

**KANDUNGAN METABOLIT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN
PADA TUNAS DAN PLANLET NANAS MADU
(*Ananas comosus* (L.) Merr.)**

SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains



Oleh:

Siti Sofiah

NIM 2102658

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

**KANDUNGAN METABOLIT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA
TUNAS DAN PLANLET NANAS MADU (*Ananas comosus* (L.) Merr.)**

Oleh

Siti Sofiah

Skripsi disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi
Biologi Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Siti Sofiah

Universitas Pendidikan Indonesia

2025

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotocopy, atau dengan cara lainnya tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
KANDUNGAN METABOLIT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA
TUNAS DAN NANAS MADU (*Ananas comosus* (L.) Merr.)

SITI SOFIAH

NIM 2102658

Disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I,



Dr. R. Kusdianti, M.Si.

NIP. 196402261989032004

Pembimbing II,



Dr. Hj. Any Fitriani, M.Si.

NIP. 196502021991032001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi



Dr. Wahyu Surakusumah, M.T.

NIP. 197212301999031001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kandungan Metabolit dan Aktivitas Antioksidan pada Tunas dan Planlet Nanas Madu (*Ananas comosus* (L.) Merr.)” ini merupakan benar-benar karya tulis saya sendiri. Saya tidak melakukan plagiarisme atau pengutipan dengan cara-cara tidak sesuai dengan etika ilmu yang telah berlaku di lingkup keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan terdapat pelanggaran etika keilmuan dan/atau ada klaim yang berasal dari pihak lain terhadap keaslian karya tulis ilmiah saya ini.

Bandung, Agustus 2025

Pembuat Pernyataan,

Siti Sofiah

NIM 2102658

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Kandungan Metabolit dan Aktivitas Antioksidan pada Tunas dan Planlet Nanas Madu (*Ananas comosus* (L.) Merr.)” pada waktu yang dikehendaki-Nya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi dan untuk memperoleh gelar sarjana (S1) pada program studi Biologi di Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa banyak hal yang perlu diperbaiki dalam skripsi ini, sehingga penulis sangat terbuka terhadap segala kritik, masukan, dan saran yang membangun untuk skripsi yang lebih baik. Semoga skripsi terkait kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada tunas dan planlet nanas madu (*Ananas comosus* (L.) Merr) ini dapat memberikan informasi, manfaat, bahkan solusi alternatif terkait permasalahan yang dihadapi para pembaca dari berbagai kalangan.

Bandung, Agustus 2025

Siti Sofiah
NIM 2102659

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberi kesehatan, kesabaran, kekuatan, dan keikhlasan dalam menuntut ilmu dan menyelesaikan penulisan skripsi hingga selesai. Skripsi ini dapat selesai dengan baik tidak terlepas dari seluruh bantuan, bimbingan, dan dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak. Dengan penuh hormat dan ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. R. Kusdianti, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi penulis selama proses penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat waktu.
2. Ibu Dr. Hj. Any Fitriani, M.Si., selaku Dosen Pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa membimbing, mengarahkan, mengingatkan, dan memberi masukan kepada penulis selama proses penyelesaian skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Mama, Bapak, dan Keluarga penulis yang selalu memberikan cinta, doa, dan seluruh dukungan tiada henti kepada penulis sehingga setiap langkah penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini adalah bentuk kekuatan dan semangat yang telah diberikan.
4. Bapak Dr. Wahyu Surakusumah, M.T., selaku Ketua Program Studi Biologi atas dukungan administratif selama proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Biologi FPMIPA UPI atas ketulusan memberikan segala ilmu dan pengalaman kepada penulis selama perkuliahan.
6. Bapak Kiki, S.P., selaku Koordinator Laboratorium Kultur Jaringan UPTD Balai Benih Hortikultura Provinsi Jawa Barat yang telah memberikan bantuan dan akses kepada penulis sehingga dapat menggunakan bahan penelitian kultur nanas madu dari laboratoriumnya.
7. Bapak Rahadian Deden Juansah, S.Pd., Bapak Aditya Eko Putra, S.Pd., dan seluruh staf akademik serta tenaga kerja Program Studi Biologi yang telah

membantu memberi fasilitas yang menunjang kebutuhan penulis selama penyusunan skripsi dan perkuliahan.

8. Seluruh staf Laboratorium Forensik Bareskrim Polri & Laboratorium Pusat Pelayanan *Basic Science* (PPBS) Universitas Padjadjaran atas keramahan, keahlian, dan profesionalisme selama proses analisis sampel skripsi penulis sehingga skripsi penulis dapat diselesaikan.
9. Yualinda, Salma Setia, dan Emilia selaku teman baik penulis selama perkuliahan yang selalu bersedia membantu, memotivasi, dan mendukung sehingga penulis memiliki tempat bangkit dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Sonia, Fradela, Bayu, Eva Lesty, Naya, Jasmine, Riyani dan seluruh teman baik penulis yang selalu membantu dan mendukung penulis tanpa henti selama menyelesaikan skripsi ini.
11. Muhammad Fairuz Ramadhan selaku teman baik penulis yang sudah tenang dan bahagia di sisi Allah atas segala kebaikan, kesediaan mendengar, menginspirasi, dan selalu memberi energi positif sehingga selalu menjadi pengingat bagi penulis untuk senantiasa melangkah menyelesaikan semua yang telah dimulai dan seluruhnya akan selalu penulis kenang.
12. Seluruh mahasiswa/i Biologi C 2021 yang telah bersama-sama berjuang menyelesaikan skripsi dan perkuliahan hingga lulus.
13. Universitas Padjadjaran dan Institut Teknologi Bandung yang telah memberikan fasilitas dan akses buku, internet, serta berbagai tempat belajar yang nyaman bagi penulis selama penyusunan skripsi.
14. Pihak-pihak lain yang terlibat selama proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah *Subhanahu Wa Ta'ala* selalu memberikan kebaikan, kemudahan, kebahagiaan, dan keberuntungan sebagai balasan atas seluruh kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

KANDUNGAN METABOLIT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA TUNAS DAN PLANLET NANAS MADU (*Ananas comosus* (L.) Merr.)

ABSTRAK

Nanas madu (*Ananas comosus* (L.) Merr.) dikenal kaya akan antioksidan dan memiliki berbagai metabolit serta umum digunakan sebagai obat tradisional. Teknik kultur jaringan digunakan sebagai alternatif budidaya, pemenuhan kebutuhan metabolit, dan langkah mitigasi lingkungan. Informasi ilmiah kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada tanaman nanas madu selama tahap pertumbuhan dan perkembangan secara *in vitro* khususnya fase tunas dan planlet belum diketahui. Penelitian bertujuan mendapatkan informasi terkait kandungan metabolit dan aktivitas antioksidan pada tunas dan planlet nanas madu. Tunas dan planlet dengan media dasar Murashige & Skoog diambil dari Laboratorium Kultur Jaringan UPTD Balai Benih Hortikultura Provinsi Jawa Barat, dikeringkan, dan diekstrak dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol p.a 70%. Uji metabolit menggunakan GC-MS dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Hasil menunjukkan bahwa pada planlet fase akhir (PAk) mengandung paling banyak metabolit (6) dibandingkan planlet fase awal (PAw) (4) dan tunas (4). Aktivitas antioksidan paling baik terdapat pada planlet fase akhir (PAk) meski termasuk kategori aktivitas antioksidan tidak aktif. Setiap tahap perkembangan memiliki kandungan metabolit yang berbeda-beda dan aktivitas antioksidan semakin baik seiring berkembangnya tanaman nanas madu secara *in vitro*.

Kata Kunci: *Ananas*, antioksidan, *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS), *in vitro*, metabolit.

**METABOLITE CONTENT AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN SHOOTS
AND PLANTLETS OF HONEY PINEAPPLE**

(*Ananas comosus* (L.) Merr.)

ABSTRACT

*Honey pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) is known to be rich in antioxidants and has various metabolites and is commonly used as a traditional medicine. Tissue culture techniques are used as an alternative cultivation, to meet metabolite needs, and as an environmental mitigation measure. Scientific information on metabolite content and antioxidant activity in honey pineapple plants during the growth and development stages in vitro, especially the shoot and plantlet phases, has not been found. This study aims to obtain information related to metabolite content and antioxidant activity in honey pineapple shoots and plantlets. Shoots and plantlets with Murashige & Skoog base media were taken from the Tissue Culture Laboratory of the UPTD Horticultural Seed Center of West Java Province, dried, and extracted by maceration using 70% p.a. ethanol solvent. Metabolite tests used GC-MS and antioxidant activity using the DPPH method. The results showed that the late-phase plantlets (PAk) contained the most metabolites (6) compared to the early-phase plantlets (PAw) (4) and shoots (4). The best antioxidant activity was found in the late-phase plantlets (PAk) even though they were included in the inactive antioxidant activity category. Each developmental stage has different metabolite content and antioxidant activity improves as the honey pineapple plants develop in vitro.*

Keywords: *Ananas*, antioxidant, Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS), in vitro, metabolite.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Pertanyaan Penelitian	5
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Struktur Organisasi Skripsi	6
BAB II ANALISIS METABOLIT DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN	
NANAS MADU <i>IN VITRO</i>.....	8
2.1 Deskripsi Nanas Madu	8
2.2 Metabolit	11
2.3 Aktivitas Antioksidan	13
2.4 Kultur Jaringan.....	15
2.5 Ekstraksi.....	16
2.6 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometry</i> (GC-MS)	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Jenis Penelitian.....	19
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	20
3.3.1 Bahan Penelitian.....	20
3.3.2 Pengambilan Bahan Penelitian.....	20

3.3.3 Pengukuran Faktor Abiotik	21
3.3.4 Persiapan Alat dan Bahan Penelitian	21
3.3.5 Pengeringan	21
3.3.6 Ekstraksi	22
3.3.7 Analisis GC-MS	23
3.3.8 Analisis Data Metabolit	24
3.3.9 Uji Aktivitas Antioksidan	24
3.3.9.1 Pembuatan Larutan DPPH	25
3.3.9.2 Pembuatan Larutan Kontrol	26
3.3.9.3 Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Tunas dan Planlet Nanas Madu	26
3.3.9.4 Pengujian Sampel	27
3.3.9.5 Analisis Data Uji Aktivitas Antioksidan	27
3.4 Alur Penelitian	28
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Kandungan Metabolit	31
4.1.1 Kandungan Metabolit Tunas Nanas Madu	31
4.1.2 Kandungan Metabolit Planlet Fase Awal (PAw) Nanas Madu	34
4.1.3 Kandungan Metabolit Planlet Fase Akhir (PAk) Nanas Madu	38
4.2 Perbandingan Kandungan Metabolit Tanaman Nanas Madu <i>In Vitro</i>	46
4.3 Aktivitas Antioksidan Tunas dan Planlet Nanas Madu	51
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	54
5.1 Simpulan	54
5.2 Implikasi	54
5.3 Rekomendasi	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Nanas madu (<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.)	10
2.2 Jalur Biosintesis Metabolit Sekunder Tanaman.....	13
3.1 Laboratorium Kultur Jaringan UPTD Balai Benih Hortikultura Jawa Barat..	19
4.1 Bahan Penelitian Tanaman Nanas Madu	30
4.2 Golongan Metabolit PAw Nanas Madu <i>In Vitro</i>	37
4.3 Golongan Metabolit PAk Nanas Madu <i>In Vitro</i>	39
4.5 Kandungan Metabolit Tunas dan Planlet Nanas Madu <i>In Vitro</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Tunas dan Nanas Madu	27
3.2 Deret Seri Ekstrak Tunas dan Planlet Nanas Madu	28
4.1 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak Tunas Nanas Madu <i>In Vitro</i>	32
4.2 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak PAw Nanas Madu <i>In Vitro</i>	35
4.3 Hasil Analisis GC-MS Ekstrak PAk Nanas Madu <i>In Vitro</i>	39
4.4 <i>Heatmap</i> Kandungan Metabolit Tunas dan Planlet Nanas Madu	48
4.5 Nilai IC ₅₀ Tanaman Nanas Madu <i>In Vitro</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian.....	71
2. Data Faktor Abiotik.....	73
3. Hasil Analisis GC-MS	74
4. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan.....	78

DAFTAR PUSTAKA

- Aaqil, M., Kamil, M., Kamal, A., Nawaz, T., Peng, C., Alaraidh, I. A., Al-Amri, S. S., Okla, M. K., Hou, Y., Fahad, S., & Gong, J. (2024). Metabolomics reveals a differential attitude in phytochemical profile of black tea (*Camellia sinensis* var. *assamica*) during processing. *Food Chemistry*, 10(24), 101899.
- Abdullah, M., Fitriana, F., & Maryam, S. (2020). Uji aktivitas antioksidan isolat fungi endofit daun galing-galing (*Cayratia trifolia* L.) dengan metode 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 12(2), 117-222.
- Agoes, A. (2010). *Tanaman Obat Indonesia*. Salemba Medika, 79-80.
- Ahmed, M., Abo, E. R., Suliman, M., & Abd, E. T. (2021). Effect of Micropropagation Conditions on Adventitious Buds Formation and Ther Circadian Expression of The ACO013229.1 Gene in *Ananas comosus*. *Egyptian Journal of Desert Research*, 71(2), 191-208.
- Althobaiti, F., Darwish, H., Alruqayb, R., Alotaibi, S. S., Alharthi, F. E., Jafri, I., Altalhi, A., Alsharif, G., Althagafi, H. A. E., Noureldeen, H., Alharthi, S., Albaqami, J., Kashgry, N. A. T. A., & Noureldeen, A. (2025). Analyzing the Cytotoxic and Genetic Impact of *Datura stramonium* Extract on MCF7 and HT29 Cancer Cells: A Metabolite and Gene Expression Study. *Phyton (0031-9457)*, 94(1), 181-198.
- An, Q., Li, C., Chen, Y., Deng, Y., Yang, T., & Luo, Y. (2020). Repurposed drug candidates for antituberculosis therapy. *European journal of medicinal chemistry*, 192, 112175.
- Ansori, M. L. (2021). Pengaruh Jenis Media Tanam Terhadap Aklimatisasi Planlet Anggrek Bulan (*Phalaenopsis* sp.) Hibrida. *Disertasi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau*.
- António, C. (2018). *Plant Metabolomics*. Springer New York, Vol. 1778, 3-4.
- Antony, E., Sathiavelu, M., & Arunachalam, S. (2017). Synthesis of silver nanoparticles from the medicinal plant *Bauhinia acuminata* and *Biophytum sensitivum*—a comparative study of its biological activities with plant extract. *Int J Appl Pharm*, 9(1), 1-8.
- Aparna, V., Dileep, K. V., Mandal, P. K., Karthe, P., Sadasivan, C., & Haridas, M. (2012). Anti-inflammatory property of n-hexadecanoic acid: structural evidence and kinetic assessment. *Chemical biology & drug design*, 80(3), 434-439.
- Atawia, A. R., Abd, E. F. M., El-Gioushy, S. F., Sherif, S. S., & Kotb, O. M. (2016). Studies on micropropagation of pineapple (*Ananas comosus* L.). *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(2), 224-232.
- Atun, S. (2014). Metode isolasi dan identifikasi struktural senyawa organik bahan alam. *Jurnal Konservasi Cagar Budaya*, 8(2), 53-61.
- Aqil, F., Ahmad, I., & Mehmood, Z. (2006). Antioxidant and free radical scavenging properties of twelve traditionally used Indian medicinal plants. *Turkish journal of Biology*, 30(3), 177-183.

- Azuan, M. F., Mohd, A. S., & Rafeah, L. (2022). Natural Fabric with Pineapple Fibers used as a Batik Medium. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 7(8), 117-121.
- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Medicinal & Aromatic Plants*, 4(3), 1000196.
- Badawy, S., Liu, Y., Guo, M., Liu, Z., Xie, C., Marawan, M. A., Ares, I., Lopez, T. B., Martínez, M., Maximiliano, J., Martínez, L. M., Wang, X., Anadon, A., & Martínez, M. A. (2023). Conjugated linoleic acid (CLA) as a functional food: Is it beneficial or not?. *Food Research International*, 172, 113158.
- Baishya, T., Das, P., Ashraf, G. J., Dua, T. K., Paul, P., Nandi, G., Jajo, H., Dutta, A., Kumar, A., Bhattacharya, M., & Sahu, R. (2024). Antioxidant activity, cytotoxicity assay, and evaluation of bioactive compounds using GC-MS and HPTLC-based bioassay in the extracts of *Osbeckia stellata* var. *crinita* (Benth. ex Naudin) grown in Manipur, India. *Kuwait Journal of Science*, 51(3), 100229.
- Balamurugan, R., Duraipandiyan, V., & Ignacimuthu, S. (2011). Antidiabetic activity of γ -sitosterol isolated from *Lippia nodiflora* L. in streptozotocin induced diabetic rats. *European journal of pharmacology*, 667(1-3), 410-418.
- Balić, A., Vlašić, D., Žužul, K., Marinović, B., & Bukvić Mokos, Z. (2020). Omega-3 versus omega-6 polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of inflammatory skin diseases. *International journal of molecular sciences*, 21(3), 741.
- Belkheir, A. K., Gaid, M., Liu, B., Hänsch, R., & Beerhues, L. (2016). Benzophenone synthase and chalcone synthase accumulate in the mesophyll of *Hypericum perforatum* leaves at different developmental stages. *Frontiers in Plant Science*, 7, 921.
- Bobe, G., Zhang, Z., Kopp, R., Garzotto, M., Shannon, J., & Takata, Y. (2020). Phytol and its metabolites phytanic and pristanic acids for risk of cancer: current evidence and future directions. *European Journal of Cancer Prevention*, 29(2), 191-200.
- BPS. (2021). Produksi Tanaman Buah-buahan 2020. Jakarta: Badan Pusat Statistik Indonesia.
- Byun, H. J., Cho, K. H., Eun, H. C., Lee, M. J., Lee, Y., Lee, S., & Chung, J. H. (2012). Lipid ingredients in moisturizers can modulate skin responses to UV in barrier-disrupted human skin in vivo. *Journal of Dermatological Science*, 65(2), 110-117.
- Cardillo, A. B., Perassolo, M., Giuliatti, A. M., & Rodriguez, T. J. (2021). Cyclodextrins: a tool in plant cell and organ culture bioprocesses for the production of secondary metabolites. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 146, 1-19.
- Carvalho, A. M., Heimfarth, L., Pereira, E. W. M., Oliveira, F. S., Menezes, I. R., Coutinho, H. D., Picot, A., Antoniolli, A. R., Quintans, J. S. S., & Quintans-Júnior, L. J. (2020). Phytol, a chlorophyll component, produces antihyperalgesic, anti-inflammatory, and antiarthritic effects: Possible NF κ B pathway involvement and reduced levels of the proinflammatory cytokines TNF- α and IL-6. *Journal of Natural Products*, 83(4), 1107-1117.

- Casdimin, S., Sjaf, S., & Kolopaking, L. M. (2020). Strategi Pengembangan Pertanian Hortikultura Buah Nanas Berbasis Pemberdayaan Pemuda Desa. *Sodality: Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 8(3), 110-30.
- Chemicals and Occupational Diseases. (2025). Linoleic Acid. Dipetik Maret 2025 dari: [https://hazmap.com/Agents/5844?referer=Search&referer_data\[s\]=linoleic+acid&return_url=%2fSearch%3fdofilter%3d1%26f%255Btab%255D%3dtab1%26f%255Bs%255D%3dlinoleic%26acid](https://hazmap.com/Agents/5844?referer=Search&referer_data[s]=linoleic+acid&return_url=%2fSearch%3fdofilter%3d1%26f%255Btab%255D%3dtab1%26f%255Bs%255D%3dlinoleic%26acid).
- Choudhary, D., Shekhawat, J. K., & Kataria, V. (2019). GC-MS analysis of bioactive phytochemicals in methanol extract of aerial part and callus of *Dipterygium glaucum* decne. *Pharmacognosy Journal*, 11(5), 1055-1063.
- Choi, W. H. (2016). Evaluation of anti-tubercular activity of linolenic acid and conjugated-linoleic acid as effective inhibitors against *Mycobacterium tuberculosis*. *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 9(2), 125-129.
- Chouhan, G., Neelam, S., & Suman, P. (2023). *In vitro Production of Plants Secondary Metabolites: A Review*. Rudra Publishers & Distributors New Delhi, 154-162.
- Cosmetic Ingredient Review. (2019). Safety Assesment of Fatty Acid & Fatty Acid Salts as Used in Cosmetics.
- Cronquist, A. (1981). *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press, 1262.
- Dabesor, A. P., Asowata-Ayodele, A. M., & Umoiette, P. (2017). Phytochemical compositions and antimicrobial activities of *Ananas comosus* peel (M.) and *Cocos nucifera* kernel (L.) on selected food borne pathogens. *American Journal of Plant Biology*, 2(2), 73-76.
- Dhaniaputri, R., Suwono, H., Amin, M., & Lukiati, B. (2022). Introduction to plant metabolism, secondary metabolites biosynthetic pathway, and *in-silico* molecular docking for determination of plant medicinal compounds: an overview. In 7th International Conference on Biological Science (ICBS 2021), *Atlantis Press*, 373-382.
- Dakah, A., Suleiman, M., & Zaid, S. (2014). Effect of some environmental stress in tissue culture media on in vitro propagation and antioxidant activity of medicinal plant *Ziziphora canescens* Benth. *Adv Nat Appl Sci*, 8, 224-32.
- Damogalad, V., Hosea, J. E., & Hamidah, S. S. (2013). Formulasi krim tabir surya ekstrak kulit nanas (*Ananas comosus* L. Merr.) dan uji *in vitro* nilai *sun protecting factor* (SPF). *Pharmacon*, 2(2), 39-44.
- Dewi, Y. S. K., & Simamora, C. J. K. (2023). Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Cv. queen peel herbal tea with a variety of drying temperatures: bioactive compounds, antioxidant activity and antimicrobial activity. *Food Research*, 7(4), 344-351.
- Du, Y., Fu, X., Chu, Y., Wu, P., Liu, Y., Ma, L., Tian, H., & Zhu, B. (2022). Biosynthesis and the roles of plant sterols in development and stress responses. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(4), 2332.
- Durrett, T. P., & Welte, R. (2021). The tail of chlorophyll: Fates for phytol. *Journal of Biological Chemistry*, 296.

- Erlita, Y. (2017). Pengolahan Limbah Kulit Nanas Sebagai Pakan Alternatif Pada Ternak Ruminansia. *Portal Resmi Provinsi Sumatera Barat*.
- Erukainure, O. L., John, A. A., Rachael, O. A., Oluwatoyin, Y. O., & Sunday, O. A. (2011). Protective effect of pineapple (*Ananas comosus*) peel extract on alcohol-induced oxidative stress in brain tissues of male albino rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 1(1), 5-9.
- Evalinda, E. R., & Leviza, J. (2024). Urgensi Pelindungan Hukum Terhadap Nanas Madu Siak Sebagai Potensi Produk Indikasi Geografis di Kabupaten Siak. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(2), 1062281.
- FAO. (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dipetik Oktober 2024, dari FAOSTAT: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Farhangi-Abriz, S., & Ghassemi-Golezani, K. (2019). Jasmonates: Mechanisms and functions in abiotic stress tolerance of plants. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 20, 101210.
- Farooqi, S. S., Naveed, S., Qamar, F., Sana, A., Farooqi, S. H., Sabir, N., Mansoor, A., & Sadia, H. (2024). Phytochemical analysis, GC-MS characterization and antioxidant activity of *Hordeum vulgare* seed extracts. *Heliyon*, 10(6), e27297.
- Fauzi, N. I., Herawati, I. E., & Hadisoebroto, G. (2023). Kadar Fenolik Total, Kadar Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) Varietas Pemalang. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 492-500.
- Fernie, A. R., Trethewey, R. N., Krotzky, A. J., & Willmitzer, L. (2004). Metabolite profiling: from diagnostics to systems biology. *Nature reviews molecular cell biology*, 5(9), 763-769.
- Fejér J, Gruľová D, Feo VD, Ůrgeová E, Obert B & Preťová A. (2018). *Mentha*×*piperita* L. Nodal Segments Cultures and Their Essential Oil Production. *Industrial Crops & Prod*, 112, 550–555.
- Fich, E. A., Segerson, N. A., & Rose, J. K. (2016). The plant polyester cutin: biosynthesis, structure, and biological roles. *Annual review of plant biology*, 67(1), 207-233.
- Fiehn, O. (2016). Metabolomics by gas chromatography–mass spectrometry: Combined targeted and untargeted profiling. *Current protocols in molecular biology*, 114(1), 30-4.
- Fikania, D. (2017). Pengaruh Perbandingan Buah Nanas Madu dengan Sukrosa dan Suhu Inkubasi terhadap Karakteristik Starter Alami Nanas Madu (*Ananas comosus* L). *Doctoral dissertation*, Fakultas Teknik.
- Fitriani, R., Rosyidah, K., & Rohman, T. (2020). Uji Aktivitas antioksidan dan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) fraksi etil asetat daun purun tikus (*Eleocharis dulcis*). *Chimica et Natura Acta*, 8(3), 104-108.
- Gaullier, J. M., Halse, J., Høivik, H. O., Høye, K., Syvertsen, C., Nurminiemi, M., Hassfeld, C., Einerhand, A., O'Shea, M., & Gudmundsen, O. (2007). Six months supplementation with conjugated linoleic acid induces regional-specific fat mass decreases in overweight and obese. *British Journal of Nutrition*, 97(3), 550-560.

- Gopalakrishnan, K., & Udayakumar, R. (2014). GC-MS analysis of phytochemicals of leaf and stem of *Marsilea quadrifolia* (L.). *Int J Biochem Res Rev*, 4(6), 517-526.
- Growther, L., Sukirtha, K., Savitha, N., & Niren, A. S. (2012). Antibacterial activity of *Punica granatum* peel extracts against Shiga toxin producing E. coli. *International Journal of Life Sciences Biotechnology and Pharma Research*, 1, 164-72.
- Gugliandolo, A., Bramanti, P., & Mazzon, E. (2017). Role of vitamin E in the treatment of Alzheimer's disease: Evidence from animal models. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(12), 2504.
- Guo, Z., Zhou, L., Li, H., Huang, Y., Xu, C., & Niu, L. (2025). Phytochemical analysis and safety evaluation of the extracts from *Tetrastigma hemsleyanum* Diels et Gilg leaves. *Journal of Food Composition and Analysis*, 142, 107536.
- Haerussana, A. N. E. M., & Chairunnisa, H. F. (2022). Essential oil constituents and pharmacognostic evaluation of java citronella (*Cymbopogon winterianus*) stem from Bandung, West Java, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(A), 1338-1346.
- Halim, H. R., Junaedi, A., Ritonga, A. W., Natawijaya, A., Widodo, W. D., Poerwanto, R. Sobir. Matra, D. D. (2018). Analisis metabolomik aril dan kulit buah pada empat varietas rambutan dengan Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). *Conference: Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia (MBI)*, 58-59.
- Halim, N. A., Ramasamy, S., Tan, B. C., Khalid, N., & Yaacob, J. S. (2018). In vitro shoot regeneration and analysis of biochemical, antioxidant and anticancer properties of *Ananas comosus* var. MD2. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 14(2), 263-268.
- Hapsari, B. W., Martin, A. F., & Ermayanti, T. M. (2016). Pertumbuhan kultur *in vitro* dan uji aktivitas antioksidan pada tanaman taka (*Tacca leontopetaloides* L. Kuntze) hasil radiasi sinar gamma. *Proceeding of Pertemuan dan presentasi Ilmiah-Penelitian dasar ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir*. Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Alam (LIPI).
- Hapsoro, D. & Yusnita. (2018). *Kultur Jaringan Teori dan Praktik*. Penerbit Andi, Yogyakarta, .
- Harborne, J.B. (1987). *Metode fitokimia, penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Terjemahan K. Padmawinata dan Iwang Soediro. ITB. Bandung.
- Hartati, R., Suarantika, F., & Fidrianny, I. (2020). Overview of phytochemical compounds and pharmacological activities of *Ananas comosus* L., Merr. *Int. J. Res. Pharm. Sci*, 11(3), 4760-4766.
- He, M., & Ding, N. Z. (2020). Plant unsaturated fatty acids: multiple roles in stress response. *Frontiers in plant science*, 11, 562785.
- Herawati, E., Ramadhan, R., Ariyani, F., MARJENAH, M., Kusuma, I. W., Suwinarti, W., Mardji, D., Amirta, R., & Arung, E. T. (2021). Phytochemical screening and antioxidant activity of wild mushrooms growing in tropical regions. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(11).

- Hincha, D. K. (2008). Effects of α -tocopherol (vitamin E) on the stability and lipid dynamics of model membranes mimicking the lipid composition of plant chloroplast membranes. *FEBS letters*, 582(25-26), 3687-3692.
- Hoballah, M. E., Stuurman, J., Turlings, T. C., Guerin, P. M., Connetable, S., & Kuhlemeier, C. (2005). The composition and timing of flower odour emission by wild *Petunia axillaris* coincide with the antennal perception and nocturnal activity of the pollinator *Manduca sexta*. *Planta*, 222, 141-150.
- Hossain, M. A., Alsabari, K. M., Weli, A. M., & Al-Riyami, Q. (2013). Gas chromatography–mass spectrometry analysis and total phenolic contents of various crude extracts from the fruits of *Datura metel* L. *Journal of taibah university for science*, 7(4), 209-215.
- Hurria, H., Yuhara, N. A., Tahar, N., Gultom, O. R., Duppa, M. T., Amir, N. I., Andrifanie, F., Athaillah, A., Utami, Y. P., Ahmad, F. F., Khairuddin, K., Adjeng, A. N. T., Subehan, S., & Supardan, A. D. (2023). *Fitokimia*. Penerbit Eureka Media Aksara.
- Husniah, I., & Gunata, A. F. (2020). Ekstrak kulit nanas sebagai antibakteri. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 2(1), 85-90.
- Ibrahim, M. A. (2013). Effect of NaCl stress on pineapple plant (*Ananas comosus* Merr.(L.) cv. *Del Monte*) in vitro. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 9, 206-210.
- Iiyama, C. M., Sartoratto, A., & Cardoso, J. C. (2024). Tissue-specific and novel secondary metabolites identified by SPME/GC-MS in *Artemisia annua* calli cultured under different wave length. *Industrial Crops and Products*, 208, 117767.
- Irchhaiya, R., Kumar, A., Yadav, A., Gupta, N., Kumar, S., Gupta, N., Kumar, S., Yadav, V., Prakash, A., & Gurjar, H. (2015). Metabolites in plants and its classification. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 4(1), 287-305.
- Istiqomah, N., Ramadhani, A. H., Ningrum, R. S., & Purwati, E. (2021). Ethanol extract analysis of steam pineapple (*Ananas comosus* L.) and its application as antibacterial agent: In vitro and silico studies. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 886(1), 012019. IOP Publishing.
- Jabbar, A. A., Abdullah, F. O., Abdulrahman, K. K., Galali, Y., & Sardar, A. S. (2022). GC-MS Analysis of Bioactive Compounds in Methanolic Extracts of *Papaver decaisnei* and Determination of Its Antioxidants and Anticancer Activities. *Journal of Food Quality*, 2022(1), 1405157.
- Jiang, R., Ouyang, J., Chen, H., Zhang, X., Xu, H., Wang, K., Peng, Y., Chen, J., Liu, Z., & Huang, J. (2025). Characterization of key aroma in Huangjincha black tea processed from four different cultivars. *Food Chemistry*, 10(27), 102426.
- Kaminaga, Y., Schnepf, J., Peel, G., Kish, C. M., Ben-Nissan, G., Weiss, D., Orlova, I., Lavie, O., Rhodes, D., Wood, K., Porterfield, D. M., Cooper, A. J. L., Schloss, J. V., Pichersky, E., Vainstein, A., & Dudareva, N. (2006). Plant phenylacetaldehyde synthase is a bifunctional homotetrameric enzyme that catalyzes phenylalanine decarboxylation and oxidation. *Journal of Biological Chemistry*, 281(33), 23357-23366.

- Kapitan, O. B., Kusumawardhani, D. T., & Nitti, F. (2023). Kandungan Senyawa Kimia Aktif Ekstrak Etanol dan Etil Asetat Daun Tembelekan (*Lantana camara*) Asal Pulau Timor. *In Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, 6(1), 237-245.
- Karamać, M., Gai, F., Longato, E., Meineri, G., Janiak, M. A., Amarowicz, R., & Peiretti, P. G. (2019). Antioxidant activity and phenolic composition of amaranth (*Amaranthus caudatus*) during plant growth. *Antioxidants*, 8(6), 173.
- Karim, K., Jura, M. R., & Sabang, S. M. (2015). Uji aktivitas antioksidan ekstrak daun patikan kebo (*Euphorbia hirta* L.). *Jurnal Akademika Kimia*, 4(2), 56-63.
- Kedare, S. B., & Singh, R. P. (2011). Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. *Journal of Food Science and Technology*, 48(4), 412-422.
- Khoiroh, N., Sari, F. N., Gunawan, A., Hidayati, A. M., & Umroka, S. (2022). The Potential of Pineapple Crown (*Ananas comosus*) as Removal of Kidney Stone. *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 6(1), 229-235.
- Kikowska, M., Thiem, B., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). Accumulation of valuable secondary metabolites: phenolic acids and flavonoids in different in vitro systems of shoot cultures of the endangered plant species *Eryngium alpinum* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 141, 381-391.
- Kim, C. W., Lee, H. J., Jung, J. H., Kim, Y. H., Jung, D. B., Sohn, E. J., Lee, J. H., Woo, H. J., Baek, N. I., Kim, Y. C., & Kim, S. H. (2015). Activation of caspase-9/3 and inhibition of epithelial mesenchymal transition are critically involved in antitumor effect of phytol in hepatocellular carcinoma cells. *Phytotherapy research*, 29(7), 1026-1031.
- Koiwai, A., Suzuki, F., Matsuzaki, T., & Kawashima, N. (1982). Changes in glycerolipids and their fatty acid composition during maturation of tobacco seeds. *Phytochemistry*, 21(2), 305-308.
- Kiranmayee, M., & Riazunnisa, K. (2025). Bioactive phytochemical compounds characterization, anti-oxidant, and anti-microbial activity of the methanol and acetonitrile leaf extracts of *Pithecellobium dulce*. *Phytomedicine Plus*, 100760.
- Kristina, N. N., Kusumah, E. D., & Lailani, P. K. (2009). Analisis Fitokimia dan Penampilan Polapita Protein Tanaman Pegagan (*Centella asiatica*) Hasil Konservasi *in vitro*. *Bul. Littro*, 20(1), 11-20.
- Kumar, P. P., Kumaravel, S., & Lalitha, C. (2010). Screening of antioxidant activity, total phenolics and GC-MS study of Vitex negundo. *Afr J Biochem Res*, 4(7), 191-195.
- Kumar, P., Kumar, D., Pal, S., & Singh, S. (2025). Plant secondary metabolites in defense against phytopathogens: Mechanisms, biosynthesis, and applications. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 102639.
- Kushwaha, P., Yadav, S. S., Singh, V., & Dwivedi, L. (2019). Phytochemical screening and GC-MS studies of the methanolic extract of *Tridax procumbens*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(5), 2492-2496.
- Lee, R. X., Hassan, Z., Subramaniam, S., & Chew, B. L. (2021). Adventitious root cultures of *Clitoria ternatea* L. and its potential as a memory enhancer alternative. *Plant Biotechnology Reports*, 15, 163-176.

- Li, W., Qin, Y., Gong, J., Zhang, B., Zhang, W., Yao, D., Zheng, C., Ning, D., Zhuang, Y., Li, L., & Huang, R. (2024). Comparative analysis of physicochemical properties, flavor compounds, and metabolites among three major cultivated walnut (*Juglans sigillata* Dode) varieties in China Yunnan. *LWT*, 212, 117003.
- Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. *Plant physiology and biochemistry*, 148, 80-89.
- Liang, X., Qian, R., Wang, D., Liu, L., Sun, C., & Lin, X. (2022). Lipid-derived aldehydes: new key mediators of plant growth and stress responses. *Biology*, 11(11), 1590.
- Lichtenthaler, H. K. (1999). The 1-deoxy-D-xylulose-5-phosphate pathway of isoprenoid biosynthesis in plants. *Annual review of plant biology*, 50(1), 47-65.
- Lisec, J., Schauer, N., Kopka, J., Willmitzer, L., & Fernie, A. R. (2006). Gas chromatography mass spectrometry-based metabolite profiling in plants. *Nature protocols*, 1(1), 387-396.
- Litescu, S. C., Eremia, S. A., Diaconu, M., Tache, A., & Radu, G. L. (2011). Biosensors applications on assessment of reactive oxygen species and antioxidants. *Environmental Biosensors*, 95.
- Liu, K. (2022). Different Types of Antioxidants and Its Importance. *Oxidants and Antioxidants in Medical Science*, 11(1), 1.
- Lobo, M. G., & Paull, R. E. (2017). Handbook of Pineapple Technology: Production, Postharvest Science, Processing and Nutrition. *John Wiley & Sons*, 12, 221-239.
- Lorenzo S, G., Purwakusuma, W., Tarigan, S, D. (2023). Permeabilitas dan Kekuatan Geser Tanah Lahan Nanas PT GGP Setelah Sebelas Bulan Aplikasi Bahan Organik Tahan Lapuk. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.
- Lloret, A., Esteve, D., Monllor, P., Cervera-Ferri, A., & Lloret, A. (2019). The effectiveness of vitamin E treatment in Alzheimer's disease. *International journal of molecular sciences*, 20(4), 879.
- Ma, Z., Li, S., Zhang, M., Jiang, S., & Xiao, Y. (2010). Light intensity affects growth, photosynthetic capability, and total flavonoid accumulation of *Anoectochilus* plants. *HortScience*, 45(6), 863-867.
- Mądry, E., Malesza, I. J., Subramaniapillai, M., Czochralska-Duszyńska, A., Walkowiak, M., Miśkiewicz-Chotnicka, A., Walkowiak, J., & Lisowska, A. (2020). Body fat changes and liver safety in obese and overweight women supplemented with conjugated linoleic acid: A 12-week randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 12(6), 1811.
- Mahajan, M., Kuiry, R., & Pal, P. K. (2020). Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 18, 100255.
- Malini, S., & Eganathan, P. (2013). GC-MS analysis of chemical composition of in vivo plant, in vitro and elicited roots of *Bacopa monnieri* (L.) Pennell. *Analytical Chemistry Letters*, 3(5-6), 380-388.

- Mariana, M. 2017. Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Stek Batang Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Agrica Ekstensi*, 11(1): 1-8.
- Martin, A. F., Aviana, A., Hapsari, B. W., Rantau, D. E., & Ermayanti, M. (2012). Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan pada tanaman *ex vitro* dan *in vitro* *tacca leontopetaloides*. *Prosiding Seminar Nasional XV "Kimia dalam Pembangunan*, 373-378.
- Meena, V. K., Chand, S., Shekhawat, H. V. S., Choudhary, K., Sharma, J. K., Sheera, A., Lekha., & Yadava, D. K. (2025). Advances in plant tocopherol biosynthesis: from pathway elucidation to crop biofortification strategies. *Discover Plants*, 2(1), 9.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. sci. technol*, 26(2), 211-219.
- Momoh, J. O., Kumar, S., Olaleye, O. N., Adekunle, O. M., & Aiyelero, T. S. (2024). Green synthesis of Characterized Bio-functionalized ZnO Nanoparticles from *Terminalia catappa* (Almond) Methanol Leaf Extract and their Potential Antioxidant and Antibacterial Properties. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 8(11).
- Muñoz, P., & Munné-Bosch, S. (2019). Vitamin E in plants: biosynthesis, transport, and function. *Trends in plant science*, 24(11), 1040-1051.
- Musarofah. (2015). *Tumbuhan Antioksidan*. Penerbit PT Remaja Rosdakarya.
- National Cancer Institute. (2025). Linoleic Acid (Code-C615). Dipetik Maret 2025. <https://evsexplore.semantics.cancer.gov/evsexplore/concept/ncit/C615>.
- Nishanthini, A., Mohan, V. R., & Jeeva, S. (2014). Phytochemical, ft-ir, and gc-ms analysis of stem and leaf of *tiliacora acuminata* (lan.) Hook f & thomas (menispermaceae). *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 5(9), 3977.
- Nugroho, L. H., Sumardi, I., Wisnu, M., & Anggraeny, R. N. (2007). Distribusi dan Profil Kromatogram Minyak Atsiri Pada Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Yang Ditumbuhkan Secara *in vitro* dan *in vivo*. *Berkala Ilmiah Biologi*. 6(2): 87-95.
- Ogunmoyela, O. B., & Ojo, T. I. (2020). Volatile Bioactive Components of Boiled and Roasted African Walnut (*Tetracapidium conophorum*) Extracts Using GC-MS. *Nigerian Food Journal*, 38(1), 23-33.
- Olivia, N. U., Goodness, U. C., & Obinna, O. M. (2021). Phytochemical profiling and GC-MS analysis of aqueous methanol fraction of *Hibiscus asper* leaves. *Future Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7, 1-5.
- Ozyigit, I. I., Dogan, I., Hocaoglu-Ozyigit, A., Yalcin, B., Erdogan, A., Yalcin, I. E., Cabi, E., & Kaya, Y. (2023). Production of secondary metabolites using tissue culture-based biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1132555.
- Pagare, S., Bhatia, M., Tripathi, N., Pagare, S., & Bansal, Y. K. (2015). Secondary metabolites of plants and their role: Overview. *Current trends in biotechnology and pharmacy*, 9(3), 293-304.

- Palacio, L., Cantero, J. J., Cusidó, R. M., & Goleniowski, M. E. (2012). Phenolic compound production in relation to differentiation in cell and tissue cultures of *Larrea divaricata* (Cav.). *Plant science*, 193, 1-7.
- Pejin, B., Ciric, A., Glamoclija, J., Nikolic, M., & Sokovic, M. (2015). In vitro anti-quorum sensing activity of phytol. *Natural product research*, 29(4), 374-377.
- Pejin, B., Kojic, V., & Bogdanovic, G. (2014). An insight into the cytotoxic activity of phytol at in vitro conditions. *Natural product research*, 28(22), 2053-2056.
- Pérez-Jiménez, J., Arranz, S., Tabernero, M., Díaz-Rubio, M. E., Serrano, J., Goñi, I., & Saura-Calixto, F. (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Food research international*, 41(3), 274-285.
- Petrova, M., Nikolova, M., Dimitrova, M., & Dimitrova, L. (2021). Assessment of the effect of plant growth regulators on in vitro micropropagation and metabolic profiles of *Melissa officinalis* L. (lemon balm). *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 11(3), e4077-e4077.
- Pollard, M., Beisson, F., Li, Y., & Ohlrogge, J. B. (2008). Building lipid barriers: biosynthesis of cutin and suberin. *Trends in plant science*, 13(5), 236-246.
- Prasetyo, H. I., Wijana, G., & Darmawati, I. A. P. (2023). Inventarisasi dan Karakterisasi Morfologi dan Agronomi Tanaman Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr) pada Beberapa Sentra Produksi di Pulau Jawa, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 6(2), 405-412.
- Pratama, S. B., Wijana, S., & Mulyadi, A. F. (2012). Studi pembuatan sirup tamarillo (Kajian perbandingan buah dan konsentrasi gula). *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 1(3), 181-194.
- Prayoga, G. (2013). Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Ekstrak Teraktif Daun Sambang Darah (*Excoecaria cochinchinensis* Lour). Fakultas Farmasi Program Studi Sarjana Ekstensi Universitas Indonesia.
- Punbasayakul, N., Samart, K., Sudmee, W. (2018). Antimicrobial Activity of Pineapple Peel Extract. *Proceeding of Innovation of Functional Foods in Asia Conference Phayao*. Thailand. Thailand: IFFA.
- Purushothaman, R., Vishnuram, G., & Ramanathan, T. (2025). Antiinflammatory efficacy of n-Hexadecanoic acid from a mangrove plant *Excoecaria agallocha* L. through in silico, in vitro and in vivo. *Pharmacological Research-Natural Products*, 7, 100203.
- Purwanti, L. (2019). Perbandingan aktivitas antioksidan dari seduhan 3 merk teh hitam (*Camellia sinensis* (l.) kuntze) dengan metode seduhan berdasarkan SNI 01-1902-1995. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 2(1), 19-25.
- Purwanto, D., Bahri, S., & Ridhay, A. (2017). Uji aktivitas antioksidan ekstrak buah purnajiwa (*Kopsia arborea* Blume.) dengan berbagai pelarut. *Kovalen: Jurnal riset kimia*, 3(1), 24-32.
- Qin, Y., Li, K., Zhang, Q., Liu, J., Xie, Y., Zhang, T., Wang, X., Zhang, L., Jiang, Y., & Liu, G. (2024). Linoleic acid inhibits lipopolysaccharide-induced inflammation by

- promoting TLR4 regulated autophagy in murine RAW264. 7 macrophages. *Journal of Applied Biomedicine*, 22(4).
- Qiu, Y., Lu, X., Pang, T., Ma, C., Li, X., & Xu, G. (2008). Determination of radix ginseng volatile oils at different ages by comprehensive two-dimensional gas chromatography/time-of-flight mass spectrometry. *Journal of separation science*, 31(19), 3451-3457.
- Riwanti, P., Izazih, F., & Amaliyah, A. (2020). Pengaruh perbedaan konsentrasi etanol pada kadar flavonoid total ekstrak etanol 50, 70 dan 96% *Sargassum polycystum* dari Madura. *Journal of Pharmaceutical Care Anwar Medika (J-PhAM)*, 2(2), 82-95.
- Saad, A. M., Ghareeb, M. A., Abdel-Aziz, M. S., Madkour, H. M. F., Khalaf, O. M., El-Ziaty, A. K., & Abdel-Mogib, M. (2017). Chemical constituents and biological activities of different solvent extracts of *Prosopis farcta* growing in Egypt. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 9(5), 67-76.
- Sahir, S. H. (2021). *Metodologi Penelitian*. Penerbit KBM Indonesia.
- Saiki, P., Kawano, Y., Van Griensven, L. J., & Miyazaki, K. (2017). The anti-inflammatory effect of *Agaricus brasiliensis* is partly due to its linoleic acid content. *Food & function*, 8(11), 4150-4158.
- Sakthivel, R., Malar, D. S., & Devi, K. P. (2018). Phytol shows anti-angiogenic activity and induces apoptosis in A549 cells by depolarizing the mitochondrial membrane potential. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 105, 742-752.
- Salas-Salvado, J., Marquez-Sandoval, F., & Bullo, M. (2006). Conjugated linoleic acid intake in humans: a systematic review focusing on its effect on body composition, glucose, and lipid metabolism. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(6), 479-488.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Plant physiology*. 4th ed. Wadsworth Publishing Co, Belmont, California.
- Sangpairoj, K., Settacomkul, R., Siangcham, T., Meemon, K., Niamnont, N., Sornkaew, N., Tamtin, M., Sobhon, P., & Vivithanaporn, P. (2022). Hexadecanoic acid-enriched extract of *Halymenia durvillei* induces apoptotic and autophagic death of human triple-negative breast cancer cells by upregulating ER stress. *Asian Pacific journal of tropical biomedicine*, 12(3), 132-140.
- Saparinto, C., & Susiana, R. (2024). *Grow Your Own Medical Plant, Panduan Praktis Menanam 51 Tanaman Obat Populer di Pekarangan*. Penerbit Andi.
- Saputri, A. D. S., Muhammad, S., Putri, M., & Maya, T. P. (2024) Pengaruh Metode Ekstraksi dan Pelarut Terhadap Kandungan Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Insulin (*Smallanthus sonchifolius*). *Jurnal Farmasi Lampug*, Vol. 13(2).
- Saraswati, R. D. (2012). Kajian potensi penggunaan bioreaktor senyawa ajmalisin suatu contoh produksi metabolit sekunder tanaman obat. *J Kefarm Indonesia*, 2, 28-34.
- Saras, T. (2023). *Nanas: Budidaya, Manfaat Kesehatan, dan Kuliner yang Segar*. Tiram Media.

- Sarker, S. D., Latif, Z., & Gray, A. I. (2006). An introduction to natural products isolation. *Methods Mol Biol*, 864, 1-25.
- Satya, B. (2013). *Koleksi Tumbuhan Berkhasiat*. Rapha Publishing, 161-165.
- Sehwag, S., & Das, M. (2013). Antioxidant activity: an overview. *Res. Rev. J. Food Sci. Technol*, 2(3), 1-11.
- Setiawati, T., Ayalla, A., Nurzaman, M., Kusumaningtyas, V., & Bari, I. (2020). Analisis metabolit sekunder kultur pucuk, kalus, dan tanaman lapang *Chrysanthemum morifolium* Ramat. *Jurnal Ilmu Dasar*, 21(1), 1-10.
- Singh, D. P., Rai, N., Farag, M. A., Maurya, S., Yerasu, S. R., Bisen, M. S., Prabha, R., Shukla, R., & Behera, T. K. (2024). Metabolic diversity, biosynthetic pathways, and metabolite biomarkers analysed via untargeted metabolomics and the antioxidant potential reveal for high temperature tolerance in tomato hybrid. *Plant Stress*, 11, 100420.
- Singh, N., Meena, M. K., & Patni, V. (2013). Phytochemical Profiling and GC-MS Analysis of Bioactive Constituents of Callus of *Naringi Crenulata* (Roxb.) Nicolson. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.* 24(1), 29-34.
- Sirikhansaeng, P., Tanee, T., Sudmoon, R., & Chaveerach, A. (2017). Major phytochemical as γ -sitosterol disclosing and toxicity testing in *Lagerstroemia* species. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017(1), 7209851.
- Soledad, C. P. T., Paola, H. C., Enrique, O. V. C., Israel, R. L. I., Guadalupe Virginia, N. M., & Raúl, Á. S. (2021). Avocado seeds (*Persea americana* cv. Criollo sp.): Lipophilic compounds profile and biological activities. *Saudi journal of biological sciences*, 28(6), 3384-3390.
- Southwell, I. A., & Russell, M. F. (2002). Volatile oil comparison of cotyledon leaves of chemotypes of *Melaleuca alternifolia*. *Phytochemistry*, 59(4), 391-393.
- Sulaiman, S., Yusuf, M. A., & Awal, A. (2020). Effect of plant growth regulators on in vitro culture of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) MD2 variety. *Food Research*, 4(4), 110-114.
- Sumner, L. W., Mendes, P., & Dixon, R. A. (2003). Plant metabolomics: large-scale phytochemistry in the functional genomics era. *Phytochemistry*, 62(6), 817-836.
- Sundarraj, S., Thangam, R., Sreevani, V., Kaveri, K., Gunasekaran, P., Achiraman, S., & Kannan, S. (2012). γ -Sitosterol from *Acacia nilotica* L. induces G2/M cell cycle arrest and apoptosis through c-Myc suppression in MCF-7 and A549 cells. *Journal of ethnopharmacology*, 141(3), 803-809.
- Susanti, S., Tiaswuni, L., Al-Baarri, A. N. M., & Rachma, Y. A. (2024). Proportion optimization of honey pineapple juice on the custard organoleptic and chemical properties. *Int J Adv Appl Sci*, 13(3), 655-661.
- Sutriningsih, S. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Dpph Ekstrak Daun Katuk (*Sauropus androgynus* (L.) Merr) Serta Uji Stabilitas Pengaruh Konsentrasi Emulgator Asam Stearat Dan Trietanolamin Terhadap Formulasi Krim. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 119-130.

- Syarif, R. A., Muhajir, M., Ahmad, A. R., & Malik, A. (2015). Identifikasi Golongan Senyawa Antioksidan dengan Menggunakan Metode Peredaman Radikal Dpph Ekstrak Etanol Daun *Cordia myxa* L. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(1).
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology 3rd edition*. Sinauer Associates.
- Tetti, M. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa, dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Tiran, D. (2008). *Clinical Aromatherapy for Pregnancy and Childbirth*. Philadelphia: Elsevier Churchill Livingstone.
- Traber, M. G., & Atkinson, J. (2007). Vitamin E, antioxidant and nothing more. *Free radical biology and medicine*, 43(1), 4-15.
- Trela, A., & Szymańska, R. (2019). Less widespread plant oils as a good source of vitamin E. *Food chemistry*, 296, 160-166.
- Tripathi, N., Kumar, S., Singh, R., Singh, C. J., Singh, P., & Varshney, V. K. (2013). Isolation and Identification of γ -Sitosterol by GC-MS from the Leaves of (Decne). *The Open Bioactive Compounds Journal*, 4(1).
- Tyas, L. M., Santoso, B., & Irawati, I. (2021). Urgensi Pendaftaran Pada Nanas Madu Asal Kabupaten Pematang Jaya Sebagai Potensi Komoditas Indikasi Geografis. *Notarius*, 14(1), 302-317.
- Udin, B., & Kholifah, E. (2021). Literature Review: Mekanisme Kerja Obat Antidislipidemia. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 6(1).
- Umarudin, M., Sari, R. Y., Fal, B., & Syukrianto, S. (2018). Efektivitas Daya Hambat Ekstrak Etanol 96% Bonggol Nanas (*Ananas comosus* L) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus*. *Journal of Pharmacy and Science*, 3(2).
- Verma, N., & Shukla, S. (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. *Journal of applied research on medicinal and aromatic plants*, 2(4), 105-113.
- Vongsak, B., Sithisarn, P., Mangmool, S., Thongpraditchote, S., Wongkrajang, Y., & Gritsanapan, W. (2013). Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of *Moringa oleifera* leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial crops and products*, 44, 566-571.
- Wandono, E. H., Kusdiyantini, E., & Hadiyanto, H. (2020). Efektivitas Limbah Kulit Kering Nanas Madu (*Ananas comosus* L. Merr) untuk Pembuatan Bioetanol dengan Proses Fermentasi dan Distilasi. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(2), 45-53.
- Wang, X., & Quinn, P. J. (1999). Vitamin E and its function in membranes. *Progress in lipid research*, 38(4), 309-336.
- Wang, X., Jia, Y., & He, H. (2024). The Role of Linoleic Acid in Skin and Hair Health: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(1), 246.
- Wardani, D. K. (2024). Optimalisasi Media Tanam Untuk Keberhasilan Aklimatisasi Planlet Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 18(1), 22-32.

- Wasim, M., Hassan, M. S., & Brereton, R. G. (2003). Evaluation of chemometric methods for determining the number and position of components in high-performance liquid chromatography detected by diode array detector and on-flow ^1H nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Analyst*, 128(8), 1082-1090.
- Wei, C. B., Liu, S. H., Liu, Y. G., Lv, L. L., Yang, W. X., & Sun, G. M. (2011). Characteristic aroma compounds from different pineapple parts. *Molecules*, 16(6), 5104-5112.
- Widayati, W. E., Widada, J., & Soedarsono, J. (2007). Deteksi Molekular Bakteri Endofit pada Jaringan Planlet Tebu. *Hayati Journal of Biosciences*, 14(4), 145-149.
- Widyastuti, N., & Deviyanti, J. (2024). *Kultur Jaringan—Teori dan Praktik Perbanyakan Tanaman Secara In-Vitro*. Penerbit Andi.
- Windono, T., Soediman, S., Yudawati, U., Ermawati, E., Srielita, A., & Erowati, T. I. (2001). Uji peredam radikal bebas terhadap *1, 1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl* (DPPH) dari ekstrak kulit buah dan biji anggur (*Vitis vinifera* L.) Probolinggo biru dan Bali. *Artocarpus*, 1(1), 38-39.
- World Health Organization. (2021). Nutrition-Data and statistics. Dipertik Juni 2025 dari WHO:<https://www.who.int/europe/news-room/photo-stories/item/data-and-statistics#:~:text=The%20WHO/FAO%20report%20recommends,80%2Dg%20portions%20per%20day>.
- Wulan, W., Yudistira, A., & Rotinsulu, H. (2019). Uji aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol daun *Mimosa pudica* Linn. menggunakan metode DPPH. *Pharmacon*, 8(1), 106-113.
- Yamasaki, M., Mansho, K., Mishima, H., Kasai, M., Sugano, M., Tachibana, H., & Yamada, K. (1999). Dietary effect of conjugated linoleic acid on lipid levels in white adipose tissue of Sprague-Dawley rats. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 63(6), 1104-1106.
- Yang, D., Du, X., Liang, X., Han, R., Liang, Z., Liu, Y., Liu, F., & Zhao, J. (2012). Different roles of the mevalonate and methylerythritol phosphate pathways in cell growth and tanshinone production of *Salvia miltiorrhiza* hairy roots. *PloS one*, 7(11), e46797.
- Yulianingtyas, A., & Kusmartono, B. (2016). Optimasi volume pelarut dan waktu maserasi pengambilan flavonoid daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 61-67.
- Yusnita. (2015). *Kultur Jaringan Tanaman Sebagai Teknik Penting Bioteknologi Untuk Menunjang Pembangunan Pertanian*. Penerbit Aura Universitas Lampung.
- Zafaryab, M., Fakhri, K. U., Khan, M. A., Hajela, K., & Rizvi, M. M. A. (2019). In vitro assessment of cytotoxic and apoptotic potential of palmitic acid for breast cancer treatment. *Int. J. Life Sci. Res*, 7(1), 166-174.
- Zami, A. Z. R. Z., Mahardika, M. P., & Barlian, A. A. (2023). Formulasi dan uji sifat fisik permen jelly dari ekstrak kulit nanas madu (*Ananas comosus* (L.) Merr) menggunakan basis karagenan dan gum arab. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 8(2), 139-148.

- Zellatifanny, C. M., & Mudjiyanto, B. (2018). Tipe penelitian deskripsi dalam ilmu komunikasi. *Diakom: Jurnal Media Dan Komunikasi*, 1(2), 83-90.
- Zhang, Z. S., Zhang, Y. Z., Xiang, P. F., Le, W., & Li, B. Z. (2024). Comparative study of volatile components of soybean oil exposed to heating, ionizing and non-ionizing radiation. *LWT*, 203, 116378.
- Zhukov, A. V. (2015). Palmitic acid and its role in the structure and functions of plant cell membranes. *Russian journal of plant physiology*, 62, 706-713.
- Ziraulo, Y. P. B., & Duha, M. (2020). Diversity study of fruit producer plant in Nias Islands. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(4), 683-694.
- Zulkarnain, H. (2024). *Kultur Jaringan Tanaman: Solusi perbanyak tanaman budidaya*. Penerbit Bumi Aksara.