



Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

ISBN. 978-602-7579-10-1

Sirkuler

TEKNOLOGI TANAMAN INDUSTRI DAN PENYEGAR

TEKNIK PERSILANGAN KAKAO SECARA KONVENSIONAL

BALAI PENELITIAN TANAMAN INDUSTRI
DAN PENYEGAR

Unit Penerbitan dan Publikasi

Balittri 2012

Teknik Persilangan Kakao Secara Konvensional

Penyunting

Ir. Bambang Eka Tjahjana

Ir. Enny Randriani

Dani, SP., M Sc

Ayi Ruslan

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

ISBN : 978-602-7579-10-1

Unit Penerbitan dan Publikasi

Balitri 2012

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357,

e-mail : uppublikasi@gmail.com

Desain Sampul : Dermawan Pamungkas

Setting : Ayi Ruslan dan Dermawan Pamungkas

ISBN : 978-602-7579-10-1

Sirkuler
Teknologi Tanaman Industri dan Penyegar

**TEKNIK PERSILANGAN KAKAO SECARA
KONVENSIONAL**

Rubiyo
Edi Wardiana
Dani

8-5-2018
2112/D/2018


Unit Penerbitan dan Publikasi

BALITTRI 2012

KATA PENGANTAR

Kakao merupakan salah satu komoditas sub sektor perkebunan yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena sebagian besar produk yang dihasilkan ditujukan untuk ekspor. Di satu sisi, peluang pasar semakin lebar seiring meningkatnya permintaan konsumen global maupun regional terhadap produk kakao. Tetapi di sisi lain, kita masih seringkali dihadapkan pada permasalahan rendahnya produktivitas dan mutu hasil kakao dalam negeri sehingga daya saing di pasar global seringkali lemah. Oleh sebab itu, upaya perbaikan produktivitas dan mutu hasil kakao perlu terus dilakukan dengan melibatkan segenap stakeholder yang berkompeten di tanah air.

Salah satu komponen teknologi penting yang diperlukan dalam upaya meningkatkan produktivitas dan mutu hasil kakao nasional adalah bahan tanam unggul. Saat ini telah tersedia beberapa klon anjuran maupun varietas hibrida kakao sebagai sumber bahan tanam unggul yang memiliki sifat-sifat potensi produksi tinggi, mutu hasil baik, serta tahan/toleran terhadap hama dan penyakit utama kakao. Meskipun demikian, hal tersebut tidak berarti bahwa upaya perakitan varietas/klon unggul baru sudah tidak diperlukan lagi. Seiring dengan dinamika yang terjadi baik dalam lingkup regional maupun global maka peluang sekaligus tantangan juga akan terus berkembang. Ini berarti bahwa program perakitan varietas/klon unggul kakao perlu dilakukan secara berkesinambungan.

Perakitan varietas/klon unggul baru perlu didukung oleh ketersediaan ragam genetik yang luas sebagai bahan dasar seleksi. Gene-gen pengendali sifat unggul yang terdapat dalam sumberdaya genetik plasma nutfah perlu digabungkan ke dalam varietas/klon tunggal. Salah satu teknik penggabungan genom antar varietas/klon secara konvensional adalah melalui penyerbukan buatan dengan tangan (*hand pollination*). Dalam tulisan ini dijabarkan latar belakang sekaligus rincian teknis penyerbukan buatan bunga kakao yang didasarkan pengalaman penulis di lapangan. Informasi yang di sajikan di dalamnya diharapkan dapat memberikan panduan yang bermanfaat baik bagi peneliti maupun praktisi di lapangan yang terkait dengan tanaman kakao.

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Kepala,

Dr. Ir. Rubiyo, M.Si.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
PENDAHULUAN	1
RAGAM GENETIK DAN PEMULIAAN TANAMAN KAKAO DI INDONESIA	3
BIOLOGI BUNGA	8
TEKNIK PENYERBUKAN BUATAN	11
Persiapan alat dan bahan persilangan	11
Pengerodongan bunga tetua betina	11
Penyerbukan Buatan	11
Pengamatan hasil penelitian	13
PENUTUP.....	16
KEPUSTAKAAN	17

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1. Contoh keragaman genetik tanaman kakao yang tergambar dalam keragaman warna dan bentuk buah	8
Gambar 2. Bagian-bagian bunga kakao	8
Gambar 3. Bunga kakao muncul dalam satu bantalan tahapan perkembangan berbeda (a) Bantalan bunga/buah; (b) bunga masih kuncup; (c) bunga yang sudah mekar sempurna; dan (d) pentil buah (<i>cherele</i>)	10
Gambar 4. Pengerodongan bunga kakao sebelum penyerbukan buatan; (a) bunga belum mekar (kuncup) yang akan dikerodong; (b) pemasangan krodong dan (c) bunga kakao yang mekar dalam kerodong	12
Gambar 5. Penyerbukan buatan bunga kakao; (a) bunga yang dijadikan sebagai sumber Serbuk sari; (b) menghilangkan staminodia pada bunga yang akan diserbuki dan (c) proses penyerbukan buatan dan (d) pengerodongan kembali	13
Gambar 6. Keberhasilan penyerbukan buatan pada kakao; (a) bunga yang berhasil dibuahi membentuk calon buah dan; (b) bunga yang gagal dibuahi menjadi layu dan rontok; (c) buah muda (<i>cherele</i>) umur 6 minggu	14
Gambar 7. Layu pentil kakao pada hasil penyerbukan buatan; (a) disebabkan faktor fisiologis dan; (b) akibat seragam penyakit buah busuk.....	14
Gambar 8. Contoh buah biji hasil persilangan buatan antar klon kakao indah pada tahun 2012 Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar	15

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan salah satu komoditas unggulan sub sektor perkebunan karena memiliki nilai ekonomi cukup tinggi dan cocok untuk dikembangkan di berbagai wilayah di Indonesia. Sebagian besar produksi kakao Indonesia ditujukan untuk pasar ekspor sehingga memberikan kontribusi cukup besar terhadap peningkatan devisa negara. Berdasarkan data statistik International Cocoa Organization (ICCO) Indonesia tercatat sebagai negara produsen kakao terbesar nomor satu di wilayah Asia dan Oceania dan nomor tiga di dunia setelah Pantai Gading dan Ghana. Prospek pengembangan kakao di masa mendatang masih terbuka lebar karena terjadi peningkatan permintaan kakao dunia akibat munculnya pasar baru di China, India, Jepang, Rusia, dan Timur Tengah.

Indonesia berpeluang menjadi produsen kakao nomor satu dunia apabila mampu mengatasi berbagai permasalahan yang ada, terutama rendahnya produktivitas dan mutu hasil (Ditjenbun, 2011). Faktor penyebab rendahnya produktivitas dan mutu kakao di Indonesia di antaranya adalah kondisi tanaman yang sudah tua, penggunaan bahan tanam asalan, pemeliharaan kurang intensif, dan tingginya intensitas serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Oleh sebab itu, kegiatan peremajaan dan rehabilitasi tanaman kakao sangat penting untuk dilakukan. Kegiatan tersebut tentu harus didukung oleh ketersediaan bahan tanam unggul dalam jumlah besar dan terjamin potensi genetiknya. Pemerintah, melalui program Gernas Kakao, telah berupaya untuk memfasilitasi upaya peningkatan produksi kakao nasional tersebut.

Perakitan varietas unggul kakao ditujukan untuk mendapatkan varietas baru yang mampu mendorong peningkatan taraf kesejahteraan petani kakao. Varietas baru yang dihasilkan harus memiliki karakteristik: potensi hasil yang lebih tinggi, kualitas hasil lebih baik, produksi seragam dan stabil, lebih tahan terhadap hama dan penyakit utama, dapat mengurangi biaya usaha tani, sesuai dengan ekologi setempat. Penekanan dapat ditujukan kepada perakitan klon unggul hasil persilangan (klon unggul hibrida) yang menunjukkan daya hasil lebih tinggi dan lebih seragam dibandingkan varietas hibrida.

Hingga saat ini telah dihasilkan beberapa varietas/klon unggul kakao yang kemudian ditetapkan secara resmi oleh pemerintah sebagai sumber bahan tanam anjuran. Varietas/klon unggul kakao generasi terbaru pada umumnya telah memiliki karakteristik produktivitas dan mutu hasil dan tinggi sekaligus tahan/toleran terhadap serangan hama dan penyakit utama. Jenis hama dan penyakit penting yang menyerang tanaman kakao saat ini adalah hama penggerek buah kakao (PBK), hama kepik penghisap buah (*Helopeltis* spp.), penyakit busuk

buah (*Phytophthora palmivora*), dan penyakit *vascular streak dieback* (VSD). Meskipun demikian, para pemulia tanaman tetap perlu bekerja keras secara berkesinambungan untuk memperbaiki potensi genetik tanaman kakao dengan mengacu kepada peluang sekaligus tantangan regional maupun global yang cenderung dinamis.

Tanaman kakao yang dibudidayakan saat ini memiliki basis genetik yang sempit sehingga rentan terhadap tekanan penyakit yang muncul (Bennet, 2003). Perakitan varietas unggul baru kakao yang tahan terhadap serangan hama dan penyakit membutuhkan sumberdaya genetik plasma nutfah dengan tingkat keragaman yang luas. Oleh sebab itu, perlu dilakukan upaya-upaya untuk meningkatkan ragam genetik tanaman kakao, dan salah satunya melalui kegiatan persilangan antar genotipe tanaman. Di samping bertujuan untuk meningkatkan keragaman genetik, kegiatan persilangan antar ganotipe tanaman ditujukan untuk memperoleh varietas hibrida yang mempunyai keunggulan, baik keunggulan produktivitas maupun keunggulan lainnya, bila dibandingkan dengan kedua tetuanya dengan mengeksplorasi efek heterosis.

Untuk mencapai tingkat keberhasilan yang tinggi dari suatu kegiatan persilangan tanaman diperlukan pengetahuan dan sekumpulan informasi yang mencukupi, terutama sekali pengetahuan dan atau informasi tentang morfologi, anatomi, dan atau biologi bunga dari suatu tanaman yang akan disilangkan. Hal ini sangat penting beralasan mengingat bahwa proses persilangan itu pada prinsipnya adalah merupakan proses penggabungan atau penyatuan dari gamet-gamet jantan dan betina dari bunga-bunga tanaman yang akan disilangkan. Aspek penting lainnya yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan dari suatu kegiatan persilangan adalah pengalaman lapang dan tingkat ketelitian yang tinggi dari para peneliti dan atau pelaksana lapangan.

RAGAM GENETIK DAN PEMULIAAN TANAMAN KAKAO DI INDONESIA

Kakao merupakan tanaman tahunan endemik hutan hujan Amerika Selatan yang kemudian didomestikasi di wilayah Amerika Tengah kira-kira 3000 tahun yang lalu (Argout *et al.*, 2010; Motilal *et al.*, 2010). Tanaman tersebut dibudidayakan pada daerah 18⁰ lintang utara hingga 15⁰ Lintang selatan, terutama oleh petani kecil di bawah naungan pohon-pohon asli setempat (Monteiro *et al.*, 2009).

Tanaman kakao merupakan tanaman tropika diploid. Kakao termasuk anggota genus *Theobroma* dan famili Sterculiaceae (saat ini diklasifikasikan ulang ke dalam famili Malvaceae) (Alverson, *et al.*, 1999; Alpkopodion, 2012). Menurut Silva *et al.* (2004), genus *Theobroma* terdiri dari 22 spesies yang dikelompokkan ke dalam enam seksi sebagai berikut :

- 1) **Andropetalum** (*T. mammosum* Cuatr. & León);
- 2) **Glossopetalum** (*T. angustifolium* Moçinho & Sessé, *T. canumanense* Pires & Fróes, *T. chocoense* Cuatr., *T. cirmolinae* Cuatr., *T. grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., *T. hylaeum* Cuatr., *T. nemorale* Cuatr., *T. obovatum* Klotzsch ex Bernoulli, *T. simiarum* Donn. Smith., *T. sinuosum* Pavón ex Hubber, *T. stipulatum* Cuatr., *T. subincanum* Mart.);
- 3) **Oreanthes** (*T. bernouillii* Pittier, *T. glaucum* Karst., *T. speciosum* Willd., *T. sylvestre* Mart., *T. velutinum* Benoist);
- 4) **Rhytidocarpus** (*T. bicolor* Humb. & Bonpl.);
- 5) **Telmatocarpus** (*T. gileri* Cuatr., *T. microcarpum* Mart.); and
- 6) **Theobroma** (*T. cacao* L.).

Selain *T. cacao*, tiga spesies lain dalam genus *Theobroma* yang juga dibudidayakan adalah *T. bicolor* (cacao-do-Peru), *T. grandiflorum* (cupuassu), dan *T. speciosum* (cacauihy). Tiga spesies kerabat kakao tersebut diketahui memiliki beberapa sifat penting yang dapat diintroduksi ke dalam genom tanaman kakao melalui persilangan antar spesies (Souza dan Venturieri, 2010). Meskipun demikian, hanya spesies *T. cacao* dan *T. grandiflorum* yang dieksploitasi secara komersial. Secara teknis, persilangan antar spesies kakao tidak mudah dilakukan karena adanya masalah hambatan inkompatibilitas seksual. Saat ini beberapa teknik terbaru, seperti teknik polinasi kuncup yang masih sangat muda yang diikuti dengan penyelamatan ovulum atau embrio, merupakan solusi yang dapat membantu mengatasi

permasalahan tersebut (Santos *et al.*, 2006). Persilangan antar spesies kakao juga dapat berlangsung secara alami meskipun kejadiannya sangat jarang (Silva *et al.*, 2004).

Dalam spesies *T. cacao* dikenal tiga varietas, yaitu Criollo, Forastero, dan Trinitario (Efombagn *et al.*, 2009; International Cocoa Organization, 2011). Criollo merupakan genotipe yang unik dan mendekati homosigot. Varietas tersebut merupakan yang pertama kali dibudidayakan. Saat ini Criollo merupakan salah satu dari dua varietas kakao yang menghasilkan cokelat dengan aroma yang lembut (*fine flavor*). Meskipun demikian, karena varietas tersebut ternyata menunjukkan performa agronomis yang kurang baik dan rentan terhadap serangan penyakit, kemudian dibentuk hibrida yang lebih vigor hasil persilangan dengan genotipe yang lain, yaitu Forastero. Hibrida yang dihasilkan kemudian diberi nama Trinitario (Lanaud *et al.*, 2001; Argout *et al.*, 2010).

Saat ini, tanaman kakao sudah menyebar ke berbagai wilayah di dunia dan telah dibudidayakan selama ratusan tahun sehingga memunculkan variasi genetik baru. Keragaman genetik kakao telah dipelajari menggunakan pendekatan morfologis, enzimatis, maupun molekuler (Lanaud *et al.*, 2000). Deskripsi kultivar kakao pada awalnya berdasarkan pada bentuk buah: Angoleta (ujung runcing, pangkal lebar, dan beralur dalam); Amelonado (bentuk melon berukuran kecil, pangkal menyerupai leher botol, permukaan halus, beralur dangkal), Calabacilo (berukuran kecil, mendekati bulat), Cundeamor (memanjang, ujung runcing, pangkal menyerupai leher botol, permukaan berkulit) (CIRAD, 2001). Klasifikasi tanaman kakao terbaru telah diusulkan oleh Motamayor *et al.* (2008) berdasarkan penanda molekuler mikrosatelit, yaitu terdapat 10 klaster kakao: (1) Marañón, (2) Curaray, (3) Criollo, (4) Iquitos, (5) Nanay, (6) Contamana, (7) Amelonado, (8) Purús, (9) Nacional and (10) Guiana.

Tanaman kakao pertama kali diintroduksi ke Indonesia oleh bangsa Spanyol dari Venezuela pada awal tahun 1560. Varietas yang diintroduksikan tersebut diduga “Criollo Venezuela”, yang lebih dikenal sebagai kakao mulia di Venezuela dan selanjutnya menyebar ke Samoa, Sri Lanka, Madagaskar, dan Indonesia. Varietas tersebut dibawa ke Indonesia melalui Caracas dan produksi kakao pertama kali dilakukan di Sulawesi bagian utara (Minahasa) yang ditujukan hanya untuk keperluan konsumsi sendiri. Budidaya kakao secara komersial baru dilakukan mulai awal tahun 1900-an, setelah terjadi peristiwa ledakan penyakit karat daun pada kopi Arabika (Susilo *et al.*, 2011).

Genom tanaman kakao tergolong berukuran kecil (447 ± 11 Mbp 2C) dan terdiri dari dua set kromosom yang masing-masing terdiri dari 10 kromosom ($2n=2x=20$) (Guillean *et al.*, 2008; Dantas dan Guerra, 2009). Saat ini, keseluruhan sekuen genom tanaman kakao baik dari kelompok Criollo maupun Forastero telah berhasil diidentifikasi sehingga konstruksi

penanda molekuler untuk keperluan identifikasi genotipe dapat lebih tepat dan efisien (Lopez *et al.*, 2011).



Gambar 1. Contoh keragaman genetik tanaman kakao yang tergambar dalam keragaman warna dan bentuk buah.

Pemahaman mengenai keragaman genetik tanaman kakao sangat penting dalam rangka menentukan tetua persilangan. Telah difahami secara umum bahwa performa dari hibrida atau klon hibrida sangat tergantung dari kualitas tetua yang digunakan. Secara teoritis, persilangan antar tetua dengan jarak genetik yang sangat dekat biasanya akan menimbulkan tekanan silang dalam (*inbreeding depression*) sehingga performa hibrida yang dihasilkan tidak lebih baik dari kedua tetuanya. Sebaliknya, persilangan antar tetua berkerabat jauh memiliki peluang yang tinggi untuk memunculkan efek heterosis. Meskipun berdasarkan beberapa hasil penelitian jarak genetik antar tetua tidak memicu efek heterosis dalam pola yang linear, tetapi tetap penting sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan persilangan (Dias *et al.*, 2003).

Selain pemahaman mengenai jarak genetik antar tetua persilangan, sifat-sifat unggul bernilai ekonomi tinggi yang dimiliki masing-masing tetua juga penting untuk dijadikan bahan pertimbangan. Sifat unggul kakao adalah produksi biji kering yang tinggi per luasan

areal dan bobot biji yang tinggi per buah. Pada umumnya, kultivar-kultivar kakao komersial menghasilkan biji yang seragam dengan bobot di atas 1 gram (Dias dan Kageyama, 1997).

Pemuliaan tanaman kakao di Indonesia telah dimulai pada tahun 1912. Di Perkebunan Djati Renggo Jawa Tengah proses seleksi klon unggul telah menghasilkan klon-klon kakao mulia terpilih yang kemudian diberi nama “klon Djati Renggo” (klon DR). Tetapi klon-klon tersebut kemudian diketahui rentan terhadap hama dan penyakit, khususnya VSD (*vascular streak dieback*). Oleh sebab itu, pemuliaan kakao kemudian diarahkan pada tipe lindak yang dilakukan mulai tahun 1950-an menggunakan klon-klon tetua dari kelompok *Upper Amazon Forastero*. Hasilnya adalah berupa seri klon kakao lindak yang saat ini berkembang luas di berbagai wilayah di Indonesia (Susilo *et al.*, 2011).

Kegiatan perakitan varietas/klon kakao unggul terus dilakukan secara berkesinambungan dalam rangka mendapatkan sumber bahan tanam generasi baru yang memiliki potensi genetik lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya. Tujuan dari program pemuliaan tanaman kakao di Indonesia adalah untuk menemukan sumber bahan tanam unggul dengan ciri sebagai berikut: potensi hasil tinggi, kualitas biji baik, dan tahan terhadap hama dan penyakit penting seperti busuk buah (*P. palmivora*) dan *vascular streak dieback* (*Oncobasidium theobromae* Talbot & Keane) (Suhendi *et al.*, 2005).

Kegiatan pemuliaan tanaman kakao yang dilaksanakan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia (PPKKI) hingga saat ini telah menghasilkan tiga generasi klon unggul kakao. **Klon unggul kakao generasi pertama:** DR 1, DR 2, dan DR 38. Potensi produksinya mencapai 1500 kg/ha/tahun dan mutu hasilnya baik. **Klon unggul kakao generasi kedua:** DRC 16, GC 7, ICS 13, RCC 70, RCC 71, RCC 72, RCC 73, ICS 60, NW 6261, NIC 7, UIT 1, TSH 858, PA 4, PA 191, PA 300, PA 310, dan GC 29. Potensi produksi beberapa klon dapat mencapai sekitar 2000 kg/ha/tahun, mutu hasil baik, dan toleran terhadap beberapa jenis hama dan penyakit. **Klon unggul kakao generasi ketiga:** ICCRI 01, ICCRI 02, ICCRI 03, dan ICCRI 04. Potensi produksinya 2500 kg/ha/tahun, mutu hasil baik, kadar lemak biji >55%, dan kadar kulit ari 15% (Suhendi, 2008).

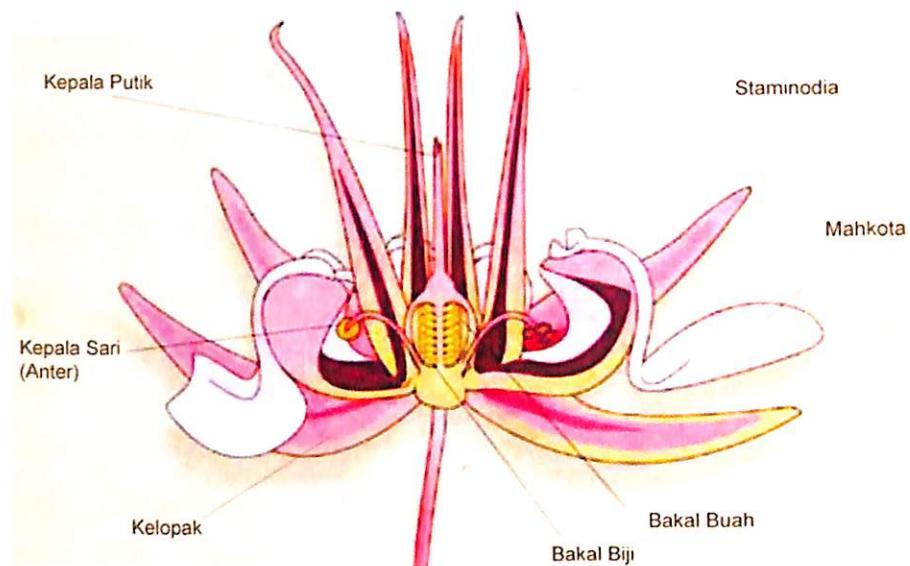
Sumber bahan tanam kakao saat ini tidak hanya berupa klon melainkan juga varietas hibrida. Bahan tanam kakao asal varietas hibrida adalah berupa biji yang dikemas sedemikian rupa agar daya tumbuhnya tetap baik. Teknik penanganan dan pengiriman benih yang baik merupakan faktor penting dalam penyediaan benih hibrida. Hal ini berkaitan dengan karakteristik biji kakao yang tergolong benih rekalsitran yang akan mengalami penurunan daya tumbuh secara cepat ketika sudah dikeluarkan dari buah (PPKI, 2004).

Varietas kakao hibrida diperoleh melalui persilangan antar klon yang diduga memiliki jarak genetik yang jauh. Menurut Wood (1975) dalam Wahyudi (2007), persilangan antar 2

klon yang jarak genetiknya jauh akan menghasilkan hibrida F1 yang memiliki potensi produksi jauh lebih tinggi dibandingkan kedua tetuanya. Dengan mengeksploitasi efek heterosis diharapkan akan diperoleh genotipe-genotipe baru yang menunjukkan sifat-sifat penting lebih baik dibandingkan kedua tetuanya. Saat ini telah diperoleh beberapa hibrida kakao unggul yang dianjurkan sebagai sumber benih, yaitu DR 1 x Sca 6/Sca 12, GC 7 x Sca 6/Sca 12, ICS 13 x Sca 6/Sca 12, ICS 60 x Sca 6/Sca 12, TSH 858 x Sca 6/Sca 12, UIT 1 x Sca 6/Sca 12. Selain itu terdapat beberapa hibrida F1 kakao unggul harapan yang toleran terhadap VSD dan sedang diuji lebih lanjut, antara lain ICS 60 x KEE 2, TSH 858 x KEE 2, UIT 1 x KEE 2, NIC 7 x KEE 2 (Ditjenbun, 2008).

BIOLOGI BUNGA

Bunga kakao tergolong bunga hermaphrodit. Pada kakao tipe liar bunga tersebut muncul pada cabang-cabang kecil dalam mahkota pohon, sedangkan pada tipe budidaya muncul pada batang dan cabang-cabang utama serta jumlahnya lebih banyak. Setiap bunga memiliki lima helai mahkota (*petals*) dan lima helai kelopak (*sepals*) yang ukurannya lebih besar dan menarik perhatian. Mahkota bunga berwarna putih dan masing-masing memiliki dua garis pemandu berwarna ungu. Bakal buah (*ovary*) letaknya menyembul dan terdiri dari lima daun buah (*carpels*) yang berisi bakal biji dengan jumlah banyak. Di dalam bakal buah terdapat bakal biji (*ovules*) yang jumlahnya beragam tergantung pada genotipe. Jumlah maksimum bakal biji per bakal buah berkisar antara 40 hingga 77 (Bartley, 2005). Organ putik (*style*) tunggal terbagi menjadi lima kepala putik (*stigmas*) yang dikelilingi lima benangsari (*stamen*) pada lingkaran dalam dan lima staminodia (*staminodes*) yang bagian pangkalnya berlekatan pada lingkaran luar. Masing-masing benangsari terdiri dari empat kotak sari (*anthers*) yang bentuknya melengkung ke arah luar dan terbungkus dalam struktur mangkuk mahkota bunga (Free, 1993).



Gambar 2. Bagian-bagian bunga kakao (Sumber: Somarriba et al., 2010)

Staminodia merupakan struktur yang khas pada genus *Theobroma* (Bartley, 2005) dan jarang ditemukan dalam kelompok Angiosperme. Struktur tersebut merupakan modifikasi dari stamen yang kehilangan fungsi utamanya sebagai penghasil polen meskipun seringkali memiliki fungsi sekunder (Walker-Larsen dan Harder, 2000). Staminodia memiliki peran

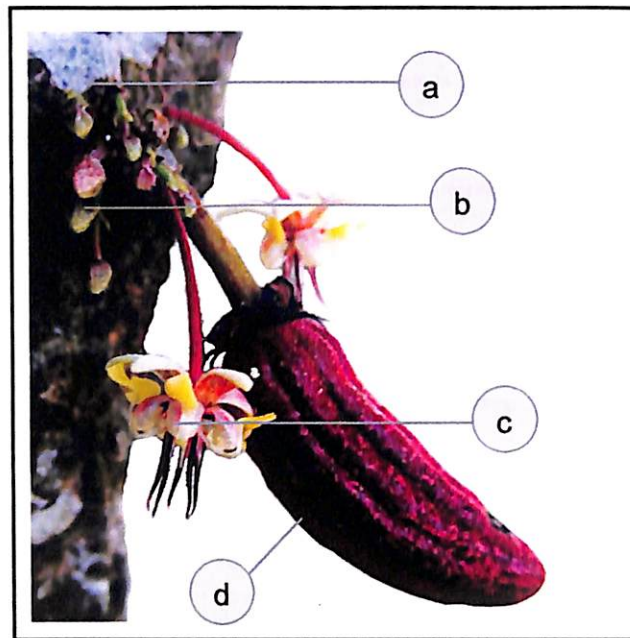
yang tidak dimiliki stamen, yaitu di antaranya terlibat dalam mekanisme untuk mencegah penyerbukan sendiri dan mekanisme penyerbukan eksplosif (Warker-Larsen dan Harder, 2000). Struktur tersebut tidak dilengkapi dengan kelenjar madu sebagaimana pada spesies yang lain sehingga tidak mungkin berperan dalam menarik serangga penyerbuk (Swanson *et al.*, 2008). Dengan demikian, struktur staminodia bersama mahkota bunga terkait erat dengan tingginya frekuensi penyerbukan silang pada kakao secara alami (Monteiro, 2009).

Pola fenologis pembentukan bunga dan buah pada tanaman kakao, sebagaimana spesies tanaman pohon tropis lainnya, terkait dengan musim dan memperlihatkan siklus yang saling tumpang tindih. Meskipun demikian, berbeda dengan kebanyakan tanaman pohon yang lain, munculnya bunga pada tanaman kakao justru lebih intensif pada musim hujan (Adjaloo *et al.*, 2012). Suhu yang hangat dan curah hujan yang meningkat memicu munculnya daun muda (*flushing*) dan inisiasi bunga pada tanaman kakao (Omolaja *et al.*, 2009). Bunga kakao pertama kali muncul di atas lampang daun (*leaf scars*) atau pada ketiak daun yang gugur. Sekumpulan bunga secara berkesinambungan muncul pada pada titik yang sama dan pada akhirnya terbentuk bantalan bunga (Swanson *et al.*, 2008). Dalam satu bantalan bunga biasanya terdiri dari beberapa individu bunga dalam tahapan perkembangan berbeda (Niemenak *et al.*, 2009).

Bunga kakao yang sudah mencapai perkembangan penuh membuka secara serempak dan serbuk sari dilepaskan dari kotak sari mulai dini hari. Proses membukanya bunga kakao berlangsung dalam periode 12 jam, dimulai pada petang (pukul 18.00–19.00) hingga pagi hari (pukul 06.00). Hal ini diduga berkaitan dengan frekuensi kunjungan serangga penyerbuk yang paling tinggi pada pagi hari (Swanson *et al.*, 2008). Penyerbukan alami bunga kakao dilakukan oleh beragam serangga kecil, termasuk sejenis lalat berukuran kecil (*Ceratopoginae: Forcipomyia*). Bunga yang tidak diserbuki akan gugur 24–36 jam dihitung sejak bunga mekar. Hanya 0,5–5% bunga yang berkembang menjadi buah siap panen (Almeida dan Valle, 2007; Carr, 2012). Bunga kakao menghasilkan serbuk sari yang lengket dan memiliki struktur benangsari yang kaku sehingga mencegah terjadinya penyerbukan oleh angin (Hardy, 1960).

Selain struktur bunga, faktor lain yang menyebabkan tanaman kakao cenderung menyerbuk silang adalah inkompatibilitas-sendiri (IS). Karakter IS dikendalikan secara genetik dan merupakan fenomena umum yang ditemukan pada tanaman kakao (Knight dan Rogers, 1955) sebagaimana pada tanaman-tanaman menyerbuk silang lainnya, seperti jagung, bawang merah, bit, dan sorghum (Hardy, 1960). Gen yang mengendalikan sifat IS pada kakao hingga saat ini belum diketahui (Royaert *et al.*, 2011). Pada tumbuhan berbunga, IS merupakan suatu proses pengenalan dan penolakan secara biokemis yang mencegah

pembuahan sendiri (*self-fertilization*). Mekanisme IS pada kakao bukan disebabkan penghambatan perkecambahan serbuk sari atau pertumbuhan tabung serbuk sari, melainkan disebabkan kegagalan fusi gamet jantan dan gamet betina (Knight dan Rogers, 1955; Cope, 1962). Setelah terjadi penyerbukan inkompatibel, bunga kemudian layu dan rontok. Kerontokan bunga tersebut diduga terkait dengan perubahan komposisi hormonal, yaitu etilen, ABA, dan auksin (Baker *et al.*, 1997). Rontoknya bunga akibat adanya inkompatibilitas terjadi 72–96 jam setelah penyerbukan (Royaert *et al.*, 2011).



Gambar 3. Bunga kakao muncul dalam satu bantalan dalam tahapan perkembangan berbeda: (a) bantalan bunga/buah; (b) bunga yang masih kuncup; (c) bunga yang sudah mekar sempurna; dan (d) pentil buah (*cherelle*).

Pada kakao juga dikenal adanya genotipe “pohon jantan”, yaitu individu-individu yang memiliki bakal buah (*gynoecium*) steril. Konsekuensi dari fenomena sterilitas bakal buah tersebut adalah meskipun terjadi penyerbukan tetapi tanaman tidak dapat membentuk buah. Meskipun demikian, serbuk sari yang dihasilkan bersifat fertil sehingga dapat menyerbuki genotipe-genotipe yang lain. Selain itu, terdapat individu-individu tanaman kakao yang menghasilkan buah dengan jumlah biji yang sedikit. Pada beberapa individu jumlahnya bahkan tidak lebih dari setengah jumlah bakal bijinya (Bartley, 2005).

TEKNIK PENYERBUKAN BUATAN

Penyerbukan terkontrol pada kakao secara konvensional (*hand pollination*) mengacu pada Wood dan Lass (2001), Nair (2010) dan Groeneveld (2010), dengan sedikit modifikasi. Teknis persilangan ini digunakan oleh penulis dalam rangka penelitian persilangan antar klon kakao yang berlokasi di kecamatan Puwatu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. Persilangan kakao sebaiknya dilaksanakan pada saat bunga yang muncul melimpah sehingga jumlah bunga yang disilangkan cukup banyak.

Persiapan Alat dan Bahan Persilangan

Sebelum kegiatan persilangan dilaksanakan terlebih dahulu perlu disiapkan alat dan bahan persilangan. Alat dan bahan yang diperlukan meliputi kerodong, pinset yang ujungnya runcing, kaca pembesar, cawan petri, plastik label, spidol permanen, panci kecil, kompor spiritus, spiritus, parafin padat, dan korek gas. Kerodong terbuat dari pot plastik bening berukuran panjang $\times$ diameter = 10 cm $\times$ 3 cm yang dilubangi bagian pangkalnya dan ditutup dengan kain kasa halus menggunakan perekat lem. Agar kerodong dapat diikat pada batang kakao, maka dibuat dua lubang pada sisi yang berlawanan menggunakan solder yang berfungsi untuk mengikatkan karet gelang.

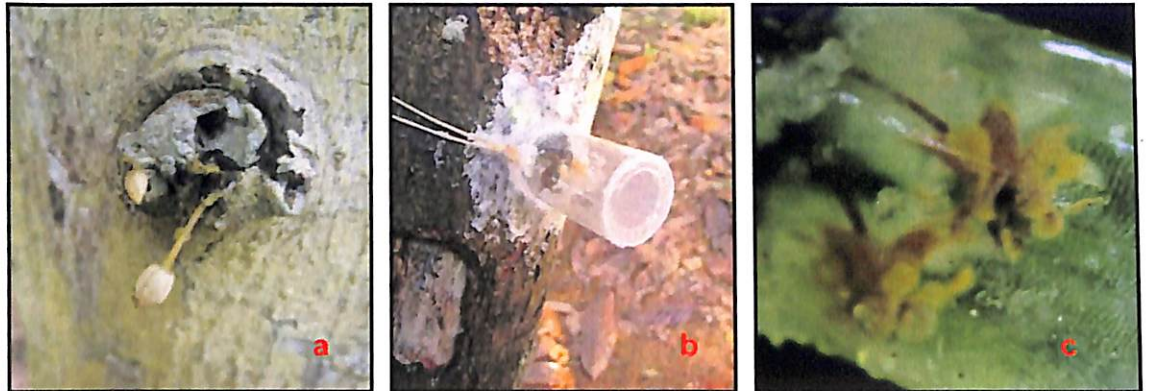
Pengerodongan Bunga Tetua Betina

Sehari sebelum persilangan dilaksanakan, terlebih dahulu perlu ditentukan bunga-bunga dalam kondisi menjelang *anthesis* pada tetua betina (Gambar 3a). Untuk menghindari terjadinya penyerbukan oleh serangga, maka bunga-bunga tersebut perlu dikerodong menggunakan tabung plastik yang bagian pangkalnya dilubangi dan ditutup dengan kain kasa. Kerodong diikat pada batang/cabang pohon menggunakan karet gelang. Celah-celah pada bagian pangkal kerodong yang menempel pada batang ditutup menggunakan parafin padat yang telah dilelehkan supaya mencegah masuknya serangga penyerbuk (Gambar 3b).

Penyerbukan Buatan

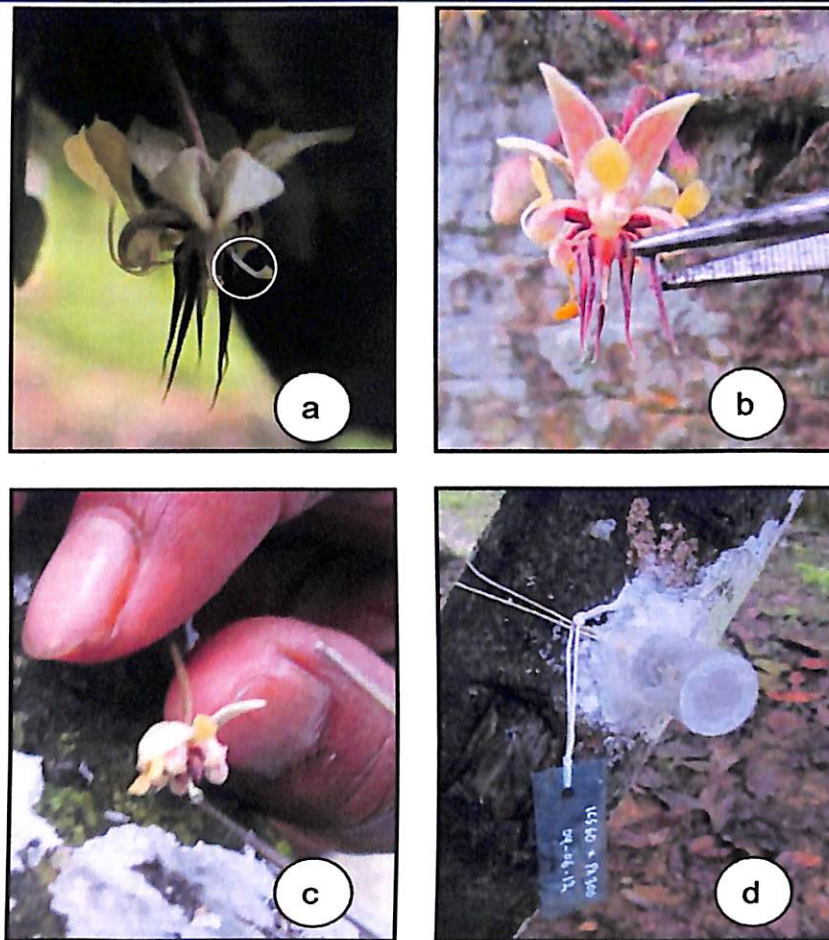
Persilangan kakao dilakukan sesaat setelah bunga mekar mulai jam 2.00–8.00 WIB pada keesokan harinya, yaitu di saat putik dalam kondisi reseptif. Sesaat sebelumnya dilakukan pengumpulan benang sari dari tetua jantan pada wadah cawan petri. Untuk dapat mengambil benangsari terlebih dahulu harus menghilangkan bagian mahkota bunga berbentuk mangkuk

menggunakan pinset. Benangsari diambil secara hati-hati dari bunga tetua jantan agar kotak sari (*anther*) yang terletak di bagian ujungnya tidak rusak. Ciri kotak sari yang masih baik berwarna putih bening dan akan berubah menjadi putih keruh apabila sudah mulai pecah dan serbuk sarinya siap untuk digunakan menyerbuki bunga pada tetua betina (Gambar 4a). Kotak sari yang sudah berubah warna menjadi kuning atau kecokelatan menandakan sudah tidak mengandung serbuk sari yang *viabile* sehingga tidak dapat digunakan dalam penyerbukan buatan.



Gambar 4. Pengerodongan bunga kakao sebelum penyerbukan buatan: (a) bunga belum mekar (kuncup) yang akan dikerodong; (b) pemasangan kerodong; dan (c) bunga kakao yang mekar dalam kerodong.

Sebelum diserbuki, staminoda yang berjumlah lima helai pada bunga tetua betina perlu dipotong menggunakan pinset yang ujungnya runcing agar tidak menutupi kepala putik (Gambar 4b). Penyerbukan dilakukan dengan cara mengoleskan kotak sari pada kepala putik hingga terlihat butiran serbuk sari menempel (Gambar 4c). Menurut Free (1993), karakteristik gumpalan serbuk sari pada putik dapat dijadikan indikator bahwa bunga telah diserbuki dan penyerbukan dikatakan akan efektif apabila gumpalan tersebut terdiri dari lebih 35 butiran serbuk sari. Setelah diserbuki, bunga dikerodong kembali untuk memastikan tidak ada kontaminasi serbuk sari dari bunga lain yang dibawa serangga (Gambar 4d). Bunga yang telah di serbuki kemudian diberi label yang memuat informasi kombinasi tetua dan tanggal persilangan dilakukan. Bunga-buga lain yang tidak diserbuki pada bantalan bunga yang sama kemudian dihilangkan. Prosedur di atas diulang selama beberapa hari hingga jumlah silangan yang diperlukan dapat terpenuhi.



Gambar 5. Penyerbukan buatan bunga kakao: (a) bunga yang dijadikan sebagai sumber serbuk sari; (b) menghilangkan staminodia pada bunga yang akan diserbuki; dan (c) proses penyerbukan buatan; dan (d) pengerodongan kembali dan pelabelan bunga yang telah diserbuki.

Pengamatan Hasil Persilangan

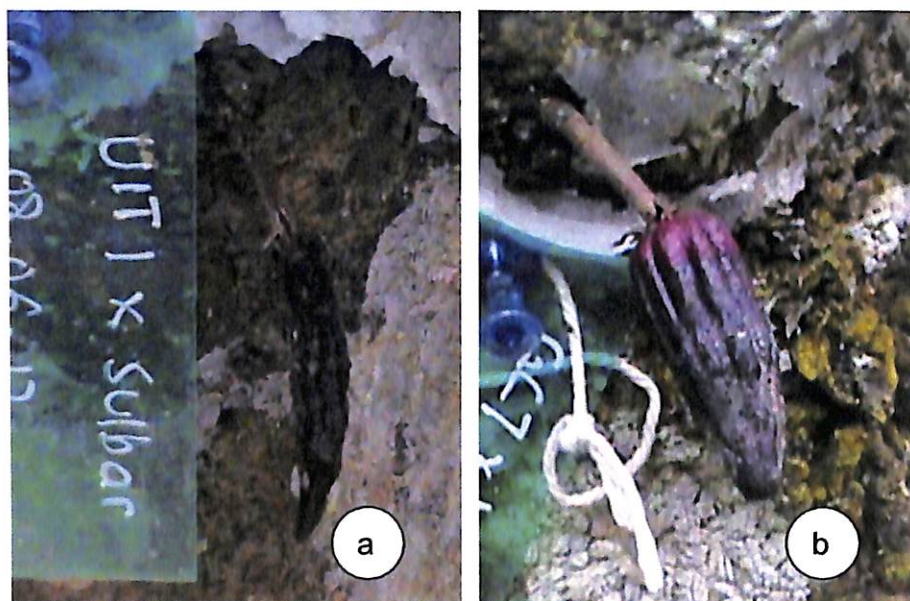
Minimum 24 jam setelah persilangan dilakukan, kerodong dilepas untuk mengidentifikasi apakah penyerbukan buatan berhasil atau tidak. Bunga yang gagal diserbuki akan terlihat layu dan pada akhirnya rontok. Persentase keberhasilan penyerbukan buatan kemudian dihitung dan dicatat dalam *log book*. Pengamatan dilanjutkan hingga bunga yang berhasil diserbuki berkembang menjadi buah muda berukuran ± 10 cm untuk mengetahui persentase layu pentil (*cherelle wilt*).

Apabila dibandingkan dengan penyerbukan alami, penyerbukan buatan menggunakan tangan (*hand pollination*) terbukti dapat meningkatkan pembentukan bakal buah (*cherelle*) tetapi tidak meningkatkan jumlah buah masak panen karena kejadian layu pentil (*cherelle wilt*) lebih tinggi (Valle *et al.*, 1990). Fenomena layu pentil merupakan faktor fisiologis penting bagi tanaman kakao dalam rangka mengatur jumlah buah per pohon sehingga tanaman dapat menyimpan sumberdaya yang cukup untuk pembentukan buah dan

pertumbuhan vegetatif pada periode berikutnya (Adjaloo *et al.*, 2012). Kompetisi dalam hal hormon pertumbuhan dan nutrisi antara buah muda dengan daun muda (*flush*) yang masing-masing sedang aktif tumbuh juga dapat menyebabkan layu pentil (Almeida dan Valle, 2007). Selain faktor fisiologis, layu pentil juga dapat disebabkan oleh faktor biotis (Gambar 6) berupa serangan hama atau penyakit (Ashiru dan Jacob, 1971) meskipun seringkali tidak mudah membedakan kedua faktor tersebut di lapangan (Asomaning *et al.*, 1971).



Gambar 6. Keberhasilan penyerbukan buatan pada kakao: (a) bunga yang berhasil dibuahi membentuk calon buah; dan (b) bunga yang gagal dibuahi menjadi layu dan rontok; dan (c) buah muda (*cherelle*) umur 6 minggu.



Gambar 7. Layu pentil pada kakao hasil penyerbukan buatan: (a) disebabkan faktor fisiologis dan (b) akibat serangan penyakit busuk buah.

Panen buah hasil persilangan dilakukan pada umur 5 – 6 bulan yang dihitung sejak tanggal persilangan. Pada saat buah masak, ukuran buah yang terbentuk cukup beragam baik panjang maupun diameternya. Dalam buah terkandung biji yang tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlah biji per buah beragam, yaitu berkisar antara 20 – 50 biji (Wahyudi *et al.*, 2008). Biji kakao bersifat rekalsitran sehingga harus langsung ditanam pada media persemaian dan pembibitan.



Gambar 8. Contoh buah dan biji hasil persilangan buatan antar klon kakao lindak pada tahun 2012 di Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar.

PENUTUP

Persilangan antar klon kakao merupakan salah satu cara untuk membangun populasi dasar seleksi hibrida atau klon. Teknik persilangan untuk tanaman kakao harus disesuaikan dengan pola fenologinya yang spesifik agar tingkat keberhasilan persilangan lebih tinggi. Sirkuler “Teknik Persilangan Kakao secara Konvensional” ini diharapkan dapat dijadikan salah satu acuan bagi peneliti, khususnya peneliti pemulia, dalam melaksanakan program penelitian perakitan varietas unggul baru kakao atau bagi produsen benih kakao dalam rangka menyediakan benih kakao yang bermutu.

KEPUSTAKAAN

- Adjaloo, M.K., W. Oduro, and B.K. Banful. 2012. Floral Phenology of Upper Amazon Cocoa Trees: Implications for Reproduction and Productivity of Cocoa. *ISRN Agronomy*, vol. 2012, Article ID 461674, 8 pages. doi:10.5402/2012/461674.
- Alkpokpodion, P.O. 2012. Phenology of flowering in cacao (*Theobroma cacao*) and its related species in Nigeria. *African Journal of Agricultural Research*, 7(23): 3395-3402.
- Almeida, A.A.F. and R.R. Valle. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4): 425-448.
- Alverson, W.S., B.A. Whitlock, R. Nyfferer, C. Bayer, and D.A. Baum. 1999. Phylogeny of the core Malvales : Evidence from ndhF sequence data. *Am. J. Bot.* 86 : 1474-1486.
- Argout X, Salse J, Aury J, Guiltinan M, Droc G, Gouzy J, Allegre M, Chaparro C, Legavre T, Maximova S, *et al.* 2010. The genome of *Theobroma cacao*. *Nat. Genet.*, 43: 101-108.
- Ahiru, G.A. and V.J. Jacob. 1971. Potential pod production and pod loss in cacao (*Theobroma cacao* L.). *J. Hort. Sci.*, 46: 95-102.
- Baker, R.P., K.H. Hasenstein, and M.S. Zavada. 1997. Hormonal changes after compatible and incompatible pollination in *Theobroma cacao* L. *Hort Science*, 32(7): 1231-1234.
- Bartley, B.G.D. 2005. The Genetic Diversity of Cacao and Its Utilization. CABI Publishing.
- Bennet, A.B. 2003. Out of the Amazon: *Theobroma cacao* enters the genomic era. *Trends in Plant Science*, 8(12): 561-563.
- Carr, M.K.V. 2012. Advances in Irrigation Agronomy: Plantation Crops. Cambridge University Press, 360 pages.
- CIRAD. 2001. Tropical plant breeding. Translated from: *L'amélioration des plantes tropicales*, CIRAD, 1997. CIRAD and Science Publishers, Inc.
- Cope, F.W. 1962. The mechanism of pollen incompatibility in *Theobroma*. *Heredity* : 17 : 157-182.
- Dantas, L.G. and M. Guerra. 2009. Chromatin differentiation between *Theobroma cacao* L. and *T. grandiflorum* Schum. *Genet. Mol. Biol.*, 33(1): 94-98.
- Dias, L.A.S., and P.Y. Kageyama. 1997. Multivariate genetic divergence and hybrid performance of cacao (*Theobroma cacao* L.). *Braz. J. Genet.*, 20(1): <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84551997000100012>.
- Dias, L.A.S., J. Marita, C.D. Cruz, E.G. de Barros, and T.M.F. Salamao. 2003. Genetic distance and its association with heterosis in cacao. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 339-347.

- Ditjenbun. 2008. Bahan Tanam Unggul Kakao. <http://ditjenbun.deptan.go.id>. Diakses tanggal: 10/02/2013.
- _____. 2011. Kakao Indonesia: Optimis Nomor Satu di Dunia. <http://ditjenbun.deptan.go.id>. Diakses tanggal: 09/07/2012.
- Efombagen, M.I.B., O. Souniga, A.B. Eskes, J.C. Motamayor, M.J. Manzanares-Dauleux, R. Schnell, and S. Nyasse. 2009. Parentage analysis and outcrossing patterns in cacao (*Theobroma cacao* L.) farms in Cameroon. Original Article. *Heredity* 103 : 46-53.
- Free, J.B. 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, London, UK.
- Guiltinan, M.J., J. Verica, D. Zhang, and A. Figueira. 2008. Genomics of *Theobroma cacao*, "the Food of the Gods". In: Genomics of Tropical Crop Plants. P.H. More and R. Ming (eds.). Springer.
- Groeneveld, J.H., T. Tschardtke, G. Moser, and Y. Clough. Experimental evidence for stronger cacao yield limitation by pollination than by plant resources. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 12: 183–191
- Hardy, F. 1960. Cacao Manual. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Turrialba, Costa Rica.
- International Cocoa Organization. 2011. Origins Of Cocoa And Its Spread Around The World. <http://www.icco.org/about-cocoa/growing-cocoa.html> [diakses 30 Juli 2012].
- Knight, R. And H.H. Rogers. 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao* L. *Heredity* 9 : 69-77.
- Lanaud, C., J.-C. Motamayor, and A.-M. Risterucci. 2000. Implications of New Insight into the Genetic Structure of *Theobroma cacao* L. for Breeding Strategies. In: Proceedings of the International Workshop on New Technologies and Cocoa Breeding, 16th-17th October 2000, Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia.
- Lopez, U.V., W.R. Monteiro, J.L. Pires, D. Clement, M.M. Yamada, and K.P. Gramacho. 2011. Cacao breeding in Bahia, Brazil - strategies and results. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, S1: 73-81.
- Monteiro, W.R., U.V. Lopes, and D. Clement. 2009. Genetic Improvement in Cocoa. In: S.M. Jain, P.M. Priyadarshan (eds.), Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species, C Springer Science+Business Media, LLC.
- Motamayor JC, P. Lachenaud, J.W. da Silva e Mota, R. Looor, D.N. Kuhn, J.S. Brown, and R.J. Schnell. 2008. Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree (*Theobroma cacao* L). *PLoS ONE*, 3(10): e3311.
- Motilal, L.A., D. Zhang, P. Umaharan, S. Mischke, V. Mooleedhar, and L.W. Meinhardt. 2010. The relic Criollo cacao in Belize – genetic diversity and relationship with Trinitario and other cacao clones held in the International. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization*, 8(2): 106–115.
- Nair, K.P.P. 2010. *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*. Elsevier.

- Niemenak, N., C. Cilas, C. Rohsius, H. Bleiholder, U. Meier and R. Lieberei. 2009. Phenological growth stages of cacao plants (*Theobroma* sp.): codification and description according to the BBCH scale. *Ann. Appl. Biol.*, 155: 1-12.
- Omolaja, S.S., P. Aikpokpodion, S. Adedeji, and D.E. Vwioko. 2009. Rainfall and temperature effects on flowering and pollen production in cocoa. *African Crop Science Journal*, 17(1): 41-48.
- PPKI. 2004. Panduan Lengkap Budidaya Kakao Indonesia. Cet. 1. AgroMedia Pustaka.
- Royaert, S., W. Phillips-Mora, A.M.A. Leal, K. Cariaga, J.S. Brown, D.N. Kuhn, R.J. Schnell, J.C. Motamayor. 2011. Identification of marker-trait associations for self-compatibility in a segregating mapping population of *Theobroma cacao* L. *Tree Genetics and Genomes*. DOI 10.1007/s11295-011-0403-5.
- Santos, R.C., U.V. Lopes, D. Clement, W.R. Monteiro, J.L. Pires, and D. Ahnert. 2006. The use of wild relatives as potential method for improving cocoa traits. In: *15th International Cocoa Research Conference : cocoa productivity, quality, profitability, human health and the environment*. [Cd-Rom]. Lagos : Cocoa Producers' Alliance, p. 1473-1480. International Cocoa Research Conference. 15, 2006-10-09/2006-10-14, San José, Costa Rica.
- Silva, C.R.S., G.A. Venturieri, and A Figueira. 2004. Description of Amazonian *Theobroma* L. collections, species identification, and characterization of interspecific hybrids. *Acta Bot. Bras.*, 18(2): 333-341.
- Somarriba, E., F. Quesada, L. Orozco, R. Cerda, C. Astorga, M. Villalobos, S. Orozco. 2010. The reproductive biology of cocoa in the hands of small farmers: Teaching farmers how to breed cocoa. WCF Partnersip Meeting, Washington D.C., October 20-21, 2010.
- Souza, M.S. and G.A. Venturieri. 2010. Floral biology of Cacauhy (*Theobroma speciosum* - Malvaceae). *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 53(4): 861-872.
- Suhendi, D., Winarno, H. dan Susilo, A.W., 2005. Peningkatan Produksi dan Mutu Hasil Kakao melalui Penggunaan Klon Unggul Baru. *Dalam: Prosiding Symposium Kakao 2004*, Yogyakarta.
- _____. 2008. Komposisi klon dan tata tanam pada rehabilitasi tanaman kakao dengan teknologi sambung samping. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 13(1): 28-34.
- Susilo, A.W., D. Zhang, L.A. Motilal, S. Mischke, and L.W. Meinhardt. 2011. Assessing genetic diversity in Java Fine-Flavor Cocoa (*Theobroma cacao* L.) germplasm by using simple sequence repeat (SSR) markers. *Trop. Agr. Develop.*, 55(2): 84-92.
- Swanson, J.-D., J.E. Carlson, and M.J. Guiltinan. 2008. Comparative flower development in *Theobroma cacao* based on temporal morphological indicators. *Int. J. Plant Sci.*, 169(9): 1187-1199.
- Valle, R.R., A.-A.F. de Almeida, and R.M. ed O. Leite. 1990. Energy cost of flowering, fruiting, and cherelle wilt in cacao. *Tree physiology*, 6: 329-336.
- Wahyudi, T. dan Misnawi. 2007. Peluang dan tantangan komoditi kakao dan kopi untuk pasar Uni Eropa. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia*, 23(3): 118-130.

- Walker-Larsen, J. and L.D. Harder. 2000. The evolution of staminodes in angiosperms: patterns of stamen reduction, loss, and functional re-invention. *American Journal of Botany*, 87(10): 1367-1384.
- Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. *Cocoa* – 4th ed. Tropical agriculture series (4 ed.). Blackwell Science.

PEDOMAN PENULISAN

- 1. Sirkuler Teknologi Tanaman Industri dan Penyegar merupakan publikasi semi ilmiah yang memuat hasil penelitian komoditas tanaman industri dan tanaman penyegar yang belum pernah diterbitkan.**
- 2. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, diketik pada kertas HVS ukuran A4 dengan jarak 1,5 spasi, dalam format MS Word, font New Times Roman 12, minimal 20 halaman.**
- 3. Judul ringkas, padat, jelas, menggambarkan isi dan substansi tulisan serta tidak lebih dari 15 kata.**
- 4. Penyusun ditulis tanpa gelar.**
- 5. Kata pengantar ditulis secara ringkas menghantarkan informasi dan tujuan penerbitan sirkuler ini.**
- 6. Struktur naskah terdiri dari pendahuluan, informasi teknologi, penutup dan keputakaan**
- 7. Ucapan terima kasih bila dipandang perlu dapat dikemukakan diakhir naskah.**
- 8. Kepustakaan, memuat nama pengarang, tahun penerbit, judul tulisan, terbitan, volume, nomor seri dan kota terbitan, disusun secara alfabetis, mengacu pada model standar.**
- 9. Naskah dikirim kepada Unit Penerbitan & Publikasi Balittri sebanyak satu eksemplar disertai file elektronik atau melalui e-mail: upublikasi@gmail.com.**



ISBN 978-602-7579-10-1



9 786027 157910