

PENGARUH WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP YIELD DAN VISUAL MINYAK ATSIRI *EUCALYPTUS PELLITA*

Kemas Muhammad Bagus¹, Miftha Choiri Luthfiah¹, Muhammad Rifqi Syaghaf¹, Angelica Gloria Stevanny¹, dan Lia Cundari^{1,*}

¹Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

*Corresponding author e-mail: liacundari@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh waktu ekstraksi terhadap yield dan karakteristik visual minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita* menggunakan metode hidrodistilasi. Proses dilakukan dengan rasio bahan dan pelarut 1:8 pada suhu 100°C serta kecepatan pengadukan 900 rpm dengan variasi waktu 3, 4, 5, 12, dan 24 jam. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan waktu ekstraksi hingga 5 jam sebanding dengan peningkatan yield minyak atsiri, sedangkan pada 12 jam terjadi penurunan akibat degradasi termal dan oksidasi senyawa volatil. Pada 24 jam yield meningkat kembali karena pelepasan komponen bertitik didih tinggi, namun disertai penurunan kejernihan dan perubahan warna menjadi lebih gelap. Kondisi optimum diperoleh pada durasi 4–5 jam dengan minyak berwarna kuning muda dan jernih, menunjukkan keseimbangan antara kuantitas dan kualitas minyak atsiri. Dengan demikian, waktu ekstraksi 5 jam direkomendasikan sebagai durasi paling efektif untuk menghasilkan minyak atsiri *Eucalyptus pellita* dengan yield dan kualitas visual terbaik.

Kata Kunci: *Eucalyptus pellita*, hidrodistilasi, waktu ekstraksi, yield, visual minyak

ABSTRACT: This study aims to analyze the effect of extraction time on the yield and visual characteristics of essential oil from *Eucalyptus pellita* leaves using hydrodistillation. The extraction was carried out at a material-to-solvent ratio of 1:8, a temperature of 100°C, and a stirring speed of 900 rpm with durations of 3, 4, 5, 12, and 24 hours. The results showed that extending the extraction time up to 5 hours increased the yield, while a decrease occurred at 12 hours due to thermal degradation and oxidation of volatile compounds. After 24 hours, the yield increased again because of the slow release of high-boiling components, accompanied by a darker color and reduced clarity. The optimum condition was achieved at 4–5 hours, producing a clear light-yellow oil that balanced quantity and quality. Therefore, a 5-hour extraction duration is recommended as the most effective for obtaining *Eucalyptus pellita* essential oil with optimal yield and visual quality.

Keywords: *Eucalyptus pellita*, hydrodistillation, extraction time, yield, oil visual

1 Pendahuluan

Minyak atsiri merupakan salah satu produk hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memiliki nilai ekonomi dan fungsional tinggi karena banyak dimanfaatkan dalam industri farmasi, kosmetik, hingga pangan [1]. Indonesia memiliki sekitar 40 jenis tanaman penghasil minyak atsiri [2], salah satunya berasal dari daun *Eucalyptus pellita*. Daun pohon ini merupakan limbah dari industri pulp dan kertas yang hingga kini belum dimanfaatkan secara optimal. Minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita* diketahui mengandung senyawa utama seperti α -Pinene (40,36%), 1- β -Pinene (31,75%), Cyclohexene (9,64%),

1,8-Cineole (3,88%), dan Trans(β)-Caryophyllene (4,29%) [3].

Proses ekstraksi minyak atsiri dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti distilasi uap, hidrodistilasi, *solvent free microwave extraction*, hingga hidrodistilasi berbantuan enzim [1]. Di antara metode tersebut, hidrodistilasi merupakan teknik yang paling banyak digunakan karena alatnya sederhana, mudah dioperasikan, serta memerlukan biaya rendah [4]. Salah satu faktor penting yang memengaruhi hasil ekstraksi pada metode ini adalah lamanya waktu distilasi. Durasi ekstraksi berperan langsung terhadap proses pelepasan senyawa volatil dari jaringan tanaman, yang menentukan besarnya *yield* serta karakteristik visual minyak yang dihasilkan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrodistilasi, umumnya semakin banyak senyawa volatil yang terambil, sehingga yield meningkat hingga mencapai titik optimum [5], [6]. Penelitian yang dilakukan Alam dkk. [6] pada daun *Eucalyptus pellita* dengan waktu ekstraksi 5 jam dan rasio pelarut 1:7–1:7,5 menghasilkan *yield* sebesar 0,34%. Hasil tersebut menunjukkan pentingnya menentukan durasi ekstraksi yang tepat agar diperoleh minyak dengan jumlah optimal dan kualitas visual yang baik. Sebagian besar penelitian hanya berfokus pada jumlah minyak atsiri yang dihasilkan, sementara aspek visual seperti warna dan kejernihan minyak atsiri belum dikaji secara mendalam. Karakteristik visual sering kali menjadi indikator kualitas minyak atsiri karena mencerminkan tingkat kemurnian dan stabilitas kimia senyawa volatil di dalamnya [7]. Waktu ekstraksi merupakan parameter kritis yang menentukan efisiensi pelepasan senyawa volatil, sehingga diperlukan optimasi untuk menghasilkan minyak dengan *yield* tinggi dan kualitas visual yang tetap stabil. Selain itu, penetapan durasi optimum penting dalam penerapan di industri.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh lamanya waktu ekstraksi terhadap *yield* dan visual minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita* menggunakan metode hidrodistilasi. Penelitian ini berfokus untuk menentukan waktu ekstraksi yang paling efektif dan efisien dalam menghasilkan minyak atsiri dengan jumlah dan kualitas visual terbaik. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi mengenai durasi optimum yang menghasilkan *yield* tinggi tanpa menurunkan stabilitas dan kejernihan minyak.

2 Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa labu distilasi, kondensor, pompa, *hot plate*, botol vial, *cleverger apparatus*, *crusher*, dan neraca analitis. Bahan baku yang digunakan adalah daun *Eucalyptus Pellita* berumur 5 tahun yang didapatkan dari PT Musi Hutan Persada dan *aquadest*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Rekayasa Energi dan Teknik Pengolahan Limbah, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

2.2 Prosedur Ekstraksi dengan Hidrodistilasi

Percobaan dilakukan menggunakan metode hidrodistilasi dengan memasukkan daun *Eucalyptus pellita* (150gr) yang telah dicuci dan dipotong (0,1-0,5 cm) ke dalam labu distilasi. *Solvent* yang digunakan pada

percobaan ini berupa *aquadest* dengan rasio massa 1:8 g/g. Proses ekstraksi dilakukan dengan variasi waktu (3, 4, 5, 12, dan 24 jam). Selama proses ekstraksi, daun dan *aquadest* diaduk dengan kecepatan 900 rpm dan dijaga pada suhu 100°C. Minyak atsiri yang terekstrak akan ikut bersama aliran uap, untuk kemudian dikondensasi dengan air pendingin. Minyak atsiri yang terbentuk kemudian dipisahkan dari hidrosolnya. Parameter yang diukur pada percobaan ini berupa *yield* dan visual minyak atsiri yang dihasilkan. *Yield* dihitung berdasarkan persamaan (1) [8].

$$Yield (\%) = \frac{Masssa\ minyak\ atsiri}{Massa\ daun} \times 100\% \quad (1)$$

3 Hasil dan Pembahasan

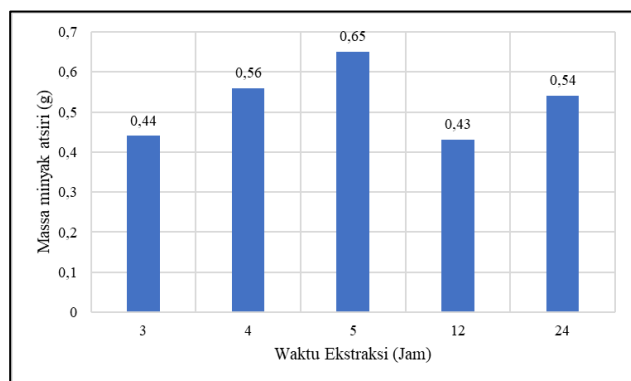
3.1 Pengaruh Waktu Terhadap Massa Minyak Atsiri

Massa minyak atsiri yang dihasilkan akan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan waktu ekstraksi. Gambar 1 menunjukkan bahwa minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita* menunjukkan peningkatan pada 5 jam pertama. Pada waktu 3, 4, dan 5 jam, massa minyak yang diperoleh berturut-turut adalah 0,44 g, 0,56 g, dan 0,65 g. Pada awal proses hingga 3 jam, minyak atsiri yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan pengoperasian setelahnya. Berdasarkan pengamatan, pada 1 jam pertama dihasilkan minyak atsiri sebanyak 0,27 g, dan setelah 2 jam dihasilkan sebanyak 0,36 g. Hal ini menunjukkan laju minyak atsiri yang dihasilkan berlangsung cepat pada 3 jam pertama ekstraksi. Selanjutnya, laju produksi minyak atsiri tetap mengalami peningkatan hanya saja tidak signifikan.

Hasil ini juga menunjukkan bahwa semakin lama proses ekstraksi berlangsung, semakin banyak minyak atsiri yang berhasil terlepas dari jaringan daun akibat meningkatnya kontak antara pelarut uap air dan bahan. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ramadhanti dkk. [4] dan Setiawan dkk. [9] yang menjelaskan bahwa durasi waktu ekstraksi berpengaruh signifikan terhadap jumlah minyak yang dihasilkan, di mana waktu yang lebih panjang memungkinkan senyawa volatil seperti monoterpena terekstraksi lebih optimal. Selain itu, semakin lama proses berlangsung, pelepasan senyawa-senyawa bertitik didih lebih tinggi seperti seskuiterpena juga meningkat sehingga massa bertambah [10].

Ketika durasi ekstraksi diperpanjang menjadi 12 dan 24 jam, massa minyak atsiri yang dihasilkan lebih rendah dari pada rentang 3-5 jam. Pada proses hidrodistilasi

selama 12 dan 24 jam, dilakukan pengamatan pada jam ke 3, 4, dan 5 dengan hasil berturut-turut 0,33 g, 0,38 g, dan juga 0,38 g, sedangkan pada proses 24 jam, diperoleh data sebesar 0,38 g, 0,40 g, dan 0,43 g. Nilai ini menunjukkan bahwa setelah 5 jam, hasil minyak cenderung menurun dan hanya sedikit meningkat pada waktu yang lebih panjang. Hal ini terjadi akibat proses *slow release* dari senyawa bertitik didih tinggi seperti seskuiterpena dan oksida-oksidanya. Fenomena ini sejalan dengan laporan Marques dkk. [11], yang menjelaskan bahwa senyawa berat akan terlepas lebih lambat pada fase akhir distilasi. Namun, paparan panas yang terlalu lama juga dapat menyebabkan degradasi termal dan oksidasi terhadap komponen volatil [12], [13], yang berakibat pada penurunan kualitas minyak. Selain itu, posisi daun pada tajuk pohon, kondisi geografis tempat tumbuh, dan kondisi fisiologis daun juga turut memengaruhi jumlah dan komposisi minyak atsiri yang dihasilkan [14], [15]. Dengan demikian, waktu optimum hidrodistilasi daun *Eucalyptus pellita* ditetapkan pada 4-5 jam, di mana massa minyak mencapai hasil maksimum 0,65 g dengan mutu senyawa volatil yang masih stabil.

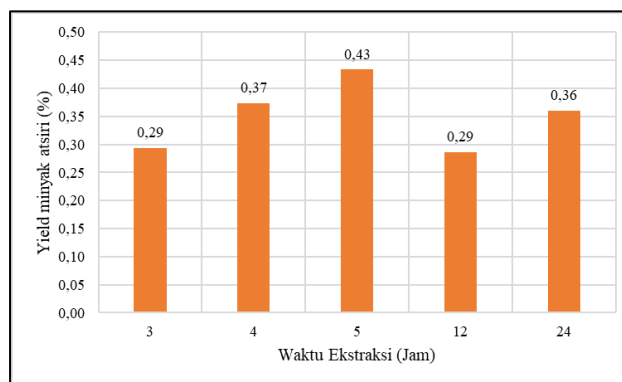


Gambar 1. Pengaruh waktu ekstraksi terhadap massa minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita*.

3.2 Pengaruh Waktu Terhadap Yield Minyak Atsiri

Pola perubahan yield minyak atsiri terhadap variasi waktu hidrodistilasi ditunjukkan pada Gambar 2. Yield meningkat dari 0,29% (3 jam) menjadi 0,37% (4 jam) dan mencapai 0,43% (5 jam). Peningkatan ini menunjukkan bahwa proses berlangsung optimal hingga jam ke-5, di mana suhu dan tekanan sistem cukup untuk memecah dinding sel daun serta memfasilitasi keluarnya senyawa volatil. Hasil ini sesuai dengan penelitian Setiawan dkk. [9] yang melaporkan bahwa durasi ekstraksi yang cukup meningkatkan efisiensi pelepasan minyak tanpa menyebabkan degradasi termal. Hasil ini juga sesuai

dengan Ramadhanti dkk. [4] yang menyatakan bahwa waktu kontak yang lebih lama memungkinkan difusi senyawa minyak dari jaringan tanaman berlangsung sempurna. Hasil yang didapat pada waktu 5 jam pada penelitian ini mendapatkan *yield* yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Alam dkk.[6] dengan rasio pelarut 1:7 dan menghasilkan *yield* 0,34%.

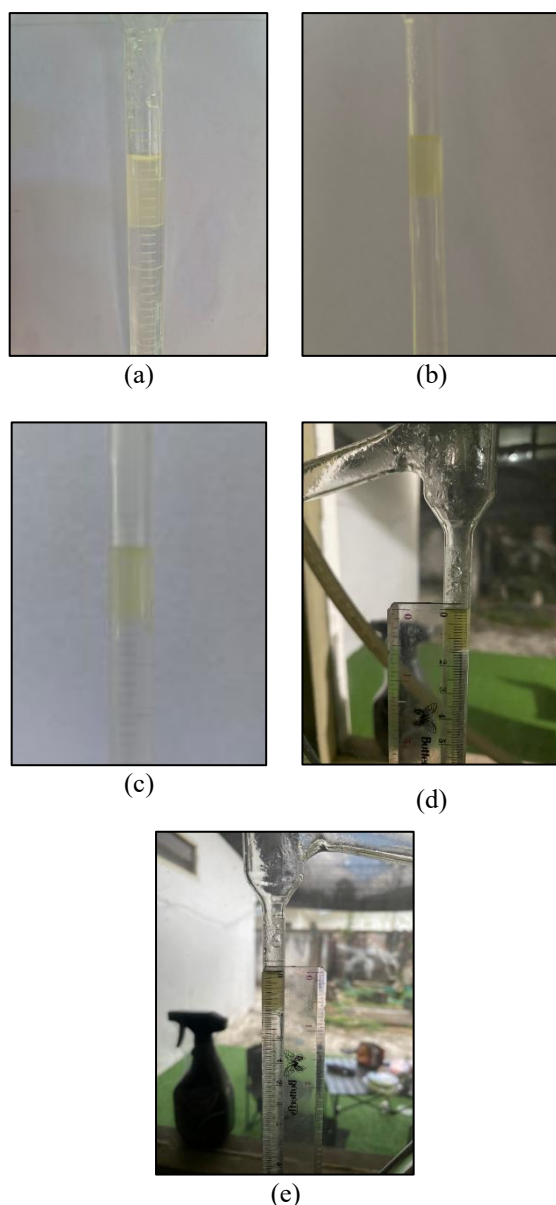


Gambar 2. Pengaruh waktu hidrodistilasi terhadap *yield* minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita*.

Sejalan dengan hasil pada Gambar 1, *yield* minyak atsiri pada 12 dan 24 jam juga lebih rendah daripada 4-5 jam. Pada proses hidrodistilasi 12 jam, *yield* yang diperoleh pada jam ke-3, 4, dan 5 masing-masing adalah 0,22%, 0,25%, dan 0,25%, sedangkan pada 24 jam diperoleh *yield* sebesar 0,25%, 0,27%, dan 0,29%. Hasil ini menunjukkan bahwa pemanasan berkepanjangan menurunkan efisiensi ekstraksi akibat degradasi termal dan oksidasi senyawa volatil menjadi komponen non-volatil seperti resin dan aldehida [12], [13]. Peningkatan kecil pada 24 jam terjadi karena pelepasan lambat (*slow release*) dari komponen bertitik didih tinggi, terutama golongan seskuiterpena seperti senyawa *trans-β-caryophyllene*, yang cenderung terlepas pada fase akhir hidrodistilasi. Semakin lama proses berlangsung, pelepasan senyawa bertitik didih lebih tinggi seperti seskuiterpena juga meningkat sehingga *yield* bertambah [10]. Meskipun *yield* meningkat, kualitas minyak pada waktu ini sering kali menurun akibat paparan panas yang terlalu lama [16]. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Marques dkk. [11], yang melaporkan bahwa pemanasan berkepanjangan memicu pembentukan senyawa berberat molekul tinggi yang menurunkan kejernihan dan kestabilan minyak atsiri.

3.3 Pengaruh Waktu Terhadap Visual Minyak Atsiri

Selain yield, parameter penting dalam penilaian kualitas minyak atsiri adalah karakteristik visual, terutama warna, kejernihan, dan tekstur minyak. Gambar 3 menunjukkan perubahan karakteristik fisik minyak atsiri *Eucalyptus pellita* seiring bertambahnya waktu hidrodistilasi. Pada waktu ekstraksi 3 jam (Gambar 3a), minyak atsiri yang dihasilkan berwarna kuning muda, jernih dengan tampilan bersih, transparan, dan tekstur yang encer serta homogen. Fenomena ini menunjukkan bahwa pada durasi ekstraksi singkat, senyawa volatil seperti monoterpena dan oksigenat masih dalam kondisi stabil tanpa mengalami degradasi akibat panas.



Gambar 3. Visual minyak atsiri daun *Eucalyptus pellita* pada berbagai variasi waktu ekstraksi: (a) 3 jam, (b) 4 jam, (c) 5 jam, (d) 12 jam, dan (e) 24 jam.

Seiring bertambahnya waktu ekstraksi, perubahan visual minyak semakin terlihat jelas. Pada 4 jam (Gambar 3b), minyak berwarna kuning cerah dan tetap jernih, menandakan proses pelepasan senyawa volatil seperti monoterpena berlangsung optimal tanpa degradasi termal. Minyak pada 5 jam (Gambar 3c) tampak berwarna kuning tua yang masih jernih dengan tekstur encer, menunjukkan kondisi optimum antara jumlah dan kualitas minyak. Sementara itu, pada waktu 12 jam (Gambar 3d) warna minyak mulai berubah menjadi kuning kecokelatan dan kejernihan menurun akibat terjadinya oksidasi dan degradasi termal pada komponen volatil. Pada 24 jam (Gambar 3e), minyak terlihat lebih gelap dengan tekstur yang lebih kental, menandakan pembentukan senyawa hasil oksidasi dan polimerisasi selama proses pemanasan berkepanjangan.

Seiring bertambahnya waktu distilasi, perubahan warna minyak semakin jelas. Menurut Ganosi dkk. [7], perubahan warna pada minyak atsiri dapat menjadi indikator awal terjadinya degradasi termal dan oksidatif terhadap senyawa volatil selama proses distilasi maupun penyimpanan. Studi tersebut melaporkan bahwa pemanasan jangka panjang meningkatkan intensitas warna akibat terbentuknya senyawa hasil oksidasi dengan struktur konjugasi, yang secara optik menimbulkan warna lebih gelap. Park dkk. [17] juga menemukan hasil serupa pada minyak Kunzea, di mana warna minyak berubah dari kuning pucat menjadi kuning tua hingga kecokelatan seiring meningkatnya lama pemanasan dan paparan oksigen. Dengan demikian, warna minyak atsiri tidak hanya mencerminkan penampilan visual, tetapi juga menggambarkan tingkat kemurnian serta stabilitas kimia senyawa penyusunnya.

Selama proses hidrodistilasi, panas yang terus-menerus diberikan dapat memicu reaksi degradasi termal terhadap komponen mudah menguap seperti monoterpena dan oksigenat. Senyawa-senyawa ini dapat mengalami isomerisasi, oksidasi, atau polimerisasi, membentuk senyawa baru yang bersifat kurang volatil dan berwarna lebih pekat. Kumar dkk. [16] menjelaskan bahwa perubahan warna dari kuning muda menjadi kekuningan tua atau kecokelatan disebabkan oleh terbentuknya turunan oksidatif dari aldehida, keton, dan seskuiterpena yang memiliki gugus kromofor penyerap cahaya tampak. Oleh karena itu, semakin lama waktu distilasi, semakin besar

peluang terjadinya perubahan kimia tersebut yang menyebabkan penggelapan warna minyak.

Selain warna, penurunan kejernihan juga diamati pada waktu ekstraksi 12 dan 24 jam. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa hasil degradasi atau oksidasi mulai membentuk partikel mikroskopik atau residu yang tidak larut dalam fase minyak. Menurut Zheljazkov dkk. [13], kondisi ini umum terjadi ketika waktu distilasi melebihi durasi optimum, karena paparan panas yang berlebihan mempercepat polimerisasi sebagian senyawa sehingga menurunkan transparansi minyak dan menghasilkan tampilan lebih keruh. Secara praktis, minyak dengan warna yang lebih tua dan kejernihan yang menurun dianggap memiliki kualitas lebih rendah karena menunjukkan penurunan kestabilan selama penyimpanan.

Perubahan visual tersebut juga diikuti oleh perubahan tekstur. Pada waktu 12 jam, tekstur minyak mulai terasa lebih kental dibandingkan periode awal, sedangkan pada 24 jam tekstur menjadi lebih kental dan sedikit lengket. Hal ini menandakan meningkatnya fraksi berat hasil oksidasi lanjutan. Kondisi ini sejalan dengan laporan Park dkk. [17], yang menyebutkan bahwa pemanasan lebih dari 10 jam dapat menyebabkan peningkatan viskositas akibat pembentukan senyawa hasil polimerisasi. Dengan demikian, waktu optimum dari hidrodistilasi yang menghasilkan minyak atsiri dengan warna kuning muda jernih, tekstur encer, dan kejernihan tinggi adalah pada 4–5 jam, di mana kualitas fisik dan stabilitas kimia minyak masih terjaga dengan baik.

4 Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu hidrodistilasi berpengaruh nyata terhadap jumlah dan karakteristik organoleptik minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita*. Yield meningkat seiring lamanya waktu ekstraksi hingga 5 jam, kemudian menurun pada 12 jam akibat degradasi termal, dan sedikit meningkat kembali pada 24 jam karena pelepasan lambat komponen bertitik didih tinggi. Waktu ekstraksi juga memengaruhi aspek visual minyak warna berubah dari kuning muda jernih menjadi kuning tua hingga kecokelatan, disertai penurunan kejernihan dan peningkatan kekentalan akibat oksidasi dan polimerisasi senyawa volatil. Berdasarkan hasil tersebut, waktu optimum hidrodistilasi berada pada 4–5 jam, di mana diperoleh minyak atsiri dengan yield tinggi, warna kuning muda, kejernihan baik, dan tekstur encer yang menandakan kualitas fisik dan kestabilan kimia yang masih terjaga.

Daftar Pustaka

- [1] F. Siswantito *et al.*, “PRODUKSI MINYAK ATSIRI MELALUI RAGAM METODE EKSTRAKSI DENGAN BERBAHAN BAKU JAHE,” *Inovasi Teknik Kimia*, vol. 8, no. 3, pp. 178–184, 2023.
- [2] R. Anggraini, J. Khabibi, and R. P. Tamin, “Karakteristik Minyak Atsiri *Eucalyptus* dari 3 Klon Pohon *Eucalyptus pellita* F. Muell,” *Jurnal Silva Tropika*, vol. 3, no. 1, pp. 2615–8353, 2019.
- [3] W. Wartomo, F. Aryani, M. F. Hernandi, E. Rositah, S. Ngapiyatun, and N. M. Sari, “Antibacterial Potency and Physicochemical Profiles of *Eucalyptus pellita* Leaf Waste Essential Oil from PT Surya Hutani Jaya, East Kalimantan,” *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, vol. 12, no. 2, pp. 693–697, Mar. 2024, doi: 10.14421/biomedich.2023.122.693-697.
- [4] A. Ramadhanti, S. Nurjanah, A. Widyasanti, and N. Ainina, “Pemodelan kondisi hidrodistilasi minyak atsiri jahe merah (*Zingiber officinale* var. Roscoe) dengan menggunakan Response Surface Methodology,” *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, vol. 18, no. 2, pp. 429–439, May 2024, doi: 10.21107/agrointek.v18i2.18904.
- [5] D. Farina Nury, R. Yuniarti, A. Septiana, M. Mutiara Sari, M. Habibi Wasi Narendra, and M. Zulfikar Luthfi, “Pengaruh Waktu Ekstraksi dan Rasio Pelarut Terhadap Perolehan Minyak Biji Pala Menggunakan Metode Hidrodistilasi INFORMASI ARTIKEL ABSTRAK,” *Journal Applied of Science and Chemical Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 51–57, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.polinela.ac.id/joasce>
- [6] R. N. Alam, A. Supriadin, and N. Kurniasih, “Analysis of Essential Oil Compounds from *Eucalyptus (Eucalyptus pellita)* Leaves and Their Bioactivity Against *Staphylococcus aureus*,” *Walisongo Journal of Chemistry*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, Dec. 2024, doi: 10.21580/wjc.v7i2.21603.
- [7] E. Ganos, C. Barda, M. E. Grafakou, M. C. Rallis, and H. Skaltsa, “An In-Depth Stability Study of the Essential Oils from *Mentha × piperita*, *Mentha spicata*, *Origanum vulgare*, and *Thymus vulgaris*: The Impact of Thermal and Storage Conditions,” *Separations*, vol. 10, no. 9, Sep. 2023, doi: 10.3390/separations10090488.

- [8] E. D. Daryono and G. F. Hutasoit, "Ekstraksi Minyak Atsiri Jahe (*Zingiber officinale*) dengan Proses Distilasi: Pengaruh Jenis Jahe dan Metode Distilasi Extraction of Ginger (*Zingiber officinale*) Essential Oil using the Distillation Process: Effect of Ginger Type and Distillation Method," 2024.
- [9] S. Setiawan, A. Nadhilah, and R. P. Ilhamsari, "Effects of Leaf Storage and Distillation Time on the Quality of Eucalyptus (*Eucalyptus grandis*) Essential Oil," *3BIO: Journal of Biological Science, Technology and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, Apr. 2022, doi: 10.5614/3bio.2022.4.1.1.
- [10] I. B. Semerdjieva *et al.*, "Hydrodistillation Extraction Kinetics Regression Models for Essential Oil Yield and Composition in *Juniperus virginiana*, *J. Excelsa*, and *J. Sabina*," *Molecules*, vol. 24, no. 5, 2019, doi: 10.3390/molecules24050986.
- [11] S. de P. P. M. Marques, R. O. Pinheiro, R. A. do Nascimento, E. H. de A. Andrade, and L. J. G. de Faria, "Effects of Harvest Time and Hydrodistillation Time on Yield, Composition, and Antioxidant Activity of Mint Essential Oil," *Molecules*, vol. 28, no. 22, Nov. 2023, doi: 10.3390/molecules28227583.
- [12] T. C. Q. Ngo, T. H. Tran, and X. T. Le, "The effects of influencing parameters on the Eucalyptus globulus leaves essential oil extraction by hydrodistillation method," *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 991, no. 1, p. 12126, Dec. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/991/1/012126.
- [13] V. D. Zheljazkov, T. Astatkie, and V. Schlegel, "Hydrodistillation extraction time effect on essential oil yield, composition, and bioactivity of coriander oil," *J Oleo Sci*, vol. 63, no. 9, pp. 857–865, 2014, doi: 10.5650/jos.ess14014.
- [14] F. Haile, Y. Melka, Y. Fekadu, and Z. Damtew, "Factors influencing the yield of essential oil content from Eucalyptus globulus leaves grown in Southern Ethiopia," ~ 114 ~ *Journal of Medicinal Plants Studies*, vol. 8, no. 4, pp. 114–118, 2020, [Online]. Available: www.plantsjournal.com
- [15] L. C. A. Barbosa, C. A. Filomeno, and R. R. Teixeira, "Chemical variability and biological activities of Eucalyptus spp. essential oils," Dec. 01, 2016, *MDPI AG*. doi: 10.3390/molecules21121671.
- [16] V. Kumar, S. K. Yadav, and A. K. Ranjan, "A Review on the Stability of Essential Oils Under Different Storage Conditions," 2024.
- [17] C. Park, S. M. Garland, and D. C. Close, "The influence of temperature, light, and storage period on the colour and chemical profile of kunzea essential oil (*Kunzea ambigua* (Sm.) Druce)," *J Appl Res Med Aromat Plants*, vol. 30, p. 100383, Sep. 2022, doi: 10.1016/J.JARMAP.2022.100383.