

## Pengujian sifat kemampuan menyerbuk silang lima klon kakao (*Theobroma cacao*)

### Examination of cross pollination compatibility on five clones cacao (*Theobroma cacao*)

TIKA RAHMA YUNITA<sup>✉</sup>, TARYONO, SUYADI MW

Program Studi Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Sleman 55281, Yogyakarta, Tel. +62-274-544716, Fax. +62-274-589797, ✉email: glasses.code@gmail.com

Manuskrip diterima: 20 Februari 2015. Revisi disetujui: 24 Mei 2015.

**Abstrak.** Yunita TR, Taryono, Suyadi MW. 2015. Pengujian sifat kemampuan menyerbuk silang lima klon kakao (*Theobroma cacao*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1182-1185*. Sebagian besar kakao yang dibudidayakan bersifat menyerbuk silang, karena adanya sifat *self-incompatible* (ketidak kemampuan menyerbuk sendiri) dan kemungkinan juga kemampuan menyerbuk terhadap klon yang lain. Kekurangan ini diduga menjadi penyebab rendahnya jumlah buah yang berhasil selamat hingga dapat dipanen serta beragamnya jumlah biji per buah. Kesesuaian ibu (induk betina)-bapak (induk jantan) dan tampaknya menjadi bagian yang penting dalam budidaya tanaman pohon penyerbuk silang, oleh karena itu dalam penelitian ini dicoba tingkat kesesuaian ibu-bapak dalam program persilangan koleksi klon kakao yang dimiliki oleh kebun produksi Unit Produksi Samigaluh PT. Pagilaran, di Pagerharjo, Samigaluh, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta, yaitu klon KKM4, RB, RCC70, RCC72 dan RCC73. Uji kesesuaian dilaksanakan dengan melakukan persilangan diallel penuh menggunakan 5 klon koleksi. Uji kesesuaian dilaksanakan dengan membandingkan tingkat keberhasilan persilangan 5 klon yang dikaji serta jumlah biji dari masing-masing buah hasil persilangan. Dengan menggunakan persentase keberhasilan persilangan, kelima klon tidak memiliki kemampuan menyerbuk sendiri atau bersifat *self-incompatible*. Klon RB, RCC70, dan RCC73 menjadi ibu yang baik apabila disilangkan menggunakan donor serbuk sari KKM4. Klon RB dapat menjadi donor serbuk sari klon KKM4, RCC70, dan RCC73. Serbuk sari klon RCC70 mampu digunakan sebagai donor jantan klon KKM4, RB, dan RCC73, sedangkan serbuk sari klon RCC72 dapat membuahi klon KKM4, RB, RCC70, dan RCC73. Serbuk sari klon RCC73 menghasilkan buah apabila digunakan sebagai donor jantan untuk semua klon yang diuji. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa dalam pengembangan kebun komersial kakao secara poliklonal, pemilihan klon penyusun kebun poliklonal tersebut merupakan tahapan sangat penting agar dihasilkan buah yang banyak dengan jumlah biji/buah dan berat biji yang memenuhi syarat mutu.

**Kata kunci:** Cross-pollination, diallel, *self-incompatible*, *Theobroma cacao*

**Abstract.** Yunita TR, Taryono, Suyadi MW. 2015. *Examination of cross-pollination compatibility on five clones cacao* (*Theobroma cacao*). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 1: 1182-1185*. Most of the cacao are cross-pollinated due to self-incompatibility and possibly also the ability to pollinate against another clone. This deficiency is seemed to be the cause of the low number of fruit set, harvested pod and seed number per pod. Selection of paternal and maternal parent are important for cultivating cross-pollinated plant. The aim of this research was to examine the compatibility of five cross-pollinated clones cocoa at Production Units Samigaluh PT. Pagilaran Pagerharjo, Samigaluh, District of Kulon Progo, Yogyakarta. They were KKM4, RB, RCC70, RCC72, and RCC73. This research used full diallel mating design by comparing the percentage of fruit set and number of seed from all mating combination. All of the clones are self-incompatibility and they are some compatibility on cross pollination. RB, RCC70, and RCC7 are capable of doing cross-pollination with KKM4 as paternal parent. RB as paternal parent is cross compatible to KKM4, RCC70, and RCC73. Maternal parent from KKM4, RCC70, and RCC73 are cross compatible with RCC70. KKM4, RB, RCC70, and RCC73 are cross compatible with donor pollen from RCC72, and donor pollen from RCC73 is compatible for doing cross-pollination with KKM4, RB, RCC70, and RCC72. From this study, it can be concluded that the development of commercial polyclonal cocoa plantation, the election of constituent clones in the polyclonal garden are essential steps to produce fruit that the number of seeds/fruit and seed weight meets the quality requirements.

**Keywords:** Cross-pollination, diallel, self-incompatibility, *Theobroma cacao*

### PENDAHULUAN

Tanaman kakao sebagian besar merupakan tanaman menyerbuk silang dan inkompatibel melakukan penyerbukan sendiri (Sari dan Susilo 2011), ini disebabkan adanya sifat *Self-incompatibility* (SI). SI merupakan suatu peristiwa dimana polen dan pistil normal gagal melakukan pembuahan pada persilangan sendiri (Chahal dan Gosal

2002). SI dapat digolongkan kedalam GSI (*Gametophytic self-incompatibility*) dan SSI (*Sporophytic self-incompatibility*) (Haring et al. 1990). Penolakan polen pada GSI ditentukan oleh genotip dari genom haploid polen, sedangkan SSI ditentukan oleh genom diploid tetua (Takayama dan Isogai 2005). Manfaat SI pada tanaman kakao adalah menolak terjadinya *inbreed* dan dapat digunakan untuk membentuk benih hibrida.

Knight dan Rogers (1953, 1955) menyimpulkan dari hasil persilangan buatan yang dilakukan mereka bahwa *T. cacao* termasuk kedalam kelompok SSI, tetua jantan dan betina berperan dalam penentuan *compatibility* atau *incompatibility* pada penyerbukan silang (*cross pollination*). Perubahan level hormon pada bunga kakao yang memiliki sifat *compatible* dan *incompatible* adalah sebagai berikut: pada bunga *incompatible* terjadi peningkatan hormon ABA (*abscisic acid*) dan Ethylene dengan IAA (*indole-3-acetic acid*) yang stabil, berbeda dengan bunga *compatible* yang menunjukkan penurunan ABA, dengan level Ethylene stabil, dan IAA yang meningkat (Baker dan Hasenstein 1997). Pengujian kemampuan menyerbuk silang pada klon-klon kakao pengisi suatu populasi perkebunan atau kebun hibrida, perlu dilakukan untuk memaksimalkan terbentuknya buah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat kemampuan menyerbuk sendiri atau menyerbuk silang lima klon kakao milik PT Pagilaran Unit Produksi Samigaluh, Yogyakarta.

## BAHAN DAN METODE

### Area kajian

Pengujian kemampuan menyerbuk silang dilakukan pada klon kakao koleksi kebun Pagilaran Unit Produksi Samigaluh, Yogyakarta. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Februari hingga Oktober 2014, menggunakan lima klon KKM4, RB, RCC70, RCC72, dan RCC73. Persilangan menggunakan metode persilangan dialel penuh (Table 1).

### Cara kerja

Penyerbukan buatan dilakukan pada 25 kuntum bunga pada masing-masing kombinasi persilangan. Persilangan buatan diawali dengan pemilihan calon bunga betina yang masih berupa kuntum dan belum mekar, yang diperkirakan akan mekar keesokan harinya. Bunga betina terpilih selanjutnya dikerodong menggunakan sedotan yang telah dimodifikasi, dengan salah satu ujungnya dipasang jaring, sehingga kecil kemungkinan serangga hinggap. Keesokan harinya calon bunga betina yang telah mekar sempurna, dan memiliki bentuk putik yang baik dicirikan dengan ujung putik tidak bercabang, diharapkan siap untuk penyerbukan buatan. Pemilihan calon bunga jantan dilakukan pada hari yang sama dengan mekarnya bunga betina, dengan memilih polen yang berwarna putih bukan kuning cerah. Sebelum penyerbukan buatan, dilakukan pemotongan bagian bunga lain, dan hanya menyisakan bakal buah dan putik saja untuk memastikan bahwa polen yang membuahi putik memang berasal dari polen penyerbukan buatan, langkah berikutnya anter dari bunga jantan diambil dan diusapkan ke permukaan ujung putik, dengan cara demikian diharapkan butir polen telah menempel pada ujung putik. Setelah persilangan dilakukan, pembungkusan bunga dengan kerodong dilakukan kembali, dan dibuka pada hari ke dua setelah persilangan dengan tujuan melindungi putik dari polen asing yang tidak diinginkan. Pada persilangan sendiri (*self pollination*) anter yang digunakan untuk penyerbukan berasal dari bunga yang sama dengan bunga betina. Persilangan buatan

dilakukan pada pagi hari jam 07:00 hingga jam 10:00 tergantung cuaca.

### Analisis data

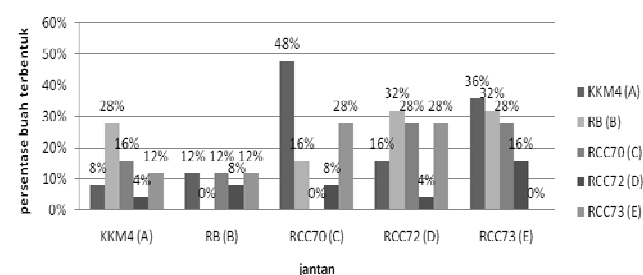
Pengamatan tentang keberhasilan persilangan dilakukan tiap harinya. Data yang dikumpulkan kemudian dibentuk kedalam persentase untuk melihat keberhasilan persilangan yang dilakukan. Perhitungan jumlah biji dan berat biji perbuah dilakukan pada buah yang dipanen, kemudian data tersebut dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf 5% menggunakan program R.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

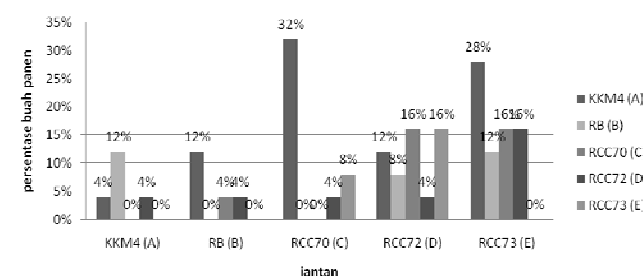
Bunga kakao mulai membuka pada sore hari dan mekar sempurna pada pagi hari keesokan harinya, bersamaan dengan masaknya polen dan waktu penyerbukan. Bunga mekar yang tidak diserbuki selama 24-36 jam akan layu. Persentase terbentuknya buah dari jumlah bunga yang diproduksi dalam satu pohon adalah 0.5-5% (de Almeida dan Valle 2007). Layunya buah muda (*cherelle wilt*) dapat terjadi pada buah muda yang berumur 12 mingguan, yang ditandai dengan perubahan warna menjadi gelap dan kering tetapi masih bertahan pada pohon (Groeneveld et al. 2010).

Table 1. Persilangan dialel lima klon kakao

Betina (♀)	Jantan (♂)				
	KKM4 (A)	RB (B)	RCC70 (C)	RCC72 (D)	RCC73 (E)
KKM4 (A)	AA	AB	AC	AD	AE
RB (B)	BA	BB	BC	BD	BE
RCC70 (C)	CA	CB	CC	CD	CE
RCC72 (D)	DA	DB	DC	DD	DE
RCC73 (E)	EA	EB	EC	ED	EE



Gambar 1. Persentase keberhasilan membentuk buah 10 hari setelah penyerbukan



Gambar 2. Persentase buah hingga panen

Kakao klon RCC70, RCC72, dan RCC73 merupakan klon kakao lindak dengan warna biji ungu (Rubiyo dan Siswanto 2012). Knight dan Rogers (1955) menyatakan bahwa bila bunga tidak layu hingga hari ke-sepuluh setelah penyerbukan, maka bunga tersebut telah berhasil diserbuki (telah terbuahi), sedangkan bunga yang memiliki sifat *incompatibility* akan melayukan bunga hasil persilangan 4-5 hari setelah persilangan. Persentase keberhasilan persilangan menunjukkan bahwa lima klon kakao yang diuji memiliki sifat *self-incompatible*. Klon KKM4 dan RCC72 menghasilkan buah hasil penyerbukan sendiri dengan persentase membentuk buah secara berurutan adalah 8%, dan 4% (Gambar 1).

Klon KKM4 dapat berperan baik sebagai induk jantan pada klon RB, RCC70, dan RCC73 pada hari ke-10 setelah penyerbukan, dengan persentase keberhasilan secara berurutan adalah 28%, 16%, dan 12%. Klon RB yang berperan sebagai sumber polen yang mapu menyerbuki KKM4, RCC70, dan RCC73 dengan masing-masing persentase keberhasilan adalah 12%. Klon-klon KKM4, RB, dan RCC73 memiliki kesesuaian dengan polen yang berasal dari klon RCC70, dengan persentase keberhasilan berurutan adalah 48%, 16%, dan 28%. Klon RCC72 dan RCC73 dapat menyerbuki empat klon yang lain bila digunakan sebagai tetua jantan, tetapi tidak mampu melakukan penyerbukan sendiri. Persentase keberhasilan persilangan klon RCC72 menyerbuki beberapa klon adalah sebagai berikut KKM4 (16%), RB (32%), RCC70 (28%), dan RCC73 (28%), sedangkan klon RCC73 mampu menyerbuki dengan persentase keberhasilan KKM4 (36%), RB (32%), RCC70 (28%), dan RCC72 (16%). Klon-klon yang tidak mampu melakukan penyerbukan sendiri ataupun penyerbukan silang, dicurigai memiliki alel S yang sama. Cope (1962) menggambarkan bahwa pengatur SSI pada kakao dikendalikan oleh suatu lokus tunggal dengan multiple alleles yang memiliki hubungan dominan dan independence ( $S_1 > S_2 = S_3 > S_4 > S_5$ ). System *sporophytic* SI, penentu terjadinya *incompatibility* terdapat pada jaringan diploid yang diproduksi oleh alat kelamin betina, pembuahan tidak akan terjadi bila alel yang terdapat pada polen juga terdapat pada pistil (Haring et al. 1990).

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan persilangan selain *self-incompatibility* adalah intensitas polinasi (jumlah butir polen yang diinfestasikan), dan cuaca saat penyerbukan. Rasio pollen : biji meningkat dari 1.6:1 menjadi 3.8:1 pada peningkatan intensitas penyerbukan dari 30 menjadi 238 butir polen. Intensitas penyerbukan dalam hal jumlah butir polen yang berperan dalam penyerbukan memiliki korelasi yang positif dengan keberhasilan dalam membentuk buah (Falque et al. 1995). Posisi staminode dalam bunga kakao dilaporkan berperan dalam keberhasilan pembentukan buah. Terdapat 3 macam posisi staminode dalam satu pohon kakao dengan proporsi sebagai berikut: *converging* (56.0%), *parallel* (37.5%), dan *splay* (6.5%). Bunga yang memiliki staminode *splay* membentuk buah dengan porsi yang paling sedikit dibandingkan dengan bentuk staminode lainnya (Frimpong-Anin et al. 2014). Cuaca pada saat persilangan dapat mempengaruhi keberhasilan penyerbukan, musim hujan memiliki rasio yang stabil 95% setelah 5 hari, dan

akan menurun hingga 0% pada musim kering (Frimpong-Anin et al. 2014).

Hubungan antara pemupukan, naungan, cekaman kekeringan, intensitas polinasi dan hasil pada kakao yang berada di daerah tropikal dapat dinyatakan sebagai: (i) intensitas pembungaan dan intensitas polinasi menentukan jumlah buah matang, dan (ii) perlakuan input agronomi tidak mempengaruhi intensitas penyerbukan. Kenaikan intensitas persilangan dari 10% ke 40% bunga dapat menaikkan berat kering kakao sebesar 350g per pohon. Nilai optimum untuk meningkatkan hasil adalah pada intensitas persilangan 40% bunga dan hasil ini dapat berbeda tergantung varietasnya. Persilangan buatan sebagian dapat meningkatkan jumlah buah yang terbentuk bila dibandingkan dengan jumlah buah yang dihasilkan oleh persilangan alami (bantuan serangga). Penyerbukan buatan pada seluruh bunga dalam satu pohon kakao tidak menyebabkan peningkatan hasil, karena adanya layu buah yang masih muda (Groeneveld et al. 2010).

Buah yang terbentuk dari persilangan buatan tidak semuanya dapat bertahan hingga panen. Pada penelitian ini terjadi penurunan jumlah buah hingga panen yang disebabkan oleh layunya buah muda (Gambar 2), dan serangan hama. Layunya buah muda dapat disebabkan oleh beberapa hal yaitu: (i) kompetisi nutrisi antar buah muda dalam satu pohon, dan (ii) jumlah ovule yang terbuahi. Falque et al. (1995) mengatakan semakin banyak ovule yang terbuahi, maka semakin besar kemungkinan pembentukan buah itu terjadi. Serangan hama saat pertumbuhan dan perkembangan buah dapat menurunkan jumlah buah yang dipanen, hama yang menyerang saat penelitian adalah Kutu Putih dan *Helopeltis*. Klon RCC70, RCC73, dan RB merupakan klon-klon yang sebagian besar buahnya terserang oleh *Helopeltis*, sedangkan klon RCC72 sebagian besar buahnya diserang oleh kutu putih.

Persilangan RCC72 X KKM4 menghasilkan jumlah biji 50 dan berbeda nyata dengan persilangan resiproknya yang memiliki jumlah biji 23,33, demikian juga pada persilangan RCC72 X RB memiliki jumlah buah 7 dan berbeda nyata dengan persilangan resiproknya yang memiliki jumlah biji 23 (Tabel 2). Peristiwa ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan penggunaan tetua betina dan tetua jantan pada biji yang dihasilkan atau disebut juga dengan pengaruh betina. Rerata berat biji perbuah pada masing-masing kombinasi persilangan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan. Berat biji pada kombinasi persilangan RCC72 X KKM4 memiliki jumlah biji yang terbesar, sejalan dengan jumlah biji terbanyak yang dimilikinya, demikian dengan jumlah biji yang sedikit menghasilkan berat biji perbuah yang kecil, dapat dilihat pada persilangan RCC72 X RB yang memiliki berat biji perbuah 16,83 g (Tabel 2). Persilangan KKM4 X RCC70 memiliki keberhasilan membentuk buah yang dipanen sebesar 32%, namun tidak diikuti oleh jumlah biji dan berat biji perbuah yang bernilai secara berurutan adalah 25.88 g dan 55.63 g, ini menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh keberhasilan persilangan dengan jumlah biji dan berat biji perbuah.

Lima klon kakao yang diuji memiliki sifat tidak mampu menyerbuki sendiri (SI), dan serbuk sari klon KKM4 mampu menyerbuki klon RB (28%), RCC70 (16%), dan

RCC73 (12%); Serbuk sari dari klon RB dapat menyerbuki KKM4 (12%), RCC70 (12%), dan RCC73 (12%). RCC70 dapat menyerbuki KKM4 (48%), RB (16%), dan RCC73 (28%); Klon RCC72 memiliki kemampuan menyerbuki klon KKM4 (16%), RB (32%), RCC70 (28%), dan RCC73 (28%), sedangkan Klon RCC73 menjadi donor serbuk sari yang baik pada klon KKM4 (36%), RB (32%), RCC70 (28%), dan RCC72 (16%).

**Table 2.** Jumlah biji dan berat biji perbuah

Persilangan	Jumlah biji per buah	Berat biji perbuah (g)
KKM4 X KKM4	16.00 cde	35.00 abc
KKM4 X RB	30.67 abcde	60.82 abc
KKM4 X RCC70	25.88 abcde	55.63 abc
KKM4 X RCC72	23.33 bcde	40.00 abc
KKM4 X RCC73	28.29 abcde	58.57 abc
RB X KKM4	28.33 abcde	33.33 abc
RB X RCC72	23.00 bcde	32.50 abc
RB X RCC73	21.67 bcde	43.33 abc
RCC70 X RB	25.00 abcde	50.00 abc
RCC70 X RCC72	34.00 abcd	60.50 abc
RCC70 X RCC73	38.25 abc	83.75 ab
RCC72 X KKM4	50.00 a	100.00 a
RCC72 X RB	7.00 e	16.83 bc
RCC72 X RCC70	41.00 abc	95.00 a
RCC72 X RCC72	11.00 de	15.00 c
RCC72 X RCC73	46.25 ab	74.88 abc
RCC73 X RCC70	29.00 abcde	47.50 abc
RCC73 X RCC72	32.00 abcde	46.25 abc

Keterangan: huruf sama yang mengikuti angka pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada para karyawan PT. Pagilaran Unit Produksi Samigaluh, Yogyakarta yang telah membantu selama penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baker RP, Hasenstein KH. 1997. Hormonal changes after compatible and incompatible pollination in *Theobroma cacao* L. Hort Science 32 (7): 1231-1234.
- Chahal GS, Gosal SS. 2002. Principle and procedures of plant breeding. Alpha Science International Ltd. Harrow, U.K.
- de Almeida AA, Valle RR. 2007. Ecophysiology of the cacao tree. Braz J Plant Physiol 19 (4): 425-448.
- Falque M, Vincent A, Vaissiere BE, Eskes AB. 1995. Effect of pollination intensity on fruit and seed set in cacao (*Theobroma cacao* L.). Sex Plant Reprod 8: 354-360.
- Frimpong-Anin K, Adjaloo MK, Kwapong PK, Oduro W. 2014. Structure and stability of cocoa flowers and their response to pollination. J Bot. DOI: 10.1155/2014/513623
- Groeneveld JH, Tschamtker T, Moser G, Clough Y. 2010. Experimental evidence for stronger cacao yield limitation by pollination than by plant resources. Persp Pl Ecol Evol Syst 12: 183-191.
- Haring V, Gray JE, McClure BA, Anderson MA, Clarke AE. 1990. Self-incompatibility: a self-recognition system in plants. Science Vol 250.
- Knight R, Rogers HH. 1953. Sterility in *Theobroma cacao* L. Nature 172: 164-164.
- Knight R, Rogers HH. 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao* L. Heredity 9: 69-77.
- Royaert S, Mora WP, Leal AMA, Cariaga K, Brown JS, Kuhn DN, Schnell RJ, Motamayor JC. 2011. Identification of marker-trait associations for self-compatibility in a segregating mapping population of *Theobroma cacao* L. Tree Genet Genom 7 (6): 1159-1168.
- Rubiyo, Siswanto. 2012. Peningkatan produksi dan pengembangan kakao (*Theobroma cacao* L.) di Indonesia. Buletin RISTR 3 (1): 33-48
- Sari IS, Susilo AW. 2011. Indikasi pengaruh xenia pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). Pelita Perkebunan 27 (3): 181-190.
- Takayama S, Isogai A. 2005. Self-incompatibility in plants. Ann Rev Plant Biol 56: 467-489.