

BULETIN *AgroBio*

ISSN 0853-9022

Vol. 6, No. 2, 2004

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Marka Mikrosatelit: Marka Molekuler yang Menjanjikan Joko Prasetyono dan Taslih	41
Plasma Nutfah sebagai Sumber Gen untuk Menunjang Perbaikan Sifat dalam Perakitan Varietas Kacang Tanah Sri Astuti Rais ...	48
The Prospect of Indonesian Sweetpotato Germplasm Collection: The Application of RAPDs Analyses Ida Hanarida, Hakim Kurniawan, and Minantyorini	58
Strategi Pemanfaatan Bank Gen untuk Konservasi Plasma Nutfah Tanaman Semuel Leunufna ...	64
Prospek Pengembangan Benih Sintetik di Indonesia Arief Vivi Noviati dan Ika Roostika	72



Penerbit

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian
Departemen Pertanian

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: borif@indo.net.id

Telepon: (0251) 339793, 337975

Faksimile: (0251) 338820

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung Jawab

Sutrisno

Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan
Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

Redaktur Teknis

Novianti Sunarlim

M. Machmud

Ida Hanarida Somantri

Redaktur Pelaksana

Ida N. Orbani

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak manapun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.

Prospek Pengembangan Benih Sintetik di Indonesia

Arief Vivi Noviati dan Ika Roostika

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

ABSTRACT

Prospect of Artificial Seed Technology Development in Indonesia. Arief Vivi Noviati and Ika Roostika. Artificial seed technology is an alternative technology that can be applied for plants that are difficult to be propagated or conserved conventionally. This technology can produce uniform seed/seedling in large scale while maintaining genetic constituent of the genotype. This technology has not been developed in Indonesia. However research that needed to apply this technology has been conducted. Therefore, there is a prospect to develop artificial seed technology in Indonesia, especially for endangered and highly economic plants.

Key words: Artificial seed, somatic embryogenesis

Teknik perbanyakan merupakan salah satu kunci keberhasilan dalam perbanyakan dan pengembangan tanaman. Untuk penanaman skala luas, perbanyakan menggunakan biji merupakan cara yang praktis. Hal ini tidak menjadi masalah bagi tanaman-tanaman yang berbiji ortodoks karena biji/benih dapat bertahan pada suhu dan kelembaban rendah sehingga mampu disimpan dalam waktu yang relatif lama dan menjamin kontinuitas pengadaan benih. Namun demikian, untuk tanaman yang menyerbuk silang dan bersifat heterosigot, perbanyakan dengan cara tersebut menghasilkan keturunan dengan sifat yang tidak selalu sesuai dengan induknya. Bagi tanaman yang berbiji rekalsitran, kemampuan benih yang terlalu cepat berkecambah menjadi masalah dalam kontinuitas pengadaan benih dan kualitas benih, sedangkan untuk tanaman yang diperbanyak secara vegetatif, propagul tanaman (bagian vegetatif sebagai bahan perbanyakan) umumnya tidak dapat disimpan dalam waktu yang relatif lama. Oleh karena itu perlu diterapkan teknologi alternatif yang dapat digunakan untuk perbanyakan tanaman dalam skala besar dan juga menjaga ke-

seragaman genetik tanaman tersebut.

Teknologi kultur *in vitro* merupakan teknologi yang telah terbukti mampu memproduksi bibit dalam jumlah besar, seragam dan tidak terbatas oleh musim. Perbanyakan secara kultur *in vitro* identik dengan perbanyakan secara vegetatif. Dalam hal ini, regenerasi melalui jalur embriogenesis somatik lebih jarang diterapkan daripada regenerasi melalui jalur organogenesis karena tingkat kerumitannya yang lebih tinggi. Namun demikian, penguasaan teknik tersebut membuka peluang bagi pengembangan benih sintetik yang dapat berperilaku menyerupai benih zigotik yang dapat disimpan dalam waktu relatif lama.

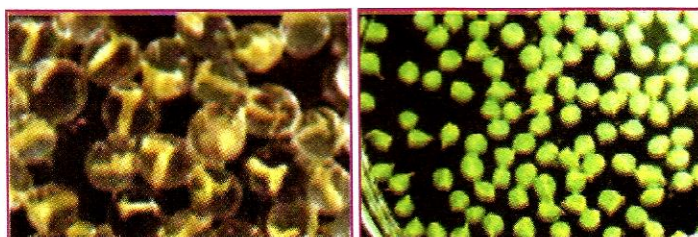
BENIH SINTETIK

Artificial seed atau yang umum disebut sebagai benih sintetik (Gambar 1) merupakan istilah yang

digunakan untuk embrio somatik yang dihidrasi atau didesikasi dengan atau tanpa enkapsulasi (Senaratna 1992). Pengertian benih sintetik menjadi berkembang dan berlaku juga untuk propagul tanaman yang dienkapsulasi karena secara struktur menyerupai benih zigotik.

Benih sintetik dapat digunakan untuk beberapa tujuan (Senaratna, 1992). Pertama, benih sintetik dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman yang tidak berbiji atau tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Kedua, benih sintetik dapat digunakan untuk memperbanyak galur mandul jantan dalam pembuatan hibrida. Ketiga, benih sintetik merupakan pilihan yang baik untuk memperbanyak tanaman yang memiliki biji rekalsitran seperti mangga, coklat, dan kelapa. Keempat, benih sintetik juga dapat digunakan untuk menjaga kemurnian genotipe, seperti pemeliharaan nomor-nomor harapan hasil variasi somaklonal (Lestari *et al.* 2000). Selain itu, karena benih sintetik diproduksi melalui sistem kultur jaringan maka benih yang dihasilkan relatif bebas dari hama dan penyakit. Teknik enkapsulasi benih sintetik juga dapat digunakan untuk penyimpanan secara kriopreservasi (Roostika *et al.* 2003).

Meskipun benih sintetik memiliki berbagai keuntungan, penggunaannya dalam skala komersial masih memiliki beberapa hambatan. Pertama, produksi benih sintetik relatif lebih mahal bila dibanding-



Gambar 1. Enkapsulasi benih sintetik pada *Siberian ginseng*

Sumber: Choi dan Jeong (2002); Jung *et al.* (2004)

kan dengan benih konvensional. Hal ini menyebabkan benih sintetik lebih tepat bila digunakan pada tanaman bernilai ekonomi tinggi. Selain itu, benih somatik pada umumnya terlalu cepat berkecambah, sehingga sulit untuk disimpan dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu, diperlukan induksi dormansi benih untuk menghambat pertumbuhannya sehingga dapat memperpanjang masa simpannya. Choi dan Jeong (2002) memberikan perlakuan sukrosa taraf tinggi (9%) untuk menginduksi dormansi benih sintetik ginseng.

Tahapan yang perlu dilakukan dalam memproduksi benih sintetik adalah tahap produksi embrio somatik, pemeliharaan, dan regenerasi. Tahap pemeliharaan dapat dilakukan dengan desikasi atau dehidrasi, hidrasi, enkapsulasi (Senaratna, 1992). Pada tahap produksi embrio somatik, diperlukan media dan sumber eksplan yang tepat sehingga dapat dihasilkan embrio somatik dalam skala besar. Penelitian untuk menghasilkan embrio somatik telah banyak dilakukan baik di dalam maupun di luar negeri (Pardal *et al.* 1997; Roostika dan Mariska 2003; Taryono 2000; Choi *et al.* 1999). Perlakuan hidrasi (secara basah dalam larutan media atau air steril) lebih banyak diterapkan daripada desikasi atau dehidrasi (secara kering) karena lebih menjamin daya hidup benih sintetik walaupun periode simpannya lebih pendek. Desikasi atau dehidrasi merupakan perlakuan yang ideal untuk penyimpanan jangka panjang apabila proses tersebut tidak merusak embrio somatik. Istilah desikasi digunakan pada perlakuan pengeringan secara fisik dengan penguapan kandungan air dalam jaringan. Istilah dehidrasi digunakan pada perlakuan pengeringan secara kimia dengan menggunakan krioprotektan. Dalam hal ini diperlukan penelitian mengenai jenis krioprotektan dan lamanya pe-

rendaman dalam krioprotektan untuk menginduksi ketahanan jaringan. Apabila diperlukan, perlakuan enkapsulasi diterapkan untuk mencegah kekeringan atau menginduksi toleransi terhadap kekeringan. Menurut Senaratna (1992), meskipun enkapsulasi tidak diperlukan untuk perkecambahan embrio somatik yang didesikasi, enkapsulasi dapat memberikan perlindungan terhadap kerusakan mekanik dan juga untuk memberikan bentuk kepada benih. Menurut Ganapathi (2001), enkapsulasi embrio somatik dapat memudahkan transportasi dan pertukaran plasma nutfah. Tahap regenerasi dilakukan untuk menguji sekaligus memulihkan daya regenerasi benih somatik setelah penyimpanan.

PENGEMBANGAN BENIH SINTETIK DI MANCA NEGARA

Penelitian benih sintetik telah dikembangkan di manca negara, seperti Korea dan India. Penelitian benih tersebut umumnya ditujukan untuk memperbanyak tanaman bernilai ekonomi tinggi dan langka (Tabel 1). Penelitian tersebut sudah berkembang hingga tahap aklimati-

sasi dan pengujian benih. Ganapathi *et al.* (2001) serta Mukunthakumar dan Mathur (1992) melaporkan keberhasilan aklimatisasi benih sintetik di rumah kaca, sedangkan Nieves *et al.* (2003) melaporkan keberhasilan penggunaan benih sintetik tebu di lapang. Menurut hasil penelitian mereka, tidak terdapat perbedaan hasil maupun karakter vegetatif antara tanaman hasil benih sintetik dan tanaman hasil perbanyakan vegetatif secara konvensional.

PENGEMBANGAN BENIH SINTETIK DI INDONESIA

Saat ini di Indonesia, penelitian embriogenesis somatik telah banyak dilakukan pada berbagai jenis tanaman (Tabel 2). Hasil-hasil penelitian tersebut dapat dimanfaatkan untuk pengembangan benih sintetik, baik untuk tujuan penyimpanan maupun pengembangan secara komersial, terutama pada tanaman yang sulit diperbanyak secara konvensional.

Penerapan teknologi benih sintetik di Indonesia masih dalam tahap penelitian. Hingga saat ini, penelitian benih sintetik tersebut lebih

Tabel 1. Penerapan teknologi benih sintetik pada beberapa jenis tanaman

Jenis Tanaman	Negara	Pustaka
<i>Siberian ginseng</i>	Korea	Jung <i>et al.</i> (2004); Choi <i>et al.</i> (1999); Choi dan Jeong (2002)
Pisang	India	Ganapathi (2001)
Tebu	Cuba	Nieves <i>et al.</i> (2003)
Bambu	India	Mukunthakumar dan Mathur (1992)
Teh	Spanyol	Janeiro <i>et al.</i> (1997)
Kentang	Kenya	Nyende <i>et al.</i> (2002)

Tabel 2. Penerapan teknik embriogenesis somatik pada beberapa jenis tanaman di Indonesia

Jenis tanaman	Pustaka
Kedelai	Pardal <i>et al.</i> (1997); Trijatmiko dan Jumanto (1996); Mariska <i>et al.</i> (2001)
Kakao	Tahardi dan Mardiana (1992); Tahardi (1995; 1998)
Ubi jalar	Ambarwati <i>et al.</i> (2000)
Kopi arabika	Priyono dan Danimihardja (1992)
Teh	Tahardi <i>et al.</i> (2000)
Sorgum	Ishak <i>et al.</i> (1996)
Pisang	Yuniastuti <i>et al.</i> (1997)
Jati	Yunaini (2004)
Kacang hijau	Puspitawati (1997)
Melon	Rohayati (2003)

ditujukan untuk usaha konservasi dan pemeliharaan genotipe (Lestari *et al.* 2000; Roostika *et al.* 2003) daripada untuk komersialisasi. Meskipun demikian, tidak menutup kemungkinan pemanfaatan benih sintetis secara komersial terutama untuk tanaman bernilai tinggi dan langka.

Hasil penelitian Lestari *et al.* (2000) menunjukkan bahwa tunas nilam hasil variasi somaklonal dapat tumbuh dengan baik tanpa menembus kapsul hingga mampu disimpan selama 4 bulan dengan menggunakan media $\frac{1}{2}$ MS + ancymidol 4 mg/l atau $\frac{1}{2}$ MS + paclobutrazol 4 mg/l (Tabel 3).

Penerapan teknologi benih sintetis untuk penyimpanan jangka panjang secara kriopreservasi dilakukan oleh Roostika *et al.* (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman kultur terenkapsulasi dalam larutan krioprotektan PVS2 memberikan efek yang berbeda-beda terhadap varietas ubi jalar yang diujikan. Varietas Jewel paling sensitif terhadap krioprotektan PVS2, sedangkan varietas Mangkokan paling tahan. Taraf sukrosa di atas 3% cenderung menurunkan daya hidup dan daya tumbuh tunas (Tabel 4). Berbeda dengan hasil tersebut, Sudarmonowati dan Henshaw (1992) melaporkan bahwa embrio somatik ubi kayu meningkat daya hidupnya setelah penyimpanan secara kriopreservasi dengan meningkatkan taraf sukrosa hingga 7% dan DMSO hingga 16%.

PROSPEK PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BENIH SINTETIK

Penelitian regenerasi melalui jalur organogenesis dan embriogenesis somatik di Indonesia sudah cukup banyak. Namun demikian, teknologi tersebut sebaiknya dikembangkan pada skala yang lebih luas seperti skala bioreaktor. Penguasaan teknologi regenerasi sangat

Tabel 3. Persentase tumbuh dari tunas nilam terenkapsulasi, 16 minggu setelah tanam

Perlakuan (mg/l)	Nomor TT		Nomor 2A	
	$\frac{1}{2}$ MS	MS	$\frac{1}{2}$ MS	MS
Paclobutrazol	0	100	100	100
	1	50	100	100
	2	10	100	100
	3	10	100	100
	4	0	100	100
Ancymidol	5	0	100	100
	0	70	100	100
	1	70	100	100
	2	80	100	100
	3	10	100	100
	4	0	0	20
	5	0	0	20

Sumber: Lestari *et al.* (2000)

Tabel 4. Pengaruh perendaman dalam PVS2 sebelum pembekuan dalam nitrogen cair terhadap pertumbuhan kultur tiga varietas ubi jalar pada umur 6 minggu

Taraf sukrosa	Media	Persentase hidup			Persentase bertunas		
		Mgk	Jw	Cib	Mgk	Jw	Cib
3%	E3	75	0	100	50	0	0
	E1,5	100	0	100	60	0	0
	D3	100	0	100	80	0	0
	D1,5	80	0	100	40	0	0
4%	E3	75	0	100	0	0	0
	E1,5	80	0	100	0	0	40
	D3	60	0	80	0	0	0
	D1,5	60	0	100	0	0	0
6%	E3	80	0	80	0	0	20
	E1,5	80	0	80	0	0	0
	D3	60	25	100	20	25	20
	D1,5	80	0	80	0	0	20
8%	E3	60	0	100	0	0	0
	E1,5	60	0	100	0	0	20
	D3	50	0	80	0	0	0
	D1,5	40	50	80	0	50	20

PVS2 = gliserol 30% + etilen glikol 15% + DMSO 15% dalam media dasar dengan sukrosa 0,4 M perendaman dalam PVS2 dilakukan secara gradual dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang lebih tinggi selama waktu tertentu, yaitu 20% selama 60 menit, 40% selama 30 menit, 60% selama 10 menit, dan 80% selama 5 menit; E3 = etilen glikol 3%; E1,5 = etilen glikol 1,5%; D3 = DMSO 3%; D1,5 = DMSO 1,5%; Mgk = Mangkokan; Jw = Jewel; Cib = Cilembu

Sumber: Roostika *et al.* (2003)

mendukung penerapan teknologi benih sintetis. Teknologi benih sintetis yang cukup mahal sangat cocok diterapkan pada tanaman yang mempunyai nilai ekonomi tinggi terutama pada hibrida atau klon tanaman kehutanan. Teknologi tersebut juga sangat cocok diterapkan pada tanaman langka seperti tanaman obat-obatan yang mengalami erosi genetik secara besar-besaran sehingga perlu dikonservasi supaya terhindar dari kepunahan.

Saat ini Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB-Biogen) bekerja sama dengan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balittro) sedang melakukan penelitian embriogenesis somatik purwoceng yang akan dilanjutkan dengan penelitian teknologi benih sintetis. Teknologi benih sintetis tersebut ditujukan untuk produksi dan konservasi karena purwoceng merupakan tanaman obat langka yang memiliki nilai ekonomi tinggi.

KESIMPULAN

Teknologi benih sintetik memiliki prospek yang cerah untuk dikembangkan di Indonesia, terutama untuk tanaman bernilai ekonomi tinggi yang sulit diperbanyak secara konvensional. Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mendapatkan teknik yang optimal dan untuk mengefisienkan biaya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati, A.D., A. Sisharmini, B. Santosa, M. Herman, dan Minantyorini. 2000. Regenerasi tanaman ubi jalar melalui embriogenesis dan organogenesis. *Jurnal Agrobiotek* 1(1):1-6.
- Choi, Y.E. dan J.H. Jeong. 2002. Dormancy induction of somatic embryos of *Siberian ginseng* by high sucrose concentration enhances the conservation of hydrated artificial seeds and dehydration resistance. *Plant Cell Rep.* 20:1112-1116.
- Choi, Y., D. Yang, dan E. Yoon. 1999. Rapid propagation of *Eleutherococcus senticosus* via direct somatic embryogenesis from explants of seedlings. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 58:93-97.
- Ganapathi, T.R., L. Srinivas, P. Suprasanna, dan V.A. Bapat. 2001. Regeneration of plants from alginate-encapsulated somatic embryos of banana rasthali (*Musa* spp. AAB group). *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 37:178-181.
- Ishak, S. Vernailen, dan M. Jacobs. 1996. Study of embryogenic calli formation and plant regeneration derived from various explants sources of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *Zuriet* 7(2):85-92.
- Janeiro, L.V., A. Ballester, dan M. Vietez. 1997. *In vitro* response of encapsulated somatic embryos of camellia. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 51:119-125.
- Jung, S.J., E.S. Yoon, J.H. Jeong, dan Y.E. Choi. 2004. Enhanced post-germination growth of encapsulated somatic embryos of *Siberian ginseng* by carbohydrate addition to the encapsulated matrix. *Plant Cell Rep.* 23:365-370.
- Lestari, E.G., S. Haran, I. Mariska, dan R. Megja. 2000. Penyimpanan tunas nilam hasil variasi somaklonal dengan enkapsulasi. *Dalam* Subroto, M., T.M. Ermayanti, N.R. Prayitno, Y. Widyastuti, D. Tisnadaja, I.H. Slamet-Loedin, dan E. Sukara (Eds.). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi III*, Cibinong 7-9 Maret 2000. hlm. 391-397.
- Mariska, I., S. Hutami, M. Kosmiatin, A. Husni, W.H. Adil, dan Y. Supriati. 2001. Somatic embryogenesis in different soybean varieties. *In* N. Sunarlim, M. Machmud, W.H. Adil, F. Salim, dan I.N. Orban (Eds.). *Proceedings of Workshop on Soybean Biotechnology for Aluminum Tolerance on Acid Soils and Disease Resistance*. Central Research Institute for Food Crops, Bogor.
- Mukunthakumar, S. dan J. Mathur. 1992. Artificial seed production in the male bamboo *Dendrocalamus strictus* L. *Plant Science* 87:109-113.
- Nieves, N., Y. Zambramo, R. Tapia, M. Cid, D. Pina, dan R. Castillo. 2003. Field performance of artificial seed-derived sugarcane plants. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture* 75:279-282.
- Nyende, A.B., S. Schittenhelm, G. Mix-Wagner, dan J.M. Greef. 2002. Synthetic potato seeds offer the potential to improve the Kenyan seed system. *Landbauforschung Volkenrode* 52(3):141-148.
- Pardal, J.P., D.R. Untari, A. Sisharmini, D. Rijadi, dan M. Herman. 1997. Regenerasi kedelai secara *in vitro*. *Dalam* S. Moeljopawiro, M. Herman, S. Saono, I. Mariska, B. Purwantara, dan H. Kasim (Eds.). *Prosiding Seminar Perhimpunan Bioteknologi Pertanian Indonesia*. Surabaya, 12-14 Maret 1997. hlm. 27-38.
- Priyono dan S. Danimihardja. 1992. Kultur embrio somatik kopi arabika menggunakan air kelapa, caseinhidrolisat, glutamine dan asparagin. *Zuriet* 3(1):43-48.
- Puspitawati, R.P. 1997. Embriogenesis pada kacang hijau [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] varitas walet. Institut Teknologi Bandung. Tesis. <http://digilib.bi.itb.ac.id/go.php?id=jbptitbbi-gdl-s2-1997-rinieprati-729>. Diakses 14 Juli 2005.
- Rohayati. 2003. Aplikasi organogenesis dan embriogenesis somatik untuk perbanyakan bibit melon (*Cucumis melo* L.) cv. *Japanese cantaloupe*. *Dalam* Humas BPPT (Ed.). *Prosiding seminar teknologi untuk negeri II*: 90-97. www.iptek.net.id/ind/jurnal/jurnal_idx.php?doc=VII.IIB.03.htm. Diakses 14 Juli 2004.
- Roostika, I. dan I. Mariska. 2003. *In vitro* culture of pineapple by organogenesis and somatic embryogenesis: Its utilization and prospect. *Buletin Agrobiogen* 6(1):34-40.
- Roostika, I., I. Mariska, G.A. Wattimena, N. Sunarlim, dan M. Kosmiatin. 2003. Kriopreservasi ubi jalar secara enkapsulasi-vitrifikasi. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 22(3):159-166.
- Senaratna, T. 1992. Artificial seeds. *Biotech. Adv.* 10:379-392.
- Sparg, S.G., N.B. Jones, and J. van Staden. 2002. Artificial seed from *Pinus patula* somatic embryos. *South African Journal of Botany* 68(2):234-238.
- Sudarmonowati, E. dan G.G. Henshaw. 1992. Cryopreservation of cassava embryogenic callus and somatic embryos. *Proceedings of Seminar on Results of Research and Development of Biotechnology*, Bogor, 14-16 September 1992. Research and Development Centre for Biotechnology, Bogor.
- Tahardi, J.S. 1995. Regenerasi tanaman kakao melalui embriogenesis somatik Menara Perkebunan 64(1): 34-44.
- Tahardi, J.S. 1998. Plant regeneration in *Hevea brasiliensis* via somatic embryogenesis. *Menara Perkebunan* 66(1):1-8.
- Tahardi, J.S. dan N. Mardiana. 1995. Cocoa regeneration via somatic embryogenesis. *Menara Perkebunan* 63(1):3-7.

- Tahardi, J.S., T. Raiswati, I. Riyadi, dan W.A. Dodd. 2000.** Direct somatic embryogenesis and plant regeneration in tea by temporary liquid immersion. *Menara Perkebunan* 68(1):1-9.
- Taryono. 2000.** Deteksi keragaman hasil perbanyakan tanaman melalui embriogenesis somatik dengan metoda sitometri dan molekuler. *Ilmu Pertanian* 7(1):1-11.
- Trijatmiko, K.R. dan Jumanto. 1996.** Regenerasi tanaman kedelai (*Glycine max* [L.] Merrill) melalui embriogenesis somatik. *Jurnal Bioteknologi Pertanian* 1(2):7.
- Yunaini, L. 2004.** Induksi embriogenesis somatik pada kultur kalus Jati (*Tectona grandis* L.f.). Departemen Biologi, Institut Teknologi Bandung, Bandung. Skripsi. <http://digilib.bi.itb.ac.id/go.php?id=jbptitbbi-gdl-s1-2004-lulukyunai-374>. Diakses: 14 Juli 2004.
- Yuniastuti, E., R. Megia, S. Haran, dan A. Hartono. 1997.** Embriogenesis somatik pada beberapa kultivar pisang (*Musa* spp.) Indonesia. Dalam Karyanto, A. et al. (Eds.). *Prosiding seminar nasional biology XV perhimpunan biologi Indonesia*, Bandar Lampung 24-26 Juli 1997. hlm. 1372-1375.
-