

**PENGARUH KOMBINASI ZAT PENGATUR TUMBUH
NAPHTHALENEACETIC ACID DAN 6-
BENZYLAMINOPURIN SERTA ASAM JASMONAT
TERHADAP KADAR ANDROGAFOLID PADA
KULTUR KALUS SAMBILOTO**

SKRIPSI

**ROBIATUL LAILI WILDANI
A 233 023**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**PENGARUH KOMBINASI ZAT PENGATUR TUMBUH
NAPHTHALENEACETIC ACID DAN 6 -
BENZYLAMINOPURIN SERTA ASAM JASMONAT
TERHADAP KADAR ANDROGAFOLID PADA
KULTUR KALUS SAMBILOTO**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Farmasi

**ROBIATUL LAILI WILDANI
A 233 023**



**SEKOLAH TINGGI FARMASI INDONESIA
YAYASAN HAZANAH
BANDUNG
2025**

**PENGARUH KOMBINASI ZAT PENGATUR TUMBUH
NAPHTHALENEACETIC ACID DAN 6 -
BENZYLAMINOPURIN SERTA ASAM JASMONAT
TERHADAP KADAR ANDROGAFOLID PADA
KULTUR KALUS SAMBILOTO**

**ROBIATUL LAILI WILDANI
A233023**

Juli 2025

Disetujui Oleh :

Pembimbing



Himalaya Wana Kelana, M.Pd.

Pembimbing



apt. Khairunnisa Sy., M.S.Farm.

Kutipan atau saduran baik sebagian ataupun seluruh naskah, harus menyebutkan nama pengarang dan sumber aslinya, yaitu sekolah tinggi farmasi Indonesia

Saya persembahkan skripsi ini kepada dua orang yang saya sayangi yaitu orang tua saya. Terima kasih kepada ibu bapak yang selalu memberikan dukungan moril maupun materi dan selalu mendoakan tanpa henti hingga anak pertama kalian telah sampai di titik ini. Semoga ibu dan bapak selalu diberikan kesehatan dan diberi umur yang barokah hingga bisa melihat anak kalian menjadi lebih baik lagi.

ABSTRAK

Sambiloto merupakan tanaman obat tradisional yang memiliki aktivitas farmakologi seperti antiinflamasi, antioksidan, antidiabetes. Kandungan bioaktif utama pada tanaman sambiloto yaitu Andrografolid yang termasuk golongan senyawa diterpen lakton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi zat pengatur tumbuh NAA (*Naphthaleneacetic Acid*) dan BAP (6-*Benzylaminopurin*) serta elisitor asam jasmonat (AJ) terhadap kadar andrografolid pada kultur kalus sambiloto (*Andrographis paniculata*). Kalus diinduksi menggunakan media MS dengan kombinasi NAA dan BAP (1:1, 1:2 dan 2:1), kemudian dielisitasi menggunakan asam jasmonat (AJ) dengan variasi konsentrasi 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm dan 100 ppm. Parameter yang diamati meliputi waktu tumbuh kalus, warna, tekstur dan bobot kalus. Kadar andrografolid dianalisis menggunakan instrumen KCKT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi 2 mg/L NAA dan 1 mg/L BAP menghasilkan kalus paling optimal dengan tekstur kompak dan warna hijau sedikit kecoklatan. Pemberian elisitor asam jasmonat pada konsentrasi 25 ppm memberikan pengaruh terbaik terhadap kadar andrografolid, dengan rata-rata kadar sebesar 71,26% dan nilai AUC tertinggi 1919,9. Peningkatan kadar andrografolid ini diduga terjadi melalui aktivasi jalur pensinyalan jasmonat yang melibatkan ekspresi gen HMGR, DXR, dan GGPP. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi ZPT dan elisitor dapat mengoptimalkan produksi metabolit sekunder secara *in vitro*.

Kata Kunci: Sambiloto, Kalus, NAA, BAP, Asam Jasmonat, Andrografolid.

ABSTRACT

Sambiloto is a traditional medicinal plant that has activities as an anticancer, anti-inflammatory, antioxidant, antidiabetic. The main bioactive content in the sambiloto plant is Andrographolid which belongs to the diterpene lactone compound group. This study aims to determine the effect of the combination of plant growth regulators NAA (Naphthaleneacetic Acid) and BAP (6-Benzylamino Purin) and jasmonic acid (AJ) elicitor on andrographolide levels in sambiloto (Andrographis paniculata) callus cultures. Callus was induced using MS media with a combination of NAA and BAP (1:1, 1:2 and 2:1), then elicited using jasmonic acid (AJ) with varying concentrations of 25 ppm, 50 ppm, 75 ppm and 100 ppm. The macroscopic parameters observed included callus growth time, color, texture and callus weight. Andrographolide levels were analyzed using a HPLC instrument. The results showed that the combination of 2 mg/L NAA and 1 mg/L BAP produced the most optimal callus with a compact texture and green color. Administration of jasmonic acid elicitor at a concentration of 25 ppm had the best effect on andrographolide levels, with an average level of 71.26% and the highest AUC value of 1919.9. This increase in andrographolide levels is thought to occur through the activation of the jasmonate signaling pathway involving the expression of the HMGR, DXR, and GGPP genes. This study shows that the combination of PGR and elicitor can optimize the production of secondary metabolites in vitro.

Keywords: *Andrographis paniculata, Callus, NAA, BAP, Jasmonic Acid, Andrographolide.*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala berkah rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **"Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Naphthaleneacetic Acid dan 6-Benzylaminopurin serta Asam Jasmonat Terhadap Kadar Androgafolid Pada Kultur Kalus Sambiloto"**.

Penelitian dan penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Program Studi Sarjana Farmasi Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing Himalaya Wana Kelana, M.Pd. dan apt. Khairunnisa Sy., M.S.Farm. atas bimbingan, nasihat, dukungan serta waktu yang telah diberikan. Pada kesempatan ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. apt. Adang Firmansyah, M.Si selaku Ketua Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia
2. Dr. apt. Hesti Riasari, M.Si selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi
3. Ibu Himalaya Wana Kelana M.Pd. dan apt. Khairunnisa Sy., M.S.Farm. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis untuk menyelesaikan skripsi ini
4. Seluruh staf dosen, staf administrasi, serta karyawan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia
5. Serta sahabat-sahabat angkatan RPL 23 yang telah memberikan inspirasi dan dukungan selama penulis kuliah di Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia
6. Rekan penelitian kultur jaringan Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia yang telah membantu kegiatan penelitian selama di laboratorium

Dengan kerendahan hati, penulis megharapkan masukan berupa kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini akan memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan juga bagi pihak lain yang berkepentingan.

Bandung, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KUTIPAN	ii
PERSEMBAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Kegunaan penelitian	3
1.5 Waktu dan Tempat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tanaman Sambiloto (<i>Androghapis paniculata</i> Ness).....	4
2.1.1 Khasiat Tanaman.....	5
2.1.2 Kandungan Senyawa Aktif.....	5
2.1.3 Androgafolid	5
2.2 Kultur Jaringan	7
2.3 Zat Pengatur Tumbuh	8
2.3.1 NAA	8
2.3.2 BAP	8
2.4 Elisitor	9
2.5 Asam Jasmonat	9
BAB III METODE PENELITIAN	11
3.1 Alat	11
3.2 Bahan.....	11

3.3 Jenis Penelitian	11
3.3.1 Populasi.....	11
3.3.2 Sampel.....	11
3.4 Variabel Penelitian.....	11
3.5 Metode Penelitian	12
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	14
4.1 Pengaruh Kombinasi ZPT NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus ..	14
4.1.1 Waktu Muncul Kalus	14
4.1.2 Warna Kalus.....	16
4.1.3 Tekstur Kalus	18
4.1.4 Kontaminasi	19
4.2 Pengaruh Elisitor Asam Jasmonat Terhadap Kadar Androgafolid	22
4.2.1 Bobot Kalus.....	22
4.2.2 Analisis Larutan Standar Androgafolid	23
4.2.3 Analisis Kadar Androgafolid Pada Sampel	24
4.2.4 Hasil Uji Data Statistik	27
BAB V SIMPULAN DAN ALUR PENELITIAN SELANJUTNYA.....	30
5.1. Simpulan.....	30
5.2. Alur Penelitian Selanjutnya.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4. 1 Pengaruh penambahan NAA dan BAP terhadap pertumbuhan eksplan kalus sambiloto dengan masa inkubasi 30 hari	14
4. 2 Perubahan warna kalus pada media MS.....	16
4. 3 Bobot basah dan bobot kering kalus	22
4. 4 Hasil Analisis Larutan Standar Androgafolid	23
4. 5 Hasil Analisis Kadar Androgafolid Pada Sampel	25
4.6 Hasil Uji Normalitas	27
4.7 Hasil Uji Homogenitas	28
4.8 Hasil Uji Welch ANOVA	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2. 1 Tanaman Sambiloto	4
2. 2 Struktur Androgafolid 2D	6
2. 3 Jalur Biosintesis Androgafolid	6
4. 1 Perubahan Warna Eksplan	17
4. 2 Tekstur Kalus Kompak	18
4. 3 Jumlah Kontaminasi Bakteri Dan Jamur.....	19
4. 4 Hari Kontaminasi Bakteri dan Jamur	20
4. 5 (A) Kontaminasi Bakteri, (B) Kontaminasi Jamur	21
4. 6 Regresi Linier Standar Androgafolid	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Determinasi Tanaman.....	37
2. Dokumentasi Penelitian	38
3. Hasil Spektrum Standar Androgafolid	40
4. Hasil Spektrum Sampel.....	43
5. Perhitungan Pembuatan Media	50
6. Perhitungan Elisitor Asam Jasmonat	52
7. Perhitungan Pembuatan Larutan Standar Androgafolid	53
8. Perhitungan Pembuatan Larutan Baku Androgafolid	53
9. Perhitungan Konsentrasi Sampel	54
10. Perhitungan Kadar Sampel.....	57
11. Hasil Data Spss	58

DAFTAR PUSTAKA

- Aftab, T. dan Yusuf, M. (2021) *Jasmonates dan Salicylates Signaling in Plants*. Cham: Springer International Publishing (Signaling dan Communication in Plants).
- Ahmad, S., Hadi, F, dan Bilal, M. (2021) ‘Methyl Jasmonate Elicitation Improves Secondary Metabolite Accumulation And Stress Resistance In Ficus Carica L. Callus Cultures Under In Vitro Conditions’, *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 147, pp. 359–368.
- Ahmed, N. dan Praveen, N. (2022) ‘Pengaruh Asam Salisilat, Asam Jasmonat, dan Kombinasi Keduanya Terhadap Produksi Danrographolida Dalam Kultur Suspensi Sel Danrographis Malai(Burm.F.) Nees’.
- Amin, S., Mursadad, A. dan Ibrahim, S. (2016) ‘Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Untuk Analisis Senyawa Diuretik Yang Disalahgunakan Sebagai Doping Dalam Urin.
- Andriani, D. and Heriansyah, P. (2021) ‘Identifikasi Jamur Kontaminan pada Berbagai Eksplan Kultur Jaringan Anggrek Alam (*Bromheadia finlaysoniana* (Lind.) Miq’, *Agro Bali : Agricultural Journal*, 4(2), pp. 192–199.
- Anggraito, Y.U. *et al.* (2018) ‘Metabolit Sekunder Dari Tanaman: Aplikasi Dan Produksi’.
- Angraini, N. dan Desmaniar, P. (2020) ‘Optimasi Penggunaan High Performance Liquid Chromatography (KCKT) untuk analisis asam askorbat guna menunjang kegiatan Praktikum Bioteknologi Kelautan’, *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), p. 69.
- Apriliyani, R. dan Wahidah, B.F. (2021) ‘Perbanyak anggrek *Dendrobium* sp. secara in vitro: Faktor-faktor keberhasilannya’, *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), pp. 33–46.
- Bani, R. *et al.* (2022) ‘Aplikasi Kitosan Terhadap Pertumbuhan Anggrek *Dendrobium* Sonia Pada Tahap Aklimatisasi’, *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), pp. 146–154.
- Cahyawati, P.N. (2021) ‘A Mini Review: Efek Farmakologi *Danrographis paniculata* (Sambiloto)’, *WICAKSANA: Jurnal Lingkungan dan Pembangunan*, 5(1), pp. 19–24.
- Damanik Ira Tiarma Sari dan Luthfi Aziz Mahmud Siregar. Pengaruh Jenis Eksplan dan Komposisi Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Induksi Kalus Pada Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). 2017. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*. Vol.5.No.3, Juli 2017 (70): 532- 536.

- Das, D. dan Bandyopadhyay, M. (2021) 'Manipulation of DXP pathway for andrographolide production in callus cultures of *Andrographis paniculata*', *Planta*, 254(2).
- Dena, A., Restiani, R. dan Aditiyarini, D. (2021a) 'Peningkatan Produksi Saponin pada Kultur Kalus Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* Gaertn) dengan Penambahan Ekstrak Yeast', *SCISCITATIO*, 2(1), pp. 35–44.
- Dwiarto Rubiyanto (2017) *Metode kromatografi: Prinsip dasar, praktikum dan pendekatan pembelajaran kromatografi*. 1st edn. Deepublish.
- Dwimartina, F., Joko, T. and Arwiyanto, T. (2021) 'Karakteristik Morfologi Dan Fisiologi Bakteri Endofit Dan Rizobakteri Dari Tanaman Cengkeh Sehat', *Agro Wiralodra*, 4(1), pp. 1–8.
- Erna Wulandar (2022) 'Identifikasi Bakteri Kontaminan Pada Kultur Jaringan Bambu Jenis *Fargesia scabrida*', *Integrated Lab Journal*, Vol. 10, No. 02.
- Fadlillah, I., Moeljani, I.R. dan Suhardjono, H. (2022) 'Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Dan Lama Perendaman Terhadap Pertumbuhan Dan Pembungaan Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)', *Plumula : Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 10(2), pp. 111–122.
- Fasya, A.G. *et al.* (2018) 'Variasi Diameter Kolom dan Rasio Sampel-Silika pada Isolasi Steroid dan Triterpenoid Alga Merah *Eucheuma cottonii* dengan Kromatografi Kolom Basah', *ALCHEMY*, 6(2), p. 57.
- Field and andy (2018) *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. 5th edition. London: SAGE Publications Ltd.
- Hasnain, A. *et al.* (2022) 'Plants in vitro propagation with its applications in food, pharmaceuticals dan cosmetic industries; current scenario dan future approaches', *Frontiers in Plant Science*, 13, p. 1009395.
- Husain, F. *et al.* (2023) 'Pembuatan Elsitor Biosaka Sebagai Salah Satu Inovasi Dalam Pengurangan Penggunaan Pupuk Kimia'.
- Imanta Elasti dan Nurul Hidajati (2017) 'Uji Biolarvasida Nyamuk *Aedes Aegypti* Dari Hasil Isolasi Ekstrak Metanol Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Ness)', *UNESA Journal Chemistry*, 6.
- Jang, G., Yoon, Y. dan Choi, Y.D. (2020) 'Crosstalk with Jasmonic Acid Integrates Multiple Responses in Plant Development', *International Journal of Molecular Sciences*, 21(1), p. 305.
- Juita S. Sinaulan, Edy F. Lengkong, and Stella tulung (2018) 'Repon pembentukan kalus embrionik tanaman krisan kulo (*Chrysanthemum morifolium*) terhadap pemberian zat pengatur tumbuh sitokinin', *Fakultas pertanian, Universitas Sam Ratulangi Manado*.

- Kadapi, M. *et al.* (2024) 'Teknologi Kultur in vitro untuk Meningkatkan Produksi Metabolit Sekunder pada Berbagai Tanaman Obat', 9(1).
- Kristianto, A.D. and Setyorini, T. (2021) 'Induksi Kalus Eksplan Daun Lada (*Piper Nigrum* L.) Pada Modifikasi Media Ms Dengan Penambahan Hormon Naa Dan Bap', *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 23(2), p. 160.
- Kurniawan, F.P., Aprilianto, V.T. and Wahyudi, B. (2023) 'Ekstraksi Crude Tanin dari Kulit Buah Maja dengan Metode Sonikasi', *Chempro*, 2(1), pp. 59–62.
- Laksmiani, N.P.L., Widiastari, M.I. dan Reynaldi, K.R. (2017) 'Skrining Potensi Danrografolid dari Sambiloto (*Danrographis paniculata* (Burm F.) Ness.) sebagai Antikanker Payudara secara In Silico', *Jurnal Farmasi Udayana*, p. 50.
- Lestary, S. *et al.* (2023) 'Penetapan Kadar Kafein Ekstrak Daun Teh Hijau Dan Putih *Camellia Sinensis* (L.) Dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi', *Journal of Pharmaceutical dan Sciences*, 6(3), pp. 1407–1415.
- Lutfiah, A. and Habibah, N.A. (2022) 'Pengaruh Pemberian Elisitor Ekstrak Khamir pada Pertumbuhan Kultur Kalus Gambili dengan Penambahan ZPT 2,4-D dan Kinetin', *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 45(2), pp. 77–83.
- Maufiroh, AU. (2019) 'Induksi Kalus Dari Eksplan Daun Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) Dengan Pemberian Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh Naphthalene Acetic Acid (NAA) dan 6-Benzylaminopurin (BAP). Universitas Airlangga. Surabaya
- Meenu Sharma, Sandeep, and Aakanksha Sharma (2012) 'Quantitative KCKT Analysis of Andrographolide in *Andrographis paniculata* at Two Different Stages of Life Cycle of Plant', *Acta Chimica and Pharmaceutica Indica*, 2(2), pp. 109–113.
- Muliati, Tengku Nurhidayah, dan Nurbaiti (2017) 'Pengaruh Naa, Bap Dan Kombinasinya Pada Media Ms Terhadap Perkembangan Eksplan *Sansevieria Macrophylla* Secara In Vitro', *Jom Faperta*, 4
- Ndruru, H.S., Telambanua, P.H. dan Nazara, R.V. (2024) 'Pemanfaatan Elisitor Pada Tanaman', 3(1).
- Ningrum, E.F.C. *et al.* (2017) 'Perkembangan Awal Protocorm Anggrek *Phalaenopsis amabilis* secara In Vitro setelah Penambahan Zat Pengatur Tumbuh α -Naphtaleneacetic Acid dan Thidiazuron', *Biosfera*, 34(1), p. 9.
- Nurhanis, S.E., Wuldanari, R.S. dan Suryantini, R. (2019) 'Korelasi Konsentrasi Iaa Dan Bap Terhadap Pertumbuhan Kultur Jaringan Sengon (*Paraserianthes Falcataria*)', *Jurnal Hutan Lestari*, 7(2).

- Patech, Kumar, and mishra (2021) 'Enhanced Andrographolide Production In *Andrographis Paniculata* Callus Cultures Through Elicitation. *Planta*'. 254(23), 1–17.
- Patuhai, A. *et al.* (2023) 'Plant Growth Regulator- and Elicitor-Mediated Enhancement of Biomass and Andrographolide Production of Shoot Tip-Culture-Derived Plantlets of *Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall. (Hempedu Bumi)', *Plants*, 12(16), p. 2953.
- Pratama Aditya Bagus dan Ramadhan Firzatullah Dwiko (2021) *Khasiat Tanaman Obat*. 1st edn. Jakarta: Pustaka Media.
- Rahimi, S., Kim, Y. J., & Yang, D. C. (2020). Production of ginsenosides using biotechnological approaches: Current status and future perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(7), 2503–251
- Rahman, Nurhamidar *et al.* (2021) 'Pengaruh Beragam Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Induksi Kalus Organogenik Dari Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Genotipe Gajah dan Kuning', *Jurnal Ilmu Dasar*, 22(2).
- Rampe, H. *et al.* (2019) 'Pemanfaatan Elisitor Ekstrak Tumbuhan dalam Budidaya Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)', *VIVABIO: Jurnal Pengabdian Multidisiplin*, 1(1).
- Restiani, R. *et al.* (2024) 'Kultur jaringan tumbuhan dasar sebagai upaya peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa', *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 5(2), pp. 339–348.
- Rodinah, R., Hardarani, N. dan Ariani, H.D. (2018) 'Modifikasi Media Dan Periode Subkultur Pada Kultur Jaringan Pisang Talas (*Musaparakisiaca* Var. *Sapientum* L.)', *Jurnal Hexagro*, 2(2).
- Ruxton, G.D., Wilkinson, D.M. and Neuhausser, M. (2015) 'Advice on testing the null hypothesis that a sample is drawn from a normal distribution', *Animal Behaviour*, 107, pp. 249–252.
- Saleh, E.K. (2019) 'Performance Liquid Chromatography (KCKT) Terhadap Perbedaan Fase Gerak, Laju Alir, Dan Penambahan Asam Dalam Analisis Indole Acetic Acid (Iaa) (Characterization Of Peak Chromatogram In KCKT Influenced By Differences Of Mobile Phase, Flow Rate, Dan Addition Of Acid In Analysis Of Indole Acetic Acid (Iaa)).
- Santoso, Lestari, dan Rahmi. (2025) 'Respon Eksplan Daun Tanaman Anggrek (*Dendrobium imelda marina* masagung (L.) Neo Cheng Soon) Terhadap Kombinasi NAA dan BAP'.
- Sari, Y.P. *et al.* (2018) 'Effect of sucrose and plant growth regulators on callogenesis and preliminary secondary metabolic of different explant *Myrmecodia*

- tuberosa', *Nusantara Bioscience*, 10(3), pp. 183–192.
- Setiawati, R.A. (2020) 'Growth Of Fungus Isolate Post-Seed Causes Of Ambon Banana', 5.
- Setyorini, T. (2021) 'Respon Pertumbuhan Eksplan Stek Mikro Kentang Pada Media Ms Dengan Penambahan Naa Dan Bap'.
- Sharma, A., Shahzad, B., Rehman, A., Bhardwaj, R., Landi, M., & Zheng, B. (2022). Response of phenylpropanoid pathway and the role of polyphenols in plants under abiotic stress. *Molecules*, 26(13), 4041.
- Sharma, S.N. *et al.* (2015) 'Jasmonate-induced biosynthesis of andrographolide in *Andrographis paniculata*', *Physiologia Plantarum*, 153(2), pp. 221–229.
- Shen, H *et al.* (2023) 'Endophytic fungus *Colletotrichum* sp. AP12 promotes growth physiology and andrographolide biosynthesis in *Andrographis paniculata*', *Frontiers in Plant Science*, 14, p. 1174.
- Suarantika, F. and Akbar, N.H. (2022) 'Validation of Analytical Methods of Several Secondary Metabolic Compounds in *Andrographis paniculata*, *Zingiber officinale* var. *rubrum*, and *Nigella sativa* as COVID-19 Therapy: A Review', *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 8(1), pp. 69–79.
- Sugiyono (2019) *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulichantini, E.D. (2015) 'Produksi Metabolit Sekunder Melalui Kultur Jaringan', in *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences. Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, pp. 205–212.
- Susanti, M. dan Dachriyanus, D. (2017) *Kromatografi Cair Kinerja Tinggi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Danalas.
- Sri Fatmawati (2019) *Bioaktivitas dan konstituen kimia tanaman obat Indonesia*. Cetakan pertama. Ngaglik, Sleman, Yogyakarta: Deepublish.
- Syukri, Y. *et al.* (2015) 'Validasi Penetapan Kadar Isolat Andrografolid dari Tanaman Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) Menggunakan KCKT', *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, 2(1), p. 8. Available at:
- Tamba, R., Martino, D., dan Sarman (2020) 'Pengaruh Pemberian Auksin (NAA) Terhadap Pertumbuhan Tunas Tajuk Dan Tunas Cabang Akar Bibit Karet (*Hevea brasillensis* Muell. Arg) Okulasi Mata Tidur', *Jurnal Agroecotania : Publikasi Nasional Ilmu Budidaya Pertanian*, 2(2), pp. 11–20.
- Tumdanuk, R., Massi, M.N. dan Agus, R. (2023) 'Analisis Residu Amoksisilin Pada Hepar dan Ventrikulus Ayam Petelur di Pasar Tradisional Makassar'.

- Ulhassan, Z., Ahmad, S, and Mehmood, A. (2022) ‘Light and jasmonate signaling interaction improves bioactive compound production in cultured plant cells: A sustainable food approach’, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, p. Article 1017398.
- Ulva, M. *et al.* (2019) ‘Pertumbuhan Kalus Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Permata F1 dari Jenis Eksplan dan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda secara In Vitro’.
- Walangadi, F.R. *et al.* (2025) ‘Effect of BAP and NAA on Callus Emergence Time of Dumbaya Young Leaf Explants in Vitro’, *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), pp. 1903–1911.
- Warditiani, N. K, Widjaja, dan Gitarni, N.M (2015) ‘Penetapan Kadar Danrografolid dalam Isolat dari Sambiloto dengan KLT-Spektrofotodensitometr’, *Jurusan Farmasi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana*.
- Wendri, N., Rupiasih, N.N. dan Sumadiyasa, M. (2017) ‘Biosintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Ekstrak Daun Sambiloto: Optimasi Proses Dan Karakterisasi’, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 18(4), p. 162
- Wijaya, R., Restiani, R. and Aditiyarini, D. (2020) ‘Pengaruh Kitosan terhadap Produksi Saponin Kultur Kalus Daun Ginseng Jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.)’.
- Zhao, J., Davis, L. C., & Verpoorte, R. (2019). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnology Advances*, 37(6).
- Ziraluo. 2021. Metode Perbanyakan Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas* Poiret) Dengan Teknik Kultur Jaringan Atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian* Vol.2 No.3.