

PERBANYAKAN DAN PEMATANGAN EMBRIO SOMATIK
Pinus merkusii Jungh. & Devr. PADA MEDIUM PADAT DCR

SKRIPSI



Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Jurusan Pendidikan Biologi



Oleh:

RIA ARISTA

035126

JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2008

LEMBAR PENGESAHAN
PERBANYAKAN DAN PEMATANGAN EMBRIO SOMATIK
***Pinus merkusii* Jungh. & Devr. PADA MEDIUM PADAT DCR**

Oleh :

RIA ARISTA

035126

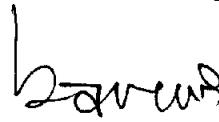
Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M. Si.
NIP. 131 975 879

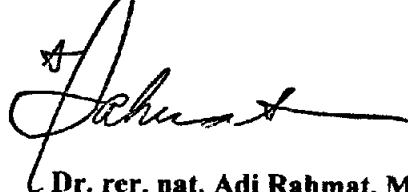
Pembimbing II



Dra. Sariwulan Diana, M. Si.
NIP. 131 664 360

Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan Biologi



Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M. Si.
NIP. 131 975 879

*Sesungguhnya setelah kesulitan
itu ada kemudahan, maka bila
telah selesai mengerjakan
sesuatu kerjakanlah dengan
sungguh-sungguh pekerjaan yang
lain dan hanya kepada
Tuhanmulah kamu berharap
(Q.S. Alam Nasyroh: 68)*

*"Kemenangan (keberhasilan) hanya dapat dicapai
dengan kesabaran" (H.R. Attirmidzi)*

*karya ini kusembahkan
untuk Ibunda, Ayahanda,
adikku dan orang yang
menyayangiku*



PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Perbanyakan dan Pematangan Embrio Somatik *Pinus merkusii* Jungh. & Devr. pada Medium Padat DCR” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, tidak ada bagian di dalamnya yang termasuk plagiat dari karya orang lain.

Bandung, Februari 2008

Yang membuat pernyataan



Ria Arista



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Illahi Robbi yang senantiasa melimpahkan rahmat dan anugrah-Nya. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains, program studi biologi di Universitas Pendidikan Indonesia. Judul yang dikaji dalam penelitian ini adalah “Perbanyakan dan Pematangan Embrio Somatik *Pinus merkusii* Jung. & Devr. pada Medium Padat DCR”. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kurva tumbuh tiap klon sehingga diperoleh waktu yang tepat untuk pematangan ESM *Pinus merkusii* Jung. & Devr. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengamati respon pematangan ESM *Pinus merkusii* Jung. & Devr. pada medium DCR yang diberi penambahan PEG dan berbagai konsentrasi ABA.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan kritik demi perbaikan di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Februari 2008

Ria Arista

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan pada Allah SWT atas selesainya karya ini. Ucapan terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang mendalam penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si. selaku pembimbing I dan Ketua Jurusan Pendidikan Biologi yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Hj. Sariwulan Diana, M.Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan motivasi untuk menyelesaikan tugas skripsi ini.
3. Ibu Dra. Kusdianti, M.Si. selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan kemudahan selama masa perkuliahan.
4. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya selama penulis menuntut ilmu.
5. Seluruh staf tata usaha dan staf laboran di lingkungan Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI yang telah memberikan kelancaran administrasi.
6. Kedua orang tua yang telah memberi dukungan moril dan materil.
7. Rekan-rekan mahasiswa atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan pula atas bantuan seluruh pihak yang tidak dapat penulis uraikan satu per satu. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah kita perbuat dan dapat menjadi amal baik bagi kita semua. Amin.



ABSTRAK

Penelitian perbanyakan dan pematangan embrio somatik *Pinus merkusii* Jung. & Devr. telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh kurva tumbuh ESM *P.merkusii* dan gambaran respon pematangannya pada medium DCR dengan penambahan 6 % PEG dan berbagai konsentrasi ABA (0; 2,5; 5; 7,5 dan 10 μM). Perbanyakan embrio somatik dilakukan pada medium DCR yang mengandung 9 μM 2,4-D dan 2 μM BAP. Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa waktu pertumbuhan tiap klon berbeda-beda dan dapat dikelompokkan menjadi 3 yaitu cepat (4-5 minggu), sedang (5-6 minggu) dan lambat (7-8 minggu). Dalam uji pematangan hanya dua klon yang menunjukkan gejala pematangan pada medium padat DCR dengan penambahan 2,5; 5 dan 7,5 μM serta 6 % PEG. Akan tetapi hingga dua bulan kultivasi dari kedua klon tersebut belum dapat diperoleh embrio yang matang.

Kata kunci: Embriogenesis somatik, *Pinus merkusii*, PEG, ABA, kurva tumbuh.

ABSTRACT

The study on the proliferation and maturation of *Pinus merkusii* Jungh. & Devr. somatic embryos has been done. The aim of this study is to describe the growth of pine ESM on the solid medium and to observed it's maturation response on the DCR medium containing 6 % PEG and 0; 2,5; 5; 7,5 and 10 μ M ABA. The proliferation of ESM conducted on DCR medium supplemented with 9 μ M 2,4-D, 2 μ M BAP, 20 g/L sucrose and 8 g/L agar. Both proliferation and maturation experiment conducted in the dark at room temperature. On proliferation medium different ESM show different growth rate which could be devided into three groups; the fastest (4-5 weeks); the middle (5-6 weeks) and the slowest (7-8 weeks) growth rate groups of ESM. Maturation experiment showed only two clone (PMC 2 and PMC 11) of ESM indicating a maturation respons could be observed by the development of the embryo from proembryo stage to prekotiledon stage.

Keyword : Somatic embryogenesis, *Pinus merkusii*, PEG, ABA, growth rate.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Pertanyaan Penelitian.....	5
D. Batasan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II <i>Pinus merkusii</i> Jung & Devr. DAN EMBRIOGENESIS SOMATIK	
A. <i>Pinus merkusii</i> Jung & Devr	7
1. Tata Nama dan Taksonomi	7
2. Deskripsi Botani <i>Pinus merkusii</i>	7
3. Sebaran Geografis dan Habitat.....	11
4. Metagenesis.....	12

5. Struktur Biji	15
6. Manfaat	17
B. Embriogenesis Somatik	18
1. Definisi	18
2. Tahapan Embriogenesis Somatik.....	20
3. Keuntungan Embriogenesis Somatik	26

BAB III METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian.....	28
B. Lokasi Penelitian	28
C. Alat dan Bahan Penelitian	29
1. Alat.....	29
2. Bahan.....	29
D. Cara Kerja	30
1. Tahap Persiapan	30
2. Tahap Pelaksanaan	33
3. Pengumpulan dan Analisis Data	35

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perbanyakkan ESM.....	36
B. Pematangan ESM.....	42
C. Kendala dan Alternatif Pemecahannya.....	48

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	50
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
RIWAYAT HIDUP.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
3.1	Kombinasi perlakuan pematangan embrio somatik <i>Pinus merkusii</i>	28
3.2	Alat-alat penelitian.....	29
3.3	Bahan-bahan penelitian.....	30
3.4	Komposisi medium DCR (Gupta & Durzan, 1985).....	32
4.1	Rata-rata awal pertumbuhan dan lama kultivasi tiap klon <i>Pinus merkusii</i>	38
4.2	Respon pematangan embrio somatik <i>Pinus merkusii</i> pada berbagai medium pematangan.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	<i>Pinus merkusii</i> Jung. & Devr.	8
2.2	Struktur bifoliar daun <i>Pinus merkusii</i>	9
2.3	Strobilus jantan (A) dan strobilus betina <i>Pinus merkusii</i> (B)...	10
2.4	Distribusi alami <i>Pinus merkusii</i> (tanda merah).....	12
2.5	Tahap awal perkembangan embrio pinus (Vasistha, 1976).....	14
2.6	Tahap perkembangan embrio berikutnya (Vasistha, 1976).....	15
2.7	Struktur biji <i>Pinus merkusii</i> (Vasistha, 1976).....	17
2.8	Sisik strobilus <i>Pinus merkusii</i> yang mengandung biji	17
2.9	Struktur anatomi embrio somatik <i>Pinus merkusii</i>	23
4.1	Klon <i>Pinus merkusii</i> (PMC 1) yang mengalami <i>browning</i> (tanda panah) setelah tiga kali subkultur dengan pertumbuhan yang terhambat.....	36
4.2	Kurva tumbuh <i>Pinus merkusii</i>	39
4.3	Lekukan pada sel-sel embrio (tanda panah) yang menandakan awal terjadinya <i>cleavage embriogenik</i> (A) dan akhir pembelahan (B).....	39
4.4	Morfologi ESM pada fase stationer awal yang berwarna putih sampai kuning pucat, transparan dan <i>mucilaginous</i> (tanda panah).....	41
4.5	Struktur bipolar proembrio pada fase stationer awal, tersusun atas sel embrionik yang kaya sitoplasma (E) dan sel suspensor	

	bervakuola dan terorganisasi (S).....	42
4.6	Perkembangan embrio pada medium pematangan dengan penambahan ABA setelah medium diautoclave. Respon pematangan muncul setelah 2 minggu kultivasi. E merupakan bagian embrio yang membesar. S adalah suspensor.....	44
4.7	Embrio somatik yang membesar setelah 4 minggu kultivasi pada media pematangan dengan penambahan ABA sebelum autoclave	45
4.8	Perbandingan ukuran embrio somatik sebelum dan pada saat pematangan. A adalah suspensi embrio somatik sebelum pematangan. B adalah suspensi embrio somatik pada saat pematangan	45
4.9	Embrio somatik usia dua minggu pada medium pematangan. Embrio somatik tanpa pembilasan (A) dan embrio somatik dengan pembilasan (B).....	46



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1985). *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung : Angkasa.
- Atree, S. M., Moore, D., Sawhney, V. K. & Fowke, L. C. (1991). Enhanced Maturation and Decidation Tolerance of White Spruce [*Picea glauca* (Moench) Voss] Somatic Embryos : Effect of a Non-plasmolysing Water Stress and Absisic Acid. *Annals of Botany*. 68, 519-525.
- Batara M.S, Edy. (2005). *Pemuliaan Pinus merkusii*. [Online]. Tersedia:www.google.com / e-USU Repository Universitas Sumatera Utara[14 Januari 2008].
- Becwar, M. R. & Pullman, G. S. (1995). *Somatic Embryogenesis in Loblolly Pine (Pinus taeda L)*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta, R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Bercetche, J & Paques, M. (1995). *Somatic Embryogenesis in Maritime Pine (Pinus pinaster)*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta, R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Bhojwani, S.S & Young, W.S. (1999). *Morphogenesis in Plant Tissue Culture*. Dordrecht London: Kluwer Academic Publisher.
- Boer, E. & Ella, A. B. (editors).(2001). *Plant resorces of south-east asia no.18. Plants producing exudates Prosea*. Bogor.
- Bold & Claire. (1987). *The Plant Kingdom*. Fifth Edition. New Jersey: Prentice-hall, Inc. Englewood.
- Bohzkov, Peter & Von Arnold, Sara. (1998). "Polyethylene Glycol Promotes Maturation But Inhibits Further Development of *Picea abies* Somatic Embryos". *Journal of Physiologia Planetarum*.104, 211-224.
- Chandler, S.F & Young, R. (1995). *Somatic Embryogenesis in Pinus radiata Don*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Chand, S & Singh, A.K. (2001). *Direct Somatic Embryogenesis from Zygotic Embryos of a Timber-yielding Leguminous Tree, Hardwickia binata Roxb*. Research Communications. India: Plant Tissue Culture and genetics Research Group.

- Conger, B.V. (1981). *Introduction*. Dalam : Cloning Agricultural Plants via *in vitro* Techniques. 1-4. Boca Raton, Fa: CRC Press.
- David, A., Elaine, D. & David, H. (1995). *Somatic Embryogenesis in Pinus caribea*. dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Devlin, R. M. & Witham, F. H. (1983). *Plant Physiology Fourth Edition* . PWS Publishers. USA.
- Dinar, L. (2007). *Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik Pinus merkusii Jung & Devr. Melalui Aplikasi Teknik Pemotongan Ujung Kalaza Eksplan*. Skripsi Sarjana Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: Tidak Diterbitkan.
- Egertsdotter, Ulrika & Von Arnold, Sara. (1997). "Development of Somatic Embryos in Norway Spruce". *Journal of Experimental Botany*. 49 (319), 155-162.
- Grossnicle, S.C., Roberts P. R., Major, J. E., Folk, R. S., Webster, F. B. & Sutton, B. C. S. (1991). *Integration of Somatic Embryogenesis into Operational Forestry. Comparison of Interior Spruce Emblings & Seedlings During Production of 1+ 0 Stock*. Canada.
- Gupta, P. K. & Durzan, D. J. (1985). "Shoot Multiplication From Mature Trees of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and Sugar pine (*Pinus lambertiana*). *Plant Cell Report*. 4. 177-179.
- Gupta, P.K. (1988). "Advances in Biotechnology of Conifers". *Current Science* : 57 (12). 629-637. India: National Chemical Laboratory.
- Gupta, P. K. (1995). *Somatic Embryogenesis in Sugar Pine (Pinus lambertiana)*. dalam S. Jain, P.K. Gupta, R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol.3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Haissig, Bruce E., Nelson, Neil D. & Kidd, George H. (1987). "Trends in The Use of Tissue Culture in Forest Improvement". *Bio/Technology*. 5, 52-56.
- Harahap, R, M.S. (2006). *Jangan Musnahkan Tusam Tapanuli*. [Online]. Tersedia: <http://hariansib.com>[14 Januari 2008]
- Hidayat, J & Hansen, C.P. (2006). *Informasi Singkat Benih Pinus merkusii Jungh.et de Vriese*. Bandung: IFSP.

- Hohtola, A. (1995). *Somatic Embryogenesis in Scots Pine (Pinus sylvestris L)*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- <http://www.wikipedia.org/pi/pin/PEG.htm>[14 Januari 2008].
- <http://www.conifers.org/pi/pin/merkusii.htm>[14 Januari 2008].
- Isabel, N. & Tremblay, F. M. (1995). *Somatic Embryogenesis in Red Spruce (Picea rubens Sarg.)*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands : Kluwer Academic Publisher.
- Jones, S & Luchsinger, A. (1987). *Plant Systematic 2nd*. Singapore: Mc Graw – Hill Book Company.
- Kaul, K.(1995). *Somatic Embryogenesis in Eastern White Pine (Pinus strobus L)*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands : Kluwer Academic Publisher.
- Kong, L., Atree, S. M., Evans, D. S., Binarova, P., Yeung, E. C. & Fowke, L. C. (1999). *Somatic Embryogenesis in White Spruce: Studies of Embryo Development and Cell Biology*. Dalam Jain S., Gupta P.K. & Newton R.J (eds) *Somatic Embryogenesis in Woody Plants*. 4. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Lelu, M. A., Bartien, C., Drugeault, A., Laure, G. M., Marie, & Klimaszweka, K. (1999). "Somatic Embryogenesis and Plantlet Development in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* With and Without Growth Regulators". *Physiologia Plantarum*, 105: 719-728.
- Linossier, Laurent. Veisseire, P., Cailloux, F. & Coudret, A. (1997). "Effects of Absisic Acid and High Concentration of PEG on *Havea brasiliensis* Somatic Embryos Development". *Journal of Plant Science*. 124, 183-191.
- Loveless, A.R., (1989). *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik 2*. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Mathur & Gaurav. (2001). *Morphogenetic Studies of Two Indian Pine In Vitro: Pinus roxburghii Sarg and Pinus wallichiana A.B Jacks*. A Thesis. Doctor Philosophy in Biotechnology. University of Pune.

- Newton, R. J., Marek-Swize, K. A., Magallanes-Cedeno, M. E., Dong, N., Sen, S & Jain, S. M. (1995). *Somatic Embryogenesis in Slash pine (Pinus elliottii)*. Dalam Jain S., Gupta P.K. & Newton R.J (eds) *Somatic Embryogenesis in Woody Plants Vol 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Nurdian, D. (2004). *Respon dan Perkembangan Kotiledon Pinus merkusii Jung. & Devr. Yang Ditanam Dalam Medium GMD Dengan Penambahan BAP dan NAA*. Skripsi Sarjana Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Nurdini, T. L. (2005). *Induksi Embrio Somatik Pinus merkusii Jung. & Devr. pada Medium DCR dengan Kombinasi ZPT 2,4-D dan BAP*. Skripsi Sarjana Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- O'hara, Scarlett. (1997). *Buku Saku Fakta Alam*. Jakarta: Erlangga.
- Percy, R. E., Klimaszewska, K. & Cyr, D. R., (2000). *Evaluation of Somatic Embryogenesis for Clonal Propagation of Western White Pine*. Canada: NRC Research Press.
- Purnamaningsih, R. (2002). *Regenerasi Tanaman Melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang Mengendalikannya*. Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan Bogor. [Online]. Tersedia: http://www.indobiogen.or.id/terbitan/agrobio/abstrak/agrobio_vol5_no2. 2002 Ragapadmi_php[14 Januari 2008].
- Raemakers, K., Jacobson, E. & Visser, R. (1995). *Proliferative Somatic Embryogenesis in Woody Species*. Dalam S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plan Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Rahmadani, E. (2007). *Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik Pinus merkusii Jung & Devr. Melalui Teknik Pendinginan Eksplan*. Skripsi Sarjana Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Rusfiandi, H. (2007). *Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik Pinus merkusii Jung & Devr. Melalui Kombinasi Teknik Pendinginan dan Pemotongan Ujung Kalaza Eksplan*. Skripsi Sarjana Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: tidak diterbitkan.
- Salajova, T., Salaj, J., Jasic, J. & Kormutak, A. (1995). *Somatic Embryogenesis in Pinus nigra Arn.* dalam S. Jain, P.K. Gupta, & R Newton (eds). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant Vol. 3*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.

- Salajova, T., Salaj, J. & Jasic. (1996). Embryogenic culture initiation and somatic embryo development in Hybrid firss (*Abies alba* x *Abies cephalonica* and *Abies alba* x *Abies numidica*). *Plant Cell Reports*. Veda Publishing House of Slovak Academy of Science.
- Salajova T., Jasic J., Salaj J. & Bratislava. (1998). *In Vitro Cultures of Conifers*. Veda Publishing House of Slovak Academy of Science.
- Suherman. (1994). *Studi Keragaman Dalam dan Antar Populasi Pinus merkusii Jungh et de Vries dari Beberapa Daerah Geografi Berdasarkan Analisis Isozim*. IPB. [Online]. Tersedia: <http://www.google.com>[14 Januari 2008].
- Sukmadjaja, D. (2005). "Embriogenesis Somatik Langsung pada Tanaman Cendana". *Jurnal Bioteknologi Pertanian*. Bogor: Balai besar penelitian dan pengembangan bioteknologi dan sumber daya genetik pertanian.
- Vasishta, P. C. (1976). *Gymnosperm*. S. New Delhi: Chand & Company Ltd.
- Wetherell, D.F. (1980). *Introduction to In Vitro Propagation*. Terjemahan Koensoemardiah. New York: Every Publishing Group Inc. Wayne.
- Yunaini, L. (2003). *Induksi Embriogenesis Somatik pada Kultur Kalus Jati (Tectona grandis)*. Skripsi Sarjana Biologi ITB Bandung: tidak diterbitkan.
- Zoglauer K., Behrendt U., Rahmat A., Ross H. & Taryono. (2003). *Somatic Embryogenesis - The Gate to Biotechnology in Conifers*. Dalam Laimer & Rucker (eds). *Plant Tissue Culture 100 Years since Gottlieb Haberlandt*. Austria: Springer Verlag.

