

Pengemasan Planlet Pascaaklimatisasi Hasil Perbanyakan *Somatic Embryogenesis* Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Packaging of Post Acclimatized Somatic Embryogenesis Cocoa Plantlet (Theobroma cacao L.)

Soedarsianto¹⁾ dan Teguh Iman Santoso²⁾

Ringkasan

Produksi bahan tanam kakao (*Theobroma cacao* L.) klonal melalui teknologi *somatic embryogenesis* dipandang lebih tepat karena teknik perbanyakan ini bersifat masal, tanaman yang dihasilkan merupakan tanaman yang *true to type* dan mempunyai keragaan/morfologi pertanaman sama dengan tanaman asal biji. Sifatnya yang sudah klonal menjadikan tanaman hasil perbanyakan teknologi *somatic embryogenesis* tidak mengalami segregasi. Sementara ini, proses produksi sampai dengan proses aklimatisasi terpusat di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dan distribusi planlet ke penangkar di daerah dilakukan dalam bentuk cabutan. Identifikasi terhadap faktor-faktor yang menyebabkan kelayuan selama proses pengiriman, perlu dilakukan. Penelitian ini mengkaji pengaruh kondisi penyimpanan (kedap udara dan terbuka) dan wadah penyimpanan (kardus dan mika plastik) untuk mendapatkan lama penyimpanan planlet kakao pascaaklimatisasi yang maksimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata antara penggunaan kardus dan mika plastik pada beberapa tingkat volume tempat penyimpanan baik 12.600 cm³ maupun 4.416 cm³. Kondisi yang berpengaruh terhadap persentase hidup planlet justru pada kondisi kedap dan tidak kedap udara. Kondisi penyimpanan kedap udara menghasilkan persentase hidup yang lebih baik (81,58%) dibanding kondisi tidak kedap udara (65,00%). Pada kondisi kedap udara persentase daun gugur didapatkan lebih rendah (10,33%) dibandingkan dengan kondisi penyimpanan tidak kedap udara (32,58%). Persentase hidup planlet sampai dengan volume wadah penyimpanan 4.416 cm³ masih belum menunjukkan perbedaan yang nyata dengan volume wadah penyimpanan 12.600 cm³. Hubungan antara jumlah daun gugur dengan persentase hidup mengikuti pola linear $y = -1,4719x + 104,88$ ($R^2 = 0,9772$). Hasil pengujian penyimpanan planlet sampai hari ke 6 menunjukkan persentase hidup 97% dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyimpanan planlet selama 3 hari (98,75%). Penurunan persentase hidup planlet secara signifikan terjadi pada penyimpanan melebihi 6 hari.

1) Kepala Urusan Bahan Tanam (*Head of planting material*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember.

2) Peneliti (*Researcher*); Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember.

Summary

Clonal plants that produced by somatic embryogenesis technique is one of the best choice to produce superior clonal cacao (Theobroma cacao L.) planting materials. The somatic embryogenesis technique is a possible way for massive propagation, the outcome is true to type plants, the architecture similarity that the seedlings but there is not segregation like seedlings plants. At present mass production started of plantlets production until post-acclimatized plantlets of somatic embryogenesis cocoa was done at Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute. Distribution system of the planting materials to whole areas in form of as up-rooted post-acclimatized plantlet. Some problems identified to reduce probability of decreasing viability of up-rooted post-acclimatized plantlets and one of them is extreme internal water deficit. This research investigate of the influence storage condition (air tight and non-air tight) and box storage (mica plastic and cardboard box). The first experiment result show, there is no significant different between mica plastic and cardboard box usage for storage of post-acclimatized cocoa plantlet. Viability of up-rooted post acclimatized cocoa plantlet influenced exactly by air tight and non-air tight storage condition. Air tight storage condition have better viability of up-rooted post acclimatized (81,58%) than non-air tight storage condition (65,00%). Leaf senescence on air tight storage condition (10,33%) lower than non-air tight storage (32,58%). There is not significantly on volume storage per plantlet between 4.416 cm³ and 12.600 cm³. Relationship between fallen leaves and cocoa plantlet viability follow negative linear correlation $y = -1,4719x + 104,88$ ($R^2 = 0,9772$). The second experiment treatment showed that maximal storage periode of post-acclimatized cocoa plantlet just until 6 days stored (97%) and not significant with 3 days one. Viability of post acclimatized cocoa plantlet decreased after 6 days storage period.

Key words : *Somatic embryogenesis, post acclimatized cacao plantlet, storage condition, box storage, volume storage, storage period and viability.*

PENDAHULUAN

Salah satu jaminan keberhasilan untuk menunjang Gerakan Peningkatan Produksi dan Mutu Kakao secara nasional adalah ketersediaan bahan tanam klonal unggul. Selain teknologi okulasi, perbanyakan tanaman kakao secara klonal konvensional umumnya dilakukan dengan teknik penyambungan. Namun demikian teknik ini masih memungkinkan adanya risiko interaksi negatif antara batang atas dan batang bawah

yang berpengaruh terhadap rendahnya produksi, seperti dilaporkan Bolt *et al.* (1983), Prawoto *et al.* (1990) dan Susilo *et al.* (2005). Produksi bahan tanam kakao klonal melalui teknologi embriogenesis somatik dipandang lebih tepat karena teknik perbanyakan ini bersifat massal berbasis media kultur (Park and Klimaszewska, 2003), tanaman yang dihasilkan merupakan tanaman yang *true to type*

(Masseret *cit.* Masseret *et al.*, 2008), mempunyai keragaan pertanaman sama dengan tanaman asal biji, memiliki percabangan ortotrop, membentuk jorket dan berakar tunggang (Paulin and Garzon, 2008). Tentunya sifatnya yang klonal menjadikan bahan tanam kakao yang diperbanyak melalui teknologi *somatic embryogenesis* tidak mengalami segregasi atau kemunduran sifat seperti yang terjadi pada tanaman asal biji.

Proses perbanyakan kakao *somatic embryogenesis* dimulai dari proses produksi, proses aklimatisasi sampai dengan dihasilkan planlet kakao pascaaklimatisasi, secara masal masih dilakukan terpusat di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Planlet kakao pascaaklimatisasi selanjutnya didistribusikan secara masal dalam bentuk cabutan ke beberapa propinsi di Indonesia.

Identifikasi awal untuk mengantisipasi masalah kemunduran persentase hidup planlet sebagai akibat dari pengiriman secara cabutan, perlu dilakukan. Teknik ini menjadi penting untuk dikaji karena belum pernah dilakukan sebelumnya pada bahan tanam berupa planlet. Teknik penyimpanan bahan tanam yang pernah dilakukan adalah dalam bentuk benih (Rahardjo dan Winarsih 1993, Soedarsono 1985), *stump* mata tidur (Soedarsianto *et. al.*, 1994), bibit kakao cabutan (Soedarsono 1990, Rahardjo, 2005).

Salah satu penyebab kemunduran persentase hidup bibit kakao yang dikirim tanpa media adalah kelayuan yang berlanjut ke *permanent wilting point* (Soedarsono, 1991). Namun demikian, kemunduran persentase hidup akibat pengiriman planlet

kakao secara cabutan dapat ditekan dengan memanipulasi lingkungan eksternal. Hasil penelitian Soedarsono (1990) melaporkan bahwa jumlah kematian bibit kakao cabutan lebih rendah di daerah basah (kebun Kalisepanjang) dan prekositasi pada umur 22 bulan setelah penanaman tidak berbeda nyata dengan tanaman yang dipindah dalam polibeg. Lingkungan eksternal yang basah memungkinkan terjaganya kelembaban eksternal bibit selama pengiriman sehingga kehilangan air dapat ditekan.

Perlakuan pengemasan bibit kakao cabutan dengan membungkus akar dalam kantung plastik berisi air dengan tujuan untuk menghindari terjadinya *blocking* kolom air di dalam jaringan pembuluh oleh udara, pernah dilakukan Soedarsono (1990). Hasilnya bahwa bibit kakao hanya bertahan selama penyimpanan 2 hari, selanjutnya persentase hidupnya tinggal 15–67% pada 10 bulan setelah penanaman. Teknologi ini dipandang masih kurang ekonomis dan tidak praktis, keberadaan air yang digunakan dalam proses perendaman akar selama pengiriman akan mempersulit teknis pengiriman di lapangan.

Berdasarkan hal tersebut, diperlukan metode yang mudah diterapkan di lapangan untuk keamanan proses pengiriman planlet kakao pascaaklimatisasi secara massal. Penggunaan metode pengemasan kedap udara dilakukan untuk menghindarkan tingkat kelayuan yang parah akibat *internal water deficit*. Pengemasan kedap udara dipandang dapat menghambat aktivitas biologis tanaman, berfungsi menekan pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu dan

kelembaban, mengurangi tersedianya oksigen, kontaminasi hama, kutu, jamur, bakteri dan kotoran (Kartono, 2004).

Pada dasarnya, upaya penanganan planlet kakao pada pengiriman massal secara cabutan membutuhkan pola penanganan yang terpadu dengan memperhatikan semua faktor yang berpengaruh terhadap penurunan persentase hidup planlet kakao. Salah satunya adalah dengan mengetahui lama penyimpanan maksimal pada kondisi kedap udara yang dapat menjadi jaminan penanganan yang lebih baik. Informasi mengenai metode pengemasan dan lama penyimpanan planlet kakao pascaaklimatisasi, selengkapnya akan dibahas dalam tulisan ini.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilaksanakan di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Ketinggian tempat \pm 45 m dpl dengan tipe hujan D menurut Schmidt & Ferguson dan dengan topografi datar. Bahan penelitian menggunakan planlet kakao pascaaklimatisasi umur 3 bulan memiliki tinggi 8–10 cm dan jumlah daun 4–6 helai.

Percobaan Pertama

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh wadah dan kondisi penyimpanan terhadap persentase hidup planlet. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap faktorial, 2×4 , masing-masing perlakuan terdiri atas 100 planlet dan diulang 3 kali. Faktor pertama berupa kondisi tempat penyimpanan (A) yaitu

tidak kedap udara (A0) dan kedap udara (A1). Faktor kedua berupa wadah penyimpanan (T) yaitu mika plastik ukuran volume 4.416 cm^3 (T1), mika plastik volume 12.600 cm^3 (T2), kardus volume 4.416 cm^3 (T3) dan kardus volume 12.600 cm^3 (T4). Untuk mendapatkan volume 12.600 cm^3 menggunakan wadah dengan ukuran panjang x lebar x tinggi $30 \times 30 \times 14 \text{ cm}$ sedangkan volume 4.416 cm^3 menggunakan wadah dengan ukuran panjang x lebar x tinggi $24 \times 23 \times 8 \text{ cm}$.

Kondisi kedap udara dilakukan dengan cara memastikan tidak terjadi pertukaran udara luar di dalam tempat penyimpanan. Untuk tempat penyimpanan berupa mika plastik dilakukan dengan cara melakukan isolasi mika plastik dengan lakban. Untuk wadah penyimpanan berupa kardus dilakukan dengan cara membungkus rapat planlet kakao pascaaklimatisasi ke dalam plastik transparan sebelum dimasukkan ke dalam kardus.

Planlet kakao pascaaklimatisasi disimpan selama 4 hari dan dilakukan pengamatan terhadap persentase hidup dan persentase kerontokan daun pada minggu ke 4 setelah tanam.

Percobaan Kedua

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui lama penyimpanan maksimal yang dapat diterima untuk mempertahankan persentase hidup planlet kakao pascaaklimatisasi. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap 4 ulangan. Planlet kakao pascaaklimatisasi dicabut dan segera dikemas dalam kardus kedap udara ukuran $60 \times 40 \times 20 \text{ cm}$, selanjutnya

dilakukan pengamatan terhadap persentase hidup dan kerontokan daunnya pada minggu ke 4 setelah tanam. Perlakuan lama simpannya adalah S1 (disimpan 3 hari), S2 (disimpan 6 hari) dan S3 (disimpan 9 hari). Pengamatan dilakukan terhadap persentase hidup dan persentase kerontokan daun plantlet kakao pascaaklimatisasi pada minggu ke 4 setelah tanam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengetahui titik-titik kritis selama penyimpanan plantlet kakao pascaaklimatisasi hasil perbanyakan embriogenesis somatik dalam bentuk cabutan merupakan hal penting untuk diketahui guna mengurangi risiko kematian plantlet. Seperti dilaporkan Kartono (2004), pengemasan kedap udara akan menghambat aktivitas biologis tanaman, berfungsi menekan pengaruh kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembaban, kontaminasi hama, kutu, jamur, bakteri dan kotoran. Lebih dari itu, pengemasan kedap udara secara nyata menghambat kegiatan

respirasi, menunda pelunakan, penguningan, perubahan-perubahan mutu, dan proses pembongkaran lainnya dengan mempertahankan atmosfer yang lebih banyak CO₂, lebih sedikit O₂ daripada dalam udara biasa (Do dan Salunke, 1986).

Pengaruh Wadah dan Kondisi Penyimpanan

Hasil pengujian pengaruh wadah dan kondisi tempat penyimpanan plantlet kakao cabutan menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap persentase hidup plantlet kakao cabutan. Tidak ada perbedaan yang nyata antara penggunaan kardus dan mika plastik pada beberapa tingkat volume wadah penyimpanan baik 12.600 cm³ dan 4.416 cm³ (Tabel 1), kondisi yang berpengaruh terhadap persentase hidup justru pada kondisi kedap dan tidak kedap udara.

Pada semua perlakuan, kondisi penyimpanan kedap udara menghasilkan persentase

Tabel 1. Interaksi antara tempat dan kondisi penyimpanan terhadap persentase hidup plantlet kakao pasca aklimatisasi cabutan
Table 1. Interaction between kind of package and packaging condition on viability of up-rooted post-acclimatized cocoa plantlet

Perlakuan (Treatment)	Hidup (Alive), %
Kardus volume 12.600 cm ³ (volume of cardboard 12.600 cm ³). Kedap udara (air tight)	98.67 a
Mika plastik volume 12.600 cm ³ (volume of plastic mica 12.600 cm ³). Kedap udara (air tight)	98.33 a
Mika plastik volume 4.416 cm ³ (volume of plastic mica 4.416 cm ³). Kedap udara (air tight)	81.33 b
Kardus volume 4.416 cm ³ (volume of cardboard 4.416 cm ³). Kedap udara (air tight)	80.00 b
Kardus volume 12.600 cm ³ (volume of cardboard 12.600 cm ³). Tidak kedap udara (non-air tight)	66.67 c
Mika plastik volume 12.600 cm ³ (volume of plastic mica 12.600 cm ³). Tidak kedap udara (non-air tight)	62.67 c
Mika plastik volume 4.416 cm ³ (volume of plastic mica 4.416 cm ³). Tidak kedap udara (non-air tight)	52.00 d
Kardus volume 4.416 cm ³ (volume of cardboard 4.416 cm ³). Tidak kedap udara (non-air tight)	46.67 d

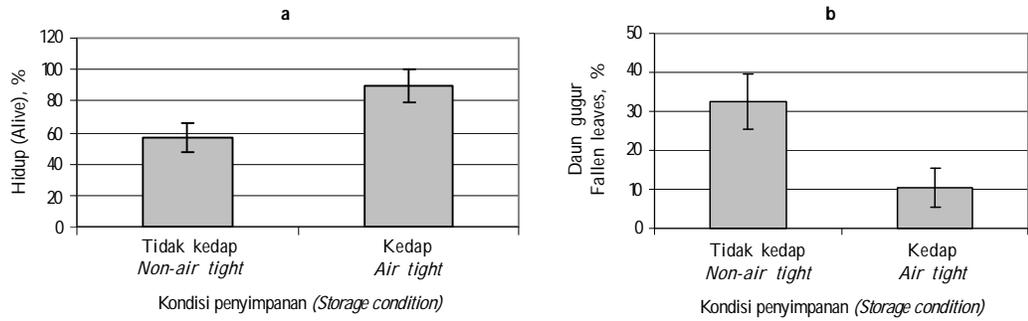
Keterangan (Notes) : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji Duncan pada taraf 5%. (Figures in the same column are not significantly different according to Duncan's Test at 5% significant levels).

hidup yang lebih baik (81,58 %) dibanding kondisi tidak kedap udara (65 %). Planlet kakao tidak mengalami *internal water deficit* yang parah, akibat pergerakan air keluar tubuh tanaman melalui proses osmosis yang terhambat. Konsentrasi CO₂ yang meningkat akibat proses respirasi planlet di dalam wadah kedap udara berakibat stomata bergerak menutup untuk meminimalisir kehilangan air sebagai usaha mempertahankan diri (Bidwell, 1979). Selanjutnya, kondisi dalam wadah kedap udara akan mempertahankan atmosfer yang mengandung lebih banyak CO₂ dengan lebih sedikit O₂. Konsentrasi O₂ yang rendah berpengaruh pada tertundanya pelunakan, proses pembongkaran dan perubahan mutu (Do & Salunke, 1986), laju respirasi substrat menurun, proses pematangan tertunda karena produksi etilen yang rendah dan sebagai akibatnya umur substrat menjadi lebih panjang (Ulrich, 1986).

Respirasi mengakibatkan adanya akumulasi air dalam wadah kedap udara. Atmosfer yang lembab menguntungkan karena akan mengendalikan pengeriputan substrat. Tetapi atmosfer yang lembab juga akan memperbaiki lingkungan untuk perkecambahan spora-spora cendawan dan infeksi (Hall *et al.*, 1986). Peluang munculnya cendawan tetap harus dikendalikan. Konsentrasi optimal fungisida untuk mengendalikan kemungkinan cendawan yang tumbuh memang belum diuji, tetapi penggunaan fungisida tembaga konsentrasi 2% pada penelitian ini dianggap sudah mampu mengendalikan tumbuhnya cendawan.

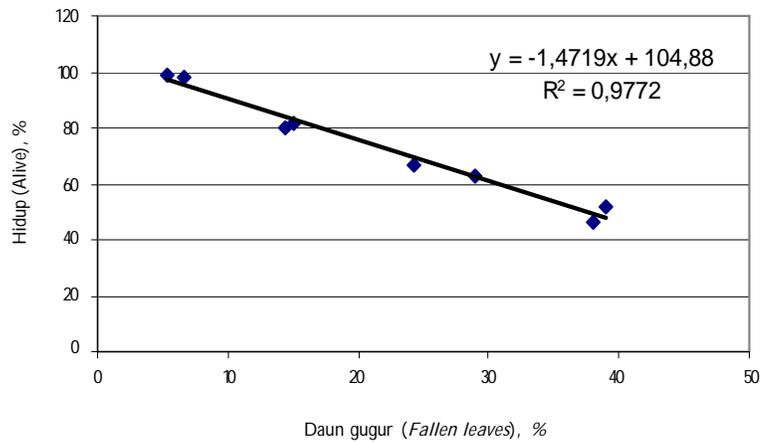
Kondisi penyimpanan kedap udara juga berdampak pada tingkat kerontokan daun sebagai salah satu parameter yang menunjukkan tingginya konsentrasi asam absisik. Secara langsung, tingginya angka kerontokan daun akan menghambat proses *recovery* planlet, prosesnya menjadi terhambat karena tanaman membutuhkan energi ekstra untuk kembali memunculkan daun baru. Gambar 2 menunjukkan bahwa hubungan antara jumlah daun gugur dengan persentase hidup mengikuti persamaan linear $Y = -1,4719X + 104,88$ ($R^2 = 0,9772$), artinya semakin banyak jumlah daun yang gugur, maka persentase hidup plantlet kakao menjadi semakin rendah. Pada kondisi kedap udara, persentase daun gugur didapatkan lebih rendah (10,33%) dibandingkan dengan kondisi penyimpanan terbuka (32,58%). Akibatnya, proses *recovery* planlet yang berasal dari kondisi penyimpanan kedap udara lebih cepat dibandingkan pada planlet yang berasal dari kondisi penyimpanan terbuka. Lebih lanjut dijelaskan bahwa tingkat kesegaran tanaman berkaitan dengan status hormonal (Peterson *et al.*, 1980). Berkurangnya potensial air dari tubuh tanaman selama proses penyimpanan akan menurunkan aktivitas giberelin dan sitokinin (Aharoni *et al.*, 1977), sebaliknya kondisi status air yang menurun akan mengakumulasi kandungan asam absisik (ABA) yang berperan dalam proses penuaan organ tanaman (Bidwel, 1979).

Kondisi wadah penyimpanan tidak kedap udara menjadikan pertukaran udara menjadi lebih bebas. Kandungan O₂ yang bebas mengakibatkan laju respirasi berjalan



Gambar 1. Pengaruh kondisi penyimpanan terhadap persentase hidup (a) dan daun gugur (b) planlet pascaaklimatisasi. Data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku.

Figure 1. The effect storage condition on the viability (a) and fallen leaves (b) of up rooted post acclimatized cocoa plantlets. Data presented in average ± standard deviation.



Gambar 2. Hubungan persentase daun gugur dengan persentase hidup planlet pascaaklimatisasi cabutan.

Figure 2. Relationship between fallen leaves and viability of up rooted post acclimatized cocoa plantlets.

normal dan produksi etilen yang berperan dalam proses pematangan organ meningkat (Ulrich,1986). Proses penuaan organ ini selanjutnya akan memacu tingkat kerontokan daun.

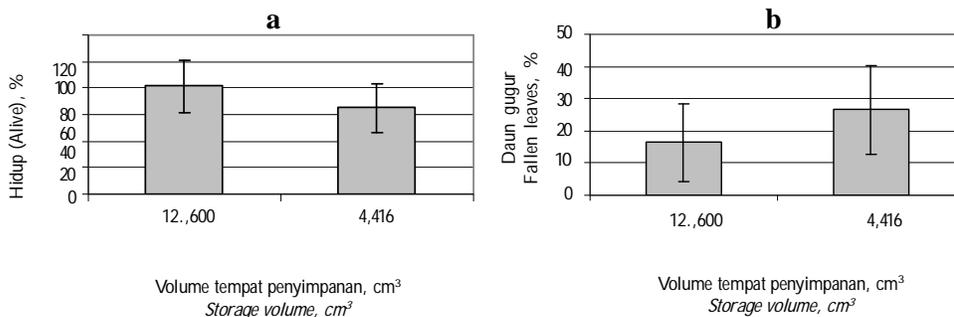
wadah penyimpanan 44,16 cm³/planlet masih belum menunjukkan perbedaan yang nyata dengan volume wadah penyimpanan 126 cm³/planlet.

Pengaruh Kepadatan Planlet

Berdasarkan histogram pengaruh volume penyimpanan terhadap persentase hidup planlet pascaaklimatisasi dan persentase jumlah daun gugur, menunjukkan adanya kecenderungan terjadi penurunan persentase hidup planlet dan kenaikan persentase jumlah daun gugur pada volume penyimpanan yang semakin kecil. Tetapi pada volume wadah penyimpanan 4.416 cm³ dan 12.600 cm³ untuk menyimpan 100 planlet dengan ukuran planlet tinggi 8-10 cm dan jumlah daun 4-6 lembar masih belum didapatkan perbedaan nyata. Hal ini berarti sampai dengan volume

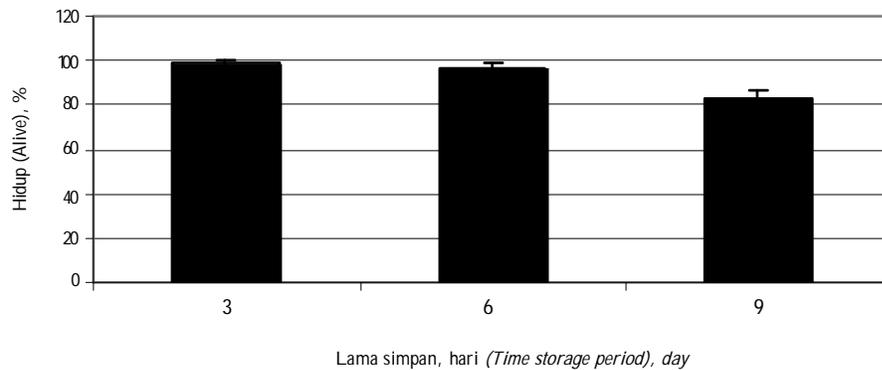
Lama Penyimpanan

Untuk melengkapi informasi teknologi pengemasan dalam kondisi kedap udara pada pengiriman planlet secara cabutan, maka penting untuk dilakukan kajian terhadap lama penyimpanan. Informasi tersebut akan menjadi dasar teknik *handling* dalam proses distribusi planlet secara masal dan dapat dijadikan sebagai angka toleransi yang dapat diberikan untuk menjamin persentase hidup planlet. Hasil analisis menggunakan nilai rerata simpangan baku pada percobaan lama penyimpanan planlet dapat ditunjukkan pada Gambar 4. Sampai dengan hari ke 6, planlet kakao cabutan masih memiliki persentase



Gambar 3. Pengaruh volume penyimpanan terhadap persentase hidup (a) dan daun gugur (b) planlet pascaaklimatisasi. Data disajikan sebagai rerata ± simpangan baku.

Figure 3. The effect storage volume on the viability (a) and fallen leaves (b) of up root post acclimatized cocoa plantlet. Data presented in average ± standard deviation.



Gambar 4. Pengaruh lama penyimpanan terhadap persentase hidup planlet kakao pascaaklimatisasi. Data disajikan dalam rerata \pm simpangan baku.

Figure 4. The effect of storage period on the viability of post acclimatized cocoa planlet. Data presented by average \pm of standard deviation.

hidup 97% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan penyimpanan selama 3 hari (98,75%). Selanjutnya, terjadi penurunan persentase hidup planlet kakao pada penyimpanan melebihi 6 hari. Seiring dengan lamanya waktu penyimpanan, maka semakin banyak cadangan makanan yang digunakan planlet kakao untuk kegiatan metabolisme sel sebagai mekanisme mempertahankan diri. Penyimpanan planlet sampai dengan hari ke 9 menunjukkan persentase hidup planlet terendah 82,5 % dan nilai rerata simpangan bakunya menunjukkan angka yang berbeda nyata dengan persentase hidup planlet pada penyimpanan selama 3 dan 6 hari. Hal ini memperjelas penelitian sebelumnya yang dilakukan Rahardjo (2005) bahwa persentase hidup bibit kakao cabutan pada penyimpanan sampai dengan hari ke 4 tidak memiliki perbedaan yang nyata dengan lama penyimpanan sampai hari ke 2.

KESIMPULAN

1. Persentase hidup planlet kakao ditentukan oleh kondisi kedap dan tidak kedap udara. Kondisi penyimpanan kedap udara menghasilkan persentase hidup yang lebih baik (81,58 %) dibanding kondisi tidak kedap udara (65 %).
2. Tidak terdapat perbedaan yang nyata antara penggunaan kardus dan mika plastik sebagai tempat penyimpanan
3. Persentase daun gugur pada kondisi kedap udara didapatkan lebih rendah (10,33%) dibandingkan dengan kondisi penyimpanan tidak kedap udara (32,58%).
4. Viabilitas planlet yang disimpan dalam wadah 4.416 cm³ sama dengan volume wadah 12.600 cm³.

5. Lama penyimpanan planlet sampai dengan hari ke 6 masih menunjukkan persentase hidup (97 %), sama dengan penyimpanan selama 3 hari (98,75 %). Lebih dari 6 hari disimpan, persentase hidup planlet turun drastis (82,5%).
6. Hubungan antara jumlah daun gugur dengan persentase hidup mengikuti persamaan linear $Y = -1,4719X + 104,88$ ($R^2 = 0,9772$).

DAFTAR PUSTAKA

- Aharoni, N.; A. Blumenfeld & A.E. Richmond (1997). Hormonal activity in detached lettuce leaves as affected by leaf water content. *Plant physiol.*, 59, 1169–1173.
- Alvim, R.; J.M. Pinheiro Lima & C.A. Afonso (1981). Posibilidade de Transplante do Cacaueiro Com Raizes Nuas, VII. *International Cocoa Research Conf. Colombia*. 18–23 Oct., 21–26.
- Bidwell. R.G.S (1979). *Plant Physiology*. MacMillan Publishing Co. London.
- Do, J.Y & D.K. Salunke (1986). *Penyimpanan Dengan Udara Terkendali, Pertimbangan-Pertimbangan Biokimia. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika*. Gadjah Mada University Press.
- Hall, C.W.; R.E. Hardenburg & Er.B. Pantastico (1986). *Pengemasan Untuk Konsumen Dengan Plastik. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika*. Gadjah Mada University Press.
- Masseret, B.; C. Vachet; B.Florin; M. Gianforcaro; A. Fillodeau; E. Brulard; J.F. Bouquet; M. Alvarez; P. Broun (2008). Propagation of Cacao (*Theobroma Cacao* L.) by Somatic Embryogenesis And Field Performance of The Trees. *Paper on Indonesian Cocoa Symposium, 28–29th October 2008*. Denpasar-Bali.
- Murray, D.B. (1954). An Antitranspirant For Cacao. Rep. Cacao Res. 1954. The Imp. *College of Trop Agric.*, p 44.
- Paulin D. & Y. Garzon (2008). Clonal propagation by somatic embryogenesis result of Equador. *Paper on Indonesian Cocoa Symposium, 28–29th October 2008*. Denpasar-Bali.
- Park, Yill-Sung & K. Klimaszewska (2003). Achievements and challenges in conifer somatic embryogenesis for clonal forestry. *Paper World Forestry Congress*.
- Prawoto, A.A; W. Soerodikoosumo; Soemartono & H. Hatiko (1990). Kajian okulasi pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). IV Pengaruh batang bawah terhadap daya hasil batang atas. *Pelita Perkebunan*, 6, 13–20.
- Rahardjo, P. (2005). Pengaruh lama penyimpanan terhadap daya tumbuh bibit kakao cabutan. *Pelita Perkebunan*, 21, 106–112.
- Rahardjo, P. & S. Winarsih (1993). Pengaruh kalsium hipoklorit terhadap daya tumbuh benih kakao. *Pelita Perkebunan*, 9, 10–17.
- Soedarsono (1985). Pengangkutan benih coklat dalam bentuk biji tanpa kulit. *Warta Balai Penelitian Perkebunan Jember*, 1, 14–18.

- Soedarsono (1990). Pemindahan bibit kakao cabutan, studi banding cara cabutan dan penggunaan kantung plastik. *Pelita Perkebunan*, 6, 109–116
- Soedarsianto; Sri-Winarsih & Sikusno (1994). Pengaruh penyimpanan stump okulasi mata tidur bibit kakao terhadap daya hidup dan pertumbuhannya. *Pelita Perkebunan*, 10, 87–91.
- Ulrich R. (1986). *Pertimbangan Fisiologis dan Praktis. Fisiologi Pascapanen Penanganan dan Pemanfaatan Buah-buahan dan Sayur-Sayuran Tropika dan Subtropika*. Gadjah Mada University Press.
