

## KERAGAAN TANAMAN KAKAO ASAL EMBRIO SOMATIK DI LAPANGAN

### *Field Performance of Cacao Somatic Embryos Derived Plants*

NUR AJIJAH<sup>1,3</sup>, ENNY RANDRIANI<sup>1</sup>, RUBIYO<sup>2</sup>, DEWI SUKMA<sup>3</sup> DAN SUDARSONO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar  
Jalan Raya Pakuwon Km-2 Parungkuda, Sukabumi 43357

<sup>2</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka Belitung  
Jalan Mentok Km-4, Pangkalpinang, Bangka Belitung 33134

<sup>3</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB  
Jalan Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Email : s\_sudarsono@gmail.com

(Diterima: 15-11-2014; Direvisi: 22-4-2015; Disetujui: 21-5-2015)

#### ABSTRAK

Sekitar 75 juta bibit kakao asal embrio somatik (ES) telah ditanam di lapangan. Evaluasi keragaan tanaman tersebut perlu terus dilakukan. Penelitian yang bertujuan untuk mengevaluasi keragaan tanaman kakao asal ES di lapangan telah dilaksanakan di delapan lokasi di Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan dan kabupaten Mamuju (Sulawesi Barat) pada bulan Juni 2012 sampai Desember 2013. Pengamatan dilakukan terhadap tanaman umur 1,5-4 tahun meliputi tinggi jorjet, lingkaran batang, jumlah cabang primer, persentase tanaman berbunga, persentase tanaman berbuah, jumlah buah per pohon, jumlah biji per buah, bobot kering biji serta kejadian serangan hama dan penyakit. Tanaman kakao asal ES memiliki arsitektur seperti tanaman yang berasal dari biji, yaitu memiliki pertumbuhan dimorfik dan membentuk jorjet. Rataan tinggi jorjet bervariasi antar lokasi, sebagian besar berkisar 100 – 150 cm. Di lapangan ditemukan tanaman asal ES dengan tinggi jorjet > 2 m. Perlu dievaluasi lebih lanjut apakah tinggi jorjet > 2 m merupakan bentuk penyimpangan atau hanya pengaruh faktor lingkungan. Pada saat dilakukan pengamatan, tanaman kakao asal ES yang dievaluasi sudah berbunga dan berbuah dengan persentase berbunga 34-100%, berbuah 16-100%, dan dengan hasil buah per pohon 6-37 buah. Bobot buah yang dipanen berkisar 277-418 g dengan rata-rata jumlah biji per buah 43 biji dan bobot kering per biji 0.5 – 1.4 g. Kejadian serangan penggerek buah di 3 lokasi pengamatan mencapai 82, 34,8 dan 49,6%, sedangkan busuk buah 2, 4,3 dan 18%. Studi lebih lanjut diperlukan untuk memastikan bahwa tanaman kakao asal ES mempunyai karakteristik tanaman dan hasil yang tidak berbeda dengan tanaman kakao asal bibit tradisional yang telah biasa digunakan petani.

Kata kunci: *Theobroma cacao* L., bibit ES, perbanyakan masal, pertumbuhan dan komponen hasil, variasi somaklonal

#### ABSTRACT

Approximately 75 millions of cacao seedlings propagated through somatic embryogenesis (SE) have been planted in the field. Evaluation of the performance of those SE derived plants needs to be continued. The research aimed to evaluate the performance of the cacao SE derived plants in the field have been implemented in 8 locations in Soppeng district, South Sulawesi and the Mamuju district, West Sulawesi in June 2012 and December 2013. Collected data include: jorquette height, trunk circumference, jorquette branch numbers, flowering and fruiting tree percentages, fruit numbers per tree, pod weight, bean number per pod, bean dry weight and the disease and pest infection rates. Cacao plants derived from SE showed similar plant architectures to those of seed

derived ones, such as having dimorphic growth and forming jorquette. The jorquette height of the majority of cacao trees in the evaluated regions ranged from 100-150 cm. A few SE derived cacao trees show jorquette height > 2 m. However, it needs further studies to determine whether they indicate either abnormality or environment effects. The SE derived cacao trees in the studied locations has bear flowers and fruits. The percentages of cacao trees with flowers or fruits at the age of 2.5 years ranged from 34-100% or 16-100%, respectively. The observed pods number per tree was 6 – 37 pods, the pod weight was 277- 418 g, the beans number per pod was 42-43 and the bean dry weight was 0.5 - 1.4 g. The incidences of fruit borer infection at the three evaluated locations were 82, 34.8 dan 49.6%, while the incidences of black pod infection were 2, 4.3 dan 18%. To conclude whether the SE derived cacao trees are comparable to those of the traditional cacao planting materials requires more comprehensive studies.

Keywords: *Theobroma cacao* L., SE derived seedling, mass propagation, growth and yield components, somaclonal variation

#### PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao* L.) merupakan salah satu komoditas andalan sub sektor perkebunan yang berperan penting dalam perekonomian nasional sebagai penyedia lapangan kerja, sumber pendapatan dan devisa negara. Gerakan Nasional Kakao (Gernas Kakao) yang dicanangkan oleh pemerintah untuk meremajakan sekitar 75 ribu ha areal pertanaman kakao di Indonesia telah mendorong dikembangkannya metode penyediaan benih kakao secara masal dan cepat melalui embrio somatik (ES). Sekitar 75 juta bibit kakao asal ES telah diregenerasikan dalam Gernas Kakao dan sebagian telah ditanam di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Program peremajaan kakao di kedua provinsi tersebut paling luas dibandingkan dengan tujuh provinsi di Indonesia lainnya (DITJENBUN, 2012).

Secara teoritis embriogenesis somatik merupakan metode perbanyakan tanaman yang efisien karena laju multiplikasinya tinggi, memungkinkan untuk menggunakan media cair sehingga dapat dihasilkan ES dalam jumlah

besar, mudah untuk subkultur dan tidak memerlukan tenaga kerja yang banyak (DEO *et al.* 2010). Menurut MAXIMOVA *et al.* (2014), embriogenesis somatik kakao dapat bermanfaat untuk percepatan program pemuliaan dan penyediaan bahan tanaman.

MAXIMOVA *et al.* (2008) melaporkan bahwa tanaman kakao asal ES menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan yang normal yaitu memiliki parameter pertumbuhan yang tidak berbeda nyata dengan tanaman kakao asal biji, setek mikro dan setek tunas ortotrop serta berbunga dan berbuah normal. Namun demikian sebagian besar petani di Sulawesi Selatan menilai tanaman kakao asal ES mempunyai kekurangan karena kurang mampu beradaptasi di lapangan, memiliki jorjet yang tinggi, mudah rebah serta mempunyai ukuran buah dan biji yang kecil (LIMBONGAN, 2014). Oleh karena itu penerapan ES untuk perbanyak benih kakao perlu dievaluasi di lapangan (LIMBONGAN, 2014).

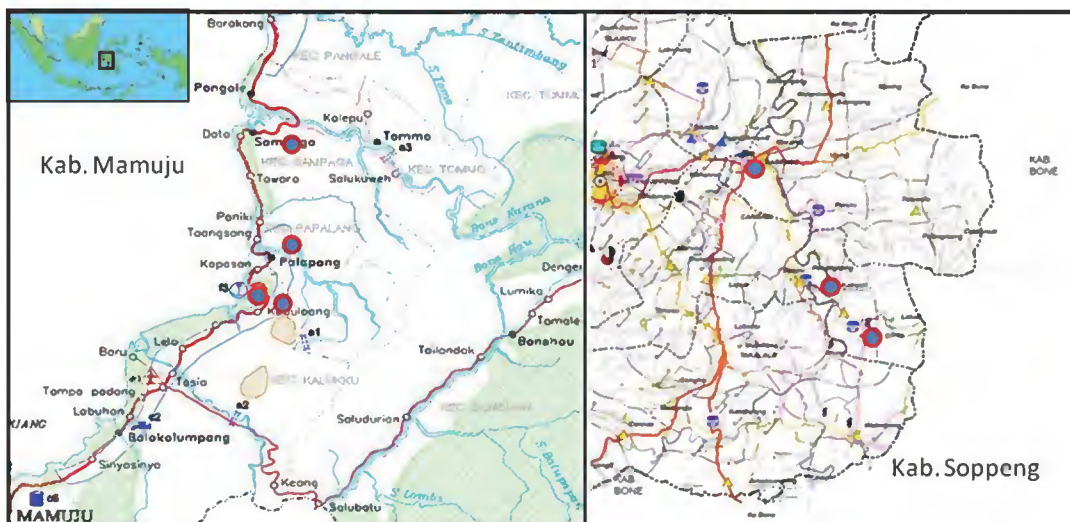
Sebagian tanaman asal ES dilaporkan menunjukkan fenotipik yang menyimpang dari induknya, yang dikenal dengan istilah variasi somaklonal (CERASELA *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2010; QAUD *et al.*, 2010; YUSNITA *et al.*, 2010; FARAHANI *et al.*, 2011). Pada beberapa kasus, variasi somaklonal tersebut dapat bersifat positif atau negatif (HEMON dan SUDARSONO, 2010; DAGUSTU *et al.*, 2011; BAG *et al.*, 2012; ZARIF *et al.*, 2013; MGBEZE dan ISERHIENRHIEN 2014; RAHAYU dan SUDARSONO, 2015). Variasi somaklonal juga terjadi di antara tanaman kakao asal ES berdasarkan hasil analisis marka molekuler (RODRIGUEZ LOPEZ *et al.* 2010). Perbanyak kakao melalui ES juga dilaporkan menghasilkan ES yang abnormal (PANCANINGTYAS, 2013).



Berdasarkan berbagai hasil studi di atas dan karena telah digunakannya bibit kakao asal ES secara luas di dalam program Gernas Kakao di Indonesia maka evaluasi

terhadap keragaan tanaman kakao asal ES di lapangan perlu dilakukan secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keragaan tanaman kakao asal embrio somatik berumur 1,5-4 tahun di delapan lokasi contoh, di kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan dan kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan petani peserta program peremajaan Gernas Kakao tahun 2009 dan 2010 di Kabupaten Mamuju (Sulawesi Barat) dan Kabupaten Soppeng (Sulawesi Selatan) pada bulan Juni 2012 dan Desember 2013. Lokasi penelitian dipilih secara *purposive random sampling*. Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan dipilih karena merupakan provinsi yang menerima program peremajaan Gernas Kakao paling luas di antara provinsi di Indonesia lainnya yaitu 21.100 ha untuk Sulawesi Barat dan 16.000 ha untuk Sulawesi Selatan (DITJENBUN, 2012). Kabupaten Mamuju di Sulawesi Barat dan kabupaten Soppeng di Sulawesi Selatan dipilih berdasarkan ketersediaan kontak dan bantuan tenaga teknis di lapangan. Dari masing-masing kabupaten dipilih 4 lokasi berdasarkan kondisi pertanaman dan kesediaan petani pemilik untuk diamati tanamannya. Lokasi yang dipilih adalah pertanaman kakao asal ES dengan minimal jumlah tanaman 250 tanaman per hamparan atau seperempat hektar dengan umur tanaman antara 1,5-4 tahun. Di masing-masing hamparan dipilih 100 tanaman contoh, yang masing-masing tanaman yang diamati telah diberi nomor tanaman. Peta lokasi yang dipilih dapat dilihat pada Gambar 1 dan nama lokasi yang dipilih dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat dan Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan.  lokasi penelitian. Insert : Peta Indonesia, 1= Mamuju, 2= Soppeng.  
 Figure 1. Research locations at Mamuju regency, West Sulawesi and Soppeng regency, South Sulawesi.  research location. Insert : Indonesian map, 1= Mamuju, 2= Soppeng.

Tabel 1. Lokasi penelitian  
*Table 1. Research Locations*

Nomor lokasi <i>Location number</i>	Deskripsi lokasi <i>Locations descriptions</i>	Tahun tanam <i>Years of planting</i>	Kondisi pertanaman* <i>Plantations conditions*</i>
Lokasi 1 <i>Location 1</i>	Desa Salubarana, Kecamatan Sampaga, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat <i>Salubarana villages, Sampaga District, Mamuju Regency, West Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Monokultur <i>Monoculture</i>
Lokasi 2 <i>Location 2</i>	Desa Kabuloang, Kecamatan Kaluku, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat <i>Kabuloang villages, Kaluku District, Mamuju Regency, West Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Monokultur <i>Monoculture</i>
Lokasi 3 <i>Location 3</i>	Desa Sisango, Kecamatan Papalang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat <i>Sisango villages, Papalang District, Mamuju Regency, West Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Tumpang sari dengan palawija <i>Intercropping with foodcrops</i>
Lokasi 4 <i>Location 4</i>	Desa Kabuloang, Kecamatan Kaluku, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat <i>Kabuloang villages, Kaluku district, Mamuju Regency, West Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Monokultur <i>Monoculture</i>
Lokasi 5 <i>Location 5</i>	Desa Tinco, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan <i>Tinco villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi</i>	Januari 2010 <i>January 2010</i>	Monokultur <i>Monoculture</i>
Lokasi 6 <i>Location 6</i>	Desa Cabenge, Kecamatan Lilirilau, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan <i>Cabenge villages, Lilirilau District, Soppeng Regency, South Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Tumpang sari dengan palawija <i>Intercropping with foodcrops</i>
Lokasi 7 <i>Location 7</i>	Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan <i>Kampiri villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi</i>	Februari 2011 <i>February 2011</i>	Tumpang sari dengan palawija <i>Intercropping with foodcrops</i>
Lokasi 8 <i>Location 8</i>	Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan <i>Kampiri villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi</i>	Desember 2009 <i>December 2009</i>	Monokultur <i>Monoculture</i>

Keterangan: \* Kondisi pertanaman saat dilakukan pengamatan  
*Note: \*Plantations conditions at the time of observation*

Pada setiap contoh tanaman terpilih, dilakukan pengamatan karakter tinggi jorget, lingkaran batang utama dan jumlah cabang primer. Untuk karakter generatif, diamati jumlah tanaman yang telah berbunga dan berbuah. Selain itu karakteristik daya hasil yang diamati meliputi jumlah buah per pohon, bobot buah, jumlah biji per buah dan bobot biji kering.

Tinggi jorget diukur dari permukaan tanah sampai titik terbentuknya jorget pertama. Lingkaran batang utama diukur 10 cm dari permukaan tanah. Jumlah cabang primer dihitung pada titik pembentukan jorget. Pengamatan tinggi jorget, lingkaran batang dan jumlah cabang primer dilakukan satu kali yaitu pada bulan Juni 2013 (Lokasi 1-7) dan bulan Desember 2013 (Lokasi 8). Setelah pengukuran tinggi jorget, dilakukan pengelompokan tinggi jorget berdasarkan kelas tinggi jorget < 100 cm, 100-150 cm, 150-200 cm dan > 200 cm kemudian dilakukan perhitungan persentase masing-masing kelas tinggi jorget di masing-masing lokasi.

Di lokasi 8 dilakukan juga pengamatan tinggi jorget pada masing-masing klon. Penentuan klon didasarkan pada deskripsi klon yang telah ada.

Jumlah tanaman berbunga dan berbuah diamati dengan cara menghitung jumlah tanaman contoh yang telah berbunga atau berbuah di masing-masing lokasi, kemudian dihitung persentasenya terhadap seluruh tanaman contoh yang diamati. Pengamatan dilakukan satu kali yaitu pada bulan Juni 2012 yang bertepatan dengan awal musim kering dan saat sebagian besar tanaman kakao di lokasi penelitian sedang berbunga dan berbuah.

Jumlah buah per pohon dievaluasi pada semua tanaman contoh yang berbuah, dengan cara menghitung jumlah buah yang terbentuk pada batang utama dan percabangan. Pengamatan dilakukan satu kali yaitu pada bulan Juni 2012 (Lokasi 1-6) dan bulan Desember 2013 (Lokasi 8). Bulan Juni 2012 bertepatan dengan periode awal musim kering dan periode pematangan kakao yang

pertama pada tahun tersebut, sedangkan bulan Desember 2013 bertepatan dengan musim hujan dan periode pembuahan serta panen buah kakao yang ke dua pada tahun tersebut.

Bobot buah ditimbang sesaat setelah panen. Penimbangan dilakukan terhadap seluruh buah yang dipanen pada saat pengamatan dilakukan. Jumlah biji per buah dihitung pada seluruh buah yang dipanen, kecuali buah yang terserang pengerak buah (PBK) karena bijinya tidak dapat dipisahkan dan dihitung. Pengamatan dilakukan terhadap buah yang dipanen pada bulan Desember 2013 di Lokasi 8. Bobot biji kering dihitung dari 12 sampel buah yang dipanen mewakili buah berbiji besar, sedang dan kecil (Lokasi 8).

Kejadian penyakit diamati dengan cara menghitung persentase jumlah buah yang terserang terhadap total jumlah buah yang diamati. Pengamatan dilakukan sesaat setelah buah dipanen. Jumlah buah yang diamati berturut-turut 50 (Lokasi 4), 46 (Lokasi 6) dan 175 (Lokasi 8).

**Analisis Data**

Setelah diperoleh data, dilakukan perhitungan nilai tengah dan koefisien keragaman pada masing-masing lokasi. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan program Microsoft Excel 2007.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pembentukan Jorget**

Tanaman kakao asal ES memiliki arsitektur seperti tanaman yang berasal dari biji yaitu memiliki pola pertumbuhan dimorfik, pertumbuhan ke arah vertikal membentuk batang utama dan pertumbuhan ke arah horizontal membentuk cabang plagiotrop (Gambar 2). Pola pertumbuhan seperti ini menghasilkan jorget yang merupakan karakteristik khas tanaman kakao.

Adanya pembentukan jorget pada tanaman kakao muda merupakan indikasi pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang normal dan juga merupakan indikasi transisi dari fase juvenil ke fase dewasa (MAXIMOVA *et al.*, 2008). Lebih lanjut dilaporkan setelah 6 bulan penanaman di lapangan, 43-54% tanaman kakao asal ES telah membentuk jorget, dan setelah 24 bulan di lapangan, seluruh tanaman telah berjorget (MAXIMOVA *et al.*, 2008). Hasil pengamatan yang dilakukan di 4 lokasi di kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan dan 4 lokasi di kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat menunjukkan seluruh tanaman kakao asal ES yang berumur 1.5, 2.5 atau 4 tahun telah membentuk jorget.



Gambar 2. Tanaman kakao asal embrio somatik klon Sca6 umur 4 tahun milik salah seorang petani peserta program peremajaan pada Gernas Kakao di Desa Kampiri Kecamatan Citta Kabupaten Soppeng dengan tinggi jorget sekitar 1.4 m (A) dan lebih dari 2 m (B).

Figure 2. Cacao somatic embryo-derived plant of Sca6 clone 4 years after planting at Kampiri Villages, Citta District, Soppeng Regency, with jorgette height approximately 1.4 m (A) and more than 2 m (B).

Tinggi jorjet tanaman umur 1,5, 2,5 dan 4 tahun di delapan lokasi pertanaman kakao asal ES di Kabupaten Mamuju dan Kabupaten Soppeng berkisar antara 60 cm (yang terendah) hingga 260 cm (yang tertinggi) dan dengan rata-rata yang berkisar antara  $106,1 \pm 22,7$  cm hingga  $147,0 \pm 38,50$  cm (Tabel 2). Data tinggi jorjet selanjutnya dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu <100 cm, 100-150 cm, >150 – 200 cm dan > 200 cm. Frekuensi data kelas tinggi jorjet dari semua contoh tanaman yang dievaluasi disajikan pada Tabel 2. Kelas tinggi jorjet 100-150 cm merupakan yang paling banyak ditemukan pada tanaman kakao asal ES di semua lokasi pengamatan dengan frekuensi 49-76% (Tabel 2). Hasil tersebut lebih tinggi dari yang dilaporkan MAXIMOVA *et al.* (2008) yaitu 80-90 cm. Pembentukan jorjet yang tinggi merupakan isu yang sering dilontarkan berkaitan dengan tanaman kakao asal ES pada program gernas. Hasil pengamatan di 4 lokasi di Kabupaten Soppeng dan 4 lokasi di Kabupaten Mamuju juga ditemukan tanaman kakao asal ES yang memiliki tinggi jorjet 150-200 cm dengan frekuensi 2,5-36,7% dan >200 cm dengan frekuensi 0-9,4%. Menurut RUBIYO (komunikasi pribadi, 2014), tinggi jorjet ideal untuk tanaman kakao berkisar 90 sampai 100 cm. Jorjet yang terlalu tinggi menyebabkan arsitektur tanaman tidak seimbang dan akan menyulitkan pemeliharaan tanaman terutama saat penyemprotan pestisida dan panen. Hasil pengamatan menunjukkan frekuensi tanaman dengan tinggi jorjet kurang dari 100 cm bervariasi antar lokasi yang berkisar 4-42% (Tabel 2). Adanya variasi tinggi jorjet di antara lokasi pengamatan kemungkinan disebabkan perbedaan kondisi lingkungan. Menurut PRAWOTO dan WINARSIH (2010), tinggi jorjet dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan di

antaranya kesuburan lahan/pemupukan dan pencahayaan/naungan. Perbedaan tingkat kesuburan lahan dan pemeliharaan petani di masing-masing lokasi berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan tanaman.

Hasil pengamatan menunjukkan rata-rata tinggi jorjet tanaman umur 1,5 tahun di lokasi 7 hampir sama dengan tanaman umur 4 tahun di lokasi 8 (Tabel 2). Menurut MAXIMOVA *et al.* (2008) penambahan tinggi tanaman (dari permukaan tanah sampai titik tumbuh atau terbentuknya jorjet) kakao muda mencapai maksimum pada akhir tahun pertama setelah penanaman di lapangan, dengan sedikit penambahan tinggi sampai mencapai umur 3,5 tahun. Hal ini kemungkinan yang menyebabkan tanaman kakao umur 4 tahun memiliki tinggi jorjet yang hampir sama dengan tanaman kakao umur 1,5 tahun, di samping juga karena pengaruh lingkungan. Lokasi pengamatan 7 dan 8 berada pada hamparan lahan yang sama dengan petani yang sama namun berbeda tahun tanam, di kedua lokasi tersebut tanaman tumbuh sangat baik dan dipelihara dengan baik.

Kisaran tinggi jorjet pada tanaman kakao asal ES yang teramat di 8 lokasi pengamatan ini menyerupai tinggi jorjet pada tanaman kakao asal biji. Penelitian MAXIMOVA *et al.* (2008) juga menunjukkan tanaman kakao asal ES primer di lapang memiliki tinggi jorjet yang tidak berbeda nyata dengan tinggi jorjet pada tanaman kakao asal biji.

Hasil pengamatan menunjukkan adanya individu-individu tanaman asal ES di lapangan yang memiliki tinggi jorjet lebih dari 200 cm dengan persentase yang relatif kecil berkisar 0-9,4% (Tabel 2 dan 3). Studi yang lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui apakah tinggi jorjet lebih dari 2 m tersebut merupakan bentuk penyimpangan (abnormal) atau hanya pengaruh faktor lingkungan.

Tabel 2. Rataan dan frekuensi kelas tinggi jorjet tanaman kakao asal ES umur 1,5, 2,5 dan 4 tahun di 8 lokasi pengamatan  
 Table 2. Means and distributions of jorquette height classes of cacao plants propagated via somatic embryogenesis 1.5, 2.5 and 4 years after planting at 8 locations

Lokasi/Locations	Rataan tinggi jorjet (cm) Means of jorquette height (cm)	Frekuensi kelas tinggi jorjet (%)/Frequency of jorquette height classes (%)			
		< 100 cm	100 – 150 cm	> 150 – 200 cm	> 200 cm
<b>Umur 1½ tahun/1½ years after planting</b>					
Lokasi 7/Location 7	145,5 ± 36,0(24,7)	8,2	49,0	36,7	6,1
<b>Umur 2½ tahun/2½ years after planting</b>					
Lokasi 1/ Location 1	106,1 ± 22,7 (20,8)	42,1	55,4	2,5	0,0
Lokasi 2/Location 2	112,0 ± 27,8 (24,8)	35,7	54,3	10,1	0,0
Lokasi 3/Location 3	115,0 ± 24,8 (21,5)	30,8	61,5	6,7	1,0
Lokasi 4/Location 4	132,8 ± 23,4 (17,6)	4,0	76,0	18,0	2,0
Lokasi 5/Location 5	122,2 ± 27,3 (22,3)	22,0	66,0	10,0	2,0
Lokasi 6/Location 6	126,6 ± 28,3 (22,3)	16,0	67,0	16,0	1,0
Rataan/Average	119,1 ± 9,9	25,1	63,4	10,7	1,0
<b>Umur 4 tahun/4 years after planting</b>					
Lokasi 8/Location 8	147,0 ± 38,5 (26,2)	6,5	49,3	33,3	9,4

Keterangan: Angka di dalam kurung menunjukkan nilai koefisien keragaman (KK)  
 Note: Numbers in parentheses indicate the coefficient of variance (CV)

Tabel 3. Rataan dan frekuensi kelas tinggi jorget tanaman kakao asal ES klon Sca6, ICCRI 3 dan ICCRI 4 umur 4 tahun di Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng

Table 3. Means and distributions of jorquette height classes of Sca6, ICCRI 3 and ICCRI 4 clones propagated via somatic embryogenesis 4 years after Planting at Kampiri Villages, Citta District, Soppeng regency

Klon <i>Clones</i>	Rataan tinggi Jorget (cm) <i>Means of jorquette height (cm)</i>	Frekuensi kelas tinggi jorget (%) / <i>Frequency of jorquette height classes (%)</i>			
		< 100 cm	100 – 150 cm	> 150 – 200 cm	> 200 cm
Sca 6	154,1 ± 40,80 (26,5)	3,9 (2/51)	47,1 (24/51)	35,3 (18/51)	13,7 (7/51)
ICCRI 3	142,2 ± 43,26 (30,4)	11,1 (4/36)	41,7 (15/36)	36,1 (13/36)	11,1 (4/36)
ICCRI 4	143,3 ± 42,18 (29,4)	6,1 (3/49)	59,2 (29/49)	30,6 (15/49)	4,1 (2/49)
Keseluruhan/ <i>Overall</i>	147,0 ± 38,5 (26,2)	6,5 (9/136)	49,3 (68/136)	33,3 (46/136)	9,4 (13/136)

Keterangan: Angka di dalam kurung setelah nilai rataan menunjukkan nilai koefisien keragaman (KK). Angka di dalam kurung setelah nilai frekuensi masing-masing kelas tinggi jorget menunjukkan jumlah tanaman/total tanaman yang diamati.

Note: Numbers in parentheses after average values indicate the coefficient of variance (CV). Numbers in parentheses after frequency value indicate numbers of plant/total plants observed

### Lingkar Batang Utama dan Jumlah Cabang Primer

Rataan lingkar batang utama tanaman kakao umur 2,5 tahun berkisar 14 - 26 cm dengan rataan jumlah cabang primer sekitar 3 (Tabel 4). Yang dimaksud dengan cabang primer adalah cabang yang terbentuk dari batang utama atau pada jorget. Seperti halnya tinggi jorget, variasi rataan lingkar batang utama di dalam dan antar lokasi tidak tinggi (Tabel 4). Ukuran lingkar batang utama berkaitan dengan kekokohan tanaman. Hasil pengamatan MAXIMOVA *et al.* (2008) menunjukkan tidak terdapat perbedaan diameter batang utama yang nyata di antara tanaman kakao yang diperbanyak dengan stek, biji dan ES.

Hasil pengamatan menunjukkan rataan jumlah cabang primer relatif seragam yaitu berkisar 2-3 (Tabel 4). Hal ini disebabkan petani melakukan pemangkasan dengan meninggalkan 2-3 cabang primer. Beberapa tanaman yang

tidak dipangkas pada umumnya memiliki cabang primer pada jorget pertama sebanyak 5 buah. Menurut MAXIMOVA *et al.* (2008) tanaman kakao asal ES mayoritas memiliki jumlah cabang pada jorget sebanyak 4 atau 5 buah dan tidak ada yang memiliki cabang 2 buah.

### Pembentukan Bunga dan Buah

Sebagian besar tanaman kakao asal ES umur 2,5 tahun di lokasi yang diamati telah berbunga dan berbuah (Gambar 3) dengan rataan persentase tanaman berbunga dan berbuah berturut-turut 83% dan 74% (Tabel 5). Hasil ini lebih tinggi dan lebih cepat dari yang dilaporkan oleh MAXIMOVA *et al.* (2008) pada tanaman kakao asal ES umur 3 tahun di lapangan yang menunjukkan rataan persentase tanaman berbunga dan berbuah sekitar 30% dan 20%, sedangkan pada tanaman kakao umur 4,5 tahun rataan persentase

Tabel 4. Rataan lingkar batang utama dan jumlah cabang primer tanaman kakao asal embrio somatik 1,5, 2,5 dan 4 tahun setelah tanam

Table 4. Average main trunk circumference and number of primary branches of the cacao plant propagated via somatic embryogenesis 1.5, 2.5 and 4 years after planting

Lokasi <i>Location</i>	Lingkar batang utama (cm) <i>Trunk circumference (cm)</i>	Jumlah cabang primer <i>Number of primary branches</i>
Umur 1½ tahun/ <i>1½ years after planting</i>		
Lokasi 7 / <i>Location 7</i>	15,9 ± 2,8 (17,4)	3,0 ± 0,4 (12,9)
Umur 2½ tahun/ <i>2½ years after planting</i>		
Lokasi 1 / <i>Location 1</i>	13,6 ± 3,7 (27,2)	2,9 ± 0,3 (9,5)
Lokasi 2 / <i>Location 2</i>	20,3 ± 4,8 (23,5)	2,9 ± 1,0 (35,4)
Lokasi 3 / <i>Location 3</i>	22,4 ± 5,8 (26,1)	2,7 ± 0,5 (17,8)
Lokasi 4 / <i>Location 4</i>	23,4 ± 3,6 (15,4)	3,0 ± 0,9 (30,9)
Lokasi 5 / <i>Location 5</i>	25,1 ± 4,6 (18,3)	3,0 ± 0,3 (9,5)
Lokasi 6 / <i>Location 6</i>	26,2 ± 4,8 (18,4)	3,0 ± 0,5 (13,5)
Rataan/Average	21,8 ± 4,5 (20,8)	2,9 ± 0,1 (4,0)
Umur 4 tahun/ <i>4 years after planting</i>		
Lokasi 8 / <i>Location 8</i>	37,4 ± 6,5 (17,4)	-

Keterangan: Angka di dalam kurung menunjukkan nilai koefisien keragaman (KK). - tidak dilakukan pengamatan

Note: The number in parentheses indicates the coefficient of variance (CV). - not observed

tanaman berbuah sekitar sekitar 50%. MAXIMOVA *et al.* (2008) melaporkan tidak terdapat perbedaan persentase tanaman berbunga yang nyata di antara tanaman kakao yang diperbanyak dengan biji, setek dan ES. Beberapa faktor yang mempengaruhi pembungaan kakao di antaranya umur tanaman, status nutrisi, suhu, kelembaban dan intensitas naungan (PRAWOTO dan WINARSIH, 2010).

Hasil pengamatan menunjukkan persentase tanaman berbunga dan berbuah antar lokasi bervariasi (Tabel 5). Persentase tanaman berbunga dan berbuah paling rendah terdapat di lokasi 1 dan 2 (Tabel 5). Menurut MAXIMOVA *et al.*, (2008) pembentukan bunga dan buah pada kakao merupakan cerminan dari kondisi fisiologis dan vigor tanaman. Pertumbuhan tanaman (tinggi jorjet dan lingkaran batang) di lokasi 1 dan 2 juga lebih rendah dibandingkan lokasi lainnya pada umur tanaman yang sama (Tabel 2 dan 4). Hal ini menunjukkan vigor tanaman berpengaruh terhadap pembungaan dan pembuahan kakao. Kondisi fisiologis dan vigor tanaman sangat ditentukan oleh faktor

lingkungan. Kondisi lahan (iklim dan tanah) di Kabupaten Mamuju dan Soppeng termasuk kategori kurang sesuai (S3) sampai cukup sesuai (S2) untuk kakao (HUSNI dan LOPULISA, 2009; BADAN LITBANG PERTANIAN, 2012). Pada lahan dengan kategori S2 dan S3 terdapat faktor pembatas yang apabila tidak diatasi akan menghambat dan sangat menghambat pertumbuhan tanaman, diperlukan input dan tindakan untuk mengatasi faktor pembatas tersebut (BAON dan ABDOELLAH, 2010). Selain kondisi lahan, tingkat pemeliharaan petani (pemupukan dan pemangkasan) terhadap tanaman juga tidak sama. Hal ini diduga menyebabkan terjadinya perbedaan pertumbuhan, pembungaan dan pembuahan tanaman di masing-masing lokasi. Baik pada tanaman umur 2,5 tahun maupun 4 tahun, sebagian besar buah terbentuk pada cabang primer atau sekunder dan hanya sedikit pada batang utama (Tabel 5 dan 6). Data jumlah buah per pohon yang diperoleh pada saat pengamatan tidak mencerminkan produksi tanaman per tahun.

Tabel 5. Persentase tanaman berbunga, berbuah serta rata-rata jumlah buah per pohon pada tanaman kakao asal embrio somatik umur 2,5 tahun

Table 5. Percentage of flowering and fruiting trees and the average number of fruits per tree of cacao plant propagated via somatic embryogenesis 2.5 years after planting

Lokasi/Locations	Tanaman berbunga (%) Flowering trees (%)	Tanaman berbuah (%) Fruiting trees (%)	Jumlah buah/pohon** Number of fruits per tree	Jumlah buah pada batang utama** Number of fruits on trunks	Jumlah buah pada cabang** Number of fruits on branches
Lokasi 1/Location 1	034,3	016,4	5,9 ± 6,4	2,3 ± 1,7	5,5 ± 6,3
Lokasi 2/Location 2	066,1	048,5	12,4 ± 12,5	3,2 ± 3,3	11,1 ± 12,0
Lokasi 3/Location 3	100,0	098,2	22,5 ± 17,4	2,3 ± 1,9	21,5 ± 16,9
Lokasi 4/Location 4	100,0	088,0	14,0 ± 11,9	4,8 ± 4,1	10,6 ± 9,5
Lokasi 5/Location 5	100,0	100,0	37,2 ± 21,9	8,6 ± 6,8	29,1 ± 18,4
Lokasi 6/Location 6	100,0	091,0	10,8 ± 9,1	3,7 ± 3,9	8,8 ± 7,8
Rataan/Averages	083,4 ± 27,6 (33,1)*	073,7 ± 33,8 (45,9)*	17,1 ± 11,2 (65,5)*	4,2 ± 2,4 (57,2)*	14,4 ± 9,0 (62,2)*

Keterangan: Data meliputi seluruh klon, angka di dalam kurung menunjukkan KK, \*\*angka merupakan rata-rata dari tanaman yang berbuah, dihitung berdasarkan kondisi saat dilakukan pengamatan, \*standar deviasi dan KK dari rata-rata per lokasi. Pengamatan dilakukan pada bulan Juni 2012.

Note: Data includes all clones, the number in parentheses indicates the coefficient of variance (CV), \*\* value is the average from fruiting trees, calculated based on the conditions at the time of observation. \* the standard deviation and CV from average value per location. Observations were made in June 2012.

Tabel 6. Rataan jumlah buah, bobot buah, jumlah biji dan ukuran biji 3 klon kakao asal ES umur 4 tahun di Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan

Table 6. Average number of fruits, pod weight, number of beans per pod and beans sizes of three cacao clones propagated via somatic embryogenesis at Kampiri Villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi

Variabel/Variabes	Scs 6	ICCRI 3	ICCRI 4
Jumlah buah/pohon/Number of fruits per tree	28,1 ± 21,39 (76,1)	27,0 ± 14,61 (54,2)	27,3 ± 17,31 (63,3)
Jumlah buah pada batang utama/Number of fruits on trunks	4,9 ± 3,98 (81,5)	6,00 ± 4,65 (77,6)	4,1 ± 3,07 (74,3)
Jumlah buah pada cabang/Number of fruits on branches	25,3 ± 19,30 (76,25)	21,8 ± 12,31(56,5)	24,9 ± 15,44 (62,0)
Bobot buah/Pod weight (g)	276,6 ± 82,10 (30,0)	351,6 ± 82,54 (23,5)	418,4 ± 105,57 (25,2)
Jumlah biji per buah/Number of beans per pod	42,2 ± 12,59 (29,8)	43,1 ± 5,60 (13,0)	43,5 ± 6,03 (13,9)
Ukuran biji/beans size	Kecil-sedang/ Small-medium	Kecil-besar/ Small-large	Sedang-besar/ Medium-large

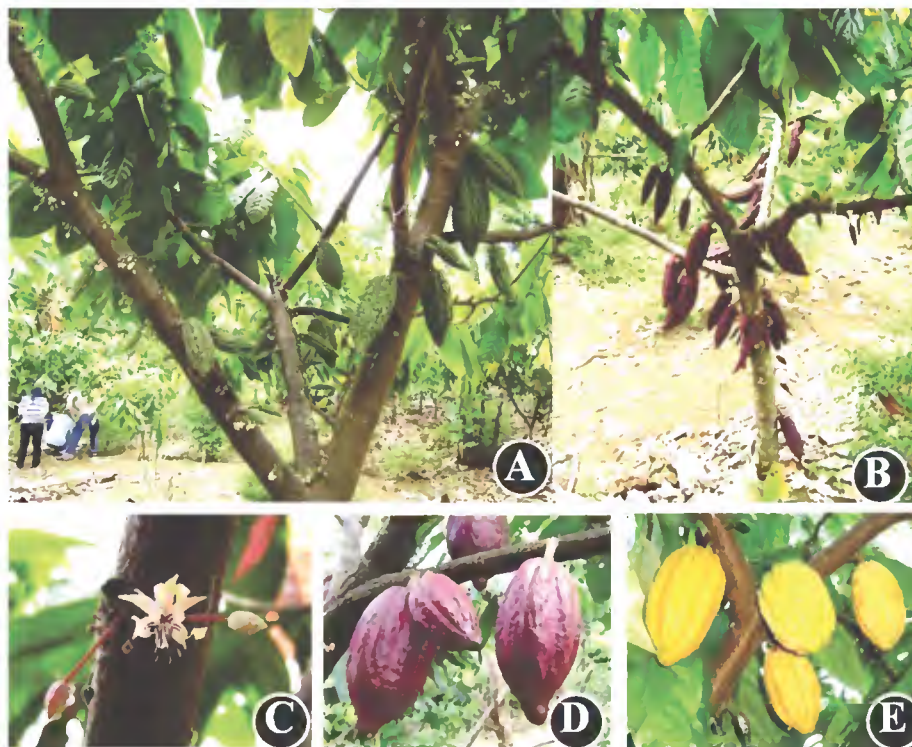
Keterangan: Angka di dalam kurung menunjukkan nilai koefisien keragaman, \*standar deviasi dan KK dari rata-rata klon. Pengamatan dilakukan pada bulan Desember 2013.

Note: Numbers in parentheses indicate the value of the coefficient of variability (CV), \* standard deviation and CV of the average value of clones. Observations were made in December 2013.

**Bobot Buah, Jumlah dan Bobot Biji**

Tanaman kakao asal ES menghasilkan buah dengan ukuran kecil sampai besar (Gambar 4A). Rataan bobot buah kakao asal ES umur 4 tahun di lokasi 8 adalah 349 g. Jumlah biji per buah cukup banyak dengan rataan 43 biji per buah. Biji pada umumnya memiliki warna kotiledon ungu (Gambar 4B). Berdasarkan deskripsi varietas yang digunakan di dalam program Gernas Kakao, klon Sca 6 memiliki buah kecil dengan bobot biji kering 0,65 – 0,8 g, klon ICCRI 3 memiliki bobot biji kering  $1,28 \pm 0,01$ g dengan jumlah biji per buah  $39,88 \pm 0,59$  dan klon ICCRI 4 memiliki bobot biji kering  $1,27 \pm 0,01$ g dengan jumlah biji per buah  $39,79 \pm 0,30$ . Hasil pengamatan menunjukkan

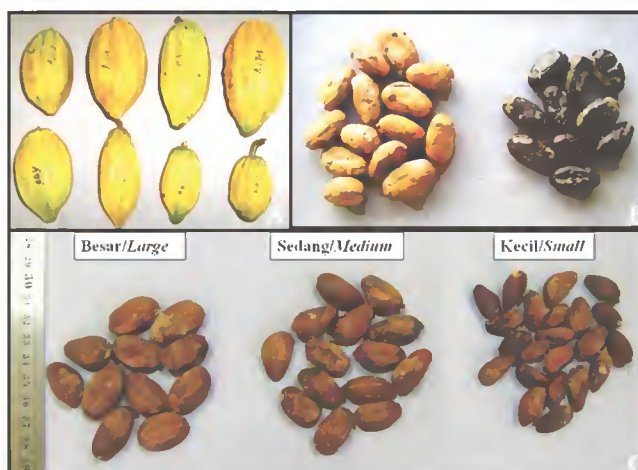
klon Sca6 asal ES memiliki ukuran biji kecil – sedang, ICCRI 3 kecil-besar sedangkan ICCRI 4 sedang-besar (Tabel 6). Biji kecil memiliki rataan bobot kering  $0,46 \pm 0,09$  g, biji sedang  $1,06 \pm 0,16$  g dan biji besar  $1,36 \pm 0,19$  g. Biji berukuran sedang dan besar termasuk ke dalam kelompok B/A dan AA berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia) biji kakao. Berdasarkan SNI biji kakao, biji kakao termasuk kelas AA apabila memiliki jumlah biji maksimal 85 biji/100 g, termasuk kelas A apabila memiliki jumlah biji 86-100 biji/100 g dan termasuk kelas B apabila memiliki jumlah biji 101-110 biji/100 g. Biji kecil pada tanaman kakao asal ES termasuk ke dalam kelas S berdasarkan SNI.



Gambar 3. Pembentukan bunga dan buah (A, B, C) tanaman kakao asal embrio somatik umur 2,5 tahun di Desa Tinco, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng. Buah kakao asal SE di Desa Sisango, Kecamatan Papalang, Kabupaten Mamuju (D) dan Desa Kabuloang, Kecamatan Kaluku, Kabupaten Mamuju (E)

Figure 3. Flowering and fruiting of somatic embryo derived-plant 2.5 years after planting at Tinco Villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi (A, B, C). Fruits of cacao somatic embryo derived plant at Sisango villages, Papalang District, Mamuju Regency, West Sulawesi (D) and Kabuloang Villages, Kaluku District, Mamuju Regency, West Sulawesi





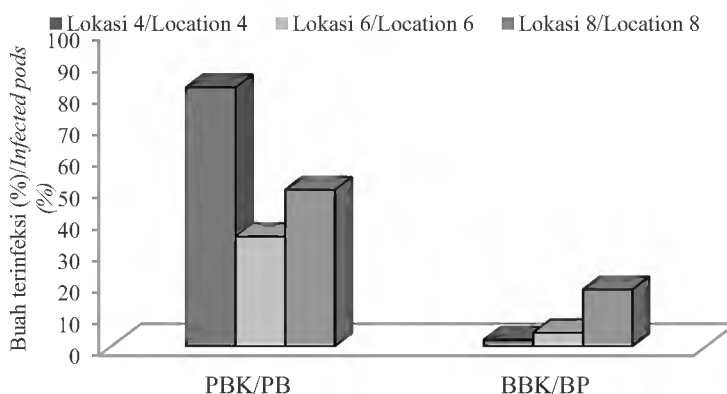
Gambar 4. Buah dan biji kakao asal embrio somatik. Buah setelah dipanen (A), biji setelah dikeringkan (B, kiri) dan dikupas kulit arinya (B, kanan) serta tiga ukuran biji yang telah dikeringkan (C).

Figure 4. Fruit after harvest (A), beans after drying (B, left), beans with purple cotyledon (B, right) and beans with large, medium and small size (C).

#### Kejadian Serangan Hama dan Penyakit

Hasil pengamatan terhadap buah yang dipanen di lokasi 4, 6 dan 8 menunjukkan persentase buah yang terinfeksi hama penggerek buah kakao (PBK) sangat tinggi yaitu 82, 34,8 dan 49,6% dengan tingkat serangan ringan (biji masih dapat dipisahkan satu sama lain) sampai berat (biji tidak dapat dilepaskan dari kulit). Terdapat 5 klon yang digunakan sebagai tetua pembuatan ES di dalam program Gernas Kakao yaitu ICCRI3, ICCRI4, Sca6, Sulawesi 2 dan Sulawesi 1 (DITJENBUN, 2012). Sulawesi 2 dilaporkan tahan terhadap PBK, Sulawesi 1 rentan dan belum ada informasi ketahanan terhadap PBK dari tiga klon lainnya. Tingginya tingkat kejadian PBK di lokasi 4 disebabkan petani terlambat melakukan panen. Selain

penggerek buah kakao, terdapat juga serangan busuk buah (BBK) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* (Gambar 6A) dengan persentase buah yang terinfeksi lebih rendah yaitu berturut-turut 2, 4.3 dan 18% (Gambar 5). Hasil pengamatan di lokasi 8 menunjukkan *P. palmivora* juga menyebabkan kanker batang (Gambar 6B,C) dengan persentase tanaman yang terserang sebesar 13%. Apabila tidak dikendalikan kanker batang menyebabkan kematian pada tanaman (Gambar 6C). Tingginya tingkat kejadian penyakit busuk buah dan kanker batang di lokasi 8 diduga karena faktor lingkungan yang mendukung perkembangan kedua penyakit tersebut. Setiap musim hujan lokasi 8 selalu tergenang akibat luapan air sungai.



Gambar 5. Tingkat serangan penggerek buah (PBK) dan busuk buah (BBK) pada buah kakao yang dipanen di Desa Kabuloang, Kecamatan Kaluku, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat (Lokasi 4), Desa Cabenge, Kecamatan Lirililau, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan (Lokasi 6) dan Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan (Lokasi 8).

Figure 5. Level of pod borer (PB) and black pod (BP) attack on cacao pods harvested at Kabuloang Villages, Kaluku District, Mamuju Regency, West Sulawesi (Location 4), Cabenge Villages, Lirililau District, Soppeng Regency, South Sulawesi (Location 6) and Kampiri Villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi (Location 8)



Gambar 6. Serangan busuk buah (A) dan kanker batang (B,C) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* Buttl pada tanaman kakao asal embrio somatik di lokasi Desa Kampiri, Kecamatan Citta, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan.

Figure 6. Black pod (A) and stem canker (cancer) (B,C) caused by *Phytophthora palmivora* Buttl on cacao plant propagated via somatic embryogenesis at Kampiri Villages, Citta District, Soppeng Regency, South Sulawesi.

Bibit kakao asal ES telah disebarluaskan dan ditanam di berbagai lokasi di Indonesia. Keberadaan tanaman kakao asal ES di berbagai lokasi tersebut memberi peluang untuk mengevaluasi keragaannya di lingkungan yang berbeda. Informasi tentang keragaan tanaman kakao asal ES di berbagai lokasi sangat penting karena dapat menjadi informasi dasar yang diperlukan bagi pemanfaatan bibit kakao asal ES di masa yang akan datang. Tanaman kakao asal ES yang sudah ditanam di berbagai lokasi dapat dijadikan bahan evaluasi untuk mendapatkan informasi tersebut.

Bibit tanaman asal ES dilaporkan mempunyai fenotipe yang beragam dan dalam beberapa hal berbeda dengan induknya akibat variasi somaklonal. Fenotipe tanaman yang berubah meliputi fenotipe minor (bentuk daun, bentuk buah pola pertumbuhan) atau mayor (daya hasil, ukuran, kualitas biji) seperti dilaporkan PEREZ *et al.* (2012) dan BOUAMRINE *et al.* (2012). Dari hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya diketahui adanya varian somaklon yang bersifat lebih tahan kekeringan (HEMON dan SUDARSONO, 2010; RAHAYU dan SUDARSONO, 2015), lebih tahan terhadap infeksi penyakit (YUSNITA *et al.*, 2010; LI *et al.*, 2012) dan daya hasil lebih tinggi (HEMON dan SUDARSONO, 2010). Pertanaman kakao asal ES yang telah ditanam di lapangan dapat dijadikan bahan untuk identifikasi dan evaluasi varian tanaman kakao dengan fenotipe yang negatif atau positif tersebut. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan adanya variasi variabel komponen daya hasil dan ketahanan terhadap infeksi hama dan penyakit pada tanaman kakao asal ES yang ada di lapangan. Menurut YOUSSEF *et al.* (2011) evaluasi terhadap tanaman secara individual di lapangan diperlukan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya fenotipe varian somaklon dengan karakter yang bermanfaat seperti tahan terhadap cekaman biotik dan abiotik atau daya hasil tinggi dan kualitas buah yang tinggi. Keberadaan populasi tanaman kakao asal ES

dalam jumlah besar yang telah ada di lapangan memperbesar kesempatan untuk menemukan varian tanaman kakao yang memiliki karakter yang bermanfaat.

#### KESIMPULAN

Tanaman kakao asal ES memiliki arsitektur seperti tanaman yang berasal dari biji, yaitu memiliki pertumbuhan dimorfik dan membentuk jorjet. Mayoritas tinggi jorjet berada pada kisaran 100 sampai 150 cm hampir sama dengan tinggi jorjet pada tanaman kakao asal biji. Tanaman kakao asal ES membentuk bunga dan buah dengan rataan persentase pembentukan bunga dan buah pada tanaman umur 2,5 mencapai 83 dan 74%. Pertumbuhan tanaman, pembungaan dan pembuahan bervariasi antar lokasi. Kajian yang lebih komprehensif masih perlu dilakukan untuk memastikan bahwa tanaman kakao asal ES mempunyai karakteristik tanaman dan hasil yang tidak berbeda dengan tanaman kakao asal bibit tradisional yang telah biasa digunakan petani.

Evaluasi keragaan tanaman kakao asal ES secara berkelanjutan sangat penting dilakukan untuk mendapatkan informasi dasar yang diperlukan bagi pemanfaatan bibit kakao asal ES di masa yang akan datang. Keberadaan populasi tanaman kakao asal ES dalam jumlah besar yang telah ada di lapangan juga dapat dijadikan bahan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi fenotipe varian tanaman kakao dengan karakter yang bermanfaat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristek melalui program PKPP tahun 2012 dan Badan Litbang Pertanian melalui program bantuan dana penelitian bagi

petugas belajar S3 tahun 2013 yang telah mendanai penelitian ini sehingga dapat terlaksana. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada BPTP Sulawesi Barat, BPTP Sulawesi Selatan, Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Barat, Dinas Perkebunan Provinsi Sulawesi Selatan, Dinas Perkebunan Kabupaten Soppeng, petugas pendamping Gernas Kabupaten. Soppeng, petugas pendamping Gernas Kabupaten Mamuju atas bantuan informasi dan teknis di lapangan serta Ir. Cicu, M.Si. dan Catur Nengsumoyo, S.Kom atas bantuan teknis di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- BADAN LITBANG PERTANIAN. 2012. Laporan Tahunan 2012: Inovasi Teknologi Menuju Pertanian Berkelanjutan. 141 halaman.
- BAG, N., L.M.S. PALNI, S. CHANDRA, and S.K. NANDI. 2012. Somatic embryogenesis in 'Maggar' bamboo (*Dendrocalamus hamiltonii*) and field performance of regenerated plants. *Current Sci.* 102 : 1279-1286.
- BAON, J.B. dan S. ABDOELLAH. 2010. Kesesuaian lahan kakao. Dalam : *Buku Pintar Budi Daya Kakao*. PT Agro Media Pustaka. Jakarta. Hal 33-41.
- BOUIAMRINE, H., M.DIOURI, and R. EL HALIMI. 2012. Assessment of somaclonal variation in regenerated plants from immature embryos culture of durum wheat. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 941-946.
- CERASELA S., and A. LAZAR. 2010. Estimating alfalfa somaclonal variation by ISSR markers. *J. Hort. Forest. Bio.* 14:177-181.
- DAGUSTU, N., M. BAYRAKTAROGLU, and B. GUDEN. 2011. Establishment of apical shoot meristem culture for *in vitro* conservation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genetic resources. *Helia* 34: 55-62.
- DEO, P.C., A.P. TYAGI, M. TAYLOR, R. M. HARDING, and D. K. BECKER. 2010. Factors affecting somatic embryogenesis and transformation in modern plant. *The South Pacific J. Natural and Appl. Sci.* 28: 27-40
- DITJENBUN. 2012. Pedoman Umum Gerakan Nasional Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao Tahun 2012. Direktorat Jenderal Perkebunan. Kementerian Pertanian. 78 halaman.
- FARAHANI F., R. YARI and M. SHEIDAI. 2011. Molecular, C-value and morphological analyses of somaclonal variation in three olive cultivars. *African J. Plant Sci.* 5:493-499.
- HEMON, A.F., and SUDARSONO. 2010. Evaluation of somaclones peanut plants regenerated from repeat cycles of *in vitro* selection against drought stress. *J. Agron. Indonesia* 38:36 - 42.
- HUSNI, H. dan C. LOPULISA. 2009. Kesesuaian lahan kabupaten Soppeng untuk pengembangan komoditi kakao berdasarkan pendekatan parametric. *Media Litbang* 21:132-143.
- LI, R., A.H. BRUNEAU and R. QU. 2010. Tissue culture-induced morphological somaclonal variation in *St. Augustinegrass* (*Stenotapharum secundatum* (Walt) Kuntze). *Plant Breeding* 129:96-99.
- LI, C.Y., G. DENG, J. YANG, A. VILJOEN, Y. JIN, R. KUANG, C. ZUO, Z. LV, Q. YANG, O. SHENG, Y. WEI, C. HU, T. DONG, and G. YI. 2012. Transcriptome profiling of resistant and susceptible Cavendish banana roots following inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4. *BMC Genomics* 13:374.
- LIMBONGAN, J. 2014. Teknologi multiplikasi bibit bermutu untuk peningkatan produktivitas dan kualitas hasil tanaman kakao. Bahan Orasi Ilmiah Profesor Research, Badan Litbang Pertanian. Kementerian Pertanian. 60 halaman.
- MAXIMOVA S.N., A. YOUNG, S. PISHAK, M.J. GUILTINAN. 2008. Field performance of *Theobroma cacao* L. plants propagated via somatic embryogenesis. *In Vitro Cell. Dev. Biol. Plant* 44:487-493.
- MAXIMOVA, S.N., S. FLOREZ, X. SHEN, N. NIEMENAK, Y. ZHANG, W. CURTIS and M.J. GUILTINAN. 2014. Genome-wide analysis reveals divergent patterns of gene expression during zygotic and somatic embryo maturation of *Theobroma cacao* L., the chocolate tree. *BMC Plant Biol.* 14:185-202.
- MGBEZE, G.C. and A. ISERHIENRHIEN. 2014. Somaclonal variation associated with oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) clonal propagation : a review. *African J. Biotech.* 13:989-997.
- PANCANINGTYAS, S. 2013. Evaluasi Kuantitas dan hiperhidrisitas embrio somatik kakao pada kultur padat, kultur cair, dan subkultur beruntun. *Pelita Perkebunan* 29: 10-19.
- PEREZ, G., E. YANEZ, A. MBOGHOLI, B. VALLE, F. SAGARRA, L. YABOR, C. ARAGON, J. GONZALEZ, M. ISIDRON, and J. C. LORENZO. 2012. New pineapple somaclonal variants: P3R5 and dwarf. *Amer. J. Plant Sci.* 3:1-11.
- PRAWOTO A.A. dan S. WINARSIH. 2010. Mengenal tanaman kakao. Dalam : *Buku Pintar Budi Daya Kakao*. Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan PT Agro Media Pustaka. Jakarta. Hal 11-32.
- QAOUD H.A., A. ABU-RAYA and S. YAISH. 2010. *In vitro* regeneration and somaclonal variation of *Petunia hybrid*. *J. Fruit and Orn. Plant Reserch* 18:71-81.
- RAHAYU, E.S. and SUDARSONO. 2015. *In vitro* selection of drought tolerant peanut embriogenic calli on medium containing polyethylene glycol and regeneration of drought tolerant plant. *Emirates J. Food Agric.* 27:457-487.
- RODRIGUEZ LOPEZ, C.M., H.C. BRAVO, A.C. WETTEN and M.J. WILKINSON. 2010. Progressive erosion of genetic and epigenetic variation in callus-derived cocoa (*Theobroma cacao*) plants. *New Phytologist* 186:856-868.
- YOUSSEF, M., R. KU-CAUICH, A. JAMES, and R.M. ESCOBEDO. 2011. Genetic analysis of somatic embryogenesis derived plants in banana. *Assiut J. Agric. Sci.* 42:287-300.

YUSNITA, H. ASWIDINOOR, R. MEGIA, R. SUSENO, dan SUDARSONO. 2010. Varian somaklon kacang tanah resisten *Sclerotium rolfsii* hasil seleksi *in vitro* menggunakan filtrate kultur cendawan. Hayati 10:35-46.

ZARIF, M., B. SADIA, R.A.KAINTH, and I.A. KHAN. 2013. Genotypes, explants and growth hormones influence the morphogenesis in Pakistani sorghum (*Sorghum bicolor*): preliminary field evaluation of sorghum somaclones. Inter. J. Agric. Biotech. 15: 1157-1162.