

ANALISA KOMPONEN DENGAN GC-MS DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI MINYAK ATSIRI KULIT JERUK GERGA (*Citrus reticulata* Blanco) PAGARALAM DENGAN METODE DESTILASI AIR

Dewita Lutfiah Andriani¹, Agnes Rendowaty^{1*},

^{1,2}Prodi Sarjana Farmasi STIFI Bhakti Pertiwi

*Corresponding author email: arendowaty@gmail.com

ABSTRAK

Kulit jeruk gerga merupakan limbah industri yang memiliki potensi sebagai minyak atsiri. Minyak kulit jeruk (*citrus peel oil*) adalah salah satu jenis minyak atsiri yang diproduksi di Indonesia. Jeruk gerga yang tumbuh di Pagaralam merupakan salah satu komoditi pangan yang menjanjikan, salah satu jeruk jenis jeruk mandarin yang kulitnya berbau khas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komponen senyawa minyak atsiri kulit jeruk gerga dan aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. Minyak atsiri kulit jeruk gerga diperoleh dengan menggunakan metode destilasi air, kulit jeruk dirajang dan ditambahkan air kemudian didestilasi selama 2 jam. Aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar, konsentrasi minyak atsiri 50 %. Minyak yang dihasilkan sebanyak 0,102% v/b. Data komponen minyak jeruk dengan Kromatografi Gas-spektroskopi massa, diperoleh 18 puncak dengan 15 senyawa yang terdeteksi. Salah satu senyawa terdeteksi adalah D-Limonene (5,45%). Aktivitas antibakteri minyak atsiri 50 % terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* memiliki diameter daya hambat masing-masing sebesar 7,96 mm dan 7,79 mm.

Kata Kunci: minyak jeruk, gerga pagaralam, GC-MS, antibakteri.

PENDAHULUAN

Minyak esensial atau minyak atsiri adalah salah satu jenis minyak nabati yang memiliki banyak manfaat yang bahan bakunya dapat diperoleh hampir dari seluruh bagian tanaman seperti batang, kulit biji, rimpang, daun, akar, bunga, buah, dan biji. Minyak atsiri memiliki ciri utama yaitu mudah menguap dan beraroma khas yang banyak digunakan sebagai bahan dasar dari pembuatan kosmetik dan wewangian (Rusli, 2010).

Kulit jeruk masih belum banyak dibudidayakan karena sebagian besar kulitnya dibuang saja dan menjadi limbah padahal kulit buah jeruk berpotensi dijadikan minyak atsiri. Pagaralam merupakan daerah yang berada di Provinsi Sumatera Selatan yang sangat terkenal dengan daerah penghasil buah-buahan dan sayur-sayuran. Buah-buahan diantaranya adalah buah jeruk gerga. Informasi yang didapat dari Dinas Pertanian

Kota Pagaralam bahwa saat ini luas pertanian buah khususnya buah jeruk telah mencapai kurang lebih 500 hektar (Arif, 2019).

Minyak atsiri banyak digunakan sebagai aromaterapi, kosmetik, dan wewangian sebagai teknik terapeutik seperti pijat, mandi, dan inhalasi. Selain itu, minyak atsiri juga mempunyai aktivitas antibakteri, antijamur, insektisida dan penangkal (Eiska, 2021). Antibakteri merupakan zat yang mengganggu metabolisme bakteri sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan juga dapat membunuh bakteri yang sifatnya patogen. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* adalah bakteri yang sering menginfeksi tubuh manusia (Amiliah *et al.*, 2021).

Hasil uji aktivitas antibakteri minyak atsiri kulit *Citrus reticulata* Blanco terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *Escherichia coli* ATCC 25922 memiliki zona hambat yang sama yaitu 9 mm (Bhandari *et al.*, 2021). Komponen kimia

minyak atsiri dari kulit buah *Citrus reticulata* Blanco yang dihasilkan dari metode destilasi air dan diukur dengan GC-MS terdiri dari l-limonene (92,4%), γ -terpene (2,6%), dan β -phellandrene (1,8%) (Sultana *et al.*, 2012). Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisa komponen menggunakan alat GC-MS dan uji aktivitas antibakteri dari minyak atsiri dari kulit buah jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaram dengan metode destilasi air.

METODE DAN PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya timbangan analitik, blender, destilasi vakum, vial, gelas ukur (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), penangas (Miyako), cawan petri (IWAKI), autoklaf (YX-18LM), inkubator (B-one), LAF (Laminar Air Flow), pipet mikro (Dragonlab), jangka sorong (Tricle Brand), spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu), dan alat *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (Agilent).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco), aquadest, natrium sulfat anhidrat (Na_2SO_4) (Bratachem), nutrient agar (Merck), *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 25922, NaCl fisiologis, etanol destilat, kertas cakram 6 mm (Macherey Nagel), dan kloramfenikol (Formedium)

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Sampel kulit jeruk gerga diperoleh dari Desa Gunung Agung Pauh, Kelurahan Agung Lawongan, Kecamatan Dempo Utara, Kota Pagaram, Sumatera Selatan.

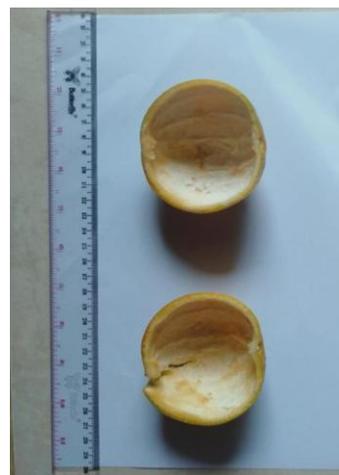
Identifikasi Tanaman Jeruk Gerga (*Citrus reticulata* Blanco)

Identifikasi tanaman jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) dilakukan di Herbarium Universitas Andalas (ANDA) Padang,

Sumatera Barat

Ekstraksi Minyak Atsiri dengan Destilasi Air.

Kulit buah jeruk dibersihkan dari albedo dan dirajang kecil-kecil kemudian diblender kasar. Kulit jeruk gerga dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kulit Jeruk Gerga Pagaram

Kulit jeruk ditimbang sebanyak 1,76 kg. Kulit buah jeruk dimasukkan dalam tabung destilasi dan tambahkan aquadest hingga sampel terendam kemudian panaskan hingga mendidih sampai uap air naik. Destilasi berlangsung pada suhu 80-100°C selama 2-3 jam. Selanjutnya, Na_2SO_4 ditambahkan dalam fase minyak kulit jeruk untuk mengurangi kadar air di dalam minyak. Na_2SO_4 dipisahkan dari fase minyak dengan cara disaring. Simpan minyak kulit jeruk di dalam botol vial tertutup rapat dan terlindung dari cahaya (Febrianti *et al.*, 2019).

Pemeriksaan Minyak Atsiri

Persen Rendemen (%)

Rendemen minyak atsiri yang diperoleh dari hasil destilasi air ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Marwati *et al.*, 2021):

$$\% \text{ Rendemen} =$$

$$\frac{\text{volume minyak atsiri yang dihasilkan (ml)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

Organoleptis

Pemeriksaan ini meliputi pemeriksaan warna, bau, dan rasa (Djamal, 2012) :

1. Pemeriksaan warna

Pemeriksaan warna dilakukan dengan cara melihat secara langsung minyak atsiri kulit jeruk gerga hasil destilasi air secara visual.

2. Pemeriksaan bau

Pemeriksaan bau dilakukan dengan cara minyak atsiri ditetaskan pada kertas saring lalu didiamkan selama 1 menit. Lakukan penilaian aroma dengan cara dihirup langsung melalui hidung.

3. Pemeriksaan rasa

Pemeriksaan rasa dilakukan dengan cara tetaskan sedikit minyak atsiri di ujung lidah lalu dibuang.

Analisa Komponen Minyak Atsiri

Analisa menggunakan GC-MS untuk mengetahui komponen apa saja yang terdapat pada minyak atsiri kulit jeruk gerga. Senyawa-senyawa yang terpisah dari kromatografi gas (GC) akan keluar dari kolom lalu mengalir ke spektrometri massa (MS), kemudian senyawa-senyawa tersebut akan teridentifikasi berdasarkan berat molekul (Chandra dan Proborini, 2018).

Uji Aktivitas Antibakteri

Sterilisasi Alat dan Bahan

Seluruh alat yang akan digunakan dilakukan sterilisasi dengan dicuci bersih dan dikeringkan. Alat-alat gelas seperti cawan petri, corong kaca, pipet tetes, tabung reaksi, dan erlenmeyer ditutup bagian mulutnya menggunakan kapas yang sudah dibalut dengan kain kasa steril lalu dibungkus dengan kertas perkamen. Alat dan media disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Jarum ose dan pinset disterilisasi dengan cara dipijarkan menggunakan nyala bunsen (Amiliah *et al.*, 2021).

Pembuatan Media Nutrient Agar

Serbuk Nutrient Agar (NA) sebanyak 5,6 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 200 ml aquadest. Panaskan di

atas *hotplate* sampai mendidih dan diaduk sampai homogen, dinginkan sebentar lalu lakukan sterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Tuangkan media Nutrient Agar (NA) sebanyak 10 ml ke dalam cawan petri sebagai media dasar dan tuangkan sebanyak 5 ml ke dalam tabung reaksi sebagai media miring (Saputra *et al.*, 2017).

Peremajaan Bakteri Uji

Ambil bakteri uji (*Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Escherichia coli* ATCC 25922) menggunakan jarum ose bundar kemudian bakteri digoreskan pada media agar miring secara zig-zag dari bawah sampai atas. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam (Junaedi, 2022).

Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Hasil peremajaan bakteri uji diambil menggunakan jarum ose steril dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang sudah berisi 5 ml NaCl 0,9% (b/v), homogenkan. Kekeruhan suspensi bakteri diukur dengan alat spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 580 nm dan transmitan 25% (Ropiqa *et al.*, 2023).

Larutan Uji Minyak Atsiri, Kontrol Positif dan Kontrol Negatif

Pembuatan larutan uji minyak atsiri dibuat konsentrasi 50% v/v dengan memipet 0,5 ml minyak atsiri dilarutkan dalam etanol destilat ad 1 ml, larutan kontrol positif (+) menggunakan kloramfenikol 0,01% dengan menimbang sebanyak 0,005 gram kloramfenikol dilarutkan dengan etanol destilat ad 50 ml, dan larutan kontrol negatif (-) menggunakan etanol destilat.

Uji Penghambatan Pertumbuhan Bakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode agar menggunakan kertas cakram, dengan bakteri uji yaitu *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Escherichia coli* ATCC 25922. Media agar dituangkan ke dalam masing-masing cawan petri steril sebanyak 10 ml dan didiamkan sampai media

menjadi padat. Teteskan suspensi bakteri sebanyak 2 tetes ke tabung reaksi yang sudah berisi 10 ml media agar yang belum memadat, homogenkan lalu tuang ke dalam cawan petri yang berisi media agar yang telah memadat dan ratakan.

Cawan petri dihomogenkan secara horizontal agar suspensi bakteri merata dan biarkan selama 15 menit pada suhu kamar. Kertas cakram steril diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri pada cawan petri lalu teteskan larutan uji yang telah dibuat, kontrol positif (kloramfenikol 0,01%), dan kontrol negatif (etanol destilat) menggunakan mikropipet sebanyak 20 μ L. Selanjutnya diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 18-48 jam. Diameter zona bening (*clear zone*) yang terbentuk diukur dengan menggunakan jangka sorong (Cappuccino, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan kulit buah jeruk gerga yang berasal dari Pagaralam yang diidentifikasi di Herbarium Universitas Andalas (ANDA), Padang, Sumatera Barat. Hasil identifikasi herbarium ini dengan No. 546/K-ID/ANDA/XII/2022 diperoleh nama tanaman ini *Citrus x aurantium* L. dengan sinonim *Citrus reticulata* Blanco dengan famili Rutaceae. Tujuan dari determinasi ini adalah untuk mengidentifikasi spesies dari tanaman yang akan digunakan. Hasil dari determinasi menyatakan spesies dari tanaman jeruk gerga adalah (*Citrus reticulata* Blanco).

Metode destilasi yang digunakan untuk mengisolasi minyak atsiri dari kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) adalah destilasi air. Tujuan dari destilasi adalah untuk memurnikan zat cair pada titik didihnya dan dapat memisahkan minyak atsiri dari kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco). Metode destilasi air ini dipilih karena alatnya sederhana, mudah dilakukan, serta dapat membawa senyawa yang terdapat dalam kulit jeruk (Febrianti *et al.*, 2019).

Hasil destilasi air minyak atsiri kulit

jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) sebanyak 1,8 ml dengan rendemen 0,102% (v/b). Hasil minyak atsiri dapat dilihat di gambar 2.



Gambar 2. Minyak atsiri kulit jeruk gerga

Hasil pemeriksaan organoleptis menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) berwarna bening kekuningan, rasa pahit dan asam jeruk serta memiliki bau khas kulit jeruk. Hasil organoleptik minyak atsiri dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pemeriksaan Organoleptis Minyak Atsiri Kulit Jeruk Gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam

Pengamatan	Hasil
Warna	Bening kekuningan
Bau	Khas kulit jeruk
Rasa	Pahit dan asam khas jeruk

Hasil analisa GC-MS menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam mempunyai 18 puncak dengan 15 komponen senyawa dengan komponen utamanya adalah Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester (100,00%). Senyawa target yang didapat dari hasil analisa adalah D-Limonene (5,45%). Hasil analisis minyak atsiri kulit jeruk gerga dapat dilihat pada tabel 2.

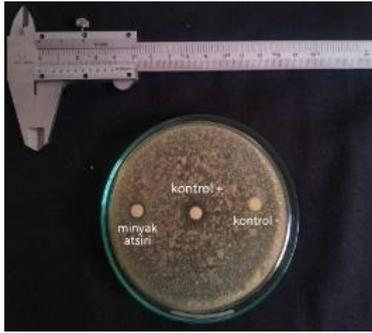
Tabel 2. Hasil Analisa Komponen Kimia Minyak Atsiri Kulit Jeruk Gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Secara GC-MS

Minyak Atsiri Kulit Jeruk Gerga				
No	Waktu Retensi	Senyawa Kimia	(%) Area	Rumus Molekul
1	1.433	Isopropyl Alcohol	8,77	C ₃ H ₈ O
2	7.590	D-Limonene	5,45	C ₁₀ H ₁₆
3	26.498	n-Hexadecanoic acid	2,65	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
4	26.891	Cyclohexane, (heptylthio)-	2,65	C ₁₃ H ₂₆ S
5	27.518	Oleic Acid	0,68	C ₁₈ H ₃₄ O ₂
6	27.787	E-8-Methyl-7-dodecen-1-ol acetate	1,19	C ₁₅ H ₂₈ O ₂
7	28.477	Oleic Acid	7,16	C ₁₈ H ₃₄ O ₂
8	28.773	Decanedioic Acid	0,63	C ₁₀ H ₁₈ O ₄
9	29.676	n-Butyl laurate	8,79	C ₁₆ H ₃₂ O ₂
10	29.828	1,2-Dioctanoin	12,67	C ₁₉ H ₃₆ O ₅
11	29.980	1,3-Dioctanoin	18,81	C ₁₉ H ₃₆ O ₅
12	30.083	1,3-Dioctanoin	15,87	C ₁₉ H ₃₆ O ₅
13	31.317	Z-(13,14-Epoxy)tetradec-11-en-1-ol acetate	0,73	C ₁₆ H ₂₈ O ₃
14	32.951	1-Decanoyl-3-dodecanoylglycerol	33,75	C ₂₅ H ₄₈ O ₅
15	35.462	Dodecanoic acid, 1,2,3-propanetriyl ester Hexadecanoic acid, 1-[[[(2-	100,00	C ₃₉ H ₇₄ O ₆
16	37.482	aminoethoxy)hydroxyphosphinyl]oxy]methyl] -1,2-ethanediyl ester	5,78	C ₃₇ H ₇₄ NO ₈ P
17	38.254	1-Dodecanoyl-3-myristoylglycerol	38,10	C ₂₉ H ₅₆ O ₅
18	38.351	1-Dodecanoyl-3-myristoylglycerol	30,76	C ₂₉ H ₅₆ O ₅

Komposisi kimia minyak atsiri kulit *Citrus reticulata* Blanco dengan metode destilasi air menunjukkan limonene (80,2%) sebagai komponen utama, dan komponen lain juga ditemukan seperti myrcene (6,7%), linalool (3,7%), sabinene (2,6%), dan α -pinene (2,1%) (Fouad dan da Camara, 2017). Minyak atsiri kulit *Citrus reticulata* Blanco dengan metode destilasi air memperoleh konstituen utama sebanyak 21 komponen dengan komponen utamanya adalah limonene (46,7%), geranial (19,0%), neral (14,5%), geranyl acetate (3,9%), geraniol (3,5%), β -caryophyllene (2,6%), nerol (2,3%), citronellal (1,3%), neryl acetate (1,1%) dan yang lainnya (Chutia *et al.*, 2009).

Uji aktivitas antibakteri minyak atsiri kulit jeruk gerga dilakukan dengan menggunakan metode difusi cakram yang media agarnya diinokulasi dengan bakteri uji

lalu dimasukkan kertas cakram yang sudah ditetesi dengan senyawa uji. Hasil pengukuran daya hambat aktivitas antibakteri dari minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan konsentrasi 50% sebesar 7,96 mm sedangkan pada bakteri *Escherichia coli* dengan konsentrasi 50% menunjukkan daya hambat sebesar 7,79 mm. Hasil uji aktivitas minyak atsiri kulit jeruk gerga dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 3 serta 4. Menurut penelitian dari Lin *et al.* (2021) bahwa minyak astiri dari kulit *Citrus reticulata* Blanco memiliki diameter zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 6,90 mm dan bakteri *Escherichia coli* sebesar 7,44 mm yang hasilnya menyerupai dengan penelitian ini.



Gambar 3. Hasil uji aktivitas minyak atsiri kulit jeruk gerga 50 % terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.

Tabel 3. Rata-rata aktivitas antibakteri minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Escherichia coli* ATCC 25922

Rata-rata Zona Hambat (mm) ± SD		
Konsentrasi Minyak Atsiri	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922
50 %	7,96 ± 0,34	7,79 ± 0,57
Kontrol +	10,06 ± 0,50	10,54 ± 0,27
Kontrol -	0 ± 0	0 ± 0

Keterangan;

Kontrol (+): Kloramfenikol 0,01%

Kontrol (-): Etanol destilat



Gambar 4. Hasil uji aktivitas minyak atsiri kulit jeruk gerga 50 % terhadap bakteri *Escherichia coli* ATCC 25922.

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri bahwa minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) dengan konsentrasi 50% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang daya hambatnya tergolong sedang. Minyak atsiri kulit jeruk gerga memiliki kemampuan untuk menghambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli* dengan hasil diameter berbeda yang diduga karena kedua bakteri memiliki struktur dinding sel yang berbeda. Hal ini menyebabkan adanya perbedaan tingkat sensitivitas antara bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Tingkat sensitivitas ini ditunjukkan dengan tingginya tingkat penghambatan dari senyawa antimikroba (Amiliah *et al.*, 2021).

Pengujian aktivitas antibakteri minyak atsiri kulit jeruk gerga menggunakan kontrol positif berupa antibiotik kloramfenikol. Kloramfenikol termasuk jenis antibiotik spektrum luas yang memiliki sifat kerjanya yang aktif terhadap banyak jenis mikroba seperti bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Kloramfenikol juga termasuk dalam jenis obat bakteriostatik yang bekerja dengan cara menghambat sintesis protein (Rahmawati, 2019).

Minyak atsiri dianggap sebagai pengawet makanan alami yang potensial dan agen antimikroba yang telah banyak digunakan dalam pengawetan makanan. Terpenoid adalah komponen penting dalam minyak atsiri, salah satunya yang paling umum dan banyak terdapat pada minyak atsiri berbagai tumbuhan seperti lemon, jeruk, dan lada hitam adalah Limonene. Limonene memiliki aplikasi yang luas dalam antibakteri dan pengawetan makanan karena aktivitas bakterisidal berspektrum luas, aman, dan toksisitas rendah. Selain itu, Limonene secara signifikan dapat menghambat bakteri gram positif dan gram negatif (Han *et al.*, 2020).

Menurut hasil penelitian dari Hou *et al.* (2019) tentang aktivitas antibakteri dari d-Limonene memiliki diameter zona hambat pada bakteri *S. aureus* dan *E. coli* berturut-turut sebesar 9,8 mm dan 16,0 mm. Mekanisme kerja terpen dikaitkan dengan kemampuannya yang dapat merusak dan

mengganggu stabilitas membran plasma bakteri. Aktivitas bakterisidal minyak atsiri terkait dengan kemampuan molekul senyawa untuk menembus membran bakteri dari luar ke dalam sel. Hal ini menunjukkan aktivitas penghambatan dari fungsi sel dan sifat lipofilik yang dapat menyebabkan kerusakan sel (Handayani dan Yunilawati, 2021).

SIMPULAN

1. Hasil analisa dari GC-MS yang dilakukan di ITB menunjukkan bahwa minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam memiliki 18 puncak dengan 15 komponen senyawa. Terdapat senyawa target yaitu D-Limonene (5,45%) dan senyawa yang lainnya.
2. Minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Escherichia coli* ATCC 25922 dengan konsentrasi 50% masing-masing sebesar 7,96 mm dan 7,79 mm yang daya hambatnya tergolong sedang.

SARAN

Disarankan pada penelitian selanjutnya untuk menggunakan metode dilusi atau metode bioautografi dalam pengujian aktivitas antimikroba dari minyak atsiri kulit jeruk gerga (*Citrus reticulata* Blanco) Pagaralam.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiliah, A., Nurhamidah, N., & Handayani, D. (2021). Aktivitas Antibakteri Kulit Buah Jeruk Kalamansi (*Citrofortunella Microcarpa*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Alotrop*, 5(1), 92–105.
- Arif, A. (2019). Sistem Pakar Hama Dan Penyakit Tanaman Jeruk Gerga Pagar Alam Menggunakan Metode Euclidean Distance Berbasis Website. *Jurnal Teknologi Informasi Mura*, 11(02), 68–75.
- Bhandari, D. P., Poudel, D. K., Satyal, P., Khadayat, K., Dhama, S., Aryal, D., Chaudhary, P., Ghimire, A., & Parajuli, N. (2021). Volatile Compounds and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Selected Citrus Essential Oils Originated from Nepal. *Molecules*.
- Cappuccino, J. G. (2013). *Manual Laboratorium Mikrobiologi* (8th ed.). Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Chandra, A., & Proborini, W. D. (2018). Analisa komposisi minyak atsiri kulit jeruk manis hasil ekstraksi metode microwave hydrodiffusion and gravity dengan gc-ms. *Jurnal Reka Buana*, 3(1), 53–58.
- Chutia, M., Deka Bhuyan, P., Pathak, M. G., Sarma, T. C., & Boruah, P. (2009). Antifungal activity and chemical composition of Citrus reticulata Blanco essential oil against phytopathogens from North East India. *Lwt*, 42(3), 777–780.
- Djamal, R. (2012). *Prinsip-prinsip Dasar Isolasi dan Identifikasi*. Padang: Universitas Baiturrahmah.
- Eiska, L. R. (2021). Minyak Atsiri: Potensi dalam Bidang Kesehatan. *Wellness And Healthy Magazine*, 3(1), 43–50.
- Febrianti, D. R., Susanto, Y., Niah, R., & Latifah, S. (2019). Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Kulit Jeruk Siam Banjar (*Citrus reticulata*) Terhadap Pertumbuhan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Pharmascience*, 6(1), 10.
- Fouad, H. A., & da Camara, C. A. G. (2017). Chemical composition and bioactivity of peel oils from Citrus aurantiifolia and Citrus reticulata and enantiomers of their major constituent against *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae).

- Journal of Stored Products Research*, 73, 30–36.
- Han, Y., Sun, Z., & Chen, W. (2020). Antimicrobial Susceptibility and Antibacterial Mechanism of Limonene against *Listeria monocytogenes*. *Molecules*, 1–15.
- Handayani, W., & Yunilawati, R. (2021). Karakterisasi Senyawa Volatil dan Uji Antibakteri dari Citrus bergamia dan Citrus sinensis. *Sainstech Farma*, 14(2), 91–96.
- Hou, H. S., Bonku, E. M., Zhai, R., Zeng, R., Hou, Y. L., Yang, Z. H., & Quan, C. (2019). Extraction of essential oil from Citrus reticulata Blanco peel and its antibacterial activity against *Cutibacterium acnes* (formerly *Propionibacterium acnes*). *Heliyon*, 5(12), e02947.
- Junaedi, M. (2022). *Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Kulit Jeruk Limau (Citrus amblycarpa (HASSK .) OCHSE) Dalam Mengendalikan Bakteri Streptococcus mutans*. 18(2), 49–58.
- Kurniawan, A., Kurniawan, C., Indraswati, N., & Mudjijati, . (2017). Ekstraksi Minyak Kulit Jeruk Dengan Metode Distilasi, Pengepresan dan Leaching. *Widya Teknik*, 7(1), 15–24.
- Lin, X., Cao, S., Sun, J., Lu, D., Zhong, B., & Chun, J. (2021). The Chemical Compositions, and Antibacterial and Antioxidant Activities of Four Types of Citrus Essential Oils Xiaocai. *Molecules*, 26, 1–12.
- Lota, M. L., De Rocca Serra, D., Tomi, F., & Casanova, J. (2000). Chemical variability of peel and leaf essential oils of mandarins from Citrus reticulata Blanco. *Biochemical Systematics and Ecology*, 28(1), 61–78.
- Marwati, M., Taebe, B., Tandilolo, A., & Nur, S. (2021). Pengaruh Tempat Tumbuh dan Profil Kandungan Kimia Minyak Atsiri dari Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale* Linn. Var rubrum). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 3(2), 248–254.
- Rahmawati, D. (2019). *Mikrobiologi Farmasi Dasar-Dasar Mikrobiologi untuk Mahasiswa Farmasi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Ropiqa, M., Ristia Rahman, I., Kurniawan, H., & Kurnianto, E. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Kulit Jeruk Pontianak (*Citrus nobilis* Lour. var. microcarpa) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus mutans*. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)*, 5(1), 7–12.
- Rusli, M. S. (2010). *Sukses Memproduksi Minyak Atsiri*. Jakarta Selatan: AgraMedia Pustaka.
- Saputra, K. A., Puspawati, N. M., & Suirta, I. W. (2017). Kandungan Kimia Minyak Atsiri Dari Kulit Buah Jeruk Bali (*Citrus maxima*) Serta Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia*.
- Sultana, H. S., Ali, M., & Panda, B. P. (2012). Influence of volatile constituents of fruit peels of Citrus reticulata Blanco on clinically isolated pathogenic microorganisms under In-vitro. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3 SUPPL.), S1299–S1302.