

Profil Metabolit Ekstrak n-Heksan Kulit Batang Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) Berdasarkan Analisis GC-MS

Agnes Katarina Putri Fernandez^{1*}, Muhajirin Dean², Nurul Fatmawati Pua Upa³, Antonius R.B. Ola⁴

^{1,2,3} Program Studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

⁴ Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Indonesia

Open Access Freely Available Online

Dikirim: 18 Juli 2026

Direvisi: 2 Agustus 2026

Diterima: 4 Agustus 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

kettyfernandez17@gmail.com

ABSTRAK

Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) merupakan tanaman obat khas Pulau Rote, Nusa Tenggara Timur, yang bagian kulit batangnya banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional, namun penelitian sebelumnya masih berfokus pada ekstrak polar sehingga profil senyawa nonpolar belum banyak diungkap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil metabolit ekstrak n-heksan kulit batang faloak asal Pulau Rote menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Penelitian bersifat deskriptif kualitatif; sampel diekstraksi melalui metode maserasi menggunakan pelarut n-heksan, kemudian dianalisis menggunakan instrumen Thermo Fisher Trace 1610 GC-ISQ 7610 dengan kolom kapiler TG-5MS, dan senyawa diidentifikasi berdasarkan basis data NIST/EPA/NIH *Mass Spectral Library*. Hasil ekstraksi menghasilkan rendemen sebesar 0,025% dengan 202 komponen total, di mana 12 senyawa dominan didominasi oleh golongan asam lemak dan ester asam lemak, dengan kadar relatif tertinggi pada *trans-13-Octadecenoic acid* (7,67%) dan *n-Hexadecanoic acid* (4,67%), sementara golongan alkana dan hidrokarbon siklik terdeteksi pada waktu retensi awal dengan kadar kumulatif lebih dari 28%. Profil metabolit ini menunjukkan bahwa ekstrak n-heksan kulit batang faloak berpotensi dikembangkan sebagai kandidat bahan baku obat alami, meskipun seluruh potensi aktivitas farmakologi masih bersifat referensial dan memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui pengujian bioaktivitas secara langsung.

Kata kunci: *Sterculia quadrifida*; ekstrak n-heksan; kulit batang; profil metabolit; GC-MS

ABSTRACT

Faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) is a medicinal plant native to Rote Island, East Nusa Tenggara, whose stem bark is widely used in traditional medicine, yet previous studies have mostly focused on polar extracts, leaving its nonpolar compound profile largely unexplored. This study aimed to determine the metabolite profile of the n-hexane extract of faloak stem bark from Rote Island using *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). This descriptive qualitative study extracted the sample by maceration with n-hexane and analyzed it using a Thermo Fisher Trace 1610 GC coupled with an ISQ 7610 mass spectrometer and a TG-5MS capillary column, with compounds identified against the NIST/EPA/NIH *Mass Spectral Library*. The extraction yielded a rendemen of 0.025%, detecting 202 total components, of which 12 dominant compounds were mainly fatty acids and fatty acid esters, with the highest relative levels shown by *trans-13-Octadecenoic acid* (7.67%) and *n-Hexadecanoic acid* (4.67%), while alkanes and cyclic hydrocarbons were detected at early retention times with a cumulative level exceeding 28%. This metabolite profile indicates that the n-hexane extract of faloak stem bark has potential as a candidate raw material for natural medicine, although all reported pharmacological activities remain referential and require further confirmation through direct bioactivity testing.

Keywords: *Sterculia quadrifida*; n-hexane extract; stem bark; profile metabolite; GC-MS

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati dunia menyimpan potensi besar sebagai sumber tanaman obat, di mana kondisi lingkungan seperti suhu, intensitas cahaya, dan ketersediaan air diketahui memengaruhi biosintesis serta akumulasi metabolit sekunder pada tanaman (Alami et al., 2024). Kondisi cekaman lingkungan, termasuk kekeringan pada wilayah beriklim semi-kering, bahkan dapat meningkatkan pembentukan metabolit sekunder sebagai bentuk adaptasi tanaman terhadap tekanan lingkungan tersebut (Kleinwächter & Selmar, 2015). Salah satu bentuk adaptasi tersebut yang relevan pada tanaman di wilayah kering adalah pembentukan lapisan lilin (*wax*) pada kutikula, yang berperan membatasi kehilangan air melalui evaporasi (Xue et al., 2017). Kondisi ini menjadikan kajian metabolit tanaman obat dari wilayah dengan karakteristik iklim khas menjadi penting untuk mengungkap potensi kimia yang dimilikinya.

Indonesia sebagai salah satu negara dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia memiliki berbagai tanaman obat yang tumbuh di wilayah Nusa Tenggara Timur, salah satunya faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) yang banyak dimanfaatkan masyarakat Pulau Rote (Darojati et al., 2022). Bagian kulit batang faloak merupakan bagian yang paling banyak digunakan dalam pengobatan tradisional dibandingkan bagian tanaman lainnya, khususnya untuk mengatasi penyakit hati atau penyakit kuning, meningkatkan energi, nyeri punggung, tukak lambung, dan malaria (Darojati et al., 2022). Pulau Rote sendiri memiliki kondisi iklim semi kering yang berpotensi memengaruhi profil metabolit sekunder tanaman faloak, namun penelitian sebelumnya mengenai faloak sebagian besar masih berfokus pada ekstrak polar dan golongan senyawa fenolik, khususnya flavonoid, menggunakan pelarut seperti etanol (Ruskin et al., 2023), sehingga informasi mengenai kandungan senyawa nonpolar seperti golongan asam lemak dan hidrokarbon pada kulit batang faloak masih relatif terbatas.

Untuk mengungkap golongan metabolit lipofilik yang belum banyak dilaporkan tersebut, penelitian ini menggunakan n-heksan sebagai pelarut nonpolar yang selektif dalam melarutkan senyawa berpolaritas rendah, dengan sampel diekstraksi terlebih dahulu melalui metode maserasi karena kesederhanaan dan kelaziman penggunaannya dalam ekstraksi bahan alam (Satriawan & Wijaya, 2023). Identifikasi senyawa metabolit dilakukan menggunakan metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS),

yaitu metode yang memisahkan senyawa berdasarkan volatilitas dan mengidentifikasinya berdasarkan berat molekul serta pola fragmentasi dengan dukungan basis data spektral internasional, sehingga mampu menghasilkan profil metabolit yang akurat dan bermanfaat bagi standarisasi serta pengendalian mutu bahan alam (Noviana et al., 2022). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil metabolit ekstrak n-heksan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) asal Pulau Rote menggunakan metode GC-MS, sehingga dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan faloak sebagai sumber senyawa bioaktif nonpolar.

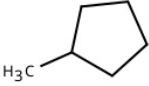
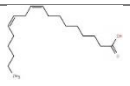
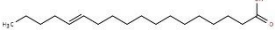
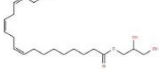
METODE

Jenis, Lokasi, dan Waktu Penelitian serta Sampel

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan mengidentifikasi dan mendeskripsikan kandungan senyawa kimia pada ekstrak n-heksan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) tanpa melakukan pengujian hipotesis. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2026 di Laboratorium Program Studi Farmasi dan Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, serta di Lembaga Ilmu Hayati Teknik dan Rekayasa, Universitas Airlangga. Sampel yang digunakan adalah kulit batang segar faloak berdiameter lebih dari 15 cm yang diambil dari Desa Onotali, Kabupaten Rote Ndao, Nusa Tenggara Timur. Determinasi tanaman dilakukan di Herbarium Bogoriense, Direktorat Pengelolaan Koleksi Ilmiah, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Cibinong, dan hasilnya mengonfirmasi identitas spesimen sebagai *Sterculia quadrifida* R.Br. dari suku *Malvaceae*.

Prosedur Ekstraksi dan Preparasi Sampel

Kulit batang faloak diiris kecil-kecil, dikeringkan pada suhu ruang, kemudian dihaluskan menjadi serbuk dan diayak untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Sebanyak 100 g serbuk kulit batang dimasukkan ke dalam wadah maserasi dan ditambahkan pelarut n-heksan sebanyak 400 mL, kemudian diekstraksi dengan metode maserasi pada suhu ruang disertai pengadukan berkala untuk mengoptimalkan pelarutan senyawa nonpolar. Setelah maserasi selesai, campuran disaring untuk memisahkan filtrat dari residu, dan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental, yang selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan hingga

2,515	C ₆ H ₁₂		Cyclopentane, methyl-	921	926	4,78	Hidrokarbon siklik	-
2,787	C ₆ H ₁₂		Cyclohexane	960	960	5,97	Hidrokarbon siklik	-
20,266	C ₁₆ H ₃₂ O ₂		n-Hexadecanoic acid	940	940	4,67	Asam lemak	Antioksidan, antibakteri, dan antijamur ³³
21,017	C ₁₇ H ₃₁ O ₂		cis-10-Heptadecenoic acid	913	915	2,60	Asam lemak	-
21,915	C ₁₈ H ₃₂ O ₂		9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	910	925	3,54	Asam lemak	Antioksidan ³⁴
22,000	C ₁₈ H ₃₄ O ₂		trans-13-Octadecenoic acid	899	900	7,67	Asam lemak	Antiinflamasi ³⁵
25,939	C ₂₄ H ₄₆ O ₃		2-Butoxyethyl oleate	872	847	4,26	Ester asam lemak	Antibakteri ³⁶
25,993	C ₂₁ H ₃₈ O ₄		9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-	837	843	1,04	Ester asam lemak	Antiinflamasi dan aktivitas depresan SSP ^{37,38}

Keterangan: SI: Similarity Index, RSI: Reverse Similarity Index

Analisis GC-MS terhadap ekstrak n-heksan kulit batang faloak menghasilkan 12 senyawa utama yang dipilih dari 202 komponen total yang terdeteksi, sebagaimana tercantum pada Tabel 1.

PEMBAHASAN

Hasil analisis GC-MS terhadap ekstrak n-heksan kulit batang faloak menunjukkan bahwa komponen didominasi oleh tiga golongan senyawa utama, yaitu alkana/hidrokarbon siklik, asam lemak, dan ester asam lemak, dengan golongan asam lemak dan esternya berperan sebagai kontributor utama fraksi bioaktif ekstrak. Golongan alkana dan hidrokarbon siklik, meliputi *Butane, 2,2-dimethyl-, Pentane, 2-methyl-, Pentane, 2,3-dimethyl-, Hexane, 3,4-dimethyl-, Cyclopentane, methyl-, dan Cyclohexane*, mendominasi komponen pada rentang waktu retensi awal dengan kadar relatif kumulatif lebih dari 28%, meskipun golongan ini secara umum belum memiliki data aktivitas farmakologi yang terdokumentasi pada literatur pendukung. Dominasi golongan alkana rantai pendek dan hidrokarbon siklik pada bagian awal kromatogram tersebut kemungkinan besar berkaitan dengan kondisi iklim semi-kering Pulau Rote, karena kondisi tersebut mendorong tanaman membentuk

lapisan lilin (*wax*) kutikula sebagai mekanisme adaptif untuk mencegah kehilangan air secara berlebihan melalui evaporasi (Alami et al., 2024). Secara biosintesis, tanaman membentuk alkana rantai panjang pada lilin kutikula melalui jalur dekarbonilasi asam lemak *very-long-chain*, dan beberapa penelitian melaporkan bahwa produksi alkana ini meningkat secara nyata pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan sebagai bentuk penguatan lapisan pelindung permukaan (Seo & Park, 2011; Xue et al., 2017). Golongan alkana rantai pendek serta hidrokarbon siklik yang peneliti deteksi pada waktu retensi awal ekstrak faloak kemungkinan merupakan hasil degradasi atau derivat dari komponen lilin kutikula berantai panjang tersebut selama proses ekstraksi dan analisis GC-MS. Oleh karena itu, peneliti memandang kemunculan golongan ini dalam jumlah besar (>28%) sebagai penciri kimiawi tanaman yang beradaptasi terhadap kondisi kering khas Pulau Rote, meskipun pembuktian jalur biosintesis secara langsung pada faloak masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Golongan asam lemak yang teridentifikasi terdiri dari asam karboksilat rantai panjang jenuh maupun tak jenuh yang secara konsisten dilaporkan memiliki spektrum aktivitas farmakologi luas pada penelitian sejenis. Senyawa

n-Hexadecanoic acid terdeteksi dengan kadar relatif 4,67% serta nilai SI dan RSI yang sama, yaitu 940, menunjukkan tingkat kecocokan spektrum yang tinggi terhadap pustaka NIST; asam palmitat ini dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan, antibakteri, dan antijamur yang secara umum efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Candida albicans* melalui gangguan permeabilitas membran sel (Abdul et al., 2025). *Cis-10-Heptadecenoic acid*, yang tergolong asam lemak tak jenuh, terdeteksi dengan kadar relatif 2,60%, namun data aktivitas farmakologi spesifik untuk senyawa ini belum ditemukan pada literatur pendukung yang tersedia. Senyawa *9,12-Octadecadienoic acid* atau asam linoleat, yang terdeteksi dengan kadar relatif 3,54%, diduga memiliki aktivitas antioksidan berdasarkan pengujian *in vitro* melalui metode peredaman radikal DPPH dan uji daya reduksi besi/*ferric reducing antioxidant power* (Nazir et al., 2021). Senyawa *trans-13-Octadecenoic acid*, yang terdeteksi dengan kadar relatif 7,67% sebagai komponen dengan kadar relatif tertinggi kedua pada ekstrak ini, dilaporkan berperan sebagai agen antiinflamasi melalui penghambatan jalur metabolisme asam arakidonat (Astuti et al., 2021). Temuan ini sejalan dengan dugaan bahwa kondisi iklim semi-kering di Pulau Rote turut memengaruhi biosintesis senyawa lipid pelindung pada kulit batang faloak sebagai respons adaptif terhadap cekaman abiotik (Alami et al., 2024).

Golongan ester asam lemak yang teridentifikasi turut memperkuat profil bioaktif ekstrak, meliputi *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester*; *Cyclopropaneoctanoic acid, 2-[[2-[(2-ethylcyclopropyl)methyl]cyclopropyl]methyl]-, methyl ester*; *2-Butoxyethyl oleate*; *9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-*; dan *Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester*. *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester* diduga memiliki aktivitas antioksidan yang dibuktikan melalui pendekatan *in vitro* dan kajian *molecular docking* terhadap target protein radikal bebas (Ertugrul et al., 2025), sementara *Cyclopropaneoctanoic acid, methyl ester*, yang terdeteksi dengan kadar relatif 0,46%, dilaporkan berperan sebagai antioksidan pada ekstrak minyak atsiri tanaman uji melalui metode peredaman radikal DPPH (Yao et al., 2013). *2-Butoxyethyl oleate*, dengan kadar relatif 4,26%, dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri yang dibuktikan secara *in vitro* dan *in silico* melalui kajian *molecular docking* terhadap *Escherichia coli* dan

Staphylococcus aureus (Jadhav et al., 2025). Senyawa *9,12,15-Octadecatrienoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester, (Z,Z,Z)-*, sebagai ester asam alfa-linolenat, diduga memiliki aktivitas antiinflamasi sekaligus aktivitas depresan sistem saraf pusat berdasarkan model hewan coba pada penelitian terdahulu (Idan et al., 2015; Dash et al., 2022), sedangkan *Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester*, sebagai ester asam stearat, dilaporkan memiliki aktivitas antivirus meskipun mekanisme molekuler spesifiknya belum dijelaskan secara rinci pada penelitian rujukan (Dash et al., 2022). Perlu peneliti jelaskan bahwa *Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl) ethyl ester* dan *Cyclopropaneoctanoic acid, methyl ester* tidak tercantum pada Tabel 1 karena tabel tersebut hanya menyajikan 12 senyawa dengan kadar relatif tertinggi dari 202 komponen total yang terdeteksi; kedua senyawa tersebut tetap teridentifikasi secara valid pada rentang nilai SI dan RSI 700–1000, namun terdeteksi dengan kadar relatif yang jauh lebih kecil dibandingkan dua belas senyawa dominan pada Tabel 1.

Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak n-heksan kulit batang faloak memiliki profil farmakologi yang cukup luas karena didominasi oleh golongan asam lemak dan ester asam lemak yang diduga berperan sebagai antioksidan, antibakteri, antijamur, antiinflamasi, dan antivirus berdasarkan pustaka senyawa sejenis, sementara golongan alkana dan hidrokarbon siklik yang turut terdeteksi dalam jumlah cukup besar belum memiliki data aktivitas farmakologi yang terdokumentasi sehingga kontribusi bioaktifnya diduga lebih kecil. Mengingat penelitian GC-MS pada spesies *Sterculia* lain umumnya masih terbatas pada ekstrak polar atau pelarut selain n-heksan (Makoil et al., 2023), profil metabolit nonpolar yang diperoleh pada penelitian ini memberikan kontribusi informasi baru mengenai kandungan kimia kulit batang faloak, sekaligus memperkaya basis data ilmiah bagi pengembangan faloak sebagai sumber bahan baku obat alami. Perlu ditegaskan bahwa seluruh potensi aktivitas biologis yang diuraikan bersifat referensial berdasarkan pustaka senyawa sejenis dan memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui pengujian bioaktivitas secara langsung pada ekstrak faloak.

SIMPULAN

Analisis GC-MS terhadap ekstrak n-heksan kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.) asal Pulau Rote menghasilkan rendemen sebesar 0,025% dengan 202 komponen total, di mana 12

senyawa dominan didominasi oleh golongan asam lemak dan ester asam lemak. Komponen dengan kadar relatif tertinggi adalah *trans-13-Octadecenoic acid* (7,67%) dan *n-Hexadecanoic acid* (4,67%), yang berdasarkan pustaka senyawa sejenis diduga berperan dalam aktivitas antiinflamasi, antioksidan, antibakteri, dan antijamur. Selain itu, penelitian ini turut mendeteksi golongan alkana dan hidrokarbon siklik pada rentang waktu retensi awal dengan kadar kumulatif lebih dari 28%, golongan ini diduga terbentuk sebagai bagian dari lapisan lilin kutikula yang mencerminkan adaptasi tanaman terhadap kondisi iklim semi-kering Pulau Rote, meskipun sebagian besar senyawa pada golongan ini belum memiliki data aktivitas farmakologi yang terdokumentasi. Profil metabolit yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak n-heksan kulit batang falloak berpotensi dikembangkan sebagai kandidat bahan baku obat alami, meskipun seluruh potensi aktivitas farmakologi tersebut masih bersifat referensial berdasarkan pustaka senyawa sejenis dan memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui pengujian bioaktivitas secara langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan jurnal ini, yaitu kedua orang tua tercinta, Laboratorium Program Studi Farmasi dan Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana, serta Lembaga Ilmu Hayati, Teknik & Rekayasa (LIHTR) Universitas Airlangga. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

REFERENSI

- Abdul, Z., Ali, H., Aboalhur, F. J., Mshachal, M. A., Abdulkareem, A., & Alobaidi, A. (2025). Antioxidant, antifungal activities of n-hexadecanoic acid extracted from algae. *South Asian Research Journal of Pharmaceutical Sciences*, 7(4), 125–127. https://sarpublishation.com/media/articles/SARJPS_74_125-127.pdf
- Alami, M., Guo, S., Mei, Z., Yang, G., & Wang, X. (2024). Environmental factors on secondary metabolism in medicinal plants: Exploring accelerating factors. *Medicinal Plant Biology*, 3, 1–11. <https://doi.org/10.48130/mpb-0024-0016>
- Astuti, A. D., Perdana, A. I., Natzir, R., Massi, M. N., Subehan, & Alam, G. (2021). Compound analysis and genetic study of selected *Plectranthus scutellarioides* varieties from Indonesia. *Pharmacognosy Journal*, 13(6), 1516–1526. <https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.193>
- Darojati, U. A., Murwanti, R., & Hertiani, T. (2022). *Sterculia quadrifida* R.Br.: A comprehensive review of ethnobotany, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *JPSCR: Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 7(1), 1–14. <https://doi.org/10.20961/jpscr.v7i1.52244>
- Dash, S., Meher, A., Dash, S. K., Das, C., & Dash, S. K. (2022). GC-MS analysis of methanolic extract of *Urochloa distachya* (L.) T. Q. Nguyen, leave. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 13(6), 2380–2394. https://ijpsr.com/?action=download_pdf&pостid=86349
- Ertuğrul, M. S., Balpınar, Ö., Aytar, E. C., Aydın, B., Torunoglu, E. I., Durmaz, A., & Rossato Viana, A. (2025). Antioxidant, antimicrobial, anticancer, and molecular docking insights into *Pancreaticum maritimum* seeds and flowers: A phytochemical approach. *ChemistryOpen*, 14(2), e202400407. <https://doi.org/10.1002/open.202400407>
- Idan, S. A., Al-Marzoqi, A. H., & Hameed, I. H. (2015). Spectral analysis and anti-bacterial activity of methanolic fruit extract of *Citrullus colocynthis* using gas chromatography-mass spectrometry. *African Journal of Biotechnology*, 14(46), 3131–3158. <https://www.researchgate.net/publication/285543615>
- Jadhav, P. B., Bhosale, H. J., Mamdapure, S. V., & Jadhav, S. B. (2025). Antibacterial and anti-breast cancer activities, GC-MS profiling, molecular docking and pharmacokinetic studies of nutritious white kidney beans. *South African Journal of Botany*, 177, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.11.045>
- Kleinwächter, M., & Selmar, D. (2015). New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: Potential applications. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(1), 121–131. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0260-3>

- Makoil, S. D., Iskandar, Y., & Hasanah, A. N. (2023). Comparative study of the chemical composition and therapeutic potential of Sterculiaceae family bark and leaves. *Jurnal Ilmiah Farmasi Bahari*, 14(2), 194–209. <https://www.journal.uniga.ac.id>
- National Institute of Standards and Technology. (2014). *NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library (NIST 14)* (Standard Reference Database 1A). <https://doi.org/10.18434/T4H594>
- Nazir, N., Zahoor, M., Uddin, F., & Nisar, M. (2021). Chemical composition, in vitro antioxidant, anticholinesterase, and antidiabetic potential of essential oil of *Elaeagnus umbellata* Thunb. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 21(1), Article 73. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03228-y>
- Noviana, E., Indrayanto, G., & Rohman, A. (2022). Advances in fingerprint analysis for standardization and quality control of herbal medicines. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 1–21. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.853023>
- Nurman, S., & Lamona, A. M. N. (2019). Optimization and characterization of n-hexane extracts of arabica coffee ground (*Coffea arabica* L.) from Gayo plateau as source of natural antioxidant. *Journal of Physics: Conference Series*, 1232, Article 012049. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1232/1/012049>
- Ruskin, J., Budiono, R., Kartini, Oktaviyanti, N. D., & Setiawan, F. (2023). Isolasi berbasis aktivitas antioksidan dari ekstrak etanol 80% kulit batang faloak (*Sterculia quadrifida* R.Br.). *Jurnal Ilmiah Farmasi (Scientific Journal of Pharmacy)*, 19(1), 102–115. <https://journal.uui.ac.id/JIF/article/view/28833>
- Satriawan, B., & Wijaya, A. (2023). Pengaruh perbedaan jenis pelarut terhadap nilai rendemen ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal of Pharmacy UMUS*, 5(1), 10–17. <https://doi.org/10.46772/jophus.v5i1.728>
- Seo, P. J., & Park, C. M. (2011). Cuticular wax biosynthesis as a way of inducing drought resistance. *Plant Signaling & Behavior*, 6(7), 1043–1045. <https://doi.org/10.4161/psb.6.7.15606>
- Xue, D., Zhang, X., Lu, X., Chen, G., & Chen, Z.-H. (2017). Molecular and evolutionary mechanisms of cuticular wax for plant drought tolerance. *Frontiers in Plant Science*, 8, Article 621. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00621>
- Yao, X. T., Ling, P. X., Jiang, S., Lai, P. X., & Zhu, C. G. (2013). Analysis of the essential oil from *Gaillardia pulchella* Foug. and its antioxidant activity. *Journal of Oleo Science*, 62(5), 329–333. <https://doi.org/10.5650/jos.62.329>