

Kemampuan Menyerbuk Sendiri Beberapa Klon Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Self-Compatibility Crosses of Several Cocoa Clones

Agung Wahyu Susilo¹⁾

Ringkasan

Kemampuan menyerbuk sendiri tanaman kakao merupakan salah satu kriteria penentu arah pemanfaatan bahan tanam klonal dalam program pemuliaan. Evaluasi kemampuan menyerbuk sendiri telah dilaksanakan pada beberapa klon koleksi plasma nutfah kakao di KP Kaliwining yaitu TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KW 163, DR 1, DR 2, DR 38, DRC 16, DRC 15, KKM 22, Naa 32 dan Na 33. Evaluasi berdasarkan peubah persentase buah yang terbentuk melalui proses penyerbukan buatan diamati pada minggu pertama hingga minggu ke enam setelah penyerbukan. Hasil analisis ragam menunjukkan ada perbedaan nyata persentase buah hasil penyerbukan sendiri antarklon pada kisaran 0–46,34%. Ada tiga klasifikasi sifat kemampuan menyerbuk sendiri yang terungkap yaitu tidak kompatibel menyerbuk sendiri, kompatibel menyerbuk sendiri sebagian dan kompatibel menyerbuk sendiri. Klon DR 1, Na 32, Na 33 termasuk jenis yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri, klon DR 38, TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KKM 22 bersifat kompatibel menyerbuk sendiri sebagian dan klon DR 2, DRC 16, DRC 15, KW 163 bersifat kompatibel menyerbuk sendiri. Klon-klon yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri dan kompatibel menyerbuk sendiri sebagian dapat dimanfaatkan sebagai induk betina dalam pembuatan benih hibrida.

Summary

Self compatibility cross in cocoa is a useful criterion in utilizing germplasm collection. Evaluation of self-compatibility crosses on cocoa clones has been carried out in Kaliwining Experimental Station of ICCRI by treating artificial self-pollination. The observed clones were TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KW 163, DR 1, DR 2, DRC 16, DRC 15, KKM 22, Na 32, Na 33 and DR 38. Self-compatibility crosses were identified by percentage of fruit set evaluated during 6 consecutive weeks after pollination. The results showed that the percentage of fruit set were significantly different among clones in the range of 0–46.34%. Three groups of compatibility of cocoa clones were identified i.e. first, self-incompatible clones of DR 1, Na 32, Na 33; second, partially self-

1) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. P.B. Sudirman 90, Jember 68118, Indonesia.

compatible clones of DR 38, TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KKM 22; and third, self-compatible clones of DR 2, DRC 16, DRC 15, KW 163. Clones which perform self-incompatible and partially self-compatible furthermore can be used as female parents in the production of hybrids.

Key words : self-compatibility, *Theobroma cacao*, clones.

PENDAHULUAN

Sifat kompatibilitas antarklon pada proses persarian (penyerbukan) pada tanaman kakao merupakan salah satu kriterium penentu arah pemanfaatan bahan tanam klonal. Suhendi *et al.* (2000) mengklasifikasikan beberapa klon kakao berdasarkan kemampuan penyerbukannya terdiri atas klon yang kompatibel menyerbuk silang secara umum (*general cross-compatible*) dan klon yang kompatibel menyerbuk silang secara khusus (*specific cross-compatible*). Berdasarkan kemampuannya dalam melakukan penyerbukan sendiri (*self-compatibility*) terdapat klon yang kompatibel menyerbuk sendiri (*self-compatible*) dan klon yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri (*self-incompatible*). Informasi mengenai kemampuan menyerbuk sendiri ini diperlukan dalam proses pemilihan tetua untuk pembuatan benih hibrida. Klon-klon yang akan dipilih sebagai induk betina dalam pembuatan benih hibrida persilangan terbuka (*open pollination*) adalah yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri namun kompatibel menyerbuk silang dengan klon tetua pasangannya. Butler & Umaharan (2004) menyebutkan bahwa kakao jenis *Upper Amazon Forastero* umumnya bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri dan sebaliknya jenis-jenis *Lower Amazon*

Forastero, Criollo, dan Trinitario bersifat kompatibel menyerbuk sendiri.

Kompatibilitas penyerbukan pada tanaman kakao dikendalikan oleh faktor genetik. Sifat tersebut dikendalikan oleh serangkaian allel dalam lokus tunggal yang ekspresinya sebagian bersifat dominan dan sebagian bersifat independen. Ekspresi sifat kompatibilitas penyerbukan ini terlihat setelah terjadi proses penyatuan antara gamet jantan dan gamet betina di dalam kantung telur (Knight & Rogers, 1955; Cope, 1962) yang prosesnya melalui mekanisme biokimiawi (Baker & Hasenstein, 2000). Hasil kajian genetika menyebutkan bahwa inkompatibilitas penyerbukan terjadi akibat adanya perbedaan derajat dominansi antarallel. Genotipe-genotipe yang memiliki allel dengan tingkat dominansi sama tidak akan kompatibel melakukan penyerbukan, sedangkan genotipe-genotipe yang memiliki allel homositot untuk pengendali sifat inkompatibilitas penyerbukan akan bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri secara mutlak (Purseglove, 1969). Secara fenotipik, keragaan sifat kompatibilitas penyerbukan tersebut dapat diketahui berdasarkan pembuahan yang terbentuk dari hasil proses penyerbukan buatan.

Evaluasi sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri merupakan salah satu bentuk kegiatan

pemanfaatan koleksi plasma nutfah kakao. Cope (1962) mengungkapkan bahwa pada genotipe yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri terdapat variasi proporsi sel telur yang tidak terbuahi pada kisaran 25%, 50% dan 100%. Variasi ini menunjukkan adanya keragaman keragaan inkompatibilitas menyerbuk sendiri pada tanaman kakao. Tulisan ini menyampaikan hasil evaluasi sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri beberapa klon koleksi plasma nutfah kakao. Sasaran penelitian adalah mengetahui potensi keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri beberapa klon yang terkoleksi sebagai dasar dalam penentuan strategi pemanfaatan bahan tanam klonal dan strategi pemuliaan kakao.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Kaliwining, Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Percobaan disusun dalam rancangan acak lengkap dengan ulangan tidak sama antara 3–7 tanaman. Perbedaan jumlah ulangan akibat perbedaan ketersediaan jumlah tanaman yang berbunga. Sebagai perlakuan adalah macam klon, sebanyak 15 klon terdiri atas TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KW 163, DR 1, DR 2, DRC 16, DRC 15, KKM 22, NA 32, NA 33 dan DR 38. Jumlah bunga yang disilangkan pada setiap individu tanaman sebanyak 50 kuntum.

Bunga untuk persilangan dipilih yang belum mekar. Bunga tersebut dikerodong untuk menghindari kontaminasi serbuk sari yang tidak dikehendaki. Pengerodongan menggunakan tabung plastik yang salah satu

ujungnya terbuka agar dapat dilekatkan pada batang tanaman dan sisi ujung lainnya ditutup dengan kain kassa sehingga masih memungkinkan adanya aliran udara masuk ke dalam tabung. Celah yang terbentuk antara kerodong dan permukaan batang ditutup dengan parafin. Serbuk sari untuk penyerbukan berasal dari bunga pada tanaman yang sama. Persilangan dilakukan pada saat bunga telah mekar sempurna, pada pagi hari sekitar pkl. 07.00 s.d. 08.00, yaitu saat putik reseptif terhadap polen. Proses penyerbukan dilakukan secara manual dengan bantuan pinset. Bunga sebagai sumber serbuk sari diambil dari bunga yang masih segar, hal ini ditunjukkan oleh benang sari yang berwarna kuning cerah, yang diambil dari bunga lain pada pohon yang sama kemudian dioleskan pada kepala putik beberapa kali. Pada saat melaksanakan persilangan, kerodong penutup bunga dibuka dan setelah persilangan selesai, kerodong ditutupkan kembali selama 2 hari. Pengamatan keberhasilan persilangan dilakukan berdasarkan persentase pentil (buah muda) hasil persilangan yang terbentuk, yang dilakukan secara periodik dengan interval 1 minggu selama 6 minggu setelah penyerbukan. Interpretasi kompatibilitas menyerbuk sendiri ditentukan berdasarkan persentase buah yang terbentuk. Data pengamatan dilakukan analisis ragam yang terlebih dahulu ditransformasi dengan ArcSin agar distribusinya normal. Perbedaan nilai tengah antarklon dipisahkan menggunakan uji jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Range Test*) dengan aras kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan ada perbedaan secara nyata keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri antarklon yang diuji (Tabel 1). Nilai proporsi kuadrat tengah pengaruh klon terhadap galat semakin besar dengan semakin lama waktu pengamatan setelah penyerbukan. Hal ini terjadi karena semakin lama waktu setelah penyerbukan variasi persentase buah yang terbentuk antarklon semakin besar karena semakin banyak buah yang gugur akibat gagal berkembang. Pada Tabel 2 terlihat keragaan persentase buah jadi hasil penyerbukan sendiri berbeda secara nyata antarklon pada pengamatan minggu pertama hingga minggu ke enam setelah penyerbukan. Hingga pengamatan minggu ke enam setelah penyerbukan tampak tidak terjadi perubahan persentase buah hasil penyerbukan sendiri. Klon-klon yang mampu menghasilkan buah setelah proses penyerbukan sendiri dapat dikategorikan sebagai klon yang kompatibel menyerbuk sendiri. Klon-klon yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri dikenali dengan tidak terbentuknya buah, seminggu setelah proses penyerbukan sendiri.

Berdasarkan data pada Tabel 3 keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri pada klon-klon kakao yang diuji dapat diklasifikasikan atas tiga kelompok. Pengelompokan berdasarkan dinamika persentase buah jadi yang terjadi selama enam minggu. Kelompok pertama adalah klon-klon yang pada pengamatan minggu pertama setelah penyerbukan tidak mampu membentuk pentil, seperti DR 1, Na 32 dan Na 33, diklasifikasikan sebagai klon yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri (*self-incompatible*). Kelompok kedua adalah klon DR 38, TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165 dan KKM 22 yang diklasifikasikan kompatibel menyerbuk sendiri secara sebagian (*partially self-compatible*) karena hingga minggu ke dua setelah penyerbukan masih dijumpai ada pentil yang terbentuk, tetapi kemudian layu dan mati. Kelompok ketiga adalah klon DR 2, DRC 16, DRC 15 dan KW 163 yang diklasifikasikan sebagai klon yang kompatibel menyerbuk sendiri (*self compatible*), yaitu jika hingga minggu ke enam setelah penyerbukan terbentuk buah hasil penyerbukan sendiri dan mampu berkembang normal.

Tabel 1. Kuadrat tengah persentase buah jadi hasil penyerbukan sendiri beberapa klon kakao hingga pengamatan minggu ke-6 setelah penyerbukan

Tabel 1. Mean square of the percentage fruit set by self pollination on cocoa clones observed up to 6th week after pollination

Sumber keragaman <i>Source of variation</i>	Derajat bebas <i>Degree of freedom</i>	Waktu setelah penyerbukan, minggu <i>Time after pollination, week</i>					
		1	2	3	4	5	6
Klon (<i>Clone</i>)	14	1551.87 *	1993.49 *	1764.63 *	1644.68 *	1538.81 *	1520.57 *
Galat (<i>Error</i>)	62	191.04	126.78	88.668	92.98	81.60	78.54

Keterangan (*Note*) : *) Nyata pada aras 5% uji Fisher (*Significantly different at 5% level of Fisher test*).

Tabel 2. Persentase buah jadi hasil penyerbukan sendiri melalui persilangan buatan pada beberapa klon kakao

Table 2. Percentage of the fruit set by artificially self-pollination on several cocoa clones

Klon (Clones)	Persentase buah jadi pada minggu setelah penyerbukan Percentage of fruit set, weeks after pollination					
	1	2	3	4	5	6
DR 1	0 f *	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
DR 2	49.69 bc	44.37 bc	44.37 b	44.37 b	38.88 b	35.65 b
DR 38	49.73 bc	49.73 ab	0 c	0 c	0 c	0 c
DRC 16	61.07 a	50.81 a	50.81 a	43.42 a	39.98 a	39.98 a
DRC 15	62.66 a	54.92 a	45.8 a	42.75 a	40.96 a	40 a
TSH 858	35.45 d	14.75 c	0 c	0 c	0 c	0 c
ICS 60	45.36 c	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
ICS 13	35.26 d	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
UIT 1	22.07 de	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
KW 162	14.52 e	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
KW 163	52.72 b	46.34 b	46.34 a	46.34 a	46.34 a	46.34 a
KW 165	34.77 d	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
KKM 22	17.38 de	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
Na 32	0 f	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c
Na 33	0 f	0 d	0 c	0 c	0 c	0 c

Keterangan (Note) : *) Angka pada kolom yang diikuti dengan huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan aras nyata 5% (Number in the column with same letter not significantly different by Duncan Multiple Range Test at 5% level).

Adanya perbedaan keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri tersebut menunjukkan adanya perbedaan genotipe sifat menyerbuk sendiri antarklon yang diuji. Klon-klon yang diklasifikasikan tidak kompatibel menyerbuk sendiri diduga genotipenya tersusun atas allel homosigot, sedangkan klon-klon yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri sebagian diduga genotipenya tersusun atas allel heterosigot untuk gen pengendali sifat inkompatibilitas penyerbukan. Mekanisme pengaturan sifat inkompatibilitas penyerbukan kakao ini dilaporkan oleh Bartley & Cope (1972); Purseglove (1969) dan Bartley (2005).

Disebutkan bahwa sifat kompatibilitas penyerbukan kakao dikendalikan oleh serangkaian allel dalam lokus tunggal dan masing-masing allel memiliki derajat dominansi yang berbeda. Allel pengendali sifat kompatibilitas penyerbukan dinotasikan dengan S_0 , sedangkan allel pengatur sifat inkompatibilitas penyerbukan ditunjukkan dengan notasi $S_1 > S_2 = S_3 > S_4 > S_5$, dimana " $>$ " menunjukkan derajat dominansi dan " $=$ " menunjukkan independensi. Tanaman yang memiliki allel dominan homosigot, misalnya $S_{1,1}$, atau $S_{4,4}$, akan bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri (*selfing*) secara mutlak. Perbedaan derajat kompa-

tibilitas penyerbukan terjadi pada genotipe yang heterosigot. Penyerbukan sendiri pada tanaman bergenotipe $S_{2,3}$, alel S_2 dan S_3 saling independen, maka akan menghasilkan proporsi gamet yang terbuahi sebesar 50% sebab penyatuan antara gamet jantan dan betina hanya terjadi antara alel S_2 dan S_3 , tidak antar alel S_2 maupun S_3 . Di lain pihak apabila tanaman bergenotipe S_1S_2 dilakukan penyerbukan sendiri maka akan terjadi 25% gamet gagal terbuahi sebab aksi alel S_2 yang resesif terhadap S_1 tidak menimbulkan efek dominansi sehingga dapat terjadi penyatuan antargamet yang mengandung alel S_2 .

Proses pembuahan tanaman kakao terjadi 7–8 jam (Purseglove, 1968), 12–20 jam (Baker & Hasenstein, 2000) setelah penyerbukan. Bunga-bunga yang tidak terserbuki akan gugur dalam jangka waktu 24 jam sejak bunga mekar. Bunga-bunga yang gugur atau tidak membentuk buah tersebut terjadi akibat gagalnya proses penyerbukan dan pembuahan. Pada klon-klon yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri, kegagalan dalam pembentukan buah terjadi akibat gagalnya proses pembuahan. Bartley (2005) menye-

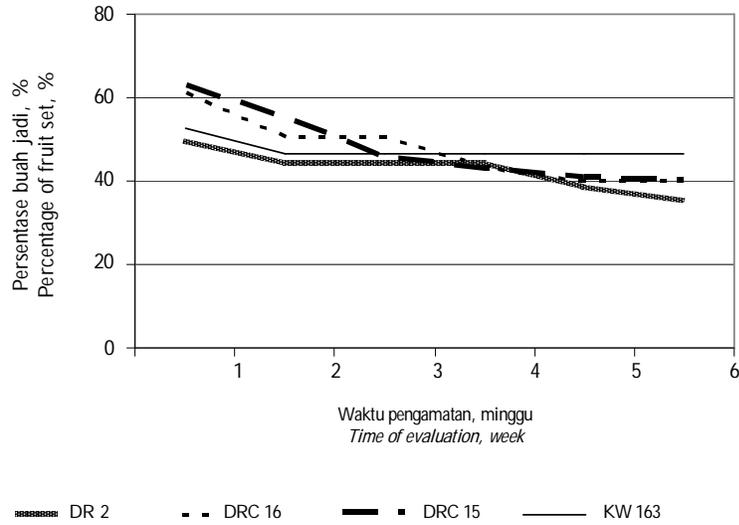
butkan bahwa meskipun terjadi penyerbukan namun apabila proporsi gamet yang tidak terbuahi cukup tinggi maka bunga akan gugur. Baker & Hasenstein (2000) mengidentifikasi tingkat keguguran bunga lebih tinggi pada tanaman yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri, 32 jam setelah penyerbukan. Klon-klon yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri diduga mengalami kegagalan dalam penyatuan gamet jantan dan gamet betina, ataupun proporsi gamet yang terbuahi tidak memungkinkan untuk mendukung perkembangan buah hingga masak sehingga pentil gugur pada masa awal perkembangan buah.

Pada Gambar 1 dan 2 terlihat secara jelas perbedaan dinamika persentase buah hasil penyerbukan sendiri antara macam klon yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri dan yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri sebagian (parsial). Tampak bahwa dinamika persentase buah hasil penyerbukan sendiri selama periode pengamatan relatif stabil pada jenis klon yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri (Gambar 1), sedangkan pada jenis klon yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri secara parsial

Tabel 3. Klasifikasi sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri beberapa klon kakao

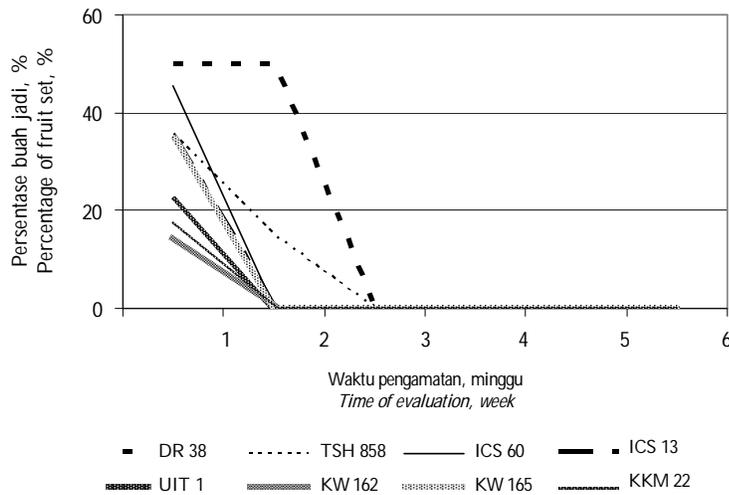
Table 3. Classification of the self-compatibility crosses on the observed-cocoa clones

Klasifikasi (<i>Classification</i>)	Klon (<i>Clones</i>)
Kompatibel menyerbuk sendiri <i>Self-compatible</i>	DR 2, DRC 16, DRC 15, KW 163
Kompatibel menyerbuk sendiri secara sebagian <i>Partially self-compatible</i>	DR 38, TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165, KKM 22
Tidak kompatibel menyerbuk sendiri <i>Self-incompatible</i>	DR 1, Na 32, Na 33



Gambar 1. Dinamika persentase buah jadi hasil penyerbukan sendiri pada klon yang kompatibel menyerbuk sendiri selama 6 minggu setelah penyerbukan.

Figure 1. The dynamic of percentage fruit set by self crosses of the self compatible clones during 6 weeks after pollination.



Gambar 2. Dinamika persentase buah jadi hasil penyerbukan sendiri pada klon yang kompatibel menyerbuk sendiri sebagian selama 6 minggu setelah penyerbukan.

Figure 2. The dynamic of percentage fruit set by self crosses of the partially self compatible clones during 6 weeks after pollination.

terjadi penurunan secara drastis persentase buah jadi pada minggu ke dua dan ke tiga setelah penyerbukan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa pada klon yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri sebagian telah terjadi proses pembuahan, namun diduga karena proporsi sel telur yang terbuahi tidak mendukung proses perkembangan bunga maka pentil yang terbentuk gagal berkembang. Secara faktual di lapangan klon-klon yang termasuk kompatibel menyerbuk sendiri sebagian ini, seperti TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1 dan KW 162 memiliki tingkat pembuahan yang tinggi dan belum diketahui secara pasti apakah pembuahan tersebut terjadi akibat proses penyerbukan sendiri atau penyerbukan silang.

Proses pembuahan kakao dilaporkan terjadi melalui mekanisme biokimiawi (Baker & Hasenstein, 2000). Diidentifikasi ada 3 jenis hormon tumbuh yang berperan dalam pengaturan mekanisme kompatibilitas penyerbukan kakao, yaitu etilen (*ethylene*), asam indol asetat (IAA, *indole-3-acetic acid*) dan asam absisat (ABA, *abscisic acid*). Dilaporkan bahwa sebelum terjadi penyatuan gamet pada tanaman yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri terjadi peningkatan konsentrasi asam absisat dan etilen, dan peningkatan asam indol asetat dijumpai pada tanaman yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri. Kondisi hormonal tanaman ini tampak juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh sehingga berpengaruh terhadap keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri. Informasi pada database plasma nutfah kakao (ICGD, 2003) menyebutkan bahwa keragaan sifat menyerbuk sendiri klon Na 32 dan Na 33 bervariasi antara kompatibel menyerbuk

sendiri, tidak kompatibel menyerbuk sendiri, dan kompatibel menyerbuk sendiri parsial pada kondisi lokasi tumbuh yang berbeda. Meskipun demikian beberapa klon lainnya seperti DR 1, DR 2, DR 38 keragaan sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri diinformasikan tetap sama pada lokasi tumbuh yang berbeda.

Memahami mekanisme kompatibilitas penyerbukan pada tanaman kakao tampaknya harus memperhatikan aspek genetik dan lingkungan. Secara genetik, potensi kemampuan menyerbuk sendiri tanaman kakao dibedakan atas kompatibel menyerbuk sendiri, kompatibel menyerbuk sendiri sebagian dan tidak kompatibel menyerbuk sendiri. Dalam penelitian potensi genetik kompatibilitas menyerbuk sendiri tersebut tereksresi pada klon-klon yang dievaluasi. Namun demikian ekspresi sifat kompatibilitas menyerbuk sendiri tersebut diduga juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan tumbuh yang belum dapat dijelaskan melalui hasil penelitian ini.

KESIMPULAN

1. Terdapat perbedaan nyata persentase buah hasil penyerbukan sendiri antarklon kakao yang diuji pada kisaran 0–46,34%. Berdasarkan variasi persentase buah yang terbentuk antarperiode pengamatan teridentifikasi ada 3 variasi keragaan kemampuan menyerbuk sendiri, yaitu tidak kompatibel menyerbuk sendiri (*self-incompatible*), kompatibel menyerbuk sendiri sebagian (*partially self-compatible*) dan kompatibel menyerbuk sendiri (*self-compatible*). Dalam hal ini klon DR 1, Na 32 dan Na 33 termasuk jenis

yang tidak kompatibel menyerbuk sendiri, klon DR 38, TSH 858, ICS 60, ICS 13, UIT 1, KW 162, KW 165 dan KKM 22 termasuk yang bersifat kompatibel menyerbuk sendiri sebagian dan klon DR 2, DRC 16, DRC 15 dan KW 163 bersifat kompatibel menyerbuk sendiri.

2. Klon-klon yang bersifat tidak kompatibel menyerbuk sendiri dan kompatibel menyerbuk sendiri sebagian tersebut selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai induk betina dalam pembuatan benih hibrida.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker, R.P. & K.H. Hasenstein (2000). Hormonal changes after compatible and incompatible pollination in *Theobroma*. www.ucs.louisiana.edu/~khh6430/tesi.html.
- Bartley, B.G.D. (2005). *The Genetic Diversity of Cocoa and Its Utilization*. CABI Publishing, Cambridge.
- Butler, D.R. & P. Umaharan (2004). Working with cocoa germplasm. p. 54–64 In: J. Flood and R. Murphy (eds.), *Cocoa Futures: A Source Book of Some Important Issues Confronting the Cocoa Industry*.
- Cope, F.W. (1962). The mechanism of pollen incompatibility in *T. cacao*. *Heredity* 17, 157–182.
- International Cocoa Germplasm Database (2003). *Cocoa Database*. The University of Reading, London, UK.
- Knight, R. & H.H. Rogers (1955). Incompatibility in *Theobroma cacao* L. *Heredity*, 9, 69–77.
- Lanaud, C.; O. Sounigo; Y.K. Amefia; D. Paulin, ph. Lachenaud & D. Clement (1987). New data on the mechanisms of incompatibility in cocoa and its consequences on breeding. *Café Cacao Thé*, 31, 278–282.
- Purseglove, J.W. (1969). *Tropical Crops Dicotyledons 2*. Longman, London.
- Suhendi, D.; A.W. Susilo & S. Mawardi (2000). Kompatibilitas persilangan beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.). *Pelita Perkebunan*, 16, 85–91.
