

**Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada
Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)**

SKRIPSI



**Amelia Dena
31160028**

**PRODI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2020**

**Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada
Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta
Wacana



**Amelia Dena
31160028**

**PRODI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amelia Dena
NIM : 31160028
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

“PENGARUH EKSTRAK YEAST TERHADAP PRODUKSI SAPONIN PADA KULTUR KALUS GINSENG JAWA (*Talinum paniculatum* Gaertn)”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 12 Januari 2021

Yang menyatakan



(Amelia Dena)
31160028

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa
(*Talinum paniculatum* Gaertn)

telah diajukan dan dipertahankan oleh :

Amelia Dena

31160028

dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada tanggal 18 November 2020

Nama Dosen

1. Prof. Dr. L. Hartanto Nugroho, M.Agr.
(Ketua Tim Penguji / Penguji I)
2. Ratih Restiani, S.Si., M.Biotech
(Dosen Pembimbing Utama / Penguji II)
3. Dwi Adityarini, S.Si, M.Biotech., M.Sc.
(Dosen Pembimbing Pendamping / Penguji III)

Tanda Tangan



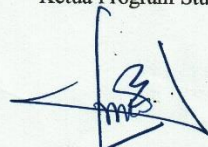
Yogyakarta, 18 November 2020 Disahkan
Oleh:

Dekan,



Dra. K. Saworo M.Sc
NIK : 874 E 054

Ketua Program Studi,



Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si
NIK : 884 E 075

HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul skripsi : Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)
Nama : Amelia Dena
Nim : 31160028
Pembimbing I : Ratih Restiani, S.Si.,M.Biotech
Pembimbing II : Dwi Aditivarini, S.Si.,M.Biotech.,M.Sc.
Hari/Tgl Presentasi : 18 November 2020

Disetujui oleh :

Pembimbing I

(Ratih Restiani, S.Si., M.Biotech)
NIK : 174E449

Pembimbing II

(Dwi Aditivarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc.)
NIK : 194KE421

Ketua Program Studi



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)
NIK : 884E075

HALAMAN PERNYATAAN

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amelia Dena

NIM : 31160028

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng
Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)”**

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 12 Januari 2021

Amelia Dena
METERAI
TEMPEL
KORPRI
#86AHF80227085
6000
RUPIAH
(Amelia Dena)

31160028

KATA PENGANTAR

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih-Nya sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Penyusunan laporan skripsi dengan judul **“Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)”** yang merupakan syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana (S.Si) Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.

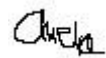
Skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana (UKDW), Yogyakarta. Laporan ini tidak mungkin bisa terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, bimbingan serta motivasi dari beberapa pihak. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan, perlindungan, dan seluruh berkat-Nya sepanjang waktu.
2. Drs. Kisworo, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta.
3. Ratih Restiani, S.Si.,M.Biotech selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan saran, bimbingan dan dukungan baik sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Dwi Adityarini, S.Si.,M.Biotech selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, bimbingan dan dukungan baik sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Theresia Retnowati selaku laboran bioteknologi dasar yang telah memberikan bimbingan selama penelitian hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Keluarga saya terkasih Rangga Dena selaku ayah saya, Salomi Mone selaku ibu saya, Anis, Tian, Artuh, Dian, dan Lora selaku adik-adik saya yang selalu memberikan dukungan dan doa sampai selesainya penulisan skripsi ini.
7. Rekan seperjuangan saya di laboratorium kultur jaringan Rizki. W, Putri. P, dan Novianti. B yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan saran hingga terselesaikan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat saya Elmy. S, Fina. M, Jecica. S, Lidia. E, Septri. M, Yola. S, Agnes. H, Cindy. C, Anggi. JM, Lia. M serta semua teman-teman bioteknologi 2016 yang memberikan bantuan.

9. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan yang tidak bisa disebut satu persatu.

Demikian skripsi ini disusun, penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 2020



Penulis

©UKDWN

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL BAGIAN DEPAN.....	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3. TUJUAN	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Morfologi dan Klasifikasi Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn)	3
2.2. Metabolit Sekunder pada Tanaman.....	4
2.4. Manfaat Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn)	5
2.5. Kultur <i>in vitro</i>	5
2.6. Elisitasi.....	6
2.7. Hipotesis.....	7
BAB III METODE PENELITIAN	8
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2. Desain Penelitian.....	8
3.2.1. Variabel Penelitian.....	8
3.2.2. Perlakuan.....	8
3.3. Alat.....	9
3.4. Bahan.....	9
3.5. Cara Kerja	9
3.5.1. Pembuatan Larutan Stok.....	9
3.5.2. Pembuatan Media MS (<i>Murashige & Skoog</i>).....	10

3.5.3.	Pembuatan Media Elisitor.....	10
3.5.4.	Persiapan Eksplan	11
3.5.5.	Sterilisasi.....	11
3.5.6.	Inokulasi Eksplan.....	12
3.5.7.	Elisitasi.....	12
3.5.8.	Identifikasi Saponin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	12
3.6.	Analisis Data	13
3.6.1.	Uji Signifikansi.....	13
3.7.	Skema Penelitian	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		15
4.1.	Fase Pertumbuhan Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	15
4.2.	Persentase Tumbuh, Warna dan Tekstur Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn)	17
4.3.	Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Yeast dan Waktu Inkubasi terhadap Pertumbuhan Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).	18
4.4.	Analisis Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	19
BAB V PENUTUP		24
5.1.	Simpulan.....	24
5.2.	Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA		25
LAMPIRAN.....		29

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variasi Konsentrasi Yeast dan Waktu Inkubasi	9
Tabel 3. 2 Variasi Konsentrasi Ekstrak Yeast	11
Tabel 4.1 Persentase Pertumbuhan Kalus, Warna dan Tekstur Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	17
Tabel 4. 2 Data Pengamatan Sampel Kromatograi Lapis Tipis (KLT)	20

©UKPDW

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Akar, Batang, Daun, dan Bunga Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn) ..3	
Gambar 4. 1 Fase pertumbuhan dan perkembangan kalus ginseng jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....15	
Gambar 4. 2 Grafik rerata biomassa kalus ginseng jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn)..... 18	
Gambar 4. 3 Hasil uji saponin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)..... 19	
Gambar 4. 4 Hasil uji saponin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) penampakan di bawah UV.....20	
Gambar 4. 5 Grafik hubungan antara biomassa dan produksi saponin pada ginseng jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....22	

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Komposisi Media MS (Murashige and Skoog).....	29
Lampiran 2 Data Persentase Pertumbuhan Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	30
Lampiran 3 Tabel Data Berat Kering Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	31
Lampiran 4 Analisa Statistik ANOVA Pengaruh Kombinasi Perlakuan Elisitasi Terhadap Biomassa Kalus Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn)	32

©UKDWN

ABSTRAK

Pengaruh Ekstrak Yeast Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn)

AMELIA DENA

Ginseng jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn) merupakan tanaman yang dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional masyarakat Indonesia. *T. paniculatum* berkhasiat dalam meningkatkan nafsu makan dan afrodisiaka. Berdasarkan pengujian fitokimia yang sudah pernah dilakukan pada penelitian terdahulu, *T. paniculatum* memiliki senyawa saponin. Upaya untuk meningkatkan produksi saponin pada *T. paniculatum* diperlukan metode yang efektif. Elisitasi menjadi metode yang efektif untuk dapat meningkatkan produksi saponin pada *T. paniculatum* melalui kultur *in vitro*. Ekstrak yeast umum digunakan sebagai elisitor karena kemampuannya dalam memproduksi metabolit sekunder. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi elisitor ekstrak yeast (0.025%, 0.05%, 0.075%, 0.1%, dan 0.5%) dan waktu inkubasi (1, 2, dan 3 minggu) terhadap pertumbuhan kalus dan produksi saponin dari kultur kalus daun *T. paniculatum* melalui kultur *in vitro*. Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media MS (*Murashige and Skoog*) dengan penambahan kombinasi zat pengatur tumbuh 2,4-D 2 mg/L dengan kinetin 3 mg/L. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi saponin adalah KLT (Kromatografi Lapis Tipis). Hasil menunjukkan bahwa perlakuan elisitor ekstrak yeast dan waktu inkubasi dapat mempengaruhi pertumbuhan kalus *T. paniculatum* melalui rerata berat kering kalus pada kontrol (0.052 %) yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan yang diberi elisitor (0.052% - 0.066%). Perlakuan elisitor ekstrak yeast pada konsentrasi 0.075% dengan waktu inkubasi 3 minggu menghasilkan luas noda saponin tertinggi yaitu 0.549 cm² dan berdasarkan skoring warna memiliki warna sampel yang pekat yaitu 5 dari 5.

Kata kunci: *Talinum paniculatum* Gaertn, saponin, elisitor, ekstrak yeast.

ABSTRACT

Effect of Yeast Extract to Saponin Production in Callus Culture Javanese Ginseng (*Talinum paniculatum* Gaertn)

AMELIA DENA

Javanese ginseng (*Talinum paniculatum* Gaertn) is a plant used in traditional Indonesian medicine. *T. paniculatum* is efficacious to increasing appetite and aphrodisiac. Based on phytochemical testing that has been carried out in previous studies, *T. paniculatum* has saponin compounds. Efforts to increase saponin production in *T. paniculatum* require an effective method. Elicitation is an effective method to increase saponin production in *T. paniculatum* through *in vitro* culture. Yeast extract is commonly used as an elicitor because of its ability to produce secondary metabolites. This study aims to determine the effect of yeast extract elicitor concentration (0.025%, 0.05%, 0.075%, 0.1%, and 0.5%), and incubation time (1, 2, and 3 weeks) on callus growth and saponin production from callus cultures of *T. paniculatum* leaves through *in vitro* culture. The medium used in this study was MS (*Murashige and Skoog*) media with the addition of a combination of growth regulators 2,4-D 2 mg / L with kinetin 3 mg / L. The method used to identify saponins is TLC (Thin Layer Chromatography). The results showed that yeast extract elicitor treatment and incubation time could affect the growth of *T. paniculatum* callus through the average dry weight of callus in the control (0.052%) which is smaller than the treatment given elicitor (0.052% - 0.066%). Yeast extract elicitor treatment at a concentration of 0.075% with an incubation time of 3 weeks resulted in the highest saponin stain area of 0.549 cm² and based on color scoring had a thick sample color 5 of 5.

Keywords: *Talinum paniculatum* Gaertn, saponin, elicitor, yeast extract

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kebutuhan obat-obatan yang berasal dari tanaman saat ini semakin meningkat. Riset Obat dan Tanaman Jamu (RISTOJA) berhasil mengidentifikasi 1.159 tanaman (Balitbangkes, 2015). Salah satu tanaman yang dijadikan sebagai tanaman obat adalah ginseng jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn). Tanaman ini umumnya dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional. *T. paniculatum* bermanfaat dalam meningkatkan nafsu makan dan afrodisiaka. Rahmi dkk (2011) menyatakan bahwa salah satu uji kandungan dan efektivitas saponin berpotensi dalam menjaga viabilitas sperma. Berdasarkan uji fitokimia, *T. paniculatum* mengandung senyawa metabolit sekunder diantaranya adalah saponin, flavonoid, tannin, triterpen, polifenol, dan minyak atsiri (Saroni dkk., 1999).

Potensi *T. paniculatum* sebagai tanaman obat menyebabkan peningkatan budidaya tanaman ini untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder dalam skala besar. Akan tetapi, budidayanya menghadapi permasalahan terkait produktivitas yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan penyakit. Hal ini tentu berdampak pada rendahnya produksi senyawa metabolit sekunder.

Permasalahan diatas dapat diatasi dengan metode kultur *in vitro*. Metode kultur *in vitro* dapat digunakan untuk menghasilkan metabolit sekunder. Akan tetapi konsentrasi metabolit sekunder yang dihasilkan relatif rendah. Metode elisitasi dapat menjadi metode alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Baenas *et al* (2014) menyatakan bahwa elisitor merupakan senyawa yang merangsang semua jenis pertahanan tanaman dan meningkatkan metabolit sekunder. Keberhasilan dalam elisitasi dipengaruhi oleh faktor lingkungan, konsentrasi elisitor, jenis elisitor, dan waktu kontak dengan elisitor. Elisitor terbagi menjadi dua antara lain elisitor biotik dan abiotik. Elisitor biotik terdiri atas beberapa jenis antara lain bakteri, jamur, virus, kitosan, dan kitin, sedangkan elisitor abiotik terdiri atas beberapa jenis senyawa kimia antara lain senyawa anorganik dan logam berat (Sharma *et al.*, 2011; Patel & Krishnamurthy, 2013). Salah satu elisitor biotik yang sering digunakan adalah ekstrak yeast. Ekstrak yeast digunakan dalam kultur jaringan tanaman karena kemampuannya untuk merangsang mekanisme pertahanan, yang menyebabkan peningkatan produksi metabolit sekunder (Abraham *et al.*, 2011). Kelebihan ekstrak yeast sebagai elisitor antara lain mudah diperoleh, siklus hidup yang relatif pendek, dan tidak patogen bagi manusia (Hariyum, 1986). Salah satu kendala yang dihadapi dalam elisitasi

adalah perbedaan produksi metabolit sekunder bergantung pada konsentrasi dan waktu inkubasi elisitor yang digunakan. Untuk meminimalkan kendala tersebut, dalam penelitian ini dilakukan optimalisasi konsentrasi dan waktu inkubasi elisitor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh elisitor ekstrak yeast dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus dan produksi saponin melalui kultur kalus menggunakan eksplan daun ginseng jawa (*T. paniculatum*) melalui kultur *in vitro*.

1.2. RUMUSAN MASALAH

- 1.2.1. Apa pengaruh konsentrasi ekstrak yeast dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus *Talinum paniculatum*?
- 1.2.2. Apa pengaruh konsentrasi ekstrak yeast dan waktu inkubasi terhadap produksi saponin pada *Talinum paniculatum*?

1.3. TUJUAN

- 1.3.1. Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak yeast dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus *Talinum paniculatum*
- 1.3.2. Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak yeast dan waktu inkubasi terhadap produksi saponin pada *Talinum paniculatum*

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pemberian ekstrak yeast dalam meningkatkan produksi saponin pada *T. paniculatum*.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

- 5.1.1. Pemberian elisitor ekstrak yeast berpengaruh terhadap peningkatan pertumbuhan kalus *T. paniculatum*. Hal ini dibuktikan melalui rerata berat kering kontrol (0,052%) yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan yang diberi elisitor ekstrak yeast (0,054% - 0,066%).
- 5.1.2. Pemberian elisitor ekstrak yeast konsentrasi 0,075% dengan waktu inkubasi 3 minggu merupakan perlakuan yang menghasilkan saponin terbanyak. Luas noda saponin yang dihasilkan adalah 0,549 cm² dan memiliki warna sampel yang pekat melalui skoring yaitu 5 dari 5.

5.2. Saran

- 5.2.1. Disarankan untuk menggunakan elisitor ekstrak yeast pada kalus *T. paniculatum* dengan waktu inkubasi yang lebih lama.
- 5.2.2. Disarankan menggunakan media cair sebagai media elisitor.
- 5.2.3. Disarankan pada penelitian selanjutnya menggunakan densitometer dan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*) untuk memperoleh data saponin yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abraham, F., A. Bhatt, C. Lai Keng, G. Indrayanto and F. Shaida. 2011. Effect of yeast extract and chitosan on shoot proliferation, morphology and antioxidant activity of *Curcuma mangga* in Vitro plantlets. *African Journal of Biotechnology*, 10(40): 7787-7795.
- Anand, S., 2010. Various approach for secondary metabolite production through plant tissue culture. *Pharmacia*, 1(1):1-7.
- Abbas, B, 2011, *Prinsip-prinsip teknik kultur jaringan*, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Bourgau, F., Gravot, A., Milesi, E., dan Gontier, E., 2001. Production of plant secondary metabolites: a historical perspective. *Plant Science*, 161:839-851.
- Baenas, N., C. Garcia-Viguera and D.A. Moreno, 2014. Elicitation: A tool for enriching the bioactive composition of foods. *Molecules*, 19: 13541-13563
- Balitbangkes, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional. 2015. *Laporan Nasional Eksplorasi Pengetahuan Lokal Etnomedisin dan Tumbuhan Obat Berbasis Komunitas di Indonesia (Riset Tumbuhan Obat dan Jamu*. Jakarta
- Boller, T. 1995. Chemoperception of Microbial Signals in Plant Cells. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 46, 189–214.
- Chawla, H. S. 2003. *Plant Biotechnology Laboratory Manual for Plant Biotechnology*. Oxford & IBH Publishing. New Delhi.
- Croteau, R., T.M. Kutchan, and N.G. Lewis. 2000. Natural products (secondary metabolites). *Biochemistry & Molecular Biology of Plants* 24:1250-1318.
- D'Ovidio. R, Mattei. B, Roberti. S, Bellincampi. D. 2004. Polygalacturonases, polygalacturonase-inhibiting proteins and pectic oligomers in plant-pathogen interactions. *Biochim. Biophys.* 1696, 237–244.
- Dicosmo, F. and G.H.N. Towers. 1984. Stress and secondary metabolism in cultured plant cell in B.N timmerman (ads). *Phytochemical adaptations to stress*. Plenim publishing incorporation.
- Einhellig, F.A. 1996. Interactions Involving Allelpathy in Cropping Systems *Agronomi* 88: 886-893.
- Gomes, K.A., dan A.A. Gomez. 2010. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. (Terjemahan). E. Syamsudin dan J. S. Baharsjah. Edisi kedua. Penerbit UI Press, Jakarta.
- Gunawan, L. W. 1992. *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Bogor: PAU IPB
- Hagio, T. 2002. Adventitious shoot regeneration from immature embryos of *sorghum*. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 68 : 65 – 72.

- Hariana, A, 2008, *Tumbuhan obat dan khasiatnya 3*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Hariyum A. 1986. Pembuatan Protein Sel Tunggal, 12-19. Waca Utama Pramesti. Jakarta
- Harmanto, 2007, *Herbal untuk keluarga*, PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Hidayat S., Sri Wahyuni., dan Sofia Andalusia, 2008, *Seri Tumbuhan obat berpotensi hias (1)*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta
- Hidayat, S. 2005. Ginseng, Multivitamin Alami Berkhasiat, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hagerman, A.E. 2002. Condensed Tannin Structural Chemistry. Department of Chemistry and Biochemistry, Miami University, Oxford, OH 45056.
- Hendaryono, D.P.S., dan A. Wijayani. 1994. Teknik Kultur Jaringan. Yogyakarta: Penerbit kanisius.
- Indah, P.N. Dan Dini, E. 2013. Induksi Kalus Daun Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada Beberapa Kombinasi Konsentrasi 6- Benzylaminopurine (BAP) dan 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D). Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol 2(1).
- Malik, N.A.A., Kumar, I.S., Nadarajah, K. 2020. Elicitor and Receptor Molecules : Orchestrators of Plant Defense and Immunity. Department of Biological Sciences and Biotechnology, Faculty of Science and Technology.
- Milic, T. V., Rakin, M., Slavica S. M. 2007. Utilization of Baker's Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) for the Production of Yeast Extract : Effect of Different Enzymatic Treatment on Solid, Protein and Carbohydrate Recovery. Journal of the Serbian Chemical Society. Vol 72 (5): pp 451-457.
- Manitto, P. 1992. *Biosintesis Produk Alami*. Penerjemah: Koensoemardiyah. Semarang: IKIP Press.
- Manuhara, Y.S.W., Kristanti, A.N., Utami, E.S.W., and Yachya, A. 2015. Effect of Sucrose and Potassium Nitrate on Biomass and Saponin Content of *Talinum paniculatum* Gaertn. Hairy root in ballon-type bubble bioreactor. Original article
- Neuman, Karl_Herman, Kumar, A and Imani, J. 2009. *Plant Cell and Tissue Culture – a Tool in Biotechnology : Basic and Application*. Springer-Verlag, Berlin
- Namdeo, A.G., 2007. Plant cell elicitation for production of secondary metabolites: a review. *Pharmacognosy Reviews*, 1(1):69-79.
- Ningsih dan Yulia. 2014. Pengaruh elisitor biotik dan abiotik pada produksi flavonoid melalui kultur jaringan tanaman. Bagian Biologi Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Jember, Indonesia
- Nugroho, Y. A., Widowati, L., Pudjiastuti., Nuratmi. 2005. Toksisitas Akut dan Khasiat Ekstrak Som Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn) sebagai Stimulan. Jurnal Ilmu Kefarmasian. Hal. 17-20. Vol 3. No.1. 1693-1831.

- Nofiani, R. 2008. Artikel Luas Balik: Urgensi dan Mekanisme Biosintesis Metabolit Sekunder Mikroba Laut. *Jurnal Natur Indonesia* 10(2): 120-125.
- Patel, H., and Krishnamurthy, R., 2013. Elicitors in plant tissue culture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(2):60-65.
- Prajogo B. 1994. Studi Taksonomi *Talinum Paniculatum* (Jacq) Gaertn dan *Talinum Triangulare* (Jacq). Bogor: Warta Tanaman Obat Indonesia.
- Rahmi, Eriani, K., and Widya., 2011. Potency of Java Gingseng (*Talinum paniculatum* Gaertn.) Root Extract on Quality and Viability of Mice Sperm. *Journal National*. 11 (1);7-10
- Rao, S.R., and Ravishankar, G.A., 2002. Plant cell cultures: chemical factories of secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 20:101-153.
- Robinson, T., 1995, Kandungan Organik Tumbuhan Tinggi, Edisi VI, Hal 191-216, Diterjemahkan oleh Kosasih Padmawinata, ITB, Bandung.
- Rahimi, S.; Devi, B.S.R.; Khorolragchaa, A.; Kim, Y.J.; Kim, J.H.; Jung, S.K.; Yang, D.C. Effect of salicylic acid and yeast extract on the accumulation of jasmonic acid and sesquiterpenoids in *Panax ginseng* adventitious roots. *Russ. J. Plant Physiol.* 2014, 61, 811–817
- Srivastava, S.; Srivastava, A.K. 2014. Effect of elicitors and precursors on azadirachtin production in hairy root culture of *Azadirachta indica*. *Appl. Biochem. Biotechnol.* 172, 2286–2297.
- Silalahi M. 2010. Elisitasi Peningkatan Produksi Ajmalisin Oleh Kalus *Catharantus roseus* (L.) G. Don. *Berita Biologi* 10 (3).
- Sitinjak R.R., Siregar A.H., dan RE Rizkia.,2000. Pengaruh Pemberian Ekstrak *Saccharomyces cerevisiae* Hansen Terhadap Kandungan Gosipol pada Kultur Kalus *Gossypium hirsutum* L. *Berita Biologi*.
- Sharma, M., Sharma, A., Kumar, A., and Basu, S.K., 2011. Enhancement of secondary metabolites in cultured plant cells through stress stimulus. *American Journal of Plant Physiology*, 6(2):50-71.
- Sriyanti, D.P. dan A.Wijayani. 1994. Teknik Kultur Jaringan. Yayasan Kansius. Yogyakarta.
- Syahrial B.R, Y. Sri wulan Manuhara, Edy Setiti, dan W.U, 2018. Pengaruh Elisitor Ekstrak *Saccharomyces cerevisiae* (Jacq) Gaertn., Secara *In-vitro*. Departement of Biology, Faculty of Sains and Technology Airlangga University
- Santoso, A.M., 2012. Pengaruh Elisitor Ekstrak *Saccharomyces cerevisiae* dan $CuSO_4$ Terhadap Biomassa, Profil Protein dan Kadar Saponin kalus *Talinum paniculatum* (Jacq)Gaertn. Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya

- Saroni, N., Y. Astuti, dan Adjirni. 1999. Pengaruh infus akar som jawa (*T. paniculatum*) terhadap jumlah dan motilitas spermatozoa pada mencit. *Warta Tumbuhan Obat Indonesia* 5 (4): 13-14.
- Solichatun, Anggarwulan, E. dan Mudyantini, W. 2005. Pengaruh Ketersediaan Air terhadap Pertumbuhan dan Kandungan Bahan Aktif Saponin Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Biofarmasi* 3 (2): 47-51.
- Thaweesak. J , Seiichi. S , Hiroyuki. T, and Waraporn. P. 2011. Elicitation effect on production of plumbagin in in vitro culture of *Drosera indica* L. *Journal of Medicinal Plants Research* Vol. 5(19), pp. 4949-4953.
- Tyler, V.E, Lynn, R.B., dan Robbers, J.E, 1988, *Pharmacognosy* 9th Edition, 293- 294, Lea and Febiyer, Philadelphia.
- Turhan, Hakan. 2004. *Callus Induction and Growth in Transgenic Potato Genotype*. *African Journal of Biotechnology*. Vol 3(8). 375-378 pp.
- Vanisree, M., Lee, C., Lo, S., Nalawade, S.M., Lin, C.Y., and Tsay, H., 2004. Studies on the production of some important secondary metabolites from medicinal plants by plant tissue cultures. *Bot. Bull. Acad. Sin*, 45:1-22.
- Willman JJ. *Journal of the American Pharmaceutical. Assoc, SCI*. Edisi 44. 1995:404-4
- Wardani Dian Pramita, Solichatun, & Setiawan Ahmad dwi. 2004. Pertumbuhan dan Produksi Saponin Kultur Kalus *Talinum paniculatum* Gaertn pada Variasi Penambahan Asam 2,4- Diklorofenoksi Asetat (2,4-D) dan Kinetin. *Biofarmasi*. 2 (1):35-43.
- Widiastoety, D. dan Kartikaningrum. 2003. Pemanfaatan Ekstrak Ragi dalam Kultur *In Vitro* Plantet Media Angrek. *Cianjur. J. Hort*. Vol 2 hal 60-66.
- Wijaya. R., Restiani. R., dan Adityarini. D. 2020. Pengaruh Kitosan terhadap Produksi Saponin Kultur Kalus Daun Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.). *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. 5-1
- Yachya, A., dan Manuhara, Y.S.W., 2015. Perbandingan Kadar saponin antara Akar Rambut dengan Umbi Tanaman Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.). *Prodi Biologi FMIPA Universitas PGRI Adi Buana surabaya*.
- Yelnitits. 2012. Pembentukan kalus Remah dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (Miq) (Kurz.). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*. Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.