

KEBERHASILAN PERSILANGAN BUATAN ANTAR LIMA KLON KAKAO LINDAK

SUCCESS OF HYBRIDIZATION AMONG FIVE CLONES OF BULK COCOA

Dani, Rubiyo dan Indah Sulistiyorini

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jl. Raya Pakuwon – Parungkuda km. 2 Sukabumi, 43357
Telp. (0266) 7070941, Faks. (0266) 6542087
danithok@gmail.com

ABSTRAK

Beberapa klon kakao unggul anjuran saat ini masih menunjukkan sifat-sifat yang kurang baik, seperti kurang tahan terhadap serangan hama dan penyakit. Perbaikan sifat tanaman kakao salah satunya dapat melalui persilangan buatan antar klon. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keberhasilan persilangan buatan antar kelima klon kakao lindak: ICS 60, UIT 1, Pa 300, Sulbar, dan GC 7. Tiga klon pertama telah dinilai tahan terhadap penyakit busuk buah *Phytophthora*, sedangkan dua klon lainnya memiliki karakteristik daya hasil tinggi. Rancangan persilangan yang digunakan adalah diallel tidak lengkap. Teknik persilangan buatan melalui penyerbukan menggunakan tangan (*hand pollination*). Hasil persilangan menunjukkan bahwa persentase pembentukan buah (*fruit set*) rata-rata hanya sebesar 38,8%. Pada umur satu bulan sejak penyerbukan sebagian buah muda mengering dan rontok yang dikenal dengan fenomena layu pentil (*cherelle wilt*). Hingga umur tiga bulan sejak penyerbukan persentase buah jadi hanya tinggal 9,18%. Buah yang masih tersisa tersebut dapat bertahan hingga masak panen. Buah kakao yang dipanen mewakili tujuh kombinasi persilangan: (1) Pa 300 x Sulbar (1 buah); (2) Pa 300 x UIT 1 (2 buah); (3) Pa 300 x ICS 60 (1 buah); dan (4) Pa 300 x GC 7 (2 buah); (5) Sulbar x Pa 300 (1 buah); (6) ICS 60 x Pa 300 (1 buah); dan (7) Sulbar x UIT 1 (1 buah).

Kata kunci: kakao, penyerbukan buatan, diallel

ABSTRACT

Some recommended cacao clones were still showed any poor traits, e.g. less resistance to pest and disease attack. Cocoa genetic improvement should be conducted through inter-clonal hybridization. The research aims to reveal the success of controlled hybridization among five clones of bulk cocoa, i.e. ICS 60, UIT 1, Pa 300, Sulbar, dan GC 7. The first three clones have characteristics of resistance to phytophthora pod rot, whereas the last two clones have high yielding potency. Mating design applied was incomplete diallel with hand pollination technique. The result showed that the percentage of fruit set from hand pollinated flowers was of 38,8%. Some cherelle was turn wilt and subsequently dropped at the first month after hand pollination. At the third month only 9,18% of cherelle was remained and successfully developed into mature pod. Harvested pods were represent of seven crossing combinations: (1) Pa 300 x Sulbar (1 pod); (2) Pa 300 x UIT 1 (2 pods); (3) Pa 300 x ICS 60 (1 pod); dan (4) Pa 300 x GC 7 (2 pods); (1) Sulbar x Pa 300 (1 pod); (2) ICS 60 x Pa 300 (1 pod); dan (3) Sulbar x UIT 1 (1 pod).

Keywords: cacao, hand pollination, diallel

PENDAHULUAN

Berbagai varietas kakao yang dibudi dayakan di Indonesia merupakan hibrida antar berbagai klon yang diintroduksi dari Amerika sejak abad ke-16. Garis keturunan yang berasal dari tipe Forastero menghasilkan klon-klon

kakao lindak (*bulk cocoa*), sedangkan yang berasal dari tipe Trinitario dan Criollo menghasilkan klon-klon kakao mulia (*fine/edel cocoa*) (Susilo *et al.*, 2011). Biji kakao mulia menghasilkan aroma cokelat yang lembut apabila diproses. Meskipun demikian, tanaman kakao tipe tersebut saat ini keberadaannya

semakin berkurang akibat kurang tahan terhadap perubahan iklim dan serangan penyakit (LeDrew, 2008).

Tipe kakao yang paling banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia saat ini merupakan tipe lindak. Produktivitas kakao lindak relatif lebih tinggi dibanding kakao mulia. Meskipun demikian, produktivitas kakao di Indonesia tetap masih kalah dibanding negara-negara penghasil kakao lainnya. Untuk itu program pemuliaan kakao lindak ke depan 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 atau toleran terhadap hama dan penyakit utama (Wahyudi *et al.*, 2008).

Pendekatan konvensional masih layak diandalkan dalam program pemuliaan tanaman perkebunan seperti kopi dan kakao. Metode seleksi dan hibridisasi yang diterapkan selama ini terbukti masih mampu memperbaiki sifat-sifat penting pada kedua jenis tanaman tersebut (Vinod dan Suryakumar, 2004). Sejalan dengan ditemukannya heterosis pada kakao, kebanyakan program pemuliaan di dunia adalah 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 pengembangan klon unggul baru melalui metode seleksi berulang (*recurrent selection*) juga mulai dilakukan (Lopes *et al.*, 2011). Efisiensi program pemuliaan tanaman kakao dapat ditingkatkan melalui pemilihan kombinasi persilangan terbaik antar klon berkerabat jauh (Dias *et al.*, 2003).

Dalam penelitian ini dilakukan persilangan buatan (*hand pollination*) antar klon kakao lindak, yaitu ICS 60, UIT 1, Pa 300, Sulbar, dan GC 7. Penelitian bertujuan untuk mengetahui keberhasilan persilangan buatan antar lima klon kakao lindak tersebut. Informasi yang diperoleh akan bermanfaat dalam rangka perbaikan teknik

penyerbukan buatan untuk menghasilkan famili hibrida F1 kakao.

BAHAN DAN METODE

Bahan genetik yang digunakan sebagai tetua persilangan adalah lima klon kakao lindak: ICS 60, UIT 1, Pa 300, Sulbar, dan GC 7 yang ada di kebun koleksi milik UPTD Balai Perlindungan Tanaman Perkebunan, Dinas Perkebunan dan Hortikultura Provinsi Sulawesi Tenggara. Tiga klon pertama dinilai tahan (Rubiyo *et al.*, 2010) atau moderat tahan (Winarno *et al.*, 2002) terhadap penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora*. Klon Sulbar merupakan hasil seleksi individu dari populasi kakao di Sulawesi Barat dengan karakteristik produktivitas tinggi. Klon GC 7 memiliki karakteristik biji kering yang seragam dan sesuai dengan permintaan konsumen (Iswanto *et al.*, 1991) dan merupakan sumber entres untuk mencapai produktivitas tinggi (2.500 kg/ha/th) (Salim dan Dradjat, 2008).

Penyerbukan buatan kakao memerlukan alat berupa kerodong (terbuat dari pot plastik bening berdiameter 2,5 cm yang dilubangi bagian pangkalnya kemudian ditutup dengan kain kassa halus), karet gelang, pinset berujung runcing, cawan petri, bunsen, panci kecil, kaca pembesar, parafin padat, spritus, label plastik, spidol permanen dan lain-lain.

Pelaksanaan penyerbukan buatan antar klon kakao pada akhir bulan Mei hingga awal bulan Juni 2012. Rancangan persilangan yang digunakan adalah diallel tak lengkap karena menyesuaikan dengan kondisi tanaman di lapangan (Tabel 1). Dengan demikian diperoleh 15 kombinasi persilangan. Jumlah bunga yang diserbuki pada masing-masing kombinasi tidak sama tergantung ketersediaan bunga yang siap diserbuki. Teknis penyerbukan buatan pada kakao mengacu pada Wood dan Lass (1985), Nair (2010) dan Groeneveld *et al.*, (2010), dengan sedikit modifikasi.

Tabel 1. Skema rancangan persilangan diallel tak lengkap antar 5 klon kakao

♀ \ ♂	Sulbar	UIT 1	ICS 60	Pa 300	GC 7
Sulbar	-	x	-	x	-
UIT 1	x	-	-	-	-
ICS 60	x	x	-	x	x
Pa 300	x	x	x	-	x
GC 7	x	x	x	x	-

Pengamatan keberhasilan penyerbukan dimulai pada umur 1-3 hari setelah penyerbukan, yaitu menghitung persentase bunga yang berhasil diserbuki. Menurut Swanson *et al.* (2008) bunga kakao yang gagal diserbuki akan rontok \approx 22-24 jam kemudian. Mulai umur 30 hingga 110 hari sejak penyerbukan dilakukan pengamatan pertumbuhan buah (panjang dan diameter) setiap 3 hari terhadap 10 buah contoh yang terlihat normal dan sehat. Data hasil pengamatan kemudian diolah menggunakan Microsoft Excel untuk menampilkan kurva pertumbuhan buah. Pada umur tiga bulan (\approx 90 hari) sejak penyerbukan juga dihitung persentase buah yang berhasil tumbuh dan berkembang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan Perkembangan Buah

Hasil pengamatan mulai satu hari setelah penyerbukan buatan menunjukkan bahwa dari total 98 bunga yang diserbuki hanya 38 bunga (38,8%) yang masih terlihat segar dan menempel kokoh pada batang. Sebagian besar bunga yang diserbuki berubah menjadi layu, dan akhirnya rontok. Pada umur satu minggu bakal buah mulai tumbuh membesar. Persentase pembentukan buah (*fruit set*) tersebut lebih rendah dibandingkan hasil yang diperoleh Aneja *et al.* (1992) yang hampir mencapai 50%.

Rendahnya persentase keberhasilan penyerbukan dapat disebabkan oleh jumlah serbuk sari yang menempel pada kepala putik terlalu sedikit. Menurut Falque, *et al.* (1995) bunga kakao yang tidak menerima atau hanya menerima sedikit serbuk sari sangat berpeluang untuk rontok. Brew (1984) dalam Adjaloo dan Oduro (2013) menyatakan bahwa penyerbukan yang efektif pada bunga kakao membutuhkan paling sedikit 35 serbuk sari.

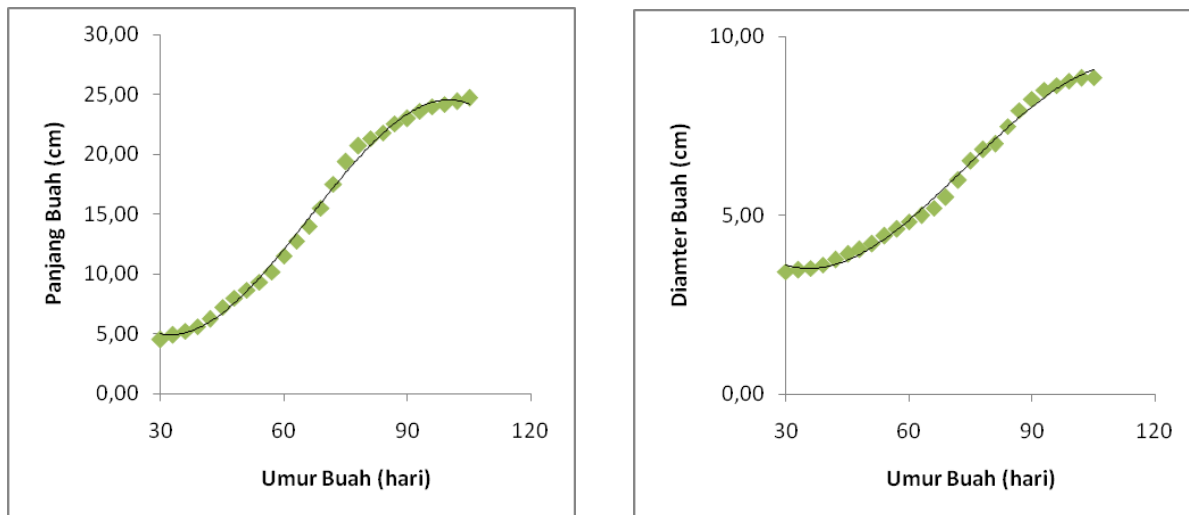
Kerontokan bunga pada kakao juga dapat terjadi akibat mekanisme inkompatibilitas antara gamet jantan dan gamet betina. Sifat inkompatibilitas sendiri pada kakao dapat dikendalikan secara genomik maupun sporofitik. Apabila dikendalikan secara genomik maka sifat inkompatibilitas ditentukan oleh genom serbuk sari, sedangkan apabila dikendalikan secara sporofitik maka sifat tersebut ditentukan oleh genotipe diploid tetua betina (Dias dan Resende, 2001). Apabila gamet jantan dan betina yang bertemu mengandung alel inkompatibilitas dominan

yang sama maka akan terjadi kerontokan bunga (Glendinning, 1972). Kejadian bunga yang gugur dapat mencapai 25% hingga 100% pada penyerbukan yang tidak kompatibel tergantung pada kombinasi yang terjadi antara lima alel yang berbeda pada lokus S (Dias dan Resende, 2001).

Satu bulan sejak penyerbukan dilakukan, jumlah buah muda (*cherelle*) yang berhasil berkembang sebanyak 21 buah (21,4%). Sebanyak 17 buah muda yang lainnya pada periode tersebut berubah menjadi layu dan kemudian rontok yang dikenal dengan fenomena layu pentil (*cherelle wilt*). Hingga umur 3 bulan (\approx 90 hari) sejak penyerbukan, hanya tersisa 9 (9,18%) buah muda yang masih terus berkembang. Menurut Valle, *et al.* (1990) biasanya kelayuan pada buah muda berlangsung pada 70 hingga 90 hari pertama dan mencapai puncaknya pada hari ke 40 hingga 50 setelah penyerbukan. Periode ini terkait dengan fase pertumbuhan eksponensial di saat tanaman kakao mengurangi kelebihan muatan buah. Perkembangan buah kakao mengikuti pola kurva berbentuk-S atau sigmoid (Gambar 1). Pertumbuhan berjalan lambat pada 40 hari pertama kemudian semakin meningkat dan kecepatan tertinggi pada umur kira-kira 75 hari (Wood dan Lass, 1985).

Menurut Ashiru dan Jacob (1971) fenomena layu pentil, baik fisiologis maupun biotik, bertanggungjawab terhadap kehilangan 75% buah muda pada tanaman kakao. Layu pentil yang disebabkan oleh serangan hama dan penyakit proporsinya lebih tinggi. Meskipun demikian, seringkali tidak mudah membedakan layu pentil yang diakibatkan oleh proses fisiologis dan biotik (Asomaning *et al.*, 1971).

Secara fisiologis, selain adanya keterkaitan dengan kompetisi antar buah, beberapa peneliti juga mengkaitkan fenomena layu pentil dengan pertumbuhan vegetatif terutama selama atau sesaat setelah periode munculnya tunas daun (*flushing*) yang intensif (Valle *et al.*, 1990). Daun muda diketahui dapat bertindak sebagai pengguna (*sinks*) yang menyebabkan translokasi auksin dan sitokinin dari bagian tanaman lainnya (Almeida dan Valle, 2007). Daya saing daun muda lebih kuat dibandingkan buah muda dalam hal penyerapan auksin sehingga menyebabkan tingginya kelayuan pada buah muda pada saat flushing (Pangaribuan, 2004).



Gambar 1. Kurva pertumbuhan buah kakao hasil penyerbukan buatan: panjang buah (atas) dan diameter buah (bawah).

Buah dan Biji Hibrida F1

Panen buah kakao hasil persilangan pertama kali dilakukan pada awal bulan November 2012 (umur \approx 5 bulan). Enam buah kakao yang dipanen mewakili empat kombinasi persilangan: (1) Pa 300 x Sulbar (1 buah); (2) Pa 300 x UIT 1 (2 buah); (3) Pa 300 x ICS 60 (1 buah); dan (4) Pa 300 x GC 7 (2 buah). Panen kedua dilakukan pada bulan Desember 2012 (umur \approx 6 bulan) diperoleh tiga buah masak yang berasal dari tiga kombinasi persilangan: (1) Sulbar x Pa 300; (2) ICS 60 x Pa 300; dan (3) Sulbar x UIT 1. Dengan demikian, persentase buah panen, dari 98 bunga yang diserbuki, rata-rata hanya 9,18%. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan yang diperoleh Hardy (1960) yang dapat mencapai 14%.

Hasil di atas menunjukkan bahwa tidak ada buah yang berhasil berkembang hingga masak panen pada tetua betina GC 7 dan UIT 1. Kondisi sebaliknya ditunjukkan oleh klon tetua Pa 300. Tingkat keberhasilan klon tetua tersebut paling tinggi, baik ketika berperan sebagai tetua betina maupun jantan. Ketika klon tersebut berperan sebagai tetua betina, berhasil diperoleh enam buah masak panen dari 20 bunga yang diserbuki (30%). Enam buah masak panen tersebut merupakan hasil persilangan dengan empat klon tetua lainnya yang bertindak sebagai pejantan. Ketika klon Pa 300 dijadikan sebagai tetua jantan dapat dihasilkan dua buah masak panen dari 11 bunga yang diserbuki (18,18%). Dengan demikian, dari sembilan buah masak panen yang diperoleh, delapan di antaranya merupakan kontribusi klon tetua Pa 300.

Menurut Kurniasih *et al.* (2011) klon Pa 300 tergolong tipe Forastero, sedangkan ICS 60, UIT 1, dan GC 7 termasuk kelompok Trinitario. Tipe Forastero Berdasarkan penanda molekuler mikrosatelit, Motamayor *et al.* (2008) membagi tanaman kakao menjadi 10 kelompok: (1) Marañon, (2) Curaray, (3) Criollo, (4) Iquitos, (5) Nanay, (6) Contamana, (7) Amelonado, (8) Purús, (9) Nacional and (10) Guiana. Menurut International Cocoa Germplasm Database, klon Pa 300 termasuk ke dalam kelompok genetik Marañon.

Ukuran buah panen bervariasi dalam satu klon tetua betina yang sama. Menurut Glendinning (1963) dan Tan (1990) ukuran buah kakao berkorelasi positif dengan jumlah biji, tetapi tidak berkorelasi dengan ukuran biji. Hasil penelitian Iwaro *et al.*, (2003) terhadap 581 genotipe kakao menunjukkan bahwa jumlah biji per buah berdistribusi normal dan bervariasi antara 17 hingga 58 dengan rata-rata $40 \pm 0,26$. Satu buah hasil kombinasi persilangan Sulbar x Pa 300 mengandung biji paling sedikit, yaitu 21, dan beberapa biji di antaranya kurang berkembang sempurna. Kondisi berbeda terlihat pada buah asal kombinasi persilangan Sulbar x UIT 1 yang berisi 39 biji dan seluruhnya berkembang sempurna. Perbedaan jumlah biji per buah pada kakao dapat dipengaruhi oleh intensitas penyerbukan (Falque *et al.*, 1995) dan asal genetik serbuk sari (Omolaja *et al.*, 2009).

KESIMPULAN

Hibridisasi antar klon kakao lindak menggunakan teknik penyerbukan buatan hanya menghasilkan buah panen dengan persentase yang sangat kecil (< 10%). Tingginya persentase gugur bunga dan layu pentil (*cherelle wilt*), baik akibat faktor fisiologis maupun biotis menyebabkan persentase buah yang berhasil dipanen sangat kecil. Dari 15 kombinasi persilangan kakao di lokasi pertama diperoleh 7 famili full-sib: Pa 300 x Sulbar; Pa 300 x UIT 1; Pa 300 x ICS 60; Pa 300 x GC 7; Sulbar x Pa 300; ICS 60 x Pa 300; dan Sulbar x UIT 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Adjaloo, M.K. and W. Oduro. 2013. Insect assemblage and the pollination system in cocoa ecosystems. *J. Appl. Biosci.*, 62: 4582-4594.
- Almeida, A.-A.F. and R.R. Valle. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. *Braz. J. Plant Physiol.* 19(4): 425-448.
- Aneja, M., T. Gianfagna, E. Ng, and I. Badilla. 1992. Carbon dioxide and temperature influence pollen germination and fruit set in cocoa. *Hort Science*, 27(9): 1038-1040.
- Aryana, I.G.P.M. 2007. Heterosis padi beras merah tipe cere dan bulu kultivar NTB. *Agroteksos*, 17(2): 93-98.
- Asomaning, E.J.A., R.S. Kwakwa, and W.V. Hutcheon. 1971. Physiological studies on an Amazon shade and fertilizer trial at the Cocoa Research Institute, Ghana. *Ghana Jnl. Agric. Sci.* 4: 47-64.
- Dias, L.A.S. and M.D.V. Resende. 2001. Selection Strategies and Methods. In: Dias, L.A.S. (Ed.). *Genetic Improvement of Cacao*. [http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=197 &page=2703](http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=197&page=2703)
- Dias, L.A.S., J. Marita, C.D. Cruz, E.G. de Baros, and T.M.F. Salomao. 2003. Genetic distance and its association with heterosis in cacao. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46(3): 339-347.
- Falque, M., A. Vincent, B.E. Vaissiere, and A.B. Eskes. 1995. Effect of pollination intensity on fruit and seed set in cacao (*Theobroma cacao* L.). *Sex Plant Reprod.*, 8: 354-360.
- Glendinning, D.R. 1963. The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cocoa (*Theobroma cacao* L.) with a note of bean shape. *Euphytica*, 12: 311-322.
- _____. 1972. Natural pollination of cocoa. *New Phytol.*, 71: 719-729.
- Groeneveld, J.H., T. Tschardtke, G. Moser, and Y. Clough. 2010. 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-Amer. Inst. Agric. Sci., Turrialba, Costa Rica.
- Iswanto, A., P. Astutiningsih, dan Sikusno. 1991. Evaluasi sifat fisik biji kakao asal klon dan hibrida. *Pelita Perkebunan*, 7(2): 28-31.
- Iworo, A.D., F.L. Bekele, and D.R. Butler. 2003. Evaluation and utilisation of cacao (*Theobroma cacao* L.) germplasm at the International Cocoa Genebank, Trinidad. *Euphytica*, 130: 207-221.
- Kurniasih, S., Rubiyo, A. Setiawan, A. Purwantara, dan Sudarsono. 2011. Analisis keragaman genetik plasma nutfah kakao (*Theobroma cacao* L.) berdasarkan marka SSR. *Jurnal Littri*, 17(4): 156-162.
- LeDrew, C. 2008. Cacao beans origins dictate flavor variations. *Candy Industry*, 173(9): 38-39.
- Lopes, 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.
- Nair, K.P.P. 2010. *The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*. Elsevier.
- Motamayor JC, P. Lachenaud, J.W. da Silva e Mota, R. Loor, 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.
- Omolaja, S.S., P. Aikpokpodion, S. Oyedeji, and D.E. Vwioko. 2009. Rainfall and temperature effects on flowering and pollen productions in cocoa. *Afr. Crop Sci. J.*, 17(1): 41-48.
- Pangaribuan, N. 2004. Peranan auksin dalam usaha menekan kelayuan buah muda kakao (*Theobroma Kakao* L.). *Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi*, 5(1): 31-38.
- Rubiyo, A. Purwantara, dan Sudarsono. 2010. Ketahanan 35 klon kakao terhadap infeksi *Phytophthora palmivora* Butl. berdasarkan uji detached pod. *Jurnal Littri*, 16(4): 172-178.
- Salim, A. dan B. Dradjat. 2008. Teknologi sambung samping tanaman kakao, kisah sukses Prima Tani di Sulawesi Tenggara. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 30(5): 8-10.

- 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.
- Tan, G.Y. 1990. Combining ability analysis of yield and its components in cacao. *J. Amer. Soc. Hort.*, 115(3): 509-512.
- Valle, R.R., A.-A.F. de Almeida, and R.M. de O. Leite. 1990. Energy costs of flowering, fruiting, and cherule wilt in cacao. *Tree physiology*, 6: 329-336.
- Vinod, K. and M. Suryakumar. 2004. Breeding for Quality Improvement in Plantation 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., T.R. Panggabean, dan Pujiyanto (Editor). 2008. *Panduan Lengkap Kakao*. Penebar Swadaya, Jakarta. 364 hlm.
- Winarno, H., W. Mangoendidjojo, dan H. Kartiko. 2002. Kajian ketahanan beberapa klon kakao terhadap penyakit busuk buah *Phytophthora palmivora*. *Agrosains*, 15(2): 199-204.
- Wood, G.A.R. and R.A. Lass. 1985. *Cocoa* – 4th ed. Tropical agriculture series (4 ed.). Blackwell Science.