Barat, Rangsang, Tebing Tinggi Barat, Tebing Tinggi Timur, dan Pulau Merbau mencapai luasan 339,5 ha atau 43,70% dari luasan kopi yang ada di Kabupaten Kepulauan Meranti dengan total produksi 136,87 ton atau rata-rata produksinya 403,15 kg/ha. Produksi yang rendah dibandingkan dengan rata-rata produksi di Kecamatan Rangsang Pesisir disebabkan jumlah tanaman per hektarnya lebih sedikit.

Tabel 1. Luas areal dan produksi kopi Excelsa di tiap-tiap desa di Kabupaten Kepulauan Meranti

No.	Kecamatan	TBM (ha)	TM (ha)	TTR (ha)	Jumlah (ha)	Kepala Keluarga (KK)	Produksi ^{*)} (ton)
I. Rangsang Pesisir							
1.	Kedabu Rapat	85	490	-	575	320	540
2.	Tanah Merah	30	-	-	30	35	-
	Jumlah	115	490	-	605	355	540
II. Rangsang Barat							
1.	Bina Maju	20	65	-	85	92	79,90
2.	Melai	-	45	-	45	35	42,30
	Jumlah	20	110	-	130	127	122,20
III. Rangsang							
1.	Tanjung Samak	85	13	2	73	81	1,85
2.	Tanjung Medang	11	5	2	18	23	1,50
3.	Tanjung Kedabu	10	-	-	10	10	-
4.	Beting	-	4	-	4	10	1,17
5.	Bungur	25	-	-	25	25	-
6.	Topang	2	8	-	10	25	1,45
7.	Tanjung Bakau	10	9	-	19	24	2,02
8.	Teluk Samak	-	1	-	1	6	0,06
	Jumlah	143	40	4	160	204	8,07
IV. Tebing Tinggi Barat							
1.	Insit	-	5	45	50	70	1
2.	Alai	20	5	25	50	65	1
3.	Mekong	3	1	0,5	4,5	24	0,2
	Jumlah	23	11	70,5	104,5	159	2,2
V. Tebing Tinggi Timur							
1.	Nipah Sendano	-	10	14	24	30	2
2.	Tanjung Gadai	-	7	34	41	50	1,4
	Jumlah	-	17	48	65	80	3,4
VI. Pulau Merbau							
1.	Renak Dungun	10	-	-	10	25	1
	Jumlah	10	-	-	10	25	-
Total		311	668	122,5	1.074,5	950	676,87
Persen		28,94	62,17	11,40			

Keterangan : *) kopi beras; TBM: tanaman belum menghasilkan; TM: tanaman menghasilkan; TTR: tanaman tua/rusak.

Sumber : Dishutbun (2012)

SELEKSI POHON INDUK

Kopi Excelsa mempunyai kemiripan sifat morfologis dengan kopi Liberika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa nomor koleksi kopi Excelsa mempunyai sifat perakaran yang kuat, tahan terhadap nematoda dan lahan gambut sehingga dapat digunakan sebagai batang bawah. Kopi Excelsa yang digunakan sebagai batang bawah ini banyak digunakan oleh petani di Kabupaten Malang dan Blitar (Baon, 2011).

Kopi Excelsa merupakan tanaman introduksi untuk ditanam di dataran rendah. Selain produksinya rendah, citarasanya asam, sehingga kurang disukai (Yahmadi, 1972). Kopi Excelsa diperkirakan baru berkembang di Kepulauan Meranti pada tahun 1970-an. Kendala yang dialami masyarakat saat ini

adalah rendahnya kualitas akibat perawatan tanaman yang kurang intensif. Selain itu, umumnya petani kopi di daerah ini masih menggunakan bahan tanam dari biji asalan sehingga produksinya rendah. Jika dikelola dengan baik maka tanaman kopi di daerah Kepulauan Meranti akan memberikan kontribusi pendapatan asli daerah yang cukup besar. Dalam rangka meningkatkan produktivitasnya perlu dilakukan seleksi pohon induk dari populasi yang telah beradaptasi di daerah tersebut.

Seleksi pohon induk dilakukan dengan cara memilih individu pohon yang berfenotipe baik yaitu pohon yang memenuhi kriteria seleksi yang telah ditentukan, antara lain pohon yang tumbuhnya tegak dengan produksi tinggi dibandingkan dengan pohon lain yang ada di sekitar pohon terpilih dan bebas dari

hama penggerek buah kopi (PBKo) *Hypothenemus hampei* serta penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*). Seleksi tanaman kopi dilakukan dengan cara melakukan orientasi lapangan di lokasi dan melibatkan petani untuk mendapatkan gambaran umum tentang kondisi tanamannya sambil dilakukan pemilihan pohon induk. Selanjutnya tanaman kopi yang terpilih diberi tanda di pangkal batang tanaman untuk dilakukan pengamatan lebih lanjut.

Hasil seleksi pohon induk kopi Excelsa yang telah dilakukan tahun 2012 diperoleh sebanyak 106 nomor. Seleksi dilakukan di 4 dusun di Desa Kedabu Rapat, yaitu Dusun Parit Senang, Parit Besar, Parit Kasan, dan Parit Jang. Hasil panen buah yang dilakukan antara 6-8 kali dari bulan Desember 2012 sampai dengan Mei 2013

tersebut diperoleh hasil produksi per pohonnya berkisar 10 - 49 kg dengan produksi rata-rata 25,70 kg/pohon dan koefisien keragamannya 30,11%. Sebanyak 45,28% dari pohon terpilih mempunyai produksi di atas rata-rata atau berkisar 26-49 kg/pohon. Produksi tertinggi ditemukan pada pohon induk nomor 92 di dusun Parit Senang (Tabel 2) (Martono *et al.*, 2013). Selain faktor genetik, faktor lingkungan juga berperan dalam menentukan produktivitas tanaman. Tanaman yang diseleksi berumur antara 15 sampai dengan 25 tahun, seleksi lebih lanjut dari nomor-nomor tersebut perlu dilakukan untuk mendapatkan pohon induk terpilih. Konstitusi genetik dari pohon induk terpilih tersebut tidak akan berubah sejalan dengan regenerasi pembiakkan vegetatif (Sutjahjo *et al.*, 2005).

Tabel 2. Hasil seleksi pohon induk kopi Excelsa di Desa Kedabu Rapat, Kecamatan Rangsang Pesisir, Kabupaten Kepulauan Meranti tahun 2012

No.	Lokasi	Produksi (kg/pohon)	No.	Lokasi	Produksi (kg/pohon)	No.	Lokasi	Produksi (kg/pohon)
1.	Parit Besar	20	35.	Parit Besar	19,5	73.	Parit Jang	35
2.	Parit Besar	20	36.	Parit Kasan	31,5	74.	Parit Jang	39
3.	Parit Besar	15	37.	Parit Kasan	28	75.	Parit Jang	37,5
4.	Parit Besar	10	38.	Parit Kasan	17,5	76.	Parit Jang	34
5.	Parit Besar	25	39.	Parit Kasan	19,5	77.	Parit Jang	29,6
6.	Parit Besar	15	40.	Parit Kasan	21,5	78.	Parit Kasan	17
7.	Parit Besar	33,5	41.	Parit Kasan	29	79.	Parit Kasan	24
8.	Parit Besar	21	42.	Parit Kasan	28	80.	Parit Kasan	23
9.	Parit Besar	24	43.	Parit Kasan	32,4	81.	Parit Besar	33
10.	Parit Besar	18,5	44.	Parit Kasan	26	82.	Parit Besar	24
11.	Parit Besar	18,5	45.	Parit Kasan	34	83.	Parit Besar	25
12.	Parit Senang	15,5	46.	Parit Kasan	29	84.	Parit Besar	34,5
13.	Parit Senang	24,5	47.	Parit Kasan	28,8	85.	Parit Besar	43,5
14.	Parit Besar	16,5	48.	Parit Kasan	37,5	86.	Parit Besar	45
15.	Parit Besar	14,5	49.	Parit Kasan	35,5	87.	Parit Senang	34
16.	Parit Besar	15	50.	Parit Kasan	39	88.	Parit Senang	32
17.	Parit Besar	19	51.	Parit Kasan	34,9	89.	Parit Senang	30,5
18.	Parit Besar	25	52.	Parit Kasan	29,5	90.	Parit Senang	21
19.	Parit Besar	20	53.	Parit Kasan	29,6	91.	Parit Senang	20
20.	Parit Besar	23	54.	Parit Kasan	29,5	92.	Parit Senang	49
21.	Parit Besar	20	55.	Parit Kasan	38	93.	Parit Senang	17
22.	Parit Besar	20	56.	Parit Kasan	37,5	94.	Parit Senang	23,5
23.	Parit Besar	25,5	57.	Parit Kasan	32	95.	Parit Senang	17,5
24.	Parit Besar	19	58.	Parit Kasan	30	96.	Parit Senang	11,5
25.	Parit Besar	23	59.	Parit Kasan	31	97.	Parit Senang	21
26.	Parit Besar	26	60.	Parit Kasan	34	98.	Parit Senang	15,5
27.	Parit Besar	26,5	61.	Parit Besar	32	99.	Parit Senang	16,5
28.	Parit Besar	25	62.	Parit Besar	38	100.	Parit Senang	16,5
29.	Parit Besar	13,5	63.	Parit Besar	29,5	101.	Parit Senang	23
30.	Parit Besar	18,5	64.	Parit Besar	31	102.	Parit Senang	25
31.	Parit Besar	15	65.	Parit Besar	26,5	103.	Parit Senang	23
32.	Parit Besar	19	66.	Parit Besar	24,5	104.	Parit Senang	21
33.	Parit Besar	25	67.	Parit Besar	33	105.	Parit Senang	23
34.	Parit Besar	14	68.	Parit Besar	28,6	106.	Parit Senang	27
		Rata-rata						25,70 ± 7,74
		Koefisien keragaman (%)						30,11

Sumber: Martono *et al.* (2013)

PENUTUP

Kopi Excelsa di Kepulauan Meranti mempunyai potensi dan prospek yang baik untuk dikembangkan serta dapat digunakan sebagai salah satu komoditas andalan, sebagai sumber penghasilan, memberikan kontribusi pendapatan asli daerah, dan juga sebagai penghasil devisa. Pemilihan pohon induk dengan kriteria pohon tegak dengan produksi tinggi dibandingkan pohon lain yang ada di sekitar pohon terpilih serta bebas dari hama penggerek buah kopi (PBKo) dan penyakit karat daun diperoleh sebanyak 106 pohon induk yang tersebar di empat dusun di Desa Kedabu Rapat Kecamatan Rangsang Pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Dirjenbun. 2011. Statistik Perkebunan Indonesia 2010-2012. Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian, Jakarta. 77 hlm.
- Dishutbun Meranti. 2012. Luas dan Produksi Kopi Excelsa di Kepulauan Meranti. Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Kepulauan Meranti.
- Dishutbun Riau. 2012. Statistik Perkebunan. Dinas Kehutanan dan Perkebunan Propinsi Riau.
- Martono, B., Rubiyo, R.T. Setiyono, B. Sudjarmoko, dan L. Udarno. 2013. Karakterisasi dan evaluasi plasma nutfah kakao dan kopi Excelsa. Laporan Tengah Tahun 2013. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar.
- Maward, S. dan R. Hulupi. 1995. Genotype by environment interaction of bean characteristics in Arabica coffee. Proc. 16th ASIC Coll. p. 637-644.
- Baon, J. B. 2011. 100 tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. 373 hlm.
- Sumirat, U. 2008. Dampak kemarau panjang terhadap perubahan sifat biji kopi Robusta (*Coffea canephora*). *Pelita Perkebunan* 24 (2): 80-94.
- Sutjahjo, S. H., S. Sujprihati, dan M. Syukur. 2005. Pengantar Pemuliaan Tanaman. Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wintgens, J. N. 2004. The Coffee Plant. p. 3-24. In J. N. Wintgens (Ed.). *Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Wrigley, G. 1988. *Coffee*. Longman, London.
- Yahmadi, L. D. 1972. *Budidaya dan Pengolahan Kopi*. Balai Penelitian Perkebunan Jember. 36 hlm.

PERANAN PENGOLAHAN TERHADAP PEMBENTUKAN CITARASA KOPI

THE ROLE OF COFFEE PROCESSING IN FORMATION OF FLAVOR AND TASTE

Juniaty Towaha, Eko Heri Purwanto, dan Asif Aunillah

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357
juniaty_tmunir@yahoo.com

ABSTRAK

Kopi merupakan minuman penyegar dengan citarasa yang sangat khas. Citarasa dan pengaruh psikologis kesegarannya menyebabkan banyak diminati konsumen di seluruh dunia, bahkan menjadi salah satu menu utama dalam berbagai perjamuan resmi. Kopi merupakan produk pertanian yang mengandalkan aspek kualitas citarasa, maka sasaran akhir budidaya kopi adalah produk biji yang bercitarasa tinggi. Citarasa kopi sangat dipengaruhi oleh varietas, agroekologi, waktu panen, metode pemetikan, metode pengolahan dan metode penyimpanan. Citarasa kopi sangat dipengaruhi oleh cara pengolahannya, yaitu proses fermentasi dan penyangraian. Proses fermentasi berperan dalam pembentukan senyawa prekursor pembentuk citarasa, sedangkan proses penyangraian berperan dalam pembentukan senyawa *volatile* dan senyawa non *volatile* yang berkontribusi terhadap citarasa khas kopi. Sejalan dengan terjadinya peningkatan konsumsi kopi di dunia dan pergeseran komunitas kopi mencari kopi *single origin* untuk memuaskan hasrat dan selera, maka pengolahan kopi yang baik dan benar untuk mendapatkan citarasa kopi yang baik harus dilakukan, terutama kopi rakyat yang selama ini mendominasi biji kopi bermutu rendah.

Kata kunci : Kopi, fermentasi, penyangraian, citarasa

ABSTRACT

Coffee is a refreshing beverage with a very specific flavor. The flavor and psychological effect of freshness causes increasing demand of the product over the World and become one of the main menu in a various of formal banquets. As an agricultural product which rely flavor quality aspects, the ultimate goal of cultivation of coffee beans is high flavor product. Coffee flavor is influenced by the variety, agroecology, harvesting methods, methods of processing and storage methods. Thus, in terms of post-harvest, the coffee flavor is influenced by the processing method, mainly by a fermentation and roasting processes. The fermentation and roasting processes are very important steps in coffee flavor formation. The former is very important in the formation of flavor precursors compounds, whereas the latter process is very important in formation of volatile and non volatile compounds that contribute importantly to the specific flavor of coffee. In increasing of coffee consumption in every country around the world and shifting of coffee community looking for single origin coffee to satisfy the desires and tastes of coffee consumed, the ultimate goal of coffee processing is to find out coffee products having high quality in its flavor and taste, especially on those coffee production mainly performed by small farmer characterized by low in quality.

Keywords : Coffee, fermentation, roasting, flavor

PENDAHULUAN

Produksi kopi Indonesia pada 2011 mencapai 709.000 ton dari areal seluas 1,3 juta hektar yang terdiri atas produksi kopi Arabika sebanyak 155.000 ton dari areal seluas 29.000 hektar dan kopi Robusta sebanyak 553.000 ton dari lahan seluas 1,01 juta hektar, adapun 68% dari total produksi tersebut diekspor ke luar negeri (Kemenperin, 2012).

Konsumsi kopi dalam negeri cenderung terus meningkat 6%-8% per tahun, terutama disebabkan trend minum kopi *original* dan *expresso* di kafe maupun kedai terus berkembang serta pertumbuhan industri kopi bubuk dan instan sehingga konsumsi kopi di Indonesia melonjak luar biasa. Tingkat konsumsi kopi dalam negeri berdasarkan hasil survei LPEM Universitas Indonesia tahun 1989 hanya sebesar 500 g/kapita/tahun, tetapi saat

ini telah mencapai 800 g/kapita/tahun (Ditjen PPHP, 2012; Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia, 2012). Walaupun demikian, tingkat konsumsi kopi di Indonesia masih jauh lebih rendah apabila dibandingkan tingkat konsumsi negara lain, seperti Eropa Timur, Kanada dan Portugal yang mencapai 1-3,5 kg/kapita/tahun, Brazil yang mencapai 3 kg/kapita/tahun, Jepang mencapai 6 kg/kapita/tahun dan Amerika Serikat mencapai 4,3 kg/kapita/tahun serta Italia, Prancis dan Jerman yang mencapai 3,5-7 kg/kapita/tahun, bahkan di negara-negara Skandinavia (Norwegia, Swedia dan Denmark) mencapai 11-12 kg/kapita/tahun (Bisniscom, 2011; Prioritasnews, 2012).

Atmawinata (2002) menyatakan bahwa pada umumnya kopi dikonsumsi bukan karena nilai gizinya, melainkan karena nilai citarasa dan pengaruh fisiologisnya yang dapat menyebabkan orang tetap terjaga, menambah kesegaran, mengurangi kelelahan, dan membuat perasaan lebih bersemangat. Oleh karena itu, nilai biji kopi tidak hanya ditentukan oleh penampilannya secara fisik, tetapi lebih ditentukan oleh nilai citarasanya sehingga di negara-negara pengimpor kopi salah satu cara penentuan mutu kopi adalah dengan uji citarasa (Saepudin, 2005).

Kopi merupakan produk pertanian yang mengandalkan aspek kualitas citarasa, maka sasaran akhir budidaya kopi adalah produk biji yang bercitarasa tinggi. Citarasa kopi sangat dipengaruhi oleh varietas, agroekologi, waktu panen, metode pemetikan, metode pengolahan dan metode penyimpanan (Siswoputranto, 1993; Soonthornkamol, 2004; Salla, 2009) sehingga dalam hal pascapanen, citarasa kopi sangat dipengaruhi oleh cara pengolahannya, yaitu proses fermentasi dan penyangraian (Avallone *et al.*, 2002; Jackels dan Jackels, 2005; Pimenta *et al.*, 2009; Budryn *et al.*, 2011; Wang, 2012).

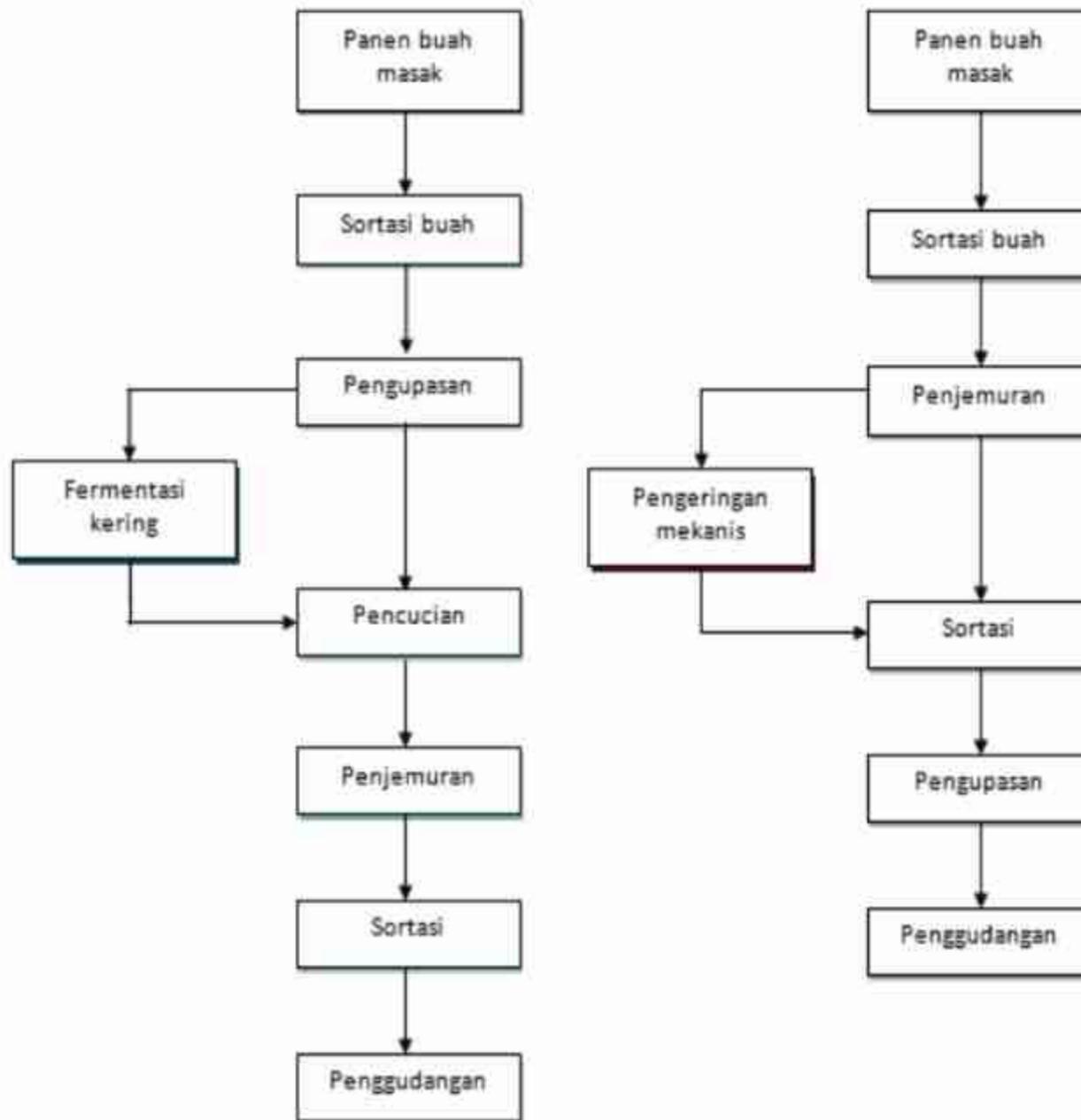
Biji kopi beras (*green coffee*) belum mempunyai karakter citarasa khas kopi tetapi hanya mengandung senyawa-senyawa prekursor (calon) pembentuk citarasa, di mana karakter citarasa kopi baru terbentuk setelah biji kopi disangrai (Ruku *et al.*, 2006). Flament (2002) serta Janzen (2010) menyatakan bahwa selama penyangraian terjadi reaksi kimiawi yang sangat kompleks sehingga terbentuk komponen-komponen kimiawi

pembentuk karakter citarasa dan aroma kopi yang bersifat khas. Sampai saat ini telah dapat terdeteksi ± 1.000 senyawa kimia *volatile* dan non *volatile* yang berkontribusi terhadap citarasa aroma kopi, di samping masih banyak komponen-komponen lain yang belum dapat dideteksi (Flament, 2002; Suslick *et al.*, 2010; Budryn *et al.*, 2011). Oleh karena itu, sejalan dengan terjadinya peningkatan konsumsi kopi di seluruh negara di dunia serta terjadinya pergeseran komunitas kopi dunia yang mulai mencari kopi *single origin* untuk memuaskan hasrat dan selera mengonsumsi kopi, maka peranan pengolahan kopi untuk mendapatkan citarasa yang tinggi sangatlah penting.

PENGOLAHAN KOPI

Biji kopi terutama merupakan bahan baku minuman sehingga aspek mutu (fisik, kimiawi, kontaminasi dan kebersihan) harus diawasi sangat ketat karena menyangkut citarasa dan kesehatan konsumen. Berdasarkan aspek citarasa dan aroma, seduhan kopi akan sangat baik apabila kopi bubuk yang dipergunakan diperoleh dari biji kopi yang telah diolah secara baik dan benar. Sulistyowati (2002) dan Lin (2010) menyatakan bahwa apabila pengolahan dilakukan kurang baik, maka sering menimbulkan cacat citarasa seperti munculnya rasa *sour* (asam basi) dan *fermented* (bau busuk). Selama ini untuk mendapatkan produk kopi beras (permukaan bijinya sudah bersih dari lapisan kulit tanduk dan kulit ari) terdapat 3 cara pengolahan, yaitu: (1) pengolahan kering, (2) pengolahan semi basah, dan (3) pengolahan basah (Ruku *et al.*, 2006; Puslittoka, 2008; Prastowo *et al.*, 2010; Lin, 2010), seperti yang tertera pada Gambar 1.

Pada pengolahan kering tidak dilakukan proses fermentasi. Proses fermentasi tidak hanya sekedar untuk menghilangkan lapisan lendir yang tersisa dipermukaan kulit tanduk biji kopi, tetapi lebih dari itu yakni terjadi peristiwa kimiawi yang berguna dalam pembentukan karakter citarasa biji kopi yaitu pembentukan senyawa prekursor citarasa seperti asam organik, asam amino dan gula reduksi (Avallone *et al.*, 2002; Jackels dan Jackels, 2005; Redgwell dan Fischer, 2006; Lin, 2010).



Gambar 1. Tahapan pengolahan kopi secara semi-basah (kiri) dan kering (kanan) (Sumber: Prastowo *et al.*, 2010)

Proses fermentasi umumnya hanya dilakukan untuk pengolahan kopi Arabika dan tidak banyak pada kopi Robusta, terutama pada perkebunan rakyat (Puslitkoka, 2008). Hal ini berakibat terhadap mutu kopi yang dihasilkan yaitu, lebih dari 65% ekspor kopi Robusta Indonesia adalah grade IV ke atas dan tergolong kopi bermutu rendah yang terkena larangan ekspor (Ditjenbun, 2012b). Mengingat lebih dari 96% perkebunan kopi di Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat (Ditjenbun, 2012a), maka pengetahuan masalah penanganan pasca panen masih merupakan kendala utama karena petani dalam menangani pasca panen secara tradisional. Oleh karena itu, rendahnya mutu produksi kopi Robusta tersebut terutama disebabkan oleh penanganan pasca panen yang kurang memadai termasuk proses fermentasi.

Proses pengolahan kering tanpa fermentasi juga akan terbentuk citarasa kopi, karena secara alami biji kopi mengandung senyawa prekursor pembentuk citarasa

(Puslitkoka, 2007). Senyawa prekursor tersebut adalah trigonelin, asam klorogenik, lipid dan peptida (Buffo dan Fraire, 2004; Janzen, 2012; Wang, 2012). Namun demikian senyawa prekursor tersebut tidak selengkap seperti kalau dilakukan proses fermentasi yaitu tambahan senyawa prekursor asam organik, asam amino dan gula reduksi. Pada proses penyangraian tidak terbentuk karakter citarasa kopi yang lengkap, sehingga tidak memunculkan citarasa dan aroma kopi Robusta yang sebenarnya. Seperti yang dinyatakan Siswoputranto (1993), Rubiyo *et al.* (2005), dan Lin (2010) bahwa penanganan yang tepat dengan pengolahan basah akan berpengaruh terhadap mutu citarasa kopi yang dihasilkan. Begitu juga Salla (2009) serta Murthy dan Naidu (2011) menyatakan bahwa citarasa biji kopi yang dihasilkan dari pengolahan basah lebih baik daripada yang dihasilkan dari pengolahan kering. Hal tersebut dikarenakan kandungan aroma citarasa yang terbentuk pada penyangraian dari biji kopi hasil pengolahan basah lebih

banyak daripada biji kopi hasil pengolahan kering seperti yang tertera pada Gambar 2 (Mondello *et al.*, 2005).

Pembentukan Prekursor Citarasa pada Proses Fermentasi

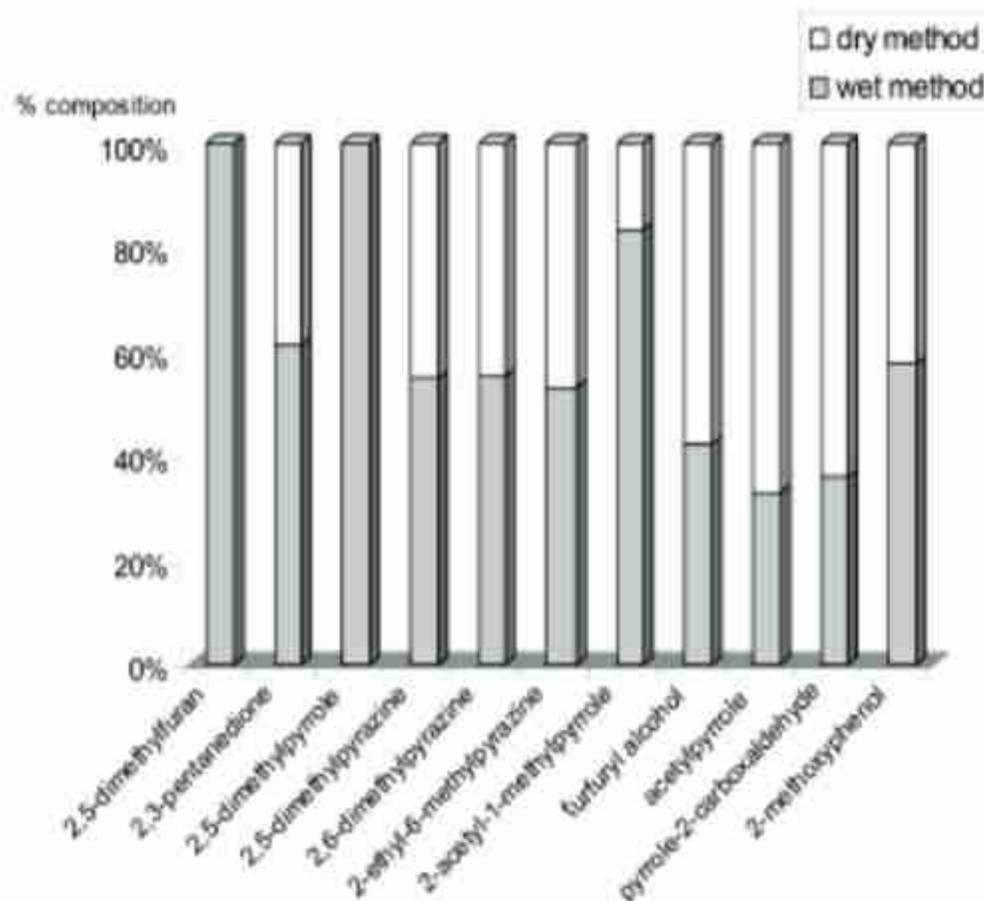
Senyawa prekursor pembentuk citarasa pada biji kopi adalah gula reduksi, asam amino, asam organik, trigonelin, asam klorogenik, lipid, dan peptida (Montavon *et al.*, 2003; Suslick *et al.*, 2010; Yenezian *et al.*, 2012; Wang, 2012). Senyawa prekursor yang sudah ada secara alami pada biji kopi adalah trigonelin, asam klorogenik, lipid, dan peptida (Buffo dan Fraire, 2004; Janzen, 2012; Wang, 2012), adapun senyawa prekursor lainnya yaitu gula reduksi, asam amino dan asam organik terbentuk pada proses fermentasi.

Redgwell dan Fischer (2006) serta Lin (2010) menyatakan bahwa pada proses fermentasi terjadi penguraian karbohidrat oleh aktivitas enzim karbohidratase dan enzim pektinase menjadi gula reduksi seperti glukosa dan fruktosa. Selain itu pada proses fermentasi terjadi penguraian senyawa karbohidrat menjadi asam-asam organik

seperti asam laktat dan asam asetat, yang ditandai dengan penurunan pH (Avallone *et al.*, 2002; Jackels dan Jackels, 2005; Rubiyo *et al.*, 2005; Lin, 2010). Saat terjadi proses fermentasi terjadi penguraian protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti peptida dan asam amino (Selmar *et al.*, 2004; Lin, 2010).

Pembentukan Senyawa Citarasa pada Proses Penyangraian

Kunci dari tahapan produksi kopi bubuk adalah proses penyangraian. Pada proses tersebut merupakan tahapan pembentukan aroma dan citarasa khas kopi yang muncul karena perlakuan panas. Lee dan Shibamoto (2002) serta Somporn *et al.* (2011) menyatakan bahwa tidak semua senyawa citarasa *volatile* (mudah menguap) terbentuk pada proses penyangraian, tetapi ada sebagian kecil secara alami terkandung dalam biji kopi. Menurut Flament (2002) dan Suslick *et al.* (2010) pada biji kopi beras yang belum disangrai terdapat sebanyak ± 300 senyawa aroma *volatile* yang dapat diidentifikasi.



Gambar 2. Ratio kandungan senyawa *volatile* yang berkontribusi terhadap citarasa kopi Robusta dari India pada pengolahan basah dan kering (Sumber : Mondello *et al.*, 2005)

Tabel 1. Senyawa citarasa *volatile* (*odor compounds*) yang diidentifikasi pada kopi beras Arabika dari Hawaii

No.	Senyawa <i>volatile</i>	No.	Senyawa <i>volatile</i>
1.	Pentanol	12.	Dimethyl sulphide
2.	Hexanal	13.	Hexadecane
3.	2-Methyl propanol	14.	γ -Butyrolactone
4.	(E)-2-Pentanal	15.	Benzene acetaldehyde
5.	3-Methyl botanol	16.	3-Methyl butanoic acid
6.	NN-Dimethyl acetamida	17.	Methyl salicylate
7.	3-Methyl butanal	18.	Octadecane
8.	1-Butoxy-2-propanol	19.	Benzyl alcohol
9.	1-Hexanol	20.	Phenyl athyl alcohol
10.	1-Octen-3-ol	21.	Eicosanol
11.	2-Methoxy-3-(2-methylpropyl)-pyrazine	22.	4-Hydroxy-3-methylacetophenone

Sumber: Lee dan Shibamoto (2002)

Tabel 2. Senyawa citarasa *volatile* (*odor compounds*) yang diidentifikasi pada kopi beras Arabika dari Mexico

No.	Senyawa <i>volatile</i>	No.	Senyawa <i>volatile</i>
1.	Acetaldehyde	14.	γ -Butyrolactone
2.	Dimethylsulphide	15.	Furfural
3.	2-Propanone	16.	1-Octen-3-ol
4.	Methyl acetate	17.	Benzaldehyde
5.	Ethyl acetate	18.	5-Methylfurfural
6.	Ethanol	19.	Dimethylsulphoxide
7.	Toluene	20.	Furfuryl alcohol
8.	Ethyl isovalerate	21.	Isovaleric acid
9.	Hexanal	22.	2-Phenyl ethanol
10.	Isobutyl alcohol	23.	Guaiacol
11.	Isoamyl alcohol	24.	Maltol
12.	1-Pentanol	25.	4-Vinyl guaiacol
13.	3-Hydroxy-2-butanone		

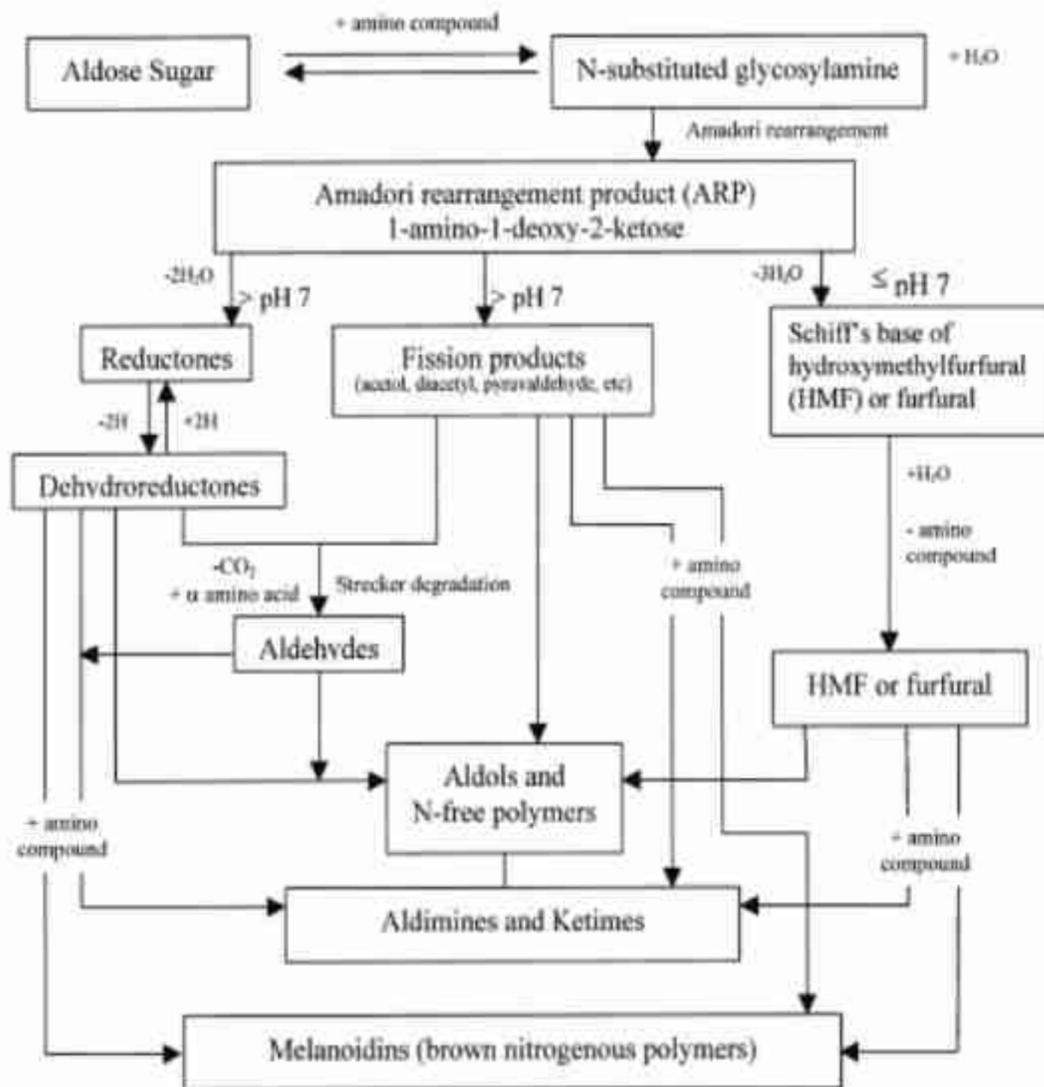
Sumber: Rios *et al.* (2007)

Sejumlah senyawa *volatile* penting pada kopi Arabika dari Hawaii tertera pada Tabel 1 (Lee dan Shibamoto, 2002), sedangkan kopi Arabika Meksiko pada Tabel 2 (Rios *et al.*, 2007). Berdasarkan Tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa pada kopi beras Arabika yang berbeda tempat tumbuh mempunyai kandungan senyawa *volatile* yang berbeda, sehingga akan berpengaruh terhadap citarasa kopi yang berbeda pula. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Sulistyowati (2002), Soonthornkamol (2004) dan Salla (2009) bahwa faktor genetik dan agroekologi akan berpengaruh terhadap citarasa kopi.

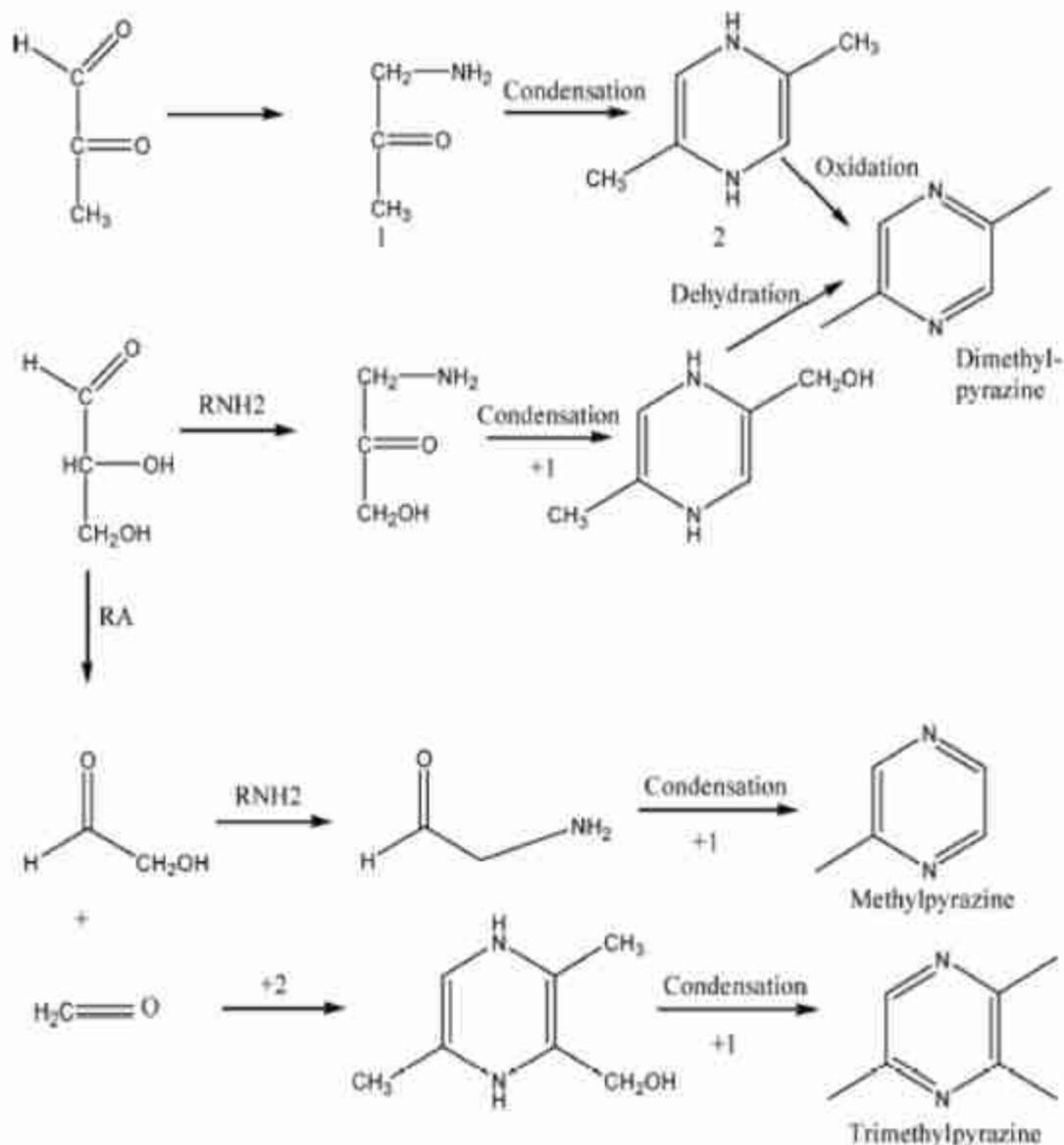
Pimenta *et al.* (2009) menyatakan bahwa proses penyangraian biji kopi merupakan peristiwa perubahan kimia fisika yang sangat kompleks, termasuk reaksi *Maillard* seperti yang tertera pada Gambar 3. Reaksi *Maillard* merupakan kunci dari pembentukan aroma dan citarasa kopi pada

proses penyangraian (Flament, 2002; Buffo dan Freire, 2004; Bekedam, 2008; Ciampa *et al.*, 2010).

Reaksi tersebut dinamakan *Maillard*, nama ahli kimia Prancis Louis Maillard yang pertama kali menggambarkan reaksi tersebut pada tahun 1953. Tahap awal reaksi ini adalah gula reduksi terkondensasi dengan gugus amino bebas (asam amino atau protein) membentuk N-glycosilamine tersubstitusi, yang selanjutnya membentuk produk Amadori (ARP) berupa 1-amino-1-deoxy-2-ketose. Reaksi selanjutnya tergantung pada kondisi pH sistem tersebut. Pada pH ≤ 7 akan membentuk senyawa furfural atau hydroxy methyl furfural (HMF), dan apabila pH > 7 akan membentuk senyawa dehydro reductone seperti 4-hidroksi-5-metil-2,3-dihydrofuran-3-one dan berbagai senyawa seperti acetol, pyruvaldehyde dan diacetyl (Martins *et al.*, 2001).



Gambar 3. Skema reaksi Maillard
(Sumber : Martins *et al.*, 2001)



Gambar 4. Reaksi pembentukan senyawa pyrazine
(Sumber: Afoakwa, 2008)

Tabel 3. Kandungan asam amino pada kopi beras Arabika dari Brazil

No.	Jenis asam amino	Jumlah (g asam amino/100g total protein)
1.	Lysine	2,9
2.	Histidine	2,5
3.	Arginine	2,8
4.	Aspartic acid	9,7
5.	Threonine	1,9
6.	Serine	0,4
7.	Glutamic acid	25,2
8.	Proline	6,4
9.	Glycine	9,7
10.	Alanine	7,1
11.	Valine	7,3
12.	Isoleusine	5,0
13.	Leucine	13,3
14.	Tyrosine	0,8
15.	Phenylalanine	5,0

Sumber: De Maria *et al.* (1996)

Semua senyawa yang terbentuk sangat reaktif dan mengambil bagian dalam reaksi selanjutnya. Berbagai reaksi berlangsung membentuk senyawa-senyawa *volatile* seperti pembentukan senyawa pyrazine (Gambar 4) maupun non *volatil*. Pembentukan senyawa non *volatile* melanoidin terjadi karena polimerisasi gula dan amino yang berperan memberi warna coklat pada kopi sangrai.

Buffo dan Freire (2004) menyatakan bahwa hasil penyangraian melalui reaksi *Maillard* tersebut terdapat 2 kelompok senyawa citarasa yaitu: (1) senyawa *volatile*; dan (2) senyawa non *volatile*. Senyawa *volatile* yang mudah menguap berkontribusi terhadap aroma yang tercium hidung, sedangkan senyawa non *volatile* berkontribusi terhadap rasa (*taste*). Menurut Mondello *et al.* (2005) jenis maupun jumlah senyawa citarasa yang terbentuk pada proses penyangraian sangat tergantung pada variasi kandungan senyawa prekursor biji kopi beras. Prekursor asam

amino yang banyak berperan penting dalam reaksi *Maillard* terkandung dalam jenis yang banyak (Tabel 3) sehingga akan menambah variasi jenis senyawa citarasa yang terbentuk. Hasil penyangraian dari satu jenis kopi ke jenis kopi lainnya mengandung jenis dan jumlah senyawa citarasa yang berbeda, yang akan memberikan citarasa khas kopi (Assis *et al.*, 2005; Galilea *et al.*, 2006).

Hasil penelitian hingga saat ini telah dapat diidentifikasi ± 1.000 senyawa *volatile* yang terdapat pada kopi sangrai (Fuster *et al.*, 2000; Flament, 2002; Suslick *et al.*, 2010; Budryn *et al.*, 2011). Senyawa *volatile* tersebut pada umumnya merupakan senyawa dari gugus pyrazine, aldehyde, keton, phenol, pyridine, pyrrole, furan, pyrone, amine, oxazole, thiazole, thiophene, alkohol, benzen, ester, asam organik, sulfur (Flament, 2002; Buffo dan Freire, 2004; Assis *et al.*, 2005; Rios *et al.*, 2007). Beberapa senyawa *volatile* serta non *volatile* penting yang berkontribusi terhadap citarasa kopi tertera pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Beberapa senyawa *volatile* (*odor compounds*) yang berkontribusi terhadap citarasa aroma kopi

No.	Senyawa	Aroma
1.	2-Acetyl-1-pyrroline	Roasty
2.	2-Acetyl-2-thiazoline	Popcorn-like
3.	<i>p</i> -Anisaldehide	Sweaty
4.	Benzaldehyde	Almond-like
5.	<i>bis</i> -(2-Methyl-3-furyl)-disulphide	Meat-like
6.	2,3-Butanedione	Butter-like
7.	Butyric acid	Sweaty
8.	S-(+)-Carvone	Carvon-like
9.	(E)- β -Damascenone	Honey-like, fruity
10.	(E,E)-2,4-Decadienal	Fatty
11.	Decanal	Orange-like, flowery
12.	Dimethyl trisulphide	Sulfury, cabbage-like
13.	<i>trans</i> -4,5-Epoxy-(E)-decenal	Metallic
14.	Ethylbutanoate	Fruity
15.	2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazine	Earthy, musty
16.	2-Furfurythiol	Coffee-like, roasty

Tabel 4 (Lanjutan)

No.	Senyawa	Aroma
17.	Geraniol	Rose-like
18.	Guaiacol	Smoky
19.	Hexanal	Leaf-like
20.	(E)-Hexanal	Apple-like
21.	3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanone	Spicy
22.	4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanone	Caramel-like
23.	1-(p-Hydroxyphenyl)-3-butanone	Raspberry-like
24.	β -Ionone	Violet-like
25.	Linalool	Flowery
26.	3-Mercapto-3-methylbutylformiate	Blackcurrant-like
27.	Methional	Cooked potato-like
28.	3-Methylbutanal	Chocolate-like
29.	Naphthaline	Mothball-like
30.	(E,Z)-2,6-Nonadienal	Cucumber-like
31.	γ -Nonalactone	Fruity, peach-like
32.	(E)-2-Nonenal	Cucumber-like
33.	8-Oktalactone	Coconut-like
34.	1-Octen-3-one	Mushroom-like
35.	Phenylacetaldehyde	Honey-like
36.	Vanillin	Vanilla-like
37.	2,3-Pentanedione	Buttery, caramel-like
38.	Acetic acid	Acidic, pungent
39.	Ethyl nononoate	Fruity
40.	Furfural	Nutty
41.	Furfuryl methylsulphide	Leather-like
42.	2,6-Diethylpyrazine	Potato-like
43.	Acetaldehyde	Fruity
44.	Methanethiol	Sulfury, cabbage-like
45.	Propanal	Fruity
46.	Methylpropanal	Fruity, malty
47.	Diacetyl	Buttery
48.	3-Methylbutanal	Malty
49.	2-Methylbutanal	Malty
50.	3-Methyl-2-butene-1-thiol	Sulfury
51.	5-Ethyl-4-hydroxy-2-methyl-3(2H)furanone	Sweaty
52.	Furanone (EHM3F)	Sweaty, caramel-like
53.	2-Methyl-3-furanthiol	Sulfury, roasty
54.	4-Ethylguaiacol	Smoky
55.	4-Vinylguaiacol	Smoky
56.	Furanone (EHM2F)	Spicy
57.	2-Ethenyl-3,5-dimethylpyrazine	Earthy
58.	2,3-Diethyl-5-methylpyrazine	Earthy
59.	2-Ethenyl-3-ethyl-5-methylpyrazine	Earthy
60.	3-Isobutyl-2-methoxy-pyrazine	Earthy
61.	2,5-Dimethylpyrazine	Roasty, nuts
62.	2-Ethyl-3-methylpyrazine	Roasty, nuts
63.	2-Ethyl-5-methylpyrazine	Caraway
64.	2-Ethyl-6-methylpyrazine	Cheese, caraway
65.	4-Methoxy benzaldehyde	Grass, mint
66.	2,3-Butanedione	Buttery
67.	Sotolon	Roasty, seasoning-like
68.	Abhexon	Honey-like
69.	2,4,5-Trimethylthiazole	Plastic-like
70.	Butanal	Chocolate-like
71.	Octanal	Orange-like
72.	5-Ethyl-2-methylthiazole	Rubber-like
73.	1-(5-Methylfurfuryl)-pyrole	Roasty
74.	1-(1H-Pyrrol-2-yl)-ethanone	Rose-like
75.	2-Methoxyformanilid	Sweaty, cheese-lik

Sumber: Mayer dan Grosch (2001); Soonthornkamol (2004); Buffo dan Freire (2004); Galilea *et al.* (2006); Rios *et al.* (2007); Paterson (2010); Wang (2012)

Tabel 5. Beberapa senyawa non *volatile* yang berkontribusi terhadap citarasa kopi

No.	Senyawa	Citarasa
1.	Caffeine	Bitterness
2.	Quinine	Bitterness
3.	Trigoneline	Bitterness
4.	Nicotinic acid	Bitterness
5.	N-Methylnicotinamide	Bitterness
6.	Chlorogenic acid	Astringency
7.	Caffeic acid	Astringency
8.	Ferulic acid	Astringency
9.	Isoferulic acid	Astringency
10.	Sinafic acid	Astringency
11.	Acetic acid	Acidity
12.	Citric acid	Acidity
13.	Malic acid	Acidity
14.	Formic acid	Acidity
15.	Lactic acid	Acidity
16.	Cellulose	Viscosity/Body
17.	Hemicellulose	Viscosity/Body
18.	Arabinogalactan	Viscosity/Body
19.	Pectins	Viscosity/Body
20.	Triglycerides	Viscosity/Body
21.	Tocopherols	Viscosity/Body
22.	Sterols	Viscosity/Body
23.	Melanoidins	Brown colored

Sumber: Buffo dan Freire (2004); Taba (2012)

Industri kopi bubuk dikenal 3 tingkat penyangraian, yaitu: (1) ringan (*light*), menengah (*medium*), dan (3) gelap (*dark*) (Buffo dan Freire, 2004; Puslitkoka, 2007; Somporn *et al.*, 2011). Menurut Mondello *et al.* (2005) dan Somporn *et al.* (2011) bahwa tingkat penyangraian akan berpengaruh terhadap tampilan warna biji kopi maupun terhadap jumlah dan jenis senyawa *volatile* yang dihasilkan. Reaksi kimia fisika yang

terjadi pada proses penyangraian sangat dipengaruhi oleh panas dan waktu (Puslitkoka, 2007), yang akan berpengaruh terhadap tampilan warna maupun senyawa yang dihasilkan. Senyawa *volatile* yang mudah menguap, yang pembentukannya memerlukan tingkat temperatur tertentu. Perbedaan warna biji kopi mulai biji kopi beras yang belum disangrai hingga disangrai ringan, medium dan gelap dapat dilihat pada Gambar 5 sampai 8.



Gambar 5. Biji kopi beras



Gambar 6. Biji kopi tingkat sangrai ringan



Gambar 7. Biji kopi tingkat sangrai medium



Gambar 8. Biji kopi tingkat sangrai gelap

(Sumber: Wikipedia, 2012)

Tabel. 6. Senyawa *volatile* yang dapat diidentifikasi pada biji kopi Arabika dari Thailand pada berbagai tingkat penyangraian

Senyawa	Kopi beras	Tingkat sangrai		
		Ringan	Sedang (%)	Gelap
2-Methoxyphenol	nd	nd	nd	4.974
Hexanal	19.270	nd	nd	nd
Benzaldehyde	29.683	nd	nd	nd
Tetradecane	1.715	nd	nd	nd
Cyclopentasiloxane	nd	2.543	nd	nd
Cyclohexane	nd	nd	17.193	nd
Cyclotetrasiloxane	8.871	nd	nd	nd
1,3-Hexadiene	nd	nd	8.964	nd
2-Cyclopenten-1-one	nd	9.774	nd	nd
Furan2-pentyl	7.855	nd	nd	nd
Furan2[(methyldithio)methyl]	nd	11.326	7.912	4.422
Furan2-(2-furanylmethyl)-5-methyl	nd	7.874	5.883	3.791
Furan2,2-methylenebis	nd	6.310	6.202	13.265
2-Furanmethanol	24.716	16.562	11.868	18.002
2-Furanmethanol acetate	nd	7.606	7.692	12.317
2-Furanmethanol propanoate	nd	Nd	11.873	19.621
2-Furancarboxaldehyde 5-methyl	nd	6.337	6.858	nd
2,5-Furandione 3-ethyl-4-methyl	nd	3.663	nd	nd
Pyrazine	nd	8.225	nd	nd
Pyridine	nd	9.467	8.939	23.609
Acetic acid	7.921	10.309	6.595	nd

Keterangan : nd = tidak terdeteksi

Sumber : Somporn *et al.* (2011)Tabel. 7. Kandungan senyawa non *volatile* gugus asam phenolik pada biji kopi Arabika dari Thailand pada berbagai tingkat penyangraian

Gugus asam phenolik	Kopi beras	Tingkat sangrai		
		Ringan	Sedang (mg/100g sample)	Gelap
Chlorogenic acid	125,39	67,44	22,29	37,94
Syringic acid	2,46	2,64	2,61	2,62
p-Coumaric acid	nd	15,46	7,36	4,53
Gallic acid	2,75	10,90	3,58	4,04
Sinapic acid	10,34	10,89	2,88	5,27
Caffeic acid	6,34	3,19	9,50	6,84
p-Hidroxybenzoic	5,77	8,58	42,23	30,18
Protocatechuic acid	2,56	3,86	13,00	13,29
Vanillic acid	6,90	6,39	14,42	11,38
Ferulic acid	nd	3,63	4,10	11,09

Keterangan : nd = tidak terdeteksi

Sumber : Somporn *et al.* (2011)

Tabel 6 memperlihatkan bahwa tingkat penyangraian sangat berpengaruh terhadap jumlah maupun jenis senyawa *volatile* yang dihasilkan. Begitupun tingkat penyangraian berpengaruh juga terhadap senyawa non *volatile* gugus asam phenolik yang dihasilkan, seperti pada Tabel 7 (Somporn *et al.*, 2011). Oleh karena itu, tingkat penyangraian akan mempengaruhi terhadap mutu citarasa kopi sangrai yang dihasilkan.

PENUTUP

Pengolahan biji kopi terutama proses fermentasi dan proses penyangraian berperan penting dalam membentuk citarasa kopi. Proses fermentasi berperan dalam pembentukan senyawa prekursor pembentuk citarasa, sedangkan proses penyangraian berperan dalam pembentukan senyawa *volatile* dan non *volatile* yang berkontribusi penting terhadap citarasa khas kopi.

Untuk meningkatkan mutu kopi Indonesia, terutama yang dihasilkan dari proses pengolahan yang dilakukan petani perkebunan rakyat, maka diperlukan introduksi teknologi pengolahan kopi yang baik dan benar kepada seluruh petani kopi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afoakwa, E. O., A. Payterson, M. Fowler, and A. Ryan. 2008. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 48: 840-857.
- Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI). 2012. Industri Kopi Indonesia. <http://www.aeki-aice.org/> [3 Oktober 2012].
- Assis, A. R., S. H. Saraiva, V. Matta, L. M. C. Cabral, H. R. Bizzo, D. N. M. Palacio, A. M. Souza, and C. P. Borges. 2005. Recovery of coffee aromatic extracts by pervaporation. Mercosur Congress on Chemical Engineering, Sao Paulo, Brazil. 6p. <http://enpromer2005.eq.ufrj.br/> [5 Oktober 2012].
- Atmawinata, O. 2002. Peranan Uji Citarasa dalam Pengendalian Mutu Kopi. Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao. Jember. 39 hlm.
- Avallone, S., J. M. Brillouet, B. Guyot, E. Olguin, and J. P. Guiraud. 2002. Involvement of pectolytic microorganisms in coffee fermentation. *International Journal of Food Science and Technology* 37: 191-198.
- Bekedam, E. K. 2008. Coffee Brew Malanoidins. Structural and Functional Properties of Brown-Colored Coffee Compounds. Ph.D. Thesis Wageningen University. The Netherlands.
- Bisniscom. 2011. Produksi Kopi Olahan Naik 3,5%. <http://www.bisnis.com/> [3 Oktober 2012].
- Budryn, G., E. Nebesny, J. Kula, T. Majda, and W. Krysiak. 2011. HS-SPME/GC/MS profiles of convectively and microwave roasted Ivory Coast Robusta coffee brews. *Czech J. Food Sci.* 29 (2): 151-160.
- Buffo, R. A. and C. C. Freire. 2004. Coffee flavour: an overview. *Flavour and Fragrance Journal* 19: 99-104.
- Ciampa, A., G. Renzi, A. Taglienti, P. Sequi, and M. Valentini. 2010. Studies on coffee roasting progress by means of nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Food Quality* 33: 199-211.
- De Maria, C. A. B., L. C. Trugo, F. R. A. Neto, R. F. A. Moreira, and C. S. Alviano. 1996. The GC/MS identification of volatiles formed during the roasting of high molecular mass coffee aroma precursor. *J. Braz. Chem. Soc.* 7 (4): 267-270.
- Ditjenbun. 2006. Arah Kebijakan Pengembangan Kopi Indonesia. Seminar Kopi. Surabaya. <http://ditjenbun.deptan.go.id/> [18 Juni 2012].
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2012a. Pedoman Umum Intensifikasi Perluasan dan Peremajaan Kopi Tahun 2012. 19 hlm.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2012b. Perbaikan Mutu Kopi Indonesia. <http://ditjenbun.deptan.go.id/> [3 Oktober 2012].
- Ditjend PPHP. 2012. Peluang Besar Bisnis Kopi Indonesia. <http://pphp.deptan.go.id/> [3 Oktober 2012].
- Flament, I. 2002. Coffee Flavor Chemistry. John Wiley and Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, West Sussex PO19 1UD, England. 424 p.
- Fuster, M. D., A. E. Mitchell, H. Ochi, and T. Shibamoto. 2000. Antioxidative activities of heterocyclic compounds formed in brewed coffee. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 5600-5603.
- Galilea, I. L., N. Fournier, C. Cid, and E. Guichard. 2006. Changes in headspace volatile concentrations of coffee brews caused by the roasting process and the brewing procedure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 (22): 8560-8566.
- ICO. 2011. Coffee Statistics. International Coffee Organization. <http://www.ico.org/> [5 Oktober 2012].
- Jackels, S. C. and C. H. Jackels. 2005. Characterization of the coffee mucilage fermentation process using chemical indicator: a field study in Nicaragua. *Journal of Food Science* 70 (5): 321-325.
- Janzen, S. O. 2010. Chemistry of coffee. In *Comprehensive Natural Products II, Chemistry and Biology*. Editor L. Mender and H.W. Liu. Elsevier Ltd. The Boulevard, Lanford Lane, Kidlington OX5 1GB, United Kingdom. p. 1085-1113.
- Kompas. 2012. Indonesia Produsen Kopi Terbesar Ketiga Di Dunia. <http://bisniskeuangan.kompas.com/> [5 Oktober 2012].
- Kemenperin. 2012. Ekspor Kopi Ditargetkan Naik. <http://www.kemenperin.go.id/> [17 Juni 2012].
- Lee, K. G. and T. Shibamoto. 2002. Analysis of volatile components isolated from Hawaiian green coffee beans (*Coffea arabica* L.). *Flavour and Fragrance Journal* 17: 349-351.
- Lin, C. C. 2010. Approach of improving coffee industry in Taiwan promote quality of coffee bean by fermentation. *The Journal of International Management Studies* 5 (1): 154-159.
- Martins, S. I. F. S., W. M. F. Jongen, and M. A. J. S. Van Boekel. 2001. A review of maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology* 11: 364-373.
- Mayer, F. and W. Grosch. 2001. Aroma simulation on the basis of the odourant composition of roasted coffee headspace. *Flavour and Fragrance Journal* 16: 180-190.
- Mondello, L., F. Costa, P.Q. Tranchida, P. Dugo, M. L. Presti, S. Festa, A. Fazio, and G. Dugo. 2005. Reliable characterization of coffee bean aroma profiles by automated headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry with the support of a dual-filter mass spectra library. *J. Sep. Sci* 28: 1101-1109.
- Montavon, P., E. Duruz, G. Rumo, and G. Pratz. 2003. Evolution of green coffee protein profiles with maturation and relationship to coffee cup quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51 (8): 2328-2334.

- Murthy, P. S. and M. M. Naidu. 2011. Improvement of robusta coffee fermentation with microbial enzymes. *European Journal of Applied Sciences* 3(4): 130-139.
- Paterson, D. 2010. Coffee chemicals. New Zealand Institute of Chemistry, Wellington, New Zealand. 4 p. <http://nxic.org.nz/> [4 Oktober 2012].
- Pimenta, T. V., R. G. F. Pereira, J. L. G. Correa, and J. R. Silva. 2009. Roasting processing of dry coffee cherry: influence of grain shape and temperature on physical chemical and sensorial grain properties. *B.CEPPA Curitiba* 27 (1): 97-106.
- Prastowo, B., E. Karmawati, Rubiyo, Siswanto, C. Indrawanto, dan S. J. Munarso. 2010. Budidaya dan Pascapanen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 62 hlm.
- Prioritasnews. 2012. Kopi Semakin Diminati. <http://www.prioritasnews/> [3 Oktober 2012].
- Puslitkoka. 2007. Pengolahan Biji Kopi Sekunder. Leaflet, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Puslitkoka. 2008. Pengolahan biji kopi primer. Leaflet, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jember.
- Redgwell, R. and M. Fischer. 2006. Coffee carbohydrates. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18 (1): 165-174.
- Rios, O. G., M. L. S. Quiroz, R. Boulanger, M. Barel, B. Guyot, J. P. Guiraud, and S. S. Galindo. 2007. Impact of ecological post harvest processing on the volatile fraction of coffee beans : I. Green coffee. *Journal of Food Composition and Analysis* 20: 289-296.
- Rubiyo, L. Kartini, dan I. G. A. M. S. Agung. 2005. Pengaruh dosis pupuk kandang dan lama fermentasi terhadap mutu fisik dan citarasa kopi Arabika varietas S 795 di Bali. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 8 (2): 22-29.
- Ruku, S., S. Muttakin dan Syamsiar. 2006. Penanganan pasca panen kopi. *Buletin Teknologi dan Informasi Pertanian* 5 :47-57.
- Saepudin, A. 2005. Evaluasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Citarasa Kopi Arabika dengan Menggunakan Manova dan Analisis Profil. Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB. Bogor. 17 hlm.
- Salla, M. H. 2009. Influence of Genotype, Location and Processing Methods on The Quality of Coffee (*Coffea arabica* L.). MSc. Thesis Hawassa University. Hawassa, Ethiopia. 105 p.
- Selmar, D., G. Bytof, S. E. Knopp, A. Bradbury, J. Wilkens and R. Becker. 2004. Biochemical insight into coffee processing: quality and nature of green coffees are interconnected with an active seed metabolism. *ASIC 2004. 20th International Conference on Coffee Science, Bangalore, India, 11-15 October 2004.* p. 111-119. <http://www.cabdirect.org/> [4 Oktober 2012].
- Siswoputranto, P. S. 1993. Kopi Internasional dan Indonesia. Penerbit Kanisius. Jakarta. 417 hlm.
- Soonthornkamol, P. 2004. Effect of Different Species Procedure and Degree of Roasting on Volatile Compounds Production in Thai Coffee. Thesis Master of Science Departement of Food Technology Silpakorn University. Bangkok. 69 p.
- Somporn, C., A. Kamtuo, P. Theerakulpisur, and S. Siriamompun. 2011. Effects of roasting degree on radical scavenging activity, phenolics and volatile compounds of Arabica coffee beans. *International Journal of Food Science and Technology* 46: 2287-2296.
- Sulistiyowati. 2002. Faktor-Faktor yang Berpengaruh Terhadap Citarasa Seduhan Kopi. Materi Pelatihan Uji Citarasa Kopi. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember. 19 hlm.
- Suslick, B. A., L. Feng, and K. S. Suslick. 2010. Discrimination of complex mixtures by a colorimetric sensor array: *coffee aromas*. *Analytical Chemistry* 82 (5): 2067-2073.
- Taba, J. 2012. Coffee Taste Analysis of An Espresso Coffee Using Nuclear Magnetic Spectroscopy. Bachelor Thesis Central Ostrobothnia University of Applied Sciences, Eindhoven Holland. 20 p.
- Wang, N. 2012. Physicochemical Changes of Coffee Beans During Roasting. Thesis Master of Science University of Guelph, Ontario, Canada. 82 p.
- Wikipedia. 2012. Coffee Roasting. <http://en.wikipedia.org/> [3 Oktober 2012].
- Yenezian, C., F. Wieland, and A.N. Gloess. 2012. Progress on coffee roasting: a progress control tool for a consistent roast degree-roast after roast. *Newfood* 15: 22-26.

INOVASI TEKNOLOGI UNTUK USAHATANI KOPI BERKELANJUTAN

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jalan Raya Pakuwon km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

Bunga Rampai ini disusun sebagai salah satu sarana atau media diseminasi inovasi teknologi Badan Litbang Pertanian yang diperuntukkan bagi para pemangku kepentingan yang bergerak di dunia perkopian. Isi dari buku ini merupakan sebagian dari inovasi teknologi yang telah dihasilkan Badan Litbang Pertanian, dan diharapkan menjadi salah satu motor penggerak bagi terciptanya inovasi-inovasi baru oleh para peneliti maupun akademisi, atau sebagai salah satu model pengkayaan bagi penerapannya di tingkat pelaku produksi. Sistematika penulisan diawali dengan suatu permasalahan dan fakta-fakta yang dihadapi di bidang status pertanaman, produktivitas dan mutu hasil, serta kebijakan nasional pengembangan kopi didasarkan pada tuntutan pasar. Kajian berikutnya terkait dengan masalah perplasma nutfahan dan pemuliaan tanaman, penyediaan bahan tanam dan teknologi budidaya, hama dan penyakit tanaman serta upaya pengendaliannya, penanganan pasca panen dan pengolahan, serta terakhir kajian tentang sosial ekonomi kopi.

Terjadinya penurunan luas areal pertanaman kopi Robusta (2,32%/tahun) dan peningkatan pada kopi Arabika (4,98%/tahun) secara nasional merupakan salah satu perwujudan dari kebijakan pemerintah Indonesia dalam upaya memenuhi tuntutan pasar kopi skala global. Demikian halnya dengan anjuran pemerintah tentang implementasi Good Agriculture Practices (GAP) dan Good Manufacture Practices (GMP), perbaikan produktivitas kopi Robusta melalui kegiatan intensifikasi dan kopi Arabika melalui kegiatan perluasan areal tanaman, serta pengembangan agribisnis kopi berbasis kawasan.

Plasma nutfah kopi merupakan sumberdaya genetik tanaman yang memegang peranan penting sebagai materi dasar dalam program pemuliaan untuk merakit suatu varietas/genotipe unggul. Semakin tinggi keragaman genetik kopi dalam suatu koleksi plasma nutfah, maka akan semakin besar peluang untuk mendapatkan varietas/genotipe unggul yang diharapkan. Upaya untuk meningkatkan keragaman genetik kopi serta evaluasinya dapat dilakukan dengan berbagai cara, baik cara konvensional maupun inkonvensional (pendekatan bioteknologi modern). Konsep pemuliaan tanaman tidak hanya diarahkan pada perakitan varietas/genotipe yang berdaya hasil tinggi, tetapi lebih meluas ke arah pemenuhan kebutuhan dan tuntutan pasar yang tercantum pada beragam sertifikasi kopi berkelanjutan. Demikian juga halnya dengan teknologi budidaya tanaman, mulai dari proses penyediaan bahan tanam unggul, proses penyiapan lahan, penanaman dan pemeliharaan tanaman pokok maupun tanaman penaung, identifikasi serta pengendalian hama dan penyakit tanaman yang berwawasan lingkungan, serta pengelolaan pasca panen dan pengolahan. Di segi lainnya, pola pertanaman campuran (*mixed cropping*) dan konsep integrasi kopi dengan ternak (*mixed farming*) merupakan inovasi teknologi kopi yang sarat dengan upaya-upaya dalam mempertahankan diversitas pertanaman dan kelestarian lingkungan hidup, memperbaiki sifat fisik dan kesuburan tanah, mematahkan daur hidup organisme pengganggu tanaman, optimalisasi pemanfaatan sumberdaya lokal kebun, serta peningkatan diversifikasi usahatani.

