

**PENGARUH MORFOLOGI EKSPLAN MEGAGAMETOFIT DAN ZAT  
PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI DAN PROLIFERASI  
EMBRIO SOMATIK *Pinus merkusii* Jung. & Devr. PADA MEDIUM DCR**

**SKRIPSI**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Sains  
Program Studi Biologi Departemen Pendidikan Biologi



oleh

Ima Nurfadilah  
NIM 1507501

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2019**

PENGARUH MORFOLOGI EKSPLAN MEGAGAMETOFIT DAN ZAT  
PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI DAN PROLIFERASI EMBRIO  
SOMATIK *Pinus merkusii* Jung. & Devr. PADA MEDIUM DCR

oleh  
Ima Nurfadilah

Skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana  
Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Ima Nurfadilah 2019  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak  
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

IMA NURFADILAH

PENGARUH MORFOLOGI EKSPLAN MEGAGAMETOFIT DAN ZAT  
PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI DAN PROLIFERASI EMBRIO  
SOMATIK *Pinus merkusii* Jung. & Devr. PADA MEDIUM DCR

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

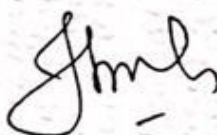
Pembimbing I



Dr. rer. nat. Adi Rahmat, M.Si.

NIP. 196512301992021001

Pembimbing II

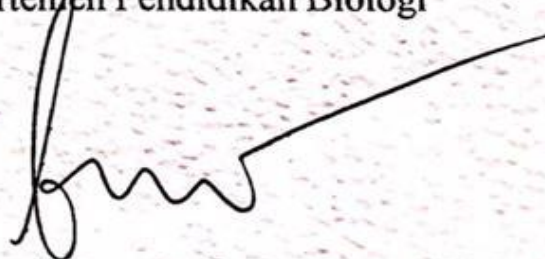


Dr. Hj. Widi Purwianingsih, M.Si.

NIP. 196209621991012001

Mengetahui,

Ketua Departemen Pendidikan Biologi



Dr. Bambang Supriatno, M.Si

NIP. 196305211088031002

## PERNYATAAN

*Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Pengaruh Morfologi Eksplan Megagametofit dan Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Induksi dan Proliferasi Embrio Somatik Pinus merkusii Jung. & Devr. Pada Medium DCR**" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.*

Bandung, Agustus 2019  
Yang membuat pernyataan,

Ima Nurfadilah

**PENGARUH MORFOLOGI EKSPLAN MEGAGAMETOFIT DAN ZAT  
PENGATUR TUMBUH TERHADAP INDUKSI DAN PROLIFERASI  
EMBRIO SOMATIK *Pinus merkusii* Jung. & Devr. PADA MEDIUM DCR**

**ABSTRAK**

*Pinus (Pinus merkusii)* merupakan tanaman konifer asli Indonesia yang berperan penting dalam penyelamatan hutan, tanah dan air khususnya kegiatan reboisasi dan penghijauan. Tingginya manfaat yang dihasilkan pinus membuat permintaan akan pinus meningkat setiap tahunnya. Embriogenesis somatik merupakan salah satu teknik *in vitro* yang dapat membantu konservasi tanaman konifer dengan penyediaan bibit dan memperbanyak genotip yang cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan dan memperoleh persentase induksi dan proliferasi embrio somatik *Pinus merkusii* dengan menggunakan perbedaan karakter morfologi megagametofit *Pinus merkusii* dan perbedaan konsentrasi ZPT yang ditanam dalam medium DCR. Eksplan yang digunakan adalah megagametofit yang berwarna putih dan bening, sedangkan kombinasi ZPT yang digunakan yaitu 2,4-D 9  $\mu\text{M}$  dan BAP 3  $\mu\text{M}$  (DB93) serta 2,4-D 7  $\mu\text{M}$  dan BAP 4  $\mu\text{M}$  (DB74). Kultur dikultivasi selama 3 bulan dalam keadaan gelap. Persentase induksi embrio somatik yang didapatkan yaitu pada perlakuan DB93 Putih (2,5%), DB93 bening (7,5%), DB74 Putih (2,5%), dan DB74 Bening (3,3%) dan persentase proliferasi embrio somatik yang didapatkan yaitu pada perlakuan DB93 bening (0,83%) dan DB74 putih (1,67%), sedangkan pada perlakuan DB93 putih dan DB74 bening (0%). Besarnya persentase induksi dan proliferasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh karakter eksplan dan konsentrasi ZPT yang digunakan. Persentase induksi embrio somatik tertinggi diperoleh dari eksplan berwarna bening pada konsentrasi ZPT DB93, dan persentase proliferasi embrio somatik tertinggi diperoleh dari eksplan berwarna putih pada konsentrasi ZPT DB74.

Kata Kunci : *Pinus merkusii*, embriogenesis somatik, eksplan megagametofit, zat pengatur tumbuh (ZPT)

**EFFECT OF MORPHOLOGICAL MEGAGAMETOPHYTE EXPLANTS  
AND PLANT GROWTH REGULATOR ON INDUCTION AND  
PROLIFERATION OF SOMATIC EMBRYO *Pinus merkusii* Jung. & Devr.  
ON DCR MEDIUM**

**ABSTRACT**

*Pine (Pinus merkusii) is a native Indonesian conifer plant that plays an important role in saving forests, land and water, especially reforestation. The high benefits produced by pine make the demand for pine increase every year. Somatic embryogenesis is one of the in vitro techniques that can help to conserve conifer plants with the provision of seeds and genotypic propagation rapidly. This study aims to find and obtain the percentage of induction and proliferation of Pinus merkusii somatic embryos by using different morphological characters of megagametophyte Pinus merkusii and differences concentrations of PGR grown in DCR medium. The explants used were megagametophyte which were white and clear, while the combination of PGR used was 2,4-D 9  $\mu\text{M}$  and BAP 3  $\mu\text{M}$  (DB93) and 2,4-D 7  $\mu\text{M}$  and BAP 4  $\mu\text{M}$  (DB74). Megagametophyte cultures were cultivated for 3 months in dark conditions. The percentage of induction somatic embryo obtained was in the treatment of DB93 white (2.5%), DB93 clear (7.5%), DB74 white (2.5%), and DB74 clear (3.3%) and the percentage of proliferation somatic embryo obtained was at treatment DB93 clear (0.83%) and DB74 white (1.67%), while the DB93 white and DB74 clear (0%). The percentage of induction and proliferation produced is influenced by explant character and concentration of PGR used. The highest percentage of induction of somatic embryo was obtained from concentration of PGR DB93 clear, and the highest proliferation somatic embryo percentage was obtained from concentrations of PGR DB74 white.*

*Keywords: Pinus merkusii, somatic embryogenesis, megagametophyte explants, plant growth regulator (PGR)*

## DAFTAR ISI

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat .....	6
1.7 Struktur Organisasi .....	7
BAB II <i>Pinus merkusii</i> Jung. & Devr., KULTUR JARINGAN ( <i>TISSUE CULTURE</i> ), EMBRIOGENESIS SOMATIK, INDUKSI EMBRIO SOMATIK, DAN PROLIFERASI EMBRIO SOMATIK.....	9
2.1 <i>Pinus merkusii</i> Jung. & Devr. ....	9
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Pinus merkusii</i> .....	10
2.1.2 Siklus Hidup <i>Pinus merkusii</i> .....	12
2.1.3 Biji <i>Pinus merkusii</i> .....	15
2.1.4 Kegunaan <i>Pinus merkusii</i> .....	17
2.2 Kultur Jaringan ( <i>Tissue Culture</i> ) .....	18
2.3 Embriogenesis Somatik .....	19
2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Embriogenesis Somatik.....	20
2.3.1.1 Eksplan .....	20
2.3.1.2 Medium .....	22
2.3.1.3 Zat Pengatur Tumbuh .....	22
2.4 Induksi Embrio Somatik .....	24
2.5 Proliferasi Embrio Somatik.....	25
BAB III METODE PENELITIAN .....	26
3.1 Jenis dan Desain Penelitian.....	26
3.2 Populasi dan Sampel .....	27
3.3 Prosedur Penelitian .....	27
3.3.1 Tahap Persiapan .....	27
3.3.2 Tahap Pelaksanaan Eksperimen.....	33
3.3.3 Tahap Pengumpulan dan Analisis Data .....	36
3.4 Alur Penelitian .....	37
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Respons Induksi Embrio Somatik pada Ragam Morfologi dan ZPT.....	38
4.2 Respons Proliferasi Embrio Somatik pada Ragam Morfologi dan ZPT... 47	47
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....	54
5.1 Simpulan .....	54
5.2 Implikasi .....	54
5.3 Rekomendasi.....	54

DAFTAR PUSTAKA .....	56
LAMPIRAN.....	63
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	74



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Pinus merkusii</i> Jungh. & Devr. ....	11
2.2 Daun <i>Pinus merkusii</i> Jungh. & Devr. ....	11
2.3 Strobilus <i>Pinus merkusii</i> Jung. & Devr. ....	12
2.4 Siklus Hidup <i>Pinus merkusii</i> .....	13
2.5 Tahap awal perkembangan embrio pada pinus .....	14
2.6 Tahap lanjutan perkembangan embrio pinus .....	15
2.7 Biji <i>Pinus merkusii</i> .....	16
2.8 Struktur biji pinus .....	17
3.1 Sterilisasi alat menggunakan autoklaf.....	28
3.2 Pengambilan strobilus <i>Pinus merkusii</i> .....	28
3.3 Larutan medium DCR.....	33
3.4 Pengaturan pH (5,8±0,1).....	33
3.5 Pemasukan medium ke dalam botol .....	33
3.6 Strobilus <i>Pinus merkusii</i> berukuran 5-7cm.....	34
3.7 Strobilus <i>Pinus merkusii</i> disterilisasi dengan detergen.....	34
3.8 Eksplan disterilisasi bayclin 40% .....	35
3.9 Megagametofit ditanam dalam medium steril .....	35
3.10 Megagametofit putih dan bening ditanam dalam medium DCR .....	35
3.11 Alur Penelitian .....	37
4.1 Respons induksi embrio somatik .....	39
4.2 Megagametofit yang terinduksi muncul juluran putih seperti benang tipis dari ujung mikropil .....	40
4.3 Warna megagametofit yang dapat dijadikan untuk penentuan fase perkembangan embrio zigotik <i>Pinus merkusii</i> .....	42
4.4 Respons perkecambahan eksplan megagametofit yang berwarna putih susu pekat .....	43
4.5 Induksi Embrio somatik pada medium DCR dengan kombinasi dan konsentrasi ZPT berbeda.....	44
4.6 Tipe pengeluaran embrio somatik.....	45
4.7 Respons eksplan megagametofit yang berwarna sangat bening yang mengalami penyusutan.....	47

4.8	Proliferasi Embrio somatik <i>Pinus merkusii</i> .....	48
4.9	Respons proliferasi embrio somatik.....	49
4.10	Embrio somatik mengalami tahap proliferasi .....	50
4.11	Kultur embrio somatik hasil proliferasi <i>Pinus merkusii</i> yang disubkultur pada medium baru .....	51
4.12	Proliferasi embrio somatik pada kombinasi ZPT DB93 .....	52
4.13	Embrio somatik yang mengalami <i>browning</i> .....	53

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Alat dan bahan penelitian.....	63
2	Komposisi medium <i>Douglass Cotyledon Reserve</i> (DCR).....	65
3	Data primer induksi embrio somatik <i>Pinus merkusii</i> .....	66
4	Data primer proliferasi embrio somatik <i>Pinus merkusii</i> .....	70

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z. (1985). *Dasar-dasar Pengetahuan tentang Zat Pengatur Tumbuh*. Bandung: Angkasa.
- Aitken and Guy. (2004). *Seed Structure, Dispersal, Dormancy and Germination*. [Internet]. [Diunduh 12 Mei 2019]. Tersedia pada: <http://courses.forestry.ubc.ca/KRLecture6.htm>.
- Alrasjid, H., D. Natawiria, dan A. Ng. Gintings. (1983). Pembinaan Hutan Pinus Khususnya *Pinus merkusii* Untuk Penghara Industri. Puslitbang Hasil Hutan dan Perum Perhutani 27-28 Juli 1983. Jakarta: *Simpo Pinus '83 Proceeding*.
- Arnold, S. V., Sabali, P. Bonzhlov, J. D., dan L. Filonova. (2002). Developmental Pathway of Somatic Embryogenesis. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 69: 233-259.
- Arya, S., et al. (2000). Induction of Somatic Embryogenesis in *Pinus roxburghii* Sarg. *Plant cell*, 19: 775-780. India : Plant Tissue Culture Lab, Research Institute Dehradun.
- Attre, S. M., dan L. C. Fowke. (1993). *Embryogeny of Gymnosperm: Advances in Synthetic Seed Technology of Conifers*. Plant Cell, Tissue and Culture.
- Batara M.S, Edy. 2005. *Pemuliaan Pinus merkusii*. [Internet]. [Diunduh 28 Mei 2019]. Tersedia pada: <http://www.respository.USU.com/>. Sumatera Utara: USU Repository Universitas.
- Becwar, M. R. dan Wann, S. R. (1986). Growing Conifers from Cells: IPC Research Promises Harvest of Biotechnological Know-how. *Journal BioTechnology*.
- Becwar, M. R. dan Pullman E. S. (1995). *Somatic Embryogenesis in Loblolly Pine (Pinus taeda L)*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Becwar, M. R., Wann, S. R., Johnson, M. A., Verhagen, S. A., Feirer, R. P. dan Nagmani, R. (1988). Development and characterization of in vitro embryogenic systems in conifers. *In Somatic cell genetics of woody plants*. 1-18.
- Bercetche, J. dan Paques, M. (1995). *Somatic Embryogenesis in Maritime Pine (Pinus pinaster)*. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Bhojwani, S.S. dan Razdan, M.K. (1983). *Plant Tissue Culture Theory and Practice*. New York: Elsevier.
- Biondi, S. dan Thorpe, T. A. (1981). Requirement for a tissue culture facility. *Journal of Plant tissue culture: methods and application in agriculture/edited by Trevor A. Thorpe*.
- Boer, E. dan Ella, A. B. (2001). *Plant resorces of south-east asia no.18. Plants producing exudates*. Bogor: Prosea Bogor.

- Bold dan Claire. (1987). *The Plant Kingdom*. Fifth Edition. New Jersey: Prenticehall, Inc. Englewood.
- Burg K, Helmersson A, Bozhkov P, von Arnold S. (2007). Developmental and genetic variation in nuclear microsatellite stability during somatic embryogenesis in pine. *Journal of Experimental Botany*, 58:687–698.
- Chand, S. dan 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.
- Dahlian, E. dan Hartoyo. (1997). *Komponen Kimia Terpetin dari Getah Tusam (Pinus merkusii) Asal Kalimantan Barat*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- David, A., Elaine, D., & David, H. (1995). Somatic Embryogenesis in *Pinus caribea*. *Somatic Embryogenesis in Woody Plant*, Vol.3. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Deo, P. C., A. P. Tyagi, M. Taylor, R. Harding, dan D. Becker. (2010). Factors Affecting Somatic Embryogenesis and Transformation in Modern Plant Breeding. *The South Pacific Journal of Natural and Applied Sciences*, 28 (1): 27-40.
- Devlin, R. M. dan Witham. (1983). *Plant Physiology*. Fourth Edition. New Delhi: CBS.
- Dinar, L. (2007). Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik *Pinus Merkusii* Jung & Devr. Melalui Aplikasi Teknik Pemotongan Ujung Kalaza Eksplan. *Skripsi Sarjana Biologi*. Bandung: FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Dreamstime. (2018). *Biji Pinus merkusii*. [Internet]. [Diunduh pada 18 April 2019]. Tersedia pada: <http://dreamstime.com>.
- Fikri, R.I. (2018). Respons Eksplan Megagametofit *Pinus Merkusii* Jung. & Devr. Pada Media DCR Dengan Kombinasi ZPT BA, 2,4-D dan NAA yang Berbeda. *Skripsi Sarjana Biologi*. Bandung: FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Gaj, M. D. (2001). Direct Somatic Embryogenesis as a Rapid and Efficient System for In Vitro Regeneration of *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell and Organ Culture*, 64:39-64.
- Generasi Biologi. (2011). *Kultur Jaringan Tumbuhan*. [Internet]. [Diunduh pada 20 September 2018]. Tersedia pada: <http://www.generasibiologi.com/2011/08/kultur-jaringan-tumbuhan.html? m=1>.
- Grossnickle, S.C; D.R. Roberts, J.E. Major, R.S. Folk, F.B. Webster, Sutton. (1991). *Integration of Somatic Embryogenesis Into Operational Forestry*. Netherland : Kluwer Academic Publisher.

- Gupta, P. K. dan Durzan, D. J. (1985). Shoot Multiplicatin From Tree of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and Sugar Pine (*Pinus lambertiana*). *Plant Cell Report*, 4:177-179.
- Gupta, P. K. (1995). Somatic Embryogenesis in Sugar Pine (*Pinus lambertiana*). *Woody Plant*, Vol.3. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Gupta, P. K. (1998). Advences in Biotechnology of Conifers. *Current Science*: 57 (12). 629-637. India : National Chemical Laboratory.
- Häggman H, Jokela A, Krajnakova J, Kauppi A, Niemi K, Aronen T (1999) Somatic embryogenesis of Scots pine: cold treatment and characteristics of explants affecting induction. *Journal of Experimental Botany*. 50 (341) : 1769-1778.
- Hakman, I. dan von Arnold, S. (1988). Somatic Embryogenesis and Plant Regeneration from Suspension Cultures of *Picea glauca* (White spruce). *Pshysiologia Plantarum*, 72 (3): 579-587.
- Harahap, R.M.S. & Izudin, E. (2002). Konifer di Sumatera Bagian Utara. *Jurnal Konifera*. Pematang Siantar. No. 1/Thn XVII : 66-67.
- Hidayat, J. dan Hansen, C. P. (2001). *Informasi Singkat Benih Pinus merkusii Jungh. et de Vriese*. Bandung: IFSP.
- Hidayat, J. dan Hansen, C. P. (2002). *Seed Leaflet Pinus merkusii Jungh. et de Vriese*. Denmark: Danida Forest Seed DK-3050 Humlebaek.
- Jones, S. dan Luchsinger, A. (1987). *Plant Systematic 2nd*. Singapore: Mc Graw-hill Book Company.
- Katuuk, J. R. P. (1989). *Teknik Kultur Jaringan Dalam Propagasi Tanaman*. Jakarta: Dept. Pendidikan dan K RI. Proyek Pengembangan LPTK .
- Kaul, K. (1995). Somatic Embryogenesis in Eastern White Pine (*Pinus strobus* L.). *Journal of Woody Plant*, Vol. 3.
- Keinonen-Mettälä K, Jalonen P, Euroola P, von Arnold S, von Weissenberg K (1996) Somatic embryogenesis of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, Vol. 11:242– 250.
- Klimaszewska, K., (1995). Somatic Embryogenesis in *Picea mariana* (Mill). *Somatic Embryogenesis in Woody Plants*. Vol. 44-46.
- Kolotelo, D. (1997). Anatomy and Morphology of Conifer Tree Seed. Forest Nursery Technical Series 1. *Ministry of Forests*. Canada: British Columbia.
- Kumar, N., dan Reddy, M. P. (2011). In vitro plant propagation: a review. *Journal of Forest and Environmental Science*, 27(2), 61-72.
- Larasati, M. D. 2017. *Pohon Pinus merkusii: Hutan Pinus, Habitat, Sebaran, Morfologi, Manfaat, dan Budidaya*. [Internet]. [Diunduh pada 28 Mei

- 2019]. Tersedia pada: <https://foresteract.com/pohon-Pinus-merkusii-hutan-pinus-habitat-sebaran-morfologi-manfaat-dan-budidaya>.
- Lelu-Walter, M.A, Bastien C, Drugeault A, Gouez ML, Klimaszewska K (1999) Somatic embryogenesis and plantlet development in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* on medium with and without growth regulators. *Physiologia Plantarum*, 105:719-728.
- Levac, E. (2011). A Pollen Calendar For The Main Allergenic Pollen Types In The Borough Of Lennoxville (Sherbrooke), Quebec. *Journal of Eastern Townships Studies/Revue d'études des Cantons-de-l'Est (JETS/RECE)*, (37).
- Liu, G. dan Ian D. G. 2015. A Robust Tissue Culture System for Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *South African Journl of Botany*, 98: 157-160.
- Loveless, A.R., (1989). *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik* 2. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Mahfud, M. H. 2012. *Pinus merkusii*. [Internet]. [Diunduh pada 28 Oktober]. Tersedia pada: <https://phinemo.com/Pinus-merkusii/>.
- Malabadi, R., B., Choudhury, H. & Tandon, P. (2004). Initiation, maintenance and maturation of somatic embryos from thin apical dome sections in *Pinus kesiya* (Royle ex. Gord) promoted by partial desiccation and Gellam gum. *Scientia Horticulturae*, 102: 449-459.
- Maryani, Y. dan Maryani dan Zamroni. (2005). *Penggandaan Tunas Krisan Melalui Kultur Jaringan*. [Internet]. [Diunduh pada 30 Juni 2019]. Tersedia pada: <http://agrisci.ugm.ac.id>.
- Mathur, G., Arnold, S., Nadgouda, R. (2000). *Studies on Somatic Embryogenesis from Immature Zygotic Embryos of Chir Pine (Pinus roxburghii Sarg.)*. Research Communications. India: Plant Tissue Pilot Plant, National Chemical Laboratory.
- Mutryarny, E. dan S. Lidar. (2018). Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Akibat Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Hormonik. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 14 (2) 2018.
- Nabila, A. N. (2015). *Strobilus Pinus merkusii Jantan dan Betina*. [Internet]. [Diunduh pada Tersedia pada: <https://tamasya.id/pinus-dan-deskripsi-pinus/>].
- Nazir, M. (2014). *Metode Penelitian*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Newton, R. J., Marek-Swize, K. A., Magallanes-Cedeno, M. E., Dong, N., Sen, S. dan Jain, S. M. (1995). Somatic embryogenesis in slash pine (*Pinus elliottii* Engelm.). *Somatic embryogenesis in woody plants*, 183-195.
- Ningsih, D. H. (2013). *Klasifikasi Dan Deskripsi Pinus Merkusii Jungh. & Devr.* [Internet]. [Diunduh pada 28 Oktober 2019]. Tersedia: <https://www>.

academia.edu/29327370/Klasifikasi\_dan\_Deskripsii\_Pinus\_merkusii\_Jung\_et\_deVries.docx.

- Nugroho, N. P., C. Nugroho, S., Priyono, & S. Andy, C. (2004). Dampak Sosial, Ekonomi, Dan Ekologi Pengelolaan Hutan Pinus. Surakarta: *Prosiding Ekspose BP2TPDAS-IBB*.
- Nurdini, T. L. (2005). Induksi Embrio Somatik Pinus merkusii Jung. & Devr. pada Medium DCR dengan Kombinasi ZPT 2,4-D dan BAP. *Skripsi Sarjana Biologi*. Bandung: FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.
- O'hara, S. (1997). *Buku Saku Fakta Alam*. Jakarta: Erlangga.
- Oratmangun, K. M., Pandiangan, D., dan Kandou, F.E. (2017). Deskripsi Jenis-jenis Kontaminan dan Kultur Kalus *Catharantus roseus* L. G. Don. *Jurnal MIPA Unsrat*, 6 (1), 47-52.
- Pandiangan, M. dan Nainggolan, N. (2006). Peningkatan Kandungan Katarantin Pada Kultur Kalus *Catharantus roseus* dengan Pemberian *Napthalene Acetic Acid*. *Jurnal Hayati*, 13 (3): 90-94.
- Percy, R. E., Klimaszewska, K. & Cyr, D. R. (2000). *Evaluation of Somatic Embryogenesis for Colonial Propagation of Western White Pine*. Canada: NRC Research Press.
- Purnamaningsih, R. (2002). *Regenerasi Tanaman Melalui Embriogenesis Somatik dan Beberapa Gen yang Mengendalikannya*. [Internet]. [Diunduh pada 27 Oktober 2018]. Tersedia pada: [http://www.indobiogen .or.id/terbitan/agrobio/abstrak/agrobio\\_vol5\\_no2.2002Ragapadmi\\_php](http://www.indobiogen.or.id/terbitan/agrobio/abstrak/agrobio_vol5_no2.2002Ragapadmi_php).
- Raemakers, S. Jain, P.K. Gupta & R. Newton. (1995). *Somatic Embryogenesis in Woody Plant*, Vol.4. Dordrecht Netherlands: Kluwer Academic Publisher.
- Rahayu, D. N., Bandi S., dan Nurhadi, B. (2018). Analisis Pengaruh Fenomena *Indian Ocean Dipole (IOD)* Terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 7 (1) 2018.
- Rahmadhani, E. (2007). Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik *Pinus Merkusii* Jung. & Devr. Melalui Aplikasi Teknik Pendinginan Eksplan. *Skripsi Sarjana Biologi*. Bandung: FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rahmat, A. (2015). *Petunjuk Praktikum Morfologi Tumbuhan*. Bandung: Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI.
- Rusfiandi, H. (2007). Optimasi Induksi Embriogenesis Somatik *Pinus Merkusii* Jung. & Devr. Melalui Kombinasi Teknik Pendinginan Dan Pemotongan Ujung Kalaza Eksplan. *Skripsi Sarjana Biologi*. Bandung: FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Salajova, T., Jasic, J., Salaj, J. & Bratislava. (1998). *In Vitro Culture of Conifer*. Veda Publishing House of Slovak Academy of Science.



- Salaj, J., Matusova, R. dan Salajova, T. (2015). Conifer somatic embryogenesis-an efficient plant regeneration system for theoretical studies and mass propagation. *Dendrobiology*, 74.
- Salajova, T., Salaj, J., Jasic, J., and Kormutak, A. (1995). Somatik Embryogenesis in *Pinus nigra* Arn. *Plant Cell Report*, 16: 423-429.
- Salajova, T., Salaj, J., Jasic. (1996). Embryogenec culture initiation and somatic embryo development in Hybrid firss (*Abies alba* x *Abies cephalonica* and *Abies alba* x *Abies numidica*). *Plant Cell Reports*, 15: 527-530.
- Salisbury, F. B. dan Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology 4th Edition*. California: Wadword Publishing Company.
- Sallata, M. K. (2013). Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et De Vriese) dan Keberadaannya Di Kabupaten Tana Toraja, Sulawesi Selatan. *Jurnal Info Teknik Eboni*, 10 (2): 85-98.
- Saputro, N. W. (2017). Optimasi Produksi Embrio Somatik Pinus merkusii Jungh. et de Vriese Menggunakan Teknik Kultur Cair. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 2 (1): 13 – 17.
- Shohael, A. M. (2008). *Advantages Of Plant Tissue Culture*. [Internet]. [Diunduh pada 28 Oktober 2018]. Tersedia pada: <https://www.jsps.go.jp/english/e-plaza/e-sdialogue/2008c/data/1004/utsunomi-yajoshi.pdf>.
- Siregar, EBMS. 2005. *Pemuliaan Pinus merkusii*. Medan: Fakultas Pertanian, Jurusan Kehutanan. Universitas Sumatera Utara.
- Steenis, Van, C. G. G. J. (1975). *Flora untuk sekolah di Indonesia*. Jakarta: Pradnya Pramita.
- Sukmadjaja, D. (2005). Embriogenesis Somatik Langsung pada Tanaman Cendana. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*. 10 (1).
- Sukmananto, B. (2012). *KBM INK Unit 1 Brumbung Ekspor Gondorukem ke Cina*. BINA. Edisi 12-Maret 2012/th.XXXIX.
- Suwarni, E. (1999). Pollen Contamination, Mating System, and Genetic Diversity in a *Pinus merkusii* Seedling Seed Orchard. *Thesis*. Canada: Faculty of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master Science, University of Alberta.
- Tabiyeh, D. T., F. Bernard, dan H. Shacker. (2006). Investigation of Glutathione, Salcylic Acid, and GA3 Effect on Browning in *Pistacia vera* Shoot Tips Culture. *ISHS Acta Hort*. 726.
- Thorpe, T. A. (1982). Physiological and Biochemical Aspec of Organogenesis in vitro. *Physiology Plant*. 121-124.
- Tok, P. (2014). *Pembuahan Tunggal pada Gymnospermae*. [Internet]. [Diunduh pada 18 Agustus 2019]. Tersedia pada: <https://www.edubio.info/2014/04/pembuahan-tunggal-pada-gymnospermae.html>.

- Vashishta, P. C. (1983). *Gymnosperm*. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.
- Wattimena, Armini, A. N. M., dan L. W. Gunawan. (1992). *Perbanyakan Tanaman Bioteknologi Tanaman Laboratorium Kultur Jaringan*. Bogor: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.
- Wetherell, D. F. (1976). *Pengantar Propagasi Tanaman secara In Vitro*. Terjemahan: D. Gunawan. IKIP Semarang Press.
- Winatasasmita, D. (1996). *Buku Materi Pokok Fisiologi Hewan dan Tumbuhan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Yang, J., S. Wu, dan C. Li. (2013). High Efficiency Secondary Somatic Embryogenesis in *Hovenia dulcis* T. Through Solid and Liquid Culture. *The Scientific World Journal*, 2: 718-754.
- Yuliani, S. & Satuhu, S. (2012). *Panduan Lengkap Minyak Assiri*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yusnita. (2003). *Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Zoglauer K., Behrendt U., Rahmat A., Ross H., & Taryono. (2003). Somatic Embryogenesis - The Gate to Biotechnology in Conifers. Laimer & Rucker (eds). *Plant Tissue Culture 100 Years since Gottlieb Haberlandt*. Austria: Springer Verlag.
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyakan Tanaman Budidaya*. Jakarta: Bumi Aksara.