



## PENANGANAN ANAKAN MUDA PADA KULTUR *EX VITRO* UNTUK MENGHASILKAN BIBIT SAGU (*Metroxylon sagu* Rottb.) SIAP TANAM

### Handling Method of Young Suckers in *Ex Vitro* Culture to Produce Vigor Plantlets of Sago Palm (*Metroxylon sagu* Rottb.)

Karyanti\*, Yusuf Sigit, Teuku Tajuddin, Erwinda, Minaldi, Nadirman Haska

Balai Bioteknologi, BPPT, Gedung 630 Kawasan PUSPIPTEK, Setu,  
Tangerang Selatan, Banten 15314

\*E-mail: [karyanti@bppt.go.id](mailto:karyanti@bppt.go.id)

#### **ABSTRACT**

To fulfill market demand and prevent its extinction, sago palm plantation need to be developed by planting elite varieties in other areas. For these reasons the large number of seedling is needed. In this study we developed the method for an *ex vitro* propagation technique combining with maintaining samples freshness for several days. Young suckers were treated using aquades, Na-hypochlorite or alcohol. After 3 days, suckers were sterilized, followed by dipping in vitamin solutions and IBA for an hour. The shoots were then planted in the mixture of soil and organic fertilizer. The results of our study showed that young sucker treated with alcohol 96% was the best treatment for maintaining the freshness of samples upto 3 days. During 20 weeks of culture, the optimum root induction was achieved after applying IBA 50 mg/L. Our result may serve as a base for mass propagation of sago palm.

**Keywords:** *Ex vitro*, IBA, root induction, sample freshness, young suckers

#### **ABSTRAK**

Untuk memenuhi kebutuhan pasar serta mencegah kepunahannya, perkebunan sagu perlu dikembangkan dengan menanam tanaman sagu berkualitas di daerah lain yang sesuai. Untuk mendukung program ini, bibit sagu dibutuhkan dalam jumlah yang sangat besar. Dalam studi ini kami mengembangkan perbanyakan bibit sagu dengan teknik *ex vitro* yang dikombinasikan dengan metode untuk menjaga kesegaran sampel selama beberapa hari. Anakan muda sagu diberi perlakuan dengan aquades, Na-hipoklorit atau alkohol. Setelah disimpan selama 3 hari, anakan yang terlihat tetap segar dilanjutkan ke tahap sterilisasi, dan selanjutnya direndam dalam larutan campuran vitamin dan IBA selama 1 jam. Akhirnya anakan muda ditanam dalam media campuran tanah dan pupuk kandang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan dengan alkohol 96% adalah yang terbaik untuk menjaga kondisi anakan tetap segar setelah disimpan hingga 3 hari. Selanjutnya setelah dikultur selama 20 minggu, induksi akar yang optimal dapat dicapai dari perlakuan IBA 50 mg/L. Hasil yang kami peroleh dapat menjadi acuan dalam perbanyakan bibit sagu secara masal.

**Kata kunci:** *Ex vitro*, IBA, induksi akar, kesegaran sampel, anakan muda

## PENDAHULUAN

Sagu (*Metroxylon sagu* Rottb.) merupakan salah satu tanaman palmae yang menghasilkan pati, yang tumbuh secara alami terutama di daerah dataran atau rawa dengan sumber air melimpah. Penyebaran tanaman ini meliputi Melanesia sampai India dan dari Mindanau sampai Pulau Jawa (Dirjen Perkebunan 2013). Tanaman sagu sangat berpotensi digunakan sebagai sumber pangan dan sumberdaya energi, serta bahan baku untuk berbagai industri. Dalam dunia industri, pati sagu dapat digunakan sebagai bahan pembuatan gula cair, alkohol serta pembuatan plastik ramah lingkungan (Bujang 2011; Komarayati et al. 2011; Novero 2012). Melihat potensi yang besar pada tanaman ini maka perlu dilakukan pengembangan pada tanaman sagu, baik melalui budidaya maupun rehabilitasi hutan-hutan sagu yang telah ada. Habitat tempat tumbuh sangat berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas dan komposisi kandungan pati tanaman sagu (Rahayu et al. 2013). Guna mendukung terlaksananya perluasan penanaman sagu untuk memenuhi permintaan pasar dan industri maka dibutuhkan bibit sagu berkualitas dalam jumlah yang sangat besar. Pada saat ini bibit sagu yang berkualitas, yaitu yang berproduktivitas tinggi, hanya dapat diperoleh dari wilayah hutan Papua dan Maluku (Syakir dan Karmawati 2013).

Tanaman sagu dapat diperbanyak dengan metode generatif melalui biji, dan metode vegetatif melalui tunas anakan, yang umum disebut *sucker*. Penggunaan biji untuk menghasilkan bibit saat ini jarang dilakukan. Hal ini disebabkan karena terbatasnya jumlah biji serta persentase perkecambahan biji yang rendah. Dari pengujian yang telah dilakukan ternyata daya kecambah biji sagu hanya sekitar 3,50-6,43% (Limbongan et al. 2005). Disamping itu bibit yang dihasilkan melalui biji mempunyai sifat genotipe yang bervariasi.

Petani sagu pada umumnya memperbanyak bibit menggunakan metode vegetatif dengan memanfaatkan tunas anakan, baik tunas samping maupun tunas akar. Penggunaan tunas anakan selain mudah didapat, bibit yang dihasilkanpun mempunyai sifat yang sama dengan induknya. Teknik memperbanyak sagu yang dilakukan petani pada umumnya menggunakan metode konvensional

(Kementan 2013). Sumber bibit yang umum digunakan adalah anakan yang diambil dari pangkal batang pohon induk yang akan segera ditebang sebelum dipanen patinya. Hal ini dilakukan untuk mengurangi luka karena dapat mempengaruhi metabolisme pembentukan pati pada batang induk sagu. Tinggi anakan yang digunakan minimal 1 meter dengan berat sekitar 3-5 kg dan telah berumur 1-2 tahun, serta diameter pangkal batang mencapai 10-15 cm. Pada tahap ini pertumbuhan anakan masih horizontal. Perubahan arah pertumbuhan dari horizontal menjadi vertikal akan terjadi pada anakan yang berumur 5 tahun ke atas (Nabeya et al. 2015). Pada metode konvensional untuk menginduksi perakaran baru digunakan teknik perendaman dalam air mengalir selama 2-4 minggu atau sesuai kebutuhan (Kementan 2013).

Dalam perkembangannya sampai saat ini penyediaan bibit sagu selain secara konvensional, dapat pula diperbanyak dengan memanfaatkan teknik *in vitro* (Riyadi et al. 2005; Novero dan Jamiri 2012; Sumaryono et al. 2012; Tajuddin et al. 2015). Meskipun demikian hasil yang diperoleh melalui memperbanyak *in vitro* masih terkendala akan adanya keragaman embrio somatik serta masih rendahnya planlet yang hidup ketika dipindahkan ke dalam tahap aklimatisasi (Destinugrainny dan Sumaryono 2006).

Untuk mengatasi kelemahan pada memperbanyak bibit sagu melalui teknik *in vitro*, kami telah melakukan pengembangan metode yang dikenal dengan teknik *ex vitro* (Tajuddin et al. 2008; Tajuddin et al. 2009). Semua tahapan dalam teknik *ex vitro* ini sama dengan teknik *in vitro*, hanya saja dilakukan di luar tabung. Memperbanyak *ex vitro* merupakan teknik memperbanyak secara vegetatif, yang diawali dengan pemilihan anakan, sterilisasi bagian yang luka pada bonggol batang anakan, induksi akar baru dengan perendaman dalam larutan zat pengatur tumbuh, penanaman dalam media yang mengandung bahan organik, inkubasi dalam lingkungan terkendali dan perawatan dengan melakukan penyiraman secara teratur. Keunggulan dari teknik *ex vitro* adalah dapat memanfaatkan anakan yang masih kecil dan muda, dengan ukuran berat di bawah 500 gram dan tinggi sekitar 10-20 cm. Jumlah anakan muda yang ditemui pada

pohon induk jauh lebih banyak dibanding dengan anakan tua berukuran besar. Metode *ex vitro* dapat menjadi alternatif perbanyak tanaman sagu yang lebih sederhana dan murah.

Pembukaan perkebunan sagu maupun rehabilitasi lahan sagu dengan lokasi yang jauh dari sumber bibit berkualitas akan menghadapi kendala, khususnya dalam membawa tunas anakan dalam jumlah besar. Selain kesulitan dalam membawanya, karena ukuran yang besar dan berat, juga akan menghadapi kendala kematian bibit yang tinggi karena lamanya perjalanan dalam membawa anakan dari lokasi pohon induk hingga ke lokasi penanaman. Dengan demikian untuk menjaga agar anakan sagu tetap segar ketika dibawa ke lokasi yang jauh, dan daya tumbuh yang tinggi bisa dipertahankan, digunakan teknologi yang tepat dalam mengemas dan membawa anakan tanaman sagu tersebut (Karyanti et al. 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkombinasikan metode menjaga kesegaran anakan dengan teknik perbanyak *ex vitro* pada tanaman sagu, sehingga anakan mampu bertahan ketika dibawa ke lokasi penanaman yang jauh.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan waktu penelitian

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan di Balai Bioteknologi BPPT yang berlokasi di Kawasan Puspipstek Setu, Tangerang Selatan, Propinsi Banten.

### Bahan tanaman

Dalam penelitian ini, bahan tanaman sagu diambil dari lokasi di wilayah Gunung Sindur, Kabupaten Bogor dan dipilih anakan sagu dengan ukuran berat yang seragam antara 200-300 g. Anakan diambil dalam kondisi lengkap dengan akarnya dan tinggi rata-rata 10-20 cm. Sebelum digunakan anakan sagu dibersihkan dari tanah yang menempel dan dibuang daun-daun luarnya termasuk akar-akar yang patah.

### Perlakuan

Anakan yang telah bersih selanjutnya dipisahkan dan pada bagian bonggolnya diberikan tiga perlakuan perendaman yang berbeda, yaitu dengan: a) air mineral, b) Na-hipoklorit 5% atau c) alkohol 96%, yang

masing-masing direndam selama 1 menit. Anakan yang sudah direndam dan dikering-anginkan selanjutnya dikemas dan disimpan dalam kardus selama 3 hari. Anakan yang masih terlihat segar setelah penyimpanan selanjutnya dilakukan sterilisasi pada bagian bonggol dengan menggunakan bakterisida dan fungisida, masing-masing 2 g/L. Kemudian anakan direndam dalam larutan campuran vitamin dan hormon IBA (*Indole Butyric Acid*). Hormon IBA diberikan pada beberapa konsentrasi sebagai perlakuan, yaitu: 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 mg/L serta anakan direndam selama 1 jam. Setiap perlakuan terdiri dari 15 ulangan.

Selanjutnya anakan ditanam dalam media campuran tanah dan pupuk kandang (dengan perbandingan 1:1) yang telah dipersiapkan sebelumnya dalam polibag. Tanaman ditumbuhkan dalam lingkungan terkendali pada suhu siang hari yang mencapai 29-34°C dan kelembaban 80%-90%. Penyiraman dilakukan sekali sehari setiap pagi.

Pengamatan dilakukan setiap dua minggu dan dilakukan pengambilan data akhir pada minggu ke-20. Peubah yang diamati adalah jumlah daun baru yang muncul, tinggi tunas (diukur dari bonggol sampai pucuk), jumlah akar baru yang muncul dan panjang akar baru. Pengamatan jumlah akar dilakukan pada akhir percobaan dengan membongkar polibag dan memotong plastiknya serta dilakukan perendaman dalam air untuk menghindari kerusakan pada akar. Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan uji lanjut Duncan (Hanafiah 2014).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penyimpanan anakan sagu

Dari pengamatan secara visual untuk kondisi sampel setelah disimpan selama 3 hari terlihat bahwa sebagian anakan sagu layu dengan warna agak kecoklatan pada bagian batangnya (Tabel 1). Dari hasil ketiga perlakuan, perendaman dalam alkohol 96% memberikan penampilan dan hasil terbaik. Anakan masih berwarna hijau hingga hari ke-3 dibandingkan dengan perlakuan aquades dan Na-hipoklorit. Begitu pula dengan kondisi pucuk dan bonggolnya masih kelihatan segar.

**Tabel 1.** Hasil pengamatan pada anakan sagu setelah disimpan selama 3 hari dengan berbagai perlakuan perendaman

Parameter	Perlakuan		
	Aquades	Na-hipochlorit	Alkohol
Kondisi sampel	Layu	Layu	Segar
Warna bonggol	Kecoklatan	Coklat	Hijau
Warna pucuk	Kecoklatan	Kecoklatan	Hijau
Prosentase anakan yang hidup	80%	62%	90%

**Tabel 2.** Persentase pertumbuhan anakan pada minggu ke-4 setelah tanam

Konsentrasi IBA (mg/L)	Persentase tumbuh
30	40%
40	50%
50	60%
60	50%
70	55%
80	45%

Berdasarkan hasil pengamatan tersebut terlihat bahwa penggunaan alkohol mampu menjaga kondisi anakan tetap kering sehingga bebas dari jamur dan bakteri serta mampu menjaga kesegaran anakan meskipun telah disimpan selama 3 hari.

Anakan yang layu dan berwarna kecoklatan tidak bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Sedangkan anakan yang mempertahankan warna hijau dan kesegaran hasil perlakuan alkohol, digunakan dalam perlakuan penelitian lanjutan yaitu direndam dalam beberapa konsentrasi IBA selama 1 jam untuk menginduksi akar baru. Setelah diberi perlakuan perendaman dalam IBA dan ditanam selama 4 minggu, dilakukan pengamatan persentase kemampuan hidup anakan (Tabel 2).

Persentase hidup pada perendaman IBA 50 mg/L terlihat lebih tinggi daripada perlakuan lain. Kemampuan hidup yang belum mencapai 80 sampai 90% ini diduga karena adanya faktor lama penyimpanan. Penyimpanan tunas sagu dalam waktu yang lama dapat menyebabkan berkurangnya daya tumbuh tunas (Allorerung dan Rembang 1995). Faktor lain yang diduga

**Tabel 3.** Rerata jumlah daun dan tinggi tanaman pada minggu ke-20 setelah tanam

Konsentrasi IBA (mg/L)	Jumlah daun	Tinggi tanaman (cm)
30	1.9 <sup>ab</sup>	34.8 <sup>bc</sup>
40	1.6 <sup>ab</sup>	43.1 <sup>bc</sup>
50	2.4 <sup>a</sup>	45.6 <sup>b</sup>
60	0.5 <sup>c</sup>	9.8 <sup>d</sup>
70	0.5 <sup>c</sup>	13.6 <sup>d</sup>
80	1.5 <sup>abc</sup>	68.3 <sup>a</sup>

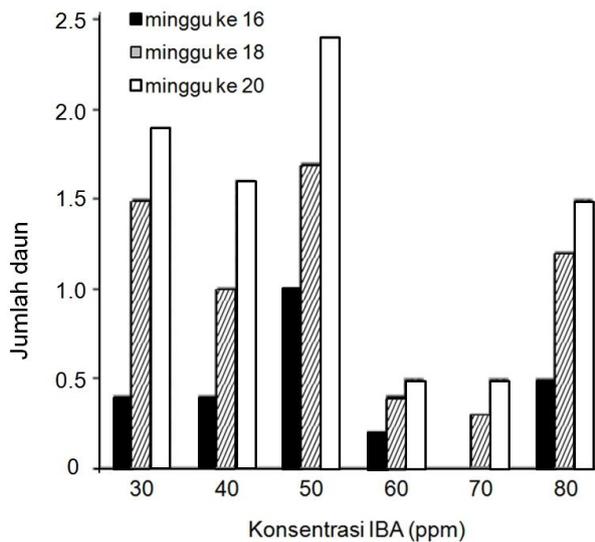
Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 5%

juga berpengaruh adalah penggunaan alkohol 96% sebelum penyimpanan. Terserapnya alkohol oleh anakan muda sehingga selain membunuh bakteri dan jamur juga diduga dapat mematikan jaringan titik tumbuhnya. Untuk lebih mengoptimalkan kemampuan hidup anakan setelah penyimpanan maka perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan bahan atau zat lain yang lebih sesuai, ekonomis dan mudah didapat.

### Jumlah daun dan tinggi tanaman

Hasil pengamatan pada minggu ke-20 setelah tanam dan analisis sidik ragam terhadap peubah jumlah daun dan tinggi tanaman diperoleh hasil beberapa perlakuan yang berbeda nyata (Tabel 3). Rata-rata jumlah daun setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan IBA 50 mg/L dengan IBA 60 dan 70 mg/L. Begitu pula pada peubah tinggi tanaman terlihat perbedaan yang nyata antara perlakuan IBA 60 mg/L dan 70 mg/L dengan perlakuan IBA 50 mg/L dan IBA 80 mg/L.

Fenomena menarik terlihat dari pengamatan pada daun. Jumlah daun baru



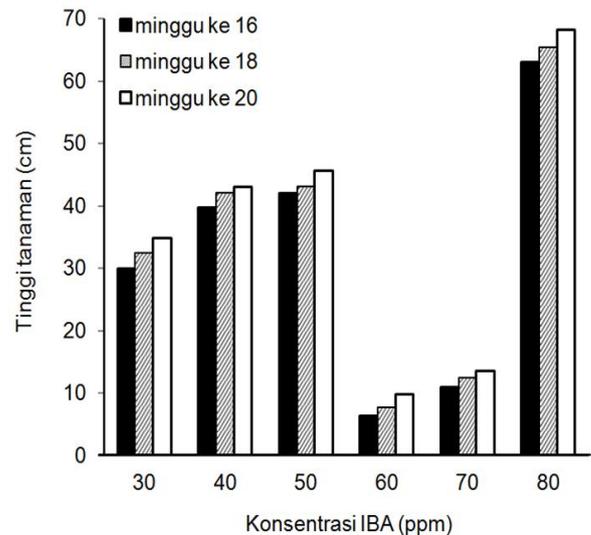
**Gambar 1.** Jumlah daun pada minggu ke-16, 18 dan 20 setelah tanam

setiap minggu meningkat dari perlakuan IBA 30 sampai 50 mg/L tetapi kemudian jumlahnya menurun pada perlakuan IBA 60 dan 70 mg/L dan meningkat kembali pada perlakuan IBA 80 mg/L (Gambar 1).

Hasil yang diperoleh terhadap jumlah daun baru yang bervariasi ini diduga adanya pengaruh dari konsentrasi IBA. Terlihat bahwa pemberian dosis yang semakin tinggi sampai batas 70 mg/L menurunkan jumlah daun yang dihasilkan. Jumlah daun yang optimal dihasilkan oleh perlakuan IBA 50 mg/L.

Dari hasil pengamatan di lapang menunjukkan bahwa daun baru tumbuh secara bertahap dimulai pada minggu ke-8 yang diawali dengan pemanjangan pucuk, kemudian pucuk mulai mekar dan terus berkembang secara penuh sampai minggu ke-20. Proses pertumbuhan pucuk menjadi daun ini terjadi perubahan warna mulai dari berwarna kemerahan, kemudian menjadi hijau muda dan setelah mekar penuh menghasilkan warna hijau tua. Perubahan bentuk, warna dan penambahan jumlah daun pada semua perlakuan memperlihatkan pengaruh yang positif, dimana tunas pada semua perlakuan terlihat tumbuh normal meskipun hasil jumlah daun terlihat ada yang berbeda nyata.

Dari hasil pengamatan pada semua perlakuan terlihat respon meningkatnya tinggi tanaman mulai dari minggu ke 16, 18 dan 20. Tinggi tanaman yang tertinggi diperoleh dari perlakuan IBA 50 mg/L (45,6 cm) dan IBA 80 mg/L (68,3 cm) (Gambar 2).



**Gambar 2.** Tinggi tanaman pada minggu ke-16, 18 dan 20 setelah tanam

Peningkatan tinggi tanaman ini selain dipengaruhi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan dalam perendaman (IBA) juga dipengaruhi zat pengatur tumbuh yang ada dalam tanaman itu sendiri (endogen). Selama tahap pertumbuhannya tanaman membutuhkan pula nutrisi dan kondisi lingkungan (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya) yang sesuai untuk tumbuh dengan optimal. Salah satu nutrisi yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman sagu adalah unsur hara nitrogen. Unsur hara nitrogen memberikan pengaruh yang dominan dan berperan untuk mendorong pembentukan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis seperti daun (Anugoolprasert et al. 2012).

#### Jumlah dan panjang akar

Hasil pengamatan dan uji lanjut BNT pada peubah jumlah akar menunjukkan hasil tidak berbeda nyata kecuali pada perlakuan IBA 60 mg/L dengan IBA 70 mg/L (Tabel 4).

Dengan melihat respon terbentuknya akar baru pada semua perlakuan menunjukkan bahwa zat pengatur tumbuh IBA mampu membantu tunas sagu untuk menginduksi akar baru (Gambar 3). Semua perlakuan perendaman IBA menghasilkan akar baru. Begitu pula hasil penelitian pada anakan sagu yang direndam dalam *Rootone-F* (Rostiawati 1995; Asmara 2005). Perlakuan dengan hasil jumlah akar terbanyak adalah pada perlakuan IBA 50 mg/L (rerata jumlah akar: 3,7), 70 mg/L (4,4)



**Gambar 3.** Hasil induksi akar pada perlakuan IBA 50 mg/L

dan 80 mg/L (4,1), sedangkan perlakuan yang menghasilkan jumlah akar paling sedikit yaitu pada perlakuan IBA 60 mg/L (1,0).

Panjang akar yang dihasilkan pada setiap perlakuan memberikan hasil yang tidak berbeda nyata. Dari Tabel 4 terlihat bahwa panjang akar yang optimal diperoleh pada perlakuan IBA 50 mg/L (Gambar 3). Akar yang dihasilkan merupakan akar baru yang tumbuh pada bagian bonggol langsung, dengan akar primer ditumbuhi akar cabang. Sedangkan akar lama yang tersisa pada bonggol saat sampling akan mati secara perlahan setelah muncul akar-akar baru.

Berdasarkan pengamatan secara visual di lapang, akar baru muncul secara bertahap dimulai pada minggu ke-3, setelah melewati masa kritis. Masa kritis yaitu saat perpindahan lingkungan tumbuh dari lapang ke lingkungan baru dalam *Screen House*. Waktu yang dibutuhkan oleh anakan muda untuk menginduksi akar adalah 12 minggu. Setelah umur bibit 12-16 minggu selanjutnya secara bertahap bibit diadaptasikan dengan lingkungan terbuka di lapang, namun bibit tetap harus ditempatkan di bawah naungan seperti paranet. Paranet yang digunakan harus dapat menahan cahaya hingga 60%, selanjutnya secara bertahap digunakan paranet dengan kemampuan menahan cahaya 40% dan pada akhirnya setelah bibit benar-benar kuat dapat diletakkan langsung di bawah sinar matahari.

**Tabel 4.** Rerata jumlah dan panjang akar pada minggu ke-20 setelah tanam

Konsentrasi IBA (mg/L)	Jumlah Akar	Panjang Akar (cm)
30	2,3 <sup>ab</sup>	17,3 <sup>a</sup>
40	2,6 <sup>ab</sup>	14,4 <sup>a</sup>
50	3,7 <sup>ab</sup>	21,4 <sup>a</sup>
60	1 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>
70	4,4 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>
80	4,1 <sup>ab</sup>	13,5 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji lanjut BNT taraf 5%

## KESIMPULAN

Setelah penyimpanan hingga 3 hari, alkohol 96% adalah yang terbaik dalam menjaga kondisi anakan tetap segar. Aplikasi teknik *ex vitro* menggunakan eksplan anakan sagu ukuran 200-300 gram yang direndam dalam zat pengatur tumbuh IBA pada konsentrasi 50 mg/L dapat menginduksi tumbuhnya akar baru serta meningkatkan pertumbuhan bibit sagu. Teknik ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam penyediaan bibit tanaman sagu dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan perkebunan sagu, dalam mendukung ketahanan pangan dan energi, serta konservasi hutan sagu.

Untuk lebih memperdalam hasil penelitian yang diperoleh disarankan untuk dilakukan modifikasi guna mengatasi eksplan anakan yang disimpan dalam jangka waktu lebih dari 3 hari pada saat melakukan sampling di lokasi yang jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allorerung D, Rembang JHW (1995) Pola rehabilitasi hamparan sagu di Irian Jaya. Laporan Tahunan 1994-1995. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma. Terbitan Khusus. No.Dok. 447/XI/1995
- Anugoolprasert O, Kinoshita S, Naito H, Shimizu M, Ehara H (2012) Effect of low pH on the growth, physiological characteristic and nutrient absorption of

- sago palm in a hydroponic system. *Plant Prod Sci* 15:125-131
- Asmara A (2005) Pengelolaan tanaman sago (*Metroxylon* spp) di PT National Timber and Forest Product Unit HTI murni Sagu. Selat Panjang, Riau. Dengan studi kasus persemaian. Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor, 41 hlm
- Bujang K (2011) Potential of sago for commercial production of sugars. The 10<sup>th</sup> International Sago Symposium, 29-30 October. Bogor, Indonesia
- Destinugrainny P, Sumaryono (2006) Keragaman morfologi selama perkembangan embrio somatik sago (*Metroxylon sago* Rottb). *J Menara Perkebunan* 74:44–52
- Dirjen Perkebunan (2013) Peningkatan produksi, produktivitas dan mutu tanaman tahunan – pedoman teknis pengembangan tanaman sago tahun 2014. Kementerian Pertanian 29 hlm
- Hanafiah KA (2014) Rancangan percobaan: Teori & aplikasi. Rajawali Press, Jakarta
- Karyanti K, Minaldi M, Haska N, Erwinda E, Tajuddin T (2009) The effect of storage method on sago (*Metroxylon sago* Rottb.) sucker in *ex vitro* production technique. Proceedings of the First Asean Sago Symposium: Current Trend and Development in Sago Research. October 29-31, 2009. Universiti Malaysia Sarawak, Kuching, Sarawak, Malaysia
- Kementan RI (2013) Pedoman budidaya sago (*Metroxylon* spp) yang baik. Lampiran Peraturan Menteri Pertanian RI No 134/Permentan/OT.140/12/2013
- Komarayati S, Winarni I, Djarwanto D (2011) Pembuatan bioetanol dari empulur sago (*Metroxylon* spp) dengan menggunakan enzim. *J Penelitian Hasil Hutan* 29:20-32
- Limbongan J, Hanafiah A, Nggobe M (2005) Pengembangan sago Papua. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Papua. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian
- Nabeya K, Nakamura S, Nakamura T, Fujii A, Watanabe M, Nakajima T, Nitta Y, Goto Y (2015) Growth behavior of sago palm (*Metroxylon sago* Rottb) from transplantation to trunk formation. *Plant Production Sci* 18:209-217
- Novero AU (2012) Recent advances in sago palm (*Metroxylon sago* Rottboell) micropropagation. In Goyal A, Maheshwari P (eds) *Frontiers on Recent Developments in Plant Science Vol 1* pp 60-66. Bentham Sci Pub, Canada
- Novero AU, Jamiri F (2012) Plant regeneration through direct shoot formation from sago palm (*Metroxylon sago* Rottb) leaf explants. *Asian J Biotech* 4:92-99. doi: 10.3923/ajbkr.2012.92.99
- Rahayu Y, Fitmawati, Herman (2013) Analisis keanekaragaman sago (*Metroxylon sago* Rottb) pada tiga tipe habitat di Pulau Padang Kepulauan Meranti. *Biosantifika* 5:16-24
- Riyadi I, Tahardi JS, Sumaryono (2005) The development of somatic embryos of sago. *J Menara Perkebunan* 73:35–43
- Rostiawati T (1995) Potensi permudaan dan kemampuan hidup anakan sago (*Metroxylon sago* Rottb) pada beberapa intensitas cahaya dan konsentrasi IBA. Tesis Pasca Sarjana, IPB Bogor. 94 hlm
- Sumaryono, Muslihatin W, Ratnadewi D (2012) Effect of carbohydrate source on growth and performance of *in vitro* sago palm (*Metroxylon sago* Rottb) plantlets. *Hayati J Biosci* 19:88-92
- Syakir M, Karmawati E (2013) Potensi tanaman sago (*Metroxylon* spp) sebagai bahan baku bioenergi. *Perspektif* 12:57-64
- Tajuddin T, Karyanti K, Minaldi M, Haska N (2008) The development of *ex vitro* and *in vitro* culture of sago palm (*Metroxylon sago* Rottb.). pp 231-235. *Dalam* YM Toyoda, M Okazaki, Quevedo & J Bacusmo (Eds). *Sago: Its Potential in Food and Industry*. Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Sago Symposium, July 19-21, 2007, Visayas State Univ. Philippines. TUAT Press, Tokyo, Japan
- Tajuddin T, Karyanti K, Minaldi M and Haska N (2009) The effect of period of immersion into IBA and BAP to the induction of root on sago (*Metroxylon sago* Rottb.) sucker for the *ex vitro* propagation. First Asean Sago Symposium: Current Trend and Development in Sago Research. October 29-31, 2009. Kuching, Sarawak, Malaysia
- Tajuddin T, Karyanti, Sukarnih T, Haska N (2015) The combination of growth hormones increased *in vitro* shoots multiplication on sago palm (*Metroxylon sago* Rottb). *J Bioteknologi Biosains Indones* 2:73-79