

Volume 4, Nomor 3 Desember 2016



SIRINOV

Vol. 4

No. 3

Hal 119 - 187

Desember 2016

ISSN 2337-3946



Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERKEBUNAN

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 4, Nomor 3, Desember 2016

Penerbit :

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan

Penanggung Jawab :

Kepala Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Pemimpin Redaksi merangkap Anggota :
Bambang Eka Tjahjana (Agronomi)

Anggota Redaksi :
Enny Randriani (Pemuliaan)
Dani (Bioteknologi)

Redaksi Pelaksana :
Ayi Ruslan
Arifa Nofriyaldi Chan
Dermawan Pamungkas

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357
Telp. (0266) 7070-941 Fax. (0266) 6542087
E-mail. uppublikasi@gmail.com

Sumber Dana :
DIPA Balittri 2016

Desain Sampul :
Dermawan Pamungkas

SIRKULER INOVASI

Tanaman Industri dan Penyegar

Volume 4, Nomor 3, Desember 2016

Pemuliaan Tanaman Kopi Arabika untuk Adaptasi Terhadap Perubahan Iklim Global <i>(Dani, Enny Randriani, dan Bambang Eka Tjahjana)</i>	119 – 132
Teknologi Penyediaan Bahan Tanaman Kopi Robusta Dengan Rekayasa Budidaya Stek Berakar Satu Ruas <i>(Dibyo Pranowo)</i>	133 – 150
Kinerja Daya Saing Kakao Indonesia <i>(Bedy Sudjarmoko)</i>	151 – 162
Prospek Teknologi Konservasi Air Dalam Mewujudkan Perkebunan Rakyat Berkelanjutan <i>(Dewi Nur Rokmah dan Bariot Hafif)</i>	163 – 176
Layu Pentil Pada Tanaman Kakao dan Teknologi Pengendaliannya <i>(Handi Supriadi)</i>	177 – 187

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

PENGANTAR REDAKSI

Sirkuler Inovasi Tanaman Industri dan Penyegar (SIRINOV), Volume 4

Nomor 3, Desember 2016 menyajikan 5 artikel tentang kakao dan kopi.

Untuk komoditas kakao, aspek yang diulas meliputi teknologi budidaya dan sosial ekonomi. Sementara itu, komoditas kopi mengulas mengenai pemuliaan dan teknologi setek berakar.

Semoga SIRINOV ini dapat memberikan sumbangan yang nyata untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang perkebunan.

Redaksi

PEMULIAAN TANAMAN KOPI ARABIKA UNTUK ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM GLOBAL

BREEDING OF ARABICA COFFEE FOR ADAPTATION TO GLOBAL CLIMATE CHANGE

Dani, Enny Randriani, dan Bambang Eka Tjahjana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

ABSTRAK

Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) merupakan jenis yang paling banyak dikembangkan di dunia dan memiliki nilai ekonomi paling tinggi. Akan tetapi, pengembangan jenis kopi Arabika dihadapkan pada tantangan perubahan iklim global yang memicu peningkatan suhu dan perubahan pola curah hujan. Perubahan tersebut juga terjadi di dataran tinggi pegunungan wilayah tropis sebagai daerah yang cocok untuk pengembangan kopi Arabika. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa cekaman suhu panas, kekeringan, serta peningkatan sebaran hama dan penyakit. Oleh sebab itu, program pemuliaan tanaman kopi Arabika perlu diarahkan kepada perakitan varietas unggul baru yang toleran suhu tinggi dan kekeringan serta tahan terhadap serangan hama dan penyakit utama. Dalam makalah ini dijelaskan tantangan dan strategi pemuliaan tanaman kopi Arabika untuk adaptasi terhadap perubahan iklim global.

Kata kunci: *Coffea arabica L.*, pemanasan global, adaptasi, perakitan varietas

ABSTRACT

*Arabica Coffee (*Coffea arabica L.*) is the most widely developed species in the world and has the highest economic value. However, the development of Arabica coffee species is faced with the challenge of global climate change that triggers an increase in temperature and changes in rainfall patterns. The change also occurs in the highlands of the tropical mountains as an area suitable for the development of Arabica coffee. The impacts can include heat stress, drought, and increased distribution of pests and diseases. Therefore, Arabica coffee plant breeding programs need to be directed to the assembly of new high-tolerant varieties that are tolerant of high temperature and drought and resistant to major pest and disease attacks. The paper describes the challenges and strategies of Arabica coffee plant breeding for adaptation to global climate change.*

Keywords: *Coffea arabica L.*, global warming, adaptations, variety improvement

PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea sp.*) merupakan salah satu jenis tanaman penyegar yang paling populer di dunia selain teh. Saat ini budaya minum kopi terus meluas hingga ke beberapa negara di Asia, seperti India dan China (Toppa, 2015). Akibatnya, konsumsi kopi dunia terus menunjukkan tren peningkatan. Selama empat tahun terakhir terjadi pertumbuhan konsumsi kopi rata-rata sebesar 1,9% per tahun (ICO 2016). Pertumbuhan konsumsi kopi dalam bentuk olahan di pasar domestik bahkan mencapai lebih dari 7% per tahun, disebabkan perubahan gaya hidup masyarakat dan pertumbuhan kelas menengah. Hal ini mendorong peningkatan kinerja industri

pengolahan kopi di dalam negeri secara signifikan (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2016).

Kopi yang dikonsumsi oleh masyarakat dunia pada umumnya hanya berasal dari dua spesies dalam genus *Coffea*, yaitu Arabika (*C. arabica L.*) dan Robusta (*C. canephora* var. *Robusta*). Kopi Arabika merupakan jenis yang paling banyak dikembangkan oleh negara-negara produsen utama, seperti Brasil, Kolombia, Ethiopia, Amerika Tengah, Meksiko, India, dan Afrika Timur. Data statistik *International Coffee Organization* (ICO: <http://www.ico.org/>) menunjukkan produksi kopi dunia sebagian besar (60%) merupakan jenis Arabika. Tanaman kopi sebagian besar dibudidayakan oleh petani

sehingga kemudian dikenal istilah perkebunan kopi rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan 2015). Dengan demikian, pengembangan komoditas kopi Arabika di Indonesia diharapkan mampu memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, terutama di sentra-sentra produksi kopi, sekaligus mendorong peningkatan devisa negara (Siahaan, 2008).

Permintaan konsumen di negara-negara maju terhadap kopi spesialti menjadi pendorong meningkatnya nilai ekonomi kopi Arabika (Läderach *et al.*, 2011). Meskipun lebih dikenal sebagai negara produsen kopi Robusta, Indonesia juga mengembangkan kopi Arabika yang sebagian besar produksinya ditujukan untuk pasar ekspor. Indonesia termasuk salah satu negara penghasil kopi Arabika terbaik dan berkualitas tinggi di dunia. Beragam produk kopi spesialti bercitarasa tinggi telah dihasilkan di beberapa daerah sentra produksi kopi Arabika (JPW Coffee, 2014). Sayangnya, volume produksi kopi Arabika nasional masih sangat sedikit dibandingkan dengan Brasil sehingga produk kopi Arabika Indonesia kurang dikenal di pasaran internasional. Pada tahun 2013, luas total areal perkebunan kopi Arabika di Indonesia sekitar 325.659 hektar (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015), terpaut jauh dibandingkan dengan di Brasil yang mencapai 2,1 juta hektar (GAIN 2014). Produksi kopi Arabika nasional pada tahun yang sama sebesar 166.325 ton (setara 2.772 karung) dengan produktivitas hanya 780 kg/ha (setara 13 karung per hektar) (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015), jauh lebih rendah dibandingkan dengan Brasil yang mampu menghasilkan 42,1 juta karung (GAIN, 2014) dengan produktivitas mencapai 25 karung per hektar (Wick, 2013).

Saat ini telah tersedia cukup banyak varietas unggul kopi Arabika anjuran pemerintah yang memiliki potensi daya hasil 1,0–3,0 ton/ha. Beberapa varietas yang berperawakan katai, seperti Kartika 1, Kartika 2, dan Andungsari 1, bahkan dapat menghasilkan > 3 ton/ha apabila ditanam dalam jarak yang lebih rapat atau populasi per hektarnya lebih tinggi (Sinaga, 2013). Tetapi, pengembangannya oleh petani seringkali dihadapkan pada beragam tantangan dan kendala, baik pada level *on-farm* maupun *off-*

farm, sehingga potensi tersebut sulit untuk dicapai. Salah satu tantangan keberlanjutan pengembangan kopi Arabika di masa kini dan mendatang adalah perubahan iklim global yang memicu kenaikan suhu dan perubahan pola curah hujan (Watts, 2016).

TANTANGAN PRODUKSI KOPI ARABIKA DI ERA PEMANASAN GLOBAL

Tanaman kopi dikenal sangat sensitif terhadap perubahan iklim (Bunn *et al.*, 2015). Produksi kopi nasional maupun global saat ini dihadapkan pada tantangan perubahan iklim yang memicu berbagai cekaman lingkungan tumbuh tanaman kopi (*Fischersworrинг et al.*, 2015; Supriadi, 2014; Widayat, Anhar, and Baihaqi, 2015), terutama kenaikan suhu (Poltronieri dan Rossi, 2016). Temperatur global diperkirakan meningkat 2°C pada tahun 2050 (Ovalle-Rivera *et al.*, 2015). Kenaikan suhu pada malam hari merupakan variabel paling berpengaruh terhadap penurunan hasil kopi Arabika. Setiap kenaikan suhu sebesar 1°C menyebabkan kehilangan hasil sebesar 137 ± 16.87 kg/ha/tahun. Dalam kurun waktu 49 tahun telah terjadi peningkatan suhu sebesar $\pm 1,42$ °C yang menyebakan penurunan hasil kopi Arabika sebesar 195 kg/ha di dataran tinggi Ethiopia Utara (Craparo *et al.*, 2015). Cekaman suhu panas diketahui menyebabkan perubahan profil biokimia dinding sel dan anatomi sel-sel struktural yang dapat menyebabkan pelambatan pertumbuhan dan perkembangan hingga kematian tanaman kopi (Lima *et al.*, 2013). Cuaca panas yang disertai kekeringan berkepanjangan dapat memicu kerontokan bunga apabila terjadi pada periode pembungaan (Cheserek dan Gichimu, 2012) sehingga menurunkan potensi daya hasil.

Selain pengaruh langsung, kenaikan suhu juga semakin mendukung regenerasi serangga *Hypothenemus hampei* yang dikenal sebagai hama penggerek buah kopi (PBKo) (Jaramillo *et al.*, 2011; Watts, 2016) serta penyebaran penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) (Watts, 2016). Gejala serangan kedua jenis organisme pengganggu tanaman (OPT) tersebut

saat ini mudah ditemukan pada pertanaman kopi Arabika di dataran tinggi (>1.000 m dpl) pegunungan Papandayan, Kabupaten Garut, Jawa Barat (Gambar 1). Meskipun belum pernah dilaporkan mengenai tingkat kerusakan

yang disebabkannya, tetapi kondisi tersebut perlu diwaspadai agar tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar bagi petani.



Gambar 1. Gejala serangan penyakit karat daun (a) dan hama penggerek buah kopi (b) pada pertanaman kopi Arabika di dataran tinggi (> 1000 m dpl) pegunungan Papandayan, Kabupaten Garut.

Figure 1. Symptom of leaf rust disease (a) and coffee berry borer attacks (b) revealed on Arabica coffee plantations at high elevations (> 1.000 m asl) of Papandayan Mountain, Garut District.

Serangan hama PBKo menimbulkan kerusakan pada jaringan endosperma biji sehingga menurunkan mutu biji kopi yang dipanen (Susilo, 2008), baik pada spesies Arabika maupun Robusta. Serangga tersebut telah berevolusi dan beradaptasi sehingga mampu mengatasi sifat racun dari kafein yang terdapat dalam biji kopi (Guerreiro Filho dan Mazzafera, 2003). Siklus hidup lengkap serangga *H. hampei* sejak stadia telur hingga dewasa secara umum memerlukan waktu 28-34 hari (Damon, 2000) dan perkembangannya optimal pada suhu antara 20–30°C. Pada temperatur lebih rendah (15°C) maupun lebih tinggi (35°C) serangga hama tersebut tidak mampu berkembang dengan baik (Jaramillo *et al.*, 2009).

Kerusakan biji kopi akibat serangan hama PBKo akan mengakibatkan penurunan mutu fisik maupun citarasanya. Dampaknya adalah semakin sulit bersaing di pasar global mengingat standar mutu biji kopi Arabika yang diterapkan pada level internasional semakin berat. Untuk mendapatkan predikat *specialty*

grade, produk kopi Arabika harus mendapatkan *cupping score* > 80 , bahkan saat ini meningkat menjadi > 85 . Selain itu, *specialty grade* harus memiliki *total defect* $< 4\%$ (JPW Coffee, *n.d.*) atau skor *full defect* tidak lebih dari 5 menurut standar *Speciality Coffee Association of America* (SCAA), jauh lebih rendah dibandingkan nilai maksimum yang ditolerir untuk kelas mutu 1 dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang biji kopi, yaitu 11 (Badan Standardisasi Nasional, 2008). Dengan demikian, industri perkopian Indonesia perlu terus didorong untuk terus meningkatkan kualitas produknya agar mampu bersaing dengan beberapa negara produsen lainnya (Siahaan, 2008).

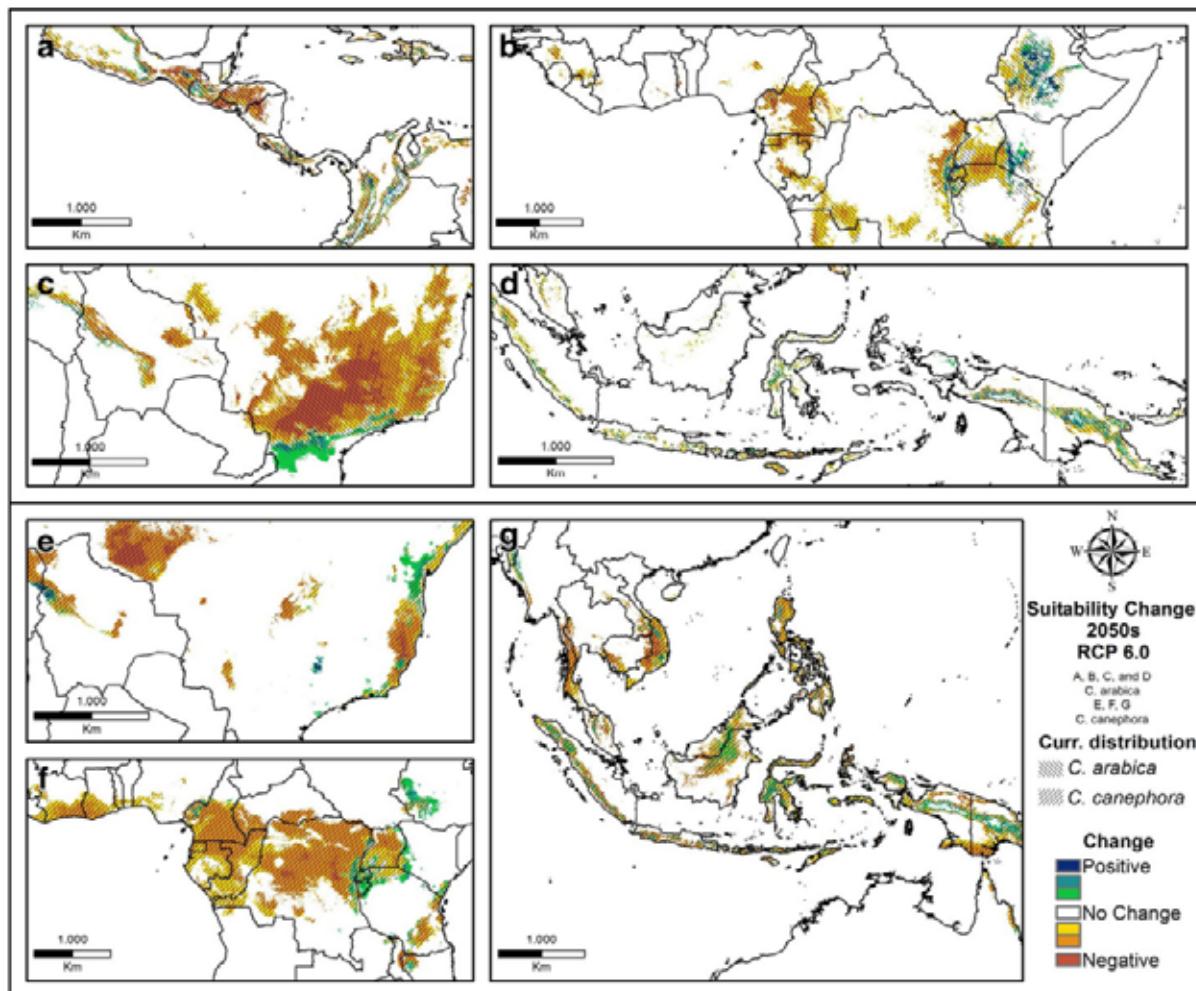
Habitat asli tanaman kopi Arabika adalah di bawah naungan kanopi hutan tropis di wilayah Afrika Timur pada ketinggian 1.500–2.500 m dpl dengan fluktuasi suhu udara musiman yang kecil dan curah hujan terdistribusi secara merata sepanjang tahun. Perubahan iklim global dapat memicu kenaikan suhu, kekeringan, serta penurunan curah hujan

dan distribusinya. Hal tersebut diperparah oleh aktivitas manusia yang merusak habitat alami tanaman kopi (Melke dan Fetene, 2014).

Para peneliti telah menyusun suatu model yang menggambarkan bahwa lokasi yang cocok untuk pengembangan kopi Arabika akan terus berkurang hingga 50% pada tahun 2050 (Ridley, 2011; Watts, 2016). Beberapa wilayah yang sebelumnya sesuai untuk pengembangan kopi Arabika akan berubah menjadi tidak sesuai lagi (Gambar 2). Dengan demikian, keberlanjutan produksi kopi, akan semakin sulit dipertahankan (Mariga, Froome, dan Loroupe,

2016). Dengan kondisi cekaman lingkungan yang semakin parah bahkan akan meningkatkan risiko kepunahan spesies kopi Arabika (Davis *et al.*, 2012). Oleh sebab itu, diperlukan strategi adaptasi yang tepat dan atau input eksternal yang memadai untuk mengurangi risiko terburuk tersebut (Craparo *et al.*, 2015). Salah satu alternatif yang mendukung strategi adaptasi terhadap perubahan iklim global adalah introduksi varietas unggul yang lebih tahan/toleran terhadap kondisi tercekan (Fischersworing *et al.*, 2015).

coffee development at 2050 due



Gambar 2. Prediksi perubahan kesesuaian wilayah untuk pengembangan kopi Arabika di dunia pada tahun 2050 akibat perubahan iklim global.

Sumber: (Bunn *et al.*, 2015).

Figure 2. *Prediction of global changing regional suitability for Arabica*

to global climate change.

Source: (Bunn *et al.*, 2015).

PEMULIAAN KOPI ARABIKA UNTUK ADAPTASI TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Sumberdaya Genetik Kopi Arabika

Kopi Arabika (*C. arabica*) merupakan satu-satunya spesies tetraploid yang diduga merupakan hasil persilangan alami antara dua spesies kopi diploid sehingga disebut tipe allotetraploid ($2n=4x=44$). Ini berbeda dengan spesies lainnya dalam genus *Coffea* yang seluruhnya merupakan tipe diploid ($2n=2x=22$). *C. arabica* menunjukkan pola pewarisan disomik dan perilaku meiosis menyerupai tipe diploid sehingga diduga merupakan tipe alopoliploid segmental (Pinto-Maglio, 2006). Genom *C. arabica* merupakan gabungan dua set kromosom lengkap dari dua tetua diploid yang berkerabat dekat, yaitu *C. canephora* dan *C. eugenoides* sehingga tergolong tipe amfidiploid. Terbentuknya spesies *C. arabica* diduga masih relatif baru karena tidak menunjukkan perbedaan struktur genom yang mencolok dengan kedua tetua moyangnya (Geleta *et al.*, 2012; Lashermes *et al.*, 2000).

Budidaya tanaman kopi Arabika dilaporkan pertama kali dilakukan di wilayah Arab dan bahan tanamnya tidak diperbolehkan menyebar ke wilayah lain. Tetapi, sebanyak tujuh biji kopi Arabika pada akhirnya berhasil mencapai wilayah India pada tahun 1600. Dari wilayah tersebut kopi Arabika terus menyebar ke wilayah Ceylon (Sri Lanka) dan Jawa, masing-masing pada tahun 1658 dan setelah tahun 1696. Pada tahun 1706 satu tanaman kopi dari Jawa kemudian dibawa ke kebun botani di Amsterdam, kemudian ke Paris hingga ke negara-negara koloni Belanda dan Perancis di wilayah tropis, terutama Amerika Latin. Ini merupakan cikal bakal varietas *Typica* (Gole *et al.*, 2002; Oestreich-Janzen, 2010). Pada tahun 1915 sebanyak 60 benih kopi Arabika dikirim dari Yaman ke Pulau Bourbon (La Reunion) dan menjadi asal-usul munculnya varietas *Bourbon* (Oestreich-Janzen, 2010). Varietas *Typica* dan *Bourbon* dapat dibedakan berdasarkan warna daun pucuk dan tipe percabangan. Varietas *Typica* memiliki warna daun pucuk cokelat tembaga dan percabangan menjuntai, sedangkan varietas *Bourbon* memiliki warna daun pucuk hijau dan percabangan hanya menjuntai pada bagian ujungnya (Tran, 2005).

Keragaman genetik dan fenotifik kopi Arabika yang dikembangkan secara komersial

tergolong rendah, tidak seperti jenis Robusta yang berdasarkan hasil evaluasi menggunakan pendekatan molekuler diketahui memiliki jarak genetik antar aksesi yang luas dan relatif mudah dibedakan berdasarkan karakteristik morfologi (Tshilenge *et al.*, 2009). Rendahnya keragaman genetik kopi Arabika disebabkan oleh proses domestikasi, basis genetis yang sempit, dan sifat menyerbuk sendiri (Geleta *et al.*, 2012). Peningkatan keragaman genetik kopi Arabika terjadi melalui proses mutasi alami (Wrigley, 1988) maupun persilangan antar kedua kelompok genetik, *Bourbon* dan *Typica*.

Mutasi alami (*spontaneous mutation*) pada spesies kopi Arabika menyebabkan munculnya tipe baru yang unik dibandingkan dengan tipe asalnya. Sebagai contoh, mutan '*Bourbon pointu*' (BP) dari La Réunion, Perancis memiliki karakter fenotipik yang sangat berbeda dibandingkan dengan kultivar *Bourbon* pada umumnya. Habitus mutan BP menyerupai pohon natal dengan percabangan yang lebih pendek serta ukuran daun dan biji yang jauh lebih kecil. Kandungan kafein bijinya juga jauh lebih rendah, lebih menyerupai *C. eugenoides* sebagai salah satu spesies tetua putatif dari kopi Arabika (Lécolier *et al.*, 2009). Tipe mutan dari kelompok *Typica* salah satunya adalah kultivar *Maragogype*. Meskipun produktivitasnya relatif rendah, kultivar *Maragogype* memiliki karakter mutu fisik dan citarasa serta kandungan kafein yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa kultivar kopi Arabika komersial (Nugroho *et al.*, 2012). Munculnya tipe kopi kate (*dwarf*) merupakan hasil mutasi alami. Pada saat ini terdapat sekitar 200 varietas kopi Arabika baik tipe tinggi maupun kate yang berhasil diidentifikasi. Beberapa di antaranya memiliki nilai penting (Tabel 1) (Pohlan dan Janssens, 2010). Beberapa mutan alami diketahui memiliki karakter bebas-kafein (*caffeine-free*) dan digunakan dalam penelitian untuk mengetahui mekanisme perubahan ekspresi gen pengendali enzim pembentuk kafein (Maluf *et al.*, 2009).

Perakitan Varietas Kopi Arabika Tahan terhadap Hama dan Penyakit

Upaya pemuliaan kopi Arabika secara sistematis sudah dilakukan sejak tahun 1900-an

di beberapa negara penghasil kopi, termasuk di Indonesia, melalui pendekatan seleksi progeni. Pendekatan seleksi galur murni mulai dilakukan pada tahun 1912, sedangkan seleksi klon dimulai tahun 1916 setelah dikenal teknik perbanyakan vegetatif. Aplikasi metode pemuliaan modern, yaitu melalui pendekatan polinasi terkontrol antar kultivar hingga antar spesies, berlangsung sejak tahun 1927. Sifat ketahanan terhadap hama dan penyakit mulai diperhitungkan dalam program perakitan varietas unggul kopi Arabika tersebut (Ferwerda, 1948). Sempitnya basis genetik kopi Arabika merupakan kendala dalam upaya mendapatkan kultivar kopi Arabika dengan sifat ketahanan terhadap beragam organisme penganggu (Geleta *et al.*, 2012; Mishra *et al.*, 2011). Sejarah menunjukkan bahwa epidemi penyakit karat daun menyebabkan konversi besar-besaran kopi Arabika oleh jenis Robusta, terutama di daerah-daerah dataran rendah hingga ketinggian 700 m dpl (Ferwerda, 1948).

Sejak awal tahun 1980 pemuliaan kopi Arabika di Indonesia lebih difokuskan untuk menghasilkan varietas unggul baru yang berperawakan katai dan sekaligus tahan terhadap penyakit karat daun. Materi genetik yang digunakan untuk tetua persilangan terdiri dari varietas *Caturra* yang berperawakan katai dan *Hibrido de Timor* (HdT) yang tahan penyakit karat daun. Pada tahun 1982 diintroduksikan tipe katai *Catimor* dari beberapa negara, yaitu *Instituto Agronômico de Campinas* (IAC, Brasil); *Centro de Investigação das Ferrugens do Cafeeiro* (CIFC, Portugal); *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza* (CATIE, Costa Rica); dan Kolombia. Seleksi dalam populasi *Catimor* kemudian menghasilkan varietas unggul yang dilepas dengan nama Kartika 1 (S.K. Menteri Pertanian No. 443/kpts/TP240/6/93) dan Kartika 2 (S.K. Menteri Pertanian No. 442/kpts/TP240/6/93) (Sinaga 2013). Gen ketahanan terhadap karat daun juga diketahui terdapat pada varietas kopi Arabika hasil introduksi dari India, yaitu S 795. Genotipe kopi Arabika tersebut diyakini merupakan hasil persilangan alami antara *C. arabica* dan *C. liberica* (Vinod, 2003). Varietas S 795 kemudian dilepas sebagai varietas unggul

berdasarkan S.K. Menteri Pertanian No. 07/Kpts/TP.240/1/95.

Sifat ketahanan beberapa varietas unggul kopi Arabika anjuran terhadap penyakit karat daun ternyata mampu dipatahkan oleh ras fisiologis *H. vastatrix* baru yang lebih virulen dan terbentuk lebih cepat seiring perubahan iklim (Hulupi, 2013). Hal tersebut dibuktikan dengan terjadinya ledakan penyakit (*outbreak*) pada tahun 2014-2015 di beberapa negara penghasil kopi (Mackesy dan Sullivan, 2015). Seluruh kultivar kopi Arabika hasil pemuliaan di *Instituto Agronômico do Paraná* (IAPAR) Brasil yang pada awalnya menunjukkan sifat tahan terhadap karat daun, tetapi kini menunjukkan level ketahanan yang berbeda (Sera *et al.*, 2010). Bahkan diperkirakan hampir seluruh varietas tahan karat daun, khususnya yang berbasis *Catimor* atau *Sarchimor*, akan berubah menjadi rentan dalam sepuluh tahun ke depan akibat munculnya ras patogen baru (Várzea, 2015).

Sifat ketahanan terhadap penyakit karat daun *H. vastatrix* hanya dikendalikan oleh satu atau beberapa faktor genetik, terutama yang ditemukan dalam bahan genetik yang berasal dari hibrida interspesifik (Diola *et al.*, 2011). Hal ini yang menyebabkan sifat ketahanannya mudah dipatahkan oleh ras patogen baru. Perakitan varietas unggul kopi dengan sifat ketahanan horizontal (dikendalikan banyak gen) diharapkan mampu mencegah terjadinya ledakan penyakit karat daun dan ketahanannya bersifat awet (*durable resistance*). Namun, diperlukan waktu puluhan tahun untuk menghasilkan varietas unggul dengan sifat ketahanan horizontal. Menurut Hulupi (2013) diperlukan pendekatan lain yang lebih cepat untuk mengimbangi munculnya ras fisiologis baru patogen akibat perubahan iklim, yaitu melalui perakitan varietas kopi tahan karat daun dalam aras populasi. Beberapa genotipe kopi Arabika diketahui memiliki sifat ketahanan terhadap penyakit karat daun, seperti klon BP 416 A diketahui tahan terhadap serangan karat daun. Varietas BP 542 A juga menunjukkan reaksi tahan terhadap karat daun pada ketinggian > 1000 m dpl. Beberapa genotipe terpilih dengan sumber gen ketahanan berbeda disusun sedemikian rupa hingga membentuk

varietas komposit yang menyerupai kultivar tunggal dengan sifat ketahanan horisontal. Melalui pendekatan tersebut telah dilepas varietas unggul baru kopi Arabika tahan karat daun berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian RI No. 200/Kpts/SR.120/1/2013 dengan nama Komasti.

Introgresi sifat ketahanan ke dalam genotipe kopi Arabika telah dilakukan melalui jalur persilangan antar spesies (Jm, Co, dan Cw, 2015). Transfer sifat-sifat yang diinginkan dari spesies diploid ke dalam genom tetraploid *C. arabica* sangat penting dalam perakitan ketahanan terhadap hama dan penyakit (Lashermes *et al.*, 2011). Persilangan antar spesies kopi Arabika dan Robusta penting dilakukan untuk mendapatkan keragaman genetik yang lebih luas (Herrera *et al.*, 2002). Berdasarkan hasil pengujian Bertrand *et al.* (2003) penggabungan genom *C. canephora* ke dalam *C. arabica* masih memberikan peluang menghasilkan galur-galur yang memiliki gen ketahanan sekaligus mutu citara yang diharapkan. Keragaman genetik lebih luas ditunjukkan pada kelompok genotipe kopi Arabika yang telah mengalami introgresi (penyisipan gen dari spesies lain), seperti Ruiru 11, Hibrido de Timor, dan Catimor (Kathurima, 2012). Hibrida tetraploid interspesifik dengan kandungan kafein rendah telah dihasilkan dari penggabungan genom *C. eugeniooides*, *C. canephora*, dan *C. arabica* (Nagai *et al.*, 2008).

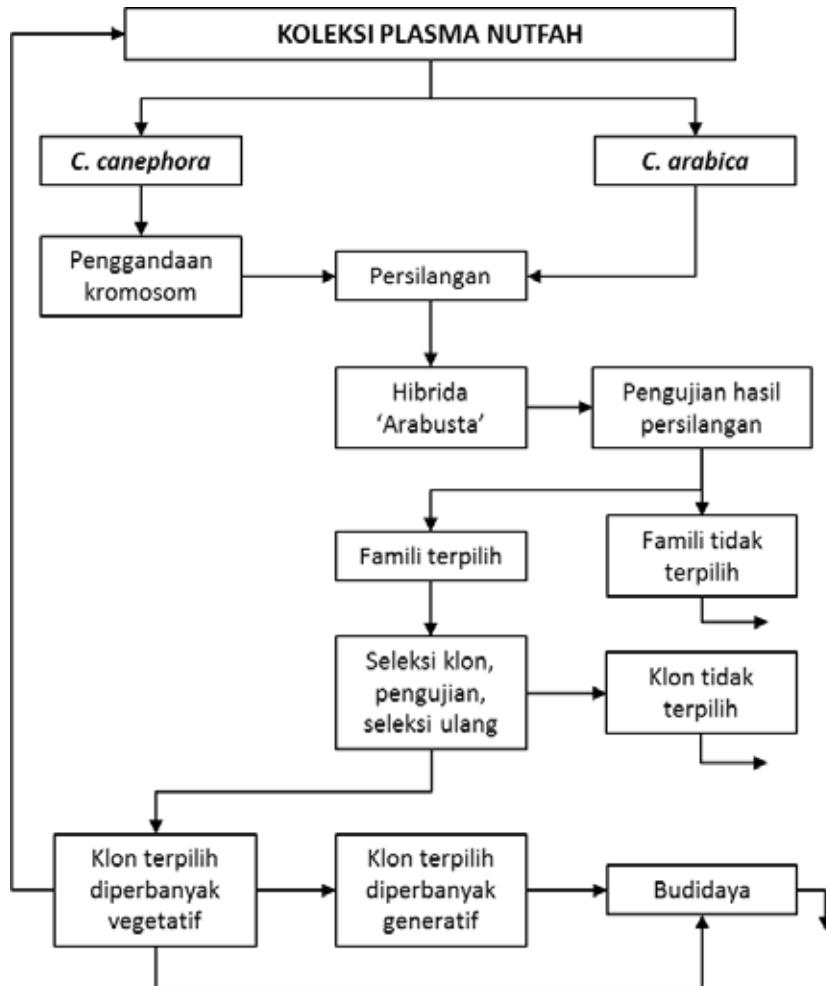
Persilangan secara langsung antara spesies *C. arabica* dengan *C. canephora* biasanya akan menghasilkan hibrida F1 triploid (Herrera *et al.*, 2004) yang memiliki sifat sterilitas tinggi. Untuk menghasilkan hibrida yang fertil dapat melalui penggandaan kromosom hibrida F1 triploid sehingga diperoleh tipe heksaploid (Kushalappa dan Eskes, 1989). Silang balik antara hibrida interspesifik triploid dengan *C. arabica* terbukti dapat menghasilkan populasi BC1 yang sebagian besar mendekati tetraploid. Hibrida interspesifik triploid ternyata mampu menghasilkan gamet jantan dengan jumlah kromosom bervariasi, tetapi hanya yang jumlahnya mendekati 22 efektif membuat gamet betina pada *C. arabica* (Herrera *et al.*, 2002). Mahé *et al.* (2007) bahkan melaporkan

berhasil mendapatkan hibrida F1 tetraploid secara langsung yang diduga karena keterlibatan gamet tidak tereduksi pada *C. canephora*.

Persilangan antar spesies *C. arabica* ($2n=4x=44$) dan *C. canephora* ($2n=2x=22$) juga dapat dilakukan melalui jalur auto-tetraploidi (Gambar 3). Genom spesies *C. canephora* terlebih dahulu digandakan kromosomnya menjadi auto-tetraploid (Priolli *et al.*, 2008) menggunakan senyawa inhibitor mitosis kolkisin (Silvarolla *et al.*, 1999). Hibrida yang dihasilkan dikenal sebagai "Arabusta" yang sifat-sifatnya di antara kedua tetuanya meskipun cenderung lebih dekat ke Robusta. Seleksi individu-individu unggul dapat dilakukan dalam populasi hibrida Arabusta tersebut (Vinod dan Suryakumar, 2004).

Kopi Arabika merupakan satu-satunya spesies yang bersifat kompatibel sendiri (*self-compatible*) sehingga pembentukan buah dapat mencapai 60% setelah terjadi penyerbukan sendiri (Carvalho *et al.*, 1969). Apabila dilakukan penyerbukan silang buatan dengan bantuan tangan (*hand pollination*), persentase keberhasilan pembentukan buah telah terbukti lebih tinggi, yaitu mencapai 75% (Klein *et al.*, 2003). Meskipun demikian, keberhasilan penyerbukan silang antar kultivar maupun antar spesies tergantung pada tingkat kompatibilitas antar kombinasi genotipe/spesies yang disilangkan (Németh dan Székely, 2000).

Tantangan lebih kompleks dihadapi oleh pemulia dalam mengintrogresikan gen ketahanan terhadap hama penggerek buah kopi (PBKo) ke dalam kultivar-kultivar elit kopi Arabika. Susilo (2008) telah mengidentifikasi sifat ketahanan terhadap hama tersebut dalam beberapa nomor koleksi plasma nutfah kopi Robusta. Sumber gen ketahanan terhadap hama tersebut tidak mudah ditemukan dalam plasma nutfah kopi sehingga pendekatan transformasi genetik dinilai lebih efisien (Mishra dan Slater, 2012). Barbosa *et al.* (2010) telah berhasil menyisipkan gen



Gambar 3. Diagram persilangan antar spesies *C. arabica* dan *C. canephora* melalui jalur autotetraploidi. Dimodifikasi dari Vinod (2003).

Figure 3. Diagram of inter-specific crossing between *C. arabica* and *C. canephora* through auto-tetraploidy pathway. Modified from Vinod (2003)

Perakitan Varietas Kopi Arabika Toleran terhadap Suhu Tinggi dan Kekeringan

Kopi Arabika banyak dikembangkan di wilayah-wilayah beriklim tropis yang rentan mengalami defisit air dan suhu tinggi akibat perubahan iklim global. Oleh sebab itu, program pemuliaan tanaman kopi Arabika saat ini dan di masa mendatang juga perlu diarahkan untuk sifat ketahanan terhadap kekeringan dan suhu tinggi. Program tersebut tentu didukung oleh ketersediaan sumberdaya genetik plasma nutfah.

Spesies kopi Arabika berasal dari hutan tropis di wilayah dataran tinggi Etiopia (1370–1830 m dpl) (Waller, Bigger, dan Hillocks,

2007) sehingga wilayah tersebut dikenal sebagai pusat keragaman genetik (*center of diversity*) kopi Arabika (Labouisse *et al.*, 2008). Plasma nutfah kopi Arabika yang saat ini masih tersisa merupakan bahan dasar untuk proses perakitan varietas unggul baru sehingga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Keberadaanya perlu segera diselamatkan dari kerusakan hutan yang berlangsung sangat cepat (Hein dan Gatzweiler, 2006). Upaya konservasi plasma nutfah kopi Arabika secara *in-situ* maupun *ex-situ* terus dilakukan dengan dukungan komunitas-komunitas ilmiah internasional dan organisasi donor (Labouisse *et al.*, 2008).

Program pemuliaan kopi Arabika untuk sifat ketahanan terhadap cekaman suhu tinggi dan kekeringan (*heat and drought stress*) diawali dengan proses seleksi genotipe tahan dalam plasma nutfah, baik *in situ* maupun *ex situ*. Strategi selanjutnya adalah melakukan perakitan varietas hibrida generasi baru dengan memanfaatkan jejaring sumberdaya genetik internasional dan teknologi *genomic-assisted selection* (Van der Vossen, Bertrand, dan Charrier, 2015). Identifikasi sifat ketahanan tanaman kopi terhadap kekeringan telah dilakukan di beberapa negara penghasil kopi, termasuk di Indonesia. Dalam proses seleksi tersebut perlu mempertimbangkan daya gabung yang baik untuk karakter daya dan mutu hasil serta ketahanan terhadap hama dan penyakit (Cheserek dan Gichimu, 2012). Beberapa genotipe kopi Arabika menunjukkan respon yang beragam terhadap cekaman suhu tinggi dan kekeringan (DaMatta dan Ramalho, 2006). Di Kenya dan Uganda, beberapa genotipe kopi Arabika telah diuji di rumah kaca pada kondisi cekaman kekeringan dan suhu tinggi dan selanjutnya diuji di lapangan beriklim kering dan panas. Sebagian genotipe menunjukkan sifat toleran terhadap kekeringan sehingga dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan lebih lanjut (Cheserek dan Gichimu, 2012). Seleksi sifat ketahanan kopi Arabika terhadap cekaman suhu tinggi juga telah dilakukan di Brasil. Beberapa genotipe diketahui mampu berproduksi normal dalam kondisi cekaman suhu tinggi (Teixeira *et al.*, 2013).

Sifat ketahanan terhadap kekeringan seringkali dikaitkan dengan sistem perakaran yang kuat dan dalam. Namun, pada kenyataannya terdapat beberapa kultivar kopi Arabika dengan karakteristik perakaran tersebut ternyata rentan terhadap kekeringan akibat sistem hidrolik dan perilaku stomatanya. Kultivar-kultivar yang toleran terhadap kekeringan adalah yang mampu mempertahankan luas daun dan potensial air jaringan yang lebih tinggi (Cheserek dan Gichimu, 2012). Beberapa kultivar kopi Arabika hasil mutasi alami diketahui memiliki sifat ketahanan yang baik terhadap kekeringan.

Tabel 1. Kandidat gen ketahanan terhadap kekeringan dan sekuen primer yang terkait pada tanaman kopi

Kultivar-kultivar kopi Arabika tipe katai (*dwarf*) dengan susunan kanopi yang rapat, seperti *Yellow Caturra*, diindikasikan lebih mampu bertahan terhadap dehidrasi (DaMatta dan Ramalho, 2006; Melke dan Fetene, 2014). Kultivar “Bourbon Pointu”, yang memiliki karakteristik habitus menyerupai pohon natal, buku cabang rapat, dan ukuran daun lebih kecil, diketahui memiliki sifat tahan terhadap kekeringan. Arsitektur kanopi tanaman tipe mutan tersebut sangat berbeda dibandingkan dengan kultivar asalnya, yaitu Bourbon (Lécolier *et al.*, 2009). Dengan demikian, karakter penampilan kanopi tanaman perlu dijadikan sebagai salahsatu kriteria seleksi ketahanan terhadap cekaman kekeringan (Damatta, 2004).

Genotipe-genotipe yang telah teridentifikasi tahan terhadap cekaman suhu tinggi dan kekeringan dapat dijadikan sebagai salah satu tetua dalam program persilangan. Seleksi galur-galur tetua persilangan dan identifikasi hibrida yang dihasilkannya memerlukan waktu yang lama apabila hanya berdasarkan pada karakteristik morfologi. Oleh sebab itu, diperlukan kombinasi antara penanda botanis, agronomis, dan molekuler pada saat identifikasi galur atau hibrida antar varietas kopi Arabika. Beberapa penanda molekuler telah dicoba untuk mengidentifikasi keragaman dan pengelompokan genetik kopi Arabika, seperti RAPD, AFLP, SSR, ISSR (Maluf *et al.*, 2005; Motta *et al.*, 2014), SRAP (Mishra *et al.*, 2011), dan SNP (Zhou *et al.*, 2016). Beberapa kandidat gen, seperti *CaSTK1* (protein kinase), *CaSAMTI* (*SAM-dependent methyltransferase*), *CaSLP1* (perkembangan tanaman) dan *CaMAS1* (biosintesis ABA), menunjukkan ekspresi yang meningkat (*up-regulated*) pada kondisi cekaman kekeringan (Mofatto *et al.*, 2016). Sekuen primer yang terkait dengan kandidat gen tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1. Dengan demikian, peluang untuk melakukan seleksi berbasis penanda (*marker assisted selection*) untuk sifat ketahanan terhadap kekeringan pada kopi Arabika sudah mulai terbuka.

Table 1. Candidate genes of drought resistance and related primer sequences specified for coffee plant

Gen	Nama Protein	Primer	Sekuen Primer	bp
CaMAS1	<i>Momilactone-A synthase</i>	33413-F33413-R	5' GGGCAGAGGCACGAAAAA 3' 5' GGTACCCTGCCGCAACTATG 3'	60
CaSAMT1	<i>S-adenosyl-methionine-methyltransferase</i>	34318-F34318-R	5' AACGTTGGGTGATGAATGTTG 3' 5' GTGCCAATAAGCCCTATCGT 3'	80
CaSLP1	<i>Subtilisin-like protein</i>	7961-F7961-R	5' CCATCGTTCTCGGTGGTCTT 3' 5' GCATTGCTCCCCACATTCTT 3'	80
CaSTK1	<i>Hypothetical S/T protein kinase</i>	6301-1 F6301-1R	5' CCACCCACAAGCTGTATTCTCA 3' 5' GACCCAATGGGATGTCATCAC 3'	80

Sumber: Mofatto et al. (2016)

PENUTUP

Kopi Arabika merupakan salah satu komoditas perkebunan bernilai ekonomi tinggi sehingga pengembangannya perlu didukung oleh program pemuliaan tanaman yang berkelanjutan. Program pemuliaan tanaman kopi Arabika di era perubahan iklim global tidak hanya diarakan untuk merakitan varietas unggul baru berpotensi daya hasil tinggi dan bermutu baik, melainkan juga memiliki ketahanan terhadap cekaman biotik dan abiotik. Para peneliti di berbagai belahan dunia terus berupaya untuk mengidentifikasi sifat ketahanan kopi Arabika terhadap suhu tinggi, kekeringan, penyakit karat daun, dan hama penggerek buah kopi. Sifat-sifat penting tersebut kemudian diintrogresikan ke dalam kultivar-kultivar elit, baik melalui pendekatan konvensional maupun bioteknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI 01-2907-2008, Biji Kopi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Barbosa, Aulus E. a D. et al. 2010. "Alpha-Amylase Inhibitor-1 Gene from *Phaseolus vulgaris* Expressed in Coffea Arabica Plants Inhibits Alpha-Amylases from the Coffee Berry Borer Pest." *BMC Biotechnology* 10:44.
- Bertrand, Benoit, B. Guyot, F. Anthony, and P. Lashermes. 2003. "Impact of *Coffea canephora* Gene Introgression on Beverage Quality of *C. arabica*." *Theor Appl Genet* 107:387–94.
- Bunn, Christian, Peter Läderach, Oriana Ovalle Rivera, and Dieter Kirschke. 2015. "A Bitter Cup: Climate Change Profile of Global Production of Arabica and Robusta Coffee." *Climatic Change* 129(1–2):89–101.
- Cheserek, J. J. and B. M. Gichimu. 2012. A Review." *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science* 2(December):498–501.
- Craparo, A. C. W., P. J. A. Van Asten, P. Läderach, L. T. P. Jassogne, and S. W. Grab. 2015. "Coffea Arabica Yields Decline in Tanzania due to Climate Change: Global Implications." *Agricultural and Forest Meteorology* 207:1–10.
- DaMatta, Fabio M. and Jose D.Cochicho Ramalho. 2006. "Impacts of Drought and Temperature Stress on Coffee Physiology and Production: A Review." *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):55–81.
- Damatta, Fábio Murilo. 2004. "Exploring Drought Tolerance in Physiological Approach with Some Insights for Plant Breeding." 16(1):1–6.
- Damon, A. 2000. "A Review of the Biology and Control of the Coffee Berry Borer, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae)." *Bulletin of Entomological Research* 90:453–65.
- Davis, Aaron P., Tadesse Woldemariam Gole, Susana Baena, and Justin Moat. 2012. "The Impact of Climate Change on Indigenous Arabica Coffee (*Coffea arabica*): Predicting Future Trends and

- Identifying Priorities.” *PLoS ONE* 7(11):10–14.
- Diola, Valdir et al. 2011. “High-Density Genetic Mapping for Coffee Leaf Rust Resistance.” *Tree Genetics and Genomes* 7(6):1199–1208.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016: Kopi*. edited by E. Subiyantoro and Y. Arianto. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta.
- Ferwerda, F. P. 1948. “Coffee Breeding in Java.” *Economic Botany* 2(3):258–72. Retrieved (<http://www.jstor.org/stable/4251903>).
- Fischersworing, Beatriz et al. 2015. *Climate Change Adaptation in Coffee Production: A Step-by-Step Guide to Supporting Coffee Farmers in Adapting to Climate Change*. January 20. Wigwam GmbH.
- GAIN. 2014. *Brazil: Coffee Annual*. Retrieved (http://usdabrazil.org.br/upload/files/Coffee%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_5-7-2014.pdf).
- Geleta, Mulatu, Isabel Herrera, Arnulfo Monzón, and Tomas Bryngelsson. 2012. “Genetic Diversity of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in Nicaragua as Estimated by Simple Sequence Repeat Markers.” *TheScientificWorldJournal* 2012:939820. Retrieved (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/article.fcgi?artid=3373144&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>).
- Gole, Tadesse Woldermariam, M. Denich, Demel Teketay, and P. L. G. Vlek. 2002. “Human Impacts on the *Coffea arabica* Genepool in Ethiopia and the Need for Its In Situ Conservation.” Pp. 237–48 in *Managing Plant Genetic Diversity*, edited by J. M. M. Engels, V. Ramanatha, A. H. D. Brown, and M. T. Jackson. IPGRI.
- Guerreiro Filho, Oliveira and Paulo Mazzafera. 2003. “Caffeine and Resistance of Coffee to the Berry Borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae).” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(24):6987–91.
- Hein, Lars and Franz Gatzweiler. 2006. “The Economic Value of Coffee (*Coffea arabica*) Genetic Resources.” *Ecological Economics* 60(1):176–85.
- Herrera, J. C., M. C. Combes, F. Anthony, A. Charrier, and Philippe Lashermes. 2002. “Introgression into the Allotetraploid Coffee (*Coffea arabica* L.): Segregation and Recombination of the *C. canephora* Genome in the Tetraploid Interspecific Hybrid (*C. arabica* x *C. canephora*).” *Theoretical and Applied Genetics* 104(4):661–68.
- Herrera, J. C., M. C. Combes, Hernando Cortina, and Philippe Lashermes. 2004. “Factors Influencing Gene Introgression into the Allotetraploid *Coffea arabica* L. from Its Diploid Relatives.” *Genome* 47(6):1053–60.
- Hulupi, Retno. 2013. “Komasti, Varietas Komposit Kopi Arabika Tahan Penyakit Karat Daun.” *Warta Pusat Penelitian Kopi Dan Kakao Indonesia* 25(2):1–5.
- ICO. 2016. “World Coffee Consumption: In Thousand 60 Kg Bags.” *International Coffee Organization*. Retrieved February 12, 2016 (<http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf>).
- Jaramillo, Juliana et al. 2009. “Thermal Tolerance of the Coffee Berry Borer *Hypothenemus hampei*: Predictions of Climate Change Impact on a Tropical Insect Pest.” *PLoS ONE* 4(8):1–11.
- Jaramillo, Juliana et al. 2011. “Some like It Hot: The Influence and Implications of Climate Change on Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei*) and Coffee Production in East Africa.” *PLoS ONE* 6(9):e24528.
- Jm, Gimase, Omondi Co, and Kathurima Cw. 2015. “Coffee Improvement by 3(April):41–46.
- JPW Coffee. 2014. “Rendahnya Konsumsi Kopi Masyarakat Kita.” Retrieved February 12, 2016 (<http://www.specialtycoffee.co.id/rendahnya-konsumsi-kopi-masyarakat-kita/>).
- JPW Coffee. n.d. “Specialty Coffee – Supplier Kopi Indonesia Specialty Grade.”
- Kathurima C. W. 2012. “Genetic Diversity among Commercial Coffee Varieties, Advanced Selections and Museum Collections in Kenya Using Molecular Markers.” *International Journal of Biodiversity and Conservation* 4(2):39–46.
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. 2016. “Menperin: Gaya Hidup Dorong Industri Kopi Tumbuh.” Retrieved February 14, 2016 (<http://www.kemenperin.go.id/artikel/15421/Menperin:-Gaya-Hidup-Dorong-Industri-Kopi-Tumbuh>).
- Kushalappa, A. C. and A. B. Eskes. 1989. “Advances in Coffee Rust Research.” *Phytopathology* 79(57):503–31.

- Labouisse, Jean-Pierre, Bayetta Bellachew, Surendra Kotecha, and Benoît Bertrand. 2008. "Current Status of Coffee (*Coffea arabica* L.) Genetic Resources in Ethiopia: Implications for Conservation." *Genetic Resources and Crop Evolution* 55(7):1079–93. Retrieved (<http://link.springer.com/article/10.1007/s10722-008-9361-7.pdf>).
- Läderach, Peter et al. 2011. "Systematic Agronomic Farm Management for Improved Coffee Quality." *Field Crops Research* 120(3):321–29.
- Lashermes, P. et al. 2000. "Single-Locus Inheritance in the Allotetraploid *Coffea arabica* L. and Interspecific Hybrid *C. arabica* x *C. canephora*." *The Journal of Heredity* 91(1):81–85. Retrieved (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10739132>).
- Lashermes, Philippe, Marie Christine Combes, Caroline Ansaldi, Elijah Gichuru, and Sandra Noir. 2011. "Analysis of Alien Introgression in Coffee Tree (*Coffea arabica* L.)." *Molecular Breeding* 27(2):223–32.
- Lécolier, Aurélie, Pascale Besse, André Charrier, Thierry Nicolas Tchakaloff, and Michel Noirot. 2009. "Unraveling the Origin of *Coffea arabica* 'Bourbon Pointu' from La Réunion: A Historical and Scientific Perspective." *Euphytica* 168(1):1–10.
- Lima, Rogério Barbosa et al. 2013. "Heat Stress Causes Alterations in the Cell-Wall Polymers and Anatomy of Coffee Leaves (*Coffea arabica* L.)." *Carbohydrate Polymers* 93(1):135–43. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.05.015>).
- Mackesy, D. and M. Sullivan. 2015. "CPHST Pest Datasheet for *Hemileia vastatrix*." 1–10. Retrieved (<http://download.ceris.purdue.edu/file/2793>).
- Mahé, L., V. M. P. Várzea, D. Le Pierrès, M. C. Combes, and P. Lashermes. 2007. "A New Source of Resistance against Coffee Leaf Rust from New-Caledonian Natural Interspecific Hybrids between *Coffea arabica* and *Coffea canephora*." *Plant Breeding* 126(6):638–41.
- Maluf, Mirian Perez et al. 2009. "Altered Expression of the Caffeine Synthase Gene in a Naturally Caffeine-Free Mutant of *Coffea arabica*." *Genetics and Molecular Biology* 32(4):802–10. Retrieved (<http://www.scielo.br/pdf/gmb/v32n4/2009-033.pdf>).
- Maluf, Mirian Perez, Milene Silvestrini, Luciana Machado de Campos Ruggiero, Oliveira Guerreiro Filho, and Carlos Augusto Colombo. 2005. "Genetic Diversity of Cultivated *Coffea arabica* Inbred Lines Assessed by RAPD, AFLP and SSR Marker Systems." *Scientia Agricola* 62(4):366–73.
- Mariga, Daniel S., Ngugu Chris Froome, and Tegla F. Loroupe. 2016. "A Review on Heat and Drought Tolerance in Coffee." *Adv. Agric. Agric. Sci.* 2(8):160–63.
- Melke, Abayneh and Masresha Fetene. 2014. "Eco-Physiological Basis of Drought Stress in Coffee (*Coffea arabica*, L.) in Ethiopia." *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 26(3–4):225–39.
- Mishra, M. K. and A. Slater. 2012. "Recent Advances in the Genetic Transformation of Coffee." *Biotechnology Research International* 2012. Retrieved (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3437269/>).
- Mishra, Manoj Kumar et al. 2011. "Sagenetic Molecular Analysis of *Coffea arabica* (Rubiaceae) Hybrids Using SRAP Markers." *Revista de Biología Tropical* 59(2):607–17.
- Mofatto, Luciana Souto et al. 2016. "Identification of Candidate Genes for Drought Tolerance in Coffee by High-Throughput Sequencing in the Shoot Apex of Different *Coffea arabica* Cultivars." *BMC Plant Biology* 16(1):94. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1186/s12870-016-0777-5>).
- Motta, Ludymila Brandão et al. 2014. "Molecular Characterization of Arabica and Conilon Coffee Plants Genotypes by SSR and ISSR Markers." *Brazilian Archives of Biology and Technology* 57(5):728–35.
- Nagai, Chifumi et al. 2008. "Production of a New Low-Caffeine Hybrid Coffee and the Biochemical Mechanism of Low Caffeine Accumulation." *Euphytica* 164(1):133–42.

- Nugroho, D., S. Mawardi, Yusianto, and R. Arimersetiowati. 2012. "Karakterisasi Mutu Fisik Dan Cita Rasa Biji Kopi Arabika Varietas Maragogip (*Coffea arabica* L . var . *Maragogype* Hort . Ex Froehner) Dan Seleksi Pohon Induk Di Jawa Timur." *Pelita Perkebunan* 28(1):1–13.
- Oestreich-Janzen, S. 2010. "Chemistry of Coffee." Pp. 1085–1113 in *Comprehensive Natural Products II – Chemistry and Biology*, edited by M. Lew. Elsevier Ltd., Oxford.
- Ovalle-Rivera, Oriana, Peter Läderach, Christian Bunn, Michael Obersteiner, and Götz Schroth. 2015. "Projected Shifts in *Coffea arabica* Suitability among Major Global Producing Regions due to Climate Change." *PLoS ONE* 10(4):1–13.
- Pinto-Maglio, Cecília A. F. 2006. "Cytogenetics of Coffee." *Brazilian Journal of Plant Physiology* 18(1):37–44.
- Poltronieri, Palmiro and Franca Rossi. 2016. "Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance." *Challenges* 7(19):1–22. Retrieved (<http://www.mdpi.com/journal/challenges>).
- Priolli, Regina H. G. et al. 2008. "Caffeine Inheritance in Interspecific Hybrids of *Coffea arabica* x *Coffea canephora* (Gentianales, Rubiaceae)." *Genetics and Molecular Biology* 31(2):498–504.
- Ridley, Frances Victoria. 2011. "The Past and Future Climatic Suitability of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in East Africa . The Past and Future Climatic Suitability of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) in East Africa ."
- Sera, Gustavo Hiroshi, Tumoru Sera, Inês Cristina De Batista Fonseca, and Dhalton Shiguer Ito. 2010. "Resistance to Leaf Rust in Coffee Cultivars." *Coffee Science* 5(1):59–66.
- Siahaan, Jimmy Andar. 2008. "Analisis Dayasaing Komoditas Kopi Arabika Indonesia Di Pasar Internasional." Institut Pertanian Bogor.
- Silvarolla, M. B., P. Mazzafera, M. M. A. Lima, H. P. Medina Filho, and L. C. Fazuoli. 1999. "Ploidy Level and Caffeine Content in Leaves of Coffea." *Sciencia Agricola* 56:661–63.
- Sinaga, Rosmauli. 2013. "Varietas Unggul Kopi Arabika." Retrieved February 13, 2016 (<http://ditjenbun.pertanian.go.id/bbpptpm> edan/berita-212-varietas-unggul-kopi-arabika-.html).
- Supriadi, Handi. 2014. "Budidaya Tanaman Kopi Untuk Adaptasi Dan Mitigasi Perubahan Iklim." *Perspektif* 13(1):35–52.
- Susilo, Agung Wahyu. 2008. "Ketahanan Tanaman Kopi (*Coffea* spp.) Terhadap Hama Penggerek Buah Kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.)." *Review Penelitian Kopi Dan Kakao* 24(1):1–15.
- Teixeira, Alexsandro Lara, Flávio De França Souza, Antonio Alves Pereira, Antonio C.Baião Oliveira, and Rodrigo Barros Rocha. 2013. "Performance of Arabica Coffee Cultivars under High Temperature Conditions." *African Journal of Agricultural Research* 8(33):4402–7. Retrieved (<http://www.academicjournals.org/AJAR>) .
- Toppa, Sabrina. 2015. "Global Coffee Consumption Projected to Soar Over Next Five Years." *Business Food & Drink*. Retrieved January 21, 2016 (<http://time.com/3711436/global-coffee-increase/>).
- Tran, Thi Minh Hue. 2005. "Genetic Variation in Cultivated Coffee (*Coffea arabica* L.) Accessions in Northern New South Wales, Australia." Southern Cross University, Lismore, NSW.
- Tshilenge, P., K. K. Nkongolo, M. Mehes, and A. Kalonji. 2009. "Genetic Variation in *Coffea canephora* L . (var. *robusta*) Accessions from the Founder Gene Pool Evaluated with ISSR and RAPD." 8(3):380–90.
- Várzea, Vítor. 2015. *Update on the Coffee Leaf Rust Research Centre*. Retrieved (<http://www.ico.org/documents/cy2014-15/Presentations/115-pscb-coffee-leaf-rust-research-centre.pdf>).
- Vinod, K. K. 2003. "Breeding for Biotic Stress in Plantation Crops." Pp. 431–40 in *Breeding for biotic stress in plantation Crops*. Coimbatore, India: Tamil Nadu Agricultural University. Retrieved (<http://kkvinod.webs.com>).
- Vinod, K. K. and M. Suryakumar. 2004. "Breeding for Quality Improvement in Plantation Crops." Pp. 535–47 in *Proceedings of the training programme on "Plant Breeding Approaches for Quality Improvement of Crops."* Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. Retrieved

- (http://kkvinod.webs.com/share/QLT_PC.pdf).
- Van Der Vossen, Herbert, Beno??t Bertrand, and Andr?? Charrier. 2015. “Next Generation Variety Development for Sustainable Production of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.): A Review.” *Euphytica* (December 2016):243–56.
- Waller, J. M., M. Bigger, and R. J. Hillocks. 2007. *Coffee Pests, Diseases and Their Management*. CABI. Retrieved (<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84890243151&partnerID=40&md5=bb7ae82aeb3e43884d9e63df35531baa>).
- Watts, Corey. 2016. *Climate Change Risks to Coffee*. The Climate Institute.
- Wick, Simone. 2013. “Inisight Special: Productivity.” *Coffee Division of ED&F MAN*, 1–2. Retrieved (<http://www.volcafespecialty.com/wp-content/uploads/2013/01/Jun13-IS-Productivity.pdf>).
- Widayat, Heru P., Ashabul Anhar, and Akhmad Baihaqi. 2015. “Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi, Kualitas Hasil Dan Pendapatan Petani Kopi Arabika Di Aceh Tengah.” *Agrisep* 16(2):8–16.
- Zhou, Lin et al. 2016. “Developing Single Nucleotide Polymorphism (SNP) Markers for the Identification of Coffee Germplasm.” *Tropical Plant Biology* 9(2):82–95. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1007/s12042-016-9167-2>).

TEKNOLOGI PENYEDIAAN BAHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA DENGAN REKAYASA BUDIDAYA STEK BERAKAR SATU RUAS

COFFEE ROBUSTA PLANT MATERIAL PROVISION THROUGH SINGLE NODE ROOTED CUTTINGS

Dibyo Pranowo

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

ABSTRAK

Indonesia menempati urutan penghasil kopi terbesar ketiga di dunia setelah Brazil dan Vietnam dengan ekspor pada posisi empat besar dunia. Secara nasional luas areal kopi Indonesia mencapai 1,23 juta hektar yang 76,7% diantaranya merupakan kopi robusta, sebanyak 96% diusahakan oleh rakyat dan melibatkan 1,79 juta kepala keluarga, memiliki arti yang sangat strategis tidak hanya sebagai sumber devisa tetapi juga berperan penting dalam menciptakan lapangan kerja. Ditinjau dari sisi produktivitas, rata-rata produksi nasional sebanyak 721 kg/ha/thn masih tergolong rendah dari potensi berbagai klon unggul yang telah ditemukan. Hal ini antara lain disebabkan : kopi rakyat rata-rata telah berumur tua, peremajaan/rehabilitasi berjalan lambat, aplikasi budidaya seadanya, keterbatasan pengetahuan petani serta belum banyak yang menggunakan klon-klon unggul baru. Kopi robusta yang memiliki sifat menyerbuk silang memerlukan teknologi khusus dalam menyiapkan bahan tanamannya, yaitu dengan cara klonal melalui perbanyakan setek berakar agar bahan tanaman yang dihasilkan memiliki karakter yang sama dengan induknya. Oleh karena itu, sebagai bahan masukan teknologi penyediaan bahan tanaman untuk memperoleh bibit yang bermutu tinggi, tulisan ini disajikan dari hasil praktikal penulis dalam menyediakan bibit kopi robusta dengan setek berakar satu ruas melalui rekayasa budidaya.

Kata kunci : Rekayasa budidaya, penyediaan bahan tanaman, kopi robusta,

ABSTRACT

*Indonesia is the third largest Arabica Coffee (*Coffea arabica L.*) producer in the world, after Brazil and Vietnam and as the fourth at export. The coffee producing area covers 1.23 million ha which 76.7% of it for Robusta Coffee cultivation and 96% is in small holder plantations involving 1.79 millions households, thus economically plays a strategic role not only as the source of national foreign exchange but also in providing employment. However, its national productivity is considered as low (721 kg/ha/year) compared to its potentials. This is caused by old plants, slow progress in rejuvenation, improper cultivation, limitid knowledge of recommended agricultural practice among farmers, and low use of superior clones. Robusta Coffee is cross pollinated thus needs certain breeding technology through clonal breeding i.e. rooted cuttings to generate similar characters with its parents. Therefore, this paper propose a new technology in plant materials provision of Robusta Coffee with single node rooted cuttings.*

Key words :Ccultivation technology, plant material provision, Robusta Coffee

PENDAHULUAN

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) merupakan salah satu komoditas strategis dan memiliki peranan penting bagi perekonomian Indonesia, pengusahaannya dilakukan mulai dari daerah dataran sedang pada ketinggian sekitar 500 m dpl. (kopi robusta) sampai dengan dataran tinggi diatas 1000 m dpl. (kopi arabika), dimana lebih dari 96% diusahakan oleh rakyat. Selain untuk kepentingan konsumsi dalam negeri, kopi

Indonesia sangat dikenal di dunia internasional sehingga merupakan komoditi ekspor yang memiliki peran yang cukup besar. Realisasi ekspor kopi nasional pada tahun 2015 mencapai 1,19 miliar dollar AS, naik 158 juta dollar AS dibanding tahun 2014 dan hingga september 2016 telah mencapai 650,2 juta dollar AS menempatkan Indonesia pada posisi empat besar pengekspor kopi dunia (Mariyati M., 2016). Luas areal kopi di Indonesia seluas 1,23 juta hektar dengan rata-rata produksi 721

kg/ha/thn dengan produksi sekitar 685 ribu ton atau 8,9 % dari produksi kopi dunia dengan komposisi 76,7% kopi robusta dan 23,3% kopi arabika menempatkan Indonesia penghasil kopi terbesar ketiga setelah Brazil dan Vietnam, dimana pengusahaannya menciptakan lapangan kerja 1,79 juta kepala keluarga (Ditjenbun, 2016). Rata-rata produksi kopi nasional tersebut masih tergolong rendah, dibanding potensi produksi kopi yang sesungguhnya. Hal ini antara lain disebabkan : rata-rata kopi rakyat telah berumur tua dengan aplikasi budidaya seadanya, peremajaan/rehabilitasi berjalan lambat, masih sangat terbatasnya penggunaan bibit unggul dan lain sebagainya. Kegiatan peremajaan ataupun perluasan areal oleh rakyat khususnya pada kopi robusta kebanyakan masih menggunakan bibit asal biji yang tidak sesuai dengan anjuran, karena kopi robusta menyerbuk silang sehingga turunannya akan menghasilkan pertanaman dengan tingkat produktivitas rendah.

Perbanyak tanaman kopi robusta harus dilakukan secara vegetatif agar diperoleh bahan tanaman yang sama sifatnya seperti induknya. Perbanyak vegetatif dapat dilakukan dengan konvensional, yaitu dengan melalui perbanyak setek berakar. Teknologi penyediaan bahan tanaman kopi robusta dengan rekayasa budidaya setek berakar satu ruas diharapkan menjadi salah satu metode yang dapat digunakan dalam penyediaan bahan tanaman unggul untuk meningkatkan produktivitas

Penyiapan bahan tanaman kopi robusta

Sekitar 95% jenis kopi yang ada di indonesia saat ini adalah jenis kopi robusta, hal ini kemungkinan disebabkan karena terbatasnya areal perkebunan untuk kopi jenis arabika yang memerlukan areal dengan ketinggian tempat diatas 1000 m diatas permukaan laut. Sebaliknya areal yang tersebar dibawah ketinggian tersebut jauh lebih luas dengan tingkat pemukiman penduduk yang lebih banyak sehingga pengembangan usaha perkebunan kopi robusta menjadi lebih banyak dibanding kopi arabika. Luas areal kopi robusta yang ada sekarang ini tidak sebanding dengan produktifitas tanamannya per hektarnya, hal ini

disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah : (1) belum digunkannya bahan tanaman kopi robusta jenis unggul yang sesuai dengan agrosistim setempat, (2) petani kebanyakan masih menggunakan bahan tanaman yang berasal dari biji yang diambil dari tanaman kopi yang berbuah lebat di kebun. Padahal sifat dari kopi robusta adalah penyerbukan silang (cross polinated) dimana keturunannya akan mengalami segregasi sehingga produktivitasnya tidak akan sama dengan induknya, maka perbanyakannya harus dilakukan secara klonal (Hartman dan Kester, 1983). Berbeda dengan kopi arabika yang perbanyakannya bisa dilakukan dari biji, karena bersifat menyerbuk sendiri (self pollinated). (3) tanaman kopi yang ada sekarang ini rata-rata telah berumur tua, dan (4) teknik budidaya yang ada belum mengikuti standart operasional prosedur (SOP) dengan baik.

Upaya untuk meningkatkan produktifitas tanaman kopi robusta, salah satunya adalah dengan perbaikan bahan tanaman yang digunakan dengan introduksi klon kopi anjuran yang sesuai dengan agro-ekosistem pengusahaannya. Penggantian bahan tanaman anjuran dapat dilakukan secara bertahap yang disesuaikan dengan kondisi pertanaman yang sudah ada, baik dengan cara menyambung di lapangan pada tanaman kopi yang telah ada atau penanaman tanaman baru dengan menggunakan bahan tanaman asal setek (Cramer, 1957; Srinivasan dan Vishveshwara, 1980; Nur dan Sulistyo, 1987) dari klon unggul anjuran.

Klon kopi robusta dan karakter agronomisnya

Telah cukup banyak klon-klon kopi robusta yang ditemukan dan memiliki kelebihan dari masing-masing karakternya, seperti : tingkat produktifitas, ketahanan terhadap hama penyakit, aroma/rasa, daya adaptasi terhadap agroekosistem dan lain sebagainya. Klon kopi robusta yang dianjurkan, antara lain : BP 42, BP 234, BP 288, BP 358, BP 409, dan SA 203 (Puslit koka, 2003; Prastowo dkk., 2010).

Kopi robusta bersifat menyerbuk silang, oleh karena itu model penanamannya harus poliklonal dengan menanam 4 – 5 klon untuk

setiap areal pengembangannya. Disamping itu, karakter dari kopi robusta yang sering menunjukkan respon yang berbeda pada lingkungan tumbuh yang berbeda, berpengaruh terhadap penentuan komposisi maupun klon yang akan digunakan. Menurut Prastowo, B. dkk., 2010, komposisi klon kopi robusta untuk suatu lingkungan tertentu harus berdasarkan pada stabilitas daya hasil klon , kompatibilitas atau keserempakan saat berbunga antar klon pada kondisi lingkungan tertentu serta keseragaman ukuran biji. Kondisi lingkungan khususnya type iklim di tentukan berdasarkan klasifikasi iklim menurut Schmidt dan Ferguson (1951). Adapun komposisi penanaman kopi robusta model poliklonal dapat

dipilih untuk setiap tipe iklim dan ketinggian tempat tertentu seperti pada tabel 1.

Dalam mempersiapkan bahan tanaman harus diketahui klon kopi robusta yang akan digunakan serta komposisi atau perbandingan model poliklonalnya sehingga keperluan banyaknya masing-masing klon dapat ditentukan. Disamping itu sebelum melakukan penanaman harus diketahui terlebih dahulu karakter agronomis dari masing-masing klon agar dalam pelaksanaan penanaman dilapang dapat ditata sedemikian rupa sehingga tidak tercampur dan tujuan dari budidaya tercapai. Adapun karakter agronomis dari masing-masing klon anjuran tersebut disajikan dalam tabel 2.

Tabel 1. Komposisi penanaman kopi robusta poliklonal untuk setiap tipe iklim dan ketinggian tempat.

Table 1. Composition of Robusta Coffee planting pattern for each type of climate and altitude

Type Iklim	Tinggi tempat >400 m dpl.	Tinggi tempat <400 m dpl.
A atau B	Klon BP 42 : BP234 : BP 358 : SA 237 (1 : 1 : 1 : 1) Klon BP 436 : BP 534 : BP 920 : BP 936 (1 : 1 : 1 : 1)	Klon BP 42 : BP 234 : BP 358 (2 : 1 : 1)
C atau D	Klon BP 42 : BP 234 : BP 409 (2 : 1 : 1) Klon BP 936 : BP 939 : SA 203 (2 : 1 : 1)	Klon BP 42 : BP 234 : BP 288 : BP 409 (1 : 1 : 1 : 1)

Keterangan : type iklim menurut Schmidt dan Ferguson, sumber : Puslit koka, 2003

Note: Type of climate according to Schmidt and Ferguson. Source : Puslit koka, 2003

Tabel 2. Karakter agronomis penting beberapa klon kopi robusta anjuran

Table 2. Agronomic characteristics of recommended Robusta Coffee clones

Karakter agronomis	Klon BP 42	Klon BP 234	Klon BP 288	Klon BP 358
Perawakan	Sedang	Ramping	Sedang	Sedang
Percabangan	Mendatar, ruas pendek	Panjang, lentur, ruas panjang	Ruas panjang	Agak lentur, ruas agak panjang
Bentuk daun dan warna buah	Membulat besar, permukaan sedikit bergelombang,pupus hijau kecoklatan	Bulat memanjang, permukaan bergelombang nyata, pupus membentuk	Agak membulat, permukaan sedikit memanjang, bergelombang, pupus kecoklatan	Bulat telur, hijau mengkilap, tepi daun bergelombang lebar, pupus hijau kecoklatan

		membulat berwarna hijau pucat kecoklatan					
Buah	Besar, dompolan rapat, warna hijau pucat, masak merah	Agak kecil seragam, diskus kecil,warna hijau, masak merah	tidak diskus seperti masak merah	Agak kecil, diskus cincin, masak merah tua	diskus	Agak besar,diskus lebar, buah masak merah pucat	Agak besar,diskus belang
Biji	Medium-besar	Kecil-medium	Kecil-medium		Medium-besar		
Saat pembungaan	Agak akhir (lambat)	>400 m berbunga awal, <400 m akhir	dpl berbunga berbunga	>400 m berbunga akhir, <400 m berbunga agak awal	dpl dpl	Agak terakhir	
Produktivitas (kg biji/ha/th)	800 – 1.200		800 – 1.600		800 – 1.500		800 – 1.700
	Klon BP 409	Klon BP 436	Klon BP 534		Klon BP 936		
Perawakan	Besar, kokoh	Kecil – sedang	Sedang		Sedang – besar		
Percabangan	Kokoh, kuat, ruas agak panjang	Aktif, kebawah	lentur	Lentur cabang kurang aktif dan mudah patah, lebih sesuai	kebawah, skunder teratur, percabangan rapat, rimbun digunakan sebagai sambungan tak ent	Kaku teratur,	mendatar
Bentuk daun dan warna buah	Membulat, besar, hijau gelap, helai daun seperti belulang, bergelombang tegas, pupus hijau muda	Bulat telur runcing melengkung, terhadap tangkai tegak, berwarna hijau muda	ujung daun kedudukan daun terhadap tangkai daun berwarna hijau	ujung daun seperti belulang, sirip daun tegas, daun tua berwarna hijau, berwarna hijau sering pukat (kekuningan), pupus hijau	lebar daun sempit, helai daun seperti ujung belulang, sirip daun telur agak lebar, pupus berwarna mosaik, berwarna hijau, hijau-coklat muda, hijau	Bulat memanjang, telur, lebar memanjang, ujung membulat telur pupus berwarna sedang, hijau kecoklatan kemerahan	Bulat telur, lebar memanjang, telur agak lebar, pupus berwarna hijau menelungkup kebawah

Buah	Agak besar, diskus agak lebar, buah masak merah pucat belang	buah muda ada diskus kecil, buah dompolan sangat rapat, >400 m dpl. masak serempak warna merah anggur, <400 m masak tidak	berukuran besar, muda permukaan berwarna kuning pukat beralur putih, diskus seperti cincin menonjol, dompolan buah balik cabang daun rapat dan lebat serempak	membulat permukaan halus, buah muda hijau bersih, masak seragam, letak buah tersembunyi di balik cabang daun
Biji	Medium - besar	kecil – sedang	sedang – besar	sedang – besar
Saat pembungaan	Terakhir	>400 m dpl. berbunga akhir,<400 m dpl berbunga awal- akhir	agak akhir – akhir	agak awal
Produktivitas (kg biji/ha/th)	1.000 – 1.300	1.600 – 2.800	1.0 – 2.800	1.800 – 2.800
	Klon BP 939		Klon SA 23	
Perawakan	Sedang, lebar, kokoh	Besar, lebar, kokoh	Sedang	
Percabangan	Panjang agak lentur kebawah, antar cabang terbuka teratur sehingga buah tampak menonjol dari luar	Kokoh, kuat, ruas agak panjang cabang terbuka cabang sehingga buah tampak menonjol dari luar	Teratur cabang sangat cabang cenderung kebawah	mendatar, primer panjang, sekunder lentur
Bentuk daun dan warna buah	Oval bersirip tegas dan rapat, helaian daun kaku, tepi daun mengerupuk, ujung daun berwarna hijau sedang dan tumpul, pupus hijau kecoklatan	Membulat, besar, hijau kusam, helai daun tetapi bergelombang, pupus hijau	Oval hijau sedang daun mengkilat, pupus berwarna coklat kemerahan	berwarna
Buah	Dalam dompolan	Agak kecil, diskus	Dalam dompolan	

lebat dan rapat, kecil, jarak antar lebat dan rapat,
 jarak antar dompolan pendek, jarak antar
 dompolan lebar, buah masak merah dompolan lebar,
 ukuran kecil tua masak tidak
 berbentuk lonjong, serempak
 permukaan buah ada garis putih

Biji	Medium	Kecil – mediu	Kecil – sedan
Pembungaan	Akhir (lambat)	Teakhir	Agak akhir – akhir
Produktivitas (kg biji/ha/th)	1.600 – 2.800	800 – 2.100	1.600 – 3.700

Sumber : Puslit kopi dan kakao, 2003, 2008^a, 2008^b dan Hulupi, 2016.

Source: Puslit kopi dan kakao, 2003, 2008^a, 2008^b and Hulupi, 2016.

Sumber bahan tanaman

Bahan tanaman merupakan bagian organ tanaman yang berfungsi sebagai bahan perbanyak tanaman, diantaranya dapat berupa benih, turus, entres, akar rimpang, daun berakar dan stek berakar (Charrier dan Berthaud, 1988; Hulupi R., 2016). Perbanyak tanaman kopi robusta dilakukan secara vegetatif dengan mengambil batang utama sebagai bahan entres. Entres digunakan sebagai bahan setek berakar maupun bahan sambungan dan okulasi (Suprijadji G., 1990). Sebagai penciri utama dari bahan setek yang akan digunakan adalah batang masih berwarna hijau, berumur sekitar 4 bulan dan berasal dari kebun entres yang telah disertifikasi (gambar 1). Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar telah membangun kebun entres berbagai klon unggul kopi robusta yang direkomendasikan dan telah dilakukan setifikasi sesuai dengan ketentuan perundang-undangan oleh instansi yang berwenang.

Entres kopi untuk bahan setek maupun sambung bibit harus menggunakan bahan entres yang bersifat ortotrop (Hulupi dan Nur, 1995) dan tidak boleh menggunakan cabang plagiotrop. Hal ini disebabkan, batang orthotrop akan menghasilkan bahan tanaman yang mempunyai sifat seperti tanaman induknya, yaitu tanaman akan memiliki batang utama yang tumbuh keatas dan cabang-cabang plagiotrop sebagai cabang produktif. Sedangkan

cabang plagiotrop akan menghasilkan tanaman dengan tumbuh mendatar kesamping (horizontal) sehingga hanya dapat dugunakan sebagai bahan rehabilitasi untuk tanaman-tanaman yang sudah tidak produktif (Mawardi, S. 2000, Hartobudoyo, S. dan Soedarsono, 1984, Nur, A.M., 2001).

Penyiapan bak persemaian setek berakar

Sebelum dilakukan pemanenan dan penanaman setek, bak persemaian harus dipersiapkan terlebih dahulu. Bak persemaian dibuat untuk menyemaikan setek berakar yang siap semai setelah dilakukan pemrosesan entres menjadi satu ruas melalui beberapa tahap perlakuan. Untuk memperoleh daya tumbuh yang tinggi tempat dan media yang digunakan memerlukan persyaratan khusus, seperti : komposisi media tumbuh, kelembaban, suhu, metoda penyiraman yang sesuai untuk pertumbuhan tunas dan akar dari setek kopi robusta yang ditanam. Bak persemaian dibuat dari bata merah atau batako dengan ukuran lebar bersih 1,0 meter, tinggi 1,0 meter dan panjang 10 meter atau disesuaikan dengan kondisi tempat dan jumlah stek berakar yang direncanakan. Tempat bak persemaian harus memenuhi syarat-syarat lokasi sebagai berikut :

1. Lokasi dipilih tempat yang datar dan subur
2. Dekat dengan sumber air dengan terjamin kecukupannya

3. Terdapat akses jalan untuk memudahkan pengangkutan saprodi
4. Dekat atau berdampingan dengan tempat pembibitan
5. Dekat dengan tempat tenaga kerja
6. Aman dari ternak besar maupun kecil atau dibuat pagar keliling
7. Aman dari banjir di musim penghujan
8. Jauh dari sumber hama atau penyakit yang mudah menular



Gambar 1. Kebun entres kopi robusta Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar yang telah di sertifikasi

Figure 1. Certified Robusta Coffee seedling garden at Industrial and Beverage Crops Research Institute

Bak-bak dengan ukuran seperti tersebut diatas, dibangun ditempat yang telah ditentukan dengan memberi jarak antar bak persemaian selebar 0,75 meter yang berfungsi sebagai jalan penyemaian, saprodi, pemeliharaan dan kontrol. Bak persemaian selanjutnya diisi dengan campuran batu kerikil dan arang dengan perbandingan 1 : 1 pada lapisan bawah setebal 30 cm. Hal ini dimaksudkan untuk memudahkan peresapan air sehingga media penyemaian tidak mudah tergenang pada waktu penyiraman. Lapisan diatasnya diberi media pasir kasar tanpa diayak setebal 15 cm setelah di lakukan pencampuran dengan fungisida dan insektisida secukupnya. Media penyemaian

setek sebaiknya memiliki pH pada kisaran 4,5 – 7,0 dengan porositas yang baik dan kelembabannya terjaga serta bebas dari jamur maupun bakteri (Rochiman dan Harjadi, 1973). Oleh karena itu media persemaian setek dibuat dari campuran pasir halus yang telah diayak dengan pupuk kandang sapi halus yang telah matang dengan perbandingan 1 : 1 dan diberi fungisida (dithane M-45) dan insektisida (furadan). Media penyemaian yang telah siap segera diisikan kedalam bak persemaian setebal 30 cm, kemudian diratakan dan siap untuk melakukan penyemaian setek (gambar 2).



Gambar 2. Bak persemaian setek berakar

Figure 2. Pre-nursery bed for Robusta Coffee cuttings

Pembuatan sungkup dan naungan

Sungkup atau penutup plastik dibuat dari bambu atau plat besi berbentuk setengah lingkaran yang digunakan sebagai penutup bak persemaian. Sungkup ini dibuat dengan ukuran yang disesuaikan dengan panjang dan lebar bak persemaian, menggunakan plastik bening transparan. Fungsi dari sungkup ini adalah untuk menjaga kelembaban dan suhu udara di dalam bak persemaian agar sesuai dengan lingkungan pengecambahan stek kopi. Selain pembuatan sungkup untuk bedengan tersebut, masih diperlukan naungan yang terbuat dari paranet atau tanaman penaung. Sebaiknya untuk

memproduksi bahan tanaman dalam jumlah yang besar, penggunaan naungan dari paranet akan lebih baik karena pelosan sinar matahariya telah terukur dan seragam dibanding menggunakan penaung dari tanaman penaung. Intensitas penyinaran matahari yang di perlukan untuk pembibitan kopi berkisar antara 30 – 60% (Yuliasmara, F. dan Ardiyani, F., 2016). Oleh karena itu areal persemaian dan pembibitan harus dipilih di tempat yang strategis agar mudah diatur besarnya penyinaran matahari (gambar 3).



Gambar 3. Bak persemaian, sungkup dan penaung parane

Figure 3. Nursery bed , plastic cover, and paranet shade

Penyiapan bahan setek

Setek kopi robusta yang berasal dari sumber entres harus dipastikan telah mencukupi umur dengan ditandai batang entres berwarna hijau dan tidak sukulen yang berasal dari cabang orthothrop. Hasil panen entres dipotong satu ruas dengan menyisakan sepasang daun yang sehat, kemudian dilakukan pemotongan daun 2/3 bagian atau cupir dengan tujuan untuk mengurangi penguapan (Suprijadji G., 1997).

Sedangkan batang entres bagian bawah dipotong dengan menggunakan pisau tajam atau cutter dari kedua sisinya meruncing menyerupai huruf V. Pemotongan batang setek ini tidak diperbolehkan menggunakan gunting setek ataupun pisau tumpul karena akan menimbulkan kerusakan (memar) pada batang/bagian jaringan yang menyebabkan daya tumbuhnya jadi rendah (gambar 4).



Gambar 4. Bahan setek daunnya dikupir, pemotongan setek satu ruas dan setek siap tanam
Figure 4. The plant materials are cutted, one-node cuttings, and ready to plant materials

Perbanyakan kopi robusta dengan stek berakar satu ruas, telah banyak dilakukan baik oleh perkebunan besar maupun petani penangkar. Permasalahan yang timbul adalah daya tumbuh yang rendah maupun vigoritas tanaman yang kurang baik. Hal ini disebabkan antara lain karena : umur bahan setek terlalu tua atau terlalu muda, bahan setek tidak sehat, tidak menggunakan zat perangsang tumbuh, penanganan entres menjadi setek satu ruas belum sesuai dengan budidaya anjuran, media penyemaian tidak memenuhi syarat dan sungup penyemaian kurang rapat sehingga kelembaban menjadi rendah. Umur setek yang baik berkisar antara 3 – 6 bulan (Prastowo dkk, 2010) dan terbebas dari serangan hama dan penyakit. Penggunaan zat perangsang pertumbuhan sangat diperlukan untuk merangsang keluarnya perakaran, seperti IAA atau bahasa pasarnya Rooton F yang berfungsi dapat merangsang pertumbuhan perakaran. Moore, 1979 mengemukakan bahwa zat perangsang tumbuh atau hormon tumbuh merupakan senyawa organik yang dalam konsentrasi rendah (< 1 mm) mampu mendorong, menghambat, atau secara kualitatif merubah pertumbuhan dan perkembangan

tanaman. Dari hasil penelitian Prawoto dan Suprijadji (1992), zat perangsang pertumbuhan akar juga terdapat dalam urin berbagai jenis ternak. Oleh karena itu sebelum setek disemai di bak persemaian perlu dilakukan perendaman dalam larutan zat perangsang selama kurang lebih 15 menit untuk meningkatkan daya tumbuh maupun keseragaman perkecambahan (Gambar 5).

Penyemaian setek

Setelah bahan setek berakar telah dipersiapkan sesuai dengan prosedur kerja, segera disemaikan dalam bak persemaian dengan cara menanam setek sampai dengan leher daun bagian atas satu ruas. Sebelum setek disemai, media persemaian harus disiram dengan air bersih terlebih dahulu sehingga media semai dalam keadaan lembab dan gembur. Hal ini dimaksudkan agar setek yang ditanam tidak mengalami kerusakan fisik sewaktu ditanam sehingga daya kecambah dapat dipertahankan tetap tinggi. Jarak tanam penyemaian setek ditata serapi mungkin sehingga tidak terjadi overlapping antar daun setek satu dengan yang lainnya dengan jarak tanam antara 3,0 – 5,0 cm dalam baris dan 5,0

cm antar baris. Dalam melaksanakan penyemaian ini harus dikelompokkan setiap klon yang disemai jangan sampai tercampur, kemudian diberi label jenis klon, asal setek, jumlah semai dan tanggal semai. Setelah penyemaian selesai segera dilakukan

penyiraman secukupnya kemudian sungkup plastik ditutup dengan rapat untuk menjaga suhu udara dalam sungkup berkisar 32-34°C dan kelembaban tidak boleh kurang dari 70% (Gambar 6).



Gambar 5. Setek satu ruas dan perendaman setek sebelum disemai

Figure 5. One node cuttings before seedlings



Gambar 6. Penyemaian setek berakar dan penutupan sungkup

Figure 6. Nursery bed of cuttings and plastic cover

Pemeliharaan Persemaian

Pemeliharaan persemaian dilakukan secara rutin dan intensif, meliputi : penyangan gulma, penyiraman, pengendalian hama dan penyakit serta penyulaman setek yang tidak berkecambah serta pemupukan.

Penyangan Gulma

Penyangan gulma dilakukan secara rutin 5 hari sekali dengan membuka sungkup kemudian mencabut dengan hati-hati gulma yang tumbuh diantara semaan kopi, sehingga persemaian selalu bersih (gambar 7) . Untuk menjaga suhu dan kelembaban, pengendalian gulma ini sebaiknya dilakukan di pagi hari

sampai dengan pukul 09.00 pagi kemudian sungkup ditutup kembali dengan rapat. Dalam melaksanakan pengendalian gulma ini tidak boleh terlambat yang mengakibatkan gulma tumbuh subur sehingga perakaran dari gulma tersebut mengganggu persemaian setek berakar sewaktu dibersihkan dengan mencabut gulma.

Penyiraman

Untuk memenuhi kebutuhan air setek berakar disamping untuk menjaga kelembaban udara perlu dilakukan penyiraman air bersih secukupnya di dalam bak persemaian secara rutin. Penyiraman dilakukan dengan menggunakan nozzle atau sprayer agar setek tidak goyang atau berubah posisi sewaktu

terkena air. Penyiraman ini sebaiknya juga dilakukan pada pagi hari dengan membuka sungup plastik dan setelah selesai penyiraman

segera ditutup kembali dengan rapat (Gambar 8).



Gambar 7. Persemaian bebas gulma

Figure 7. Weeds-free nursery bed



Gambar 8. Penyiraman pesemaian dan penutupan sungup

Figure 8. Watering the cuttings and covering the nursery bed

Pengendalian Hama dan Penyakit

Gangguan utama dalam persemaian setek berakar kopi robusta adalah semut, rayap dan busuk setek. Gangguan dari semut dan rayap biasanya timbul apabila dalam menyiapkan

media persemaian kurang bersih dan tidak dilakukan soil treatment. Apabila hal ini ditemukan segera kendalikan dengan memberi furadan secukupnya dengan sistem jalur diantara baris semaihan setek berakar kemudian

dilakukan penyiraman agar furadan yang diberikan dapat segera berfungsi. Sedangkan busuk setek juga sering ditemukan terutama apabila suhu di dalam sungkup rendah dibawah 28°C dan kondisi media semai terlalu basah atau menggenang. Apabila hal ini ditemukan setek yang busuk segera dicabut dan dimusnahkan dengan cara membakar, segera lakukan penyemprotan dengan fungisida pada setek berakar yang tidak terkena serangan, jangan melakukan penyiraman apabila media terlalu lembab, lakukan soil treatment setempat pada bekas busuk setek sebelum dilakukan penyulaman kembali. Oleh karena itu sebagai tindakan preventif pengendalian hama dan penyakit ini harus dilakukan secara tepat dan terjadwal, menjaga lingkungan selalu bersih serta menjaga suhu dan kelembaban didalam sungkup sesuai dengan syarat tumbuh kembang setek berakar.

Penyulaman

Penyulaman setek berakar dilakukan pada setek yang mati, tidak berkecambah dan yang terkena serangan hama atau penyakit. Penyulaman ini hanya bisa dilakukan sampai dengan setek berakar berumur 15 hari setelah semai. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga keseragaman bibit yang akan diperoleh nantinya. Bahan sulam harus berasal dari kebun enteres dengan bahan entres yang telah cukup umur dan sejenis yang sesuai dengan kelompok klonnya dan dilakukan serentak dalam satu hari sehingga akan diperoleh keseragaman tumbuh.

Pemupukan

Untuk memperoleh bahan tanaman yang sehat dan cepat, pemanenan pertumbuhan dengan pemupukan di media tanam dengan pupuk hayati seperti pakuwon fertilizer dan pemupukan daun perlu dilakukan, sehingga akan dapat memperpendek waktu pelaksanaan di persemaian. Pemupukan ini dilakukan setelah setek berakar berkecambah dan memiliki minimal dua daun dewasa. Pemupukan hayati pada media semai dilakukan dengan membuat jalur diantara baris setek berakar sedalam 3,0 cm, pupuk hayati di taburkan secukupnya kemudian ditutup kembali. Sedangkan pupuk daun di berikan dengan cara menyemprotkan

pupuk daun dengan konsentrasi 1% pada daun dewasa dengan interval 3 hari sekali.

Pembibitan Setek Berakar

Tahapan selanjutnya setelah setek berakar di persemaian memiliki 4 – 6 daun dewasa dapat segera dipindahkan ke pembibitan menggunakan polibag untuk memperoleh bibit siap salur. Kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan pembibitan ini meliputi : pemilihan lokasi pembibitan, penyiapan naungan, penyiapan media tumbuh, pengisian dan penataan polibag, penanaman bibit di polibag serta pemeliharaan bibitan.

Pemilihan Lokasi Pembibitan

Sama dengan lokasi persemaian, lokasi pembibitan juga harus memenuhi beberapa persyaratan teknis agar penyelenggaraan pembibitan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan petunjuk teknis sehingga dapat diperoleh bibit siap salur yang berkualitas. Persyaratan teknis tersebut, antara lain :

1. Dekat dengan lokasi persemaian,
2. Lokasi dipilih tempat yang datar dan subur,
3. Dekat dengan sumber air dan terjamin kecukupannya,
4. Terdapat akses jalan untuk memudahkan pengangkutan saprodi,
5. Dekat dengan tempat tenaga kerja,
6. Aman dari gangguan ternak besar maupun kecil atau dibuat pagar keliling,
7. Aman dari banjir pada musim penghujan,
8. Jauh dari sumber hama atau penyakit yang mudah menular.

Penyiapan naungan

Penyiapan naungan merupakan langkah awal dari kegiatan pembibitan kopi robusta yang berasal dari setek berakar. Naungan bisa berasal dari daun alang-alang ataupun daun kelapa/nipah sesuai dengan ketersediaan di areal pembibitan. Tetapi untuk produksi bibit dalam jangka yang panjang, naungan dapat dibangun dengan menggunakan parancet dengan tingkat pelolosan sinar matahari 60 – 70 %. Saung parancet dibuat setinggi 2,0 meter dengan

tiang dari paralon atau pipa besi. Tiang yang terbuat dari paralon diisi dengan cor semen pasir dengan jarak antar tiang 3,0 meter sesuai lebar paronet akan lebih tahan lama karena tidak berkarat seperti tiang dari besi dan lebih murah. Luas bangunan disesuaikan dengan rencana jumlah bibit yang akan dibibitkan setiap periode pembibitan (Gambar 9).

Penyiapan media tumbuh

Media tumbuh untuk pembibitan kopi robusta dari stek berakar berupa campuran antara pupuk kandang dengan tanah perbandingan 1 : 1. Pupuk kandang yang digunakan harus sudah matang berasal kotoran ayam atau sapi. Untuk memperoleh media tanam yang berkualitas, pupuk kandang harus dihaluskan kemudian dilakukan pengayakan. Media tanah harus bersih dari batu-batu kecil atau kerikil, akar tanaman dan sampah-sampah lainnya, kemudian dihaluskan dan diayak. Selanjutnya media pupuk kandang dan tanah yang telah diayak dicampur dengan perbandingan yang telah ditetapkan sampai homogen. Sebagai tindakan preventif terhadap terjadinya serangan hama dan penyakit media ditambahkan furadan dan dithene M-45 secukupnya. Selanjutnya media tersebut siap untuk dimasukkan kedalam polibag sebagai media pembibitan kopi setek berakar (Gambar 10)

Pengisian dan Penataan Polibag

robusta cukup berukuran 10 x 12 cm, berwarna hitam, ketebalan 0,02 mm dan terdapat 8 lubang untuk aerasi dan pelolosan air. Biasanya lubang-lubang di polibag ini telah ada dari pabriknya, sehingga tinggal digunakan. Polibag diisi dengan media tanam yang telah disiapkan sebanyak tiga perempat bagian atau diisi penuh tanpa dipadatkan. Polibag yang

sudah terisi media tumbuh selanjutnya ditata di tempat pembibitan dalam bentuk bedengan-bedengan dengan ukuran 120 cm atau sebanyak 12 jajar polibag dan antar bedengan diberi jalan kontrol/pemeliharaan selebar 40 cm. Panjang bedengan menyesuaikan dengan lahan yang tersedia. Setelah polibag ditata dengan rapi siap untuk dilakukan penanaman bibit setek berakar dari persemaian (gambar 11).

Panen bibit dari persemaian

Setelah bibit di persemaian cukup umur yang ditandai dengan tumbuhnya daun sempurna dan perakaran yang cukup atau bibit telah berumur 2-4 bulan setelah semai, dapat segera di panen untuk selanjutnya ditanam di polibag dalam pembibitan (Gambar 12). Karena bibit yang dipanen masih muda, penanganannya harus dilakukan secara hati-hati agar akar bibit yang tumbuh tidak mengalami kerusakan khususnya pada pemanenan bibit yang berumur dua bulan setelah semai. Pada teknologi pemanenan cepat ini beberapa keuntungan akan diperoleh, yaitu waktu pembibitan akan lebih pendek sehingga ketersediaan bibit siap salur akan lebih cepat, menghemat tenaga dan tempat serta biayanya lebih murah. Sedang kelemahannya adalah jika tenaga kerjanya kurang terampil kematian bibit cukup tinggi. Untuk tenaga kerja yang kurang terampil pemanenan dapat dilakukan setelah empat bulan.

Pemanenan harus dilakukan dengan hati-hati agar perakaran bibit tidak putus/rusak dengan menyiram persemaian terlebih dahulu sampai basah baru dilakukan pencabutan (Gambar 14)



Gambar 9. Penyiapan naungan untuk pembibitan

Figure 9. Preparing the shade for seedlings



Gambar 10. Penyiapan media pembibitan

Figure 10. preparing the media for the seedlings



Gambar 11. Pengisian polibag dengan media campuran

Figure 11. Preparing the planting media



Gambar 12. Tanda-tanda daun dan perakaran bibit siap panen dari persemaian

Figure 12. The performance of rootings and leaf of Coffee Robusta seedlings



Gambar 13. Bibit siap panen, panen dan hasil panenan

Figure 13. Ready to plant seedlings

Penanaman Bibit di Polibag

Sebelum bibit ditanam, polibag yang telah berisi media disiram dengan air terlebih dahulu sehingga media tumbuh turun memadat menjadi tiga perempatnya. Setelah dibiarkan beberapa waktu, tepat dibagian tengah media dalam polibag dibuat lubang untuk menanam bibit. Lubang tanam dibuat dengan dalam sesuai panjang akar bibit yang akan ditanam dengan menggunakan kayu. Bibit kopi dari persemaian yang telah memiliki daun dewasa sebanyak 4-6 buah daun (Gambar 14) ditanam secara hati-hati jangan sampai akarnya rusak, kemudian ditutup dengan media halus dan kemudian dipadatkan dengan hati-hati.

Yang sangat penting untuk diperhatikan adalah jangan sampai jenis/klon bibitnya tercampur. Untuk masing-masing klon kopi ditanam dalam bedengan yang terpisah, kalaupun harus menyambung dalam satu bedeng batasnya harus jelas kemudian diberi label yang memuat tentang : jenis/klon kopi robusta, asal bibit, jumlah bibit serta tanggal tanam. Setelah bibit ditanam dengan rapi selanjutnya dilakukan penyiraman dengan air bersih. Penyiraman dilakukan dengan selang yang dipasang nozzle agar media tanah di dalam polibag tidak berhamburan.



Gambar 14. Polibag yang tertata dan penanaman bibit

Gambar 14. Planting media

Pemeliharaan bibit

Pemeliharaan bibit di pembibitan, meliputi : penyiraman gulma, penyiraman, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit serta sanitasi lingkungan. Penyiangan gulma dilakukan secara rutin secara manual dengan mencabut rumput/gulma yang tumbuh di dalam polibag maupun di luar polibag. Sedangkan penyiraman bibit dilakukan setiap pagi atau sore hari secukupnya kecuali jika turun hujan penyiraman tidak dilakukan. Pemupukan hayati dilakukan setelah bibit berumur 3 minggu setelah tanam dengan dosis 2 gram per bibit. Pupuk daun diberikan dengan interval 5 hari sekali, pengendalian hama dan penyakit dilakukan apabila terjadi tanda-tanda serangan hama dan penyakit yang mulai merugikan. Penggunaan pestisida merupakan alternatif terakhir apabila pengendalian secara manual sudah tidak memungkinkan. Sanitasi lingkungan dilakukan secara rutin dengan membersihkan lingkungan pembibitan dari rumput/gulma maupun kotoran lainnya yang ada di lingkungan pembibitan. Sanitasi parit dan jalan kontrol atau jalan pemeliharaan bibit harus dilakukan secara rutin agar tidak terjadi banjir di musim penghujan, juga menghilangkan sumber hama dan penyakit di lingkungan pembibitan.

Bibit siap salur

Kriteria bibit siap salur terutama ditandai dengan rata-rata jumlah daun bibit minimal delapan helai pada umur sekitar 6 – 8 bulan dari penanaman setek. Melalui penerapan teknologi rekayasa budidaya dengan penggunaan pupuk hayati dan pupuk daun bibit siap salur akan diperoleh setelah berumur 6 bulan, sedangkan dengan budidaya biasa baru dapat diperoleh pada umur 8 bulan. Beberapa kriteria bibit siap salur yang bermutu baik, diantaranya adalah :

1. Jumlah daun sesuai dengan umurnya,
2. Tumbuh sehat tidak terserang oleh hama dan penyakit,
3. Tidak tumbuh kerdil,
4. Kalau dibuka sistem perakarannya, tumbuh lebat dan sehat,
5. Daun tidak menggulung/keriting,
6. Bibit tumbuh tegak dengan habitus yang baik,
7. Daun berwarna hijau segar dan normal.

Bibit yang tumbuh dengan baik sesuai dengan jenisnya dipisahkan dari bibit yang tidak normal dan dikelompokkan sesuai dengan klonnya jangan sampai tercampur. Selanjutnya bibit tersebut siap di distribusikan untuk kegiatan penanaman di lapangan



Gambar 15. Pemeliharaan pembibitan

Gambar 15. Seedlings maintenance

PENUTUP

Rata-rata produksi nasional kopi di Indonesia masih lebih rendah dibanding potensi berbagai klon unggul yang telah ditemukan. Hal ini antara lain disebabkan : kopi rakyat rata-rata telah berumur tua, peremajaan/rehabilitasi berjalan lambat, aplikasi budidaya seadanya, keterbatasan pengetahuan petani serta belum banyak yang menggunakan klon-klon unggul baru. Kopi robusta yang memiliki sifat menyerbuk silang sehingga memerlukan teknologi khusus dalam menyiapkan bahan tanaman. Teknologi perbanyakan setek berakar satu ruas menghasilkan bahan tanaman dengan karakter yang sama dengan induknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Cramer, P.J.S., 1957. A Review of Literature of Coffee Research in Indonesia. Inter American Institute of Agricultural Sciences, Turrialba, Costa Rica. 262 p.
- Ditjenbun. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia : Kopi. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta
- Hartman , H.T. and D.E. Kester, 1983. Plant Propagation, Principles and Practices.

Prentice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey. p : 399-447.

Hulipi, R. dan A.M. Nur, 1995. Pembangunan kebun entres Kopi. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, 15:64-81

_____, 2016. Bahan tanaman kopi dalam : KOPI Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan, Produksi Hilir dan Sistem Kemitraan. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Gadjah Mada University Press, 2016. Hal : 56 – 102.

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2003. Klon-klon Unggul Kopi Robusta dan Beberapa Pilihan Komposisi Klon Berdasarkan Kondisi Lingkungan. Nomer Seri 02.0222.2.303.

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008^b. Perbanyak Klonal Kopi. Nomor seri : 02.004.05.

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2008^a. Varietas-varietas Kopi Arabika Yang Telah Dilepas Oleh Menteri Pertanian. Nomer seri : 02.006.08.

Charreir, A. And J. Berthaud. 1988. Principles and Methods in Coffe Plant Breeding : Coffea canephora Pierre. In Clarke, R.J. & R. Macrae (Eds.), Coffe Vol. 4 : Agronomy. Elsevier Applied Science, London & New York, pp : 167 – 197.

- Hartobudoyo, S. dan Soedarsono. 1984. "Kopi dan Kakao, bahan tanaman setek dan musim kemarau panjang tahun 1982". Perkebunan Indonesia. 3/4 . Hal : 36-48.
- Mariyati M. 2016. "Ekspor Kopi RI Tembus USD 650,2 Juta". dalam Antara, 02 Desember 2016.
- Mawardi, S., 2000. Perkembangan Bahan Tanam Kopi Arabika di Indonesia selama tiga abad (1699 – 1999). Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 16, hal : 231 – 281.
- Nur A.M. dan Sulistyo, 1987. Kajian Terhadap Sifat Pertumbuhan Kopi Robusta asal semaihan, sambungan dan setek. Pelita Perkebunan. 3(2) : 41-45.
- Nur A.M., 2001. Perbanyakan Bahan Tanaman Unggul Kopi Robusta dengan Teknik Setek Sambung Klon BP 308. Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Vol. 17, hal : 172 – 178.
- Suprijadji G., 1990. Perkembangan Hasil Penelitian Perbanyakan Klonal Tanaman Kopi. Prosiding Simposium Kopi, Surabaya : 20-21 Nopember 1990. Hal : 142-208.
- Suprijadji G., 1997. Pengaruh Pengupiran Daun Batang Bawah dan Batang Atas Terhadap Keberhasilan Setek Sambung Kopi Robusta. Pelita Perkebunan. Vol : 13. Hal : 71 – 79.
- Moore, T.C., 1979. Biochemistry and Physiology of Plant Hormone. Helderberg, New York.
- Yuliasmara, F. dan Ardiyani, F., 2016. Perbanyak Konvensional dalam Kopi : Sejarah, Botani, Proses Produksi, Pengolahan, Produk Hilir, dan Sistem Kemitraan. PT. Riset Perkebunan Nusantara. Gadjah Mada University Press. Hal : 118 – 141.
- Prastowo, B., Karmawati, E., Rubijo, Siswanto, Indrawanto, C., dan Munarso, S.J., 2010. Budidaya dan Pasca Panen Kopi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor. 70 hal.
- Prawoto, A.A. dan Suprijadji, G., 1992. Kandungan Hormon Dalam Air Seni Beberapa Jenis Ternak. Pelita Perkebunan. Vol. 7. Hal : 79 – 84.
- Rochiman, K. dan S.S. Hardjadi, 1973. Perkembangan Vegetatif. Departemen Agronomi. Fakultas Pertanian Bogor. IPB. 1973.
- Schmidt, F.H. and J.H. Ferguson, 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea, Verhan Jurnal atau Meteorologi dan Geofisika. Jakarta. 77 hal.
- Srinivasan, C.S. and S. Vishveshwara, 1980. A Study of Robusta Propagation : clone vs seedling. Indian Coffee. 44(6):105 – 111.

KINERJA DAYA SAING KAKAO INDONESIA

PERFORMANCE OF INDONESIAN COCOA COMPETITIVENESS

Bedy Sudjarmoko

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

ABSTRAK

Kakao dan produk kakao menjadi penyumbang ketiga terbesar ekspor nasional. Tanaman kakao ini ternyata sangat cocok dengan iklim Indonesia dan mempunyai potensi peningkatan produksi dan perluasan lahan perkebunan kakao. Indonesia, saat ini merupakan negara ketiga pemasok produk kakao terbesar dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Namun nilai ekspor kakao Indonesia tersebut masih didominasi oleh biji kakao mentah, sehingga pemerintah berkewajiban mendorong terjadinya hilirisasi atau peningkatan nilai tambah komoditas kakao. Dengan demikian diharapkan daya saing komoditas kakao Indonesia akan terus meningkat. Tahun 2002 sampai dengan 2011 daya saing kakao Indonesia masih cukup baik, terbukti rata-rata Revealed Competitive Advantage (RCA) di atas 4. Demikian juga dari hasil Indeks Spesialisasi Pasar (ISP) rata-rata mendekati 1 yang berarti spesialisasi Indonesia merupakan negara pengekspor. Sedangkan Indeks Konsentrasi Pasar (IKP) diperoleh rata-rata kurang dari 0,35 yang berarti kerentanan terhadap negara tujuan ekspor kakao relatif kecil. Untuk mendorong nilai tambah kakao diperlukan kebijakan fiskal berupa penerapan bea keluar berjenjang, subsidi ke petani, perbaikan infrastruktur serta riset dan pengembangan kakao nasional.

Kata kunci: kakao, kinerja, daya saing, pasar, internasional

ABSTRACT

Cocoa and its products is the third largest contributor to national exports for estate crops. The plant suits well to Indonesian climate thus has potentials to increase the production and plantation area. Indonesia is currently the world's third largest of cocoa supplier after the Ivory Coast and Ghana. However, the export value of Indonesian cocoa is still dominated by raw cocoa beans, thus the government has an obligation to encourage or increase the value-added cocoa and the competitiveness of Indonesian cocoa, eventually. In term 2002 to 2011 the competitiveness of Indonesian cocoa is still good, with the average of Revealed Competitive Advantage (RCA) in the top 4. Similarly, the results of Market Specialization Index on average is close to 1 which means that Indonesia is an exporter of specialization. While the Market Concentration Index obtained an average of less than 0.35 which means that the susceptibility to cocoa export destination countries are relatively small. To encourage value-added cocoa needed fiscal policy in the form of a tiered application of the export duty, subsidies to farmers, improvement of infrastructure and research and development of the national cocoa.

Keywords: Cocoa, performance, competitiveness, market, internaational

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen utama kakao dunia. Luas areal tanaman kakao Indonesia tercatat 1,4 juta hektar dengan produksi kurang lebih 500 ribu ton pertahun, menempatkan Indonesia sebagai negara produsen terbesar ketiga dunia setelah Ivory Coast (Pantai Gading) dan Ghana. Pantai Gading, dengan luas area 1,6 Ha dan produksinya sebesar 1,3 juta ton per tahun dan Ghana sebesar 900 ribu ton per tahun (Ditjenbun, 2014; Pusdatin, 2014).

Secara umum terdapat sekitar 50 negara produsen kakao, yang terbagi dalam 3 benua yaitu Afrika yang menguasai sekitar 65 persen kakao dunia, Asia sekitar 20 persen dan Amerika latin sekitar 15 persen. Sedangkan dari sisi industri (*world cocoa brinding*), Indonesia berada di nomor tujuh dunia dibawah Belanda, Amerika, Jerman, Pantai Gading, Malaysia dan Brazil. Luas perkebunan kakao di Indonesia terus meningkat sepanjang 5 tahun terakhir. Dengan demikian peluang peningkatan produksi terbuka luas termasuk penambahan nilai tambah produk-produk dari kakao. Biji

kakao maupun produk olahan kakao merupakan komoditi yang diperdagangkan secara internasional. Indonesia termasuk negara pengekspor penting dalam perdagangan biji kakao. Sedangkan untuk produk olahan kakao, seperti disinggung sebelumnya, ekspor Indonesia belum menunjukkan perkembangan yang berarti. Perdagangan luar negeri komoditi tersebut sejalan dengan kebijakan di bidang perdagangan luar negeri yang diterapkan oleh pemerintah Indonesia. Luas perkebunan tersebut meningkat menjadi 1.432.558 Ha (tahun 2009). Secara rata-rata pertumbuhan luas perkebunan kakao di Indonesia dari tahun 2000 hingga tahun 2009 adalah sebesar 8 persen.

Untuk pengembangan dan peningkatan daya saing produk kakao, pemerintah telah mengeluarkan serangkaian kebijakan produksi dan perdagangan produk olahan kakao. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa Indonesia memiliki potensi untuk meningkatkan daya saing dengan meningkatkan produk olahan kakao. Namun, industri pengolahan kakao di Indonesia hingga saat ini belum berkembang, bahkan tertinggal dibandingkan negara-negara produsen olahan kakao yang tidak didukung ketersediaan bahan baku yang memadai, seperti Malaysia. Pengembangan daya saing diperlukan untuk meningkatkan kemampuan penetrasi kakao dan produk kakao Indonesia di pasar ekspor, baik dalam kaitan pendalaman maupun perluasan pasar. Peningkatan daya saing dapat dilakukan dengan melakukan efisiensi biaya produksi dan pemasaran, peningkatan mutu dan konsistensi standar mutu.

Peluang Indonesia untuk merebut pasar dunia sangat luas. Pasalnya, beberapa negara produsen kakao Seperti Papua New Guinea, Vietnam, Malaysia dan Filipina masih jauh dibawah Indonesia. Untuk dapat meraih peluang pasar tersebut, diperlukannya peningkatan produktivitas, penggunaan varietas unggul, perlakuan fermentasi dengan benar penanganan gangguan OPT (Organisma Pengganggu Tanaman) disektor on farm. Sedangkan disektor off farm, perlu perbaikan industri pengolahan sehingga dalam perdagangan internasional produk Indonesia diakui dan dihargai bahkan mampu memperoleh harga premium.

Salah satu cara untuk mendorong pengembangan industri pengolahan biji kakao dalam negeri diperlukan juga instrumen fiskal berupa insentif dan disinsentif fiskal yang disediakan pemerintah. Demikian juga dengan pelaku usaha terutama eksportir agar tidak hanya mencari keuntungan semata tetapi juga selalu berorientasi ekspor bukan dalam bentuk biji kakao agar nilai tambah produk kakao meningkat. Dengan demikian terjadi peningkatan daya saing produk kakao Indonesia.

Produk unggulan kakao saat ini mempunyai daya saing yang relatif baik sejak 2002 namun mempunyai kecenderungan terjadi penurunan pada tahun 2011. Demikian juga nilai eksornya saat ini banyak dalam bentuk bahan baku sehingga nilai tambah produk ini menjadi tidak optimal. Untuk meningkatkan dan mendorong daya saing kakao dan produk-produk dari kakao diperlukan upaya-upaya strategis, salah satu diantaranya adalah melalui kebijakan fiskal.

Tulisan ini akan memberikan gambaran tentang daya saing kakao Indonesia di pasar internasional, memberikan informasi posisi Indonesia sebagai negara spesialisasi importir atau eksportir kakao, serta mengetahui kerentanan terhadap pasar atau ketergantungan pada negara tertentu. Selanjutnya dapat ditentukan upaya-upaya strategis peningkatan daya saing kakao Indonesia di pasar internasional melalui dukungan kebijakan fiskal. Analisis didasarkan pada data ekspor dan impor dari Bloomberg selama sepuluh tahun (tahun 2002 - 2011), serta dilengkapi dengan pokok bahasan dari berbagai sumber informasi.

INDIKATOR DAN KRITERIA DAYA SAING KOMODITAS

Daya saing suatu produk atau komoditas ditunjukkan oleh beberapa indikator yang diukur berdasarkan kriteria tertentu yang sudah ditetapkan. Untuk menganalisis tentang daya saing komoditas kakao yang akan dijadikan salah satu produk ekspor unggulan Indonesia, digunakanlah beberapa rumusan untuk memberikan beberapa gambaran. Rumusan atau formula tersebut antara lain adalah:

Untuk mengetahui *Export Share* kakao Indonesia, digunakan formula atau rumus sebagai berikut (Tambunan, 2003):

$$\text{Share}_{ij} = X_{ij} / X_{iw}$$

dimana :

X_{ij} adalah nilai ekspor komoditi i pada negara j

X_{ij} adalah nilai total ekspor negara j

X_{iw} adalah nilai ekspor komoditi i untuk seluruh dunia

X_{tw} adalah nilai total ekspor dunia

Untuk mengetahui besarnya kontribusi kakao Indonesia dalam perdagangan internasional (ekspor) maka digunakan rumus sebagai berikut (Tambunan, 2003) :

$$P_i = \sqrt{\left(\frac{X_i}{X_t} \right) \times 100\%}$$

dimana :

X_i adalah nilai ekspor pada komoditi i

X_t adalah nilai total ekspor

Untuk menentukan keunggulan komparatif atau daya saing kakao Indonesia digunakan rumus *Revealed Comparative Advantage* (RCA), yaitu dengan rumus atau formula sebagai berikut (Tambunan, 2003):

$$RCA = \frac{(X_{ia}) / (\text{total } X_a)}{(X_{iw}) / \text{total } X_w}$$

dimana :

X = ekspor atau nilai ekspor

i = jenis komoditi

a = negara asal

w= dunia (world)

Bila nilai RCA < 1 atau sampai mendekati 0, maka daya saing komoditi lemah, sedangkan bila nilai RCA > 1 maka daya saingnya kuat, semakin tinggi RCA semakin tinggi daya saingnya.

Untuk mengetahui ketergantungan kakao Indonesia terhadap negara mitra dagang maka digunakan perhitungan Indeks Konsentrasi Pasar (IKP). IKP ini merupakan salah satu cara guna mengetahui intensitas perdagangan suatu negara dengan beberapa negara lainnya. Nilai intensitas tersebut didapat dengan cara mengkuadratkan persentase perdagangan antara suatu negara dengan negara lain. Semakin besar

nilai intensitas perdagangan (skala 0-1) maka semakin besar ketergantungan suatu negara dengan negara lain. Dengan demikian semakin rentan terhadap kondisi perekonomian mitra dagangnya tersebut.

Untuk mengukur kerentanan terhadap pasar negara tertentu digunakanlah Indek Konsentrasi Pasar (*Index of Trade Concentration*) atau *Hirschman Herfindahl Index* (HHI) , dengan rumusan sebagai berikut (David and Levin, 2006; Widiana, 2005):

$$H_j =$$

menambahkan bahwa ekspor merupakan kelebihan produksi dalam negeri yang kemudian kelebihan produksi tersebut dipasarkan di luar negeri. Adapun menurut Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 182/MPP/Kep/4/1998 tentang Ketentuan Umum di Bidang Ekspor, mendefinisikan bahwa ekspor adalah kegiatan mengeluarkan barang dan jasa dari daerah kepabeanan suatu negara. Adapun daerah pabeanan dimaksudkan sebagai wilayah Republik Indonesia yang meliputi wilayah darat, perairan dan ruang udara diatasnya, serta tempat-tempat tertentu di zona ekonomi eksklusif dan landas kontinen yang didalamnya berlaku Undang-Undang No.10 tahun 1995 tentang Kepabeanan. Biro Pusat Statistik (BPS), mendefinisikan juga bahwa ekspor barang adalah seluruh barang yang dibawa keluar dari wilayah suatu negara, baik bersifat komersial maupun bukan komersial (bisa berupa barang hibah, sumbangan, hadiah), serta barang yang akan diolah di luar negeri dan hasilnya dimasukkan kembali ke negara tersebut.

Walaupun demikian ada beberapa barang yang tidak termasuk dalam katagori ekspor antara lain pakaian, barang pribadi dan perhiasan milik penumpang yang bepergian ke luar negeri, barang-barang yang dikirim untuk perwakilan suatu negara di luar negeri, barang-barang untuk ekspedisi/pameran, peti kemas untuk diisi kembali, uang dan surat-surat berharga serta barang-barang untuk contoh (*sample*).

Daya saing (*competitiveness*) adalah merupakan kemampuan perusahaan, industri, daerah, negara, atau antar daerah untuk menghasilkan faktor pendapatan dan faktor pekerjaan yang relatif tinggi dan berkesinambungan untuk menghadapi persaingan internasional. Oleh karena daya saing industri merupakan fenomena di tingkat mikro perusahaan, maka kebijakan pembangunan industri nasional semestinya didahului dengan mengkaji sektor industri secara utuh sebagai dasar pengukurannya.

Pada dasarnya tingkat daya saing suatu negara di kancan perdagangan internasional ditentukan oleh dua faktor, yaitu faktor keunggulan komparatif (*comparative*

advantage) dan faktor keunggulan kompetitif (*competitive advantage*) (Porter, 1995). Lebih lanjut, faktor keunggulan komparatif dapat dianggap sebagai faktor yang bersifat alamiah dan faktor keunggulan kompetitif dianggap sebagai faktor yang bersifat acquired atau dapat dikembangkan/diciptakan (Tambunan, 2003). Selain dua faktor tersebut, tingkat daya saing suatu negara sesungguhnya juga dipengaruhi oleh apa yang disebut *Sustainable Competitive Advantage* (SCA) atau keunggulan daya saing berkelanjutan. Ini terutama dalam kerangka menghadapi tingkat persaingan global yang semakin lama semakin ketat/keras atau *Hyper Competitive* (Mankiw, 2003; Prathama dan Manurung, 2005).

Analisis *Hyper Competitive* (persaingan yang super ketat) berasal dari D'Aveni (Hamdy, 2001), dan merupakan analisis yang menunjukkan bahwa pada akhirnya setiap negara akan dipaksa memikirkan atau menemukan suatu strategi yang tepat, agar negara/perusahaan tersebut dapat tetap bertahan pada kondisi persaingan global yang sangat sulit. Menurut Hamdy, strategi yang tepat adalah strategi SCA (*Sustained Competitive Advantage Strategy*) atau strategi yang berintikan upaya perencanaan dan kegiatan operasional yang terpadu, yang mengaitkan lima lingkungan eksternal dan internal demi pencapaian tujuan jangka pendek maupun jangka panjang, dengan disertai keberhasilan dalam mempertahankan/meningkatkan *sustainable real income* secara efektif dan efisien.

Daya Saing Indonesia

Survei yang dilakukan oleh *International Management Development* (IMD) menunjukkan bahwa daya saing Indonesia dibanding 30 negara-negara utama, antara lain sebagai berikut (Widiana, 2008; Arifin, *et. al*, 2007):

1. Adanya kepercayaan investor yang rendah (risiko politik, *credit rating* yang rendah, diskriminasi dalam masyarakat, sistem penegakan hukum yang lemah, penanganan ketenagakerjaan, subsidi yang tinggi, masih banyak korupsi)

2. Daya saing bisnis yang rendah sebagai akibat kualitas SDM yang rendah, hubungan

perburuhan yang tidak harmonis (*hostile*), praktek-praktek bisnis tidak etis dan lemahnya *corporate governance*.

3. Daya saing yang rendah (nilai-nilai dimasyarakat tidak mendukung daya saing dan globalisasi, kualitas wiraswasta dan kemampuan marketing yang rendah, produktivitas menyeluruh yang rendah)

4. Infrastruktur lemah (pendidikan dan kesehatan yang kurang, perlindungan hak patent dan cipta lemah, penegakan hukum lingkungan hidup yang lemah, biaya telekomunikasi internasional yang mahal, anggaran yang mahal, kurangnya alih teknologi, kurang ahli teknologi informasi).

Untuk itu perlu dilakukan penguatan perekonomian domestik dengan orientasi dan daya saing global. Secara makro teori globalisasi ekonomi dapat diartikan sebagai sebuah teori yang didasarkan atas asumsi perdagangan bebas atau pasar bebas di seluruh dunia, tanpa adanya hambatan baik dalam bentuk tarif atau non tarif (Wibowo, 2004). Namun secara mikro, globalisasi ekonomi dapat diartikan sebagai sebuah inisiatif bisnis yang didasarkan atas kepercayaan bahwa dunia telah menjadi sedemikian homogen, seiring dengan makin mengaburnya perbedaan nyata antar pasar domestik. Sedangkan mengenai kerjasama regional, (Hamdy, 2001) mengemukakan bahwa kerja sama ekonomi dan keuangan, khususnya di bidang perdagangan internasional, saat ini mengarah pada pembentukan kerja sama guna mewujudkan integrasi ekonomi dan keuangan secara regional.

Prospek Kakao Indonesia

Kakao merupakan tanaman perkebunan, yang dikenal di Indonesia sejak tahun 1560 ini baru menjadi komoditi yang penting sejak tahun 1951. Pemerintah Indonesia mulai menaruh perhatian dan mendukung industri kakao pada tahun 1975, setelah PT Perkebunan VI berhasil menaikkan produksi kakao per hektar melalui penggunaan bibit unggul *Upper Amazon Interclonal Hybrid*, yang merupakan hasil persilangan antar klon dan sabah. Tanaman tropis tahunan ini berasal dari Amerika Selatan. Penduduk Maya dan Aztec di Amerika Serikat

dipercaya sebagai perintis pengguna kakao dalam makanan dan minuman. Sampai pertengahan abad ke XVI, selain bangsa di Amerika Selatan, hanya bangsa Spanyol yang mengenal tanaman kakao. Dari Amerika Selatan tanaman ini menyebar ke Amerika Utara, Afrika dan Asia.

Biji kakao yang telah difermentasi dijadikan serbuk yang disebut sebagai coklat bubuk. Coklat bubuk ini dipakai sebagai bahan untuk membuat berbagai macam produk makanan dan minuman. Buah coklat/kakao tanpa biji dapat difermentasi untuk dijadikan pakan ternak. Biji kakao dapat diproduksi menjadi empat jenis produk kakao setengah jadi seperti *cocoa liquor*, *cocoa butter*, *cocoa cake*, *cocoa powder* dan cokelat. Pasar cokelat merupakan konsumen terbesar dari biji kakao dan produk setengah jadi jadi seperti *cocoa powder* dan *cocoa butter*.

Cocoa powder umumnya digunakan sebagai penambah citarasa pada biskuit, *ice cream*, minuman susu dan kue. Sebagian lagi juga digunakan sebagai pelapis permen atau manisan yang dibekukan. *Cocoa powder* juga dikonsumsi oleh industri minuman seperti susu cokelat. Selain untuk pembuatan cokelat dan permen, kakao butter juga dapat digunakan pembuatan rokok, sabun dan kosmetika.

Keunggulan Komparasi (*Revealed Comparative Advantage*)

Daya saing suatu komoditas ekspor suatu negara atau industri dapat dianalisis dengan berbagai macam metode atau diukur dengan sejumlah indikator. Salah satu diantaranya adalah *Revealed Comparative Advantage* (RCA). Demikian juga dapat dilakukan dengan metode *Constant Market Share* dan *Real Effective Exchange Rate*. Disamping itu, laporan tahunan dari *World Economic Forum* (WEF) mengenai *Global Competitiveness Index* (GCI) juga dapat sebagai ukuran daya saing suatu negara setiap tahunnya. GCI adalah indeks gabungan dari sejumlah indikator ekonomi yang telah teruji secara empiris memiliki korelasi positif dengan pertumbuhan ekonomi (PDB) untuk jangka menengah dan panjang. Secara teoritis juga mempunyai

korelasi positif dengan kinerja atau tingkat daya saing ekspor (Tambunan, 2003).

Untuk melihat lebih rinci komoditas Indonesia yang bersaing dengan negara-negara lain di pasar dunia dapat diukur dari *Revealed Comparative Advantage* (RCA) masing-masing produk ekspor (Baasir, 2004). Perhitungan RCA ini menggunakan data yang dikelompokan dalam *Standard Industrial Trade Classification* (SITC) 2 digit. Nilai RCA yang lebih besar dari 1 menunjukkan daya saing yang kuat. Semakin tinggi nilai RCA komoditi, maka semakin tangguh daya saing produk tersebut, sehingga disarankan untuk terus dikembangkan dengan melakukan spesialisasi pada komoditi tersebut.

Salah satu indikator yang dapat menunjukkan perubahan keunggulan komparatif adalah RCA index. Indeks ini menunjukkan perbandingan antara pangsa ekspor komoditas atau sekelompok komoditas suatu negara terhadap pangsa ekspor komoditas tersebut dari seluruh dunia. Dengan kata lain indeks RCA menunjukkan keunggulan komparatif atau daya saing ekspor dari suatu negara dalam suatu komoditas terhadap dunia.

Bila hasil indeks RCA dari suatu negara untuk komoditas tertentu lebih besar dari 1, berarti negara yang bersangkutan mempunyai keunggulan komparatif di atas rata-rata dunia dalam komoditas tersebut. Sebaliknya, bila hasilnya lebih kecil dari 1 berarti keunggulan komparatif untuk komoditas tersebut rendah atau di bawah rat-rata dunia.

Indeks Konsentrasi Pasar (IKP) dan Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP)

Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP) digunakan untuk menganalisis posisi atau tahapan perkembangan suatu produk. ISP ini dapat menggambarkan apakah untuk suatu jenis produk, Indonesia cenderung menjadi negara eksportir atau importir. Secara implisit, indeks ini mempertimbangkan sisi permintaan dan sisi penawaran, dimana ekspor identik dengan suplai domestik dan impor adalah permintaan domestik, atau sesuai dengan teori perdagangan internasional, yaitu teori net of surplus, dimana ekspor dari suatu barang terjadi apabila ada kelebihan atas barang tersebut di pasar domestik.

Nilai indeks ini mempunyai kisaran antara -1 sampai dengan +1. Jika nilanya positif diatas 0 sampai 1, maka komoditi bersangkutan dikatakan mempunyai daya saing yang kuat atau negara yang bersangkutan cenderung sebagai pengekspor dari komoditi tersebut (suplai domestik lebih besar daripada permintaan domestik). Sebaliknya, daya saingnya rendah atau cenderung sebagai pengimpor (suplai domestik lebih kecil dari permintaan domestik), jika nilainya negatif dibawah 0 hingga -1. Kalau indeksnya naik berarti daya beli kecil daripada permintaan dalam negeri. Dengan kata lain, untuk komoditi tersebut, pada tahap ini negara tersebut lebih banyak mengimpor daripada mengekspor.

Upaya Peningkatan Daya Saing Kakao Indonesia

Strategi peningkatan daya saing dilakukan antara lain melalui peningkatan sumber daya manusia dengan cara mendorong peningkatan nilai tambah dari sumber daya lokal. Demikian juga pemerintah terus meningkatkan kewirausahaan dan efisiensi. Faktor lainnya adalah perbaikan di sektor hukum, sosial politik serta perpajakan, termasuk peningkatan integrasi global untuk melihat perkembangan dunia.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam upaya peningkatan daya saing kakao Indonesia antara lain kondisi faktor, kondisi permintaan, industri terkait dan pendukung, strategi dan struktur persaingan, kebijakan pemerintah serta kesempatan dan peluang berkembangnya kakao di Indonesia. Adapun pelaku yang berpengaruh dalam upaya peningkatan daya saing adalah pemerintah, industri, industri pemasok, asosiasi, lembaga keuangan (perbankan), lembaga standar negara pesaing serta pemangku kepentingan lainnya.

Demikian juga ada tiga alternatif strategi dalam upaya peningkatan daya saing, pertama adalah penguasaan teknologi, alternatif ini dua kali lebih penting dari alternatif yang lain yaitu penciptaan iklim usaha yang kondusif serta peningkatan pemakaian bahan baku dalam negeri agar produk lebih efisien.

Produsen terbesar kakao dan produk kakao adalah Negara-negara Afrika seperti

Pantai Gading, Ghana, Kamerun, Nigeria, Togo dan lainnya. Kawasan lainnya adalah Amerika Latin seperti Brasil, Ecuador dan Republik Dominika. Untuk kawasan Asia, Indonesia merupakan pemasok terbesar diikuti Malaysia dan Papua New Guinea. Disamping Afrika, Amerika latin dan Asia, pelaku pasar yang memiliki peran besar untuk permintaan kakao dan produk kakao adalah Swiss, karena negara ini terdapat banyak produk makanan dan minuman, disamping beberapa negara Eropa lainnya.

DAYA SAING KAKAO INDONESIA

Fokus pembahasan dalam tulisan ini adalah menganalisis daya saing kakao Indonesia dengan beberapa negara. Ada tiga hal yang menjadi fokus analisis komoditi kakao Indonesia dengan melihat tren dari hasil RCA, IKP dan ISP. RCA digunakan untuk mengetahui tingkat daya saing kakao Indonesia. Untuk mengetahui kerentanan komoditas kakao dipergunakan IKP, sedangkan ISP yang digunakan untuk mengetahui negara Indonesia termasuk katagori eksportir atau importir untuk komoditi tersebut.

Sebagai pedoman penentuan daya saing komoditi kakao Indonesia agar memiliki keunggulan meningkat maka diperlukan tiga persyaratan antara lain sebagai berikut mempunyai daya saing tinggi dengan nilai RCA tinggi, mempunyai nilai IKP rendah dan mempunyai nilai ISP tinggi dimana hal ini merupakan persyaratan sebagai negara eksportir.

Sumbangan Ekspor Kakao Terhadap Ekspor Nasional

Nilai ekspor produk-produk non migas Indonesia terus mengalami peningkatan menandingi ekspor migas. Sampai dengan tahun 2011 ternyata ekspor migas sebesar 29,64 persen dari total ekspor nasional yang nilainya sebesar US\$ 46,8 miliar. Sedangkan ekspor komoditas non migas mencapai sebesar 71,26 persen.

Bila kita lihat komoditas ekspor kakao selama sepuluh tahun terakhir ternyata kontribusi terhadap total ekspor nasional masih

kecil yaitu rata-rata sebesar 1,04 persen. Tercatat nilai ekspor kakao tahun 2011 mencapai US\$ 1,3 miliar. Saat ini komposisi komoditas ekspor Indonesia masih tetap didominasi oleh ekspor hasil mineral (HS 27) sebesar hampir 30 persen atau nilainya sebesar US\$ 46,8 miliar. Sedangkan komoditas hasil perkebunan cenderung mengalami peningkatan, seperti minyak nabati dari produk kelapa sawit (*Crude Palm Oil*) sebesar 10,34 persen. Kemudian disusul hasil kopi dan rempah-rempah sebesar 10,80 persen. Kemudian diikuti karet dan barang dari karet yang besarnya hampir 6 persen. Produk-produk ini akan terus bertambah nilai maupun kuantitas eksportnya tentu saja bila daya saing produknya juga meningkat.

Sejak tahun 2002 sampai dengan tahun 2011, kakao terus mengalami peningkatan sharenya terhadap ekspor nasional. Rata-rata share kakao terhadap ekspor nasional adalah sebesar 1 persen. Untuk tahun 2011 kontribusi terhadap ekspor nasional sebesar 1,04 persen. Kontribusi ini dapat ditingkatkan bila daya saing komoditas ini juga meningkat, demikian juga pengembangan produk dan peningkatan nilai tambah produk-produk kakao.

Ekspor dan Impor Kakao Indonesia

Negara tujuan utama ekspor kakao dari Indonesia adalah Malaysia, Singapura, Amerika, China dan Brazil yang menguasai sebesar 93,1 persen. Nilai ekspor komoditas kakao pada periode 2002 sampai dengan 2011 terus mengalami peningkatan, walaupun nilai impor juga terus mengalami peningkatan (Tabel 1).

Selama kurun waktu tersebut, ekspor kakao dari Indonesia sebesar hampir US\$ 999,6 juta sedangkan rata-rata impor sepersepuluh nilai ekspor yaitu US\$ 105 juta. Pada tahun 2011 nilai ekspor kakao Indonesia terjadi penurunan. Tercatat juga bahwa total nilai ekspor dunia juga mengalami penurunan dari tahun 2010 cukup besar. Hal ini terjadi karena permintaan negara-negara Eropa menurun sebagai akibat krisis ekonomi di kawasan tersebut. Hal ini juga berimbas pada permintaan negara-negara lainnya sebagai mitra dagang Eropa seperti China. Dengan menurunnya

permintaan dari China maka berarti menurun pula permintaan kakao dari Indonesia. Untuk tahun 2011 nilai ekspor kakao Malaysia lebih tinggi dibanding nilai ekspor kakao Indonesia.

Nilai ekspor kakao terbesar masih dikuasai oleh negara Pantai Gading dan Ghana. Pada umumnya ekspor kakao negara-negara ini sudah melalui fermentasi sehingga harganya lebih tinggi dibanding dengan yang belum difermentasi. Artinya kualitas ekspor kakao Indonesia perlu ditinjau guna meningkatkan nilai tambah ekspor, salah satunya melalui fermentasi. Diperkirakan bila

melalui fermentasi nilai tambah ekspor kakao bertambah Rp 3000/kg.

Hambatan ekspor saat ini yang banyak dikeluhkan para pelaku kakao adalah diterapkannya Bea Keluar. Peraturan Menteri Keuangan (Permenkeu) mencantumkan tarif bea keluar ekspor biji kakao bila harga 2.000-2.750 dollar AS per ton dikenai pajak 5 persen. Untuk harga 2.750-3.500 dollar AS per ton, dikenai pajak 10 persen, sedangkan harga diatas 3.500 dollar AS per ton maka bea keluarnya 15 persen. Harga ekspor ini disesuaikan dengan fluktuasi tarif internasional dari bursa berjangka di New York.

Tabel 1. Nilai ekspor impor kakao dan produk kakao Indonesia, Tahun 2002-2011 (dalam juta US \$)

Table 1. Export and import value of Indonesian cocoa, 2002 – 2011 (US \$ million)

Uraian	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Ekspor Indonesia	701	624	549	668	855	924	1.269	1.413	1.644	1.345
Impor Indonesia	64	81	86	85	76	83	119	121	165	176
Ekspor Malaysia	239	330	445	514	568	757	1.003	918	1.303	1.378
Ekspor Pantai Gading	2.297	2.251	2.182	2.060	2.035	2.205	2.807	3.724	3.827	4.159
Ekspor Ghana	n.a	840	1.071	892	1.241	1.053	1.042	1.158	976	2.294
Ekspor Brazil	207	321	320	387	362	365	401	352	417	421
Total ekspor dunia	14.375	17.965	20.166	20.805	22.984	27.287	32.233	33.865	37.815	33.334

Sumber : diolah dari Bloomberg, 2012 *Source: Bloomberg, 2012; processed*

Keterangan: n.a = tidak ada data *Note: n.a = not available*

Daya Saing Kakao Indonesia

Menurut Buku Tarif Bea Masuk Indonesia/Harmonized System (HS) 2 digit maka kakao bermotor HS 18. Komoditas ini merupakan komoditas unggulan Indonesia yang mempunyai daya saing cukup bagus karena memiliki RCA lebih besar dari 1.

Dalam sepuluh tahun (2002 – 2011) keunggulan komparasi kakao Indonesia rata-rata lebih besar dari 4, yang berarti daya saing ekspor kakao Indonesia cukup bagus. Namun tahun 2011 mengalami penurunan menjadi 2,75 yang hampir sama dengan RCA Malaysia yang

sebesar 2,52. RCA Indonesia dan Malaysia ini sangat jauh dengan RCA negara Pantai Gading yang menguasai pasar dunia ataupun dengan Ghana (Tabel 2).

Menurut potensinya kakao Indonesia sangat besar, mengingat luas wilayah pertanian yang masih dapat dikembangkan untuk kakao seperti daerah Sulawesi, Sumatra, Papua, Nusa Tenggara Barat dan Bali. Oleh karena itu Gerakan Nasional mengenai kakao ini diharapkan akan dapat meningkatkan produksi kakao nasional.

Tabel 2. RCA kakao Indonesia dan beberapa negara eksportir lainnya, Tahun 2002-2011

Table 2. RCA of Indonesian cocoa and other exporter countries, 2002 - 2011

Uraian	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
RCA Indonesia	5,30	4,13	3,36	3,73	4,29	3,93	4,39	4,27	3,96	2,75
RCA Pantai Gading	199,8	170,9	145,0	135,8	126,2	132,4	136,1	127,4	141,3	156,4
RCA Ghana	n.a	146,2	191,1	139,4	173,6	144,5	129,7	80,3	70,9	51,8
RCA Malaysia	1,10	1,27	1,54	1,73	1,79	2,09	2,39	2,05	2,49	2,52
RCA Brazil	1,48	1,77	1,45	1,56	1,33	1,10	0,96	0,81	0,80	0,68

Sumber : diolah dari Bloomberg, 2012 *Source: Bloomberg, 2012; processed*

Keterangan: n.a = data tidak tersedia *Note: n.a = not available*

ISP Kakao Indonesia

Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP) merupakan indeks yang digunakan untuk

menganalisis posisi atau tahapan perkembangan komoditas kakao Indonesia. Indeks ini dapat memberi gambaran apakah spesialisasi Indonesia sebagai negara importir ataukah eksportir kakao. Demikian juga Indeks Konsentrasi Pasar (IKP) atau *Hirschman Herfindahl Index* (HHI) memberikan gambaran kerentanan ekspor kakao ke negara-negara tujuan ekspor utama Indonesia seperti Malaysia, Singapura, China, Amerika dan Perancis.

Indeks Spesialisasi Perdagangan (ISP) Indonesia menunjukkan rata-rata di atas 0,80 dan tahun 2011 sebesar 0,77. Hal ini mengindikasikan bahwa spesialisasi Indonesia masih sebagai negara eksportir kakao. Bila dibandingkan ISP negara Pantai Gading dan Ghana sangatlah jauh. Negara ini merupakan eksportir utama dunia sehingga Pantai Gading ISPInya 1. Demikian juga Ghana mendekati 1 atau 0,99 (Tabel 3).

Tabel 3. HHI , ISP kakao Indonesia dan beberapa negara lain, Tahun 2001-2011

Table 3. HHI, ISP Indonesian cocoa and other countries, 2002 - 2011

Uraian	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HHI Indonesia	0,31	0,36	0,38	0,37	0,35	0,34	0,39	0,38	0,37	0,34
ISP Indonesia	0,83	0,77	0,73	0,77	0,84	0,84	0,83	0,84	0,82	0,77
ISP Pantai Gading	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
ISP Ghana	-1,00	0,99	0,99	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
ISP Malaysia	0,16	0,01	0,08	0,09	-0,13	-0,07	-0,12	0,02	0,06	0,03
ISP Brazil	0,25	0,39	0,58	0,54	0,47	0,26	0,30	0,12	0,20	0,24

Sumber : diolah dari Bloomberg, 2012

Source: Bloomberg, 2012; processed

Strategi Peningkatan Daya Saing Kakao Indonesia

Upaya-upaya peningkatan daya saing kakao berkaitan langsung dengan program pengembangan industri nasional. Sebagaimana yang dilakukan pemerintah, strategi pengembangan industri kakao nasional terbagi menjadi dua katagori yaitu dari sisi penawaran (*supply*) dan yang kedua dari sisi permintaan (*demand*). Sisi *supply* dimaksudkan kakao nasional berupa intensifikasi dan ekstensifikasi lahan kakao nasional, pengembangan bahan baku kakao, peningkatan kapasitas sumber daya manusia, penyediaan insentif bagi investasi produk-produk berbahan baku kakao atau powder cocoa nasional serta kemudahan dalam permodalan. Sedangkan dari sisi *demand*

Bila dibandingkan dengan ISP Malaysia masih jauh dibawah 0,5. Hal ini berarti Malaysia merupakan negara importir kakao demikian juga dengan negara mitra dagang Indonesia lainnya, seperti Brasil. Negara inipun merupakan negara importir kakao karena nilai ISP nya juga kecil.

Hasil Indeks Konsentrasi Pasar (IKP) atau *Hirschman Herfindahl Index* (HHI) Indonesia didapat rata-rata sebesar 0,35. Nilai ini menunjukkan bahwa ketergantungan atau konsentrasi pasar dengan negara tujuan (Malaysia, Singapura, China Amerika dan Perancis) masih relatif kecil. Artinya apabila terjadi keguncangan ekonomi atau krisis ekonomi di negara-negara tujuan ekspor kakao tersebut akan mempunyai pengaruh relatif kecil atau tidak signifikan.

berupa pengembangan kualitas kakao nasional, adanya diversifikasi produk dari kakao, pengembangan dan perluasan pasar domestik serta pengembangan dan perluasan pasar luar dan dalam negeri melalui berbagai pameran, promosi maupun expo.

Prospek kakao ke depan diperkirakan masih terus meningkat dan menguntungkan pelaku usaha. Peluang ini semestinya dimanfaatkan secara maksimal oleh para pelaku usaha dalam negeri dengan jalan meningkatkan daya saing usaha dan produk yang dihasilkan. Upaya peningkatan produktivitas kebun dan efisiensi usaha produk dari kakao serta peningkatan kualitas bahan olahan.

Ada beberapa strategi peningkatan daya saing kakao Indonesia, antara lain adalah sebagai berikut :

1) Program Gerakan Kakao Nasional

Program ini dimaksudkan sebagai gerakan nasional untuk meningkatkan produksi dan kualitas kakao nasional. Peningkatan produksi dapat dilakukan melalui perluasan lahan tanaman kakao, yang dicanangkan 450 ribu hektar. Program ini bukan hanya terkonsentrasi di wilayah Sulawesi saja tetapi ke beberapa wilayah lainnya seperti wilayah Sumatera, Nusa Tenggara Barat, Bali dan Papua. Program ini mempunyai tiga kegiatan yaitu peremajaan tanaman kakao, rehabilitasi lahan dan intensifikasi melalui pemberian bantuan kepada petani berupa bibit unggul, pupuk dan sarana produksi lainnya.

2) Peningkatan mutu produk kakao

Untuk meningkatkan nilai tambah produk kakao Indonesia semestinya para pelaku usaha kakao akan mengekspor hasil produknya bukan saja biji kakao tetapi biji kakao yang sudah difermentasi. Karena nilai tambah kakao fermentasi lebih tinggi. Di sisi lain, peningkatan nilai tambah dapat terus ditingkatkan seiring dengan pemanfaatan kakao untuk bahan baku berbagai produk inovasi lainnya seperti berbagai aneka hasil olahan seperti cokelat atau makanan.

3) Pengenaan tarif Bea Keluar

Untuk meningkatkan nilai tambah yang akan berdampak pada daya saing produk kakao Indonesia perlu dilakukan kebijakan pengenaan tarif Bea Keluar. Dari sisi pabean, pengenaan bea keluar atas produk mentah kakao semestinya lebih tinggi dibanding dengan produk ekspor kakao yang telah difermentasi. Demikian juga pengenaan turunan produk kakao semestinya lebih rendah tarifnya.

4) Penciptaan iklim usaha yang kondusif dan perbaikan sistem birokrasi

Iklim usaha yang kondusif dengan perbaikan dan kemudahan birokrasi merupakan langkah peningkatan daya saing, termasuk dalam akses perbankan dan fasilitas investasi permesinan dan pengolahan yang akan dapat meningkatkan kakao dan produk-produk turunannya. Demikian juga kemudahan berinvestasi di Indonesia sehingga perusahaan-perusahaan pengolahan seperti Nestle, Cargil Cocoa and Chocolate Inc, akan dapat memperluas usahanya di Indonesia.

5) Peningkatan infrastruktur

Peningkatan infrastruktur seperti sarana jalan, pelabuhan dan lain-lain sebaiknya terus dilakukan pemerintah guna mendukung kegiatan industri dalam negeri. Dukungan dana APBN sebesar lebih dari 5 persen khusus pengembangan infrastruktur diperlukan guna percepatan dan pengembangan infrastruktur dalam rangka peningkatan daya saing sektor riil. Di sisi lain terus dilakukan peningkatan infrastruktur untuk mengurangi biaya tinggi (*high cost*) dalam kegiatan distribusi bahan baku dan ekspor. Termasuk pengadaan resi gudang di daerah-daerah sentra kakao. Hal ini dimaksudkan untuk menampung kakao yang siap ekspor pada saat panen raya yang biasanya harganya akan jatuh. Sehingga diperlukan gudang penyimpanan.

6) Peningkatan kemampuan dan kualitas petani kakao

Petani kakao merupakan faktor utama dalam kegiatan produksi. Motivasi dan budaya kerja khususnya pada sektor industri berbahan kakao mempengaruhi produktivitas dan kreativitas kerja. Untuk itu guna meningkatkan keterampilan dan kemampuan petani serta kualitas kerja tenaga kerja Indonesia perlu dilakukan penyuluhan, kursus maupun pelatihan. Dengan harapan dapat meningkatkan kualitas produk yang berstandar internasional sekaligus tercapainya efisiensi.

7) Peningkatan produksi dan inovasi produk dari kakao

Diperlukan peningkatan produksi, inovasi produk dan peningkatan kualitas produk guna meningkatkan daya saing kakao Indonesia. Disisi lain terus dilakukannya penelitian dan pengembangan (*research and development*) kakao dan produk berbahan kakao nasional.

8) Penyaluran langsung Bea Keluar kepada petani kakao

Untuk meningkatkan produksi diperlukan pendanaan yang cukup. Oleh karena itu penerimaan dari bea keluar atas ekspor kakao dapat dimanfaatkan secara langsung oleh para petani kakao atau pelaku kakao di daerah. Dengan kata lain dana yang terkumpul dari bea keluar dapat di share kembali ke daerah dalam bentuk dana alokasi khusus atau transfer ke daerah atau dalam bentuk lainnya, yang dapat mengimplementasikan sistem pembagian /perimbangan keuangan hasil Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) ke daerah. Dana ini dalam implementasinya dapat diwujudkan dalam bentuk pembangunan infrastruktur, subsidi kepada petani berupa subsidi benih ataupun pupuk juga dapat digunakan untuk pengembangan dan riset kakao sehingga kualitas dan produksi kakao Indonesia meningkat.

PENUTUP

1. Kontribusi ekspor komoditas kakao Indonesia pada periode tahun 2002 sampai dengan 2011 terus mengalami kenaikan dan rata-rata kontribusi terhadap 21 ekspor nasional sebesar 1 persen. Demikian juga nilai impor komoditas ini terus mengalami tren naik, rata-rata impor juga mengalami peningkatan terutama dari produk-produk turunan kakao.
2. Daya saing komoditas kakao Indonesia cukup tinggi. Pada periode tahun 2002 sampai dengan 2011 rata-rata nilai RCA diatas 4. Tahun 2011 RCA terjadi penurunan menjadi sebesar 2,75,

namun tetap masih diatas 1. Penurunan tersebut disebabkan nilai ekspor tahun 2011 juga terjadi penurunan. Dari hasil ISP, didapat rata-ratanya sebesar 0,80 atau mendekati 1, hal ini berarti spesialisasi Indonesia sebagai pengekspor komoditas kakao.

3. Indeks Konsentrasi Pasar (IKP) atau HHI untuk komoditas kakao Indonesia selama tahun 2002 sampai dengan 2011 menunjukkan rata-rata sebesar 0,35. Hal ini berarti konsentrasi pasar komoditas kakao tersebut tidak terkonsentrasi pada negara-negara tujuan ekspor atau kerentanan terhadap kegonjangan ekonomi negara tujuan ekspor kakao Indonesia masih relatif rendah.
4. Beberapa kebijakan fiskal dapat diterapkan untuk dapat meningkatkan daya saing kakao di Indonesia antara lain penerapan bea keluar berjenjang, subsidi ke petani atau pelaku usaha kakao dan perbaikan infrastruktur melalui peningkatan dana APBN serta perlunya perbaikan birokrasi dan perlunya riset dan pengembangan kakao nasional.

Rekomendasi Kebijakan

1. Pasar China, negara-negara Asean, Amerika dan negara Eropa masih terbuka luas. Pertumbuhan dan perkembangan China yang pesat sekarang ini banyak membutuhkan komoditas kakao, hal ini merupakan peluang bagi pelaku usaha kakao Indonesia. Namun demikian pengembangan daya saing komoditas ini harus terus diperbaiki dan difokuskan pada beberapa persyaratan standar produk yang ditetapkan negara pengimpor seperti standarisasi produk, pengemasan, labeling, origin marking, sehingga komoditas ekspor tersebut tidak kalah dengan pesaing lainnya.
2. Diperlukan pengembangan produk turunan kakao sehingga tidak hanya produk primer seperti biji kakao mentah tetapi perlu dilakukan upaya

- pergeseran (*shifting*) keunggulan dari sektor primer menuju sektor pengolahan kakao seperti *cocoa powder*, *cocoa butter* karena mempunyai nilai tambah (*value added*) lebih besar dibanding ekspor biji kakao.
3. Salah satu jalan yang ditempuh guna meningkatkan daya saing komoditas kakao Indonesia adalah melakukan pengalihan pasar selain negara tujuan ekspor saat ini. Tetapi juga melakukan penetrasi pasar pada beberapa negara Asia lainnya seperti India, karena India mempunyai tren permintaan kakao yang terus meningkat.
 4. Perlunya peninjauan kembali mengenai pengenaan bea keluar atas kakao. Sebagai contoh pengenaan ekspor kakao mentah dikenakan bea keluar berjenjang yaitu pengenaan bea keluar yang jauh lebih tinggi pada kakao mentah dibanding produk kakao yang telah difermentasi. Demikian juga produk kakao fermentasi lebih tinggi dari produk turunannya. Disamping itu perlu keseriusan pemerintah untuk memenuhi infrastruktur yang memadai yang diperlukan di sentra-sentra produk kakao melalui peningkatan APBN maupun APBD.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., D. E. Rae, dan J. P. Charles, 2007. Kerja Sama Perdagangan Internasional, Peluang dan Tantangan bagi Indonesia, Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta
- Baasir, F. 2004. Indonesia Pasca Krisis, Catatan Politik dan Ekonomi 2003-2004, 2004, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta
- Bloomberg, 2012. Bloomberg Markets. Markets Agriculture. Bloomberg Press and Wiley.
- David, R. S. and R. I. Levin. 2006. Statistic for Management, Seventh Edition, An Imprint of Pearson Education, New Delhi, India,
- Deliarnov, R. 1995. Pengantar Ekonomi Makro. UI Press. Jakarta.

- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia 2013 - 2015. Kakao. Jakarta.
- Hamdy, H. 2001. Ekonomi Internasional – Teori dan Kebijakan Perdagangan Internasional. Buku 1, Edisi Revisi Jakarta, Ghalia Indonesia.
- Mankiw, N. G. 2003. Teori Makroekonomi, edisi kelima, Harvard University, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Porter, M. A. 1995. Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, New York: The Free Press.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. 2014. Outlook Komoditas Pertanian, Subsektor Perkebunan. Kakao. Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Prathama, R. dan M. Manurung. 2005. Teori Ekonomi Makro suatu pengantar, edisi ketiga, LPFEUI, Jakarta.
- Tambunan, T. 2003. Perdagangan Internasional dan Neraca Pembayaran, Teori dan Temuan Empiris, LP3ES, Jakarta.
- Triyoso, B. 1994. Model Ekspor Non Migas Indonesia Untuk Proyeksi Jangka Pendek. Ekonomi dan Keuangan Indonesia.
- Wibowo, I. 2004. Belajar dari China, Bagaimana Cina Merebut Peluang Dari Era Globalisasi, Penerbit Kompas, Jakarta.
- Widiana. 2008. Kajian Daya Saing Produk Non Pertanian dalam Menghadapi Globalisasi Perdagangan, Puslitbang Perdagangan Departemen Perdagangan.
- 2005. Introduction Trade of Research II: Trade Data and Statistics, Arnet Capacity Building Workshop and Trade Research on 22-25 March 2005 prepared by Mia Mikic, Unescap.

PROSPEK TEKNOLOGI KONSERVASI AIR DALAM MEWUJUDKAN PERKEBUNAN RAKYAT BERKELANJUTAN

PROSPECT OF WATER CONSERVATION TECHNOLOGY IN REALIZING SUSTAINABLE SMALLHOLDER PLANTATION

Dewi Nur Rokhmah dan Bariot Hafif

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357

ABSTRAK

Konservasi air bukan hanya upaya untuk mengendalikan sifat erosivitas hujan, tetapi juga penyelamatan dan perlindungan sumberdaya air, penggunaan air yang efisien dan efektif dan memenuhi kebutuhan air ekosistem. Perkebunan rakyat yang banyak dilakukan di lahan miring, kebanyakan dikelola secara sederhana/konvensional yang cenderung mendorong kepada kehilangan bahan organik, penurunan infiltrasi dan daya simpan air tanah, peningkatan kapasitas aliran permukaan dan erosi. Makalah ini membahas prospek konservasi air dalam mewujudkan perkebunan berkelanjutan. Langkah awal dari konservasi air ialah mengenal kebutuhan air spesifik tanaman, memahami sifat hujan sebagai sumber air dan sifat fisiko-kimia tanah sebagai faktor yang mempengaruhi daya simpan air dan kehilangan air tanah. Minimnya aplikasi konservasi air menyebabkan tanaman rentan mengalami cekaman air karena curah hujan (CH) lebih banyak mengalir sebagai aliran permukaan. Hal itu menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman terganggu. Teknologi konservasi air sudah selayaknya menjadi salah satu komponen utama dalam mengelola lahan perkebunan. Teknologi konservasi air yang aplikatif bisa berupa kolam pemanenan air hujan, struktur jebakan air seperti rorak dan guludan, strip rumput dan atau legum, serta memperbaiki daya pegang air tanah dengan pengayaan bahan organik melalui penanaman tanaman penutup, mulsa, pupuk organik, dan aplikasi teknologi irigasi suplemen yang efisien. Teknologi konservasi air harus dimulai semenjak dini dan dilakukan secara kontinu. Untuk hal itu perlu pengorbanan sebagian kecil dari lahan sebagai tempat teknologi konservasi air. Konservasi air akan lebih efektif bila dilakukan secara kolektif, melintasi batas teritorial dan kepedulian semua lapisan masyarakat, mulai dari pengambil kebijakan, agen-agen pembangunan, perguruan tinggi, peneliti sampai ke pengguna lahan.

Kata kunci: Konservasi air, perkebunan rakyat, keberlanjutan, teknologi konservasi

ABSTRACT

Water conservation is not only to control the nature of rainfall erosivity, but also the rescue and protection of water resources, efficient and effective in water use and meet the water needs of ecosystems. Smallholder plantations in slopes are mostly managed in a conventional manner that tend to encourage organic material loss, decreased infiltration and groundwater storage, increased surface flow and erosion. This paper addresses the prospects for water conservation in the realization of sustainable plantations. The first step of water conservation is to recognize the plant water requirements, to understand the nature of rain as a water source and the soil physico-chemical properties as a factor affecting the soil water holding capacity and the water loss. The lack of water conservation applications causes plants to be susceptible to water stress because rainfall flows more as a run-off. This causes the growth and production of plants disturbed. Water conservation technology should be one of the main components in managing plantation land. Applicable water conservation technologies can be rainwater harvesting ponds, water trap structures, grass and legumes strips and improved soil water holding capacity by enriching organic materials through planting cover crops, mulches, organic fertilizers and application of efficiently supplementary irrigation technology. Water conservation technology should start early and be done continuously. Due to it is necessary to sacrifice a small part of the land as its place. The water conservation will be more effective when collectively, across territorial boundaries and the care of all levels of society, policy makers, development agencies, universities, researchers and land users.

Keywords: Water conservation, smallholder plantation, sustainability, conservation technology

PENDAHULUAN

Sejauh ini pemahaman akan arti kata konservasi air lebih banyak dikaitkan dengan aktivitas pengendalian erosi. Hal itu bisa difahami karena salah satu bentuk kegiatan konservasi air adalah melindungi tanah dari sifat erosivitas hujan, yaitu energi kinetik butir hujan dan daya perusak aliran permukaan (*run-off*) sebagai penyebab utama erosi. Energi kinetik butir hujan mampu mendispersi struktur tanah sehingga melepas ikatan antar partikel pasir, debu, dan liat di dalam struktur, sedangkan aliran permukaan mempunyai kemampuan menghantarkan pertikel-partikel yang lepas tersebut bersama bahan-bahan mineral dan bahan organik tanah ke daerah yang lebih rendah (Hudson, 1989).

Memahami konservasi air sebatas pengertian diatas merupakan pemahaman yang agak sempit. Konservasi air tidak hanya untuk mengendalikan erosi, tetapi juga suatu upaya penyelamatan dan perlindungan sumberdaya air dan lingkungan, pengendalian kehilangan air dan hemat dalam penggunaan air (Wateragric, 2000). Konservasi air juga dipandang sebagai cara penggunaan air yang efisien dan efektif sehingga semua kebutuhan ekosistem dan makhluk hidup terpenuhi secara berkelanjutan dan permanen (Critchley, 1991). Sedangkan menurut Agus *et al.* (2003) konservasi air ialah upaya meningkatkan cadangan air pada zona perakaran tanaman melalui pengendalian air aliran permukaan (*runoff*), memanen air aliran permukaan, meningkatkan infiltrasi, dan mengurangi evaporasi.

Sebagai negara beriklim tropik basah, 83% wilayah Indonesia mempunyai rata-rata curah hujan tahunan > 2000 mm (Agus *et al.*, 2003). Salah satu karakteristiknya yang merugikan ialah curah hujan turun tidak merata dan di beberapa kawasan ditemui bulan kering dalam periode yang cukup panjang (

plantation), ±6% perkebunan besar negara dan ±20% perkebunan besar swasta (Romahurmuziy, 2011). Pada tahun 2015 kecenderungannya juga hampir sama yaitu luas perkebunan rakyat untuk beberapa komoditas utama masih jauh lebih besar dibanding perkebunan milik negara dan milik swasta (Tabel 1). Luas perkebunan rakyat lebih kecil dibanding luas kepemilikan swasta dan negara hanya untuk komoditas kelapa sawit yakni

berkisar 40% (Tabel 2) (Glenday and Paoli, 2015). Komoditas perkebunan yang paling luas ditanam rakyat ialah karet, yaitu mencapai 85% dari total luas kebun karet nasional seluas 3.621.102 ha, kelapa dalam sebanyak 99% dari kebun kelapa nasional seluas 3.585.599 ha, dan kakao serta kopi masing-masing 97% dari 1.709.284 ha dan 96% dari 1.230.001 ha (Tabel 1).

Tabel 1. Luas areal perkebunan beberapa komoditas Industri di Indonesia

Table 1. . Plantation area of several industrial crop commodities in Indonesia

No.	Komoditas	Luas (ha)	Kepemilikan Petani (Smallholder) (%)
1.	Kelapa sawit	11.260.277	40,28
2.	Karet	3.621.102	84,94
3.	Kakao	1.709.284	97
4.	Kopi	1.230.001	96
5.	The	114.891	46
6.	Kelapa dalam	3.585.599	98,98
7.	Tebu	454.171	59,18
8.	Lada	162.751	99,99
9.	Jambu mete	522.863	99,78
	Rata-rata	313.669	79,67

Sumber: Direktorat Jenderal Perkebunan (2016)

Source: Direktorat Jenderal Perkebunan (2016)

Budi daya tanaman perkebunan karet, kopi, dan tanaman industri lainnya sudah dilakukan semenjak jaman kolonial. Akan tetapi sampai saat ini cara pengelolaan perkebunan petani masih sederhana atau konvensional, baik teknis budi daya, pemeliharaan, dan bahkan pemasaran (Aklimawati *et al.*, 2014). Menurut Hobbs (2007) cara pengelolaan lahan konvensional diduga memacu kehilangan bahan organik tanah, peningkatan kapasitas aliran permukaan, dan erosi. Hal itu akan menyebabkan degradasi tanah (pelandaian kesuburan tanah), yang juga bersamaan dengan meningkatnya tingkat serangan gulma, hama, dan penyakit.

Hilangnya bahan organik dari tanah membuat kemampuan tanah menyimpan air dan melalukan air ke badan tanah (infiltrasi) berkurang karena bahan organik adalah agen utama dalam pembentukkan struktur dan total ruang pori tanah (Atmojo, 2003). Bahan

organik juga membantu tanah dalam menyimpan air karena mampu mengikat air seberat 2-4 kali bobotnya (Sarief cited in Intara *et al.*, 2011). Kurangnya kemampuan tanah menyimpan dan memegang air, membuat air kadang tidak tersedia di dalam tanah. Hal itu menjadikan tanaman risiko mengalami cekaman air saat curah hujan turun tidak merata atau pada musim kemarau sebagaimana tanaman lada pada Gambar 1.

Perkebunan rakyat yang dinilai lebih cepat dalam mengaplikasikan teknologi yang lebih modern seperti penggunaan benih unggul, pupuk kimia, pestisida dan teknologi pemeliharaan tanaman hanya perkebunan kelapa sawit (Oemar, 2007; Lifianthi and Hakim, 2009).

Ciri lain dari perkebunan rakyat ialah umur tanaman sudah relatif tua seperti umur tanaman kopi robusta rakyat di daerah Lampung dominan > 25 tahun (Hafif *et al.*, 2014), bibit asalan, pemupukan seadanya/tidak sesuai rekomendasi, kekurangan modal dan

pengetahuan, teknologi pascapanen rendah, dan intensitas pemberantasan gulma juga rendah.



Gambar 1. Keragaan kebun lada rakyat akibat cekaman air di daerah Lampung
Sumber: Hafif (koleksi pribadi)

Figure 1. The performance of smallholder pepper plantation caused by water stress in Lampung area
Source: Hafif (private collection)

Secara kasat mata juga dapat dilihat bahwa kebanyakan petani malas dalam mengikuti anjuran yang diberikan penyuluh lapang, seperti pemangkasan dan penggunaan tanaman penaung untuk tanaman kopi dan kakao. Sementara tingkat penggunaan pestisida untuk pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) tanaman perkebunan seperti karet dan kelapa sawit relatif tinggi (Irwindi, *et al.*, 2011; Edwina *et al.*, 2012).

KEBUTUHAN AIR TANAMAN PERKEBUNAN

Kebutuhan air tanaman perkebunan dipengaruhi oleh banyak faktor, terutama kondisi iklim, karakteristik tanah/lahan, dan sifat tanaman itu sendiri (jenis, umur, fase pertumbuhan, waktu tanam) (Doorenbos and Pruitt, 1977). Dalam menghitung jumlah air yang diperlukan tanaman, air yang harus disediakan tidak hanya untuk memenuhi kebutuhan proses metabolisme di dalam jaringan tanaman dan transpirasi semata, tetapi juga harus menghitung berapa jumlah air yang menguap dari permukaan tanah (evaporasi) dan yang menghilang ke dalam tanah (perkolasi)

atau ke samping (seepage). Air yang diperlukan untuk transpirasi tanaman secara umum dan yang menguap ke udara pada suatu wilayah disebut evapotranspirasi potensial (ETP). Untuk kalkulasi kebutuhan air tanaman tertentu (ET_{crop}), FAO menggunakan ET estimasi atau ETo yaitu ET dari tanaman referensi (permukaan rumput-rumputan yang disiram), dimana $ET_{crop} = ETo \times Kc$. Nilai Kc akan berbeda untuk fase pertumbuhan tanaman berbeda.

FAO membagi pertumbuhan tanaman atas 4 fase, yakni fase awal (ET_{ini}) ialah mulai dari tanam sampai terbentuknya tunas atau sekitar 10% permukaan tanah tertutup kanopi, fase perkembangan (ET_{dev}) ialah air untuk pembentukan daun dan cabang-cabang (pertumbuhan vegetatif) atau sampai tanah 100% tertutupi kanopi, fase pertengahan (ET_{mid}) ialah dari 100 % penutupan kanopi sampai saat pematangan buah dan fase akhir (ET_{end}) dari pematangan buah sampai panen (Allen *et al.*, 2006).

Menurut Mekonen & Hoekstra (2010), tanaman perkebunan/industri yakni karet, kelapa sawit, kopi, teh, dan kakao, termasuk tanaman dengan tingkat penggunaan air tinggi untuk setiap ton produksinya. Oleh karena itu, digunakan metode penilaian kesesuaian pengembangan tanaman perkebunan di suatu wilayah (Djaenudin *et al.*, 2011) yang diantaranya ditentukan oleh berapa besaran curah hujan tahunan di wilayah tersebut (Tabel 2) dan jumlah air yang tersedia akan menentukan apakah wilayah tersebut sesuai (S1), agak sesuai (S2), sesuai marginal (S3) atau tidak sesuai (N) untuk pengembangan komoditas tertentu di wilayah tersebut.

Kebutuhan air beberapa tanaman perkebunan industri secara lebih spesifik (Tabel 3) memperlihatkan tanaman kelapa sawit dan karet membutuhkan air yang lebih banyak. Rata-rata kebutuhan air tanaman karet di Thailand berkisar 1050 mm (Guardiola-Claramonte *et al.*, cited in Carr *et al.*, 2012). Di Malaysia kelapa sawit umur 7-9 tahun,rata-rata menggunakan air 1525 mm/tahun atau 4,2 mm/ha (Henson, 2009). Kebutuhan air kopi arabika berkisar 825-1050 (Wallis cited in Carr,

2001) dan robusta lebih kurang 1388 mm (FAO, 2012). Komoditas kakao dinilai membutuhkan air lebih sedikit dibanding kopi,

yakni berkisar 878 mm (Radersma and Ridder cited in Carr, 2011) (Tabel 3).

Tabel 2. Jumlah curah hujan tahunan (mm) sebagai salah satu indicator kesesuaian lahan untuk pengembangan komoditas-komoditas perkebunan di suatu Wilayah

Table 2. The level of annual rainfall (mm) as an indication of water availability to determine the land suitability for plantation commodities in a region

No.	Komoditas	Curah hujan tahunan (mm) untuk kesesuaian lahan			
		S1	S2	S3	N
1.	Karet	2.500 - 3.000	2.000 - 2.500, 3.000 - 3.500	1.500 - 2.000, 3.500 - 4.000	< 1500, > 4000
2.	Kelapa sawit	1.700 - 2.500	1.450 - 1.700, 2.500 - 3.500	1.250 - 1.450, 3.500 - 4.000	< 1.250, > 4.000
3.	Kopi arabika	1.200 - 1.800	1.000 - 1.200, 1.800 - 2.000	2.000 - 3.000, 800 - 1.000	> 3.000, < 800
4.	Kopi robusta	2.000 - 3.000	1.750 - 2.000, 3.000 - 3.500	1.500 - 1.750, 3.500 - 4.000	< 1.500, > 4.000
5.	Kakao	1.500 - 2.500	2.500 - 3.000	1.250 - 1.500, 3.000 - 4.000	< 1.250, > 4.000
6.	Teh	2.500 - 4.000	1.800 - 2.500, 4.000 - 5.000	1.300 - 1.800, 5.000 - 6.000	< 1.300, > 6.000
7.	Tebu	600 - 1.200	1.200 - 1.400 500 - 600	>1.400 400 -500	< 400
8.	Lada	2.000 - 4.500	1.800 - 2.000 4.500 - 4.800	-	< 1.800, > 4.800

Sumber: Djaenudin *et al.* (2011)

Keterangan: S1=sesuai, S2=agak sesuai, S3=sesuai marginal, N=tidak sesuai

Keterangan: S1= sesuai, S2 = agak sesuai, S3 = sesuai marginal, N = tidak sesuai

Source: Djaenudin et al. (2011)

Notes: S1= suitable, S2= rather suitable, S3= marginally suitable, N= not suitable

Tabel 3. Kebutuhan air beberapa tanaman perkebunan yang telah menghasilkan (TM) di berbagai tempat

Table 3. Water requirement for producing plants at plantation sites

No.	Tanaman Perkebunan	Kebutuhan Air Tahunan (mm)	Tempat Studi/Penelitian	Sumber
1.	Karet	1050	Thailand	Guardiola-Claramonte <i>et al.</i> cited in Carr et al. (2012)
2.	Kelapa sawit	1525	Malaysia	Henson (2009)
3.	Kopi arabika	825-1050	Kenya	Wallis cited in Carr (2001)
4.	Kopi robusta	1388		FAO (2012)
5.	Kakao	878	Côte d'Ivoire	Radersma and Ridder cited in Carr (2011)
6.	Tebu	990-1960	Australia	Kingston <i>et al.</i> cited in Holden and McGuire, (2014)

Seperti dikemukakan sebelumnya salah satu faktor yang menjadi pertimbangan dalam upaya penyediaan air yang cukup untuk kebutuhan tanaman perkebunan, adalah sifat

fisika tanah, khususnya tekstur, yaitu komposisi dari gabungan partikel-partikel pasir, debu dan liat. Pada tanah bertekstur pasir (*sandy*), hanya sedikit air tanah yang efektif digunakan

tanaman yaitu 0,05-0,1 m profil tanah atau 5 – 10% volume tanah (Tabel 5). Sementara pada tekstur tanah yang semakin halus seperti tekstur liat, air yang tersedia bisa lebih dari 0,2 m profil tanah atau > 20% volume tanah (Tabel 4). Hal ini berarti jumlah air tersedia di dalam tanah liat hampir dua kali tanah berpasir (Holden and McGuire, 2014).

Sebagai daerah tropik, jumlah curah hujan yang turun pada sebagian besar wilayah di Indonesia berlimpah ruah. Hanya sekitar 1% dari 183 juta ha lahan di Indonesia mempunyai curah hujan tahunan kurang dari 1000 mm (Tabel 5) (Subagyono *et al.* cited in Hafif, 2016). Sebaran curah hujan tahunan di dalam Tabel 5 menunjukan bahwa seharusnya di Indonesia tidak ditemui adanya tanaman yang

kekurangan atau mengalami cekaman air. Namun kenyataannya begitu banyak daerah pertanian yang melaporkan mengalami kekeringan atau produksi tanaman menurun karena cekaman air. Penyebabnya ialah sebagian besar curah hujan (> 50 %) begitu cepat menghilang ke badan sungai dan kembali ke lautan. Hal itu disebabkan tanah di permukaan lahan yang cenderung terus memadat sehingga menghambat infiltrasi air ke dalam tanah, ditambah lagi daya simpan air tanah yang kian menurun akibat tanah kehilangan bahan organik. Dampaknya adalah volume aliran permukaan meningkat yang dalam kondisi alami 10–30% dari total curah CH (Maryland cited in Budinetro *et al.*, 2012).

Tabel 4. Air tersedia di dalam tanah pada area perkebunan dengan tekstur yang berbeda
Table 4. The water availability in the soil on plantation areas with different textures

Tekstur tanah (<i>Soil texture</i>)	Kapasitas lapang (<i>Field capacity</i>) (%)	Titik layu permanen (<i>Permanent wilting point</i>) (%)	Air tersedia per meter kedalaman profil tanah (<i>Availablewater per meter depth of soil profile</i>) (m)
Berpasir (<i>Sandy</i>)	5 - 10	2 - 6	0,05 - 0,1
Lempung berpasir (<i>Sandy loam</i>)	10 - 18	4 - 10	0,09 - 0,16
Lempung (<i>Loam</i>)	18 - 25	8 - 14	0,14 - 0,22
Lempung berliat (<i>Clay loam</i>)	24 - 32	11 - 16	0,17 - 0,29
Liat (<i>Clay</i>)	32 - 40	15 - 22	0,20 - 0,21

Sumber: Majumdar (2000)

Source: Majumdar (2000)

Table 5. Luas lahan (%) dengan curah hujan tahunan berbeda di masing-masing pulau di Indonesia
Table 5. Land area (%) with different annual rainfall at certain islands in Indonesia

Pulau	Curah Hujan Tahunan (mm)				
	>5000	3500-5000	2000-3500	1000-2000	<1000
Sumatra	0,8	21,5	71,5	6,2	-
Java	1,9	12,6	56,0	29,5	-
Kalimantan	-	29,0	66,3	4,7	-
Sulawesi	-	23,0	66,1	30,9	0,8
Maluku	-	1,7	71,9	26,4	-
Papua	10,3	33,7	40,3	15,7	-
Bali dan Nusa Tenggara	-	2,1	16,3	69,6	12,0
% dari luas Indonesia	2,6	20,5	59,7	16,2	1,0

Sumber: Subagyono *et al.* cited in Hafif (2016)

Source: Subagyono *et al.* cited in Hafif (2016)

Teknologi Pemanenan Air Hujan di Lahan Perkebunan

Untuk mengatasi kehilangan banyak curah hujan, air hujan harus diperpanjang. Menurut Torii and Minami (1985), teknik pemanenan air hujan telah dimulai semenjak abad ke lima, yaitu dengan ditemukannya parit-parit yang mengelilingi pusara-pusara para raja dan bangsawan. Saat musim hujan parit-parit terisi air sehingga melindungi pusara dari jarahan para pencuri. Saat musim kering air yang ada pada parit dimanfaatkan oleh petani sebagai air irigasi.

Pemanenan air hujan di lahan perkebunan dapat dilakukan dengan berbagai cara. Curah hujan dan air limpasan dapat langsung

ditampung di lahan tanam dengan membuat kolam-kolam penampungan. Volume kolam penampung air hujan di lahan tanam sebaiknya

100 m³ dengan panjang kolam melintang lereng (Gambar 2A). Pada tanah-tanah yang poros, dinding dan alas kolam dapat dilapisi semen, aspal sebagaimana dilakukan di Bantul Yogyakarta) (Hafif and Irawan, 1999) atau dilapisi plastik kedap air sebagaimana dicobakan di Lampung (Hafif and Murni, 2012) (Gambar 2B). Air dalam volume yang lebih besar juga bisa ditampung dengan membuat cekdam di bawah lereng atau di daerah yang dilalui air drainase dari lahan perkebunan (Gambar 3).



Gambar 2. Kolam pemanen air hujan tanpa penguat dinding (A) dan dilapisi plastik kedap air (B) pada areal usaha tani tanaman sela (tanaman sayuran diantara tanaman lada) di Lampung
(Sumber: Hafif, koleksi pribadi)

Figure 2. Rainwater harvesting pond without a wall reinforcement (A) and waterproof coated (B) on intercropping farming area (vegetable crops among pepper plants) in Lampung (Source: Hafif, private collection)

Teknologi Konservasi Air Lainnya

Agar efektif menggunakan air hujan, maka sifat tanah harus diperbaiki, terutama sifat fisika tanah dan kadar bahan organik tanah. Perbaikan sifat fisika tanah bisa dilakukan secara langsung atau tidak langsung. Memecah lapisan tanah di permukaan lahan yang cenderung padat dengan melakukan pengolahan tanah konservasi (pengolahan tanah minimum atau olah tanah dalam strip searah kontur) dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi. Perbaikan secara tidak langsung adalah dengan penambahan bahan organik. Penambahan bahan

organik akan memperbaiki pori-pori tanah, infiltrasi, dan daya pegang air tanah (Murphy, 2014).

Pemberian bahan organik ke lahan bisa dilakukan dalam berbagai cara. Salah satunya diberikan dalam bentuk mulsa. Mulsa tidak hanya memperkaya bahan organik tanah tetapi juga berperan melindungi permukaan tanah dari energi kinetik curah hujan, memperlambat laju aliran permukaan, dan mengurangi penguapan, sehingga lebih banyak air tersimpan di dalam tanah (Shirish *et al.*, 2013).

Selain itu di lahan olah juga harus dibuatkan banyak jebakan air seperti rorak dengan berbagai ukuran (Gambar 4). dan guludan di antara tanaman-tanaman perkebunan. Pembuatan banyak lobang-lobang resapan air (biopori) merupakan bentuk lain yang berpotensi dikembangkan untuk meningkatkan daya simpan air tanah. Biopori akan membantu memperbanyak jumlah air yang

meresap ke dalam tanah selain melalui infiltrasi (Sanitya dan Burhanudin, 2013). Pada perkebunan kelapa sawit, aplikasi guludan dan rorak yang dilengkapi dengan mulsa vertikal memberikan pengaruh positif terhadap jumlah pelepah, jumlah tandan, rataan berat tandan, dan produksi TBS kelapa sawit (Murtilaksono *et al.*, 2007)



Gambar 3. Cekdam dibangun di daerah bawah lereng untuk menampung air drianase dari lahan perkebunan (Sumber: Hafif, koleksi pribadi)

Figure 3. Dam built on the bottom of slopes area to accommodate water drainage at plantation site
(Source: Hafif, private collection)



Gambar 4. Rorak sebagai jebakan air pada perkebunan karet (A) dan perkebunan lada (B)
[Sumber: Rokhmah (A) dan Hafif (B) (koleksi pribadi)]

Figure 4. The rorak structure as a water trap at a rubber plantation (A) and pepper plantation (B) [Source: Rokhmah (A) dan Hafif (B), private collection]

Penanaman tanaman legume sebagai penutup tanah dan rumput-rumputan menurut kontur diantara tanaman perkebunan (Gambar 5), juga merupakan cara untuk mempertinggi resapan air ke dalam tanah. Tanaman penutup legume dan rumput-rumputan akan memperlambat laju aliran permukaan sehingga mempertinggi kesempatan air untuk meresap ke dalam tanah (De Azevedo *et al.*, 1999).

Teknologi Irigasi Hemat Air

Cara lain dari konservasi air ialah penerapan teknologi irigasi suplemen hemat air. Teknologi irigasi tetes (Gambar 6 A) dinilai cara irigasi yang efisien. Hasil penelitian menunjukkan tingkat efisiensi penggunaan air di bawah irigasi tetes bisa mencapai 80–90%. Cara irigasi ini juga sesuai untuk dikembangkan pada beberapa tanaman perkebunan (Centre for Science and Environment, 2003). Pada perkebunan teh, penggunaan irigasi tetes dapat

meningkatkan produksi teh dan juga menhemat air hingga 50% (Kigalu *et al.*, 2008).

Teknik irigasi sederhana lainnya yang dinilai berpotensi untuk diaplikasikan pada tanaman perkebunan adalah sistem irigasi kendi atau resapan (Maswar *et al.*, 1997; Setiawan, 2008) dengan menggunakan kendi dan sumbu kompor (gambar 6B). Kelemahan dari teknik ini adalah membutuhkan tenaga operasional yang tinggi, terutama dalam mensuplai air untuk populasi tanaman perkebunan yang banyak. Hasil penelitian Maswar *et al.* (1998) di Yogyakarta menunjukkan diperlukan air sekitar 1 L perminggu agar irigasi kendi dan irigasi sumbu efektif dalam menyelamatkan tanaman-tanaman perkebunan yang masih muda dari cekaman air di musim kering. Hasil penelitian Suhardi *et al.* (2014) menunjukkan irigasi kendi efektif untuk meningkatkan produksi tanaman kakao. Buah kakao terbanyak didapatkan pada penggunaan 5 kendi per tanaman sebagai sarana irigasi.



Gambar 5. Penanaman tanaman penutup kacang-kacangan (A) dan rumput serai wangi dalam strip. Sebagai tindakan konservasi air di perkebunan kopi rakyat (B)
(Sumber: Hafif, koleksi pribadi)

Figure 5. Planting of legume cover (A) and lemon grass in strip. As a water conservation action in smallholder coffee plantation(B) (Source: Hafif, private collection)

IMPLIKASI KEBIJAKAN MUNUJU PERKEBUNAN BERKELANJUTAN

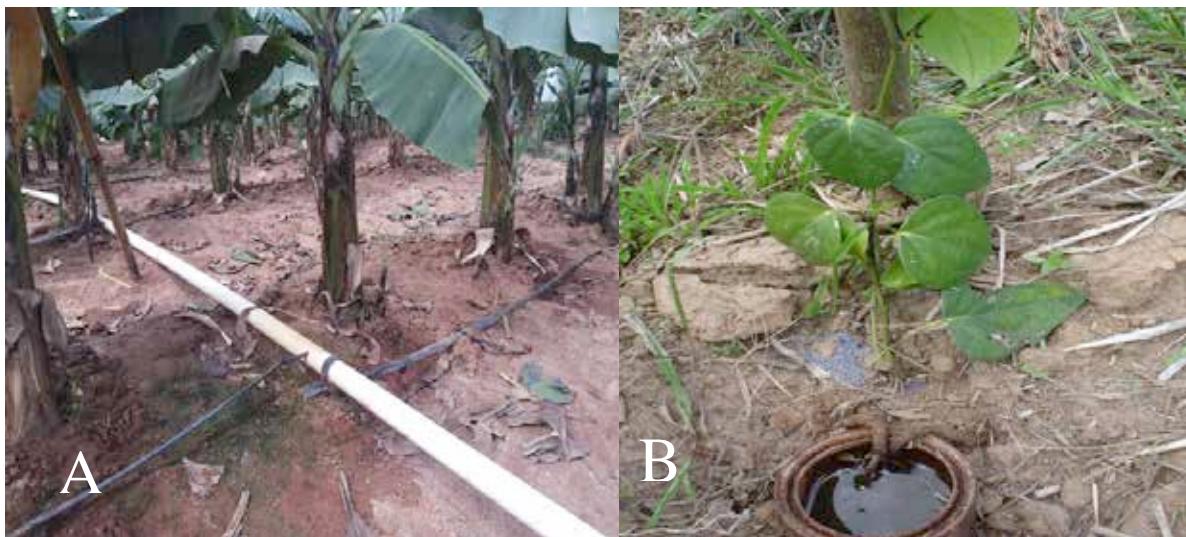
Saat areal hutan dialihfungsikan menjadi lahan perkebunan terutama di lahan berlereng, maka fungsi lahan sebagai pengendali tata air dan erosi menurun drastis yang berakibat debit air puncak dan debit dasar akan melebar dan

erosi akan berlipat ganda (Hafif *et al.*, 2014). Fenomena tersebut akan menghilangkan banyak partikel tanah, bahan organik dan mineral lainnya, serta akan merusak struktur serta menurunkan total ruang pori tanah. Akibatnya kapasitas infiltrasi dan daya simpan air tanah menurun. Proses merusak tanah itu sering terabaikan oleh petani karena biasanya akan

berlangsung secara bertahap (Lu *et al.*, 2007). Kebanyakan petani perkebunan baru menyadari fenomena tersebut ketika produksi tanaman perkebunan sudah tidak menguntungkan (Gillet *et al.*, cited in Perret and Stevens, 2003).

Ilustrasi diatas menunjukan bahwa untuk menuju perkebunan yang berkelanjutan, rencana tata ruang dan penataan pola pengelolaan lahan perkebunan harus dimulai

semenjak dini. Salah satunya adalah bagaimana mengendalikan aliran permukaan yang mempunyai daya perusak terhadap sifat fisika, kimia dan biologi tanah, dan menjaga air lebih banyak tersimpan di dalam tanah. Hal ini penting karena untuk merestorasi sifat fisik, kimia, dan biologi tanah yang telah rusak akan lebih sulit dan lebih mahal (Lu *et al.*, 2007), serta memerlukan waktu yang cukup lama.



Gambar 6. Aplikasi sistem irigasi tetes pada kebun pisang (A) dan irigasi resapan untuk penyelamatan tanaman lada muda di musim kering (B) (Sumber: Hafif, koleksi pribadi)

Figure 6. Application of drip irrigation system in banana plantation (A) and pitcher irrigation for rescue of young pepper in the dry season (B) (Source: Hafif, private collection)

PENUTUP

Dalam upaya menuju perkebunan yang berkelanjutan, selayaknya sebagian kecil ruang pada lahan perkebunan disediakan sebagai tempat aplikasi teknologi konservasi air, seperti areal penanaman strip rumput/legum, gulusan, rorak, biopori, kolam penampung/penyimpan air, dan saluran pembuangan air yang tertata baik. Menjaga agar tanah tidak kekurangan bahan organik adalah bentuk lain dari aplikasi teknik konservasi air. Hal itu dapat dilakukan dengan menanam tanaman penutup kacang-kacangan, mengembalikan sisa/serasah tanaman sebagai mulsa dan tidak melakukan pembakaran. Teknologi pemanenan air hujan sebagai bagian dari teknik konservasi air harus diperhitungkan agar mampu mencukupi kebutuhan air tanaman sehingga tanaman

terhindar dari cekaman air, terutama saat curah hujan turun tidak merata dan saat musim kemarau/bulan kering.

Kajian yang terus-menerus perlu dilakukan adalah mengenai bagaimana cara meningkatkan pemahaman petani akan pentingnya konservasi air yang tercermin dari tingkat adopsi petani/praktisi pertanian dalam aplikasi teknologi konservasi air. Disisi lain agar aplikasi teknologi konservasi air berjalan lebih efektif, konservasi air harus dilakukan secara kolektif, yaitu melintasi batas teritorial atau tidak bersifat sektoral. Untuk hal itu diperlukan kepedulian semua lapisan masyarakat, mulai dari pembuat/pengambil kebijakan, agen-agen pembangunan, perguruan tinggi, peneliti, sampai ke pengguna lahan/petani.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., Subagyono, K., & Sumarni, E. 2003. Teknologi Konservasi Air Dan Irigasi Suplemen Untuk Optimasi Pertanian Lahan Kering. Lokakarya Sistem Integrasi Kelapa Sawit-Sapi.
- Allen, R.G., Pruitt, W.O., Wright J.L., Howell, T.A., Ventura, F., Snyder, R., Itenfisu, D., Steduto, P., erengena, J.B., Yrisarry, J.B., Smith, M., Pereira, L.S., Raes, D., Perrier, A., Alves, I., Walter, I., & Elliott, R. 2006. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ET₀ by the FAO56 Penman-Monteith method. Agricultural Water Management 81: 1-22.
- Aklimawati, L., Yusianto, & Mawardi, U. 2014. Karakteristik mutu dan agribisnis kopi Robusta di lereng Gunung Tambora, Sumbawa. Pelita Perkebunan 30(2): 159-180.
- Atmojo, S.W. 2003. *Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya*. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Sebelas Maret University Press. Surakarta.
- Backoum  , C., Shahbudin, N., Yacob, S., Siang, C.S., & Thambi, M.N.A.. 2013. Improved method for estimating soil moisture deficit in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) areas with limited climatic data. Journal of Agricultural Science 5(8): 57-65.
- Carr. M.K.V. 2001. The water relations and irrigation requirements of coffee: a review. Experimental Agriculture 37: 1-36.
- Carr, M.K.V. 2011. The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.): A Review. Experimental Agriculture 47(04): 629-652.
- Carr. M.K.V. 2012. The water relations of rubber (*Hevea brasiliensis*): a review. Experimental Agriculture 48(2): 176-193.
- Clai, D.E., Angle, R.E., Long, D.S. & Liu, Z. 2001. Nitrogen and water stress interact to influence C-13 discrimination in wheat. Soil. Sci. Soc. Am. J. 65: 1823-1828.
- Critchley W. 1991. New Approaches to Soil and Water Conservation.<http://www.metafro.be/leisa/1991/7-1-51.pdf>. [5 Nop 2008]
- Centre for Science and Environment. 2003. More Crop per Drop. http://www.cseindia.org/dte-supplement/water20031115/more_drop.htm [5 Nop 2008]
- De Azevedo, D.M.P., Landivar, J3 , Vieira, R.M., And Moseley, D. 1999. The Effect of Cover Crop and Crop Rotation On Soil Water Storage And on Sorghum Yield. Pesq. agropec. bras., Bras  lia, 34 (3): 391-398.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian.
- Djaenudin, D., Marwan, Subagio, H. & Hidayat, A. 2011. *Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Doorenbos J. & Pruitt, W.O. 1977. Crop water requirement FAO Irrigation and Drainage.Paper No. 24 (Revised). FAO-UN. Rome.
- Edwina, S., Adiwirman, F., Puspita, & Manurung, G.M.E. 2012. Karakteristik Dan Tingkat Pengetahuan Petani Kelapa Sawit Rakyat Tentang Pemupukan Di

- Kecamatan Tanah Putih Kabupaten Rokan Hilir. Indonesian Journal of Agricultural Economics 3 (2): 163-176.
- FAO. 2012. Cropwat Version 8.0. Rome. Italia. http://www.fao.org/nr/water/infores_data_bases_cropwat.html. [8 Agustus 2017]
- Glenday, S. & Paoli, G. 2015. *Indonesian Oil Palm Smallholder Farmers: A Typology of Organizational Models, Needs, and Investment Opportunities*. Jakarta: Daemeter Consulting.
- Hafif, B. & Irawan. 1999. Alternative technique of small farm reservoir to Increase upland productivity: a case study in Nawungan Bantul Yogyakarta. Toward sustainable agriculture in humid tropics facing 21^s century. Sept., 27-28. Unila. Bandar Lampung. p. 192-200.
- Hafif, B. & Murni, A.M. 2012. Small farm reservoir as a supplemental irrigation source for crops planted on marginal land. Agrivita 34(1): 44-49.
- Hafif, B. & Meidaliyantisyah. 2013. Case study of maize planting on marginal dry land in the rainy season in Lampung. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology 3(2) : 86-89.
- Hafif, B., Prastowo, B., & Prawiradiputra, B.R. 2014. Pengembangan perkebunan kopi berbasis inovasi di lahan kering masam. Pengembangan Inovasi Pertanian 7(4) : 199-206.
- Hafif, B. 2016. Achieving food sovereignty through water conservation : a review. Agricultural Review 37(2) : 133-140.
- Henson, I. E. 2009. Comparative ecophysiology of oil palm and tropical rain forest. In *Sustainable Production of Palm Oil – a Malaysian Experience*, 1–51 (Eds. G. Singh, LimK. H. and ChanK. W.) Kuala Lumpur: Malaysian Palm Oil Association.
- Budinetro, H.S., Fatchan, A.K. & Sahid, M.N. 2012. Pengendalian Aliran Permukaan Akibat Perubahan Tata Guna Lahan Dengan Konsep Low Impact Development. Seminar Nasional Teknik Sipil UMS 2012. pp.100-111.
- Hobbs, P. R. 2007. Paper Presented at International Workshop on Increasing Wheat Yield Potential, CIMMYT, OBREGON, MEXICO, 24 March 2006: Conservation agriculture: what is it and why is it important for future sustainable food production?. The Journal of Agricultural Science 145(02): 127-137. doi:10.1017/S0021859607006892, <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859607006892>
- Holden, J.R. & McGuire, P.J. 2014. *Irrigation of Sugarcane Manual*. Sugar Research Australia, Indooroopilly, Queensland.
- Hudson, N. 1989. Soil Conservation. BT Batsford Limited. London. 324 hal.
- Intara, Y.I., Sapei, A., Erizal, Sembiring, N., & Djoefris, M.H.B. 2011. Pengaruh pemberian bahan organic pada tanah liat dan lempung berliat terhadap kemampuan mengikat air. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 16(2): 130-135.
- Irwandi, D., Rachmadi, R., & Rangin, L. 2011. Karakterisasi Petani dan Perbaikan Sistem Usahatani Karet Rakyat di Lahan Kering Kalimantan Tengah. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Sosial Ekonomi. Penguatan Sosial Ekonomi Pertanian Menuju Kesejahteraan Masyarakat. Universitas Gajah Mada. Jogyakarta.
- Kigalu, J. M., E. I. Kimambo, I. Msitem, & M. Gembe. 2008. Drip irrigation of tea (*Camellia sinensis* L.) Yield and crop water productivity responses to irrigation. Agricultural Water Management 95: 1253–1260.

- Lifianthi & Hakim, M.H. 2009. Strategy for Anticipating a Decrease of Oil Palm Price Affecting Income and Productivity through Determination of Basic Price and Optimization of Farmer Working Time in Ogan Komering Ilir District. Batch IV I-MHERE Funded Research Report. Sriwijaya University.
- Lu, D., Batistella, M., Mausel, P., & Moran, E. 2007. Mapping And Monitoring Land Degradation Risks In The Western Brazilian Amazon Using Multitemporal Landsat Tm/Etmp Images. *Land Degrad. Develop.* 18: 41–54.
- Majumdar, D K. 2000. Irrigation Engineering Principles. Lesson 2: Irrigation Water Management. Prentice Hall of India. <http://nptel.ac.in/courses/105105110/pdf/m3l02.pdf>. [8 Agustus 2017]
- Mayrowani, H. 2013. Kebijakan penyediaan teknologi pascapanen kopi dan masalah pengembangannya. *Forum Peneltian Agro Ekonomi* 31(1): 31-49.
- Maswar, B., Soeleman Y., Hafif B, & Mulyadi. 1998. Perbaikan Lengas Tanah untuk Menunjang Pertumbuhan Tanaman Tahunan di Lahan Perbukitan Kritis. Prosiding Pertemuan Pembahasan dan Komunikasi Hasil Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor, 4-6 Maret 1997. Puslitananak.
- Murphy, B.W. 2014. Soil Organic Matter and Soil Function – Review of the Literature and Underlying Data. Department of the Environment, Canberra, Australia.
- Murtilaksono, K., Siregar, H. H., & Darmosarkoro. 2007. Model neraca air di perkebunan kelapa sawit . *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 14(2): 21-36.
- NaanDanJain. 2009. Drip Irrigation for Coffee Plantations: feasible and profitable. <http://www.naananjain.com/uploads/catalogerfiles/coffee-2/Coffee-dripirrigation.pdf>. [8 Agustus 2017]
- Oemar A. 2007. The Impact Analysis of Government Policy on Competitiveness and Income of Oil Palm Farming Business in South Sumatra. Ph.D. Dissertation. Postgraduate Program, Sriwijaya University.
- Perret, S.R. & Stevens, J.B. 2003. Analysing the low adoption of water conservation technologies by smallholder farmers in Southern Africa. The International Conference on Water Conservation technologies, held in Bloemfontein, South Africa,, 8-11 April 2003. Department of Agricultural Economics, Extension and Rural Development University of Pretoria.
- Romahurmuziy, M. 2011. Perkebunan Rakyat Sebagai Lokomotif Pengentasan Kemiskinan di Pedesaan. Makalah di presentasikan pada Seminar Nasional Inovasi Perkebunan, Jakarta, 15 Oktober 2011.
- Sanitya, R.S., dan Burhanudin, H. 2013. Penentuan Lokasi dan Jumlah Lubang Resapan Biopori Di Kawasan DAS Cikapundung Bagian Tengah. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol.13 No.1
- Setiawan B. 2008. Atasi Kekeringan dengan Sistem Irigasi Kendi. <http://www.pidra-indonesia.org>. [5 Nop 2008]
- Shirish S.P., Tushar S. K and Satish A.B. 2013. Mulching: A Soil and Water Conservation Practice. *Res. J. Agriculture and Forestry Sci.* Vol. 1(3), 26-29.
- Suhardi, Munir. A., & Hutabarat, O. S. 2014. Efektifitas irigasi kendi dan seresah terhadap jumlah buah kakao selama musim kemarau. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI. hlm. 341-347.

- Torii, K. & Minami, I. 1985. Application of a mini pond system to rural development in Northeast Thailand. Irrigation Engineering and Rural Planning 8:54-69.
- Totok, A.D.H. & Rahayu, A.H. 2004. Analisis Efisiensi Serapan N, Pertumbuhan, dan Hasil Beberapa Kultivar Kedelai dengan Cekaman Kekeringan dan Pemberian Pupuk Hayati. Agrosains 6 (20): 70-74.
- Wateragric. 2000. Water Conservation And Demand Management Strategy For The Agricultural Sector. http://www.gov.za/sites/www.gov.za/files/wateragric_0.pdf. Last accessed 03.11.2014

LAYU PENTIL PADA TANAMAN KAKAO DAN TEKNOLOGI PENGENDALIANNYA

CHERELLE WILT AND ITS CONTROL IN CACAO PLANT

Handi Supriadi

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar

Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357

Telp. (0266) 6542181, Faks. (0266) 6542087

supriadihandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Produktivitas tanaman kakao di Indonesia masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan potensi produktivitas klon unggul yang telah dihasilkan. Salah satu penyebabnya yaitu layu pentil (cherelle wilt) yang banyak terjadi pada tanaman kakao. Layu pentil merupakan gejala fisiologis yang dialami buah kakao berukuran kecil (di bawah 10 cm), yang puncaknya terjadi pada umur 50 sampai 70 hari setelah penyerbukan. Ciri utama layu pentil yaitu pada awal kejadian buah berwarna kuning, kemudian berubah menjadi hitam kecokeletan dan akhirnya hitam mengering seperti mumi, namun buah tersebut tetap melekat pada batang atau cabang tanaman. Hanya sekitar 10 - 30% saja buah pentil yang dapat berkembang sampai matang, dan sisanya mati kerena layu pentil. Penyebab utama layu pentil yaitu (1) terjadinya persaingan dalam pengambilan nutrisi antara buah kecil dengan buah yang telah dewasa dan tunas dan (2) buah pentil kekurangan fitohormon. Upaya untuk mengendalikan layu pentil diantaranya dapat dilakukan melalui (1) penggunaan bahan tanam yang tahan layu pentil, (2) pemangkasan tunas, (3) pola tanam, (4) pemupukan, (5) penambahan fitohormon (6) penggunaan formula penghambat pertumbuhan vegetative, dan (7) penggunaan mikroba.

Kata kunci : Theobroma cacao, buah, pentil, layu, pengendalian

ABSTRACT

Cacao productivity in Indonesia is relatively low compared with the potential productivity of the released clones. One of the causes is Cherelle wilt which is commonly found in cacao plant. Cherelle wilt is a physiological symptoms in young cocoa pods (under 10 cm), which culminates at 50 to 70 days after pollination. The main characteristic of Cherelle wilt is initially the pod is yellow, then turned into brownish black and dried like mummy but the pod is still attached to the trunk or branch. Only 10% to 30% of infected pods can grow to maturity and the rest will die. The main cause of Cherelle wilt are (1) competition in nutrition absorbance among the young fruit and mature fruit and shoot, and (2) fytohormone lacking. Efforts to control Cherelle wilt are namely (1) Cherelle wilt resistant plant material, (2) pruning, (3) planting pattern, (4) fertilizing, (5) vegetative growth inhibitor, (6) fytohormone addition, (6) vegetative growth inhibitor formula, and (7) microbes utilization.

Key words : *Theobroma cacao, pod, cherelle wilt, control*

PENDAHULUAN

Tanaman kakao (*Theobroma cacao* L) merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak ditanam/diusahakan oleh petani di Indonesia. Sampai tahun 2013 luas areal tanaman kakao mencapai 1.740.612 ha. Produktivitas kakao (perkebunan rakyat) masih tergolong rendah yaitu hanya 808,85 kg/ha/tahun (Ditjenbun, 2014), jauh di bawah potensi produksi (klon unggul) yang bisa dicapai yaitu 2.000 – 3.500 kg/ha/tahun (Susilo, 2015). Salah satu aspek fisiologis yang berhubungan erat dengan rendahnya produksi buah kakao yaitu adanya layu pentil (cherelle

wilt), terutama yang terjadi pada saat awal pembentukan buah.

Gejala layu pentil banyak terjadi di perkebunan kakao rakyat. Gejala tersebut menyebabkan buah kakao yang baru terbentuk (pentil/buah muda) layu kemudian mengering (mati). Tingkat kejadian layu pentil dapat mencapai 70 – 90% dari total buah muda yang terbentuk. Kondisi tersebut tentunya dapat menurunkan produksi kakao karena jumlah buah kakao yang dapat dipanen berkurang. Penyebab utama layu pentil yaitu faktor fisiologis yang lebih banyak disebabkan oleh persaingan nutrisi, antara buah muda dengan buah yang sudah dewasa dan antara buah muda dengan tunas daun.

Upaya untuk mengatasi masalah layu pentil pada tanaman kakao harus dilakukan secara seksama. Langkah pertama adalah menentukan penyebab utama terjadi layu pentil pada tanaman kakao dan langkah selanjutnya yaitu penerapan teknologi pengendalian layu pentil yang disesuaikan dengan penyebabnya tersebut. Berbagai pilihan teknologi pengendalian layu pentil dapat diterapkan mulai dari penggunaan bahan tanam yang tahan layu pentil, pemangkas tunas, pemberian hormon, pemberian pupuk dan pengendalian hama serta penyakit yang menyerang pentil kakao.

Agar teknologi pengendalian layu pentil dapat diadopsi oleh petani, maka perlu dilakukan sosialisasi, bimbingan teknis/pelatihan dan pendampingan kepada petani. Selain itu perlu juga dilakukan penguatan kelembagaan dan modal usahatani, sehingga motivasi petani dalam menerapkan teknologi pengendalian layu pentil semakin meningkat.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk mengungkap tentang fenomena layu pentil pada tanaman kakao dan upaya untuk mengurangi kejadian layu pentil, melalui penerapan teknologi pengendalian layu pentil yang sesuai diterapkan oleh petani di lapang.

PEYERBUKAN BUNGA DAN PEMBENTUKAN BUAH

Peyerbukan Bunga

Kakao merupakan tanaman yang memiliki tipe bunga kauliflori (cauliforous) yaitu bunga yang terbentuk terdapat pada berkas ketiak daun di bagian batang atau cabang tanaman. Bunga kakao muncul ketika tanaman telah berumur 3 – 5 tahun. Bunga yang terbentuk tergolong hermaprodit, yaitu pada setiap bunga terdapat organ reproduksi jantan (benang sari) dan betina (putik) (Young, 1994).

Organ bunga kakao terdiri dari lima kelopak, lima mahkota, lima bakal buah, dan sepuluh tangkai sari yang tersusun dalam dua lingkaran. Pada masing-masing lingkaran terdapat lima tangkai sari fertil dan steril (staminodia). Tangkai sari yang fertil melengkung sehingga anther berkembang di

dalam kantung kelopak (Wood dan Lass 1985). Karakter benang sari yang terlindungi oleh kantung kelopak serta memiliki anther yang bersifat lengket menjadikan tanaman kakao bersifat entomophilous, yaitu membutuhkan serangga dalam penyerbukannya (Young 1994; Adjalo et al., 2013).

Menurut McKelvie (1956) tanaman kakao produktif yang tumbuh optimal dapat menghasilkan 5.000 - 10.000 bunga dalam setahun. Kuncup bunga terbentuk pada malam hari saat suhu tidak lebih dari 27OC. Pembukaan bunga kakao berlangsung dalam jangka waktu 12 jam, dimulai pada sore hari dengan pembukaan sepala yang berlangsung sampai waktu malam. Bunga akan sepenuhnya terbuka (mekar) di pagi hari dengan pembentukan serbuk sari dan putik matang (Swanson, 2005; Yunita et al., 2015). Dari jumlah bunga yang dihasilkan, hanya 10% atau sekitar 500 - 1.000 bunga saja yang mengalami penyerbukan, sisanya bunga yang mekar dalam waktu 24-36 jam tidak diserbuki akan gugur (Yunita et al., 2015). Penyerbukan bunga kakao secara alami sebagian besar (79,14%) dilakukan oleh serangga (latat) penyerbuk Forcipomyia spp. (Adjalo et al., 2013; Nugroho, 2013).

Tabel. 1. Persentase penyerbukan bunga delapan klon kakao di Jember

Table 1. Percentage of pollination of eight cacao clones flower in Jember

Klon Kakao	Persentase Penyerbukan (%)
ICCR 03	10,0
SCA 6	31,7
Sulawesi 3	17,6
ICCR 07	16,7
KKM 22	16,7
KW 516	23,8
KW 617	30,6
TSH 858	17,3
Rata-rata	20,55

Sumber : Sari dan Susilo, 2015

Source: Sari and Susilo, 2015

Sari dan Susilo (2015) melaporkan bahwa rata-rata bunga kakao yang mengalami penyerbukan di Jember sebesar 20,55%. Setiap

klon kakao mengalami penyerbukan dengan nilai yang bervariasi. Klon SCA 6 dan KW 617 mengalami peyerbukan paling tinggi yaitu di atas 30%, sedangkan penyerbukan paling rendah terjadi pada klon ICCRI 03 (Tabel 1).

Pembentukan Buah

Persentase terbentuknya buah dari bunga yang telah diserbuki dalam satu tanaman nilainya bervariasi tergantung kepada sifat genetik (klon yang digunakan), teknik persilangan dan kondisi lingkungan. Laporan de Almeida dan Valle (2007) menunjukkan bahwa persentase buah yang terbentuk dari bunga yang

telah diserbuki secara alami (dengan bantuan serangga penyerbuk) berkisar 0,5 – 5%, hasil yang tamper sama (4%) diperoleh dari hasil penelitian Nugroho (2013) di Banten, sedangkan hasil penelitian Adjalo et al. (2012) di Ghana mendapatkan hasil yang lebih tinggi yaitu berkisar 2,4 – 28,5%, selama lima bulan pengamatan (Tabel 2). Yunita et al. (2014) dan Susilo (2006) melaporkan bahwa keberhasilan pembentukan buah (fruit set) dengan persilangan buatan pada tanaman kakao di Yogyakarta dan Jember pada 7 – 10 hari setelah penyerbukan masing-masing berkisar 4 – 48 % dan 14,52 – 62,66%.

Tabel 2. Persentase seting buah kakao selama lima bulan di Ghana

Table 2. Percentage of cacao pods setting in five months in Ghana

Bulan	Jumlah Bunga	Seting buah (%)
April	1511	2,4
Mei	1307	3,7
Juni	1480	10,1
Juli	3818	15,7
Agustus	2018	28,5

Sumber : Adjalo et al. , 2012

Source: Adjalo et al. , 2012

Tabel 3. Persentase buah enam klon kakao yang dapat berkembang sampai masak (siap panen)

Table 3. Percentage of six cacao clones pods grew to maturity (ready to harvest)

Klon	Ukuran buah (%)		
	Kecil	Sedang	Besar
Sulawesi 1	30,87	57,40	95,68
Sulawesi 2	20,63	65,36	87,01
KW 165	8,16	64,74	77,46
KKM 22	55,65	76,48	89,61
ICS 13	35,32	81,97	95,60
DR 2	9,13	83,35	93,50
Rata-rata	26,63	71,55	87,31

Sumber : Prawoto, 2014

Source: Prawoto, 2014

Ukuran buah kakao yang terbentuk terbagi kepada tiga kriteria, yaitu kecil, sedang dan besar dengan panjang masing-masing 1—10 ; 11—15 dan >15 cm. Namun kriteria tersebut dalam prakteknya disesuaikan dengan klon (Prawoto, 2014). Buah pentil (ukuran kecil) yang dihasilkan dari bunga yang telah diserbuki hanya berkisar 10 – 30%. Jumlah pentil yang sehat dan berkembang hingga siap panen hanya sekitar 33-100 buah (Womhod dan Lass, 1989; Iswanto, 1999).

Hasil penelitian Prawoto (2014) menunjukkan bahwa rata-rata buah kecil, sedang dan besar yang dapat berkembang sampai masak atau siap dipanen masing-masing 26,63; 71,55 dan 87,3% (Tabel 3). Dari Tabel 3 terlihat semakin rendah ukuran buah maka peluang untuk berkembang sampai siap untuk dipanen semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan ukuran buah yang kecil lebih rentan terhadap serangan hama (penggerek buah kakao dan Helopeltis sp) dan penyakit (busuk buah kakao) kakao serta layu pentil

dibandingkan ukuran buah yang lebih besar, sehingga ukuran buah yang kecil lebih banyak yang mati.

FENOMENA LAYU PENTIL

Gejala Layu Pentil

Layu pentil umumnya hanya terjadi pada buah kakao yang berukuran kurang dari 10 cm (buah kecil berumur 7 - 10 minggu). Buah pentil yang mengalami layu akan berhenti tumbuh. Permukaan pentil buah yang berwarna merah atau hijau (tergantung kepada klon) berubah warna menjadi kekuningan setelah seminggu, dimulai dari ujung sampai ke seluruh permukaan buah, kemudian kecokelatan dan akhirnya menjadi hitam dan mengering seperti mumi, namun pentil tersebut tetap melekat/menggantung di pohon (Gambar 1) (Groeneveld et al., 2010; Melnick et al., 2013)



Gambar 1. Proses terjadinya layu pentil kakao

Figure 1: The development of Cherelle wilt

Puncak terjadinya layu pentil terjadi dalam dua tahap, tahap pertama yaitu pada 50 hari setelah penyerbukan dan tahap kedua terjadi sekitar 70 hari setelah penyerbukan. Layu pentil kemudian menurun seiring dengan meningkatnya metabolisme di dalam buah (Melnick et al., 2013). Setelah panjang buah kakao mencapai lebih dari 10 cm (berukuran sedang, umur 71-100 hari), pentil terbebas dari penyakit fisiologis ini (layu pentil). Kondisi tersebut diduga karena berkas pengangkut di dalam pentil kakao sudah terbentuk lengkap dan berfungsi dengan baik (Nichols, 1966).

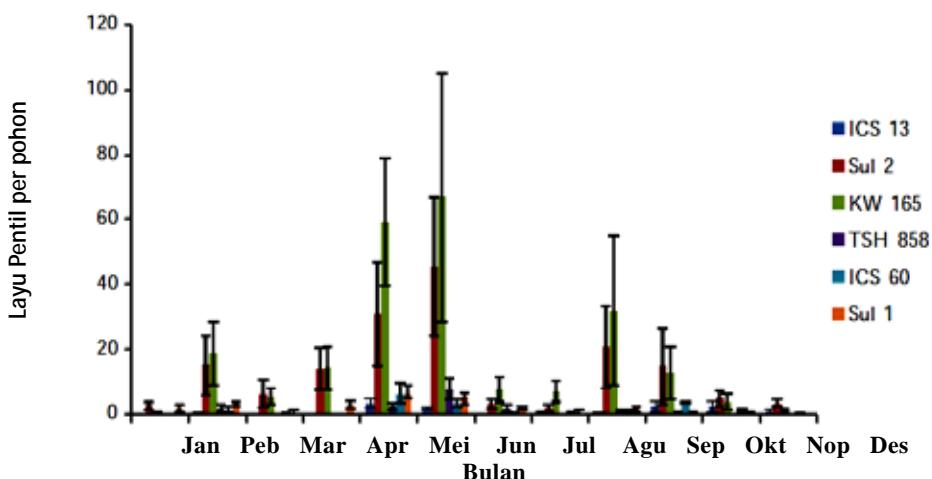
Tingkat Kejadian Layu Pentil

Tingkat kejadian layu pentil berkisar 70 – 90% (McKelvie, 1956) atau rata-rata hanya sekitar 32,9% pentil kakao yang mampu tumbuh secara maksimal dan sisanya mengalami kelayuan (Efron et al., 2003). Menurut laporan Daymond dan Hadley (2008), buah yang mati akibat layu pentil di Trinidad dan Ghana masing-masing berkisar 19–92,5% dan 22–84%. Tingkat kejadian layu pentil kakao nilainya hampir sama dengan gugur buah pada tanaman Litchi sinensis yang tingkat gugur bunga dan buahnya dapat mencapai 85–90% (Stem et al., 1995). Layu pentil pada tanaman kakao mirip seperti gugur buah yang terjadi pada tanaman jeruk, rambutan dan tanaman buah yang lain, hanya pada layu pentil, buah muda yang mengering tetap menempel pada cabang atau batang.

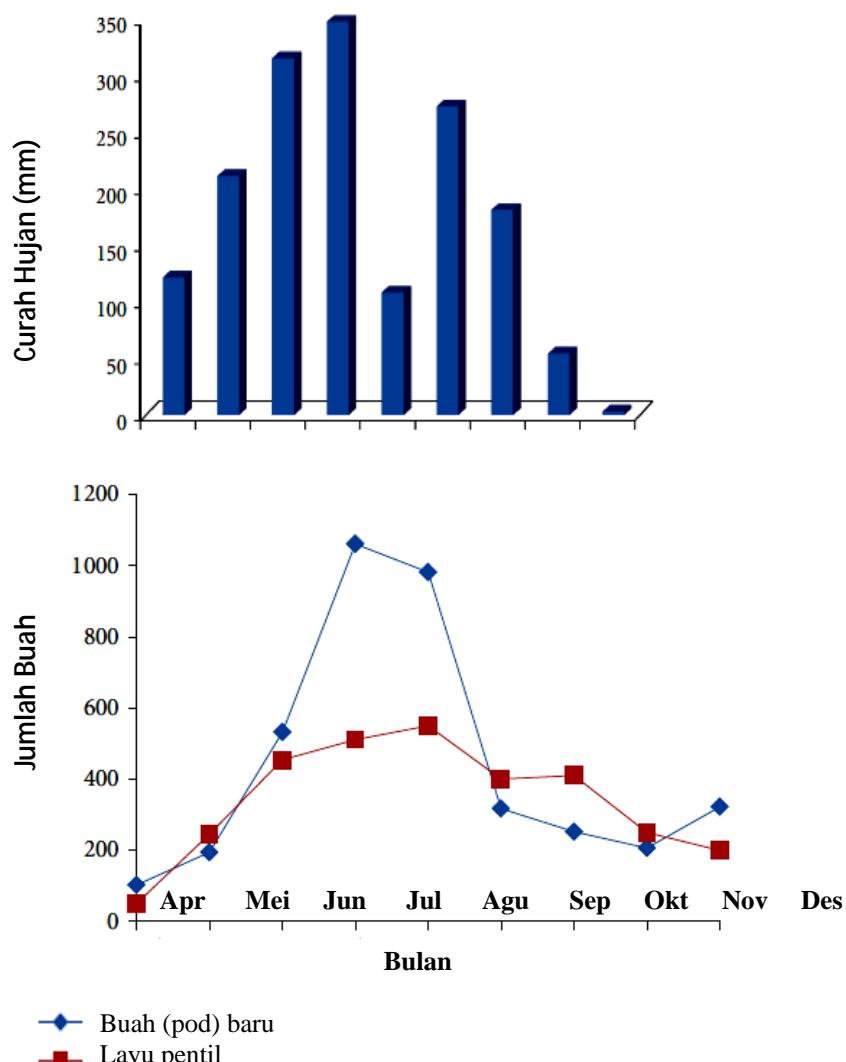
Dinamika Layu Pentil

Prawoto (2014) melaporkan bahwa tanaman kakao di kebun percobaan (KP) Kaliwining, Jember, mengalami layu pentil sepanjang tahun. Layu pentil tertinggi terjadi pada bulan Mei dan Juni, yaitu saat curah hujan mulai menurun (di bawah 100 mm/bulan). Klon KW 165 mengalami layu pentil paling tinggi, kemudian disusul oleh klon Sulawesi 2 (Gambar 2). Selain klon KW 165, klon DR 2, dan Sca 89 juga menunjukkan tingkat layu pentil yang konsisten tinggi, sebaliknya klon ICS 13 dan TSH 858 konsisten rendah (Prawoto, 2005).

Hasil penilitian Adjalo et al. (2012) di Ghana menunjukkan bahwa kejadian layu pentil dan pembentukan buah muda cenderung meningkat dengan bertambahnya curah hujan dan menurun dengan berkurangnya curah hujan. Layu pentil yang tinggi terjadi pada bulan Juni, dan Juli yaitu saat curah hujan mencapai maksimum (di atas 300 mm/bulan). Walaupun pada bulan Agustus curah hujan menurun namun layu pentil tetap tinggi. Hal tersebut diduga karena pada bulan sebelumnya (Juli) curah hujan sangat tinggi (di atas 350 mm), dan pada bulan Agustus curah hujan masih di atas 100 mm, sehingga memacu terjadinya layu pentil (Gambar 3).



Gambar 2. Dinamika layu pentil pada enam klon kakao dalam setahun di Jember (Prawoto,2014)
 Figure 2. The development of Cherelle wilt of six cacao clones in a year in Jember (Prawoto,2014)



Gambar 3. Rata curah hujan bulanan, dinamika layu pentil dan pembentukan buah baru kakao di Ghana (Adjalo et al., 2012)

Figure 3. The average monthly rain level, cherelle wilt development, and pods setting in Ghana (Adjalo et al., 2012)

Penyebab Layu Pentil

1. Persaingan antar buah dan buah dengan tunas

Proses pembelahan embrio yang berjalan sangat lambat sampai umur buah 70-75 hari menunjukkan bahwa sintesis fitohormon di dalam buah rendah (Hasenstein dan Zavada, 2001). Akibatnya kemampuan pentil untuk menyerap nutrisi berkurang. Fitohormon berperan dalam meningkatkan sink strength organ yang mengandungnya. Ukuran pentil yang kecil (kurang dari 10 cm) dengan kandungan fitohormon (auksin) yang relatif rendah, menyebabkan pentil memiliki sink strength yang rendah. Aktivitas sink ditentukan oleh proporsi hormon dan enzim yang bekerja di dalam sink. Disisi lain ukuran tunas yang besar dengan kandungan auksin yang tinggi menyebabkan tunas memiliki sink strength yang lebih tinggi dibandingkan buah pentil. Kondisi tersebut menyebabkan proporsi alokasi fotosintat dari daun sebagai source menuju pentil lebih rendah daripada yang menuju ke tunas.



Gambar 4 . Pentil mengalami layu karena kalah bersaing dengan buah yang lebih besar

Figure 4. The young pods wilted due to competition with larger pods

Meningkatnya jumlah tunas yang diikuti dengan bertambahnya jumlah layu pentil menunjukkan bahwa telah terjadi kompetisi alokasi fotosintat antara tunas dan pentil. (Prawoto, 2014). Tingkat layu pentil berkorelasi positif dengan jumlah buah berukuran sedang ($r=0,71$), dan berukuran besar ($r=0,55$) serta dengan intensitas bertunas ($r=0,37$) (Prawoto, 2014).

1. Pentil kekurangan fitohormon

Fitohormon berperan aktif selama proses pertumbuhan dan perkembangan (metabolisme) tanaman seperti pembungaan, penyerbukan, pembuahan, gugur buah, transpor nutrisi, dan dormansi biji. Fungsi fitohormon dalam proses metabolisme tersebut adalah menstimulasi sejumlah enzim, dan selanjutnya enzim yang akan menggerakkan reaksi metabolisme. Dari berbagai jenis fitohormon, auksin, giberelin, sitokinin, dan asam absisat berperan penting dalam mekanisme layu pentil.

Auksin berperan penting dalam pemanjangan sel dan mengatur arah transpor fotosintat dari source ke sink. Secara alami auksin ditemukan dalam bentuk indole acetic acid (IAA) . Sintesis auksin berlangsung di dalam primordia daun dan biji tanaman (Raoofi et al., 2014; Walingkas dan Rantung, 2012).

Kandungan auksin pada buah yang kecil lebih rendah dibandingkan buah yang besar. Peningkatan daya ambil fotosintat oleh buah dapat ditingkatkan dengan aplikasi auksin.

Fitohormon giberelin berperan dalam mengatur berbagai proses perkembangan tanaman, seperti perkembangan biji, pemanjangan sel, pertumbuhan daun, dan perkembangan bunga serta buah (Hu et al., 2008). Selain itu giberelin juga berperan dalam proses perkembangan embrio. Dalam perannya tersebut, giberelin memacu transkripsi ribonucleic acid (RNA). Giberelin dapat ditemukan di daun yang masih berkembang, batang, buah, dan biji yang sedang berkembang maupun berkecambah. Biosintesis giberelin terjadi di dalam jaringan yang sedang tumbuh dan berdiferensiasi termasuk di dalam biji dan buah yang sedang tumbuh dan berkembang (Astuti et al., 2012)

Sitokinin berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti pengaturan pertumbuhan akar dan batang, perkembangan daun, pembelahan dan diferensiasi sel, meningkatkan sink strength, menghambat proses penuaan, menstimulasi pertumbuhan tunas lateral dan didalam proses perkembangan buah, sitokinin berperan dalam proses mitosis. (Sun et al., 2003). Biosintesis sitokinin diatur oleh enzim isopentenyltransferase (IPT) dan ekspresi paling kuat IPT terdapat di akar, tangkai bunga, tabung serbuk sari, basal tunas aksiler, ovulum, dan endosperma (Aloni et al., 2005; Miyasaki et al., 2006).

Asam absisat (ABA) dikenal sebagai senyawa penghambat pertumbuhan. Fitohormon ABA berperan mengatur proses gugur buah, dormansi biji dan pemasakan buah. (Finkelstein et al., 2002; Zhou et al., 2004). Selain itu ABA juga berperan penting dalam proses penuaan (senescence) (Wheeler, 2006).

PENGENDALIAN LAYU PENTIL

Bahan tanam

Penggunaan klon/vareitas kakao yang tahan/toleran layu pentil merupakan cara yang mudah dan murah untuk menekan jumlah layu pentil pada perkebunan kakao. Klon kakao yang menunjukkan tingkat layu pentil yang konsisten rendah diantaranya TSH 858, Sulawesi 1, ICS 13 dan SCA 6 sedangkan yang tinggi diantaranya KW 165, Sulawesi 2, DR 2, ICS 60, dan SCA 89 (Prawoto, 2005; Daymond dan Hadley, 2008; Prawoto, 2014)

Pemangkasan

Pemangkasan semua tunas baru secara berkala selama sebagian besar buah ukurannya masih kecil (pentil), dapat menurunkan tingkat layu pentil. Tunas merupakan pesaing utama buah pentil dalam pengambilan hasil fotosintat. Dengan dipangkasnya tunas baru maka buah pentil kakao akan mendapatkan hasil fotosintat yang optimal, sehingga buah pentil tidak mengalami layu. Astuti et al. (2012) melaporkan bahwa penghilangan tunas pada tanaman kakao dapat menurunkan layu pentil (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh penghilangan tunas terhadap persentase layu pentil pada berbagai tingkat umur
Table 4. The effect of pruning on Cherelle wilt occurrence at certain age levels

Perlakuan	Umur Buah (minggu)			
	3	6	9	12
Tunas Dibiarkan	34,0	68,4	79,6	88,9
Tunas Dihilangkan	24,1	53,7	72,6	74,3

Sumber : Astuti et al., 2012

Source: Astuti et al., 2012

Penggunaan Pupuk

Unsur Seng (Zn) berperan dalam biosintesis auksin. Kekurangan Zn menyebabkan kandungan Indole Acetic Acid (IAA) rendah. Salah satu fungsi IAA adalah untuk merangsang pembentukan dan pertumbuhan buah, sehingga dapat menekan layu pentil (Wachyar, 2005). Unsur Boron (B) berfungsi dalam merangsang pertumbuhan buah. Kekurangan unsur B dapat menyebabkan berkurangnya pertumbuhan buah biji dan buah, sehingga buah banyak yang layu(Wachyar, 2005). Kombinasi Boron 3350 ppm dan Zn 3750 ppm dapat menekan terjadinya layu pentil hingga 86 % (Kurniawati et al., 1998).

Sedangkan kombinasi antara seng sulfat ((ZnSO₄)₂·H₂O) 1.500 mg/liter dan air kelapa 25% dapat menekan layu pentil pada tanaman kakaol sekitar 6% (Ahmad, 2015). Air kelapa mengandung hormon seperti auksin 0,07 mg/liter, sitokinin 5,8 mg/liter dan sedikit giberelin (Yusnida, 2006)

Unsur Kalium dalam tanaman berfungsi sebagai kofaktor, membantu memelihara potensial osmotik dan pengambilan air, proses penutupan stomata, dan berperan penting dalam proses fotosintesis, serta meningkatkan translokasi hasil fotosintesis keluar daun. Aplikasi kalium 85 g KCl/pohon lewat tanah mampu meningkatkan pembentukan pentil

kakao baru secara nyata (Erwiyono et al., 2006). Sedangkan pemberian kalsium (Ca) dapat menurunkan layu pentil rata-rata sebesar 3%. (Krauss et al 2012).

Aplikasi unsur mikro (Zn 1500 ppm + B 3000 ppm) dan NAA 500 ppm dengan teknik penyemprotan pada buah dapat menekan terjadinya layu pentil sebesar 25% (Widiancas, 2010).

Polatanam

Persentase layu pentil cenderung lebih rendah pada polatanam kakao – kelapa dibanding kakao monokultur (kakao- glirisidia) (Osei-Bonsu et al., 2012). Intensitas matahari yang lebih tinggi pada tanaman kakao

monokultur menyebabkan tanaman mengalami heat stress yang mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesa dan asimilasi nitrogen, sehingga tanaman kekurangan nutrisi dan pada akhirnya mengalami layu pentil (Kresnawaty et al., 2010)

Penggunaan Fitohormon

Aplikasi NAA dan GA dapat meningkatkan daya ambil buah dalam bersaing dengan tunas untuk memperoleh fotosintat, sehingga menurunkan jumlah layu pentil. Hasil penelitian Astuti et al. (2012) menunjukkan bahwa pemberian NAA dan GA dengan dosis masing-masing 250 mg/liter, yang disemprotkan pada buah kakao dapat menurunkan layu pentil (Tabel 5).

Tabel 5. Pengaruh pemberian NAA dan GA terhadap persentase layu pentil pada berbagai tingkat umur

Table 5. The effect of NAA and GA addition on Cherelle wilt occurrence at certain age levels

Perlakuan	Umur Buah (minggu)			
	3	6	9	12
Kontrol	34,0	68,4	79,6	88,9
Pemberian NAA 250 mg/liter	29,3	44,3	58,0	61,70
Pemberian GA 250 mg/liter	20,0	45,8	69,0	75,7

Sumber : Astuti et al., 2012

Source: Astuti et al., 2012

Penggunaan Formula Penghambat Pertumbuhan Vegetatif

Penyemprotan formula penghambat pertumbuhan vegetatif tanaman (vegetative growth retardant, VGR) pada lapisan efektif dalam menurunkan tingkat layu pentil kakao. Efektifitas formula tersebut semakin meningkat jika ditambah dengan buffer (Santoro dan Rahmawan, 2000).

1. Pacllobutrazol

Pacllobutrazol merupakan kemikalia yang berdampak fisiologis yaitu dapat menekan reaksi oksidasi antara kauren dan asam kaurenoat pada biosintesis giberelin (G.A), sehingga pertumbuhan vegetatif tanaman terhambat. (Abdillah et al., 2014). Winarsih dan Prawoto (1991) melaporkan penggunaan pacllobutrazol sebanyak 4.000 ppm cukup efektif menekan layu pentil kakao dan menurut

Oktaviani (2008) efektifitas paclobutrazol baru terlihat setelah 8 minggu.

2. Mequat klorida

Mequat klorida (CCC) dengan nama dagang Cycocel berperan menghambat biosint Kombinasi Boron 3350 ppm dan Zn 3750 ppm dapat menekan terjadinya layu pentil hingga 86 % (Kurniawati et al., 1998)

esis GA dan menekan pertumbuhan vegetatif terutama pertunasannya tanaman. Berkurangnya pertumbuhan vegetatif tersebut menyebabkan keseimbangan assimilat bergeser kearah pertumbuhan generatif, sehingga meningkatkan induksi pembungaan dan pembuahan serta menurunkan layu pentil (Santoso et al., 2013). Larutan CCC yang disemprotkan pada daun tanaman kakao dapat

menekan layu pentil sebesar 14% dan CCC ditambah dengan sukrosa dapat menekan layu pentil 15 % (Santoso et al 2013).

Penggunaan Mikroba

1. Biokaolin

Biokaolin yang terdiri dari kaolin, spora *Beauveria bassiana* dan media tumbuh B. bassiana dapat digunakan untuk mengurangi layu pentil kakao. Penyemprotan biokaolin yang sudah disuspensikan dalam air (1kg/15 liter), ke buah kakao interval seminggu sekali dapat mengurangi kejadian layu pentil secara nyata. Penurunan jumlah buah yang mengalami layu pentil dapat mencapai 40 %. Kondisi tersebut memberikan potensi peningkatan hasil panen petani kakao (Kresnawaty et al., 2010).

2. Azotobacter chroococcum

Azotobacter chroococcum, merupakan salah satu mikroba yang berperan sebagai agen penambat nitrogen dalam jumlah yang cukup besar dan mampu mengkonversi dinitrogen (N₂) ke dalam bentuk ammonium (NH₃). Selain itu mikroba tersebut mampu mensintesis vitamin B, asam indol asetat, giberelin, sitokinin dan asam organik yang dapat meningkatkan perkembahan biji dan pertumbuhan tanaman serta merangsang tumbuhnya bulu-bulu akar (Hindersah et al., 2004; Nasaruddin, 2012). Perlakuan *Azotobacter chroococcum* dan pupuk organik cair berpengaruh sangat nyata terhadap persentase layu pentil kakao. Kombinasi aplikasi *Azotobacter chroococcum* 40x10⁶ CFU dan pupuk organik cair 30 % sangat efektif dalam menurunkan layu pentil kakao (Gamaruddin et al., 2014)

PENUTUP

Layu pentil kakao merupakan gejala fisiologis yang disebabkan oleh (1) persaingan antar buah, dan (2) buah pentil kekurangan fotohormon. Gejala yang khas pada layu pentil yaitu pentil mengering seperti mumi dan tetap menempel di batang atau cabang. Layu pentil dapat mengakibatkan potensi produksi tanaman kakao turun sebesar 70 – 90%. Pencegahan layu pentil dapat dilakukan secara kultur teknis

(penggunaan bahan tanam, pemangkasan, pemupukan dan polatanam) dan penggunaan fitohormon, formula penghambat pertumbuhan vegetatif dan mikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, H., I. R. Dewi A, and S. Rosniawaty. 2014. Pengaruh pemberian paclobutrazol untuk menekan layu pentil (*Cherelle Wilt*) pada buah kakao (*Theobroma cacao L.*). *Agric. Sci. J.*, 1(4) : 39-47.
- Adjalo, M., B. K. B. Banful, and W. Oduro. 2013. Evaluation of breeding substrates for cocoa pollinator, *Forcipomyia* spp. and subsequent implications for yield in a tropical cocoa production system. *American Journal of Plant Sciences*, 4: 203-210.
- Ahmad, F. 2015. Aplikasi Air Kelapa dan Unsur Hara Zn untuk Mengatasi Layu Pentil (*cherelle wilt*) pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao L*) dengan Teknik Penyemprotan Buah. Skripsi Fakultas Pertanian UNEJ. Jember. 53 hlm.
- Astuti, Y.T.M., A. A. Prawoto dan K. Dewi. 2011. Pengaruh keberadaan tunas, aplikasi Naphthalene Acetic Acid dan Gibberellic Acid terhadap perkembangan buah muda kakao. *Pelita Perkebunan*, 27(1):11-23.
- De Almeida, A.A., and R.R. Valle. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19: 25–448.
- Ditjenbun. 2014. Statistik Perkebunan Indonesia : Kakao. Direktorat Jendral Perkebunan. Jakarta
- Efron, Y.; P. Epaina, and S. Taisa. 2003. Analysis of the factors affecting yield and yield variability in the SG 2 cocoa hybrid variety in Papua New Guinea. Proc. Internat. Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems. Rabaul, pp. 50—61.
- Erwiyyono, R., A.A. Sucayyo, Suyono, dan S. Winarno. 2006. Keefektifan pemupukan kalium lewat daun terhadap pembungaan dan pembuahan tanaman kakao. *Pelita Perkebunan*, 22(1): 13-24

- Gamaruddin, A. Ala, Nasaruddin. 2014. Pengaruh Inokulasi Azotobacter chroococcum dan Pupuk Organik Cair Terhadap Layu Pentil Kakao. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin Makassar. Makassar. 11 hlm. Diakses dari <http://pasca.unhas.ac.id/jurnal/files>.
- Groeneveld, J.H, T. Tscharntke, G. Moser, and Y. Clough. 2010. Experimental evidence for stronger cacao yield limitation by pollination than by plant resources. Persp. Pl. Ecol. Evol. Syst., 12: 183-191.
- Hindersah R. dan Tualar S. (2004). Potensi Rizobakteri Azotobacter chroococcum dalam Meningkatkan Kesehatan Tanah. Jurnal Natur Indonesia 5(2):127-133.
- Krauss, U., V.Adonijah, C. Arroyo, M. Bekker, J. Crozier, A. Gamboa, C. Steuten and K. Holmes. 2012. Cocoa (*Theobroma cacao*) yield increase in Costa Rica through novel stress management and fertilization approach. Greener Journal of Agricultural Sciences, 2(3): 68-78.
- Kresnawaty, I., A. Budiani, A. Wahab dan T.W. Darmono. 2010. Aplikasi biokaolin untuk perlindungan buah kakao dari serangan PBK, *Helopeltis* spp. dan *Phytophthora palmivora*. Menara Perkebunan 2010, 78(1), 25-31
- Kurniawati, A., A.Wachjar, A.T. Sinaga. 1998. Pengaruh pupuk boron (B) dan seng (Zn) terhadap layu pentil dan buah kakao (*Theobroma cacao L.*) yang dapat dipanen. Buletin Agronomi, 26(3): 8-12.
- Melnick, R.L., M.D. Strema, J. Crozier, R.C. Sicher, and B.A. Bailey. 2013. Molecular and metabolic changes of cherelle wilt of cacao and its effect on Moniliophthora roreri. Physiological and Molecular Plant Pathology, 84:153-162.
- Nasaruddin, (2012). Efektifitas Pemanfaatan Azotobacter chroococcum dan Mikoriza Arbuskula (*Glomus* sp) Terhadap Pertumbuhan dan Ketersediaan Hara Tanaman Kakao. [Disertasi]. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nugroho, A. 2013. Diversitas Serangga Pengunjung, Aktivitas Kunjungan Lalat Forcipomyia dan Pembentukan Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*). Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. IPB. Bogor. 16 hlm
- Oktaviani, W. 2008. Peningkatan Produksi Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) Melalui Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Paclobutrazol pada Berbagai Konsentrasi. Skripsi Fakultas Pertanian IPB. Bogor. 42 hlm.
- Osei-Bonsu,K., K. Opoku-Ameyaw, F.M. Amoah and F.K. Oppong. 2002. Cacao-coconut intercropping in Ghana: agronomic and economic perspectives. Agroforestry Systems, 55: 1-8.
- Prawoto, A.A. 2005. Morphological, anatomical and biochemical study of cherelle wilt and its control development effort. Pelita Perkebunan, 16: 11—29.
- Prawoto, A.A. 2014. Dinamika pertunasan, layu pentil, dan ketepatan taksasi produksi beberapa klon kakao. Pelita Perkebunan, 30(2): 100—114.
- Raoofi, M.M., S.Dehghan , M. Keighobadi and O. Poodineh. 2014. Effect of naphthalene acetic acid in agriculture and the role of increase yield. Intl. J. Agri. Crop. Sci. 7 (14): 1378-1380.
- Santoso, D., Samanhudi and R. Purwanto. 2013. Chlorocholine chloride induces cacao reproductive development leading to improved fruitlets productivity of cacao trees in the field. Journal of Agricultural Science and Technology B(3): 517-524.
- Santoso, D., dan A. Rahmawan. 2000. Teknik aplikasi dan efektivitas formula VGR untuk penurunan tingkat layu pentil kakao. Menara Perkebunan, 70(1): 12-19.
- Sari, I.A., and A. W. Susilo. 2015. Phenology of flowering and pod maturity on some cocoa (*Theobroma cacao L.*) clones. Pelita Perkebunan, 31(2): 73-80.
- Susilo, A.W. 2006. Kemampuan menyerbuk sendiri beberapa klon kakao (*Theobroma cacao L.*). Pelita Perkebunan, 22, 159–167.
- Wachyar, A. 2005. Kajian Tanggap Fisiologi Perkembangan Buah Muda dan Layu Pentil Terhadap Pemberian Unsur Seng (Zn) dan Boron (B) serta Pengaruhnya

- terhadap Hasil Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*). Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor. 139 hlm.
- Widiancas, A.P. 2010. Aplikasi ZPT NAA dan Unsur Mikro untuk Mengatasi Layu Pentil (*Cherelle Wilt*) pada Kakao (*Theobroma cacao L.*) dengan Teknik Penyemprotan Buah. Skripsi Fakultas Pertanian UNS. Surakarta. 32 hlm.
- Yunita, T.R., Taryono, dan M.W. Suyadi. 2015. Pengujian sifat kemampuan menyerbuk silang lima klon kakao (*Theobroma cacao*). Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia, 1(5): 1182-1185.

PEDOMAN PENULISAN NASKAH

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

ISSN 2337-3946



9 772337 394602