

KOMPATIBILITAS LIMA KLON UNGGUL KAKAO SEBAGAI BATANG ATAS DENGAN BATANG BAWAH PROGENI *HALF-SIB* KLON SULAWESI 01

THE COMPATIBILITY OF FIVE SUPERIOR CACAO CLONES AS SCIONS WITH ROOTSTOCK OF HALF-SIB FAMILY OF SULAWESI 01 CLONE

* Dibyo Pranowo dan Edi Wardiana

Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

* diby.pranowo@yahoo.com

(Tanggal diterima: 30 November 2015, direvisi: 22 Desember 2015, disetujui terbit: 14 Maret 2016)

ABSTRAK

Perbanyak tanaman kakao melalui teknik sambung (*grafting*) paling banyak diterapkan oleh petani. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan penyambungan tanaman adalah tingkat kompatibilitas antara batang atas dengan batang bawah yang digunakan. Tujuan penelitian adalah mengevaluasi tingkat kompatibilitas lima klon unggul kakao, yaitu Sulawesi 01, Sulawesi 02, Sca 6, MCC 01, dan MCC 02, sebagai batang atas dengan progeni *half-sib* klon Sulawesi 01 sebagai batang bawah. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP), Pakuwon, Jawa Barat, pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt & Fergusson), mulai bulan April sampai September 2015. Rancangan yang digunakan adalah acak kelompok dengan lima perlakuan kombinasi penyambungan dan lima ulangan. Pengamatan dilakukan pada hari ke-14, 21, dan 28 setelah penyambungan terhadap persentase total hasil sambungan yang hidup, hasil sambungan yang telah dan belum bertunas, serta kecepatan munculnya tunas. Data dianalisis menggunakan analisis ragam, korelasi, dan regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase benih hasil sambungan yang bertahan hidup, persentase benih hasil sambungan yang bertunas, dan kecepatan munculnya tunas hingga hari ke-28 setelah penyambungan bervariasi antar klon batang atas. Berdasarkan ketiga parameter tersebut, klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 memiliki tingkat kompatibilitas lebih tinggi dibandingkan dengan MCC 01 dan MCC 02. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk perbanyak bibit menggunakan teknik sambung dalam mendukung program peremajaan dan atau rehabilitasi kakao.

Kata kunci: Kakao, penyambungan, kompatibilitas

ABSTRACT

Grafting is the most common cocoa propagation technique applied by farmers. One of the factors that determine the grafting success in cacao is the compatibility level between the scion and rootstock. The objectives of this research was to evaluate the grafting compatibility of half-sib family of Sulawesi 01 clone as rootstock with five superior cacao clones i.e. Sulawesi 01, Sulawesi 02, Sca 6, MCC 01, and MCC 02 as scions. The research was conducted at Pakuwon Experimental Station, West Java, at the altitude of 450 m above sea level with Latosol type of soil and B type of climate (Schmidt & Fergusson), from April to September 2015. This research used the randomized completely block design with five treatments of grafting combinations and five replications. Observation was taken at 14th, 21st, and 28th days after grafting on the total percentage of surviving graftings, percentage of sprouting grafting, percentage of grafting that have not sprouted, and bud sprouting rates. Data were analyzed by variance, correlation, and regression analysis. The results showed that the surviving grafting, the sprouting grafting and the rate of sprouting up to the 28th days after grafting varied among the scions. Based on the parameters observed, Sulawesi 01, Sulawesi 2, and Sca 6 demonstrated higher compatibility rate compared to MCC 01 and MCC 02. The results is applicable in seedling provision through grafting techniques in order to support cacao rejuvenation and or rehabilitation.

Keywords: Cacao, grafting, compatibility

PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan tanaman yang umumnya diperbanyak secara vegetatif (klonal) melalui teknik penyambungan (*grafting*) batang atas atau entres (*scion*) dan batang bawah (*rootstock*). Dasar pertimbangan pemilihan teknik penyambungan adalah cukup mudah dalam pelaksanaannya, serta penampilan sifat pada tanaman hasil penyambungannya relatif sama dengan induknya sehingga dapat mempertahankan sifat-sifat baik yang diinginkan. Oleh karena itu, teknik penyambungan menggunakan batang atas dari klon unggul yang telah direkomendasikan untuk program rehabilitasi dan atau peremajaan kakao tua dan rusak (tidak produktif) akan berdampak positif bagi upaya peningkatan produktivitas kakao nasional.

Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyambungan tanaman adalah tingkat kompatibilitas antara batang atas dengan batang bawah, tipe/jenis penyambungan, kondisi lingkungan pada saat dan atau setelah penyambungan, aktivitas pertumbuhan batang bawah, polaritas, adanya kontaminan patogen, aplikasi zat pengatur tumbuh, proses perkembangan tunas setelah penyambungan, dan keterampilan para pelaksana (Hartmann, Kester, Davies, & Geneve, 2010). Tingkat keberhasilan penyambungan antara batang atas dengan batang bawah yang diperoleh dari tanaman dengan spesies sama (*homograft*) lebih tinggi dibandingkan dengan antar spesies yang berbeda (*heterograft*). Demikian juga sebaliknya, tingkat keberhasilan penyambungan akan semakin menurun apabila dilakukan antar genus dalam progeni yang sama, bahkan penyambungan antar progeni tidak akan berhasil (Andrews & Marquez, 1993; Hartmann *et al.*, 2010; Darikova, Savva, Vaganov, Grachev, & Kuznetsova, 2011; Kumar, 2011; Goldschmidt, 2014; Gainza, Opazo, & Muñoz, 2015). Oleh sebab itu, menurut Toruan-Mathius *et al.*, (2007) dan Prawoto (2008) *cited in* Anita-Sari & Susilo (2012), informasi tentang kompatibilitas antara batang bawah dengan batang atas merupakan hal yang penting. Adanya interaksi antar keduanya akan menimbulkan keragaman respons.

Saat ini terdapat beberapa klon unggul kakao lindak yang dapat menjadi pilihan untuk dikembangkan, di antaranya adalah klon Sulawesi 01 (Kementerian Pertanian [Kementan], 2008a), Sulawesi 02 (Kementan, 2008b), Sca 6 (Kementan, 2009), MCC 01 (Kementan, 2014a) dan MCC 02 (Kementan, 2014b). Klon Sulawesi 01 dan 02 serta Sca 6 adalah klon generasi ketiga yang merupakan hasil introduksi, dan saat ini telah banyak dikembangkan di Indonesia melalui program Gerakan Peningkatan Produktivitas dan Mutu Kakao Nasional (Gernas). Potensi daya hasil ketiga klon tersebut masing-masing adalah 1,8–2,5; 1,8–2,75; dan

1,54 ton/ha, serta tahan dan agak tahan terhadap penyakit *vascular streak dieback* (VSD) (Baon, 2011; Susilo, 2013). Klon MCC 01 dan MCC 02 adalah klon dengan produktivitas tinggi (3,672 dan 3,132 ton/ha), dan tahan terhadap hama penggerek buah (PBK), penyakit VSD dan busuk buah (Susilo, Anita-Sari, & Imran, 2014).

Klon Sulawesi 01 merupakan klon unggul yang telah dikembangkan secara luas dan telah beradaptasi dengan baik di daerah pengembangan kakao nasional. Klon Sulawesi 01 termasuk klon yang dinilai cukup efisien dalam memanfaatkan energi matahari (Regazzoni, Sugito, Suryanto, & Prawoto, 2015) sehingga diduga akan relatif tahan terhadap naungan. Hasil penelitian lainnya yang telah dilakukan Towaha & Wardiana (2015) menunjukkan bahwa klon Sulawesi 01 dinilai cukup toleran terhadap kondisi kekeringan. Oleh sebab itu, klon Sulawesi 01 dinilai cukup baik untuk dijadikan sebagai sumber batang bawah dalam proses penyambungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi tingkat kompatibilitas lima klon kakao unggul sebagai batang atas dengan progeni saudara tiri (*half-sib*) klon Sulawesi 01 sebagai batang bawah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan (KP) Pakuwon, Jawa Barat, pada ketinggian tempat 450 m dpl dengan jenis tanah Latosol dan tipe iklim B (Schmidt & Fergusson), mulai bulan April sampai September 2015.

Penyiapan Bahan Tanaman

Bahan tanaman untuk batang bawah, progeni *half-sib*, adalah hasil perbanyakan secara generatif (biji) klon Sulawesi 01, yang diperoleh dari Kebun Percobaan (KP) Pakuwon. Benih kakao disemai di dalam *polybag* berwarna hitam berukuran 20 cm × 25 cm, setelah berumur 4 bulan benih siap untuk dilakukan penyambungan. Batang atas (entres) yang digunakan adalah lima klon unggul kakao, yaitu Sulawesi 01, Sulawesi 02, MMC 01, dan MCC 02 yang diperoleh dari kebun entres milik Dinas Perkebunan Sulawesi Selatan, sedangkan klon Sca 6 diperoleh dari KP Pakuwon.

Penyambungan Benih

Pelaksanaan penyambungan dilakukan pukul 8.00 sampai 10.00 WIB selama 10 hari berturut-turut. Entres yang belum disambung disimpan dalam rumah kaca dengan suhu dan kelembapan yang terkendali, serta dilakukan penyiraman setiap hari agar kondisinya selalu segar. Benih hasil penyambungan kemudian

dikelompokkan ke dalam lima kelompok berdasarkan waktu pelaksanaan penyambungan (setiap dua hari). Kelima kelompok tersebut selanjutnya dijadikan sebagai blok ulangan. Jumlah benih untuk setiap unit percobaan terdiri dari 60 benih sehingga keseluruhan berjumlah 5 klon \times 5 kelompok \times 60 benih = 1.500 benih hasil sambungan.

Pengamatan dilakukan pada umur 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan terhadap total benih yang hidup, benih yang telah dan belum bertunas, serta kecepatan munculnya tunas. Kecepatan munculnya tunas (%/hari) merupakan nilai rata-rata perbandingan antara persentase benih yang telah bertunas dengan hari pengamatan. Kriteria yang digunakan untuk menentukan benih hasil sambungan yang hidup adalah terbentuknya "titik-sambungan antara batang atas dengan batang bawah (*graft union*) yang normal dan sehat, serta hasil sambungan masih memperlihatkan warna hijau dan segar (tidak layu)".

Analisis Data

Data dianalisis dengan Anova dan dilanjutkan dengan uji beda nilai rata-rata menggunakan metode Tukey pada taraf 5%. Di samping itu, dilakukan juga

analisis korelasi antara total benih hidup dengan yang telah bertunas dan kecepatan munculnya tunas, serta analisis regresi antara umur setelah penyambungan dengan persentase total benih yang hidup untuk melihat tingkat kestabilan hasil sambungan. Seluruh analisis data ini dilakukan melalui bantuan perangkat lunak statistik Minitab versi 16.0 dan IBM SPSS versi 21.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Keberhasilan Penyambungan

Perbedaan klon batang atas berpengaruh nyata terhadap persentase total benih yang hidup, benih yang telah bertunas, dan kecepatan munculnya tunas sejak umur 14 hari setelah penyambungan (HSP), sedangkan terhadap persentase benih hidup tetapi belum bertunas baru terlihat sejak umur 21 HSP. Pada 28 HSP, perlakuan batang atas klon Sulawesi 01, Sulawesi 02 dan Sca 6 tidak menunjukkan perbedaan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter keberhasilan penyambungan, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan batang atas klon MCC 01 dan MCC 02 (Tabel 1 sampai Tabel 4).

Tabel 1. Persentase benih hidup pada 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan (HSP)

Table 1. Percentage of surviving seedling at 14th, 21st and 28th days after grafting

Klon batang atas	Total benih hidup (%)		
	14 HSP	21 HSP	28 HSP
Sulawesi 01	92,50 a	87,86 ab	87,43 a
Sulawesi 02	91,20 ab	88,68 a	87,66 a
Sca 6	90,20 ab	88,84 a	87,29 a
MCC 01	87,33 c	87,93 ab	85,13 b
MCC 02	88,00 bc	87,29 b	85,02 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%; HSP = hari setelah penyambungan

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels; HSP=days after grafting

Tabel 2. Persentase benih bertunas pada 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan (HSP)

Table 2. Percentage of sprouting seedling at 14th, 21st and 28th days after grafting

Batang atas	Total benih bertunas (%)		
	14 HSP	21 HSP	28 HSP
Sulawesi 01	67,89 a	74,66 a	81,59 a
Sulawesi 02	64,63 ab	73,53 ab	81,15 a
Sca 6	64,37 ab	71,33 b	80,47 a
MCC 01	62,55 b	65,67 c	73,67 b
MCC 02	61,77 b	67,67 c	75,67 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%; HSP = hari setelah penyambungan

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels; HSP=days after grafting

Tabel 3. Persentase benih belum bertunas pada 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan (HSP)
Table 3. Percentage of seedling have not sprouted at 14th, 21st, and 28th days after grafting

Batang atas	Total benih yang belum bertunas (%)		
	14 HSP	21 HSP	28 HSP
Sulawesi 01	24,61 a	13,20 b	5,84 b
Sulawesi 02	26,57 a	15,15 b	6,51 b
Sca 6	25,83 a	17,51 ab	6,82 b
MCC 01	24,87 a	22,26 a	11,46 a
MCC 02	26,23 a	19,62 ab	9,35 ab

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%; HSP = hari setelah penyambungan

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels; HSP=days after grafting

Tabel 4. Kecepatan munculnya tunas pada 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan (HSP)
Table 4. Bud sprouting rates at 14th, 21st, and 28th days after grafting

Batang atas	Kecepatan munculnya tunas (%/hari)		
	14 HSP	21 HSP	28 HSP
Sulawesi 01	1,72 a	1,26 a	1,21 a
Sulawesi 02	1,70 a	1,25 a	1,18 a
Sca 6	1,73 a	1,33 a	1,16 a
MCC 01	1,44 b	1,04 b	0,88 b
MCC 02	1,44 b	1,07 b	0,90 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf sama pada setiap kolom tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey pada taraf 5%; HSP = hari setelah penyambungan

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different according to Tukey test at 5% levels; HSP= days after grafting

Persentase total sambungan yang hidup, persentase benih yang belum bertunas, dan kecepatan munculnya tunas mengalami penurunan seiring bertambahnya hari setelah penyambungan. Sebaliknya, persentase benih yang bertunas mengalami peningkatan seiring bertambahnya hari setelah penyambungan. Persentase benih hasil sambung yang bertahan hidup untuk batang atas klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 nyata lebih tinggi (87,43%; 87,66%; dan 87,29%) dibandingkan dengan MCC 01 dan MCC 02 (85,13% dan 85,02%). Tidak terlihat perbedaan yang nyata antar klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 maupun antara klon MCC 01 dengan MCC 02 untuk semua parameter tersebut (Tabel 1 dan 2).

Klon Sulawesi 01 memiliki hubungan genetik yang lebih dekat dengan klon Sulawesi 02 dan Sca 6 bila dibandingkan dengan klon MCC 01 dan MCC 02. Klon Sulawesi 01 dan Sulawesi 02 termasuk ke dalam *cluster* yang sama berdasarkan hasil analisis kekerabatan genetik, dan sebagai batang atas keduanya memiliki daya hidup dan pertumbuhan yang tergolong sedang (Anita-Sari & Susilo, 2012). Kedua klon tersebut merupakan hasil introduksi (Susilo, Anita-Sari, Sobandi, Suwitra, & Nurlia, 2012), pemilikinya adalah pemerintah daerah Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Sulawesi Tenggara,

dan Sulawesi Tengah (Ditjenbun, 2013) yang mengindikasikan bahwa materi dasar atau sumber genetiknya berada di keempat provinsi tersebut. Klon Sca 6 telah dikembangkan secara luas di daerah Sulawesi dan daerah lainnya di Indonesia melalui program Gernas kakao pada tahun 2000-an (Baon, 2011). Sementara itu, klon MCC 01 dan MCC 02 merupakan hasil dari proses seleksi di salah satu kabupaten sentra produksi, yaitu Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan (Susilo, 2013) dan telah dilepas sebagai klon unggul pada tahun 2014 (Kementan, 2014a,b). Susilo *et al.* (2015) telah menegaskan adanya perbedaan dari beberapa sifat yang dimiliki oleh klon MCC 01 dan MCC 02 dibandingkan dengan Sulawesi 01.

Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa kombinasi penyambungan *homogenetic* lebih cepat dalam menyelesaikan proses lignifikasi dibandingkan dengan kombinasi *heterogenetic* yang sering menimbulkan inkompatibilitas (Güçlü & Koyuncu, 2012). Perbedaan proses biokimia dan struktur anatomi merupakan salah satu faktor penyebab yang memiliki kontribusi penting dalam proses terjadinya inkompatibilitas, terutama selama berlangsungnya proses pembentukan dan perkembangan kambium (Errera, 1998; Mahunu, Adjei, & Asante, 2012; Mose

cited in Mahunu, Osei-Kwarteng, & Quainoo, 2013). Terdapat beberapa penanda secara biokimiawi, di antaranya senyawa fenol, pati, polipeptida, serta aktivitas peroksidase dan *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) yang dapat membantu dalam mendiagnosa terjadinya proses inkompatibilitas pada fase yang lebih dini (Hossein, Farajollah, & Hassapour, 2008; Mng'omba, du Toit, & Akinnifesi, 2008; Zarrouk, Testillano, Risueño, Moreno, & Gogorcena, 2010; Stino, Ghoneim, Marwad, & Fadl, 2011; GÜÇLÜ & Koyuncu, 2012; Kohatsu *et al.*, 2013; Pereira *et al.*, 2014; Gainza *et al.*, 2015).

Batang atas dan batang bawah yang digunakan dalam penelitian ini seluruhnya berasal dari spesies yang sama, yaitu *Theobroma cacao*. Model penyambungan seperti ini disebut *homograft* dan peluang keberhasilannya dinilai tinggi (Hartmann *et al.*, 2010; Darikova *et al.*, 2011). Hartmann *et al.* (2010) mengemukakan bahwa penyambungan antara batang atas dengan batang bawah yang diperoleh dari tanaman yang sama, atau dari tanaman yang berbeda tetapi klon yang sama, memiliki tingkat keberhasilan yang paling tinggi. Hasil penelitian Bhuiyan, Rahim, & Alam (2010) juga menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman mangga hasil penyambungan antara batang atas dengan batang bawah yang berasal dari kultivar sama, nyata lebih baik dibandingkan dengan kombinasi lainnya yang berasal dari kultivar berbeda.

Korelasi dan Regresi

Hasil analisis korelasi menunjukkan pola yang konsisten untuk ketiga umur pengamatan (14, 21, dan 28 HSP). Persentase total benih yang hidup berkorelasi secara positif dengan persentase benih yang telah bertunas, dan kecepatan munculnya tunas (Tabel 5). Hasil ini menjelaskan, benih-benih sambungan yang

cepat dalam membentuk tunas daun memiliki peluang yang lebih besar untuk hidup.

Daun merupakan organ tanaman tempat dilakukannya proses fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat yang dapat dikonversi menjadi energi yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Hamdan & Basheer-Salimia (2010) menunjukkan bahwa kombinasi sambungan tanaman anggur yang cepat pecah tunas berhubungan secara positif dengan tingkat keberhasilan penyambungan, panjang tunas, dan perkembangan akar. Hasil penelitian lain pada penyambungan tanaman jambu mete yang telah dilakukan oleh Chipojola *et al.* (2013) menunjukkan adanya hubungan yang nyata antara kecepatan keluarnya tunas, jumlah daun, ukuran daun, tinggi tajuk, dan tipe batang atas.

Persentase total benih yang hidup mengalami penurunan mulai dari 14 HSP sampai 28 HSP (Tabel 1). Berdasarkan hasil analisis regresi sampai batasan waktu 28 HSP, penurunan total benih yang hidup pada sambungan dengan menggunakan batang atas Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 tidak berbentuk linier, tetapi berbentuk kuadratik dan logaritmik. Sedangkan penyambungan dengan batang atas MCC 01 dan MCC 02 menurun secara linier (Gambar 1). Hal ini mengindikasikan bahwa sambungan dengan menggunakan batang atas Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 dinilai cukup stabil karena semakin lama umur pengamatan maka persentase benih hidup semakin menuju pada kondisi yang konstan (relatif stabil). Hal yang berbeda terjadi pada sambungan dengan menggunakan batang atas MCC 01 dan MCC 02, semakin lama umur pengamatan maka persentase total benih yang hidup semakin menurun dan persentase benih yang mati semakin meningkat secara linier.

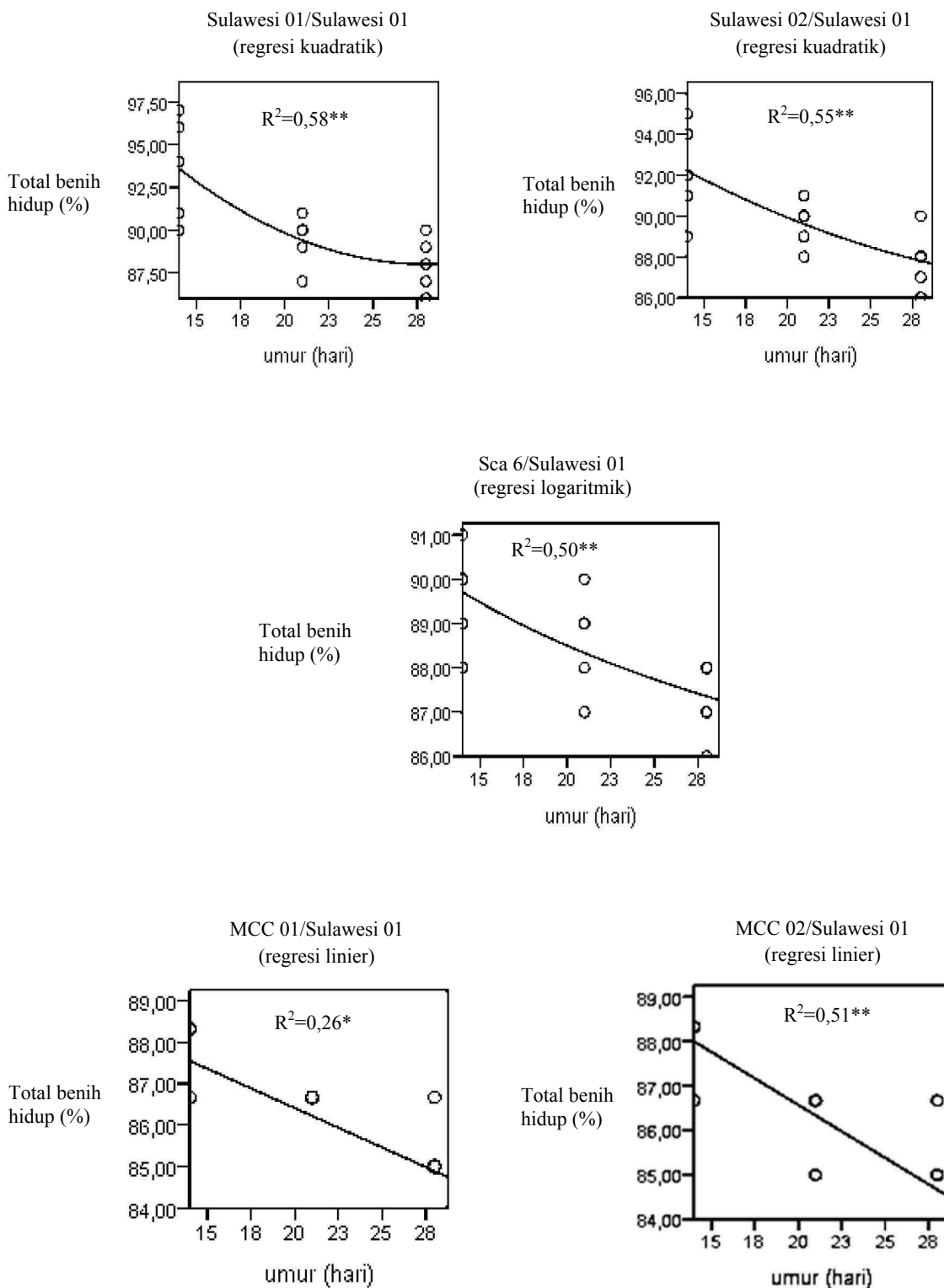
Tabel 5. Korelasi antara total benih yang telah bertunas dan kecepatan munculnya tunas pada 14, 21, dan 28 hari setelah penyambungan (HSP)

Table 5. Correlation between the total of sprouting seedling and bud sprouting rates at 14th, 21st, and 28th days after grafting

Peubah yang dikorelasikan	Total benih yang telah bertunas (%)	Kecepatan munculnya tunas (%/hari)
Total benih yang hidup (%):		
- Umur 14 HSP	0,64 **	0,65 **
- Umur 21 HSP	0,67 **	0,68 **
- Umur 28 HSP	0,70 **	0,68 **

Keterangan : ** nyata pada taraf 1%; HSP = hari setelah penyambungan

Notes : ** significant at 1% level; HSP = days after grafting



Gambar 1. Regresi antara hari setelah penyambungan sampai 28 HSP dengan total benih yang hidup pada lima kombinasi sambungan klon unggul kakao; * dan ** masing- masing nyata pada taraf 5% dan 1%; HSP=hari setelah penyambungan

Figure 1. Regression between days after grafting until 28th days after grafting and the total of surviving seedling on five grafting combination of superior cacao clones; * and ** significant at 5% and 1% levels respectively; HSP= days after grafting

KESIMPULAN

Persentase benih hidup hasil penyambungan klon unggul kakao Sulawesi 01, Sulawesi 02, Sca 6, MCC 01, dan MCC 02 sebagai batang atas dengan progeni klon Sulawesi 01 sebagai batang bawah sampai umur 28 hari setelah penyambungan sebesar 85,02%–87,66%. Keberhasilan penyambungan batang atas klon Sulawesi 01, Sulawesi 02, dan Sca 6 lebih tinggi dan relatif stabil dibandingkan dengan klon MCC 01 dan MCC 02. Ketiga klon tersebut memiliki peluang yang baik sebagai sumber batang atas bagi program peremajaan dan atau rehabilitasi tanaman kakao yang tidak produktif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Ujang Suherman dan beberapa staf AWwI (Agro Widyawisata Ilmiah) KP. Pakuwon, Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar, yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian serta pengumpulan datanya di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, P.K., & Marquez, C.S. (1993). Graft incompatibility. *Horticultural Reviews*, 15, 183–232.
- Anita-Sari, I., & Susilo, A.W. (2012). Keberhasilan sambungan pada beberapa jenis batang atas dan famil batang bawah kakao (*Theobroma cocoa* L.). *Pelita Perkebunan*, 28(2), 72–81.
- Baon, J.B. (2011). *100 Tahun Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia 1911-2011* (p. 373). Jember: Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.
- Bhuiyan, M.F.A., Rahim, M.A., & Alam, M.S. (2010). Study on the growth of plants produced by epicotyl (stone) grafting with different rootstock-scion combinations in mango. *J. Agrofor. Environ.*, 3(2), 163–166.
- Chipojola, F.M., Mwase, W.F., Kwapata, M.B., Njoloma, J.P., Bokosi, J.M., & Maliro, M.F. (2013). Effect of tree age, scion source and grafting period on the grafting success of cashew nut (*Anacardium occidentale* L.). *Afric. J. of Agric. Res.*, 8(46), 5785–5790.
- Darikova, J.A., Savva, Y.V., Vaganov, E.A., Grachev, A.M., & Kuznetsova, G.V. (2011). Graft of woody plants and the problem of incompatibility between scion and rootstock (a review). *Journal of Siberian Federal University, Biology*, 1(4), 54–63.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2013). *Klon kakao tahan organisme pengganggu tumbuhan (OPT)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian RI.
- Errera, P. (1998). Implications of phenolic compounds in graft incompatibility in fruit tree species. *Scientia Horticulturae*, 74(3), 195–205.
- Flaishman, M.A., Loginovsky, K., Golobowich, S., & Lev-Yadun, S. (2008). *Arabidopsis thaliana* as model system for graft union development in homografts and heterografts. *J. Plant Growth Regul.*, 27, 231–239.
- Gainza, F., Opazo, I., & Muñoz, C. (2015). Graft incompatibility in plants: Metabolic changes during formation and establishment of the rootstock/scion union with emphasis on *Prunus* species. *Chilean J. of Agric. Res.*, 75(suppl. 1), 28–34.
- Goldschmidt, E.E. (2014). Plant grafting: New mechanisms, evolutionary implications. *Plant Science*, 5(727), 1–9.
- Güçlü, S.F., & Koyuncu, F. (2012). A method for prediction of graft incompatibility in Sweet Cherry. *Not. Bot. Horti Agrobi.*, 40(1), 243–246.
- Hamdan, A.-J.S., & Basheer-Salimia, R. (2010). Preliminary compatibility between some Table-Gravapine scion and Phylloxera-Resistant rootstock cultivars. *Jordan J. of Agric. Sci.*, 6(1), 1–10.
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., & Geneve, R.L. (2010). Plant propagation: Principles and practices. In *Chapter 11, Principles of grafting and budding* (pp. 415–463). 7th edition. Pearson Education, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Hossein, D.G., Farajollah, S., & Hassanpour, H. (2008). Identification of graft incompatibility of Pear cultivar on Quince rootstock by using isozymes banding pattern and starch. *Asian J. of Plant Sci.*, 7(1), 109–112.
- Kementerian Pertanian. (2008a). *Pelepasan kakao klon Sulawesi 01 sebagai varietas unggul*. SK Mentan No. 1694/Kpts/SR.120/12/2008. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kementerian Pertanian. (2008b). *Pelepasan kakao klon Sulawesi 02 sebagai varietas unggul*. SK Mentan No. 1695/Kpts/SR.120/12/2008. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kementerian Pertanian. (2009). *Pelepasan kakao klon Sca 6 sebagai varietas unggul*. SK Menteri Pertanian No. 1984/Kpts/SR.120/4/2009. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kementerian Pertanian. (2014a). *Pelepasan kakao klon M01 sebagai varietas unggul dengan nama MCC 01*. SK Menteri Pertanian No. 1083/Kpts/SR.120/10/2014. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.

- Kementerian Pertanian. (2014b). *Pelepasan kakao klon M45 sebagai varietas unggul dengan nama MCC 02*. SK Menteri Pertanian No. 1082/Kpts/SR.120/10/2014. Jakarta: Kementerian Pertanian RI.
- Kohatsu, D.S., Zucareli, V., Brambilla, W.P., Ono, E.O., da Silva, T.R.B., & Rodrigues, J.D. (2013). Peroxidase and polyphenol oxidase activity on the yield of grafted and ungrafted cucumber plants. *Afric. J. of Agric. Res.*, 8(3), 279–283.
- Kumar, G.N.M. (2011). *Propagation of plants by grafting and budding* (p. 16). Revised Edition. Washington: Horticultural and Landscape Architectur, Washington State University.
- Mahunu, G.K., Adjei, P.Y., & Asante, A.K. (2012). Anatomical studies on graft formation in cashew (*Anacardium occidentale* L.). *Agric. and Biol. J. of North Amer.*, 3(4), 150–153.
- Mahunu, G.K., Osei-Kwarteng, M., & Quainoo, A.K. (2013). Dynamics of graft formation in fruit tress: A review. *Albanian J. Agric. Sci.*, 12(2), 177–180.
- Mng'omba, S.A., du Toit, E.S., & Akinnifesi, F.K. (2008). The relationship between graft incompatibility and phenol in *Uapaca kirkirana* Müell Arg. *Scientia Horticulturae*, 117, 212–218.
- Pereira, I.D.S., Messias, R.D.S., Campos, A.D., Errera, P., Antunes, L.E.C., Fachinello, J.C., & Pina, A. (2014). Growth characteristics and phenylalanine ammonia-lyase activity in peach grafted on different *Prunus* spp. *Biologia Plantarum*, 58(1), 114–120.
- Pina, A., & Errera, P. (2005). A review of new advances in mechanism of graft compatibility-incompatibility. *Scientia Horticulturae*, 106, 1–11.
- Regazzoni, O., Sugito, Y., Suryanto, A., & Prawoto, A.A. (2015). Efisiensi penggunaan energi matahari klon-klon tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) yang diusahakan di bawah tiga spesies tanaman penayang. *Pelita Perkebunan*, 31(1), 21–29.
- Stino, R.G., Ghoneim, E.I., Marwad, I.D., & Fadl, T.R. (2011). Performance of summer grafted superior seedless grapes grafts on different rootstock. *J. of Hort. Sci. and Ornament. Plants*, 3(1), 86–90.
- Susilo, W.A., Anita-Sari, I., Sobandi, Suwitra, & Nurlia. (2012). Stabilitas daya hasil klon-klon harapan kakao (*Theobroma cacao* L.) tahan hama penggerek buah kakao. *Pelita Perkebunan*, 28(3), 123–135.
- Susilo, A.W. (2013). Peran petani dalam pengembangan klon-klon lokal Sulawesi. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 25, 1–6.
- Susilo, A.W., Anita-Sari, I., & Imran (2015). Yield performance of locally selected cocoa clones in North Luwu. *Pelita Perkebunan*, 31(3), 152–162.
- Towaha, J., & Wardiana, E. (2015). Evaluasi tingkat toleransi 35 genotipe kakao terhadap periode kering. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 2(3), 133–142.
- Zarrouk, O., Testillano, P.S., Risueño, M.C., Moreno, M.A., & Gogorcena, Y. (2010). Changes in cell/tissue organization and peroxidase activity as markers for early detection of graft incompatibility in Peach/Plum combinations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 135(1), 9–17.