SYLVA: JURNAL PENELITIAN ILMU-ILMU KEHUTANAN P - ISSN 2301 – 4164
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73 E - ISSN 2549 – 5828
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689

PEMANFAATAN LIMBAH DAUN *Eucalyptus pellita* MENJADI MINYAK ATSIRI

UTILIZATION OF Eucalyptus pellita LEAF WASTE FOR ESSENTIAL OIL PRODUCTION

Robiah [1] , Adian Junius[2] Lulu Yuningsih[3]*,
[1] Program of Chemical Engineering, Muhammadiyah University of Palembang, Jl Jend A, Palembang, South Sumatera,
[2] Program of Forestry, Graduated School Muhammadiyah University of Palembang
[3] Program of Forestry, Muhammadiyah University of Palembang, Jl Jend A, Yani, Palembang, South Sumatera
* Email Korespondensi : lulu_yuningsih@um-palembang.ac.id

Abstrak

Limbah daun *Eucalyptus pellita* dari kegiatan pengelolaan Hutan Tanaman Industri berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku minyak atsiri yang bernilai ekonomi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh waktu penyulingan dan rasio air terhadap hasil penyulingan serta mengevaluasi kandungan 1,8-cineole pada minyak atsiri yang dihasilkan. Penyulingan dilakukan menggunakan metode distilasi air dan uap (*water and steam distillation*) pada suhu sekitar 100 °C dengan variasi waktu 60, 90, 120, 150, dan 180 menit. Pengujian rasio air dilakukan menggunakan 200 g daun dengan variasi volume air 800 mL, 1.000 mL, 1.200 mL, 1.400mL, dan 1.600 mL selama 150 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil tertinggi pada perlakuan waktu diperoleh pada penyulingan selama 180 menit, dengan volume sineol yang dihitung sebesar 127,22 mL dan rendemen yang dilaporkan sebesar 62,46%. Pada pengujian rasio air, perlakuan 800 mL menghasilkan volume sineol yang dihitung sebesar 97,99 mL dan rendemen yang dilaporkan sebesar 48,11%, dengan kandungan 1,8-cineole sekitar 16,35%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu penyulingan dan rasio air merupakan parameter yang perlu diperhatikan dalam pengolahan daun *Eucalyptus pellita*. Pemanfaatan limbah daun ini berpotensi mendukung diversifikasi hasil hutan bukan kayu dan peningkatan nilai tambah biomassa dari hutan tanaman industri. Namun, verifikasi rendemen berdasarkan massa minyak atsiri yang benar-benar terpisah serta metode kuantifikasi 1,8-cineole diperlukan untuk memastikan validitas hasil.
Kata Kunci: *Eucalyptus pellita,* limbah daun*,* minyak atsiri

Abstract

Leaf waste from Eucalyptus pellita, generated during the management of industrial forest plantations, has the potential to be utilized as a raw material for the production of economically valuable essential oil. This study aimed to analyze the effects of distillation time and the water-to-biomass ratio on the distillation yield, as well as to evaluate the 1,8-cineole content in the resulting essential oil. Distillation was conducted using the water and steam distillation method at a temperature of approximately 100 °C, with varying durations of 60, 90, 120, 150, and 180 minutes. To examine the water-to-biomass ratio, 200 g of leaves were processed using varying water volumes 800 mL, 1,000 mL, 1,200 mL, 1,400 mL, and 1,600 mL over a period of 150 minutes. The results indicate that the highest yield in terms of distillation time was achieved at 180 minutes, with a calculated cineole volume of 127.22 mL and a reported yield of 62.46%. In the experiments regarding the water-to-biomass ratio, the use of 800 mL of water resulted in a calculated cineole volume of 97.99 mL and a reported yield of 48.11%, with a 1,8-cineole content of approximately 16.35%. These findings demonstrate that distillation time and the water-to-biomass ratio are critical parameters to consider when processing Eucalyptus pellita leaves. Utilizing this leaf waste could support the diversification of non-timber forest products and enhance the value added potential of biomass from industrial forest plantations. Nevertheless, further verification of the yield based on the actual mass of the separated essential oil and the application of robust quantification methods for 1,8-cineole are necessary to ensure the validity of these results.
Keywords: *Eucalyptus pellita, leaf waste, essential oil*

Genesis Naskah (Diterima : September 2024, Disetujui : November 2024, Diterbitkan : Desember 2024)

PENDAHULUAN

Hutan tanaman industri (HTI) memiliki peran penting dalam penyediaan bahan baku kayu untuk industri pulp dan kertas. Salah satu jenis yang dikembangkan adalah *Eucalyptus pellita*, karena pertumbuhannya cepat, adaptif terhadap berbagai kondisi lahan, serta mampu memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah(Yuningsih et al., 2023). Namun demikian, aktivitas pemanenan pada HTI umumnya hanya berfokus pada pengambilan batang kayu,

P - ISSN 2301 – 4164
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73
E - ISSN 2549 – 5828
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689

sedangkan bagian lain seperti daun, ranting, dan kulit sering kali dianggap sebagai limbah dan dibiarkan menumpuk di areal panen. Akumulasi limbah biomassa ini dapat menimbulkan masalah lingkungan seperti peningkatan risiko kebakaran, gangguan terhadap regenerasi alami, dan pencemaran akibat pembusukan bahan organik.

Di sisi lain, daun *Eucalyptus pellita* diketahui mengandung minyak atsiri dengan komponen utama berupa senyawa-senyawa seperti 1,8-cineole (eucalyptol), α-pinene, dan limonene yang memiliki nilai ekonomi tinggi (Rangkuti et al., 2023). Minyak atsiri tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri farmasi atau tanaman obat untuk mengatasi berbagai penyakit, kosmetik, aromaterapi, dan pestisida nabati (Ardilla et al., 2023), (Jannah et al., 2015). Pemanfaatan daun limbah menjadi minyak atsiri tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai tambah hasil hutan bukan kayu, tetapi juga mendukung konsep *zero waste management* dalam pengelolaan hutan tanaman industri yang berkelanjutan.

Selain itu, pengolahan limbah daun menjadi minyak atsiri sejalan dengan upaya peningkatan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pengembangan ekonomi sirkular di sektor kehutanan. Pendekatan ini berpotensi menciptakan peluang usaha baru bagi masyarakat sekitar kawasan hutan, menambah diversifikasi produk industri kehutanan, serta mengurangi ketergantungan terhadap produk kimia sintetis yang kurang ramah lingkungan. Oleh karena itu, penelitian mengenai potensi dan pemanfaatan limbah daun *Eucalyptus pellita* sebagai bahan baku minyak atsiri menjadi penting dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan kimia, rendemen, serta proses produksi, sehingga dapat mendukung pengelolaan hutan tanaman industri yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan waktu penyulingan terbaik untuk memperoleh kuantitas dan kualitas rendemen yang maksimal, menganalisis perbandingan (rasio) daun: air rendemen yang di hasilkan, serta menganalisis kualitas sineol yang dihasilkan.

Penelitian ini dilakukan dengan metode *water and steam distillation* atau dengan metode kukus. Bahan yang digunakan daun *Eucalyptus pellita* yang kemudian dilakukan proses destilasi, untuk mendapatkan minyak atsirinya. Proses destilasi ini mengunakan alat penyulingan dengan sistem kukus. Lama penyulingan selama 1-3 jam pada suhu ± 100^{o} C.

Analisis Data

Perhitungan volume sineol menggunakan rusmus:

$$Volumme\ Sineol\ (ml) = \frac{Produk}{100}\ x\ \text{Kadar Sineol (\%)}$$

Perhitungan massa menggunakan rumus:

$$M = \rho.v$$

Diketahui :
M = massa
ρ = massa jenis (gr)
V = Volume sineol.

Perhitungan Rendemen menggunakan Rumus

$$R = \frac{Produk}{Bahan\ Baku}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi pemanfaatan limbah daun *Eucalyptus pellita* sebagai bahan baku penghasil senyawa aromatik melalui proses penyulingan. Parameter yang diamati meliputi pengaruh waktu penyulingan, variasi volume air terhadap hasil penyulingan, serta kandungan 1,8-sineol (*1,8-cineole*). Pembahasan difokuskan pada perubahan hasil penyulingan berdasarkan variasi perlakuan, kemungkinan faktor yang memengaruhi proses, serta perbandingannya dengan penelitian terdahulu.

a. Waktu Proses Penyulingan

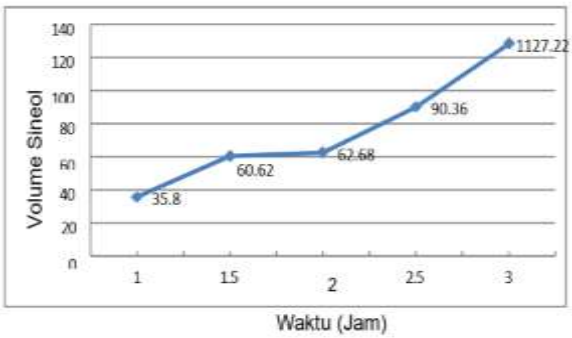
Hasil penyulingan minyak atsiri dari daun *Eucalyptus pellita* dengan variasi waktu proses distilasi antara 60 hingga 180 menit disajikan pada Tabel 1.

SYLVA: JURNAL PENELITIAN ILMU-ILMU KEHUTANAN P - ISSN 2301 – 4164
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73 E - ISSN 2549 – 5828
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689

Tabel 1. Sineol yang di peroleh dengan variasi waktu penyulingan

No	Waktu (Menit)	Volume campuran (ml)	Kadar Sineol %	volume sineol (ml)	Massa Sineol (gram)	Rendemen (%)
1	60	223	16,06	35,80	35,16	17,58
2	90	367	16,52	60,62	59,53	29,76
3	120	457	13,72	62,68	61,55	30,77
4	150	551	16,40	90,36	88,73	44,36
5	180	778	16,35	127,22	124,93	62,46

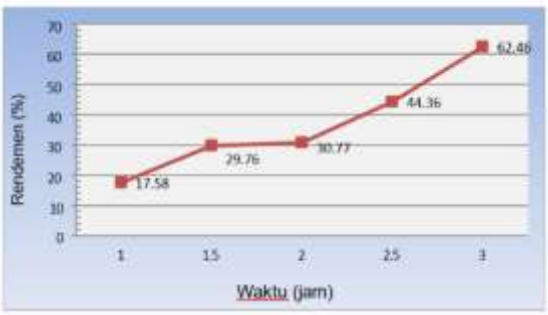
Dari Tabel 1 dapat diketahui waktu destilasi mempengaruhi volume sineol. Waktu 60 menit menghasilkan 35,8 ml volume sineol, 90 menit menghasilkan 60,62 ml volume sineol, 120 menit menghasilkan 62,68 ml volume sineol, 150 menit menghasilkan 90,36 ml volume sineol, 180 menit menghasilkan 127,22 ml volume sineol. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyulingan maka kesempatan sineol berdifusi keluar dari pori-pori daun ke pelarut semakin tinggi, sehinga volume sineol yang dihasilkan semakin bertambah. Hasil perhitungan rendemen pada Tabel 1 menunjukkan nilai berturut-turut sebesar 17,58%, 29,76%, 30,77%, 44,36%, dan 62,46% pada waktu penyulingan 60 hingga 180 menit. Pola ini mengikuti peningkatan volume sineol terhitung. Oleh karena itu, perlakuan 180 menit dapat disebut menghasilkan rendemen terhitung tertinggi berdasarkan rumus yang digunakan dalam penelitian ini. Namun, penetapan waktu tersebut sebagai kondisi optimum masih perlu mempertimbangkan ketepatan pengukuran, efisiensi energi, kualitas minyak, dan kestabilan komposisi kimia yang diperoleh. Senyawa dengan persentase paling tinggi adalah sineol,yang kadarnya dapat mencapai lebih dari 50%, sehingga menjadi salah satu faktor kualitas standar dari minyak kayu putih, (Pratiwi & Fitriyani, 2025).



Gambar 1. Pengaruh waktu destilasi terhadap volume sineol yang dihasilkan

Hasil rendemen dengan waktu 60 menit menghasilkan 17,58%, 90 menit menghasilkan 29,76%, 120 menit menghasilkan 30,77%, 150 menit menghasilkan 44,36%, 180 menit menghasilkan 62,46%. Hal ini menunjukkan bahwa waktu mempengaruhi hasil rendeman dapat dilihat pada Gambar 2.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Putri et all (2016) yang menyatakan bahwa rendemen terbaik dihasilkan dari lama waktu penyulingan 3 jam karena apabila dilakukan penyulingan dengan lama waktu lebih dari 3 jam kualitas rendemen yang dihasilkan semakin rendah karena semakin lamanya penyulingan menyebabkan tidak ada lagi sel-sel minyak yang dapat ditarik atau diuapkan, dengan perkataan lain minyak telah habis disuling dan keran distilat akan mengeluarkan lebih banyak air. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Akram, (2023) manyatakan bahwa Rendemen yang dihasilkan dari perlakuan Lama waktu maserasi 48 jam sampai ke perlakuan 96 jam mengalami peningkatan. Pada lama waktu maserasi 120 jam Mengalami Penurunan. Pada lama waktu maserasi 48 jam berada pada titik 0,142% kemudian terus terjadi kenaikan sampai pada lama waktu maserasi 72 jam pada titik 0,181%. Hal ini menunjukkan bahwa nilai Rendemen yang diperolehdari keseluruhan perlakuan berkisar antara 0,142% sampai 0,202% dan rata-ratanya yaitu 0,166 %.



Gambar 2. Hasil rendemen dari pengaruh waktu destilasi yang berbeda

SYLVA: JURNAL PENELITIAN ILMU-ILMU KEHUTANAN
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689
P - ISSN 2301 – 4164
E - ISSN 2549 – 5828

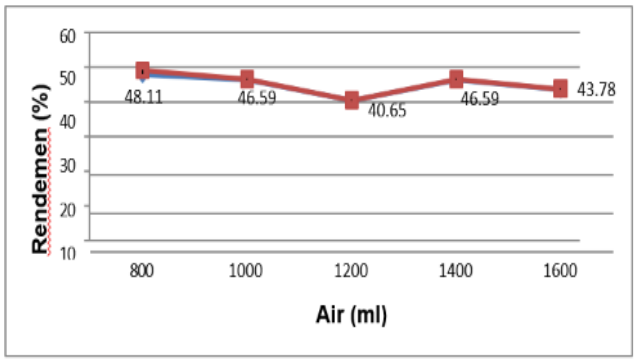
b. Ratio Daun dan Air Terhadap Penyulingan

Pengujian rasio daun dan air dilakukan menggunakan 200 gram daun *Eucalyptus pellita* dengan waktu penyulingan tetap selama 150 menit atau 2,5 jam. Volume air divariasikan menjadi 800, 1.000, 1.200, 1.400, dan 1.600 mL. Hasil pengujian menunjukkan bahwa volume campuran yang terkumpul masing-masing sebesar 600, 581, 507, 581, dan 546 mL. Kadar sineol yang dilaporkan pada seluruh perlakuan adalah 16,35%, sedangkan volume sineol terhitung masing-masing sebesar 97,99; 94,89; 82,80; 94,89; dan 89,17 mL. Berdasarkan data tersebut diketahui volume sineol yang dihasilkan dari variabel daun dan air yaitu 800 ml air menghasilkan 97,99 ml volume sineol, 1000 ml air menghasilkan 94,89 ml volume sineol, 1200 ml air menghasilkan 82,80 ml volume sineol, 1400 ml air menghasilkan 94,89 ml volume sineol, 1600 ml air menghasilkan 89,17 ml volume sineol. Rendeman yang dihasilkan dari variabel daun dan air yaitu 800 ml air menghasilkan 48,11%, 1000 ml air menghasilkan 46,59%, 1200 ml air menghasilkan 40,65%, 1400 ml air menghasilkan 46,59%, 1600 ml air menghasilkan 43,78%.

Tabel 2. Sineol yang di peroleh dengan variabel daun dan air

No	Air (ml)	Volume Campuran (ml)	Kadar Sineol (%)	Volume sineol (ml)	Massa Sineol (gram)	Rendemen (%)
1	800	600	16,35	97,99	96,23	48,11
2	1000	581	16,35	94,89	93,18	46,59
3	1200	507	16,35	82,80	81,31	40,65
4	1400	581	16,35	94,89	93,18	46,59
5	1600	546	16,35	89,17	87,57	43,78

Hasil penelitian(Wibowo et al., 2023), melaporkan bahwa penyulingan uap terhadap 6 kg daun kayu putih menghasilkan 37,5 mL minyak atsiri dengan rendemen sebesar 0,58%. Perbedaan nilai rendemen antara penelitian tersebut dan penelitian ini perlu ditafsirkan dengan memperhatikan kesamaan metode pengukuran. Rendemen minyak atsiri umumnya dihitung dari jumlah minyak yang benar-benar diperoleh dibandingkan dengan massa bahan baku.



Gambar 3. Hasil rendemen rasio daun dan air

Dari Gambar 3, terlihat grafik cenderung stabil atau tidak berpengaruh signifikan dengan penambahan air, hal ini menunjukan bahwa perbandingan (rasio) daun 200 gram dan air 800 ml sudah mencukupi untuk kebutuhan proses destilasi/penyulingan. Hasil yang terbaik pada variabel waktu dilakukan pengamatan pengaruh rasio daun dan air yang dilakukan dengan daun *Eucalyptus pellita.*

Hasil penyulingan perbandingan rasio daun dan air dengan variabel tetapnya daun 200 gram dan waktu terbaik 2,5 jam dengan variasi volume air 800 ml, 1000 ml, 1200 ml, 1400 ml dan 1600 ml. Volume sineol yang dihasilkan dengan variasi terbaik untuk rasio daun dan air yaitu 97,99 ml dari hasil penyulingan variabel rasio daun dan air dengan volume air 800 ml, hasil rendemen 48.11% dan dengan kadar sineol 16,35%. Kadar Sineol yang terkandung dalam daun *Eucalyptus pellita* dengan nilai rata-rata 16.35%.

penyulingan dengan hasil rendemen terendah didapat pada proses penyulingan variasi volume air 1200 ml volume sineol yang dihasilkan 82,80 ml dengan hasil rendemen 40,65% perbedaan hasil yang di dapat pada proses penyulingan. Ada penguapan tak terduga, faktor ini merupakan faktor teknis yang terjadi pada saat penelitian berlangsung. hal ini di sebabkan karena kurang rapatnya sambung

P - ISSN 2301 – 4164
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73 E - ISSN 2549 – 5828
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689

dan kepala ketel pada saat penyulingan. Pemanasan pada daun *Eucalyptus pellita* dapat menimbulkan tekanan yang sangat besar sehingga uap yang dihasilkan bisa keluar, Uap-uap yang keluar tersebut dapat mengandung ethanol, karena ethanol sangat mudah menguap yang disebabkan oleh titik didih ethanol yang lebih rendah dibandingkan dengan air.

c. Kualitas Sineol

Sineol (C10H18O) merupakan komponen utama penyusun minyak kayu putih berupa senyawa kimia golongan ester turunan terpen alkohol yang terdapat di dalam minyak kayu putih (Khabibi, 2011). Sineol merupakan salah satu komponen penyusun minyak atsiri yang cukup tinggi kadarnya. Dari hasil pengujian kadar sineol minyak *Eucalyptus Pellita* yang diperoleh dari penyulingan daun *Eucalyptus Pellita* kadar sineol dari penyulingan daun *Eucalyptus pellita* berada pada kisaran sekitar 16,33–16,40%, dengan nilai rata-rata yang dilaporkan sekitar 16,35%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa 1,8-sineol terdeteksi dalam hasil analisis, tetapi proporsinya perlu ditafsirkan berdasarkan metode analisis yang digunakan. Jika nilai persentase berasal dari luas puncak kromatogram GC-MS, angka tersebut umumnya menggambarkan kelimpahan relatif berdasarkan respons detektor, bukan secara otomatis persentase massa atau volume sineol dalam sampel.

Pengujian kandungan sineol dilakukan berdasarkan perbandingan peneliti terdahulu dengan membandingkan metode destilasi minyak dengan daun *Eucalyptus* yang sama. Kajian ilmiah yang telah dilakukan pada spesies *Eucalyptus* yang sama menunjukkan bahwa komponen kimia berbeda di beberapa tempat. Perbedaan kadar 1,8-sineol yang dilaporkan pada berbagai penelitian *Eucalyptus pellita* menunjukkan bahwa komposisi kimia minyak atsiri dapat bervariasi. Agustiani et al., (2024), melaporkan komponen utama minyak *E. pellita* dari Cuba berupa α-pinena sebesar 27,19%, limonena 23,84%, 1,8-sineol 19,01%, dan p-simena 7,69%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa komposisi kimia minyak *E. pellita* tidak selalu seragam antar penelitian. Variasi dapat berkaitan dengan kondisi genetik bahan tanaman, lingkungan tumbuh, umur dan kondisi fisiologis daun, waktu pengambilan sampel, penanganan bahan sebelum penyulingan, metode ekstraksi, serta kondisi analisis

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Astiani et al., (2014) di Kalimantan Barat terhadap minyak *E. pellita*, komponen kimianya berupa β-pinen (20,88%), trans- kariopilen (15,60%), α-pinen (10,41%), globulol (7,64%), bornylen (6,74%) dan spatulenol (6,08%), 1,8 cineole (0,72%), γ-terpinen (0,15%), terpinolen (0,86%), limonen oksida (0,11%). Hal ini dipengaruhi perbedaan ekologi sehingga mempengaruhi komponen kimia yang terkandung dalam tanaman tersebut. Hal ini didukung juga dengan hasil penelitian (Sibarani,2018) bahwa spesies *Eucalyptus robusta* memperoleh kadar sineol sebesar (12,464%). Dari Hasil Analisis Kandungan diperoleh Kadar Kelimpahan Sineol adalah yang terbanyak 55,80 %, kadar sebesar ini masuk kedalam kelas Utama dengan 55 % – 65 %. Adapun untuk Kadar Sineol menggunakan Larutan Standar Sineol memperoleh kadar sebesar (12, 464%) kadar sebesar ini optimal digunakan untuk melancarkan pernafasan didalam tubuh.

Fatimah et al., (2013) sebagaimana dirujuk dalam naskah ini, melaporkan kadar sineol sebesar 16,400% pada kondisi penyulingan dengan waktu terbaik 2,5 jam, sedangkan hasil pada variasi rasio daun dan air dengan volume air 800 mL dilaporkan sebesar 16,332%. Diperoleh hasil penyulingan variabel waktu terbaik yaitu 2,5 jam dengan kadar sineol sebesar 16,400%, Sedangkan untuk Kadar Sineol dari hasil penyulingan variabel rasio daun dan air dengan volume air 800 ml didapatkan kadar sineol 16,332%. Punyulingan yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan hasil yang di dapat pada proses penyulingan.

Nilai tersebut mendekati kadar sineol yang dilaporkan pada penelitian ini. Kedekatan nilai dapat menjadi pembanding awal, tetapi kekuatan perbandingan bergantung pada kesamaan bahan, metode analisis, dan dasar perhitungan persentase. Identitas dan rincian bibliografi referensi tersebut perlu diverifikasi agar pembahasan didukung oleh sumber yang dapat ditelusuri.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1 Volume sineol yang dihasilkan dengan variasi terbaik variabel rasio daun dan air dengan volume air 800 ml, hasil rendemen 48.11% dengan kadar sineol 16,4002%.
2 Warna jernih kehijauan dan bau khas wangi minyak daun *Eucalyptus pellita* memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 06-2387-2006. rendemen yang tertinggi diproleh pada

P - ISSN 2301 – 4164
Vol 13, No 2 Desember 2024, Hal 68-73
E - ISSN 2549 – 5828
https://doi.org/10.32502/sylva.v13i2.9689

waktu destilasi 180 menit sebanyak 62,46% dengan bahan baku daun *Eucalyptus pellita* 200 *gram* dan air 3 liter

Saran

Perlu dilakukan kajian penggunaan air dan energi, biaya produksi, ketersediaan bahan baku, serta potensi penerapan teknologi penyulingan pada skala yang lebih besar. Kajian ini penting untuk menilai kelayakan pemanfaatan limbah daun *Eucalyptus pellita* sebagai sumber bahan baku minyak atsiri yang bernilai ekonomi dan mendukung pengelolaan hutan tanaman industri secara berkelanjutan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kapada Ketua Lab Program Studi Teknik Kimia yang telah memberikan izin dan membantu pelaksanaan penelitian

Daftar Pustaka

Agustiani, S., Hidayat, R., Tajul Arifin, Y., & Marlina, S. (2024). Classification of eucalyptus leaves: Combining color histogram feature extraction and decission tree algorithm. In *Universitas Nusa Mandiri* (Number 2). www.medikom.iocspublisher.orgJournalhomepage:www.medikom.iocspublisher.org

Akram, A. (2023). Karakterisasi Sifat Fisik Minyak Eucalyptus Dari Eucalyptus grandis Secara Enzimatis. *JIMTANI*, *3*, 639–647. http://jurnalmahasiswa.umsu.ac.id/index.php/jimtani

Ardilla, D., Rangkuti, K., & Taufik, M. (2023). Utilization Of Eucalyptus Grandis Leaf Waste In The Production Of Based Liquid Soap. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, *7*(1). https://doi.org/10.31289/biolink.v9i2.8219

Astiani, D. P., Jayuska, A., & Arreneuz, S. (2014). *Uji Aktivitas Anti Bakteri Minyak Atsiri Eucalyptus Pellita Terhadap Bakteri Escherichia coli dan Staphylococcus aureus*. *3*(3), 49–53.

Fatimah, Siti., Sussanto, Mudji., & Lukmandaru, G. (2013). *Available via license: CC BY-NC-SA 4.0*.

Jannah, M., Nur Fitriani Abubakar, A., Karneng, S., Indriani, I., Idriawien Gusti, H., & Febrianti, T. (2015). The Content of Compounds and Bioactivity of the Eucalyptus sp species. In *HAYYAN JOURNAL* (Vol. 2).

Khabibi., Syafii, W., Wasrin., 2011. Pengaruh penyimpanan daun dan volume air penyulingan terhadap rendemen dan mutu minyak kayu putih. Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan. IPB.

Pratiwi, D., & Fitriyani, D. (2025). *SIGNIFICANT: Journal Of Research and Multidisciplinary Karakterisasi Senyawa Minyak Atsiri Dalam Minyak Kayu Putih di Pabrik Gelaran Yogyakarta Dengan FTIR*. *4*(1), 30–37. https://doi.org/10.62668/significant.v4i01.1514

Putri, D.A., Daulay,S.B., Rindanf A., 2018. Uji Pengaruh Kondisi Bahan dan Lama Waktu Penyulingan Pada Alat Penyulingan Tipe Uap dan Air Terhadap Rendemen Minyak Atsiri Tanaman Kencur (*Kaempfaria galanga, L*). (Study of The Effect of Material Conditions and Distillation Time (using Essential Oil Steam. USU. Medan. Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian. (Vol 6, Number 6)

Rangkuti, M. S., Hapsoh, & Adiwirma. (2023). Rangkuti 2023 Composition. *Photon Journal of Natural Science and Technology*, *14*, 6.

Sibarani., Julinan, I., Alfian., Zul., 2018. Analisis Kandungan dan Penentuan Kadar Sineol pada Minyak Kayu Putih (Eucalyptus Robusta) di PT. Toba Pulp Lestari dengan Metode GC-MS. Universitas Sumatera Utara

Wibowo, M. A., Rendi, Warsida, Ardiningsih, P., & Jayuska, A. (2023). Karakterisasi Minyak Atsiri Daun Kayu Putih (Melaleuca leucadendra) Kota Pontianak dan Aktivitasnya Terhadap Streptococcus mutans Characterization of The essential oil of Eucalyptus Leaves (Melaleuca leucadendra) from Pontianak City and Its Activity Against Streptococcus mutans. In *Jurnal ILMU DASAR* (Vol. 24, Number 2).

Yuningsih, L., Hermansyah, H., Ibrahim, E., & Marsi, M. (2023, May 3). *Analysis Of Eucalyptus (Melaleuca Cajuputi) Characteristics Of Post Coal Mining Land For Bioenergy*. https://doi.org/10.4108/eai.5-10-2022.2328330