

**PERAKITAN DAN PERBANYAKAN BENIH UNGGUL UNTUK
MENDUKUNG PENINGKATAN PRODUKSI KAKAO NASIONAL**

**UTILIZATION OF SEEDS FROM SUPERIOR VARIETY TO IMPROVE
THE EFFICIENCY OF NATIONAL CACAO PRODUCTION**

Enny Randriani dan Dani

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

ABSTRAK

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional, khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan petani, sumber bahan baku industri dalam negeri, dan sebagai penghasil devisa negara. Bahan tanaman unggul diperlukan dalam upaya meningkatkan produktivitas dan kualitas kakao Indonesia sehingga mampu bersaing di pasar internasional. Program pemuliaan tanaman kakao untuk merakit varietas unggul baru dapat dilaksanakan melalui pendekatan konvensional maupun bioteknologi. Pemuliaan tanaman kakao secara konvensional melalui persilangan antar genotipe maupun seleksi klon lokal saat ini masih banyak dilakukan dengan bantuan penanda molekuler untuk mempercepat proses seleksi. Varietas unggul yang dihasilkan selanjutnya dikembangkan melalui teknik perbanyakan tanaman kakao baik secara generatif, vegetatif, maupun secara *in vitro*.

Kata kunci : *Theobroma cacao*, benih unggul, hibridisasi, marka molekuler, perbaikan genetik

ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L.) is one of the plantation commodities that plays an important role in the national economy, especially as a provider of employment, sources of farmer income, sources of industrial raw materials in the country, and as a producer of foreign exchange. Superior plant material is needed in an effort to improve the productivity and quality of Indonesian cocoa so that they are able to compete in the international market. Cacao plant breeding programs to assemble superior varieties can be implemented through conventional approaches and biotechnology. Conventional cocoa breeding through cross-breeding between genotypes and selection of local clones is still mostly done with the help of molecular markers to speed up the selection process. The superior varieties produced are further developed through cacao propagation techniques both generatively, vegetatively, and *in vitro*.

Keywords : *Theobroma cacao*, hybridization, molecular marker, superior seeds, genetic improvement

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang berperan cukup penting bagi perekonomian nasional khususnya sebagai penyedia lapangan pekerjaan, sumber pendapatan petani, sumber bahan baku industri dalam negeri, sebagai penghasil devisa negara juga menjadi tanaman pelestari lingkungan hidup, disamping itu kakao juga berperan dalam

mendorong pengembangan wilayah dan pengembangan agroindustri (Badan Litbang Pertanian, 2007). Komoditi kakao merupakan komoditas strategis bagi masyarakat pedesaan di Indonesia, karena mampu memberi penghidupan terhadap sekitar 1.726.359 kepala keluarga pada tahun 2016, disamping itu lebih dari 90 % dari luas areal tanaman kakao di Indonesia (1.720.773 hektar) merupakan perkebunan rakyat (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2016).

Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana (Rubiyo, 2012). Volume ekspor kakao Indonesia tahun 2013-2016 berfluktuasi. Total volume ekspor kakao pada tahun 2013 mencapai 414,09 ribu ton, senilai US\$ 1,13 milyar. Pada tahun 2016 total volume ekspor kakao berkurang menjadi 330,029 ribu ton, senilai US\$ 1.239.580. Tujuan ekspor kakao Indonesia mencakup negara-negara di Asia, Amerika, Eropa, Afrika, dan Australia. Lima besar negara pengimpor kakao asal Indonesia adalah Malaysia, Amerika, Cina, India, dan Belanda (Badan Pusat Statistik, 2017).

Di sisi lain, produktivitas kakao nasional masih tergolong rendah. Menurut Suhendi (2008), terdapat beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya produktivitas kakao, yaitu serangan hama dan penyakit, anomali iklim, tajuk tanaman rusak, populasi tanaman berkurang, teknologi budidaya yang masih sederhana, penggunaan bahan tanam yang mutunya kurang baik, serta umur tanaman sudah cukup tua sehingga kurang produktif. Hasil penelitian Zaenudin & Baon (2004), menunjukkan bahwa produktivitas tanaman kakao mulai menurun setelah umur 15 - 20 tahun. Tanaman tersebut umumnya memiliki produktivitas yang hanya tinggal setengah dari potensi produktivitasnya.

Hal tersebut di atas harus cepat diatasi mengingat permintaan dunia terhadap biji kakao terus meningkat setiap tahunnya, terutama dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa Barat. Indonesia sebagai salah satu produsen perlu memanfaatkan peluang tersebut untuk meningkatkan devisa negara dengan meningkatkan ekspor biji kakao, peluang besar ekspor kakao Indonesia relatif masih terbuka. Beberapa hasil studi menunjukkan bahwa daya saing produk kakao Indonesia, khususnya biji kakao masih baik sehingga Indonesia masih mempunyai peluang untuk meningkatkan ekspor dan mengembangkan pasar domestik. Mutu hasil biji kakao yang dikehendaki konsumen terutama adalah yang lemaknya tinggi ($\pm 55\%$)

dan berat per biji keringnya ± 1 g (Iswanto & Winarno, 1992).

Seiring dengan peningkatan permintaan pasar terhadap biji kakao, maka upaya peningkatan produksi kakao perlu terus dilakukan untuk dapat memenuhi tuntutan pasar. Hingga kini lebih dari seratus klon kakao telah dikembangkan di berbagai sentra produksi kakao di Indonesia, baik melalui perkebunan rakyat maupun yang dikelola oleh pemerintah dan swasta. Namun demikian upaya pengembangannya masih menemui berbagai kendala, antara lain serangan hama dan penyakit yang dapat langsung menurunkan kualitas serta kuantitas produksi biji kakao (Susila, 1996). Mutu hasil yang rendah dapat menurunkan nilai jual produk biji kakao (Iswanto & Winarno, 1992).

Berbagai penyakit yang disebabkan oleh patogen dapat ditemukan pada tanaman kakao, salah satunya adalah penyakit busuk buah (*black pod*) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora*. Penyakit busuk buah ini menyebabkan kerugian yang bervariasi antara daerah satu dengan yang lainnya bahkan antar negara. Secara umum, kerugian antara 20-30% pertahun terjadi akibat penyakit busuk buah pada pertanaman kakao di lapangan (Wood & Lass, 1985). Serangan hama yang merugikan adalah penggerek buah kakao (PBK). Serangan PBK pada tahun 1993 menimbulkan kerugian pekebun kakao Indonesia sekitar 23,9 milyar rupiah (Madry, 1994), sedangkan serangan penyakit busuk buah dapat menimbulkan kerugian hasil mencapai 60% (Pawirosoemarjo & Purwantoro, 1992; Situmroang & Soeyatno, 1974).

Bahan tanaman unggul perlu diperoleh agar produk kakao Indonesia mampu bersaing di pasar internasional. Tipe kakao yang saat ini banyak dibudidayakan petani Indonesia adalah kakao lindak. Produktivitas kakao lindak lebih tinggi dibandingkan kakao mulia (*fine cocoa*). Untuk itu program pemuliaan kakao lindak maupun kakao mulia diarahkan untuk mendapatkan varietas hibrida dan klon-klon

unggul dengan karakter unggul biji besar, kadar lemak tinggi, daya hasil tinggi dan stabil, cita rasa baik serta tahan dan toleran terhadap hama dan penyakit utama (Wahyudi, Panggabean, & Pujiyanto, 2008). Tulisan ini mencoba memberikan gambaran program pemuliaan bahan tanaman unggul untuk memenuhi kebutuhan tersedianya bibit dan benih kakao unggul, sehingga pengembangan kultivar atau klon kakao unggul secara terprogram perlu segera dilakukan.

PEMULIAAN TANAMAN KAKAO UNTUK MENDAPATKAN BAHAN TANAM UNGGUL

Bahan tanam kakao unggul dapat diperoleh melalui program pemuliaan tanaman, baik melalui pendekatan konvensional maupun bioteknologi. Di Indonesia, arah pemuliaan tanaman kakao ditujukan untuk mengembangkan kultivar unggul dengan sifat-sifat sebagai berikut: (1) mempunyai potensi daya hasil yang tinggi, (2) kualitas biji yang bermutu tinggi, dan (3) tahan terhadap hama (seperti: pengerek buah kakao) dan penyakit utama (seperti busuk buah kakao [*P. palmivora*] dan *vascular streak dieback* [*Oncobasidium theobromae* Talbot & Keane]) (Iswanto & Winarno, 1992).

Keragaman genetik tanaman kakao

Tanaman Kakao berdasarkan tipe populasinya, terbagi menjadi tiga kelompok besar yaitu tipe Criollo, Forastero dan Trinitario. Criollo berasal dari penyebaran melintasi pegunungan Andes ke arah dataran rendah Venezuela, Columbia, dan Ekuador, dan ke arah utara ke Amerika Tengah dan Meksiko. Sifat-sifat tipe Criollo bentuk pertumbuhan tanaman kurang kuat, rentan terhadap hama penyakit dan produktivitasnya lebih rendah dibandingkan Forastero, kulit buah tebal tetapi lunak sehingga mudah dibelah. Criollo menghasilkan kakao mulia (*fine flavour cocoa*). Warna buah hijau atau agak merah karena adanya pigmen *antosianin*; *perikarp* agak kasar, tipis dan lunak, *mesokarp*

mengandung lignin, biji bulat dan kotiledon putih (Soria, 1974; Opeke, 1982). Kadar lemak di dalam biji lebih rendah dibandingkan dengan Forastero tetapi ukuran bijinya lebih besar, bulat, memberikan citarasa khas yang unggul. Criollo termasuk dalam jenis kakao mulia. Biji kakao mulia aroma coklatnya lembut apabila diproses, tetapi tanaman kakao tipe tersebut semakin berkurang keberadaannya akibat kurang tahan terhadap perubahan iklim dan serangan penyakit (LeDrew, 2008).

Forastero dihasilkan oleh penyebaran ke lembah Amazon, ke arah Brazil bagian barat dan Guyana (Alvim, 1997). Tipe Forastero menghasilkan kakao bermutu sedang, dikenal dengan kakao lindak (*bulk cocoa*). Tipe Trinitario merupakan hibrida antara Criollo dan Forastero. Trinitario termasuk kakao mulia atau lindak tergantung biji yang dihasilkannya. Klon DR menghasilkan kakao mulia, sedangkan klon ICS banyak menghasilkan kakao lindak (Mawardi, 1982; Opeke, 1982). Yang termasuk Trinitario adalah klon-klon ICS 60, ICS 84, ICS 95, DR 1, DR 2, DR 38, dan DRC 16.

Varietas kakao yang dibudidayakan di Indonesia merupakan hibrida antar klon kakao yang berasal dari garis keturunanyang berasal dari tipe Forastero menghasilkan kakao lindak (*bulk cocoa*), sedangkan yang berasal dari tipe Trinitario dan Criollo menghasilkan klon-klon kakao mulia (*fine/edel cocoa*) (Susilo, Zhang, Motilal, Mischke, & Meinhardt, 2011).

Pemanfaatan teknologi marka molekuler dalam seleksi genotipe unggul

Marka molekuler merupakan salah satu kegiatan program pemuliaan yang cukup penting. Penggunaan marka molekuler akan memberikan hasil yang meyakinkan karena tidak dipengaruhi oleh lingkungan dan dapat membantu pemulia dalam pengelompokan genotipe- genotip tanaman kakao untuk mendapatkan informasi kombinasi tetua terbaik untuk mendapatkan hibrida dengan sifat yang unggul.

Pendekatan seleksi secara modern dengan bantuan penanda (*marker assisted selection* = *MAS*) mungkin dapat meningkatkan efisiensi dalam program perakitan varietas unggul kopi secara konvensional (Suresh, Ram, & Shivanna, 2012). Penggunaan penanda molekuler diharapkan informasi keunggulan genotipe tanaman kakao dapat diketahui lebih cepat dan akurat tanpa dipengaruhi oleh lingkungan dan umur tanaman (Susilo, 2007).

Menggunakan marka molekuler untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi program pemuliaan tanaman yang dilakukan. Dengan menggunakan marka molekuler, diversitas genetik plasma nutfah kakao sebagai calon tetua yang akan digunakan dalam program pemuliaan tanaman akan dapat ditentukan. Keuntungan penggunaan marka molekuler dalam program pemuliaan yaitu 1. Mengidentifikasi kultivar yang terdapat pada kebun koleksi plasma nutfah agar tidak terdapat duplikasi kultivar atau kesalahan dalam pelabelan, 2. Proses seleksi marka yang terpaat erat dengan sifat fenotif tertentu 3. Menduga keragaman genetik dan kekerabatan antar dan dalam spesies atau varietas dan juga dapat membantu menjelaskan filogenetiknya, 4. Kontruksi peta genetik dalam penentuan lokasi lokus sifat kuantitatif (QTL) pada grup keterpaatan (Weising *et al.*, 1996). Untuk meningkatkan kemungkinan didapatkannya kultivar unggul baru, perlu dilakukan persilangan antara dua tetua yang mempunyai jarak genetik yang jauh. Identitas tetua dengan jarak genetik yang jauh dapat diketahui dengan menggunakan marka molekuler.

Pemuliaan konvensional melalui persilangan antar genotipe kakao

Program perakitan varietas unggul tanaman perkebunan melalui pendekatan pemuliaan konvensional hingga kini masih banyak diterapkan meskipun kemajuannya tergolong lambat, terutama untuk tanaman-tanaman yang membiak secara vegetatif. Pendekatan konvensional masih layak diandalkan dalam program pemuliaan tanaman

perkebunan seperti kakao dan kopi. Seleksi dan hibridisasi yang selama ini masih diterapkan, ternyata masih mampu memperbaiki sifat-sifat penting bagi kedua tanaman tersebut (Vinod & Suryakumar, 2004). Heterosis pada kakao menyebabkan dilakukan program pemuliaan dalam rangka merakit hibrida antar klon (Lopes *et al.*, 2011). Gejala heterosis dan daya hasil tinggi pada generasi F1 mempunyai arti sangat penting dalam pembentukan varietas hibrida (Aryana, 2007). Saat ini metode seleksi berulang (*recurrent selection*) juga sudah mulai dilakukan pada pengembangan klon kakao unggul baru (Lopes *et al.*, 2011).

Pemuliaan tanaman konvensional pada dasarnya adalah proses persilangan secara normal, tetapi terdapat campur tangan manusia dalam menentukan tetua persilangan dan seleksi keturunannya sehingga evolusi yang terjadi diarahkan untuk menyesuaikan dengan kebutuhan manusia (Manshardt, 2004). Efisiensi program pemuliaan tanaman kakao dapat ditingkatkan melalui pemilihan kombinasi persilangan terbaik antar klon berkerabat jauh (Diaz *et al.*, 2003). Meskipun demikian, pendekatan konvensional melalui persilangan buatan antar kerabat jauh seringkali dihadapkan pada kendala inkompatibilitas atau embrio yang tidak berkembang.

Salah satu contoh varietas hibrida kakao yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian sebagai varietas unggul baru adalah ICCRI 06H. Karakter unggul yang ditunjukkan meliputi daya hasil mencapai 1,99 kg/pohon, bobot per biji kering 1,07 g, dan kadar lemak biji 54,3%. Varietas tersebut merupakan hasil persilangan biklonal TSH 858 x KW 162 (Susilo, 2011).

Seleksi klon kakao unggul lokal melalui pendekatan partisipatif

Para pemulia tanaman tahunan terus berupaya untuk memangkas waktu, biaya, dan tenaga yang diperlukan dalam proses perakitan varietas baru. Salah satu pendekatan alternatif

yang sudah banyak dilakukan adalah pemuliaan tanaman partisipatif (*participatory plant breeding*). Proses seleksi klon/galur dilakukan di lahan milik petani, perusahaan swasta atau pemerintah sehingga sekaligus dapat memanfaatkan sumberdaya lokal. Bahan genetik yang digunakan berupa pertanaman yang sudah tumbuh dan beberapa kali berproduksi sehingga karakter-karakter morfotipe maupun daya hasil dapat diamati secara sekaligus.

Proses pemuliaan untuk merakit varietas unggul memerlukan waktu yang cukup lama, sedangkan kebutuhan benih untuk keperluan rehabilitasi dan atau peremajaan dalam upaya untuk meningkatkan produktivitas nasional sangat mendesak dengan jumlah yang tidak sedikit. Alternatif yang dapat ditempuh melalui penelusuran atau observasi terhadap materi-materi unggul lokal atau yang diintroduksi dari luar tetapi telah berkembang secara baik dalam waktu yang cukup lama, sambil menunggu diperoleh varietas unggul hasil pemuliaan konvensional atau formal. Baihaki (2004) mengemukakan bahwa untuk menemukan varietas unggul baru memerlukan waktu yang lama, maka dari itu kedepan sebaiknya perhatian lebih diarahkan pada penggunaan varietas unggul spesifik lokasi.

Untuk menghemat waktu dan biaya, pemulia tanaman dapat memanfaatkan secara langsung bahan genetik yang sudah tersedia di lapangan. Dengan melakukan seleksi terhadap plasma nutfah yang tumbuh di wilayah tertentu akan dihasilkan kultivar-kultivar baru yang sesuai untuk dibudidayakan pada lingkup area yang sempit dengan kondisi lingkungan dan pola iklim spesifik. Dengan demikian, kultivar-kultivar yang dihasilkan akan sesuai dengan kebutuhan masyarakat petani setempat. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut dan sekaligus dalam rangka menekan biaya adalah melalui pemuliaan tanaman partisipatif, yaitu melibatkan petani setempat dalam proses pemuliaan (Brummer, *et al.*, 2011).

Pemuliaan yang didasarkan pada lingkungan lokal dilakukan untuk menghasilkan varietas unggul spesifik dengan mengeksploitasi pengaruh *GxE repeatable*, melalui dua pendekatan (Atlin *et al.*, 2001): 1) Eksploitasi adaptasi lokal, Lingkungan marginal lebih beragam dibandingkan dengan lingkungan optimum sehingga memerlukan varietas yang memiliki adaptasi lebih spesifik pada lingkungan target. Varietas hasil seleksi pada lingkungan lokal pada umumnya lebih baik penampilannya pada lingkungan tersebut (target) dibandingkan varietas yang dikembangkan untuk lingkungan dengan daya adaptasi luas. 2) Eksploitasi adaptasi spesifik: Untuk pemuliaan dengan tujuan memperoleh varietas/genotipe yang toleran terhadap lingkungan spesifik, maka lebih dibutuhkan lingkungan yang sesuai dengan tujuan pemuliannya dan seleksinya dibantu oleh petani setempat, daripada seleksi yang dilakukan di kebun percobaan.

Klon/varietas unggul kakao lokal yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian adalah Klon/Varietas Sulawesi 1 dan Sulawesi 2. Sulawesi 1 mempunyai keunggulan dibanding dengan klon/varietas lainnya dalam hal potensi produksi yang mencapai 1,8 – 2,5 ton/ha/tahun (populasi 1.100 pohon/ha), kadar lemak biji 48-50%, berbuah terus menerus dan tahan terhadap penyakit VSD. Sedangkan Sulawesi 2 mempunyai produksi 1,8 – 2,75 ton/ha/tahun (populasi 1.100 pohon/ha), kadar lemak 45-47% dan tahan terhadap hama penggerek buah kakao. Kedua klon/varietas tersebut tersebar di Provinsi Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2008).

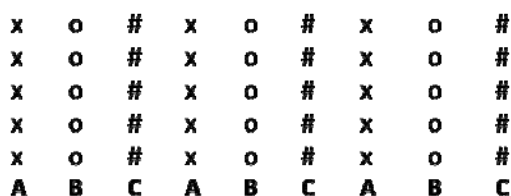
PERBANYAKAN BAHAN TANAMAN KAKAO UNGGUL

Penyediaan bahan tanaman kakao dapat dilakukan melalui perbanyakan tanaman secara generatif, vegetatif maupun *in vitro*. Perbanyakan generatif biasanya dilakukan untuk pengembangan varietas kakao hibrida, sedangkan perbanyakan vegetatif biasanya

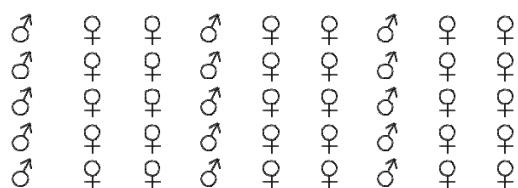
dilakukan untuk pengembangan klon-klon unggul kakao.

Perbanyakan Generatif

Benih kakao hibrida dihasilkan dari kebun benih poliklonal terdiri dari 3-4 klon maupun biklonal terdiri dari 2 klon tetua. Komposisi tetua poliklonal adalah 1 : 1 : 1, sedangkan tetua biklonal adalah 2 : 1 (Gambar 1 dan 2). Klon induk harus memiliki sifat produksi tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit serta harus memiliki sifat *self-incompatible* dan sebaliknya memiliki sifat general *cross-compatible* (Rubiyo, 2013).



Gambar 1. Komposisi poliklonal (Rubiyo, 2013)
Figure 1. Polyclonal composition (Rubiyo, 2013)



Gambar 2. Komposisi biklonal (Rubiyo, 2013)
Figure 2. Biclinal composition (Rubiyo, 2013)

Perbanyakan vegetatif

Perbanyakan vegetatif tanaman kakao dapat dikembangkan secara klonal yaitu dapat dilakukan dengan menggunakan teknik sambung pucuk, okulasi, setek, dan sambung samping (untuk tanaman tua yang tidak produktif). Tingkat keberhasilan sambung pucuk tinggi yaitu sekitar > 90 % dan secara teknik lebih mudah dan sudah digunakan secara komersial, akan tetapi teknik sambung pucuk memerlukan entres yang banyak (Rubiyo, 2013). Teknik okulasi tingkat keberhasilan penyambungannya sedang (60-80 %). Teknik okulasi relatif lebih sulit dan memerlukan waktu yang lebih lama, tetapi lebih hemat entres, vigor bibit lebih serangan

dan sudah digunakan secara komersial (Rubiyo, 2013). Teknik penyetekan keberhasilannya masih rendah dan belum digunakan secara komersial, tetapi teknik pembuatannya lebih mudah dan lebih efisien karena tidak memerlukan batang bawah. Teknik sambung samping diperlukan untuk merehabilitasi tanaman tua dan tanaman tidak produktif. Perlu teknik perawatan khusus pasca penyambungan dan umur produktif tergantung batang bawahnya (Rubiyo, 2013).

Perbanyakan *in vitro*

Perbanyakan *in vitro* dapat dilakukan melalui 2 cara, yaitu organogenesis dan embriogenesis somatik. Perbanyakan tanaman dengan somatik embriogenesis lebih menguntungkan karena selain memperoleh bibit klonal dalam jumlah massal dalam waktu yang singkat juga diharapkan memiliki variasi somaklonal yang lebih sedikit. Hal ini dikarenakan planlet yang terbentuk berasal dari sel embriogenik. (Priyono, 1993; Sumaryono & Tahardi, 1993; Suryowinoto, 1996). Keuntungan penggunaan embrio somatik dalam perbanyakan tanaman secara masal adalah laju multiplikasi tinggi, memungkinkan untuk menggunakan media cair dan bioreaktor dan dapat dihasilkan sejumlah besar embrio dalam satu kali produksi (Hamidah *et al.* 1997). Secara teori embriogenesis somatik merupakan metode perbanyakan yang efisien (Afreen & Zobayed 2005).

Pembentukan embriogenesis somatik dapat terjadi secara langsung membentuk proembrio atau embrioid (embriogenesis langsung) dan juga dapat melalui pembentukan fase kalus terlebih dahulu (embriogenesis tidak langsung). Embriogenesis langsung membutuhkan waktu lebih singkat untuk menghasilkan planlet dan kemungkinan terjadinya penyimpangan akibat keragaman somaklonal lebih kecil dibandingkan dengan embriogenesis tidak langsung.

PENUTUP

Program pemuliaan bahan tanaman untuk menghasilkan varietas unggul kakao baru melalui pendekatan persilangan antar genotipe maupun seleksi secara konvensional masih mampu memberikan hasil yang memuaskan. Untuk mempercepat proses seleksi saat ini dapat memanfaatkan teknologi marka molekuler yang tidak dipengaruhi oleh umur tanaman dan lingkungan tempat tumbuhnya. Disamping itu, perlu diperhatikan dalam perbanyakan tanaman kakao baik secara vegetatif, generatif, maupun secara *in vitro*.

DAPFTAR PUSTAKA

- Afreen & Zobayed, S.M.A.. (2005). Photoautotrophic plant conversion in the process of embryogenesis. In. Kozai et al (eds), *Photoautotrophic (Sugar-free medium) Micropropagation as a New Propagation and Transplant Production System*. Springer, Netherlands. Pp. 91-122.
- Alvim, P.T. (1997). Cocoa. dalam P.T. Alvim dan T.T. Kozlowski (Eds) *Ecophysiology of Tropical Crops*: 279-313. Academic Press. New York.
- Aryana, I.G.P.M. (2007). Heterosis padi beras merah tipe cere dan bulu kultivar NTB. *Agroteksos*, 17 (2) : 93-98.
- Atlin, G.N., Cooper, M. & Bjørnstad, A. (2001). A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory. *Euphytica*, 122: 463-475.
- Badan Litbang Pertanian. (2007). Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kakao. Edisi 2. Jakarta. 26 p.
- Badan Pusat Statistik. (2017). Statistik Kakao Indonesia (Indonesian Cocoa Statistics). Badan Pusat Statistik - Indonesia. ISBN: 978-602-438-251-3.
- Baihaki, A. (2004). Mengantisipasi persaingan dalam swasembada varietas unggul. Simposium PERIPI 2004. Bogor, 5-7 Agustus 2004. 17 hal.
- Brummer, E.C., Barber, W.T., Collier, S.M., Cox, T.S., Johnson, R., Murray, S.C., Olsen, R.T., Pratt, R.C., & Thro, A.M. (2011). Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Reviews. Front. Ecol. Environ.*, doi:10.1890/100225
- Dias, L.A.S., Marita, J., Cruz, C.D., de Baros, E.G. & Salomao, T.M.F. (2003). Genetic distance and its association with heterosis in cacao. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 339-347.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2008). Kumpulan Surat Keputusan Menteri Pertanian Tentang Pelepasan Varietas Tanaman Kakao. Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta – Indonesia.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2016). Statistik Perkebunan Indonesia (Tree Crop Estate Statistics of Indonesia). 2016-2018. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta - Indonesia.
- Hamidah, M., Abdul Ghani Abdul Karim, & Pierre Debergh. (1977). Somatic Embryogenesis and plant regeneration in *Anthurium scherzerianum*. *Plant cell, Tissue and Organ Culture*, 48 (3): 189-193.
- Iswanto, A. & Winarno, H. (1992). Cocoa breeding at RIEC Jember and the role of planting material resistant to VSD and Black Pod. p. 163-169. In P.J. Keane & C.A. Putter (Eds.). *Cocoa Pest and Disease Management in Southeast Asia and Australasia*. FAO.
- LeDrew, C. (2008). Cacao beans origins dictate flavour variations. *Candy Industry*, 173 (19) : 38-39
- Lopes, U.V., Monteiro, W.R., Pires, J.L., Clement, D., Yamada, M.M., & Gramacho, K.P. (2011). Cacao breeding in Bahia, Brazil-strategies and result. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, SI: 73-81.

- Madry, B. (1994). Kebijakan teknis perlindungan tanaman dalam kaitannya dengan pengendalian hama penggerek buah (PBK) di Indonesia. Prosiding Lokakarya Penanggulangan Hama Penggerek Buah Kakao (PBK) di Indonesia, Jember, 8 Februari 1994, 10-17.
- Manshardt R. (2004). Crop improvement by conventional breeding or genetic engineering: How different are they?. Honolulu (HI): University of Hawaii. 3 p. (Biotechnology; BIO-5).
- Mawardi, S. (1982). Tujuh puluh tahun pemuliaan tanaman cokelat di Indonesia. *Menara Perkebunan*, 50: 7-22.
- Opeke, L.K. & Gorenz, A.M. (1974). Phytophthora Pod rot: Symtoms and Economic Importance. In P.H. Gregory(Eds.). *Phytophthora Disease of Cocoa*: 117-124. Longman, London.
- Pawirosoemardjo, S. & Purwantoro, A. (1992). Laju infeksi dan intensitas serangan Phytophthora palmivora (Butl.) pada buah dan batang beberapa varietas kakao. *Menara Perkebunan*, 60(2) 67-72.
- Priyono. (1993). Embriogenesis somatik langsung pada kultur *in vitro* eksplan daun kopi Arabika (*Coffea arabica*). J II. *Pert. Indon*, 3(1):16-20.
- Rubiyo. (2012). Laporan Scientific Exchange The 85th Session of The International Cocoa Council and Other ICCO Meetings. Guayaquil, Ecuador, 26 – 30 Maret 2012. Badan Litbang Pertanian. Jakarta. 16 p.
- _____. (2013). Inovasi Teknologi Perbaikan Bahan Tanam Kakao di Indonesia. *Buletin Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri*, 4 (3) : 199-213.
- Situmorang, S. & Soeyatno (1974). Percobaan pemberantasan penyakit busuk buah (Phytophthora palm ivora) pada tanaman kakao dengan beberapa fungisida. *Menara Perkebunan*, 42 (5), 251-254.
- Soria J. (1974). Sources of Resistance to *Phytophthora palmivora* Dalam P.H. Gregory (ed.) *Phytophthora Disease of cocoa*: 197-202. Longman London.
- Suhendi, D. (2008). Rehabilitasi tanaman kakao: Tinjauan potensi, permasalahan, dan rehabilitasi tanaman kakao di desa Prima Tani Tonggolobibi. hlm. 335–346. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Inovasi Lahan Marginal. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao, Jember.
- Suhendi, D., Winarno, H., & Susilo, A.W. (2005). Peningkatan Produksi dan mutu Hasil kakao Melalui Penggunaan Klon Baru. Pro.Simp. Kakao. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jogjakarta, 4-5 Oktober 2004: 98-111.
- Sumaryono & Tahardi, J.S. (1993). Perbanyakan klon kopi robusta toleran nematoda melalui embryogenesis somatik langsung. *Menara Perkebunan*, 61(3):50-55.
- Suresh, N., Ram, A.S., & Shivanna, M.B. (2012). Coffee Leaf Rust (CLR) and disease triangle: a case study. *International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences*, 2(2): 50-55.
- Suryowinoto, M. (1996). Prospek kultur jaringan dalam perkembangan pertanian modern. Universitas Gadjah Mada. Hal 1-10.
- Susila, W.R. (1996). Prospek pasar kakao dunia. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 12(1), 1-11.
- Susilo, A.W. (2007). Akselerasi program pemuliaan kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui pemanfaatan penanda molekuler dalam proses seleksi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(1): 11-24.
- Susilo, A.W. (2010). Studi karakteristik sifat ketahanan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap hama penggerek buah kakao (*Canopomorpha cramerella* Snell.). Disertasi S3 UGM. (tidak diterbitkan). 186.
- Susilo, A.W. (2011). Analisis stabilitas dayahasil beberapa hibrida unggul

- harapan kakao (*Theobroma cacao* L.) pada lokasi tumbuh berbeda. *Jurnal Pelita Perkebunan*, 27(3): 168-180.
- Susilo, A.W., Zhang, D., Motilal, L.A., Mischke, S., & Meinhardt, L.W. (2011). Assessing genetic diversity in Java Fine-Flavour Cocoa (*Theobroma cacao* L.) germplasm by using simple sequence repeat (SSR) markers. *Trop. Agr. Develop.*, 55(2): 84-92
- Vinod, K. (2003). Breeding for biotic stress in plantation crops. In: Proceedings of the training program on "Breeding for Biotic Stress in Crop Plants", Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, India. <http://kkvinod.webs.com>. pp. 431-440.
- Vinod. K. & Suryakumar, M. (2004). Breeding for Quality Improvement in plantations Crops. In: Proceedings of the training programme on "Plant Breeding Approaches for Quality Improvement of Crops". Tamil Nadu Agricultural University. Coimbatore, India. Downloaded from <http://kkvinod.webs.com>. pp. 535-547.
- Wahyudi, T., Panggabean, T.R. & Pujiyanto (Editor). (2008). Panduan Lengkap Kakao. Penebar Swadaya, Jakarta. 364 hlm.
- Weising, K., Nybon, H., Wolf, K., & Meyer, W. (1996). DNA Fingerprinting in Plant and fungi. CRC Press. Boca Rato, Fla.
- Wood, G.A.R. & Lass, R.A. (1985). *Cocoa*. Tropical Agriculture Series. Longman. London. 292 p.
- Zainudin & Baon, J.B. (2004). Prospek kakao nasional, Satu Dasa Warsa (2005-2014) mendatangantisipasi pengembangan kakao nasional menghadapi regenerasi pertama kakao di Indonesia. *Prosiding Simposium Kakao 2004*. Pusat Penelitian kopi dan kakao Indonesia. Yogyakarta, 4-5 Oktober 2004. (hal:20-28).