

Uji Efektivitas Minyak Atsiri Serai Wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) Asal Dusun Keranjang sebagai Antibakteri terhadap *Escherichia coli*

Liviojoy Patty^{1*}, Delpina Nggolaon¹, Khoiruddin²

¹Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung

*Email Korespondensi: liviojoy@gmail.com

Abstrak

Minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) merupakan salah satu sumber bahan alam yang berpotensi dikembangkan sebagai antibakteri karena mengandung berbagai senyawa bioaktif, terutama golongan monoterpen yang diketahui mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Pemanfaatan minyak atsiri sebagai agen antibakteri alami menjadi alternatif yang menjanjikan dalam mengurangi ketergantungan terhadap antibakteri sintetis. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi komposisi kimia minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli*. Minyak atsiri diperoleh melalui metode destilasi uap-air, kemudian dianalisis menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengidentifikasi komponen penyusunnya. Aktivitas antibakteri diuji menggunakan metode difusi cakram pada konsentrasi 5% dan 10%, kemudian diameter zona hambat diukur sebagai indikator efektivitas antibakteri. Hasil analisis GC-MS mengidentifikasi sekitar 20 senyawa penyusun minyak atsiri dengan komponen utama berupa sitronelal (35,66%), geraniol (18,94%), dan sitronelol (12,10%) berdasarkan persentase area relatif. Kandungan sitronelal yang diperoleh telah memenuhi persyaratan mutu minyak serai wangi sesuai SNI 06-3953-1995. Pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan zona hambat sebesar $4,67 \pm 0,58$ mm pada konsentrasi 5% dan meningkat menjadi $9,67 \pm 1,15$ mm pada konsentrasi 10%, yang mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi minyak atsiri diikuti oleh peningkatan daya hambat terhadap *E. coli*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami untuk mendukung pemanfaatan produk hayati yang ramah lingkungan.

Kata kunci: Minyak Atsiri, *Cymbopogon nardus*, *Escherichia coli*, GC-MS, Antibakteri

Abstract

Citronella essential oil (Cymbopogon nardus (L.) Rendle) is a natural product with considerable potential as an antibacterial agent due to its diverse bioactive compounds, particularly monoterpenes that are known to inhibit the growth of pathogenic bacteria. The utilization of essential oils as natural antibacterial agents has emerged as a promising alternative to reduce dependence on synthetic antimicrobial compounds. This study aimed to characterize the chemical composition of citronella essential oil obtained from basket Hamlet and to evaluate its antibacterial activity against Escherichia coli. The essential oil was extracted using the steam–water distillation method and subsequently analyzed by Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) to identify its chemical constituents. Antibacterial activity was determined using the disc diffusion method at concentrations of 5% and 10%, and the inhibition zone diameters were measured as indicators of antibacterial effectiveness. GC–MS analysis identified approximately 20 chemical constituents, with citronellal (35.66%), geraniol (18.94%), and citronellol (12.10%) as the major components based on relative peak area percentages. The citronellal content complied with the quality requirements for citronella oil specified in the Indonesian National Standard (SNI 06-3953-1995). The antibacterial assay showed inhibition zones of 4.67 ± 0.58 mm and 9.67 ± 1.15 mm at concentrations of 5% and 10%, respectively, indicating that higher essential oil concentrations resulted in greater antibacterial activity against E. coli. These findings demonstrate that citronella essential oil from basket Hamlet has considerable potential for development as a natural antibacterial agent to support environmentally friendly bio-based products.

Keywords: Citronella Essential Oil, *Cymbopogon nardus*, *Escherichia coli*, GC–MS, Antibacterial Activity

PENDAHULUAN

Minyak atsiri merupakan salah satu komoditas berbasis sumber daya hayati yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan dimanfaatkan secara luas dalam industri pangan, kosmetik, farmasi, serta kesehatan. Secara global, kebutuhan minyak atsiri terus meningkat seiring berkembangnya tren penggunaan produk alami sebagai alternatif bahan sintetis yang lebih aman dan ramah lingkungan. Salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang potensial adalah serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle), yang menghasilkan minyak kaya senyawa monoterpen seperti sitronelal, sitronelol, dan geraniol. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis, antara lain sebagai antibakteri, antijamur, antioksidan, antiinflamasi, serta insektisida alami (Verma *et al.*, 2020; Afrizal *et al.*, 2024). Oleh karena itu, pengembangan minyak atsiri serai wangi menjadi salah satu strategi yang potensial dalam mendukung pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan sekaligus menghasilkan produk bernilai tambah.

Indonesia merupakan salah satu produsen minyak atsiri terbesar di dunia dengan keanekaragaman tanaman aromatik yang sangat tinggi. Berbagai jenis minyak atsiri Indonesia telah menjadi komoditas ekspor yang penting, termasuk minyak serai wangi yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku industri parfum, kosmetik, pangan, dan farmasi (Kurniawan *et al.*, 2020). Minyak atsiri serai wangi umumnya diperoleh melalui metode destilasi uap-air (*steam-water distillation*), yaitu metode yang mampu mengekstraksi senyawa volatil secara efektif dengan tetap mempertahankan stabilitas komponen aktifnya (Rafi *et al.*, 2023). Menurut Pratiwi dan Utami (2018), kandungan utama minyak serai wangi berupa sitronelal, sitronelol, dan geraniol merupakan metabolit sekunder golongan terpenoid yang berperan penting dalam aktivitas biologis minyak atsiri. Selain dimanfaatkan sebagai bahan pewangi, minyak atsiri juga banyak digunakan sebagai antioksidan, antibakteri, antiseptik, serta bahan aktif berbagai produk kesehatan dan kosmetik (Lunggela *et al.*, 2022).

Berbagai penelitian telah melaporkan komposisi kimia minyak atsiri serai wangi serta aktivitas antibakterinya. Afrizal *et al.* (2024) melaporkan bahwa minyak serai wangi hasil destilasi mengandung sitronelal sebesar 21,80%, sitronelol 20,29%, dan geraniol 19,55%, serta menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap beberapa bakteri patogen. Penelitian Sefriyanti *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa minyak serai wangi mengandung sitronelal 27,87%, sitronelol 11,85%, dan geraniol 22,77%, yang mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Sementara itu, Verma *et al.* (2020) melaporkan bahwa kandungan sitronelal, sitronelol, dan geraniol pada *Cymbopogon winterianus* bervariasi bergantung pada asal tanaman, kondisi lingkungan, serta metode ekstraksi, sehingga memengaruhi aktivitas biologinya.

Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kualitas minyak atsiri sangat dipengaruhi oleh faktor geografis, teknik budidaya, dan proses penyulingan, sehingga karakterisasi minyak atsiri dari setiap daerah produksi menjadi sangat penting.

Dusun Keranjang, Provinsi Maluku, merupakan salah satu sentra produksi minyak atsiri serai wangi yang memanfaatkan metode destilasi uap-air secara tradisional. Meskipun produksi minyak atsiri telah berkembang di daerah tersebut, informasi ilmiah mengenai komposisi kimia minyak atsiri dan potensi aktivitas antibakterinya masih sangat terbatas. Hingga saat ini belum terdapat publikasi yang secara khusus mengkarakterisasi kandungan senyawa utama minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang menggunakan analisis *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) sekaligus mengevaluasi efektivitasnya terhadap *Escherichia coli*. Keterbatasan informasi tersebut menyebabkan kualitas minyak atsiri yang dihasilkan belum dapat dibandingkan dengan standar nasional maupun hasil penelitian dari daerah lain, sehingga peluang pengembangannya sebagai produk bernilai tambah masih belum optimal.

Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada karakterisasi komposisi kimia minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang menggunakan analisis GC-MS yang dikombinasikan dengan pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah mengenai kualitas minyak atsiri berdasarkan kandungan senyawa utamanya, sekaligus mengevaluasi potensi pemanfaatannya sebagai antibakteri alami. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan produk minyak atsiri berkualitas, meningkatkan nilai tambah komoditas lokal, serta mendukung pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan sumber daya hayati yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan eksperimental yang bertujuan mengkarakterisasi komposisi kimia minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) asal Dusun Keranjang serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli*. Penelitian dilaksanakan selama Maret 2025–Februari 2026 di Dusun Keranjang, Wayame, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon, Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Ambon, serta Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pattimura. Bahan utama yang digunakan adalah daun serai wangi segar yang diperoleh dari Dusun Keranjang, sedangkan bahan pendukung meliputi natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4), akuades, dimetil sulfoksida (DMSO), media *Nutrient Agar* (NA), *Nutrient Broth* (NB), *paper disc* steril, larutan NaCl 0,85%, antibiotik amoksisilin sebagai kontrol positif, dan kultur *Escherichia coli* ATCC 25922. Peralatan utama yang digunakan meliputi seperangkat alat destilasi uap-air (*steam-water*

distillation), instrumen *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS), autoklaf, *laminar air flow*, inkubator, *incubator shaker*, mikropipet, timbangan analitik, oven, *hot plate*, *magnetic stirrer*, serta peralatan gelas laboratorium lainnya.

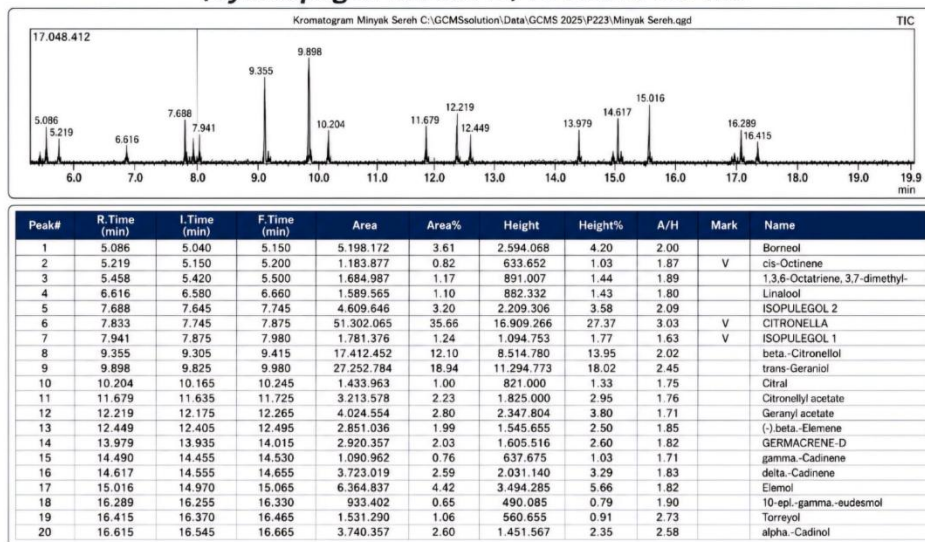
Daun serai wangi terlebih dahulu dipanen, dicuci, dipotong, kemudian diekstraksi menggunakan metode destilasi uap-air selama ± 6 jam untuk memperoleh minyak atsiri. Minyak hasil destilasi dipisahkan dari air menggunakan corong pisah, dikeringkan dengan natrium sulfat anhidrat, kemudian dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengidentifikasi komposisi senyawa penyusunnya berdasarkan kromatogram dan persentase area relatif. Aktivitas antibakteri diuji terhadap *Escherichia coli* ATCC 25922 menggunakan metode difusi cakram (*disc diffusion*) pada konsentrasi minyak atsiri 5% dan 10%, dengan amoksisilin sebagai kontrol positif dan DMSO sebagai kontrol negatif. Suspensi bakteri disesuaikan dengan standar McFarland 0,5, kemudian diinokulasikan pada media NA sebelum peletakan cakram uji dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Parameter yang diamati meliputi komposisi senyawa utama minyak atsiri, khususnya sitronelal, geraniol, dan sitronelol, serta diameter zona hambat sebagai indikator aktivitas antibakteri. Data hasil analisis GC-MS disajikan secara deskriptif berdasarkan jenis dan persentase relatif senyawa yang teridentifikasi, sedangkan data aktivitas antibakteri dianalisis secara deskriptif kuantitatif menggunakan nilai rata-rata dan simpangan baku, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan gambar untuk memudahkan interpretasi hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Senyawa Minyak Atsiri Serai Wangi

Hasil analisis menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) asal Dusun Keranjang mengandung sekitar 20 senyawa volatil. Komponen utama yang teridentifikasi terdiri atas sitronelal sebesar 35,66%, trans-geraniol sebesar 18,94%, dan β -sitronelol sebesar 12,10% (Tabel 1). Ketiga senyawa tersebut merupakan golongan monoterpen teroksigenasi yang dikenal sebagai penyusun utama minyak atsiri serai wangi.

ANALISIS KOMPONEN MINYAK SERAI WANGI (*Cymbopogon nardus* L.) DENGAN GC-MS



Persentase yang diperoleh merupakan persentase area relatif, yaitu perbandingan luas puncak masing-masing senyawa terhadap total luas puncak pada kromatogram. Nilai tersebut menunjukkan kelimpahan relatif setiap senyawa, namun belum menggambarkan kadar absolut karena analisis kuantitatif memerlukan standar eksternal dan kurva kalibrasi.

Tabel 1. Kandungan Senyawa Minyak Atsiri Serai Wangi Dusun Keranjang

No.	Senyawa	Persentase Area Relatif (%)
1.	Citronella	35.66
2.	trans-Geraniol	18.94
3.	beta-Citronellol	12.10
4.	Elemol	4.42
5.	Borneylene	3.61
6.	Isopulegol 2	3.20
7.	Geranyl acetate	2.80
8.	alpha-Cadinol	2.60
9.	delta-Cadinene	2.59
10.	Citronellyl acetate	2.23
11.	Germacrene-D	2.03
12.	(-)-beta-Elementene	1.99
13.	Isopulegol 1	1.24
14.	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-	1.17
15.	Linalool	1.10
16.	Torreyol	1.06
17.	Citral	1.00
18.	cis-Octimene	0.82
19.	gamma-Cadinene	0.76
20.	10-epi-gamma-eudesmol	0.65

Dominasi sitronelal, geraniol, dan sitronelol menunjukkan bahwa minyak atsiri yang dihasilkan memiliki karakteristik kimia yang sesuai dengan minyak serai wangi berkualitas baik. Kandungan sitronelal sebesar 35,66% masih berada dalam kisaran karakteristik minyak serai wangi sebagaimana dilaporkan oleh Kurniawan dkk. (2020), yaitu 32–45%. Hasil penelitian ini

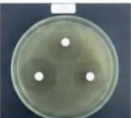
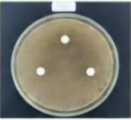
juga sejalan dengan Afrizal dkk. (2024) yang melaporkan bahwa sitronelal merupakan komponen terbesar minyak serai wangi, diikuti oleh geraniol dan sitronelol. Perbedaan proporsi masing-masing senyawa dibandingkan penelitian lain diduga dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi agroekologi, umur panen, serta metode destilasi yang digunakan (Verma dkk., 2020).

Keberadaan senyawa minor seperti linalool, isopulegol, citronellyl acetate, dan geranyl acetate diduga turut memberikan efek sinergis terhadap aktivitas biologis minyak atsiri. Menurut Wińska dkk. (2019), kombinasi berbagai senyawa monoterpen dapat meningkatkan efektivitas antibakteri melalui mekanisme kerja yang saling melengkapi terhadap membran dan sistem metabolisme mikroba.

Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Serai Wangi

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram terhadap bakteri *Escherichia coli* dengan konsentrasi minyak atsiri 5% dan 10%, serta kontrol positif berupa amoksisilin dan kontrol negatif berupa DMSO 10%. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan diameter zona hambat seiring meningkatnya konsentrasi minyak atsiri (Tabel 2)

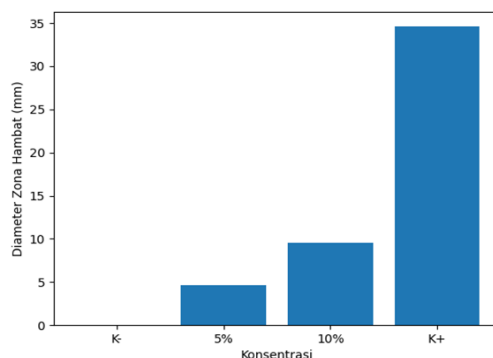
Tabel 2. Hasil Pengujian Antibakteri dan Perhitungan Zona Hambat

Waktu Hambat	Zona Hambat	Hasil Percobaan	Zona Hambat (mm)			
			U1	U2	U3	X
24 jam	K+		36 mm	34 mm	34 mm	34,6 mm
24 jam	K-		0 mm	0 mm	0 mm	0 mm
24 jam	Kons 5%		5 mm	5 mm	4 mm	4,6 mm
24 jam	Kons 10%		11 mm	9 mm	9 mm	9,6 mm

Keterangan:

- Diameter paper disc 6 mm
- K+ : Amoxillin cair 0,125 g/ml
- K- : DMSO 10 %

- U1 : Pengukuran diameter zona hambat pertama
- U2 : Pengukuran diameter zona hambat kedua
- U3 : Pengukuran diameter zona hambat ketiga
- X : Rata-rata diameter zona hambat



Gambar 2. Hubungan konsentrasi minyak atsiri dengan diameter zona hambat.

Kontrol positif menghasilkan rata-rata zona hambat sebesar 34,67 mm yang menunjukkan aktivitas antibakteri sangat kuat, sedangkan kontrol negatif tidak membentuk zona hambat sehingga membuktikan bahwa pelarut DMSO tidak memengaruhi pertumbuhan bakteri. Minyak atsiri pada konsentrasi 5% menghasilkan zona hambat sebesar 4,67 mm yang termasuk kategori lemah, sedangkan pada konsentrasi 10% meningkat menjadi 9,67 mm dengan kategori sedang berdasarkan klasifikasi Davis dan Stout (1971).

Diameter zona hambat menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri maka semakin banyak senyawa aktif yang berdifusi ke dalam media sehingga kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri meningkat. Hasil ini sesuai dengan penelitian Sefriyanti dkk. (2020) yang melaporkan bahwa aktivitas antibakteri minyak atsiri serai wangi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi.

Meskipun demikian, aktivitas antibakteri minyak atsiri masih lebih rendah dibandingkan amoksisilin. Hal tersebut diduga disebabkan oleh karakteristik *E. coli* sebagai bakteri Gram negatif yang memiliki membran luar tersusun atas lipopolisakarida sehingga menghambat penetrasi senyawa hidrofobik dari minyak atsiri (CLSI, 2020). Selain itu, difusi senyawa minyak atsiri dalam media agar juga lebih lambat dibandingkan antibiotik sintetis sehingga zona hambat yang terbentuk relatif lebih kecil.

Hubungan Kandungan Senyawa dengan Aktivitas Antibakteri

Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi didominasi oleh sitronelal, trans-geraniol, dan β -sitronelol yang diduga berperan sebagai senyawa utama penyebab aktivitas antibakteri. Senyawa sitronelal merupakan aldehid monoterpen yang mampu meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri sehingga menyebabkan kebocoran komponen intraseluler. Sementara itu, geraniol dan sitronelol termasuk alkohol monoterpen yang dapat mengganggu integritas membran, menghambat aktivitas enzim, dan mengganggu proses metabolisme sel bakteri (Nazzaro dkk., 2020).

Hubungan antara kandungan senyawa aktif dengan aktivitas antibakteri terlihat dari peningkatan diameter zona hambat pada konsentrasi minyak atsiri yang lebih tinggi. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri, semakin besar jumlah senyawa aktif yang berinteraksi dengan membran sel bakteri sehingga aktivitas antibakterinya meningkat. Temuan ini mendukung penelitian Afrizal dkk. (2024) yang menyatakan bahwa dominasi senyawa monoterpen teroksigenasi berkontribusi terhadap efektivitas antibakteri minyak serai wangi.

Namun demikian, besarnya aktivitas antibakteri tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan senyawa utama, tetapi juga oleh interaksi sinergis antarsenyawa penyusun minyak atsiri. Wińska dkk. (2019) menjelaskan bahwa senyawa minor seperti linalool, elemol, dan isopulegol dapat meningkatkan efektivitas senyawa utama melalui mekanisme sinergisme sehingga menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih besar dibandingkan apabila masing-masing senyawa bekerja secara tunggal.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang memiliki profil kimia yang didominasi oleh sitronelal, trans-geraniol, dan β -sitronelol serta mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*. Meskipun aktivitas antibakterinya masih lebih rendah dibandingkan antibiotik sintetis, peningkatan diameter zona hambat pada konsentrasi yang lebih tinggi menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami. Penelitian lanjutan dengan variasi konsentrasi yang lebih luas, penentuan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC), *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC), serta uji toksisitas diperlukan untuk memperoleh konsentrasi optimum yang efektif dan aman digunakan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengkarakterisasi komposisi kimia minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) asal Dusun Keranjang serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Escherichia coli*. Hasil analisis *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan bahwa minyak atsiri mengandung sekitar 20 senyawa volatil dengan komponen utama berupa sitronelal (35,66%), trans-geraniol (18,94%), dan β -sitronelol (12,10%), yang menunjukkan dominasi golongan monoterpen teroksigenasi sebagai penyusun utama minyak atsiri. Pengujian aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa minyak atsiri mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, yang ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada konsentrasi 5% dan 10%. Peningkatan konsentrasi minyak atsiri diikuti oleh peningkatan diameter zona hambat, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri maka semakin

besar aktivitas antibakterinya. Meskipun demikian, efektivitas antibakteri minyak atsiri masih lebih rendah dibandingkan amoksisilin sebagai kontrol positif. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri serai wangi asal Dusun Keranjang memiliki profil kimia yang khas serta berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami berbasis bahan hayati lokal.

Saran

Berdasarkan temuan penelitian ini, pengembangan penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada penggunaan rentang konsentrasi minyak atsiri yang lebih luas untuk menentukan konsentrasi optimum dalam menghambat pertumbuhan bakteri, disertai pengujian *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Minimum Bactericidal Concentration* (MBC) agar potensi antibakterinya dapat dievaluasi secara lebih komprehensif. Selain itu, diperlukan pengujian keamanan melalui uji toksisitas dan uji sitotoksitas untuk memastikan keamanan penggunaan minyak atsiri sebagai kandidat antibakteri alami. Penelitian juga perlu diperluas terhadap berbagai bakteri gram positif maupun gram negatif guna mengetahui spektrum aktivitas antibakterinya. Di sisi lain, optimasi proses destilasi, termasuk pengaturan waktu, suhu, dan tekanan penyulingan, serta isolasi dan pengujian aktivitas senyawa utama seperti sitronelal, trans-geraniol, dan β -sitronelol secara individual maupun sinergis perlu dilakukan untuk memperoleh minyak atsiri dengan kualitas dan aktivitas biologis yang lebih tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan produk antibakteri alami berbasis minyak atsiri serai wangi yang bernilai tambah dan mendukung pemanfaatan sumber daya hayati lokal secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih disampaikan kepada masyarakat dan pengelola usaha penyulingan minyak atsiri di Dusun Keranjang, Wayame, Kota Ambon, yang telah memberikan izin, menyediakan bahan penelitian, serta membantu selama proses pengambilan sampel dan pelaksanaan penelitian di lapangan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Ambon atas fasilitas dan bantuan dalam analisis komposisi minyak atsiri menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS), serta kepada Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pattimura yang telah memfasilitasi pengujian aktivitas antibakteri. Penghargaan yang sebesar-besarnya disampaikan kepada dosen pembimbing, dosen penguji, serta seluruh tenaga laboratorium atas bimbingan, arahan, dan masukan ilmiah selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan naskah. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan

ilmu pengetahuan, peningkatan kualitas minyak atsiri serai wangi, serta mendukung pemberdayaan sumber daya alam lokal dan masyarakat Dusun Keranjang secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Type Culture Collection. (2022). *Escherichia coli* ATCC 25922™ product information. American Type Culture Collection.
- Afrizal, A., Nurdin, E., & Rahmawati, D. (2024). Karakterisasi komponen kimia minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) menggunakan GC-MS dan aktivitas antibakterinya. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 21(1), 45–56.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2020). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (30th ed., CLSI Supplement M100). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2022). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing* (32nd ed., CLSI Supplement M100). Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc plate method of microbiological antibiotic assay. *Applied Microbiology*, 22(4), 659–665.
- Fitriani, N., Rahman, A., & Wahyuni, S. (2021). Antibacterial activity of citronella (*Cymbopogon nardus* L.) extract against *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 721–729.
- Istiqomah, S., Widyastuti, U., & Lestari, D. (2020). Analisis komponen minyak atsiri menggunakan metode Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC-MS). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 23(4), 145–152.
- Kaur, H., Bhardwaj, U., & Kaur, R. (2021). *Cymbopogon nardus* essential oil: A comprehensive review on its chemistry and bioactivity. *Journal of Essential Oil Research*, 33(3), 205–220. <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1871976>
- Kurniawan, A., Hidayat, T., & Prasetyo, B. (2020). Karakteristik mutu minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) berdasarkan komponen penyusun utama. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 118–126.
- Lunggela, A., Rahmawati, S., & Hidayati, N. (2022). Potensi minyak atsiri sebagai bahan aktif alami pada bidang pangan, kesehatan, dan kosmetik. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 24(1), 56–67.
- Lutfiah, N. (2021). Aktivitas antibakteri ekstrak serai wangi (*Cymbopogon nardus*) terhadap *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 17(2), 96–104.
- Montgomery, D. C. (2019). *Design and Analysis of Experiments* (10th ed.). John Wiley & Sons.

- Murni, S., & Rustin, R. (2020). Aktivitas biologis senyawa monoterpen pada minyak atsiri sebagai antibakteri alami. *Jurnal Farmasi Galenika*, 6(2), 98–108.
- Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., & De Feo, V. (2020). Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*, 13(4), 86. <https://doi.org/10.3390/ph13040086>
- Pratiwi, D., & Utami, R. (2018). Komponen metabolit sekunder minyak atsiri serai wangi (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle) dan potensinya sebagai antibakteri. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(2), 175–183.
- Rafi, M., Lestari, P., & Handayani, S. (2023). Steam-water distillation as an effective method for citronella essential oil extraction and quality evaluation. *Indonesian Journal of Chemistry*, 23(4), 1024–1034.
- Sefriyanti, S., Yuliani, R., & Sari, D. (2020). Chemical composition and antibacterial activity of citronella essential oil (*Cymbopogon nardus* (L.) Rendle). *Biodiversitas*, 21(11), 5328–5335.
- Utami, R., & Ardiyanti, D. (2019). Pengaruh konsentrasi minyak atsiri terhadap aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 9(2), 89–96.
- Verma, R. S., Verma, S. K., Tandon, S., Padalia, R. C., & Darokar, M. P. (2020). Chemical composition and antimicrobial activity of Java citronella (*Cymbopogon winterianus*) essential oil extracted by different methods. *Journal of Essential Oil Research*, 32(5), 449–455. <https://doi.org/10.1080/10412905.2020.1787885>
- Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., & Szumny, A. (2019). Essential oils as antimicrobial agents—Myth or real alternative? *Molecules*, 24(11), 2130. <https://doi.org/10.3390/molecules24112130>
- Yang, X., Ran, L., Xu, Y., & Wang, J. (2021). Antibacterial mechanisms of essential oils and their applications in food preservation: A review. *Food Control*, 123, 107856. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107856>