



Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulsi Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera Lam. L*)

Wahyu Ramadhan*¹, Deri Islami², Brilian Dini Ma Iballa³Angga Pratama⁴, Afrilia Dina Rizkiyani⁵

^{*1,4,5}Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Abdurrah

²Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi & Ilmu Kesehatan

³Program Studi Profesi Bidan, Fakultas Farmasi & Ilmu Kesehatan

email : ^{*1}wahyu.ramadhan@univrab.ac.id, ²deri.islami@univrab.ac.id, ³brilian.dini@univrab.ac.id,
⁵angga.pratama19@univrab.ac.id, ⁶afrilia.dina.rizkiyani@univrab.ac.id)

Abstrak

Daun kelor (*Moringa oleifera L.*) banyak ditanam di daerah tropis dan subtropis seperti Indonesia. Daun kelor mengandung senyawa fitokimia aktif yang bersifat antibakteri seperti flavonoid, saponin sitokinin, asam caffeoylquinat dan asam lemak tak jenuh seperti linoleat (omega 6) dan alfa-linolenat (omega 3). Ekstrak dikembangkan sebagai nanoemulsi karena potensi antimikrobanya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi karakterisasi nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dan aktivitas antibakterinya. Nanoemulsi ekstrak daun kelor dilakukan dengan metode sonikasi ultra tinggi dan aktivitas antibakteri dinilai berdasarkan diameter zona hambat *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Penelitian ini dievaluasi dengan Post-Test Only dengan eksperimen Control Group. Hasil karakterisasi menunjukkan ukuran partikel dari nanoemulsi ekstrak daun kelor adalah $15,5 \pm 8,4$ nm dengan nilai zeta potensial sebesar sebesar $-32,9 \pm 0,0255$ mV. Aktivitas antibakteri menunjukkan zona hambat terhadap *S. aureus* dan *E. coli* pada nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor dan ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 50% dan 75% adalah ($12,17 \pm 4,99$ mm dan $12,47 \pm 1,28$ mm), ($13,47 \pm 0,46$ mm dan $13,37 \pm 0,49$ mm), ($12,87 \pm 0,55$ mm dan $13,5 \pm 0,2$ mm). Penelitian ini menunjukkan bahwa potensi nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera L.*) mempunyai aktivitas antibakteri yang lebih tinggi terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Kata kunci: *Moringa oleifera L*, Nanoemulsion, Antibakteri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

Abstract

Moringa leaves (Moringa oleifera L.) are widely planted in tropical and subtropical areas such as Indonesia. Moringa leaves contain active phytochemical compounds that are antibacterial such as flavonoids, cytokinin saponins, caffeoylquinic acid and unsaturated fatty acids such as linoleic (omega 6) and alpha-linolenic (omega 3). The extract was developed as a nanoemulsion because of its antimicrobial potential. This study aims to evaluate the characterization of moringa leaf extract nanoemulsion (Moringa oleifera L.) and its antibacterial activity. Moringa leaf extract nanoemulsion was carried out using the ultra-high sonication method and antibacterial activity was assessed based on the diameter of the

inhibition zone of *S. aureus* and *E. coli*. This research was evaluated using Post-Test Only with control group experiments. The characterization results show that the particle size of the Moringa leaf extract nanoemulsion is $15.5 \text{ nm} \pm 8.4 \text{ nm}$ with a zeta potential value of $-32.9 \pm 0.0255 \text{ mV}$. The antibacterial activity showed that the zone of inhibition against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* in the nanoemulsion of Moringa leaf ethanol extract and Moringa leaf extract with concentrations of 50% and 75% was ($12.17 \pm 4.99 \text{ mm}$ and $12.47 \pm 1.28 \text{ mm}$), ($13.47 \pm 0.46 \text{ mm}$ and $13.37 \pm 0.49 \text{ mm}$), ($12.87 \pm 0.55 \text{ mm}$ and $13.5 \pm 0.2 \text{ mm}$). This research shows that the potential for moringa leaf (*Moringa oleifera* L.) ethanol extract nanoemulsion has higher antibacterial activity against *S. aureus* and *E. coli*.

Keywords: *Moringa oleifera* L, Nanoemulsion, Antibakteri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*

1. Pendahuluan

Kelor (*Moringa oleifera*) merupakan tumbuhan asli dari Afrika dan Asia yang spesiesnya paling banyak tumbuh di India Barat Laut. Tumbuhan ini terdiri dari 13 spesies, dari herba kecil hingga pohon besar yang berasal dari daerah tropis dan subtropis. Kelor adalah spesies yang paling sering dibudidayakan. Tumbuhan ini dibudidayakan sebagai makanan, obat-obatan, minyak, kosmetik, atau pakan ternak. Tingginya antara 5 sampai 10 meter.

Kelor (*Moringa oleifera*) adalah tanaman yang akan kaya nutrisi dan sering disebut 'miracle tree' karena semua bagian tumbuhan kelor sangat bermanfaat bagi masyarakat. Tanaman ini dikenal sebagai tanaman obat. Akar kelor digunakan untuk obat luar penyakit beriberi, serta daunnya digunakan untuk obat kulit. Selain obat luar, kelor bisa digunakan untuk obat dalam seperti rematik, epilepsi, kekurangan vitamin C, dan infeksi saluran kemih. Dunia ilmu pengetahuan menyatakan bahwa kelor merupakan tanaman paling kaya nutrisi.

Daun kelor (*Moringa oleifera* L) mengandung senyawa fitokimia aktif yang dapat berperan sebagai antibakteri seperti saponin, alkaloid, flavonoid, dan tanin [3]. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Anita (2022) aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* didapatkan hasil ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 10%, 50%, dan 75% memberikan pengaruh pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan kategori lemah.

Nanoemulsi yang dihasilkan dapat digunakan pada industri obat-obatan, parfum, kosmetika, makanan, minuman, aromaterapi, dan lain-lain. Sediaan berukuran nano dapat meningkatkan penyerapan senyawa aktif karena besarnya luas permukaan. Kekurangan dari nanoemulsi ialah diperlukan konsentrasi besar surfaktan dan kosurfaktan untuk menstabilkan sediaan nanoemulsi, biaya yang dibutuhkan cukup besar dalam pembuatannya, stabilitas dipengaruhi oleh pH dan suhu. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Indratmoko (2021) adalah nanoemulsi ekstrak etanol kulit buah nanas memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri lebih baik dibandingkan ekstrak kulit buah nanas. Didapatkan daya antibakteri nanoemulsi ekstrak kulit buah nanas terhadap bakteri *Streptococcus mutans* tergolong kuat dengan ukuran zona bening 11,19 mm.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti tertarik melakukan penelitian mengenai uji aktivitas antibakteri terhadap aktivitas antibakteri nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera* L).

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan sampeldan kelor (*Moringa oleifera* L.) yang diperoleh dari Kecamatan Bukit Raya Kota Pekanbaru, Provinsi Riau, Indonesia dan selanjutnya identifikasi sampel tumbuhan di Laboratorium jurusan Biologi FMIPA Universitas Riau. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan rancangan penelitian *post-test only with control group*. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Mikrobiologi dan Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Abdurrab.

2.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan yaitu *hot plate magnetic stirrer*, timbangan analitik, gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, batang pengaduk, tabung reaksi, *rotary evaporator*, erlenmeyer, oven, botol vial, jangka sorong, rak tabung reaksi, jarum Ose, cawan petri, lampu spiritus, destilator, blender, *aluminium foil*, autoklaf, sonikator, dan PSA (*Particle Size Analyzer*).

Bahan yang digunakan yaitu daun kelor (*Moringa oleifera L.*), etanol 96%, Tween 80, PEG 400, VCO, air suling, media MHA (*Mueller Hinton Agar*), tablet ciprofloxacin, CMC, bakteri *Staphylococcus aureus*, dan bakteri *Escherichia coli*.

2.2. Pembuatan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera L.*)

Daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dibersihkan dari kotoran yang menempel pada daun memakai air mengalir lalu diiris-iris tipis kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50°C. Simplisia kering, dilakukan sortasi kering terhadap simplisia yang rusak kemudian dihaluskan dan diayak, sehingga diperoleh serbuk daun kelor dengan ukuran 40 mesh. Selanjutnya ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Serbuk daun kelor sebanyak 300 gr dimasukkan ke dalam wadah gelap yang berisi etanol 96 % dengan perbandingan 1:5 (b/v). Perendaman dibiarkan selama 3 hari dalam bejana tertutup dan terlindung dari cahaya sambil berulang-ulang diaduk. setelah 3 hari Simplisia disaring dan ampasnya direndam lagi dengan cairan penyaring yang baru, hal ini dilakukan sebanyak 3 kali. Setelah ekstraksi selesai, hasil ekstraksi disaring lalu dipekatkan untuk mendapatkan ekstrak kental dengan *rotary evaporator* disuhu 40°C sampai tidak ada destilat yang menetes (Jusnita and Syurya, 2019).

2.3. Pembuatan Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera L.*)

Proses pembuatan nanoemulsi ekstrak daun kelor dimulai dengan menimbang semua bahan sesuai dengan formula pada Tabel 3. Ekstrak daun kelor dilarutkan dengan aquadest. Aquadest dimasukkan ke dalam *beaker glass* lalu dipanaskan sambil dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer*. Kemudian tambahkan tween 80, PEG 400 diaduk hingga jernih, dan tambahkan VCO diaduk hingga homogen. Setelah itu, tambahkan ekstrak yang sudah dilarutkan dengan aquadest, diaduk selama 20 menit dengan kecepatan 800 rpm pada suhu 80°C. Seluruh bahan yang telah tercampur kemudian dihomogenkan dengan menggunakan ultrasonik selama 30 menit. Selanjutnya sediaan yang telah jadi dimasukkan ke dalam botol. Formulasi yang digunakan pada pembuatan nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor:

Tabel 1. Formulasi nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor

Bahan	Formula (%b/v)	Fungsi
Ekstrak Daun Kelor	2	Zat Aktif
VCO	0,6	Fase minyak
Tween 80	7,2	Surfaktan
PEG 400	2	Kosurfaktan
Aquadest	ad 20 mL	Pembawa

2.4. Uji Aktivitas Antibakteri

2.4.1. Sterilisasi

Seluruh alat yang digunakan untuk uji antibakteri dicuci dengan air bersih, kemudian dibungkus dengan *aluminium foil*. Lalu disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit untuk alat yang tidak tahan panas. Sedangkan alat-alat yang tahan panas disterilkan menggunakan oven pada suhu 170°C. Jarum Ose dibakar di atas api langsung menggunakan lampu spiritus.

2.4.2. Pembuatan Media

Media pertumbuhan dibuat dengan cara ditimbang 7,6g MHA, lalu dilarutkan ke dalam 200 ml air suling di dalam *beaker glass*. Setelah itu, media diaduk dan dipanaskan menggunakan *hot plate*. Selanjutnya media disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit.

2.4.2. Peremajaan Bakteri

Proses ini dilakukan pada ruangan steril yang sebelumnya telah disemprotkan alkohol 70% dan didekatkan pada nyala api (bunsen). Bakteri *Stapylococcus aureus* dan *Escherichia coli* digoreskan menggunakan ose steril ke media MHA miring yang telah disiapkan sebelumnya. Kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

2.4.3. Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Pembuatan suspensi bakteri yaitu dengan cara biakan bakteri diambil dengan jarum Ose steril, kemudian disuspensikan dalam tabung reaksi yang berisi 5ml NaCl fisiologis hingga diperoleh kelarutan yang sama dengan konsentrasi kelarutan Mc.Farland.

2.4.4. Pembuatan Larutan Kontrol Positif dan Kontrol Negatif

- Pembuatan Larutan Kontrol Positif

Kontrol positif dibuat dari sediaan obat tablet Ciprofloxacin 500mg. Satu tablet Ciprofloxacin digerus, lalu ditimbang 500mg serbuk, kemudian serbuk Ciprofloxacin dilarutkan ke dalam aquadest 50ml.

- Pembuatan Larutan Kontrol Negatif

Kontrol negatif dibuat dari CMC 1% dengan cara 1g serbuk CMC dilarutkan dalam 100ml aquadest. Aduk hingga homogen.

2.4.5. Pengujian Aktivitas Antibakteri

Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode difusi dan bakteri yang digunakan yaitu *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli*. Metode difusi untuk menentukan luas dari daerah hambat, metode difusi yang digunakan yaitu dengan teknik sumuran. Suspensi bakteri diambil menggunakan kapas lidi steril kemudian dioleskan pada permukaan media MHA secara merata ke seluruh permukaan dan diamankan selama 5 menit agar suspensi terserap pada media. Kemudian membuat 4 sumuran dengan menggunakan *cork borer* nomor 4 dengan diameter 6mm untuk nanoemulsi, ekstrak, kontrol negatif (CMC), dan kontrol positif (Ciprofloxacin) masing-masing konsentrasi diambil menggunakan mikropipet sebanyak 50µl. Cawan Petri diinkubasi ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam. Kemudian diameter zona bening yang terbentuk diamati dan diukur menggunakan jangka sorong. Pengujian dilakukan sebanyak 3 kali. Daya antibakteri terbagi menjadi 4 kategori seperti tabel di bawah ini:

Tabel 2. Kriteria Daya Antibakteri (Fiana *et al.*, 2020)

Kategori Daya Hambat	Diameter Zona Hambat
Lemah	< 5mm
Sedang	5-10mm
Kuat	10-20mm
Sangat Kuat	> 20mm

2.4.6. Pengolaan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah mengukur zona bening terhadap sediaan nanoemulsi ekstrak daun kelor, ekstrak daun kelor, kontrol positif, dan kontrol negatif. Kemudian, data dimasukkan ke dalam program SPSS 25 (data entry), kemudian data tersebut dianalisis.

2.4.7. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan analisis *One Way ANOVA*. Analisis hasil penelitian meliputi aktivitas antibakteri. Analisis data dengan *One Way ANOVA* ini digunakan jika data yang telah didapatkan bahwa data homogen dan terdistribusi normal. Batas derajat bermakna pada uji *One Way ANOVA* yaitu $\text{sig} \leq 0,05$ (hipotesis dianggap bermakna). Uji Kruskal-Wallis akan digunakan jika data tidak terdistribusi secara normal. Kemudian dilanjutkan analisis *Post Hoc Test LSD (Least Significant Difference)* untuk menilai bagaimana kebermaknaan antar kelompok.

3. Hasil dan Pembahasan

Tanaman daun kelor yang digunakan pada penelitian ini didertiminasi di laboratorium Biologi FMIPA Universitas Riau. Dertiminasi tanaman bertujuan untuk mencocokkan ciri-ciri morfologi yang ada pada tanaman yang akan diteliti sehingga tidak terjadi kesalahan sampel tanaman untuk penelitian. Hasil dertiminasi menyatakan bahwa tanaman tersebut adalah tanaman kelor dengan nama latin *Moringa oleifera L* dan suku *moringaceae*.

Tanaman kelor yang digunakan pada penelitian ini adalah bagian daun. Simplisia daun kelor yang digunakan sebanyak 10 kg kemudian daun di oven terlebih dahulu pada suhu 50°C selama 2 x 24 jam pengeringan bertujuan untuk mendapatkan simplisia yang tidak mudah rusak. Hal ini sesuai dengan penelitian Handoyo (2020), pengeringan menggunakan oven dengan suhu 50°C merupakan pengeringan yang baik, karena didapat hasil warna daun hijau cerah. Jadi secara umum biasanya suhu yang efektif berkisar 50-70°C [7].

Simplisia dihaluskan menggunakan blender dan diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 40 mesh untuk mendapatkan serbuk halus. Pengayakan dilakukan untuk memperluas permukaan serta membantu pemecahan dinding dan membran sel, sehingga mempermudah memaksimalkan proses ekstraksi. Pengayakan bertujuan untuk menghomogenkan ukuran partikel, selain itu ukuran serbuk juga bisa berpengaruh terhadap rendemen ekstrak yang diperoleh [8]. Serbuk halus yang dihasilkan setelah pengayakan yaitu 553,07 g. Setelah itu serbuk halus ditimbang dan diekstraksi.

Ekstraksi yang digunakan yaitu maserasi dengan etanol 96%. Metode ekstraksi secara maserasi dipilih karena cara pengerjaan dan peralatannya yang sederhana, tidak diperlukan keahlian khusus untuk melakukan ekstraksi ini, tidak menggunakan pemanasan sehingga kecil kemungkinan bahan alam menjadi rusak atau terurai. Proses maserasi dilakukan selama 1 hari dilakukan tiga kali pengulangan [8]. Maserat yang di dapatkan sebanyak 2 Liter. Ekstrak cair yang sudah didapatkan selanjutnya di pekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C dengan putaran 60 rpm. Ekstrak kental yang dihasilkan yaitu 77,01g. Sediaan nanoemulsi dibuat dari ekstrak kental daun kelor. Komponen nanoemulsi terdiri dari surfaktan, kosurfaktan, dan fase minyak. Surfaktan salah satu komponen penting dalam formulasi nanoemulsi yang dapat memiliki bagian polar (*hidrofilik*) dan nonpolar (*lipofilik*). Surfaktan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tween 80. Tween 80 merupakan surfaktan yang kompatibel dalam membentuk nanoemulsi yang stabil dan berukuran nanometer [9]. Kombinasi surfaktan menghasilkan ukuran partikel lebih kecil dan lebih stabil dibandingkan dengan surfaktan tunggal. Kosurfaktan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PEG 400. PEG 400 dapat membantu Tween 80 menurunkan tegangan permukaan sehingga terbentuk sistem nanoemulsi yang stabil [10]. Fase minyak yang digunakan dalam penelitian ini adalah VCO (Virgin Coconut Oil). VCO merupakan minyak yang baik digunakan dalam pembuatan nanoemulsi. VCO memiliki komposisi asam lemak, trigliserida, dan senyawa fenolik. Penggunaan VCO sebagai fase minyak dapat menghasilkan nanoemulsi dengan ukuran partikel nanometer [11]. Pembuatan sediaan nanoemulsi daun kelor (*Moringa oleifera L*) menggunakan sonikator dengan metode energi tinggi. Sediaan disonikasi selama 30 menit. Sonikator berperan penting dalam proses formulasi nanoemulsi dengan energi tinggi dalam

mengubah gelombang ultrasonik menjadi getaran dengan memanfaatkan energi listrik sehingga getaran tersebut memecah partikel menjadi ukuran yang lebih kecil [12].

Uji ukuran partikel bertujuan untuk mengetahui seberapa besar suatu sediaan dengan menggunakan alat yang dinamakan PSA (*Particle Size Analyzer*). Uji ukuran partikel ini bertujuan untuk menentukan intensitas distribusi spasial dari cahaya yang terhambur yang diakibatkan oleh sinar laser [11]. Dari hasil pengukuran dengan menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*), Nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor memiliki ukuran partikel $15,5 \pm 8,4$ nm. Semakin kecil ukuran partikel maka proses absorpsi semakin cepat serta memberikan efek farmakologis yang cepat pula [13].

Zeta potensial adalah potensial elektrostatik yang terjadi pada bidang permukaan partikel baik akibat interaksi antar muatan pada permukaan partikel maupun lingkungan sekitar partikel [11]. Setelah dilakukan karakterisasi, nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor memiliki nilai zeta potensial sebesar -32,9 mV. Secara umum nilai zeta potensial yang baik ialah -30mV sampai +30mV menunjukkan suatu sistem stabil. Dapat dikatakan bahwa sediaan nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor kurang stabil. Zeta potensial mendapatkan nilai negatif dikarenakan terdapatnya asam lemak pada bahan formulasi yaitu VCO. Rentang nilai zeta potensial yang baik pada penyimpanan yakni >30mV yang menunjukkan bahwa sediaan memiliki stabilitas elektrostatik yang baik. Faktor yang dapat mempengaruhi nilai zeta yaitu perubahan pH dan perbedaan konsentrasi saat penambahan zat tambahan [13].

Pada penelitian ini menggunakan 2 bakteri yaitu, bakteri *Staphylococcus aureus* dan bakteri *Escherichia coli*. Berikut hasil uji aktivitas antibakteri dari bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Berdasarkan Tabel 3, hasil uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus auerus* menunjukkan bahwa nanoemulsi memiliki aktivitas antibakteri kategori kuat, ekstrak 75 dan 50% memiliki aktivitas antibakteri kategori kuat, kontrol positif memiliki aktivitas antibakteri kategori sangat kuat, dan kontrol negatif tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

Tabel 3. Hasil pengukuran diameter zona hambat nanoemulsi estrak etanol daun kelor terhadap *Staphylococcus aureus*

Formula	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-rata (mm)	SD (±)
	P1	P2	P3		
Nanoemulsi	11,4	17,5	7,6	12,17	4,99
Ekstrak 75%	13,5	12,6	12,5	12,87	0,55
Ekstrak 50%	13,5	13	13,9	13,47	0,46
Kontrol +	47,3	51,4	46,3	48,33	2,70
Kontrol -	-	-	-	0	0

Tabel 4. Hasil pengukuran diameter zona hambat nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor terhadap *Escherichia coli*

Formula	Diameter Zona Hambat (mm)			Rata-Rata (mm)	SD (±)
	P1	P2	P3		
Nanoemulsi	13,4	13	11	12,47	1,28
Ekstrak 75%	13,7	13,5	13,3	13,5	0,2
Ekstrak 50%	13,7	12,8	13,6	13,37	0,49
Kontrol (+)	35	52	43,50	43,5	8,5
Kontrol (-)	-	-	-	0	0

Berdasarkan Tabel 4, hasil uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli* menunjukkan bahwa sediaan nanoemulsi memiliki aktivitas antibakteri kategori kuat, ekstrak 75 dan 50% memiliki aktivitas antibakteri kategori kuat, kontrol positif memiliki aktivitas antibakteri kategori sangat kuat, dan kontrol negatif tidak memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Data hasil penelitian yang didapatkan dilakukan uji statistik yaitu uji *One Way ANOVA*, sebelum dilakukan uji tersebut harus dilakukan uji normalitas untuk memastikan data terdistribusi normal. Uji normalitas pada penelitian ini ialah uji aktivitas antibakteri terhadap zona hambat dari sediaan nanoemulsi, ekstrak, dan kontrol positif. Data yang terdistribusi normal jika nilai $p > 0,05$. Didapatkan nilai p value terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada formula nanoemulsi, ekstrak 75%, ekstrak 50%, dan kontrol positif $> 0,05$. Maka data tersebut terdistribusi normal.

Selanjutnya dilakukan uji homogenitas. Uji homogenitas dilakukan pada aktivitas antibakteri terhadap zona hambat dari sediaan nanoemulsi, ekstrak, dan kontrol positif. Uji homogenitas dilakukan menggunakan *Levene statistic*, data dikatakan homogen jika nilai $p > 0,05$. Hasil uji homogenitas pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* didapatkan $p > 0,05$ maka data penelitian ini dapat dikatakan homogen.

One Way ANOVA dianggap bermakna atau terdapat perbedaan antar kelompok apabila nilai $p < 0,05$. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* didapatkan nilai $p < 0,05$ didapatkan perbedaan yang bermakna pada setiap kelompok. Maka dari itu, analisis data dilanjutkan dengan uji *Post Hoc LSD (Least Significant Difference)* untuk mengetahui kelompok yang memiliki perbedaan yang bermakna terhadap kelompok lainnya.

Uji *LSD* tergolong sederhana dibandingkan jenis uji lainnya. Uji ini digunakan untuk mengetahui pasangan rerata mana yang paling berbeda diantara pasangan yang ada, dan uji ini biasanya dilakukan untuk jumlah sampel yang kecil. Pada bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* didapatkan bahwa sediaan nanoemulsi, ekstrak 75%, dan ekstrak 50% memiliki perbedaan bermakna dengan kontrol positif.

Sediaan nanoemulsi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L*) dapat menghambat aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli* dengan kategori kuat. Aktivitas antibakteri yang paling kuat yaitu terhadap bakteri *Escherichia coli*. Zat aktif di dalamnya dapat menghambat bakteri, sehingga terbentuknya zona hambat yang kuat. Zona hambat yang terdapat pada penelitian ini dapat dihubungkan dengan adanya senyawa yang terkandung di dalamnya kandungan zat antibakteri.

4. Kesimpulan

Hasil karakterisasi menunjukkan ukuran partikel dari nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor adalah $15,5 \pm 8,4$ nm dengan nilai zeta potensial sebesar sebesar $-32,9 \pm 0,0255$ mV. Aktivitas antibakteri menunjukkan zona hambat terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor dan ekstrak daun kelor dengan konsentrasi 50% dan 75% adalah ($12,17 \pm 4,99$ mm dan $12,47 \pm 1,28$ mm), ($13,47 \pm 0,46$ mm dan $13,37 \pm 0,49$ mm), ($12,87 \pm 0,55$ mm dan $13,5 \pm 0,2$ mm). Penelitian ini menunjukkan bahwa potensi nanoemulsi ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera L.*) mempunyai aktivitas antibakteri yang lebih tinggi terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Daftar Pustaka

- [1] M. Vergara-Jimenez, M. M. Almatrafi, and M. L. Fernandez, "Bioactive components in *Moringa oleifera* Leaves Protect Against Chronic Disease," *Antioxidants*, vol. 6, no. 4, pp. 1–13, 2017,

- [2] N. Jusnita and W. Syurya, “Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.),” *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*, vol. 6, no. 1, pp. 16–24, 2019.
- [3] A. Ginarana, E. Warganegara, and Oktafany, “Uji Aktivitas Antibakteri Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) terhadap *Staphylococcus aureus*,” *J. Major.*, vol. 9, pp. 21–25, 2020.
- [4] A. Febriyanti and Z. S. Najib, “Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) dari Kabupaten Bangkalan terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*,” *Indones. J. Pharm. Herb. Med.*, vol. 2, no. 1, pp. 55–59, 2022.
- [5] A. Dienilah, “Formulasi Sediaan Nanoemulsi Ekstrak Buah Stroberi (*Fragaria sp*) sebagai Bahan Aktif Pembuatan Serum Antioksidan,” Universitas Islam Indonesia, 2022.
- [6] S. Indratmoko, Suratmi, and E. Issusilaningtyas, “Formulasi Karakterisasi dan Evaluasi Self-Nano Emulsifying Drug Delivery System (SNEDDS) Ekstrak Etanol Kulit Buah Nanas sebagai Antibakteri *Streptococcus mutans*,” *Fitofarmaka J. Ilm. Farm.*, vol. 11, no. 1, pp. 12–22, 2021.
- [7] D. L. Y. Handoyo and M. E. Pranoto, “Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan terhadap Pembuatan Simplisia Daun Mimba (*Azadirachta Indica*),” *J. Farm. Tinctura*, vol. 1, no. 2, pp. 45–54, 2020.
- [8] C. Novi, S. Aisah, L. Dita, Y. E. Kartika, S. Endrawati, and H. Susilo, “Formulasi dan Uji Aktivitas Sediaan Gel Ekstrak Daun Kacapiring (*Gardenia Jasminodes* J. Ellis) terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*,” *J. Med. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 35–45, 2023.