

Pengaruh periode perendaman air dan komposisi media tumbuh terhadap keberhasilan aklimatisasi planlet sagu

Effect of water immersion period and growing media composition on acclimatization success of sago palm plantlets

SUMARYONO^{*)} & Imron RIYADI

Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl. Taman Kencana No.1, Bogor 16128, Indonesia

Diterima tgl 2 Februari 2017 / disetujui tgl 27 Juli 2017

Abstract

Sago palm (Metroxylon sagu Rottb.) is a carbohydrate-producing crop, commonly propagated by suckers. The availability of planting materials in a large quantity hinders the development of commercial sago plantations. Sago propagation by tissue culture via somatic embryogenesis has been developed to provide superior planting materials of sago palm. One of the major problems faced in tissue culture of sago palm is the low survival rate of plantlets during acclimatization period. The objective of this research was to increase the acclimatization success of sago plantlets in term of survival rate and growth at ex vitro conditions. The experiments were conducted using a randomized block design with two factors i.e. water immersion period and growing media composition. The water immersion periods used were without immersion, immersion for 2 days with 1 day intermittent period, immersion for 1 day with 1 day intermittent period, immersion for 1 day with 2 days intermittent period, and continuous immersion. The growing media used were consisted of top soil, sand, dung manure, and cocopeat at different compositions. Sago plantlets were planted on small plastic pots and placed inside a closed plastic tunnel for 12 weeks. Research results showed that continuous water immersion and mixed composition of soil, sand, and cocopeat (1:1:2 v/v) was the best conditions for acclimatization of sago plantlets with the survival rate of 70% after 12 weeks. The survived plants had good leaves and roots, ready to be transferred to big plastic bags in the main nursery.

[Keywords: *Metroxylon sagu, sago palm, acclimatization, immersion, media composition*]

Abstrak

Tanaman palma sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) termasuk tanaman penghasil karbohidrat yang umumnya diperbanyak dengan anakan (*suckers*). Ketersediaan bahan tanam dalam jumlah besar merupakan hambatan pengembangan perkebunan sagu komersial. Kultur jaringan tanaman sagu telah dikembangkan melalui teknik embriogenesis somatik untuk memenuhi kebutuhan bahan tanam unggul sagu. Salah satu masalah utama dalam kultur jaringan sagu adalah rendahnya daya hidup planlet pada tahap aklimatisasi. Penelitian ini bertujuan meningkatkan keberhasilan aklimatisasi planlet sagu yang meliputi daya hidup dan pertumbuhan bibit pada lingkungan *ex vitro*. Percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor yaitu perendaman air dan komposisi media. Perlakuan perendaman air adalah tanpa perendaman, perendaman 2 hari diselang tanpa perendaman 1 hari, perendaman 1 hari diselang tanpa perendaman 1 hari, perendaman 1 hari diselang tanpa perendaman 2 hari, dan perendaman terus menerus. Komposisi media tumbuh yang digunakan berupa perbandingan volume penyusun yaitu tanah, pasir, pupuk kandang dan *cocopeat*. Planlet ditanam di pot kecil dan diletakkan di dalam sungkup plastik tertutup selama 12 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman terus menerus dan media tumbuh campuran tanah, pasir, *cocopeat* (1:1:2 v/v) merupakan kondisi terbaik pada aklimatisasi planlet sagu dengan daya hidup mencapai 70% setelah 12 minggu. Bibit yang dihasilkan memiliki daun dan perakaran yang baik, siap untuk dipindahkan ke pot plastik besar di persemaian utama.

[Kata kunci: *Metroxylon sagu, sagu, aklimatisasi, perendaman, komposisi media*]

Pendahuluan

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.), tanaman palma tahunan asli Indonesia, merupakan salah satu tanaman penghasil karbohidrat yang sangat potensial untuk dikembangkan dalam mendukung program nasional ketahanan pangan (Ehara, 2009; Ahmad, 2013) dan energi (Rostiwati *et al.*, 2008; Syakir & Karmawati, 2013). Tanaman sagu telah dimanfaatkan sejak dahulu sebagai sumber makanan pokok bagi penduduk terutama di Maluku dan Papua. Di samping itu, pati sagu digunakan sebagai bahan baku mie, roti, biskuit, sirup berkadar fruktosa tinggi, bioplastik, pakan ternak, perekat, bioetanol, dan produk turunan lainnya (Flach, 1997).

Tanaman sagu diperbanyak secara generatif dengan biji dan secara vegetatif dengan anakan (*suckers*). Produksi biji sangat jarang karena tanaman sagu pada umumnya ditebang untuk diambil patinya menjelang berbunga. Oleh karena itu, pada umumnya tanaman sagu diperbanyak dengan anakan. Namun, untuk membangun perkebunan sagu skala luas, ketersediaan anakan yang seragam dalam jumlah besar merupakan hambatan utama. Dari satu rumpun (*cluster*) tanaman sagu hanya dapat diperoleh beberapa anakan. Di samping itu, bobot anakan yang baik berkisar antara 2-5 kg sehingga menyulitkan dalam pengiriman ke lokasi penanaman.

Kultur jaringan merupakan salah satu alternatif untuk memperbanyak tanaman sagu unggul secara klonal. Tanaman sagu di Indonesia sangat beragam baik dari segi morfologi (Limbongan, 2007) maupun genetik (Abbas *et al.*, 2010). Apabila genotipe sagu unggul produksi tinggi dapat diperbanyak secara klonal maka produktivitas sagu akan meningkat secara nyata. Kelebihan lain dari kultur jaringan adalah perbanyakan tanaman dapat dilakukan secara massal dan dalam waktu yang relatif singkat. Selain itu, untuk tanaman sagu, ukuran bibit kultur jaringan relatif kecil sehingga pengirimannya dari lokasi produksi ke lokasi penanaman lebih mudah dan murah.

Prosedur kultur jaringan tanaman sagu telah dikembangkan melalui embriogenesis somatik (Tahardi *et al.*, 2002; Riyadi *et al.*, 2005; Kasi & Sumaryono, 2006). Embrio somatik berhasil tumbuh dan berkembang menjadi planlet (Sumaryono *et al.*, 2009). Namun, planlet yang diperoleh masih belum jagur, daun kecil memanjang serta perakaran sedikit dan tanpa bulu akar (Sumaryono *et al.*, 2012a). Kondisi planlet yang lemah ini berakibat pada daya hidup (*survival rate*) yang rendah saat diaklimatisasi. Kondisi lingkungan dan komposisi medium yang sesuai untuk pertumbuhan awal bibit belum diperoleh, sehingga sampai saat ini daya hidup

bibit sagu saat aklimatisasi masih rendah (kurang dari 20%).

Tahap aklimatisasi dari lingkungan *in vitro* dalam tabung di laboratorium ke kondisi *ex vitro* di lingkungan luar merupakan salah satu periode paling kritis dalam kultur *in vitro* berbagai jenis tanaman (Pospisilova *et al.*, 2007; Kumar & Rao, 2012). Di laboratorium, planlet tumbuh di dalam wadah tertutup yang aseptik dengan kelembaban udara tinggi, intensitas cahaya rendah, suhu konstan sekitar 25 °C, aseptik, kadar CO₂ rendah dan pada medium diperkaya yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan secara heterotrof tanpa perlu melakukan fotosintesis dan penyerapan hara secara aktif (Kumar & Rao, 2012). Di lain pihak, lingkungan *ex vitro* bersifat tidak aseptik, kelembaban udara rendah, intensitas cahaya tinggi, serta suhu relatif tinggi dan berfluktuasi. Pada lingkungan luar ini, tanaman dipaksa untuk menyerap hara melalui akar dan melakukan fotosintesis untuk tumbuh dan berkembang. Sebagian besar bibit asal kultur jaringan menjadi layu dan tidak bertahan hidup karena kehilangan air lewat transpirasi lebih besar dibandingkan dengan air yang mampu diserap oleh akar (Pospisilova *et al.*, 2007; Scaranari *et al.*, 2009). Pengurangan cekaman dan manipulasi kondisi aklimatisasi perlu dilakukan sehingga tercipta kondisi optimum untuk ketahanan dan pertumbuhan planlet. Tanaman sagu merupakan salah satu tanaman yang habitatnya pada lahan tergenang (Flach, 1997). Faktor ini perlu dipertimbangkan dalam proses aklimatisasi planlet sagu. Oleh karena itu, perendaman air pada media tumbuh diperkirakan berpengaruh terhadap daya hidup dan pertumbuhan planlet sagu pada tahap aklimatisasi.

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keberhasilan aklimatisasi planlet sagu dengan perlakuan perendaman air dan penggunaan komposisi media tumbuh yang tepat.

Bahan dan Metode

Bahan tanaman

Eksplan berupa jaringan pucuk meristem dari anakan sagu yang berasal dari Seram (Maluku). Pembentukan kalus, proliferasi kalus, induksi embrio somatik, maturasi embrio dan pembesaran planlet mengikuti prosedur rutin yang telah dikembangkan di Laboratorium Biak Sel dan Mikropropagasi Tanaman, Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (Tahardi *et al.*, 2002; Riyadi *et al.*, 2005; Sumaryono *et al.*, 2009). Selain media padat, teknik media cair berupa kultur suspensi pada orbital shaker diaplikasikan untuk memperbesar produksi planlet sagu sebagai bahan untuk penelitian aklimatisasi (Gambar 1a).

Periode perendaman

Penelitian terdiri atas dua faktor perlakuan yaitu periode perendaman air dan komposisi media tumbuh :

- I. Periode perendaman air pada media tumbuh:
 - SO = Tanpa perendaman (kontrol)
 - S1 = perendaman secara terus-menerus
 - S2 = perendaman selama 2 hari diselang tanpa perendaman 1 hari
 - S3 = perendaman selama 1 hari diselang tanpa perendaman 1 hari
 - S4 = perendaman selama 1 hari diselang tanpa perendaman 2 hari
- II. Komposisi media tumbuh:
 - C = tanah : pupuk kandang : *cocopeat* (1:1:2 v/v)
 - G = tanah : pupuk kandang : gambut (1:1:2 v/v)

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan sepuluh perlakuan. Masing-masing perlakuan terdiri dari 14 planlet dengan tiga ulangan waktu. Campuran media dimasukkan ke dalam gelas plastik volume 250 mL dengan 3 lubang kecil di permukaan bawah. Tanah yang digunakan adalah tanah bagian atas (*top soil*), pupuk kandang berasal dari kotoran sapi yang sudah matang, pasir berasal dari pasir sungai, *cocopeat* diperoleh dari serbuk sabut kelapa, dan gambut berasal dari Sukabumi. Planlet yang telah

mempunyai akar yang cukup baik dan memiliki 2-3 helai daun dicuci dengan air kran mengalir kemudian ditiriskan (Gambar 1a). Selanjutnya planlet ditanam pada campuran media sesuai perlakuan dan diletakkan pada baki besar (Gambar 1b) yang berisi air setinggi sekitar 4 cm. Air yang digunakan adalah air tawar dari PAM. Baki kemudian ditempatkan di dalam sungkup plastik putih transparan yang tertutup rapat. Untuk mengurangi intensitas cahaya matahari di atas plastik dilapisi paranet (Gambar 1c). Sungkup diletakkan di bawah tajuk pepohonan, dengan faktor lingkungan di dalam sungkup yaitu suhu berkisar 25-31 °C, kelembaban nisbi 73-99%, dan intensitas cahaya 20-40 μmol foton/ m^2 /detik. Pada umur 8 minggu, sungkup mulai dibuka secara bertahap sampai pada umur 12 minggu.

Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan bibit sago dilakukan 12 minggu setelah tanam terhadap persentase planlet yang bertahan hidup (daya hidup), tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang. Cara pengukuran tinggi tanaman dilakukan dengan menggunakan mistar yang diukur mulai dari pangkal batang sampai dengan daun tertinggi, sedangkan pengukuran diameter batang dilakukan dengan menggunakan jangka sorong (*caliper*) pada 1 cm di atas pangkal batang.



Gambar 1. Aklimatisasi planlet sago: a). Kondisi planlet sago sebelum ditanam, b). Perlakuan perendaman air dalam bak plastik, c). Bak diletakkan di dalam sungkup plastik tertutup.

Figure 1. Acclimatization of sago palm: a). Plantlet conditions prior to planting, b). Treatment of water immersion in a plastic container, c). The containers were placed inside a closed plastic tunnel.

Komposisi media

Berdasarkan hasil percobaan pertama maka dilakukan kajian komposisi media tumbuh yang lebih lengkap dengan perendaman air terus menerus. Komposisi media tumbuh terdiri atas berbagai campuran tanah (*top soil*), pasir, pupuk kandang, dan *cocopeat* (serbuk sabut kelapa). Perlakuan komposisi media terdiri atas empat macam campuran dengan perbandingan berdasarkan volume sebagai berikut:

1. T1: PK1: CP2 = Tanah : pupuk kandang : *cocopeat* = 1 : 1 : 2
2. T1: P1: CP2 = Tanah : pasir : *cocopeat* = 1 : 1 : 2
3. T1: PK1: CP1 = Tanah : pupuk kandang : *cocopeat* = 1 : 1 : 1
4. T1: P1: CP1 = Tanah : pasir : *cocopeat* = 1 : 1 : 1.

Campuran media dimasukkan ke dalam gelas plastik volume 250 mL. Planlet yang telah memiliki minimal satu akar primer (Gambar 1a) ditanam pada campuran media sesuai perlakuan dan diletakkan di dalam hamparan bak besar berisi air setinggi sekitar 4 cm (perendaman) kemudian ditempatkan di dalam sungkup plastik tertutup. Perlakuan selanjutnya sama dengan penelitian pertama.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 30 kali untuk parameter daya hidup, sedangkan untuk parameter lainnya diulang sebanyak 14 kali. Pengamatan pertumbuhan dan perkembangan sagu dilakukan terhadap daya hidup, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang dan kelas akar. Kriteria kelas akar terdiri atas lima kelas (Riyadi & Sumaryono, 2010) yaitu: kelas 1 = tanpa akar; kelas 2 = akar primer 1 tanpa akar sekunder; kelas 3 = akar primer 1 dengan akar sekunder; kelas 4 = akar primer ≥ 2 tanpa akar sekunder; kelas 5 = akar primer ≥ 2 dengan akar sekunder. Untuk mengetahui dan menilai kelas akar, maka bibit sagu hasil aklimatisasi dicabut secara hati-hati dari media tumbuh. Setelah didapatkan nilai kelas akar, selanjutnya bibit sagu tersebut ditanam kembali pada media tumbuh dan ditempatkan di dalam persemaian sampai siap ditanam di kebun.

Analisis statistik

Data daya hidup, tinggi tanaman, jumlah daun, dan diameter batang diuji statistik menggunakan analisis keragaman (ANOVA). Perbedaan antar-perlakuan ditentukan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf uji $\alpha = 0,05$. Apabila terdapat banyak data dengan angka nol, maka dilakukan transformasi dengan $\sqrt{x + 0,5}$ sebelum dilakukan

analisis statistik. Pelaksanaan uji statistik dilakukan dengan bantuan aplikasi program SPSS versi 19.

Hasil dan Pembahasan

Periode perendaman

Daya hidup bibit sagu pada umur 12 minggu yakni saat akan dipindah ke pot plastik besar di persemaian utama (*main-nursery*) menunjukkan perbedaan yang nyata (Tabel 1). Planlet sagu yang hidup hanya terjadi pada perlakuan perendaman air secara terus menerus, sedangkan perlakuan perendaman lain planlet sagu mati setelah 12 minggu. Daya hidup bibit hasil aklimatisasi tertinggi sebesar 42,9% yang dicapai pada perlakuan perendaman terus-menerus dengan komposisi media yang mengandung tanah, pupuk kandang, *cocopeat* (1:1:2). Pada perlakuan S1C (perendaman terus-menerus pada media *cocopeat*), diameter rata-rata batang bibit sebesar 3,2 mm, jumlah daun 4,5 helai dan tinggi bibit 14,9 cm. Sedangkan pada perlakuan S1G (perendaman terus menerus pada media gambut), diameter batang 2,6 mm, jumlah daun 4,0 helai dan tinggi bibit 13,6 cm (Tabel 1).

Dengan memperhatikan respons daya hidup dan pertumbuhan bibit sagu hasil aklimatisasi, terlihat bahwa perlakuan terbaik adalah perendaman secara terus-menerus dengan komposisi media tanah, pupuk kandang dan *cocopeat* (1:1:2 v/v). Tanaman sagu di alam banyak dijumpai tumbuh di daerah tergenang tapi tidak terus menerus, di lahan rawa, dan pinggir sungai (Flach, 1997). Jadi, tanaman sagu secara alami tumbuh dengan baik pada lahan yang mengandung banyak air. Planlet sagu yang diaklimatisasi nampaknya juga membutuhkan lingkungan tumbuh yang berlimpah air. Interval atau jeda dengan tanpa perendaman menurunkan daya hidup planlet sagu pada tahap aklimatisasi. Fenomena ini nampaknya unik untuk tanaman sagu yang jarang ditemukan pada tanaman lain. Metode aklimatisasi planlet dengan perendaman juga dilakukan oleh Clapa *et al.* (2013) dengan menanam planlet berbagai tanaman hortikultura di *multitray* yang direndam dalam air (sistem hidroponik terapung) tanpa media padat. Metode ini sekaligus dimanfaatkan untuk menginduksi perakaran planlet pada tahap aklimatisasi (*ex vitro rooting*) bagi planlet yang tidak berakar saat diaklimatisasi (Clapa *et al.*, 2013).

Komposisi media tumbuh

Hasil pengamatan terhadap daya hidup bibit sagu yang diaklimatisasi ditunjukkan pada Gambar 2. Perlakuan terbaik dicapai pada perlakuan T1:P1:Cp2

Tabel 1. Daya hidup dan pertumbuhan bibit sagu hasil aklimatisasi setelah 12 minggu.

Table 1. Survival rate and growth of acclimatized sago plantlets 12 weeks after transplanting.

Kode <i>Code</i>	Perlakuan <i>Treatment</i>		Daya hidup <i>Survival rate</i> (%)	Diameter batang <i>Stem</i> diameter (mm)	Jumlah daun <i>Leaf number</i>	Tinggi tanaman <i>Plant height</i> (cm)
	Perendaman <i>Immersion</i>	Media tumbuh <i>Growing media</i>				
S0C	Tanpa (<i>Without</i>)	<i>Cocopeat</i> ^{*)}	0 b ^{**)}	0 b	0 b	0 b
S0G		Gambut (<i>Peat</i>)	0 b	0 b	0 b	0 b
S1C	Terus menerus (<i>Continuous</i>)	<i>Cocopeat</i>	42,9 a	3,2 a	4,5 a	14,9 a
S1G		Gambut (<i>Peat</i>)	14,3 b	2,6 a	4,0 a	13,6 a
S2C	2 hari, jeda 1 hari <i>2 d, intermittent 1 d</i>	<i>Cocopeat</i>	0 b	0 b	0 b	0 b
S2G		Gambut (<i>Peat</i>)	0 b	0 b	0 b	0 b
S3C	1 hari, jeda 1 hari <i>1 d, intermittent 1 d</i>	<i>Cocopeat</i>	0 b	0 b	0 b	0 b
S3G		Gambut (<i>Peat</i>)	0 b	0 b	0 b	0 b
S4C	1 hari, jeda 2 hari <i>1 d, intermittent 2 d</i>	<i>Cocopeat</i>	0 b	0 b	0 b	0 b
S4G		Gambut (<i>Peat</i>)	0 b	0 b	0 b	0 b

^{*)} Media *cocopeat* = tanah: pupuk kandang: *cocopeat* (1:1:2); Media gambut = tanah: pupuk kandang: gambut (1:1:2).

^{*)} *Cocopeat media* = soil: dung manure: *cocopeat* (1:1:2); *Peat media* = soil: dung manure: *peat* (1:1:2).

^{**)} Angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada $\alpha = 0,05$, setelah transformasi data.

^{**)} Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$, after data transformation.

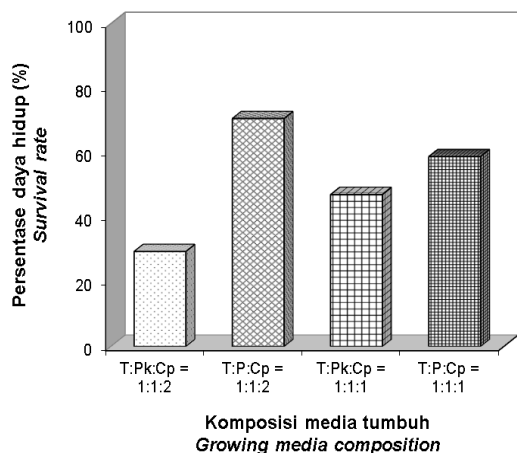
yakni campuran *top soil*, pasir, dan *cocopeat* (1:1:1 v/v), yang menghasilkan persentase daya hidup sebesar 70% dan berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Daya hidup terendah diperoleh pada perlakuan T1:Pk1:Cp2 yaitu sebesar 30%. Penggunaan bahan pasir nampak lebih baik dibandingkan dengan pupuk kandang dalam menunjang daya hidup planlet sagu pada tahap aklimatisasi (Gambar 2).

Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa penggunaan *cocopeat* berpengaruh positif terhadap daya hidup planlet sagu. *Cocopeat* atau serbuk sabut kelapa merupakan salah satu bahan yang mampu menyerap dan menahan air dalam campuran media tumbuh sehingga ketersediaan air selalu mencukupi untuk pertumbuhan planlet sagu. Di samping itu, *cocopeat* 20% pada media tumbuh meningkatkan kandungan bahan organik di dalam media menjadi 2,95% (Sumaryono *et al.*, 2012b). *Cocopeat* merupakan media tumbuh yang banyak digunakan dalam aklimatisasi bibit tanaman asal

kultur jaringan dan terbukti meningkatkan daya hidup misalnya pada planlet karet (Sumaryono *et al.*, 2012b), stevia (Manjusha & Sathyanarayana, 2010), dan apel (Modgil *et al.*, 2009).

Dalam sungkup plastik yang tertutup rapat, kelembaban nisbi udara (RH) sangat tinggi mencapai lebih dari 90%. Pada keadaan kelembaban udara yang hampir jenuh ini laju transpirasi sangat rendah sehingga kehilangan air lewat daun karena transpirasi dapat ditekan sebelum akar planlet mampu menyerap air dari media. Laju transpirasi tanaman yang lebih tinggi dari laju penyerapan air oleh akar merupakan faktor utama penyebab bibit asal kultur jaringan tidak mampu bertahan hidup (Pospisilova *et al.*, 2007).

Planlet memerlukan periode adaptasi ke kondisi *ex vitro* agar tetap bertahan hidup (Kumar & Rao, 2012). Pada planlet sagu asal SE diperlukan periode aklimatisasi dengan sungkup tertutup rapat selama 6 minggu sebelum sungkup plastik dibuka secara bertahap dan pada umur 12 minggu



Gambar 2. Daya hidup bibit sagu hasil aklimatisasi pada perlakuan komposisi media tumbuh.

Figure 2. Survival rate of acclimatized sago plantlets on different growing media compositions.

bibit siap ditransfer ke pot plastik besar di persemaian utama. Lama penyungkupan tertutup rapat selama 12 minggu ini lebih lama dibandingkan dengan yang diperlukan oleh planlet karet yakni selama 6 minggu (Sumaryono *et al.*, 2012b).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian pertama maka pada penelitian komposisi media tumbuh digunakan *cocopeat* dan pupuk kandang sebagai sumber bahan organik, sedangkan gambut tidak digunakan lagi. Selain itu, juga dilakukan perendaman terus menerus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan komposisi media tumbuh dapat menghasilkan bibit sagu hasil aklimatisasi. Namun, di antara perlakuan tersebut

terdapat pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan planlet (Tabel 2 dan 3) maupun tingkat daya hidup bibit (Gambar 2). Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 2, terdapat keragaman pertumbuhan bibit sagu hasil aklimatisasi pada tiga parameter pertumbuhan yaitu tinggi planlet dan diameter batang. Perlakuan terbaik dicapai pada T1:P1:Cp2 yaitu campuran tanah, pasir dan *cocopeat* dengan komposisi 1 : 1 : 2 (v/v) yang menghasilkan tinggi rata-rata planlet 20,4 cm, jumlah daun 4,6 helai, dan diameter batang 5,6 mm. Hasil pertumbuhan planlet pada perlakuan tersebut lebih baik dibandingkan ketiga perlakuan komposisi media tumbuh lainnya (Tabel 2).

Pertumbuhan perakaran planlet terbaik juga dicapai pada perlakuan T1:P1:Cp2 yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, terutama pada parameter panjang akar (Tabel 3). Namun, untuk perkembangan kelas akar, hampir semua perlakuan menghasilkan kelas yang tidak berbeda nyata. Kelas akar 4 atau lebih menunjukkan bibit sagu telah memiliki lebih dari 2 akar primer dengan akar sekunder (Riyadi & Sumaryono, 2010). Perlakuan T1:P1:Cp1 yakni volume *cocopeat* yang lebih kecil juga menghasilkan perkembangan sistem perakaran yang baik, mirip dengan perlakuan T1:P1:Cp2 (Tabel 3). Perkembangan ramet atau bibit sagu asal kultur jaringan hasil aklimatisasi selama 12 minggu menunjukkan performa yang baik. Pertumbuhan tunas dan daun tampak segar dan kokoh atau jagur, serta memiliki perakaran yang baik (Gambar 3a), dan bibit yang dihasilkan (Gambar 3b) siap untuk dipindahkan ke pot plastik yang lebih besar di persemaian utama

Tabel 2. Pertumbuhan planlet sagu setelah 12 minggu aklimatisasi pada komposisi media tumbuh yang berbeda.

Table 2. Growth of sago plantlet 12 weeks after acclimatization on different growing media compositions.

Komposisi media Media composition	Tinggi planlet Plantlet height (cm)	Jumlah daun/planlet Leaf number/ plantlet	Diameter batang Stem diameter (mm)
T1:Pk1:Cp2 = 1:1:2 ^{*)}	14,9 ab ^{**)}	3,8 a	3,8 bc
T1:P1:Cp2 = 1:1:2	20,4 a	4,6 a	5,6 a
T1:Pk1:Cp1 = 1:1:1	12,9 b	3,2 a	3,9 b
T1:P1:Cp1 = 1:1:1	16,0 ab	3,6 a	3,7 c

^{*)} T1:Pk1:Cp2 = tanah (*soil*) : pupuk kandang (*dung manure*) : *cocopeat* = 1 : 1 : 2

T1:P1:Cp2 = tanah (*soil*) : pasir (*sand*) : *cocopeat* = 1 : 1 : 2

T1:Pk1:Cp1 = tanah (*soil*) : pupuk kandang (*dung manure*) : *cocopeat* = 1 : 1 : 1

T1:P1:Cp1 = tanah (*soil*) : pasir (*sand*) : *cocopeat* = 1 : 1 : 1

^{**)} Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada $\alpha = 0,05$.

^{***)} Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$.

Tabel 3. Pertumbuhan dan perkembangan akar planlet sagu setelah 12 minggu aklimatisasi pada komposisi media yang berbeda.

Table 3. Growth and development of sago plantlet roots 12 weeks after acclimatization on different growing media compositions.

Komposisi media <i>Media composition</i>	Kelas akar <i>Root class</i> (1 – 5)	Panjang akar <i>Root length</i> (cm)	Jumlah akar primer <i>Primary root number</i>
T1:Pk1:Cp2 = 1:1:2 ^{*)}	4,3 a ^{**)}	8,9 b	1,3 a
T1:P1:Cp2 = 1:1:2	4,8 a	18,0 a	2,0 a
T1:Pk1:Cp1 = 1:1:1	4,0 a	11,0 b	1,5 a
T1:P1:Cp1 = 1:1:1	4,8 a	12,6 ab	2,5 a

^{*)} T1:Pk1:Cp2 = tanah (*soil*) : pupuk kandang (*dung manure*) : cocopeat = 1 : 1 : 2

T1:P1:Cp2 = tanah (*soil*) : pasir (*sand*) : cocopeat = 1 : 1 : 2

T1:Pk1:Cp1 = tanah (*soil*) : pupuk kandang (*dung manure*) : cocopeat = 1 : 1 : 1

T1:P1:Cp1 = tanah (*soil*) : pasir (*sand*) : cocopeat = 1 : 1 : 1

^{**)} Angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata menurut uji jarak berganda Duncan pada $\alpha = 0,05$.

^{***)} Means in the same column followed by the same letters are not significantly different according to Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$.



Gambar 3. Bibit sagu pada 12 minggu setelah aklimatisasi, (a) pertumbuhan daun dan akar yang baik, (b) siap dipindah ke pot plastik besar di persemaian utama.

Figure 3. Sago plantlets 12 weeks after being acclimatized, (a) good growth of leaves and roots, (b) ready to be transferred to big plastic bags in the main nursery.

Kesimpulan

Perendaman terus menerus tanpa jeda pada media tanah : pupuk kandang : cocopeat menghasilkan persentase daya hidup planlet sagu sebesar 42,9%. Perbaiki komposisi media tumbuh

dengan campuran tanah : pasir : cocopeat (1: 1: 2 v/v) dengan perendaman terus menerus meningkatkan daya hidup planlet sagu menjadi 70% dengan pertumbuhan daun dan akar yang baik, setelah tahap aklimatisasi di dalam sungkup plastik selama 12 minggu.

Daftar Pustaka

- Abbas B, Y Renwarin, MH Bintoro, Sudarsono, M Surahman & H Ehara (2010). Genetic diversity of sago palm in Indonesia based on chloroplast DNA (cp DNA) markers. *Biodiversitas* 11(3), 112-117.
- Ahmad M (2013). Sago's role as food stock in 21th century. *Internat J Adv Sci Engin Info Technol* 3(4), 15-17.
- Clapa D, A Fira & N Joshee (2013). An efficient ex vitro rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. *HortSci* 48(9), 1159-1167.
- Flach M (1997). Sago palm *Metroxylon sagu* Rottb. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 13. International Plant Genetic Resources Institute, Rome-Italy. 76p.
- Kasi PD & Sumaryono (2006). Keragaman morfologi selama perkembangan embrio somatik sago (*Metroxylon sagu* Rottb.). *Menara Perkebunan* 74(1), 44-52.
- Kumar K & IU Rao (2012). Morphophysiological problems in acclimatization of micropropagated plants in *ex vitro* conditions - a review. *J Ornamental Hort Plants* 2(4), 271-283.
- Limbongan J (2007). Morfologi beberapa jenis sago potensial di Papua. *J Litbang Pertanian* 26(1), 16-24.
- Manjusha AVM & BN Sathyanarayana (2010). Acclimatization studies in stevia (*Stevia rebaudiana* Bert.). *Acta Hort* 865, 129-133.
- Modgil M, T Sharma & M Thakur (2009). Commercially feasible protocol for rooting and acclimatization of micropropagated apple rootstocks. *Acta Hort* 839, 209-214.
- Pospisilova J, H Synkova, D Haisel & S Semoradova (2007). Acclimation of plantlets to *ex vitro* conditions: Effects of air humidity, irradiance, CO₂ concentration and abscisic acid (a review). *Acta Hort* 748, 29-38.
- Riyadi I & Sumaryono (2010). Pembentukan akar *in vitro* planlet kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dalam medium cair dengan penambahan auksin. *Menara Perkebunan* 78(1), 23-31.
- Riyadi I, JS Tahardi & Sumaryono (2005). The development of somatic embryos of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) on solid media. *Menara Perkebunan* 69(2), 46-57.
- Rostiwati T, Y Lisnawati, S Bustomi, B Leksono, D Wahyono, S Pradjadinata, R Bogidarmanti, D Djaenudin, E Sumadiwangsa & N Haska (2008). Sagu (*Metroxylon spp.*) sebagai sumber energi bioetanol potensial. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Bogor. 75p.
- Scararari C, PAM Leal & P Mazzafera (2009). Shading and periods of acclimatization of micropropagated banana plantlets cv. Grande Naine. *Sci Agric (Piracicaba, Braz.)* 66(3), 331-337.
- Sumaryono, I Riyadi & PD Kasi (2009). Clonal propagation of sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.) through tissue culture. *J Appl Industrial Biotechnol in Trop Region* 2(1), 1-9.
- Sumaryono, MM Sinta & Nurhaimi-Haris (2012b). Daya hidup planlet karet asal *in vitro microcutting* pada berbagai periode penutupan sungkup plastik dan komposisi media tumbuh. *Menara Perkebunan* 80(1), 25-31.
- Sumaryono, W Muslihatin & D Ratnadewi (2012a). Effect of carbohydrate source on the growth and performance of *in vitro* sago (*Metroxylon sagu* Rottb.) plantlets. *Hayati J BioSci* 19(2), 88-92.
- Syakir M & E Karmawati (2013). Sagu (*Metroxylon spp.*). In B Prastowo *et al.* (eds.) *Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor. p.47-64.
- Tahardi JS, NF Sianipar & I Riyadi (2002). Somatic embryogenesis in sago palm (*Metroxylon sagu* Rottb.). In K Kaimuna *et al.* (eds.) *New Frontiers of Sago Palm Studies*. Tokyo, Japan, Universal Academic Press, Inc. p.75-81.
- Yamamoto Y (2011). Starch productivity of sago palm and the related factors, In IZ Siregar *et al.* (eds.). Proc. The 10th International Sago Symp, Bogor, 29-30 October 2011. p.9-15.