

Solvent-Free Microwave Extraction: Analisis Fitokimia Minyak Atsiri Daun Ruku-Ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) dan Aktivitas Antibakteri terhadap *Escherichia coli*

Solvent-Free Microwave Extraction: Phytochemical Analysis of *Ocimum tenuiflorum*, L. Essential Oil and Antibacterial Activity against *Escherichia coli*

Yuni Susanti^{1*}, Ayu Qurota A'yun¹, Achmad Qodim Syafaatullah², Melinda Aprilia¹, Dwi Danang Armadani¹

¹Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, Jember, 68121, Indonesia

²Departemen Teknik Kimia Mineral, Politeknik ATI Makassar, Jl. Sunu No. 220, Makassar, 90211, Indonesia

*Email: yunisusanti@unmuhjember.ac.id

Article history:

Diterima : 8 Mei 2025
Direvisi : 1 Juli 2025
Disetujui : 4 Juli 2025
Mulai online : 27 September 2025

E-ISSN: 2337-4888

How to cite:

Yuni Susanti, Ayu Qurota A'yun, Achmad Qodim Syafaatullah, Melinda Aprilia, Dwi Danang Armadani. (2025). *Solvent-Free Microwave Extraction: Analisis Fitokimia Minyak Atsiri Daun Ruku-Ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) dan Aktivitas Antibakteri terhadap *Escherichia coli**. Jurnal Teknik Kimia USU, 14(2), 10-18.

ABSTRAK

Ocimum tenuiflorum, L. adalah salah satu tanaman aromatik yang tumbuh di area kosong atau terbengkalai. Ekstraksi minyak atsiri *O. tenuiflorum* masih menggunakan metode konvensional seperti maserasi dan hidrodistilasi. Variasi genetik, fenologi tanaman, kondisi geografis, dan teknik ekstraksi memengaruhi hasil dan variabilitas komposisi fitokimia minyak atsiri. Di sini, kami melaporkan ekstraksi minyak atsiri dari *Ocimum tenuiflorum* hijau dan ungu menggunakan ekstraksi *solvent-free microwave extraction*. Perhitungan rendemen yang diperoleh dari minyak atsiri *O. tenuiflorum* ungu dan hijau masing-masing adalah 2,25 dan 2,17%. Data GCMS menunjukkan bahwa senyawa fitokimia pada minyak atsiri daun *Ocimum tenuiflorum* ungu dan hijau didominasi oleh golongan sesquiterpena dan fenilpropena. Pada minyak atsiri daun *Ocimum tenuiflorum* komponen senyawa fitokimia utama adalah *methyl eugenol*, β -Caryophyllene, dan *Germacrene-D*. Aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa minyak atsiri *O. tenuiflorum* ungu memiliki efek daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* yang lebih baik dibandingkan dengan yang berwarna hijau.

Kata kunci: *Ocimum tenuiflorum*, L., fitokimia, aktivitas antibakteri

ABSTRACT

Holy basil (Ocimum tenuiflorum, L.) is one of the aromatic herbs that grows in empty or abandoned areas. Previous studies used conventional methods, including maceration and hydrodistillation, to extract Ocimum tenuiflorum, L. Genetic variation, plant phenology, geographical conditions, and extraction techniques affect the yield and variability of essential oil phytochemical composition. Here in, we report essential oil extraction of Ocimum tenuiflorum green and purple using solvent-free microwave extraction. The yield calculation obtained from purple and green O. tenuiflorum essential oils was 2.25 and 2.17%, respectively. GCMS data shows that the phytochemical compounds in Ocimum tenuiflorum essential oils, purple and green leaves, are dominated by sesquiterpene and phenylpropene groups. In the essential oil of purple Ocimum tenuiflorum leaves, the major phytochemical compound components are methyl eugenol, β -Caryophyllene, and Germacrene-D. Antibacterial activity showed that Ocimum tenuiflorum purple essential oils a more preeminent effect against Escherichia coli than green.

Keyword: *Ocimum tenuiflorum*, L., phytochemical, antibacterial activity



This work is licensed under a Creative Commons
Attribution-ShareAlike 4.0 International.
<https://doi.org/10.32734/jtk.v14i2.20768>

1. Pendahuluan

Ocimum tenuiflorum, L. memiliki sinonim dengan nama latin *Ocimum sanctum*, L. merupakan salah satu tanaman herbal aromatik yang berasal dari famili *Lamiaceae*. Tanaman ini merupakan tanaman yang berasal dari India dan sebagian besar tersebar di wilayah Asia, Australia, Afrika Barat dan juga di beberapa negara Arab [1]. Tanaman ini memiliki bentuk morfologi yang hampir mirip dengan tanaman kemangi (*Ocimum basilicum*, L.) yaitu memiliki kromosom $2n=32$, tinggi 30-60 cm, tipe daun tunggal berbentuk elips-lancip, dan tepi daun bergerigi. Baik permukaan adaksial maupun abaksial berbulu dan dihiasi dengan kelenjar kecil dan tangkai daun berbulu ramping [2]. Spesies *Ocimum tenuiflorum*, L. memiliki dua morfotipe, yaitu jenis daun berwarna hijau dengan sebutan Rama Tulsi dan daun yang berwarna ungu dengan sebutan Krishna Tulsi (Gambar 1).

Ocimum tenuiflorum, L. dikenal dengan tanaman ruku-ruku, biasa tumbuh liar di lahan-lahan kosong atau di area-area terlantar. Tanaman ini disebut juga dengan tanaman lampes di Banyuwangi. Tanaman ini masih belum dimanfaatkan dengan baik karena hanya dianggap tanaman liar oleh masyarakat sekitar. Tanaman ruku-ruku di beberapa negara lain telah digunakan sebagai obat tradisional untuk mengobati sakit kepala, sakit perut, sakit flu, beberapa kasus keracunan, dan malaria [3]. Secara tradisional tanaman ini dimanfaatkan sebagai teh herbal baik dalam bentuk kering maupun segar. Daun dari tanaman ruku-ruku beraroma sedikit berbeda dengan daun kemangi karena perbedaan kandungan minyak atsirinya. Beberapa studi menjelaskan penelitian kandungan minyak atsiri daun ruku-ruku memiliki potensi efek terapi terhadap kesehatan. Saat ini minyak atsiri menjadi alternatif alami untuk menggantikan antioksidan, antifungi dan antibakteri sintetis yang dapat memicu penyakit kanker dan kerusakan hati [4].

Beberapa penelitian tentang minyak atsiri tanaman ruku-ruku menunjukkan senyawa fitokimia yang paling dominan adalah *eugenol*, *caryophyllene*, *camphor*, *estragole*, dan β -*elemen* [5], [6]. Minyak atsiri tersebut memiliki fungsi sebagai insektisida, [7], antifungi [8], antioksidan [9], antimikroba [10], antikanker [11], antiinflamasi, antidiabetes [12] dan larvasida [13]. Metode ekstraksi minyak atsiri yang digunakan pada penelitian-penelitian tersebut masih menggunakan metode konvensional antara lain ekstraksi dengan pelarut aseton, etanol, metanol dan hidrodistilasi [6], [14].

Ekstraksi minyak atsiri dengan metode konvensional memiliki beberapa kelemahan antara lain rendemen yang dihasilkan lebih kecil, memerlukan waktu dan biaya yang besar. Metode ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro dan tanpa menggunakan pelarut atau disebut dengan *Solvent-free Microwave Extraction* (SFME) merupakan metode yang lebih modern dengan beberapa kelebihan diantaranya memiliki laju dan waktu ekstraksi yang lebih cepat, biaya lebih murah karena mengurangi penggunaan pelarut organik, rendemen, dan juga kemurnian ekstrak yang lebih tinggi. Sehingga metode ini dapat dikategorikan sebagai *green technology* karena dapat mengurangi kebutuhan energi per ml dari ekstraksi minyak atsiri [15], [16]. Penelitian terdahulu yang menggunakan metode SFME antara lain penelitian Manouchehri *et al.*, (2018) yang berhasil mengekstraksi minyak atsiri bunga mawar. Pada penelitian tersebut diperoleh rendemen minyak atsiri bunga mawar dengan metode SFME lebih besar dibandingkan menggunakan metode hidrodistilasi [17]. Penelitian yang dilakukan oleh Kusuma *et al.*, (2016) juga melaporkan bahwa minyak atsiri nilam yang diekstraksi dengan SFME memiliki rendemen yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode *microwave* hidrodistilasi [18]. Selain itu, adanya variasi genetik, fenologi tumbuhan, kondisi geografis [19], faktor iklim [20], suhu, curah hujan, jenis bahan (segar atau kering), metode pemanenan dan teknik ekstraksi mempengaruhi rendemen dan variabilitas komposisi fitokimia minyak atsiri [21], [22].

Saat ini, penelitian tentang antibakteri menjadi sangat penting seiring meningkatnya resistensi bakteri terhadap antibiotik. *Escherichia coli* merupakan bakteri gram negatif yang banyak ditemukan di saluran pencernaan manusia dan hewan lainnya. Penyebaran *E.coli* dapat melalui pemasakan daging hewan yang kurang matang, air yang terkontaminasi, atau susu yang belum dipasteurisasi dengan baik. Strain *E.coli* yang bersifat patogen dapat menyebabkan diare dan kram perut yang dapat mengakibatkan kematian jika tidak segera mendapatkan penanganan yang tepat. Maka dari itu menjadi hal yang penting untuk menghentikan pertumbuhan bakteri *E.coli* dengan antibakteri yang tepat dan memiliki efek samping yang minimal [23], [24].

Dari uraian di atas, belum ada laporan sebelumnya tentang minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) yang diisolasi dengan metode SFME. Oleh karena itu, urgensi penelitian ini berupaya untuk membandingkan komponen fitokimia minyak atsiri daun ruku-ruku berwarna hijau dan ungu dengan metode SFME dan uji aktivitas bakteri terhadap *Escherichia coli*. Hasil analisis fitokimia dari penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan dan diuji potensi bioaktivitasnya, serta diaplikasikan lebih lanjut untuk fitofarmaka berbasis sumber daya lokal.

2. Metode

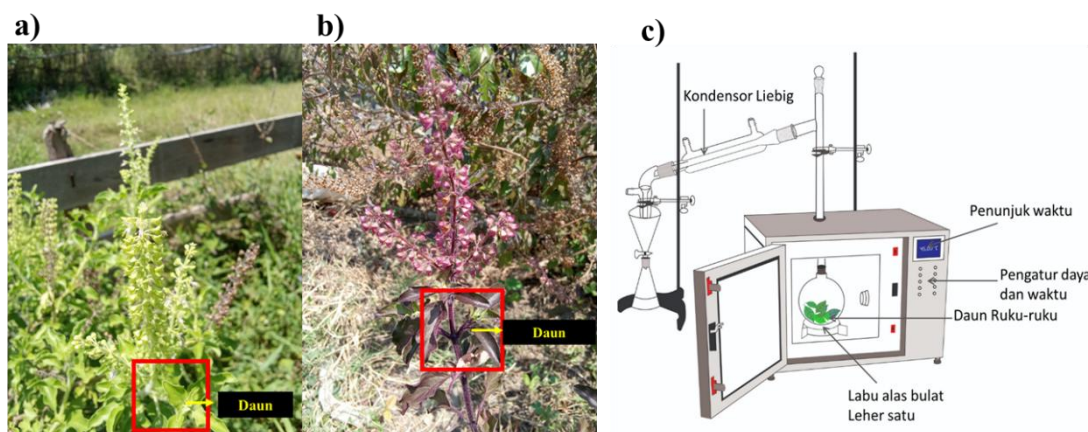
Bahan Baku Tanaman

Daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) dikumpulkan dari Desa Sarimulyo, Kecamatan Cluring, Kabupaten Banyuwangi (8.2192° S, 114.3692° E), Indonesia. Daun ruku-ruku telah diidentifikasi taksonominya oleh UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu. Daun yang diekstraksi berupa daun segar dan berwarna ungu (Krishna Tulsi) dan hijau (Rama Tulsi).

Proses Ekstraksi

Sebanyak 250 g daun ruku-ruku segar dihaluskan dengan cara diblender. Proses ekstraksi dilakukan dengan metode SFME menggunakan serangkaian alat *microwave* (Electrolux EMM20M38GW) (Gambar 1) selama 3 jam dengan daya 700 watt. Minyak atsiri yang diperoleh, dipisahkan dari fase airnya dan dikeringkan menggunakan Na_2SO_4 anhidrat (MERCK). Natrium sulfat (Na_2SO_4) anhidrat sebanyak 0,04 g ditambahkan ke dalam minyak atsiri, diaduk hingga merata dan didiamkan beberapa menit agar sisa-sisa air terserap secara maksimal oleh natrium sulfat. Selanjutnya, minyak atsiri disaring untuk memisahkan natrium sulfat. Kemudian minyak atsiri ditimbang untuk dihitung rendemennya menggunakan persamaan (1) [25]. Minyak atsiri lalu disimpan untuk dianalisis lebih lanjut.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{berat minyak atsiri yang diperoleh (g)}}{\text{berat bahan baku tanaman (g)} \times (1 - \text{kadar air (\%)})} \times 100 \quad (1)$$



Gambar 1. Daun ruku-ruku (a) hijau (Rama Tulsi), b) ungu (Krishna Tulsi), (c) Alat SFME [25]

Analisis Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GCMS)

Analisis GCMS dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa fitokimia pada minyak atsiri daun ruku-ruku. Analisis GCMS dilakukan di Laboratorium Terpadu UII menggunakan alat GCMS (Shimadzu QP 2020 NX). Hasil identifikasi senyawa fitokimia yang terkandung dalam minyak atsiri dibandingkan dengan spektrum *database* GCMS dari *WILEY 7 Library* [26].

Uji Aktivitas Antibakteri

Minyak atsiri daun ruku-ruku diuji aktivitas antibakteri melawan bakteri *Gram-Negative* (*Eschericia coli*) menggunakan metode sumuran [27]. Media yang digunakan adalah Nutrient Agar (NA). Sebuah kapas dicelupkan ke dalam suspensi mikroba dan digoreskan ke permukaan media NA yang telah dituang di cawan petri. Dua puluh mikroliter minyak atsiri diteteskan ke dalam sumuran yang sudah dibuat dan memiliki kedalaman sekitar 6-8 mm. Kloramfenikol digunakan sebagai kontrol positif. Media agar tersebut lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Efektivitas aktivitas antibakteri minyak atsiri daun ruku-ruku ditentukan berdasarkan zona bening di sekitar sumuran yang diukur dalam satuan mm. Pengujian ini dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

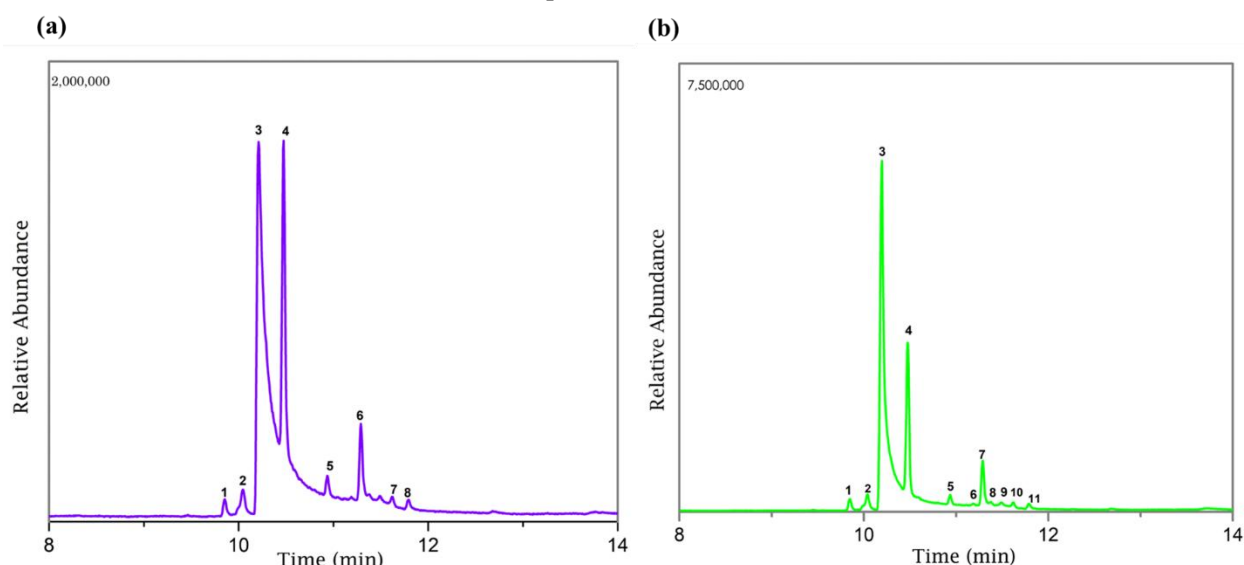
3. Hasil

Analisis GCMS dan Identifikasi Senyawa Fitokimia

Minyak atsiri yang berhasil diekstrak memiliki warna kuning untuk daun ruku-ruku ungu. Sedangkan warna minyak atsiri daun ruku-ruku hijau lebih berwarna kuning-orange. Hasil perhitungan rendemen minyak atsiri daun ruku-ruku ungu dan hijau berturut-turut sebanyak 2,25% dan 2,17%. Rendemen yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup besar dibandingkan rendemen dari beberapa penelitian terdahulu. Penelitian yang dilakukan Yamani *et al.*, (2016) dengan metode distilasi uap menghasilkan rendemen minyak atsiri sebesar 0,57% [10]. Penelitian lain melaporkan rendemen minyak atsiri daun ruku-ruku ungu dan hijau yang diekstrak menggunakan metode hidrodistilasi adalah 0,31% dan 1,86% [6]. Pada penelitian yang dilakukan Sneha *et al.*, (2022) dengan metode ekstraksi menggunakan bantuan ultrasonifikasi, diperoleh rendemen minyak atsiri daun ruku-ruku sebesar 2,11% [13].

Rendemen yang berbeda pada penelitian ini dapat dipengaruhi oleh metode ekstraksi SFME maupun letak geografis tanaman. Pada metode SFME, perpindahan panas dan massa sebagian besar terjadi dari dalam bahan ke luar bahan dan sebagian kecil terjadi dari luar bahan ke dalam. Sehingga hal ini mungkin dapat menjelaskan rendemen minyak atsiri yang diperoleh menjadi lebih besar. Hal tersebut didukung juga dengan penelitian sebelumnya yang membandingkan metode SFME dengan metode lain bahwa hasil ekstraksi menggunakan SFME memiliki hasil rendemen yang lebih tinggi [17], [18], [28]. Perbedaan letak geografis berkaitan dengan ketinggian tempat, penyinaran matahari, suhu, dan kandungan nutrisi tanah dapat memberikan kondisi pertumbuhan yang berbeda bagi suatu tanaman. Semakin optimal pertumbuhan suatu tanaman, dapat menghasilkan lebih banyak rendemen minyak atsiri [29].

Minyak atsiri daun ruku-ruku hijau dan ungu yang dihasilkan, selanjutnya dilakukan analisis senyawa fitokimia menggunakan GCMS. Data GCMS minyak atsiri daun ruku-ruku berwarna ungu menunjukkan ada 8 puncak yang mengindikasikan keberadaan senyawa fitokimia (Gambar 2 a). Sedangkan pada daun ruku-ruku berwarna hijau terdapat 11 puncak senyawa fitokimia (Gambar 2 b). Identifikasi senyawa fitokimia berdasarkan waktu retensi dan luas area diberikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.



Gambar 2 . Kromatogram GCMS minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) (a) Ungu, (b) Hijau

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 senyawa fitokimia yang terkandung dalam minyak atsiri daun ruku-ruku ungu dan hijau didominasi oleh dua golongan yaitu golongan *sesquiterpene* dan *phenylpropene*. Kedua minyak atsiri yang dihasilkan oleh daun tersebut memiliki kandungan fitokimia yang hampir sama antara lain *α-Copaene*, *β-Elemene*, *Methyl eugenol*, *β-Caryophyllene*, *α-Humulene*, *Germacrene-D*, *Helminthogermacrene*, dan *δ-Cadinene*. Beberapa senyawa fitokimia yang terdapat pada minyak atsiri daun ruku-ruku hijau tetapi tidak terdapat pada minyak atsiri daun ruku-ruku ungu antara lain *α-Selinene*, *γ-Gurjunene*, dan *α-Guaiene*. Pada minyak atsiri daun ruku-ruku ungu komponen senyawa fitokimia mayor adalah *Methyl eugenol* 63.29%, *β-Caryophyllene* 26.88%, dan *Germacrene-D* 4.39%. Begitu pula dalam kandungan minyak atsiri daun ruku-ruku hijau juga mengandung ketiga komponen *Methyl eugenol* 65.99%, *β-Caryophyllene* 22.15%, dan *Germacrene-D* 4.9%. Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan senyawa

fitokimia pada varietas yang berbeda meskipun sama-sama berasal dari spesies yang sama. Bentuk struktur molekul dari senyawa tersebut diberikan pada Gambar 3.

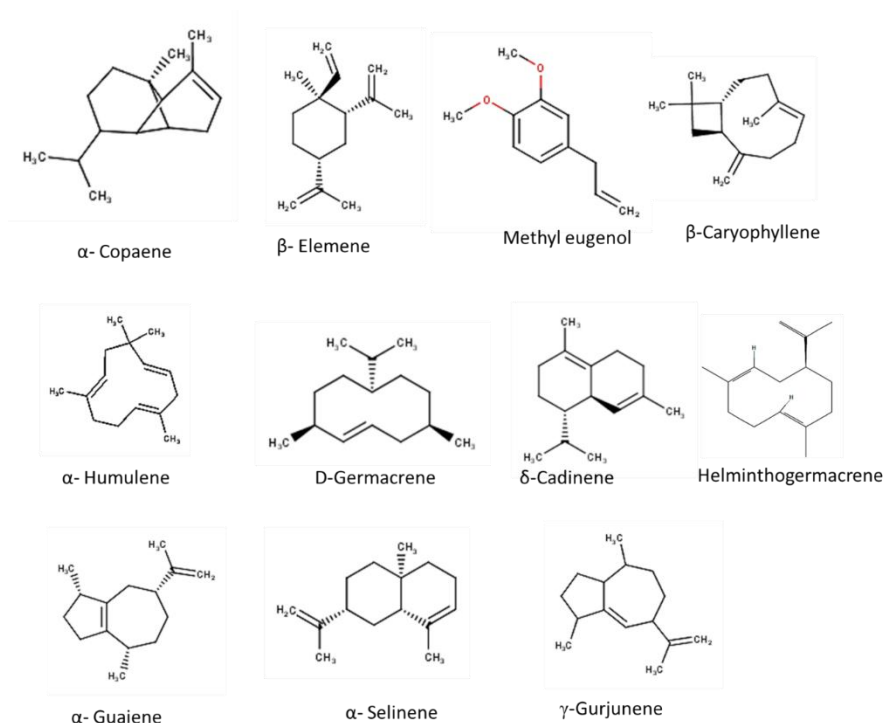
Tabel 1. Komposisi senyawa fitokimia daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) ungu

Peak	R.Time	Senyawa	Rumus Molekul	Golongan Senyawa	%Peak area
1	9.854	α -Copaene	C ₁₅ H ₂₄	tricyclic Sesquiterpene	1.08
2	10.045	β -Elemene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	2.28
3	10.211	Methyl eugenol	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	phenylpropene	63.29
4	10.474	β -Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	bicyclic sesquiterpene	26.88
5	10.936	α -Humulene	C ₁₅ H ₂₄	monocyclic sesquiterpene	1.16
6	11.29	Germacrene-D	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	4.39
7	11.621	Helminthogermacrene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.4
8	11.792	δ -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.52

Tabel 2. Komposisi senyawa fitokimia daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) hijau

Peak	R.Time	Senyawa	Rumus Molekul	Golongan Senyawa	%Peak area
1	9.848	α -Copaene	C ₁₅ H ₂₄	tricyclic Sesquiterpene	1.36
2	10.04	β -Elemene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	2.64
3	10.194	Methyl eugenol	C ₁₁ H ₁₄ O ₂	phenylpropene	65.99
4	10.476	β -Caryophyllene	C ₁₅ H ₂₄	bicyclic sesquiterpene	22.15
5	10.936	α -Humulene	C ₁₅ H ₂₄	monocyclic sesquiterpene	0.96
6	11.185	γ -Gurjunene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.1
7	11.289	Germacrene-D	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	4.9
8	11.38	α -Guaiane	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.4
9	11.491	α -Selinene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.48
10	11.619	Helminthogermacrene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.48
11	11.789	δ -Cadinene	C ₁₅ H ₂₄	sesquiterpene	0.55

Minyak atsiri dari *O. tenuiflorum* dari berbagai penelitian yang telah dilaporkan mengandung *eugenol* dalam jumlah tinggi (27-83%) atau *methyl eugenol* (3-24%) dan sesquiterpena seperti *caryophyllene* [13]. Pada penelitian ini kandungan minyak atsiri *O. tenuiflorum* baik warna ungu maupun hijau memiliki kandungan *methyl eugenol* yang tinggi (63.29 dan 65.99%). Terdapat perbedaan variasi komposisi maupun variasi kuantitatif senyawa fitokimia minyak atsiri *O. tenuiflorum* yang ditanaman pada di wilayah geografis lain. Raina *et al.*, melaporkan *Ocimum tenuiflorum* hijau dan ungu ditemukan mengandung *eugenol* (75,5 dan 33,8%), β -elemene (9,9 dan 15,7%) dan β -caryophyllene (9,6 dan 21,3%) sebagai senyawa utama [14]. Hal yang serupa dilaporkan oleh Bhavya *et al.*, (2018) bahwa kandungan utama dalam minyak atsiri *O. tenuiflorum* adalah *Eugenol* (50,39%) dan β -caryophyllene (20,27%) [7]. Produksi minyak atsiri yang merupakan hasil dari metabolit sekunder berhubungan dekat dengan kondisi lingkungan, kondisi geografis, habitat, dan iklim [30]. Selain itu juga teknik ekstraksi dapat mempengaruhi baik rendemen maupun kandungan fitokimia dari minyak atsiri [32], [34]. Beberapa kandungan fitokimia minyak atsiri daun ruku-ruku mengandung beberapa senyawa bioaktif yang dapat berfungsi sebagai antibakteri, antijamur, antiinflamasi, antioksidan dan lain-lain.



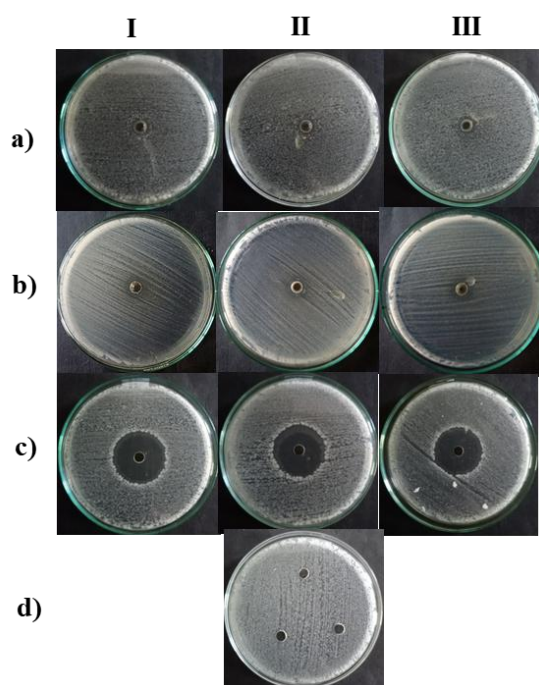
Gambar 3. Struktur senyawa fitokimia yang terkandung dalam minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L).

Uji Antibakteri

Hasil uji potensi antibakteri minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) ungu dan hijau terhadap bakteri Gram-negatif *E. coli* diberikan pada Gambar 4. Hasil potensi antibakteri tersebut menunjukkan minyak atsiri daun ruku-ruku ungu dan hijau memiliki kemampuan menghambat bakteri *E. coli*, dengan daya hambat berturut-turut sebesar 3,42 mm dan 2,87 mm (Tabel 3). Berdasarkan data tersebut menunjukkan bahwa minyak atsiri daun ruku-ruku ungu lebih baik dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* dibandingkan daun ruku-ruku hijau. Hal tersebut dimungkinkan terkait dengan keberadaan β -Caryophyllene dalam kandungan minyak atsiri daun ruku-ruku ungu yang lebih besar dibandingkan dengan minyak atsiri daun ruku-ruku hijau. Menurut Dahham *et al.*, senyawa β -Caryophyllene ini berperan aktif sebagai antibakteri terhadap bakteri Gram negatif maupun Gram positif [34], [35]. Beberapa senyawa fitokimia lain yang terkandung dalam minyak atsiri daun ruku-ruku dan bersifat sebagai antibakteri antara lain α -Copaene, β -Elemene, dan Germacrene-D [36].

Hasil uji aktivitas antibakteri minyak atsiri menunjukkan daya hambat yang masih belum terlalu kuat. Pada penelitian Yamani *et al.*, (2016) variasi konsentrasi minyak atsiri mempengaruhi grafik pertumbuhan bakteri [10]. Selain itu beberapa peneliti melaporkan bahwa bakteri Gram-positif adalah lebih sensitif terhadap minyak atsiri secara umum daripada Bakteri Gram-negatif [37]. Penelitian lanjutan sedang dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri minyak atsiri daun ruku-ruku terhadap berbagai strain mikroba patogen dengan konsentrasi yang berbeda-beda

Rendahnya hasil pengujian aktivitas antibakteri juga dapat dimungkinkan oleh penggunaan metode uji yang kurang tepat. Metode difusi agar menggunakan sumuran yang dilakukan dalam penelitian ini memiliki kelebihan yaitu hanya membutuhkan jumlah minyak atsiri yang sedikit dan mudah diterapkan. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan yaitu pertama, minyak atsiri terdiri dari senyawa yang mudah menguap yang cenderung menguap dari sumuran selama inkubasi waktu. Selain itu, karena kelarutan minyak atsiri yang rendah dalam agar, senyawa yang mudah menguap mungkin tidak dapat berdifusi dengan baik [10]. Maka dari itu, hasil penelitian awal terkait aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh minyak atsiri daun ruku-ruku dapat menjadi dasar penelitian lanjutan tentang uji aktivitas antibakteri menggunakan metode dilusi sehingga bisa ditentukan Kadar Hambat Minimum (KHM) dan Kadar Bunuh Minimum (KBM).



Gambar 4. Hasil aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, a) Minyak atsiri daun ruku-ruku ungu, b) Minyak atsiri daun ruku-ruku hijau, c) Kontrol positif *Cloramphenicol*, d) Kontrol negatif Aquades

Tabel 3. Hasil perhitungan daya hambat pada *E. coli*

Sampel	Data Ulangan (mm)			Rerata (mm)
	I	II	III	
Daun Ungu	3,15	3,60	3,50	3,42±0,23
Daun Hijau	2,40	3,05	3,15	2,87±0,41
K +, <i>Cloramphenicol</i>	25,05	23,50	25,25	24,60±0,96
K-, aquades	0	0	0	0

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini menunjukkan adanya variasi komposisi dan kuantitas senyawa fitokimia yang terkandung dalam minyak atsiri daun ruku-ruku (*Ocimum tenuiflorum*, L.) ungu dan hijau. Adanya perbedaan varietas dapat mempengaruhi rendemen maupun komposisi fitokimia minyak atsiri. Pada penelitian ini memberikan rendemen minyak atsiri yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang pernah dilaporkan sebelumnya, yaitu rendemen minyak atsiri (*Ocimum tenuiflorum*, L.) ungu dan hijau berturut-turut sebesar 2,25 dan 2,17%. Pada penelitian ini juga memberikan hasil kandungan *methyl eugenol* yang lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya, yaitu sebesar 63,29 dan 65,99%. Aktivitas antibakteri daun ruku-ruku ungu lebih besar dibandingkan hijau. Studi lebih lanjut perlu dilakukan untuk menguji bioaktivitas lain seperti antijamur, antiinflamasi, toksisitas dan lainnya untuk mengeksplorasi manfaat dan efek farmakologi.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Jember yang telah memberikan pendanaan pada penelitian ini melalui hibah internal skema Penelitian Riset Pemula.

6. Konflik Kepentingan

Semua penulis tidak memiliki konflik kepentingan (*conflict of interest*) pada publikasi artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] P. L. Saran, V. Tripathy, A. Saha, K. A. Kalariya, M. K. Suthar, and J. Kumar, "Selection of superior *Ocimum sanctum* L. accessions for industrial application," *Ind. Crops Prod.*, vol. 108, no. July, pp. 700–707, 2017.
- [2] D. Singh and P. K. Chaudhuri, "A review on phytochemical and pharmacological properties of Holy

- basil (*Ocimum sanctum* L.),” *Ind. Crops Prod.*, vol. 118, no. November 2017, pp. 367–382, 2018.
- [3] T. P. C. Ezeorba, I. F. Chukwuma, R. O. Asomadu, W. F. C. Ezeorba, and N. O. Uchendu, “Health and therapeutic potentials of *Ocimum* essential oils: a review on isolation, phytochemistry, biological activities, and future directions,” *J. Essent. Oil Res.*, vol. 36, no. 3, pp. 271–290, 2024.
- [4] N. Khodaei, M. M. Nguyen, A. Mdimagh, S. Bayen, and S. Karboune, “Compositional diversity and antioxidant properties of essential oils: Predictive models,” *Lwt*, vol. 138, no. July 2020, 2021.
- [5] T. Suanarunsawat, G. Anantasomboon, and C. Piewbang, “Anti-diabetic and anti-oxidative activity of fixed oil extracted from *Ocimum sanctum* L. leaves in diabetic rats,” *Exp. Ther. Med.*, vol. 11, no. 3, pp. 832–840, 2016.
- [6] V. S. Rana and M. A. Blazquez, “Essential Oil Composition of the Aerial Parts of Five *Ocimum* species from Western India,” *J. Essent. Oil-Bearing Plants*, vol. 18, no. 5, pp. 1234–1241, 2015.
- [7] M. L. Bhavya, A. G. S. Chandu, and S. S. Devi, “*Ocimum tenuiflorum* oil, a potential insecticide against rice weevil with anti-acetylcholinesterase activity,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 126, no. August, pp. 434–439, 2018.
- [8] A. Piras *et al.*, “*Ocimum tenuiflorum* L. and *Ocimum basilicum* L., two spices of Lamiaceae family with bioactive essential oils,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 113, no. January, pp. 89–97, 2018.
- [9] A. Chaudhary, S. Sharma, A. Mittal, S. Gupta, and A. Dua, “Phytochemical and antioxidant profiling of *Ocimum sanctum*,” *J. Food Sci. Technol.*, vol. 57, no. 10, pp. 3852–3863, 2020.
- [10] H. A. Yamani, E. C. Pang, N. Mantri, and M. A. Deighton, “Antimicrobial activity of Tulsi (*Ocimum tenuiflorum*) essential oil and their major constituents against three species of bacteria,” *Front. Microbiol.*, vol. 7, no. MAY, pp. 1–10, 2016.
- [11] S. N. Lam, G. D. Neda, and M. S. Rabeta, “The anticancer effect of *ocimum tenuiflorum* leaves,” *Food Res.*, vol. 2, no. 2, pp. 154–162, 2018.
- [12] A. R. U. N. D. E. V. S. Sharma, I. N. K. Aur, S. O. A. Ngish, A. L. T. Hakur, S. A. S. Ania, and A. M. S. Ingh, “Comparative phytochemistry, antioxidant, antidiabetic, and anti-inflammatory activities of traditionally used *Ocimum basilicum* L. *Ocimum gratissimum* L., and *Ocimum tenuiflorum* L.,” vol. 103, no. 2, pp. 131–142, 2022.
- [13] K. Sneha *et al.*, “Antimicrobial and Larvicidal Activities of Different *Ocimum* Essential Oils Extracted by Ultrasound-Assisted Hydrodistillation,” *Molecules*, vol. 27, no. 5, pp. 1–9, 2022.
- [14] A. P. Raina, A. Kumar, and M. Dutta, “Chemical characterization of aroma compounds in essential oil isolated from ‘Holy Basil’ (*Ocimum tenuiflorum* L.) grown in India,” *Genet. Resour. Crop Evol.*, vol. 60, no. 5, pp. 1727–1735, 2013.
- [15] N. Khajehie, M. T. Golmakani, M. Eblaghi, and M. H. Eskandari, “Evaluating the effects of microwave-assisted hydrodistillation on antifungal and radical scavenging activities of *Oliveria decumbens* and *Chaerophyllum macropodium* essential oils,” *J. Food Prot.*, vol. 80, no. 5, pp. 783–791, 2017.
- [16] Y. Variyana and Y. Susanti, “Optimasi Ekstraksi dari *capsicum frutescens* L dengan Microwave-Assisted Soxhlet Extraction (MASE) Menggunakan Response Surface Methodology (RSM),” *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.)*, vol. 5, no. 2, p. 131, 2022.
- [17] R. Manouchehri, M. J. Saharkhiz, A. Karami, and M. Niakousari, “Extraction of essential oils from damask rose using green and conventional techniques: Microwave and ohmic assisted hydrodistillation versus hydrodistillation,” *Sustain. Chem. Pharm.*, vol. 8, no. November 2017, pp. 76–81, 2018.
- [18] H. S. Kusuma and M. Mahfud, “Preliminary study: Kinetics of oil extraction from basil (*Ocimum basilicum*) by microwave-assisted hydrodistillation and solvent-free microwave extraction,” *South African J. Chem. Eng.*, vol. 21, pp. 49–53, 2016.
- [19] B. L. Sampaio, R. Edrada-Ebel, and F. B. Da Costa, “Effect of the environment on the secondary metabolic profile of *Tithonia diversifolia*: A model for environmental metabolomics of plants,” *Sci. Rep.*, vol. 6, no. June, pp. 1–11, 2016.
- [20] L. Yang *et al.*, “Seasonal dynamics of metabolites in needles of *Taxus wallichiana* var. *mairei*,” *Molecules*, vol. 21, no. 10, 2016.
- [21] M. D’Auria, M. Mecca, and Maria Roberta Bruno and Luigi Todaro, “Extraction Methods and Their Influence on Yield When Extracting Thermo-Vacuum-Modified Chestnut Wood,” *Forests*, vol. 73, no. 12, pp. 1–13, 2021.
- [22] E. Gil-Martín, T. Forbes-Hernández, A. Romero, D. Cianciosi, F. Giampieri, and M. Battino, “Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products,” *Food Chem.*, vol. 378, 2022.
- [23] E. Şahin, S. J. Musevi, and A. Aslani, “Antibacterial activity against *Escherichia coli* and characterization of ZnO and ZnO–Al₂O₃ mixed oxide nanoparticles,” *Arab. J. Chem.*, vol. 10, pp. S230–

S235, 2017.

- [24] M. Galgano *et al.*, “Antimicrobial activity of essential oils evaluated in vitro against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*,” *Antibiotics*, vol. 11, no. 7, pp. 1–13, 2022.
- [25] Y. Susanti and Q. A. A’yun, “Phytochemical, antioxidant, and antibacterial activity of essential oil *hyptis capitata* using solvent-free microwave extraction,” vol. 8, no. 4, pp. 450–460, 2024.
- [26] S. V. Mini and L. S. Nair, “Larvicidal efficacy of *Hyptis capitata* Jacq. Against *Culex quinquefasciatus* mosquito (Culicidae),” *Int. J. Mosq. Res.*, vol. 8, no. 4, pp. 42–46, 2021.
- [27] M. L. Hossain, L. Y. Lim, K. Hammer, D. Hettiarachchi, and C. Locher, “A review of commonly used methodologies for assessing the antibacterial activity of honey and honey products,” *Antibiotics*, vol. 11, no. 7, 2022.
- [28] H. S. Kusuma, D. K. Y. Putri, I. Triesty, and M. Mahfud, “Comparison of microwave hydrodistillation and solvent-free microwave extraction for extraction of agarwood oil,” *Chiang Mai J. Sci.*, vol. 46, no. 4, pp. 741–755, 2019.
- [29] S. Mehalaine and H. Chenchouni, “Quantifying how climatic factors influence essential oil yield in wild-growing plants,” *Arab. J. Geosci.*, vol. 14, no. 13, 2021.
- [30] G. J. Fan, V. U. Ndolo, M. Katundu, R. B. Kerr, S. Arntfield, and T. Beta, “Comparison of phytochemicals and antioxidant file:///C:/Users/LENOVO/Downloads/mohammadhosseini2014 perbedaan metode MAHD SFME.pdf Capacity in Three Bean Varieties Grown in Central Malawi,” *Plant Foods Hum. Nutr. perbedaan Metod. MAHD SFME.pdf*, vol. 71, no. 2, pp. 204–210, 2016.
- [31] M. Mohammadhosseini, “Chemical composition of the essential oils and volatile fractions from flowers, stems and roots of *Salvia multicaulis* Vahl. by Using MAHD, SFME and HS-SPME Methods,” *J. Essent. Oil-Bearing Plants*, vol. 18, no. 6, pp. 1360–1371, 2015.
- [32] M. Mohammadhosseini and M. Nekoei, “Chemical compositions of the essential oils and volatile compounds from the aerial parts of *ferula ovina* using hydrodistillation, MAHD, SFME and HS-SPME Methods,” *J. Essent. Oil-Bearing Plants*, vol. 17, no. 5, pp. 747–757, 2014.
- [33] S. Mohanty *et al.*, “Variation in yield, chemical composition and biological activities of essential oil of three curcuma species: A Comparative Evaluation of Hydrodistillation and Solvent-Free Microwave Extraction Methods,” *Molecules*, vol. 28, no. 11, 2023.
- [34] S. S. Dahham *et al.*, “The anticancer, antioxidant and antimicrobial properties of the sesquiterpene β -caryophyllene from the essential oil of *Aquilaria crassna*,” *Molecules*, vol. 20, no. 7, pp. 11808–11829, 2015.
- [35] E. L. Santos *et al.*, “Phytochemical characterization and antibiotic potentiating effects of the essential oil of *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) and β -caryophyllene,” *South African J. Bot.*, vol. 143, pp. 1–6, 2021.
- [36] L. Boudjedjou, M. Ramdani, A. Zeraib, T. Benmeddour, and A. Fercha, “Chemical composition and biological activities of Algerian *Santolina africana* essential oil,” *Sci. African*, vol. 4, p. e00090, 2019.
- [37] V. G. Honório *et al.*, “Inhibition of *Staphylococcus aureus* cocktail using the synergies of oregano and rosemary essential oils or carvacrol and 1,8-cineole,” *Front. Microbiol.*, vol. 6, no. NOV, pp. 1–10, 2015.