

Literatur Review: Analysis of Essential Oil Secondary Metabolite Content in Several Plants

Zozy Aneloi Noli^{1*}, Shyla Aulia Delfi¹, Alivia Zulkarnain¹, Hutri Dinda Syabila¹, Anisa Rahman Rusiati¹, Putra Santoso¹

¹Biology Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;

Article History

Received : January 04th, 2025

Revised : January 23th, 2025

Accepted : February 14th, 2025

*Corresponding Author: **Zozy Aneloi Noli**, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang, Indonesia;
Email: zozynoli@sci.unand.ac.id

Abstract: Indonesia's rich plant biodiversity offers a wide array of secondary metabolites, including essential oils, known for their antioxidant, antifungal, and antibacterial properties. This review article examines the secondary metabolite composition of essential oils from various plant species by synthesizing findings from existing literature. The review article highlights the presence of diverse compounds, including terpenes, phenols, and alkaloids, with variations observed between species—for instance, limonin in citrus, linalool in ylang-ylang, and eugenol in cloves. Commonly utilized methodologies, such as steam distillation and GC-MS analysis, discuss their effectiveness in characterizing essential oil components. The findings underscore the extensive potential of crucial oils for applications in health, food, and cosmetic industries, providing a foundation for future research and practical innovations.

Keywords: Essential oil, GC-MS, secondary metabolite, terpene compounds.

Pendahuluan

Indonesia adalah negara tropis sehingga menjadi rumah bagi kekayaan keanekaragaman hayati. Tumbuhan merupakan salah satu kingdom dengan keanekaragaman hayati terbesar. Banyak zat kimia metabolit sekunder yang ditemukan pada tumbuhan memiliki sifat antibakteri, antijamur, dan antioksidan. Biosintesis metabolit primer pada tumbuhan menghasilkan produksi molekul metabolit sekunder ini (Divekar *et al.*, 2022).

Metabolit sekunder yang merupakan hasil sampingan fotosintesis yang memiliki sejumlah fungsi, diantaranya yaitu menarik organisme lain (*attractan*), melindungi dari patogen, membantu adaptasi terhadap stres lingkungan, berfungsi sebagai pengatur pertumbuhan, memberikan perlindungan UV, dan menggunakan alelopati untuk bersaing dengan tanaman lain. Manusia juga dapat menggunakan molekul metabolit sekunder sebagai bahan baku obat-obatan dan sebagai antioksidan (Panche *et al.*, 2016).

Alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenol, steroid, dan triterpenoid secara umum tergolong sebagai zat kimia metabolit sekunder (McDonnell & Newcomb, 2019). Senyawa fenol, yang memiliki gugus OH yang digantikan oleh struktur benzena, merupakan salah satu golongan zat kimia metabolit sekunder terbesar yang ditemukan di alam. Minyak atsiri mengandung molekul metabolit sekunder ini. α -pinena, α -terpineol, β -pinena, eugenol, dan safrol termasuk di antara minyak atsiri yang ditemukan pada tumbuhan (Guntama *et al.*, 2021). Zat fenolik yang ditemukan pada minyak atsiri, meliputi lignan, neolignan, dan fenilpropanoid (Suloi & Suloi, 2021). Zat fenolik dapat berfungsi sebagai sumber antioksidan (Selonni, 2021). Gugus fenol berperan sebagai antioksidan alami dan memiliki kemampuan untuk menyerap radikal bebas. Anda dapat menemukan fenol dalam minyak esensial.

Metabolit sekunder yang disebut minyak atsiri memberikan aroma unik pada tanaman. Ciri-ciri minyak atsiri berikut ini tercantum oleh

Sharma et al. (2016): tidak larut dalam air, biasanya larut dalam pelarut organik, memiliki rasa pahit, larut dalam pelarut organik, dan mudah menguap pada suhu ruangan tanpa rusak. Dalam hal perdagangan berbagai minyak atsiri, Indonesia termasuk eksportir teratas. Jumlah minyak atsiri yang diekspor Indonesia ke pasar global bervariasi setiap tahunnya. International Trade Center (ITC) melaporkan bahwa ekspor minyak atsiri Indonesia bernilai USD 91 juta pada tahun 2019 dan bahkan mencapai USD 161 juta pada tahun 2011. Meskipun demikian, Indonesia merupakan eksportir terbesar kesembilan di dunia pada tahun 2013 ketika nilai ekspor minyak atsirinya turun menjadi USD 123 juta (Tan et al., 2015).

Data dari Indonesian *Essential Oil: The Scents of Natural Life* sekitar 40 spesies tanaman berbeda tumbuh di Indonesia yang dapat menghasilkan metabolit flavonoid sekunder, sementara 12 tanaman lain yang menghasilkan minyak atsiri masih dalam tahap pengembangan industri. Tanaman yang masih dalam tahap pengembangan dan menghasilkan minyak atsiri meliputi nilam (*Pogostemon cablin*), akar wangi (*Chrysopogon zizanioides*), kenanga (*Cananga odorata*), kayu putih (*Melaleuca leucadendra*), sereh (*Cymbopogon citratus*), jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), cendana (*Santalum album*), pala (*Myristica fragrans*), kayu manis (*Cinnamomum verum*), dan lada (*Piper nigrum*) (Mhagami et al., 2020).

Bahan dan Metode

Metode penelitian adalah literatur review dengan menggunakan beberapa jurnal database yang diambil di Google scholar. Kata kunci relevan yang terkait dengan judul artikel digunakan dalam strategi pencarian. Studi ini memanfaatkan materi relevan dalam bentuk jurnal dan makalah yang memberikan rincian tentang jumlah minyak atsiri yang terdapat dalam berbagai spesies tanaman.

Hasil dan Pembahasan

Tumbuhan menghasilkan minyak atsiri sebagai metabolit sekunder, yang merupakan kombinasi kompleks molekul alkohol yang mudah menguap. Aroma unik tumbuhan biasanya ditentukan oleh minyak atsirinya (Ariyanti dan Asbur, 2018). Berbagai senyawa kimia membentuk minyak atsiri. Hidrokarbon rantai lurus, turunan benzena, terpena, dan kombinasi molekul lain membentuk komponen kimia minyak atsiri. Bergantung pada jenis tumbuhan, komponen terpena yang ditemukan dalam minyak atsiri dapat sangat bervariasi. Tumbuhan menghasilkan metabolit sekunder yang disebut minyak atsiri, yang biasanya terbentuk dalam komponen tumbuhan seperti daun, bunga, akar, batang, ranting, atau buah (Rosmainar et al., 2023).

Hasil telaah pustaka, *Zanthoxylum acanthopodium* (andaliman) memiliki kadar minyak atsiri paling tinggi, yakni sebesar 8,01%. Buah andaliman berpotensi sebagai bahan pengawet makanan alami (Asbur dan Khairunnisyah, 2018). Kelompok terpenoid, khususnya monoterpenoid seperti citronellol, limonene, geranyl asetat, dan myrcene, merupakan sumber minyak atsiri yang terdapat pada andaliman. Selain itu, tanaman *Citrus hystrix* yang juga dikenal dengan nama jeruk purut mengandung minyak atsiri sebesar 4,369%. Di antara berbagai komponen yang terdapat dalam minyak atsiri kulit jeruk adalah limonin, β -pinene, linalool, dan linalil asetat. Dari zat-zat tersebut, limonin merupakan zat yang paling banyak terdapat dalam minyak atsiri (Ikarini et al., 2021). Limonin yang terkandung dalam minyak esensial jeruk purut digunakan untuk memperlancar aliran darah, meredakan batuk dan sakit tenggorokan, serta membatasi pertumbuhan sel kanker. Nerol, komponen dasar wewangian, terutama untuk aroma jeruk yang segar, terdapat dalam minyak esensial jeruk purut (Cahyati et al., 2016).

Tabel 1. Minyak atsiri pada beberapa jenis tanaman

No	Nama tanaman	Jenis senyawa terpen	Kadar minyak atsiri (%)	Peneliti
1	<i>Zanthoxylum acanthopodium</i> (Andaliman)	Geranyl asetat (35%), limonene, citronellol, beta-myrcene, beta-ocimene, linalool	8.01	Asbur dan Khairunnisyah, 2018

		dan E-1-decenal		
2	<i>Alpinia purpurata</i> (Lengkuas Merah)	Metil cinnamate (68,13%), beta granial (7,79%) dan eucalyptol (5,44%).	0,3201	Adhiksana <i>et al.</i> 2024
3	<i>Curcuma Domestica</i> (Kunyit)	Guaiacol (97,01%), eugenol (2,58%), O-cresol (0,09%), alpha cedrene (0,09%), 1,1-Diisopropoxyethane (0,24%)	2,50	Giofana dan Putra, 2019
4	<i>Citrus hystrix</i> (Jeruk Purut)	Limonen (24,325%), sabiene (15,137%), beta-phellandrene (12,820%), citronella (7,743%), isopulegeol, cadiene, gamma-terpinene, alpha-pinene	4,369	Ikarini <i>et al.</i> 2021
5	<i>Citrus nobilis</i> (Jeruk Siam Pontianak)	Limonen (91,840%), beta pinene (2,215%), linalool (0,842%), sabiene (0,811%)	3,161	Ikarini <i>et al.</i> 2021
6	<i>Melaluca</i> sp. (Galam)	1,8-Sineol (64,749%), alpha-terpineol (33,188%), Di-(9-Octadecenoyl)-Glycerol (2,064%)	0,027	Rosmainar <i>et al.</i> 2023
7	<i>Citrus aurantifolia</i> (Jeruk Nipis)	Monoterpen (16,00%), seskui-terpen (6,55%), kumarin (27,7%), <i>fatty acids</i> (9,78%), dan beberapa aromatik teroksigenasi dan senyawa non-aromatik (40,30%).	0,23	Wibaldus <i>et al.</i> 2016
8	<i>Cananga odorata</i> (Kenanga)	Linalool (17.85%), benzyl alcohol (12.49%), acetic acid (13.46%), piperonal (10.08%), eugenol (7.17%).		Wibawanto <i>et al.</i> 2024
9	<i>Syzygium aromaticum</i> (Cengkeh)	Eugenol (43,41%), caryophyllene (14,15%), longifolenaldehyde (13,59%), humulene (8,39%) dan nootkatone (5.35%).	2,06	Wijaya <i>et al.</i> 2022
10	<i>Cymbopogon citratus</i> (Serai Dapur)	Citral (53,77%), z-citral (34,05%), beta-myrcene, 1,8-cineole, Cis ocimene, Myrtenol, Linalool, Citronella, geraniol asetat dan lainnya.	1,82	Yanti <i>et al.</i> 2020

Faktor lingkungan juga dapat memengaruhi jumlah minyak atsiri yang dihasilkan tanaman karena penyerapan air dan nutrisi yang tidak memadai dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman kurang optimal, yang terkait dengan proses fotosintesis, yang menghasilkan karbohidrat, yang merupakan produk utama dari jalur metabolisme utama dan berfungsi sebagai bahan penyusun molekul yang dikenal sebagai terpenoid dan metabolit sekunder lainnya. Tanaman yang memiliki semua unsur yang diperlukan untuk fotosintesis cahaya matahari, klorofil, air, CO₂, dan nutrisi serta kesehatan tanaman itu sendiri akan dapat bekerja dengan baik (Ariyanti & Asbur, 2018).

Tanaman Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC), anggota famili Rutaceae (jeruk-jerukan) ditemukan di Tibet, Tiongkok, dan India selain Sumatera Utara, adalah tanaman rempah umum di Kabupaten Toba Samosir dan Tapanuli Utara, Sumatera Utara, pada ketinggian 1.500 meter di atas permukaan laut. Tanaman yang dimanfaatkan sebagai bumbu dapur dalam masakan tradisional Batak Angkola dan Batak Mandailing ini tumbuh liar di daerah Tapanuli. Salah satu bumbu dapur yang umum digunakan dalam berbagai resep adalah minyak atsiri tanaman Andaliman yang memiliki rasa pedas dan aroma jeruk. Selain itu, minyak atsiri andaliman memiliki sifat

antibakteri dan dapat digunakan sebagai pengawet makanan (Asbur & Khairunnisyah, 2018).

Sejak zaman dahulu, lengkuas, salah satu tanaman rempah Indonesia, telah dimanfaatkan. Rimpang lengkuas dapat dimanfaatkan sebagai antimikroba, antijamur, kosmetik, dan senyawa terapeutik karena mengandung komponen kimia seperti minyak atsiri. Bergantung pada mutu rimpang, rimpang lengkuas merah dapat memiliki kadar minyak atsiri 0,3–1%. Distilasi uap merupakan salah satu metode untuk memperoleh minyak atsiri (Sukardi *et al.*, 2022). Hasil penelitian Adhiksana *et al.*, (2024), *Gas Chromatography Mass Spectrophotometer* (GC-MS) untuk menyelidiki komponen minyak atsiri lengkuas merah. Analisis GC-MS menunjukkan bahwa ada lima belas komponen kimia dalam minyak atsiri lengkuas merah. Tiga domain kimia diidentifikasi oleh temuan penelitian: eucalyptol (5,44%), beta granial (7,79%), dan metil sinamat (68,13%).

Kunyit (*Curcuma domestica* Val) memiliki kualitas antioksidan, antibakteri, antikanker, dan antitumor. Rimpang kunyit adalah bagian tanaman yang sering digunakan sebagai obat. Rimpang kunyit mengandung minyak atsiri. Infeksi jerawat dapat diobati menggunakan minyak atsiri. Prosedur distilasi dapat digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri dari rimpang kunyit (Giofana dan Putra, 2019). Menurut Fekadu *et al.* (2019), kulit jeruk (*Citrus hystrix*) memiliki komponen aromatik yang membuatnya cocok untuk digunakan sebagai minyak atsiri. Saat ini, minyak atsiri banyak digunakan sebagai antibakteri, bahan tambahan pangan, penambah aroma untuk makanan dan barang nonpangan, dan campuran dalam berbagai produk terapeutik. Minyak atsiri kulit jeruk mengandung limonin, β -pinena, linalool, dan linalil asetat (Arce *et al.*, 2005; Sawamura *et al.*, 2006). Biasanya dari zat-zat ini, limonin paling banyak ditemukan dalam minyak atsiri. Temuan penelitian Ikraini *et al.*, (2021), distilasi kulit jeruk purut menghasilkan rendemen minyak atsiri tertinggi, yaitu 4,369%. Dibandingkan dengan minyak atsiri jeruk siam Pontianak, minyak atsiri kulit jeruk purut memiliki nilai berat jenis yang lebih besar tetapi nilai putaran optiknya lebih rendah. Jumlah komponen limonin dalam kedua sampel minyak atsiri tersebut bervariasi.

Minyak kayu putih merupakan istilah umum untuk minyak atsiri yang diekstrak dari tanaman Galam (*Melaleuca cajuputi*). Minyak kayu putih, komoditas yang banyak dicari, termasuk jenis minyak atsiri yang berfungsi sebagai bahan dalam berbagai produk farmasi atau kesehatan. Spesies *Melaleuca* merupakan sumber minyak ini. Penelitian ini menggunakan kromatografi gas spektroskopi massa untuk mendeteksi komponen kimia dan melakukan distilasi sederhana untuk mengekstrak minyak atsiri dari tanaman Galam. Hasil minyak atsiri yang dihasilkan adalah 0,027%.

Minyak atsiri daun galam mengandung alfa terpineol (33,18%), 1,8-sineol (64,749%), dan di-(9-oktadesenil)-gliserol (2,064%). Menurut SNI (Rosmainar *et al.*, 2023), minyak atsiri daun galam mengandung sineol antara 50 sampai 65 persen. Salah satu minyak atsiri yang dapat dihasilkan oleh tanaman jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) yang termasuk dalam famili Rutaceae terdapat pada kulit buahnya. Penelitian Wibaldus *et al.*, (2016), limonin (26,04%), β -citral (10,40%), β -pinene (18,84%), citral (13,09%), dan β -phellandrene (6,29%) adalah lima komponen utama yang diidentifikasi melalui identifikasi GC-MS dari minyak atsiri yang diekstraksi dari kulit jeruk nipis menggunakan prosedur distilasi uap pada suhu 98 °C selama empat jam, menghasilkan rendemen sebesar 0,23% (b/b).

Penelitian Wibawanto *et al.*, (2024) menemukan senyawa utama yang dihasilkan oleh minyak atsiri jeruk purut adalah D-limonane (15,15%) dan linalool (*Citrus hystrix*), yang hanya sebesar 1,04% dari minyak atsiri jeruk purut. Akibatnya, minyak atsiri jeruk purut (*Citrus hystrix*) tidak memenuhi standar mutu untuk senyawa kimia linalool, yaitu sebesar 3,5–5,5%. Komponen kimia linalool (17,85%) merupakan produk utama minyak kenanga (*Cananga odorata*). Berdasarkan hasil identifikasi minyak atsiri kenanga (*Cananga odorata*) menggunakan metode GC-MS, terdapat 5 komponen dominan yang terkandung dalam minyak atsiri kenanga (*Cananga odorata*) yaitu Linalool (17,85%), Benzyl alcohol (12,49%), Asam asetat (13,46%), Piperonal (10,08%), Eugenol (7,17%). Terdapat beberapa senyawa lain dalam minyak atsiri kenanga (*Cananga odorata*). Senyawa-senyawa yang muncul adalah senyawa-senyawa

yang juga ditemukan dalam minyak atsiri kenanga (*Cananga odorata*) tetapi hadir dalam jumlah yang sangat kecil.

Penelitian Wijaya *et al.*, (2022) telah meneliti komposisi komponen dan evaluasi kualitas minyak atsiri daun cengkeh pada berbagai ketinggian tempat. Metode Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) digunakan untuk menganalisis minyak atsiri. Data menunjukkan bahwa minyak atsiri daun cengkeh di dataran rendah (300 mdpl) memiliki rendemen lebih besar yaitu 2,05% dan jenis zat aktif lebih banyak dibandingkan dataran pada ketinggian 600 mdpl (1,45%) dan 900 mdpl (1,85%). Eugenol, kariofilen, dan humulene merupakan konstituen utama minyak atsiri daun cengkeh. Citronellal, cyclohexene, naphthalane, longifolene, dan nootkatone merupakan zat lainnya.

Kontaminasi makanan merupakan kejadian umum untuk jamur *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*. Pertumbuhan *A. flavus* dan *A. parasiticus* dihambat oleh minyak atsiri serai pada berbagai konsentrasi (0,01%, 0,02%, 0,04%, dan 0,08%). Hasil identifikasi komponen minyak atsiri menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa komponen utama minyak atsiri serai adalah sitral (53,77%) dan z-sitral (34,05%). Hal ini dikarenakan jamur ini menghasilkan aflatoksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga diperlukan anti jamur untuk menghentikannya. Setelah tujuh hari pengamatan, diketahui bahwa minyak serai 100% berhasil mencegah pertumbuhan kedua jamur tersebut pada konsentrasi 0,08% (Yanti *et al.*, 2020)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil review literatur yang telah dilakukan, hampir seluruh penelitian yang dilakukan menggunakan metode distilasi uap dalam mengekstrak minyak atsiri yang terkandung dan GC-MS dalam mengetahui jenis senyawa kimia yang terkandung di dalamnya. Dari 10 literatur yang telah diambil, didapatkan komponen yang dominan dalam minyak atsiri adalah limonin yang utamanya ada pada tanaman jeruk, linalool yang umumnya ada pada tanaman bumbu, dan beberapa senyawa utama lainnya. Minyak atsiri bersifat larut dalam alkohol dan memiliki banyak manfaat

dalam kehidupan, seperti wewangian, obat-obatan, pestisida dan lain lain.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas yang telah membantu dalam kegiatan literature review ini sehingga berjalan dengan lancar.

Referensi

- Adhiksana, A., Linthin, A. P., Wahyudi, W., Rahayu, I. E., Nadir, M., Irwan, M., & Thahir, R. (2024). Ekstraksi Minyak Atsiri Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*) Berbantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Perbandingan Bahan dan Pelarut. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(2). https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v18i2.4419.
- Ariyanti, M., & Asbur, Y. (2018). Cendana (*Santalum album* L.) sebagai tanaman penghasil minyak atsiri. *Kultivasi*, 17(1). <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.15804>.
- Arce, A., Marchiaro, A., Martínez-Ageitos, J. M., & Soto, A. (2008). Citrus essential oil deterpenation by liquid- liquid extraction. *Canadian Journal of Chemical Engineering*, 83(2), 366–370. <https://doi.org/10.1002/cjce.5450830226>
- Asbur, Y., & Khairunnisyah, K. (2018). Pemanfatan Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* dc) sebagai Tanaman Penghasil Minyak Atsiri. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 537-43. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i1.15668>
- Cahyati, S., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2016). Efisiensi Isolasi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Dengan Metode Destilasi Air-Uap Ditinjau Dari Perbandingan Bahan Baku Dan Pelarut Yang Digunakan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen"*, Vol. 4 No. 2. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v4i2.97>
- Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Gadratagi, B. G., Ray, A., Singh, A. K., Rani, V., Singh, V., Singh,

- A. K., Kumar, A., Singh, R. P., Meena, R. S., Behera, T. K. (2022). Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal Molecular Science*. 28;23(5):2690. <https://doi.org/10.3390/ijms23052690>
- Fekadu, T., Seifu, T., & Abera, A. (2019). Extraction of Essential Oil from Orange Peel using Different Methods and Effect of Solvents, Time, Temperature to Maximize Yield. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 24300–24308. ISSN 2321 3361.
- Giofana, F., & Putra, A. M. J. (2019). Karakterisasi Minyak Atsiri Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Uji Aktivitas Antibakteri terhadap Bakteri Penyebab Jerawat (*Propionibacterium acnes*). *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 4(2), 76-84. <https://doi.org/10.52447/inspj.v4i2.1789>
- Guntama, D., Firmansyah, R. J., and Pujiutami, T. A. S. (2021). Analisis sifat dan efektivitas anti-mikroba minyak atsiri biji pala (*Myristica fragrans*) untuk pemurnian kualitas udara pada ruangan ISO Class 8. *Jurnal Migasian*, 5(1): 45-59. <https://doi.org/10.36601/jurnal-migasian.v5i1.150>
- Ikarini, I., Harwanto, & Yunimar. (2021). Karakteristik Fisik dan Identifikasi Senyawa pada Minyak Atsiri dari Limbah Kulit Jeruk. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(2), 131–137. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v5i2.436>
- Maghami, M., Afazel, M. R., & Azizi-Fini, I. (2020). The effect of aromatherapy with peppermint essential oil on nausea and vomiting after cardiac surgery: A randomized clinical trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 40, 101199. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2020.101199>
- McDonnell, B., & Newcomb, P. (2019). Trial of Essential Oils to Improve Sleep for Patients in Cardiac Rehabilitation. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 25(12) 1193–1199. <https://doi.org/10.1089/acm.2019.0222>
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science*, 5. <https://doi.org/10.1017/jns.2016.41>
- Rosmainar, L., Nugroho, W. ., Sudyana, I. N., & Ayuchecaria, N. (2023). Senyawa Minyak Atsiri dari Tumbuhan Galam (*Melaluca* sp.). *Bohr: Jurnal Cendekia Kimia*, 1(02), 93–98. <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/bohr/article/view/10485>
- Selonni, F. (2021). The effect of drying method on the antioxidant activity of the flesh of nutmeg. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Research*, 1(1): 1–6. <https://doi.org/10.31869/ijpr.v1i1.2437>
- Sharma, P. K., Singh, V., & Ali, M. (2016). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Fresh Rhizome Essential Oil of Zingiber Officinale Roscoe. *Pharmacognosy Journal*, 8(3), 185–190. <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.3>
- Sukardi, Hendrix Yulis Setyawan, Maimunah Hindun Pulungan, Ita Triesna Ariy. (2022). Ekstraksi Minyak Atsiri Rimpang Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*, K.Schum.) Metode Destilasi Uap dan Air. *Jurnal Teknologi Pangan*, Volume 13, No. 1, Halaman 19-28, p-ISSN: 2087-9679, e-ISSN: 2597-436X.
- Suloi, A.F. and Suloi, A.N.F. (2021). Bioaktivitas pala (*Myristica fragrans* Houtt): ulasan ilmiah. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(1): 11–18. <https://doi.org/10.35308/jtpp.v3i1.3702>
- Tan, L. T. H., Lee, L. H., Yin, W. F., Chan, C. K., Abdul Kadir, H., Chan, K. G., & Goh, B. H. (2015). Traditional uses, phytochemistry, and bioactivities of *Cananga odorata* (ylang-ylang). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, <https://doi.org/10.1155/2015/896314>
- Wibaldus, A. J., & Ardiningsih, P. (2016). Bioaktivitas minyak atsiri kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) terhadap rayap tanah (*Coptotermes* sp.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(1): 44-51. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmpa/article/view/13378>

Wijaya, L. G. A. S., Arpiwi, N. L., & Astarini, I. A. (2022). Analisis Minyak Atsiri Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Dari Tempat Tumbuh Dengan Ketinggian Yang Berbeda. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 9(2): 360-368-. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2022.v09.i02.p15>

Yanti, R., Nurdiawati, H., Cahyanto, M. N., &

Pranoto, Y. (2020). Identifikasi komponen dan Uji Potensi Anti Jamur Minyak Atsiri Serai Dapur (*Cymbopogon citratus*) Terhadap Jamur Penghasil Aflatoksin. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 9(2), 72–80. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2020.9.2.72>.