

**Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin
Pada Kultur Kalus Ginseng Jawa
(*Talinum paniculatum* Gaertn.)**

Skripsi



**Novianti Barlin
31160017**

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2020**

**Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin
Pada Kultur Kalus Ginseng Jawa
(*Talinum paniculatum* Gaertn.)**

Skripsi

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



**Novianti Barlin
31160017**

**Program Studi 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 : Novianti Barlin
NIM : 31160017
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demikian 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 Metil Jasmonat 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 : 11 Januari 2021

Yang menyatakan



(Novianti Barlin)
NIM. 31160017

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul:

Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin Pada Kultur Kalus Ginseng
Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.)

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

NOVIANTI BARLIN
31160017

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 17 Desember 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/ Dosen Penguji II)
3. Dwi Adityarini, S.Si., M.Biotech
(Dosen Pembimbing Pendamping/ Penguji III)

Tanda Tangan

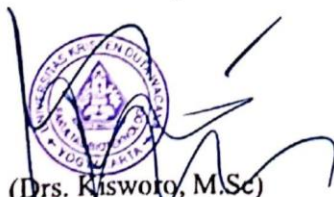
: 
: 
: 


Yogyakarta, 17 Desember 2020

Disahkan Oleh

Dekan,

Ketua Program Studi,


(Drs. Kisworo, M.Sc)
NIK: 874 E 054


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

**HALAMAN PENGESAHAN NASKAH
SKRIPSI**

Judul : Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin
Kultur Kalus Daun Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum*
Gaertn.)

Nama Mahasiswa : Novianti Barlin

Nomor Induk Mahasiswa : 31160017

Hari/Tanggal Ujian : 17 Desember 2020

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



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

Pembimbing II



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

Ketua Program Studi




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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novianti Barlin

NIM : 31160017

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin Pada Kultur Kalus
Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.)”**

adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya 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 dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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

Yogyakarta, 12 Desember 2020



(Novianti Barlin)

31160017

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan penyertaan kasihNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini dengan baik. Penyusunan laporan skripsi dengan judul **“Pengaruh Metil Jasmonat 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.

Penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik karena adanya bantuan, bimbingan, kerja sama serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. Tuhan Yesus Kristus atas segala penyertaan, perlindungan dan seluruh berkat dan kasih-Nya sepanjang waktu.
2. Orang tua dan saudara yang selalu memberikan doa dan dukungan sampai selesainya penulisan naskah skripsi ini.
3. Ratih Restiani, S.Si., M. Biotech, selaku Dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan, dukungan, motivasi dan bimbingan sehingga penulis bersemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Dwi Adityarini, S.Si., M. Biotech, selaku Dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan, dukungan, dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi.
5. Segenap pengurus Laboratorium Bioteknologi UKDW atas bantuannya selama penelitian.
6. Putri Pono, Amelia Dena dan Rizki Wijaya yang sudah berjuang bersama sebagai tim di laboratorium.
7. Terkhusus buat Agnes Hellen, yang paling berjasa, yang selalu memberikan support mulai dari penelitian sampai penulisan naskah skripsi ini selesai.
8. Saudara dan saudari terkasih Karen N, Cindy. T, Meilani, Kevin, Anjela N serta semua teman-teman angkatan 2016 yang selalu setia

menemani, memberi bantuan, dukungan, waktu dan semangat selama proses penelitian hingga penulisan skripsi selesai.

9. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

Demikian skripsi ini disusun. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini mengingat pengalaman dan keterbatasan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis menerima masukan, kritik maupun saran yang membangun, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Yogyakarta, 05 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SMAPUL BAGIAN DEPAN.....	i
HALAMAN SAMPUL BAGIAN DALAM	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
HALAMAN PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
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 PENELITIAN.....	2
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1 Morfologi <i>Talinum paniculatum</i>	4
2.2 Efek Farmakologi Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i>).....	5
2.3 Metabolit sekunder pada tanaman.....	5
2.4 Kandungan metabolit sekunder <i>Talinum paniculatum</i>	6
2.5 Kultur <i>in vitro</i>	6
2.6 Elisitasi.....	9
2.7 Hipotesis	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12

3.2 Desain Penelitian.....	12
3.3 Alat dan Bahan	13
3.4 Prosedur Kerja.....	14
3.4.1 Pembuatan Larutan Stok	14
3.4.2 Pembuatan Medium Murashige and Skoog (MS).....	14
3.4.3 Pembuatan Media Elisitor	15
3.4.4 Persiapan Alat	15
3.4.5 Persiapan Eksplan	15
3.4.6 Inokulasi / Produksi Kalus.....	16
3.4.7 Pengamatan Pertumbuhan dan Fase Pertumbuhan Kalus	17
3.4.8 Elisitasi dan Penentuan Biomassa Kalus	17
3.4.9 Ekstraksi Kalus	18
3.5 Analisis Data.....	18
3.5.1 Uji Kromatografi Lapis Tipis (KLT) Saponin.....	18
3.5.2 Alur penelitian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Induksi Pertumbuhan Kalus.....	20
4.2 Persentase Tumbuh Kalus, Warna dan Tekstur Kalus	22
4.3 Fase Pertumbuhan Kalus <i>Talinum paniculatum</i>	24
4.4 Pengaruh Elisitasi Metil Jasmonat terhadap Pertumbuhan Kalus <i>Talinum paniculatum</i>	25
4.5 Analisis Saponin dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	27
BAB V PENUTUP	31
5.1. Simpulan	31
5.2. Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1. Variasi Konsentrasi Metil Jasmonat dan Waktu Inkubasi	12
Tabel 4. 1 Pengamatan Pertumbuhan Kalus Ginseng Jawa <i>Talinum paniculatum</i>	22
Tabel 4. 2 Data pengamatan sampel Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	28

©UKDWN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Tanaman Ginseng Jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn.)	4
Gambar 2. 2 Mekanisme umum metil jasmonat	10
Gambar 4.1 Pertumbuhan dan Perkembangan Kalus <i>T.paniculatum</i>	20
Gambar 4. 2 Kurva fase pertumbuhan kalus <i>Talinum paniculatum</i>	24
Gambar 4. 3 Grafik rerata biomassa (berat kering) kalus ginseng jawa (<i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	26
Gambar 4. 4 Hasil Uji Saponin Kromatografi Lapis Tipis ekstrak kalus <i>T. paniculatum</i>	27
Gambar 4. 5 Hubungan antara Biomassa dan Produksi Saponin pada ginseng jawa (<i>Talinum paniculatum</i>)	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Tabel Komposisi Media MS (Murashige and Skoog).....	34
Lampiran 2 Data Presentase Pertumbuhan Kalus Ginseng Jawa <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn.)	35
Lampiran 3 Tabel Data Berat Kering Kalus Ginseng Jawa <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	36
Lampiran 4 Analisa Statistik ANOVA Pengaruh Kombinasi Perlakuan Elisitasi Terhadap Biomassa Kalus Ginseng Jawa <i>Talinum paniculatum</i> Gaertn).....	37

©UKDWN

ABSTRAK

Pengaruh Metil Jasmonat Terhadap Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.)

NOVIANTI BARLIN

Talinum paniculatum atau biasa disebut dengan ginseng jawa merupakan salah satu tanaman yang berkhasiat sebagai obat herbal. Ginseng jawa mengandung senyawa metabolit sekunder saponin yang mirip dengan ginseng korea (*Panax Ginseng*). Teknik elisitasi merupakan salah satu metode yang efektif dalam peningkatan produksi saponin *T. paniculatum* melalui kultur *in vitro*. Metil jasmonat (MJ) merupakan elisitor yang sering digunakan dalam elisitasi karena kemampuannya dalam meningkatkan metabolit sekunder dengan maksimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus dan produksi saponin pada kultur kalus ginseng jawa melalui kultur *in vitro*. Media yang digunakan pada penelitian ini yaitu media Murashige-Skoog padat dengan kombinasi 2,4-D 2 mg/L dan kinetin 3 mg/L. Elisitasi dilakukan pada saat kalus memasuki fase stasioner dengan perlakuan konsentrasi metil jasmonat 0,025 mM, 0,05 mM, 0,1 mM, 0,15mM dan 0,2 mM dan waktu inkubasi 5, 10 dan 15 hari. Ekstraksi kalus menggunakan etanol 96% dan uji semi-kuantitatif dilakukan dengan kromatografi lapis tipis (KLT). Berat kering kontrol (0,050 g) lebih rendah dibandingkan dengan berat kering kalus yang dielisitasi (0,052-0,063 g). Produksi saponin tertinggi dihasilkan pada konsentrasi MJ 0,15 mM dengan waktu inkubasi 15 hari. Hal ini ditunjukkan dengan luas noda saponin 0,563 cm² dan intensitas warna 5 dari 5.

Kata kunci: elisitasi, metil jasmonat, saponin, *Talinum paniculatum*.

ABSTRACT

The Influence of Methyl Jasmonate on Saponin Production in Callus Culture of Javanese Ginseng (*Talinum paniculatum* Gaertn.)

NOVIANTI BARLIN

Talinum paniculatum or commonly referred to as Javanese ginseng is a plant that has medicinal properties. Javanese ginseng contains saponin secondary metabolites that are similar to Korean ginseng (*Panax Ginseng*). The elicitation technique is an effective method to increase the production of *T. paniculatum* saponins through *in vitro* culture. Methyl jasmonate (MJ) is an elicitor that is often used in elicitation because of the ability to maximize secondary metabolites. This study was conducted to determine the effect of methyl jasmonate concentration and incubation time on callus growth and saponin production in Javanese ginseng callus culture through *in vitro* culture. The media used in this study were solid Murashige-Skoog media with a combination of 2,4-D 2 mg / L and kinetin 3 mg / L. Elicitation was carried out when the callus entered the stationary phase with the concentration of methyl jasmonate 0,025 mM, 0,05 mM, 0,1 mM, 0,15mM and 0,2 mM and incubation time 5, 10 and 15 days. Callus dry weight extraction used ethanol 96% and semi-quantitative test using thin layer chromatography (TLC). The dry weight of the control (0,050 g) was lower than the dry weight of the callus that was excised (0,052-0,063 g). The highest saponin production was produced at a MJ concentration of 0,15 mM with an incubation time of 15 days. This is indicated by the saponin stain area of 0,563 cm² and a color intensity of 5 out of 5.

Key words: elicitation, methyl jasmonate, saponins, *Talinum paniculatum*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dewasa ini, tren pengobatan herbal berbasis tanaman obat semakin meningkat. Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan keanekaragaman hayati. Ada sekitar 30.000 spesies tanaman dimana 9.600 spesies dimanfaatkan sebagai tanaman obat (Herman, 2019). Salah satu tanaman yang mempunyai khasiat sebagai obat yaitu tanaman ginseng jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn.)

Tanaman ginseng jawa (*T. paniculatum* Gaertn.) termasuk dalam family *Portulacaceae* yang berasal dari Amerika tropis. *T. paniculatum* diketahui memiliki khasiat yang sama seperti ginseng korea (*Panax ginseng*) terutama pada bagian akar yang bermanfaat sebagai afrodisiak dan tonikum (meningkatkan nafsu makan) (Ahmad dan Anggita, 2019).

Pemanfaatan dari *T. paniculatum* sebagai bahan baku obat, berpotensi untuk dikembangkan dalam skala industri. Salah satu pemanfaatannya saat ini yaitu sebagai obat herbal / pengobatan tradisional. Oleh karena itu, agar bisa dimanfaatkan secara maksimal maka perlu diproduksi dalam skala yang besar. Namun budidaya ginseng jawa, masih menemukan kendala beberapa diantaranya faktor lingkungan seperti musim, lahan yang terbatas, dan juga rentan terhadap hama atau patogen. Hal ini berimbas pada produksi metabolit sekunder yang dihasilkan masih rendah. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kultur *in vitro*. Melalui kultur *in vitro*, metabolit sekunder dapat diproduksi secara terus-menerus tanpa batasan iklim, tidak memerlukan lahan yang luas, waktu yang singkat dan terkontrol. Namun metode ini perlu dikombinasikan dengan teknik elisitasi untuk meningkatkan jumlah metabolit sekunder yang dihasilkan. Elisitasi merupakan proses penambahan senyawa elisitor pada sel tanaman untuk menstimulasi biosintesis metabolit sekunder. Berdasarkan sumbernya elisitor digolongkan menjadi dua yaitu elisitor biotik dan elisitor

abiotik. Elisitor biotik berasal dari makhluk hidup, patogen atau tumbuhan itu sendiri. Elisitor abiotik berupa zat non biologis seperti logam berat, radiasi-UV, pH, garam anorganik (Vasconsuelo dan Boland, 2007). Elisitor yang digunakan dalam penelitian ini adalah metil jasmonat. Metil jasmonat berperan penting dalam pengaturan respon pertahanan diri pada tanaman dengan cara menginduksi gen dan meningkatkan jalur pembentukan metabolit sekunder. Metil jasmonat adalah elisitor paling penting dalam menginduksi produksi triterpen saponin (Lambert, 2011).

Sejauh ini penelitian kultur akar *T. paniculatum* berhasil dilakukan oleh Manuhara *et al.*, (2015) dan Solim *et al.*, (2016). Ahmad and Anggita (2019) juga berhasil meningkatkan kadar saponin pada akar *T. paniculatum* menggunakan metil jasmonat dan asam salisilat. Namun penelitian mengenai elisitasi kultur kalus dari daun *T. paniculatum* menggunakan elisitor metil jasmonat dalam meningkatkan metabolit sekunder belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus dan produksi saponin kultur kalus daun *T. paniculatum*.

1.2. RUMUSAN MASALAH

- 1.2.1 Apa pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus *Talinum paniculatum*?
- 1.2.2 Apa pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap produksi saponin kultur kalus *Talinum paniculatum*?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

- 1.3.1 Mengetahui pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap pertumbuhan kalus *Talinum paniculatum*
- 1.3.2 Mengetahui pengaruh konsentrasi metil jasmonat dan waktu inkubasi terhadap produksi saponin kultur kalus *Talinum paniculatum*.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang metode optimasi konsentrasi saponin pada Ginseg jawa dengan elisitor metil jasmonat. Penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu rujukan dalam produksi metabolit sekunder pada Ginseng jawa dalam skala industri.

©UKDW

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

5.1.1 Pemberian elisitor metil jasmonat dan waktu inkubasi berpengaruh terhadap peningkatan berat kering kalus *T. paniculatum*. Hal ini dibuktikan melalui rerata berat kering kontrol (0,050 g) lebih rendah dibanding dengan berat kering yang diberi perlakuan elisitor metil jasmonat (0,052-0,063 g).

5.1.2 Pemberian elisitor metil jasmonat konsentrasi 0,15 mM dengan waktu inkubasi 15 hari merupakan kondisi optimal untuk produksi saponin pada *T. paniculatum* dengan luas noda saponin yaitu 0,563 cm² serta memiliki warna sampel yang pekat dengan intensitas warna 5 dari 5.

5.2. Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan meningkatkan konsentrasi metil jasmonat untuk dapat melihat peningkatan produksi saponin dengan lebih jelas.

Sebaiknya untuk mengetahui kadar saponin yang lebih akurat dapat menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*).

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, B., 2011. *Prinsip-prinsip teknik kultur jaringan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Ahmad, F. and Anggita, V. S. (2019) 'Enhancement of saponin accumulation in adventitious root culture of Javanese ginseng (*Talinum paniculatum* Gaertn.) through methyl jasmonate and salicylic acid elicitation', *African Journal of Biotechnology*, 18(6), pp. 130–135. doi: 10.5897/ajb2018.16736.
- Creelman, R. A. and Mullet, J. E. (1997) 'Biosynthesis and action of jasmonates plants'.
- Fadhilah, N. (2015) 'Induksi kalus *Artemisia vulgaris* L . dengan Pemberian Beberapa Konsentrasi Callus Induction of *Artemisia vulgaris* L . by Addition of Several Concentration of', 4(4), pp. 216–222.
- Herman, N. (2019) *Optimasi sterilisasi dan induksi kalus pada ginseng jawa (Talinum paniculatum Gaertn). [Skripsi]*. Yogyakarta: Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
- Ho, T. T., Murthy, H. N. and Park, S. Y. (2020) 'Methyl jasmonate induced oxidative stress and accumulation of secondary metabolites in plant cell and organ cultures', *International Journal of Molecular Sciences*, 21(3). doi: 10.3390/ijms21030716.
- Julianto, T. S. (2019) *Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining Fitokimia, Journal of Chemical Information and Modeling*. Available at: <http://library.uii.ac.id>; e-mail: perpustakaan@uui.ac.id.
- Lambert, E., Faizal, A. and Geelen, D. (2011) 'Modulation of triterpene saponin production: *In vitro* cultures, elicitation, and metabolic engineering', *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 164(2), pp. 220–237. doi: 10.1007/s12010-010-9129-3.
- Mahadi, I. and Sari, Y. (2016) 'Pengaruh pemberian hormon 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*)', 12(2), pp. 99–104.
- Manuhara, Y. *et al.* (2015) 'Effect of sucrose and potassium nitrate on biomass and saponin content of *Talinum paniculatum* Gaertn. hairy root in balloon-type bubble bioreactor', *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5. doi: 10.1016/j.apjtb.2015.09.009.
- Masyitho, D. (2016) *Perbanyakakan Akar Ginseng Jawa (Talinum paniculatum Gaertn.) Pada Variasi Konsentrasi Media Cair dan Zat Pengatur Tumbuh Menggunakan Ekplan Batang Secara in vitro. [Skripsi]*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

- Silalahi, M. (2015) 'Pengaruh Modifikasi Media Murashige-Skoog (Ms) Dan Zat Pengatur Tumbuh Bap Terhadap Pertumbuhan Kalus *Centella Asiatica* L.(Urban.)', *Jurnal Pro-Life*, 2(1), pp. 14–23.
- Suskendriyati, H. and Setyawan, A. D. W. I. (2004) 'Pertumbuhan dan Produksi Saponin Kultur Kalus *Talinum paniculatum* Gaertn . Dengan Variasi Pemberian Sumber Karbon', *BioSMART*, 6 (April), pp. 19–23.
- Utami, E. S. W. (2018) *Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Biomassa dan Kadar Saponin Kalus Ginseng Jawa (Talinum paniculatum Gaertn.) Pada Berbagai Waktu Kultur*. Surabaya: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.
- Vasconsuelo, A. and Boland, R. (2007) 'Molecular aspects of the early stages of elicitation of secondary metabolites in plants', *Plant Science*, 172(5), pp. 861–875. doi: 10.1016/j.plantsci.2007.01.006.
- Wang, J. *et al.* (2016) 'Transcriptome profiling shows gene regulation patterns in ginsenoside pathway in response to methyl jasmonate in *Panax quinquefolium* adventitious root', *Scientific Reports*, 6(November), pp. 1–11. doi: 10.1038/srep37263.
- Wardani, D. P., Solichatun and Styawan, A. D. (2004) 'Growth and saponin production of *Talinum paniculatum* Gaertn. callus culture on various addition with 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) and kinetin', *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 2(1), pp. 35–43. doi: 10.13057/biofar/f020106.