

NANOEMULSI MINYAK ATSIRI LIMBAH JERUK KUNCI (*Citrus x microcarpa Bunge*) SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*

Selvy Aprilia^{1a}, Occa Roanisca², Ristika Oktavia Asriza³, Saidah⁴, Icha Amelia⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Kimia, Universitas Bangka Belitung, Bangka, Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)}email korespondensi: muhamadezi098@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah jeruk kunci (*Citrus x microcarpa Bunge*) sebagai sumber minyak atsiri yang diformulasikan dalam bentuk nanoemulsi dan diuji aktivitas antibakterinya terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Minyak atsiri diekstraksi menggunakan metode destilasi uap-air, kemudian dikarakterisasi melalui uji organoleptik, analisis GC-MS, dan pengukuran bobot jenis. Hasil analisis menunjukkan bahwa minyak atsiri limbah jeruk kunci memiliki rendemen sebesar 0,36%, bobot jenis 0,840 g/mL, dan kandungan utama limonen (88,09%), β -mirsena (3,75%), serta germakren (1,23%). Nanoemulsi diformulasikan dengan variasi konsentrasi minyak atsiri dan diuji karakteristik fisiknya, meliputi ukuran partikel, pH, viskositas, tipe emulsi, serta stabilitas fisik. Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri limbah jeruk kunci, terutama pada formulasi dengan konsentrasi 60%, efektif menghambat pertumbuhan *E.coli* dan *S. aureus* dengan zona hambat masing-masing 9 mm dan 7,5 mm (kategori sedang). Penelitian ini menunjukkan potensi pengembangan nanoemulsi minyak atsiri limbah jeruk kunci sebagai agen antibakteri alami yang ramah lingkungan dan bernilai tambah.

Kata kunci: Nanoemulsi, minyak atsiri jeruk kunci, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, antibakteri

PENDAHULUAN

Penyakit infeksi dapat disebabkan oleh berbagai mikroorganisme, termasuk bakteri seperti *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* yang umum ditemukan di lingkungan sekitar (Angelica, 2013). Kedua bakteri tersebut dapat menyebabkan berbagai infeksi seperti pneumonia, luka, dan diare, sehingga diperlukan agen antibakteri untuk menghambat pertumbuhannya. Minyak atsiri dari tanaman tertentu diketahui memiliki aktivitas antibakteri karena mengandung senyawa aktif seperti carvacrol dan limonen yang mampu menghambat atau membunuh bakteri patogen (Simanjuntak dkk., 2021). Salah satu minyak atsiri yang potensial adalah minyak atsiri dari jeruk kunci (*Citrus x microcarpa*), yang banyak ditemukan di Indonesia dan mengandung komponen antibakteri seperti limonen dan β -mirsena (Roanisca dkk., 2021).

Penggunaan minyak atsiri dalam formulasi nanoemulsi dapat meningkatkan efektivitas aktivitas antibakterinya. Nanoemulsi adalah sistem dispersi stabil yang dapat memperbaiki kelarutan, bioavailabilitas, dan stabilitas senyawa aktif dalam minyak atsiri (Sahumena dkk., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nanoemulsi minyak atsiri mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dengan dosis yang lebih rendah dan zona hambat signifikan (Hasan dkk., 2024). Oleh karena itu, pengembangan nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci sebagai agen antibakteri sangat penting untuk

mengoptimalkan potensi antibakterinya terhadap bakteri seperti *S. aureus* dan *E. coli*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga April 2025 di Laboratorium Dasar Terpadu Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bangka Belitung. Bahan utama dalam penelitian ini adalah kulit buah jeruk kunci (*Citrus x microcarpa Bunge*) sebagai sumber minyak atsiri. Bahan pendukung lain meliputi *Virgin Coconut Oil* (VCO), surfaktan Tween 80, kosurfaktan PEG 400, medium Nutrient Agar, kultur bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, amoksilin sebagai kontrol positif, serta Tween 80 sebagai kontrol negatif.

Alat yang digunakan meliputi gelas erlenmeyer, botol sampel, alat destilasi uap air berbahan *stainless steel* tipe SUS 304, corong pisah, pH meter, *hotplate*, *magnetic stirrer*, mikropipet, *vortex mixer*, autoklaf, cawan petri, kawat ose, pembakar bunsen, sentrifugator (Universal 320 HeHidi/1401), *Particle Size Analyzer* HORIBA SZ-100, GC-MS, piknometer, sonikator.

Sampel limbah kulit jeruk kunci sebanyak 5 kg diperoleh dari UMKM Sirup Jeki Jeruk Kunci di Selindung, Kecamatan Gabek, Kota Pangkal Pinang. Sampel disiapkan untuk proses destilasi uap air. Ekstraksi minyak atsiri dilakukan dengan metode destilasi uap air menggunakan alat destilasi *stainless steel* berdiameter 36 cm, diisi air hingga batas saringan. Sampel limbah dimasukkan ke dalam alat tanpa

bersentuhan langsung dengan air mendidih. Destilasi dilakukan pada suhu 100–110°C selama 4–5 jam. Minyak atsiri dan air hasil distilasi kemudian dipisahkan menggunakan corong pisah.

Pengujian Karakteristik Minyak Atsiri. Uji Organoleptik, minyak atsiri dimasukkan ke dalam botol vial tertutup (15 ml) dan diamati sifat bau dan warna setiap minggu selama penyimpanan.

Penentuan komponen kimia minyak atsiri menggunakan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry*.

Penentuan massa jenis minyak atsiri menggunakan piknometer pada suhu 25°C sesuai prosedur pembersihan dan pengukuran (Supandi dkk., 2019).

Pembuatan nanoemulsi dilakukan dengan menggunakan minyak atsiri jeruk kunci sebagai zat aktif dalam tiga formula dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, dan 6% (F1, F2, F3). Setiap formula minyak atsiri dicampur dengan *Virgin Coconut Oil* (1 gr), Tween 80 (18 gr) sebagai surfaktan dan PEG 400 (5 gr) sebagai kosurfaktan. Pelarut yang digunakan adalah aquades dengan penyesuaian volume untuk tiap formula (22-25 gr). Campuran awal minyak atsiri dan VCO dihomogenkan menggunakan *homogenizer* pada kecepatan 3500 rpm selama 5 menit, dilanjutkan pada kecepatan 6000 rpm selama 30 menit agar menghasilkan nanoemulsi stabil.

Pengujian Karakteristik Nanoemulsi. Pengamatan warna, bentuk, dan aroma nanoemulsi tiap minggu selama penyimpanan.

Pengenceran nanoemulsi dengan fase air pada perbandingan 1:10, 1:50, dan 1:100 untuk menentukan tipe (o/w atau w/o) berdasarkan kelarutan dan kestabilan. Pengukuran viskositas dengan viskometer *Brookfield DV-E*, menggunakan spindle no. 62 pada kecepatan 50 rpm.

Pengujian kestabilan dengan sentrifugasi pada 3800 rpm selama 30 menit, pengamatan adanya pemisahan fase atau perubahan lain. Ukuran partikel nanoemulsi dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (Horiba SZ-100) (Zubaydah dkk., 2023).

Uji aktivitas antibakteri diawali dengan Semua alat dibersihkan dan disterilkan secara aseptik untuk mencegah kontaminasi. Alat logam disterilkan dengan metode *flaming* menggunakan nyala api spiritus. Alat plastik disterilkan dengan etanol 70% (v/v), dan peralatan kaca disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 20 menit. Semua proses dilakukan di dalam laminar *air flow* yang telah disterilkan menggunakan alkohol 70% dan sinar UV selama 30 menit. Kontrol positif Larutan amoksilin dibuat dengan melarutkan 250 mg amoksilin dalam 5 mL aquades steril. Larutan Tween 80 digunakan sebagai kontrol negatif. Nanoemulsi F1, F2, dan F3 diaplikasikan masing-masing sebanyak 1 mL, dilarutkan dengan 1 mL aquades, dan diaduk homogen selama 5 menit. *Nutrient Agar* disiapkan dengan melarutkan 5 gram bubuk *nutrient agar* ke dalam aquades, kemudian dipanaskan hingga larut dan disterilisasi dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu dituangkan ke dalam cawan petri

volume 15-20 mL dan dibiarkan mengeras. Kultur murni *E. coli* dan *S. aureus* diinkubasi pada permukaan medium *Nutrient Agar* selama 48 jam pada suhu 37°C dalam kondisi anaerob. Setelah itu, koloni bakteri yang tumbuh disuspensikan dalam larutan NaCl 0,9% steril sebanyak 10 mL. Suspensi distandarkan pada kekeruhan *McFarland* 0,5 yang setara dengan konsentrasi $1,5 \times 10^8$ CFU/mL dengan metode visual menggunakan kartu *Wickerham* dan pengadukan oleh *vortex mixer*. Uji antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram. Kertas ca kram steril diresapi larutan nanoemulsi konsentrasi 20%, 40%, dan 60% selama 15 menit, lalu diletakkan pada cawan petri yang berisi medium *nutrient agar* yang telah diinokulasi dengan suspensi bakteri. Inkubasi dilakukan selama 24 jam pada suhu 37°C. Setelah inkubasi, diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong sebagai indikator aktivitas antibakteri. (Putri dkk., 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses ekstraksi minyak atsiri menggunakan destilasi uap air yang memanfaatkan uap untuk menurunkan titik didih senyawa volatil agar dapat menguap pada suhu lebih rendah. Pada penelitian ini 5 kg limbah jeruk kunci diperoleh 18 mL minyak atsiri dan 6.000 mL hidrosol, dengan rendemen 0,36%. Rendemen ini lebih tinggi dari hasil Wibaldus (2016) sebesar 0,23%, tapi lebih rendah dibanding Jimi (2023) sebesar 0,40%. Perbedaan rendemen dipengaruhi oleh faktor seperti ukuran partikel, rasio bahan-air, tekanan, suhu, waktu distilasi, dan kecepatan uap, serta tingkat kesegaran, kandungan air, dan ketebalan bahan (Anggia dkk., 2018).

Karakterisasi Minyak Atsiri

Setelah minyak atsiri diperoleh melalui proses destilasi uap air, dilakukan proses karakterisasi guna menganalisis kualitas dan mutu minyak atsiri yang dihasilkan. Karakterisasi dilakukan melalui beberapa tahapan pengujian yaitu uji organoleptik yang diamati berdasarkan sifat fisik minyak atsiri (warna dan aroma). Analisa kandungan senyawa kimia dalam minyak atsiri dilakukan dengan instrumen *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Selain itu, dilakukan pengujian bobot jenis dilakukan untuk mengevaluasi konsistensi dan kemurnian minyak atsiri yang diperoleh (Panjaitan dkk., 2023)

Tabel 1. Karakterisasi Minyak Atsiri Limbah Jeruk Kunci

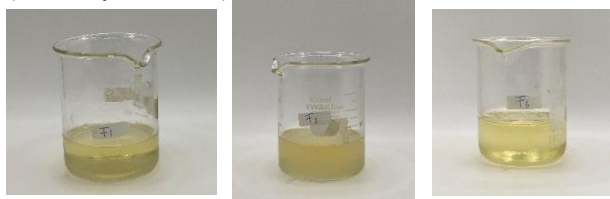
Uji Organoleptik		Uji GC-MS	Uji Bobot Jenis
Bau	Warna		
Khas Jeruk Kunci	Kuning Jernih	Limonen (88,09%) β- mirsena(3,75%) Germakren(1,23%)	0,840 g/mL

Pengamatan organoleptik minyak atsiri dari limbah jeruk kunci meliputi warna kuning bening dan aroma khas jeruk kunci. Warna ini sesuai dengan penelitian Suprianta dkk. (2021) dan standar SNI 01-

3713-1995 yang menetapkan warna minyak atsiri antara kuning pucat hingga coklat kekuningan. Aroma khas juga sejalan dengan kriteria yang menyatakan minyak atsiri kulit jeruk purut memiliki aroma unik sesuai jenisnya. Penentuan densitas minyak atsiri dari limbah jeruk kunci dilakukan dengan metode piknometer, menghasilkan nilai 0,840 g/mL. Hasil ini sebanding dengan densitas minyak atsiri jeruk Pontianak menurut Hidayati (2020). Berat jenis minyak atsiri dipengaruhi oleh jumlah dan jenis senyawa penyusunnya; semakin banyak senyawa berat, densitas minyak akan semakin tinggi. Analisis komponen minyak atsiri dari limbah jeruk kunci menggunakan GC-MS menunjukkan tiga senyawa utama: limonen (88,09%), β -mirsena (3,75%), dan germakren (1,23%) dengan total identifikasi 100%. Limonen sebagai monoterpen utama berperan kuat sebagai antibakteri, sementara β -mirsena dan germakren juga memiliki aktivitas antimikroba meski lebih lemah (Mubarak dkk., 2023). Hasil ini sejalan dengan penelitian Sutrisno dkk. (2019) yang juga menemukan limonen dominan, dengan perbedaan minor akibat faktor geografis, metode ekstraksi, atau waktu panen.

Formulasi Nanoemulsi

Pembuatan nanoemulsi minyak atsiri limbah jeruk kunci bertujuan meningkatkan stabilitas minyak yang mudah menguap. Minyak atsiri digunakan sebagai zat aktif, akuades sebagai fase air, dan VCO (*Virgin Coconut Oil*) sebagai fase minyak karena kestabilan asam lemak rantai tengahnya. Tween 80 dipilih sebagai surfaktan non-ionik bertoksisitas rendah dan stabilizer nanoemulsi, sementara propilen glikol berfungsi sebagai kosurfaktan untuk menurunkan tegangan permukaan, memperkecil ukuran partikel, dan meningkatkan penetrasi minyak (Nirmalayanti, 2021).



(a.) F1

(b.) F2

(c.) F3

Gambar 1. Nanoemulsi Minyak Atsiri Limbah Jeruk Kunci

Pembuatan nanoemulsi menggunakan homogenizer bertujuan untuk mencampur bahan secara merata dan menghasilkan partikel kecil serta seragam, penting untuk menjaga stabilitas, efisiensi, dan bioavailabilitas nanoemulsi. *Homogenizer* bekerja dengan tekanan tinggi yang memecah partikel menjadi lebih kecil melalui celah sempit (Du, 2016). Hasil nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci berwarna kuning jernih.

Karakterisasi Nanoemulsi

Pengujian terhadap formulasi nanoemulsi dilakukan untuk mengevaluasi kualitas sediaan nanoemulsi minyak atsiri limbah jeruk kunci, pengujian karakteristik nanoemulsi meliputi uji

organoleptik, uji pH, uji tipe nanoemulsi, uji sentrifugasi, uji viskositas dan uji ukuran partikel.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik bertujuan menilai warna, bentuk, dan aroma nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci untuk memastikan kualitas dan penerimaan produk. Hasilnya, formulasi 1, 2, dan 3 memiliki warna kuning jernih, tekstur semi kental, dan aroma khas minyak atsiri jeruk kunci. Warna kuning jernih berasal dari tween 80 dan minyak atsiri, sesuai dengan penelitian Rahlia (2021) pada nanoemulsi minyak atsiri daun kemangi.

Uji Tipe Nanoemulsi

Tiga formulasi nanoemulsi (F1-F3) diuji kelarutannya dalam akuades dengan rasio 1:10 dan 1:50, semua larut sempurna dan membentuk nanoemulsi tipe minyak dalam air (O/W). Ini menunjukkan minyak terdispersi homogen dalam fase air, sesuai karakteristik nanoemulsi O/W yang efektif meningkatkan kelarutan dan stabilitas zat lipofilik. Nanoemulsi ini juga menunjukkan stabilitas fisik tinggi, mendukung penggunaan sebagai penghantar zat aktif lipofilik, sejalan dengan temuan Solans dkk. (2005) tentang stabilitas nanoemulsi O/W.

Uji pH

Uji pH nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci menunjukkan nilai konsisten 5,0 pada semua formulasi (F1-F3), yang menandakan stabilitas dan reproduktibilitas baik. Nilai pH ini berada dalam rentang aman untuk sediaan topikal (4,5-6,5) dan tidak menimbulkan iritasi kulit. Hasil serupa ditemukan oleh Nurmalasari dkk. (2023) pada mikroemulsi minyak atsiri jeruk manis dengan pH 4,5.

Uji Viskositas

Pengukuran viskositas nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci menggunakan viskometer Ostwald menunjukkan nilai F1(54,1), F2(54,4), F3(57,8) cP. Nilai ini jauh lebih rendah dari standar viskositas nanoemulsi jeruk (500–3000 cP) dan hasil penelitian lain, seperti Rahmanisa (2024) dengan 476 cP serta Christy (2017) dengan 124,2 cP. Perbedaan ini dipengaruhi oleh komposisi surfaktan seperti Tween 80 dan PEG 400 yang menurunkan tegangan permukaan, serta sifat lipofilik dan mudah menguap minyak jeruk kunci dengan bobot molekul rendah yang menyebabkan viskositas rendah (Mardhatillah, 2022).

Uji Sentrifugasi

Pengujian sentrifugasi nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci pada 3000 rpm selama 10 menit bertujuan menilai stabilitas fisik berupa kekeruhan, pemisahan fase, dan presipitasi. Hasilnya, semua formulasi (F1-F3) tetap jernih, tidak terjadi pemisahan fase atau presipitasi, menandakan stabilitas dan homogenitas nanoemulsi terjaga, sejalan dengan penelitian Rastuti dkk. (2023) pada nanoemulsi minyak atsiri daun pala.

Uji Ukuran Partikel

Pengukuran ukuran partikel dan indeks polidispersitas (PI) nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci menggunakan PSA HORIBA SZ-100 menunjukkan rata-rata ukuran partikel formula 1, 2,

dan 3 berturut-turut 10,2 nm, 10,8 nm, dan 40,0 nm, semua memenuhi kriteria nanoemulsi (5-200 nm). Partikel di bawah 90 nm mampu meningkatkan stabilitas terhadap sedimentasi. Nilai PI, yang ideal $\leq 0,7$, menunjukkan keseragaman dan stabilitas fisik nanoemulsi, dengan hasil 0,291 (F1), 0,090 (F2), dan 0,318 (F3). Nilai PI rendah menandakan distribusi partikel sempit dan stabilitas lebih tinggi (Pratama, 2021).

Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci dilakukan dengan metode difusi cakram untuk mengukur zona hambat pertumbuhan bakteri. Kertas cakram yang direndam larutan uji diletakkan pada media nutrient agar, kemudian diamati zona bening di sekitarnya. Pengujian melibatkan bakteri gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan gram negatif (*Escherichia coli*). Hasil uji dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Hasil Uji Antibakteri *Escherichia coli*

Formula	Konsentrasi (%)	Zona Hambat (mm) \pm SD	Kategori
		<i>E. coli</i>	
Formula 0	20	0	-
	40	0	-
	60	0	-
Formula 1	20	5,25 \pm 0,50	Sedang
	40	5,62 \pm 0,71	Sedang
	60	5,75 \pm 0,71	Sedang
Formula 2	20	5,8 \pm 0,58	Sedang
	40	6,62 \pm 0,82	Sedang
	60	6,87 \pm 0,58	Sedang
Formula 3	20	7 \pm 0,50	Sedang
	40	7,25 \pm 0,50	Sedang
	60	7,5 \pm 0,50	Sedang
Minyak Atsiri Jeruk Kunci	20	13,42 \pm 0,58	Kuat
	40	14,16 \pm 0,50	Kuat
	60	16,46 \pm 0,50	Kuat
Kontrol	+	23,42	Sangat kuat
	-	0	-

Tabel 3. Hasil Uji Antibakteri *Staphylococcus aureus*

Formula	Konsentrasi (%)	Zona Hambat (mm) \pm SD	Kategori
		<i>S. aureus</i>	
Formula 0	20	0	-
	40	0	-
	60	0	-
Formula 1	20	5,23 \pm 0,41	Sedang
	40	5,75 \pm 0,84	Sedang
	60	6,12 \pm 0,83	Sedang
Formula 2	20	7 \pm 0,92	Sedang
	40	7,62 \pm 0,46	Sedang
	60	7,87 \pm 0,76	Sedang
Formula 3	20	8,12 \pm 0,00	Sedang
	40	8,37 \pm 0,52	Sedang

	60	9 \pm 0,00	Sedang
Minyak	20	19,28 \pm 0,27	Kuat
Atsiri	40	18,09 \pm 0,11	Kuat
Jeruk Kunci	60	17,60 \pm 0,49	Kuat
Kontrol	+	20,34	Sangat kuat
	-	0	-

Berdasarkan Tabel 2 dan 3, nanoemulsi minyak atsiri jeruk kunci formula 3 dengan konsentrasi 60% menunjukkan zona hambat terbesar terhadap *Escherichia coli* (7,5 mm) dan *Staphylococcus aureus* (9 mm), keduanya dengan aktivitas antibakteri sedang. Zona hambat meningkat seiring kenaikan konsentrasi nanoemulsi, sementara formula tanpa minyak atsiri tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Nanoemulsi lebih efektif terhadap *S. aureus* (bakteri gram positif) karena dinding selnya yang lebih mudah ditembus dibanding *E. coli* (gram negatif) yang memiliki dinding tiga lapis (Pratama dkk., 2021).

Senyawa aktif seperti limonen, mirsena, dan germakren dalam minyak atsiri merusak membran dan metabolisme bakteri. Nanoemulsi meningkatkan kelarutan dan penetrasi senyawa aktif ke dalam dinding sel, meningkatkan efek antibakteri (Tjiptoningsih, 2020). Penelitian lain mendukung temuan ini dengan hasil serupa pada nanoemulsi minyak atsiri kulit jeruk purut dan daun jeruk purut yang menunjukkan aktivitas antibakteri kuat (Susanto dkk., 2024).

Kesimpulannya, nanoemulsi minyak atsiri limbah jeruk kunci berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri efektif terutama terhadap *Staphylococcus aureus*.

Pengujian lanjutan menunjukkan bahwa standar deviasi (SD) < 1 , mengindikasikan meski ada variasi, peningkatan konsentrasi nanoemulsi berhubungan dengan bertambahnya rata-rata diameter zona hambat. Hasil ANOVA ($p = 0,009 < 0,05$) membuktikan perbedaan zona hambat antar konsentrasi signifikan, sehingga konsentrasi nanoemulsi berpengaruh signifikan terhadap efektivitas antibakteri.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, minyak atsiri dari limbah jeruk kunci memiliki rendemen sebesar 0,36%, berwarna kuning bening dengan aroma khas, bobot jenis 0,840 g/mL, serta mengandung senyawa utama limonen (88,09%), β -mirsena (3,75%), dan germakren (1,23%). Formulasi nanoemulsi terbaik adalah formulasi 3, yang memiliki ukuran partikel 40,0 nm, warna kuning jernih, tekstur semi kental, aroma khas minyak atsiri jeruk kunci, pH sekitar 5, viskositas 57,8 cPs, serta menunjukkan kestabilan yang baik selama uji stabilitas. Aktivitas antibakteri tertinggi juga ditunjukkan oleh formulasi 3 pada konsentrasi 60%, dengan zona hambat sebesar 9 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dan 7,5 mm terhadap *Escherichia coli*, yang dikategorikan sebagai aktivitas sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing, Ibu Occa Roanisca, S.P., M.Si. dan Ibu Ristika Oktavia Asriza, S.Pd., M.Si. atas bimbingan dan dukungannya dalam penelitian ini. Terima kasih juga kepada Universitas Bangka Belitung atas fasilitas yang diberikan serta kepada keluarga dan rekan-rekan atas motivasi dan dukungannya. Semoga artikel ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

REFERENSI

- Amiliah, Nurhamidah, & Handayani, D. (2021). Antibacterial Activity of Kalamansi Citrus Fruit Peel (*Citrofortunella Microcarpa*) Against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 5(1), 92–105.
- Amin, N., & Das, B. (2019). a Review on Formulation and Characterization of Nanoemulsion. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*, 11(4), 1–5.
- Andriani, D., Saiful Amin, M., Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, S., & Kunci, K. (2023). Formulasi Nanoemulgel Minyak Atsiri Palmarosa (*Cymbopogon martinii*) Dan Aktivitas Antiinflamasinya. *Cendekia Journal of Pharmacy*, 7(2), 150–158.
- Angelica, N. (2013). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Dan Kulit Batang Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii* (Nees & Th. Nees)) Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*, 2(2), 1–8.
- Aziz, N. (2015). *Pengaruh Waktu Distilasi Uap Terhadap Rendemen dan Komponen Penyusun Minyak Atsiri Daun Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia (Christm. & Panz.) swingle)*.
- Berlian, A. R. S., Elviantari, A., & Wibawa, I. P. A. H. (2023). Penyulingan Minyak Atsiri Dari Tumbuhan Kalistemon Kebun Raya “Eka Karya” Bali Dengan Menggunakan Metode Uap Air. *Journal of Life Science and Technology*, 1(1), 36–41.
- Bria, D. I., Missa, H., & Sombo, I. T. (2022). Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri *Escherichia coli* Pada Bahan Pangan Berbasis Daging Di Kota Kupang. *Jurnal Sains Dan Terapan*, 1(2), 82–89.
- Cahyati, S., Kurniasih, Y., & Khery, Y. (2016). Efisiensi Isolasi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Dengan Metode Destilasi Air-Uap Ditinjau Dari Perbandingan Bahan Baku Dan Pelarut Yang Digunakan. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 4(2), 103.
- Daud, N. S., Musdalipah, M., & Lamadari, A. (2017). Formulasi Nanoemulsi Aspirin Menggunakan Etanol 96 % Sebagai Ko-Surfaktan. *Warta Farmasi*, 6(1), 1–11.
- Destiyana, O. Y., Hajrah, & Rijai, L. (2018). Formulasi Nanoemulsi Kombinasi Ekstrak Bunga Mawar (*Rosa damascena* Mill.) dan Ekstrak Umbi Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* L.) Menggunakan Minyak Pembawa Virgin Coconut Oil (VCO). *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 8(April), 254–259.