



## Uji Efektivitas Antibakteri Larutan Lo'i Keta dan Ekstrak Methanol Lo'i Keta Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*

<sup>1\*</sup>Dilfa Atri Safari, <sup>2</sup>Musyarrifah, <sup>3</sup>Rozikin, <sup>4</sup>Setio Rini

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Al-Azhar Mataram, Mataram, Indonesia

\*Corresponding Author e-mail: [safaridilfa44@gmail.com](mailto:safaridilfa44@gmail.com)

Received: July 2025; Revised: August 2025; Accepted: September 2025; Published: September 2025

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri larutan dan ekstrak metanol Lo'i keta terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Penelitian menggunakan desain true experiment dengan rancangan *Posttest Only Control Group Design* melalui metode sumuran. Sebanyak 80 sampel dibagi ke dalam 20 kelompok perlakuan dengan konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100%, serta kontrol positif (ciprofloxacin) dan kontrol negatif (aquadest). Analisis GC-MS menunjukkan sembilan senyawa bioaktif dalam ekstrak metanol Lo'i keta. Hasil penelitian menunjukkan larutan Lo'i keta mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dengan zona hambat 15–24 mm, sedangkan ekstrak metanol menghasilkan zona hambat lebih besar yaitu 18–32 mm. Pada *Pseudomonas aeruginosa*, hanya ekstrak metanol yang membentuk zona hambat sebesar 13–17 mm, sementara larutan Lo'i keta tidak menunjukkan aktivitas antibakteri. Uji Kruskal-Wallis menunjukkan adanya perbedaan bermakna antar kelompok perlakuan. Kesimpulan penelitian ini adalah larutan dan ekstrak metanol Lo'i keta efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*, namun aktivitas terhadap *Pseudomonas aeruginosa* hanya ditunjukkan oleh ekstrak metanol. Lo'i Keta berpotensi dikembangkan sebagai alternatif antibakteri berbasis obat tradisional.

**Kata Kunci:** Antibakteri; lo'i keta; *Staphylococcus epidermidis*; *Pseudomonas aeruginosa*

**Abstract:** This study aimed to determine the antibacterial activity of Lo'i keta solution and methanol extract against the growth of *Staphylococcus epidermidis* and *Pseudomonas aeruginosa*. The research employed a true experimental design using a *Posttest Only Control Group Design* with the well diffusion method. A total of 80 samples were divided into 20 treatment groups with concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100%, along with a positive control (ciprofloxacin) and a negative control (distilled water). GC-MS analysis revealed nine bioactive compounds in the methanol extract of Lo'i keta. The results showed that the Lo'i keta solution inhibited the growth of *Staphylococcus epidermidis* with inhibition zones ranging from 15–24 mm, while the methanol extract produced larger inhibition zones of 18–32 mm. Against *Pseudomonas aeruginosa*, only the methanol extract demonstrated antibacterial activity with inhibition zones of 13–17 mm, whereas the solution showed no inhibitory effect. The Kruskal-Wallis test indicated significant differences among the treatment groups. In conclusion, both the Lo'i keta solution and the methanol extract were effective in inhibiting the growth of *Staphylococcus epidermidis*, while antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa* was observed only in the methanol extract. Lo'i keta demonstrates potential to be developed as a traditional medicine-based antibacterial alternative.

**Keywords:** Antibacterial; lo'i keta; *Staphylococcus epidermidis*; *Pseudomonas aeruginosa*

**How to Cite:** Safari, D. A., Musyarrifah, Rozikin, & Rini, S. (2025). Uji Efektivitas Antibakteri Larutan Lo'i Keta dan Ekstrak Methanol Lo'i Keta Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(3), 2148–2161. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14496>



<https://doi.org/10.33394/bioscientist.v13i3.14496>

Copyright© 2025, Safari et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



### PENDAHULUAN

Infeksi kulit merupakan salah satu masalah kesehatan utama dengan prevalensi global sekitar 300 juta kasus per tahun dan menjadi penyebab kematian kedua tertinggi setelah penyakit kardiovaskular (Pinarsi, 2021; Rusli *et al.*, 2023). Di Indonesia, prevalensi infeksi kulit mencapai 4,60–12,95% dan menempati urutan ketiga dari sepuluh penyakit terbanyak (Rahayu *et al.*, 2023). Kondisi iklim tropis yang lembab dan berdebu turut mendukung pertumbuhan mikroorganisme penyebab infeksi. Beberapa bakteri yang sering menjadi penyebab infeksi kulit adalah

*Staphylococcus epidermidis* yang memiliki eksopolimer sehingga sulit dilawan sistem imun (Zein *et al.*, 2022), serta *Pseudomonas aeruginosa* yang dikenal sebagai bakteri oportunistik dengan resistensi antibiotik intrinsik (Robertus, 2024). Penggunaan antibiotik konvensional seringkali menimbulkan resistensi maupun efek samping sehingga efektivitas terapi menurun dan biaya pengobatan meningkat (Putri *et al.*, 2023; Nikmah, 2022). Oleh karena itu, pencarian alternatif antibakteri dari bahan alam menjadi salah satu strategi penting.

Lo'i Keta merupakan obat tradisional warisan masyarakat Bima dan Dompu yang berbentuk bulatan kecil berwarna putih keunguan. Obat ini digunakan secara turun-temurun karena mudah diperoleh, murah, dan diyakini aman tanpa efek samping (Julianto, 2019). Beberapa bahan penyusun Lo'i Keta telah terbukti memiliki kandungan senyawa bioaktif dengan aktivitas antibakteri, misalnya daun bidara yang mengandung flavonoid, alkaloid, tanin, fenol, dan saponin yang aktif terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Naid & Nuryanti, 2024), ekstrak delima yang bersifat antibakteri (Zabir, 2018), serta jambang yang mengandung fenolat, flavonoid, dan triterpenoid dengan sifat antibakteri dan antiinflamasi (Wijayanti & Setiawan, 2018). Selain itu, beras ketan hitam kaya akan antosianin dengan potensi antibakteri (Azis *et al.*, 2015), beras merah mengandung proantosianidin dengan aktivitas antioksidatif dan antibakteri (Fitriyah *et al.*, 2022), kulit manggis memiliki flavonoid dan tannin yang efektif terhadap *Staphylococcus epidermidis* (Sriyono & Andriani, 2013), serta bunga kenanga dan melati yang mengandung flavonoid dan saponin dengan efek antibakteri (Nikmah, 2022; Aditiya, 2021).

Penelitian terdahulu lebih banyak membahas potensi antibakteri bahan penyusunnya secara terpisah, namun belum ada penelitian ilmiah yang secara langsung menguji aktivitas antibakteri Lo'i Keta sebagai satu kesatuan formulasi. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan dengan untuk mengetahui aktivitas antibakteri larutan dan ekstrak metanol Lo'i keta terhadap pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat memperkuat dasar penggunaan obat tradisional secara ilmiah sekaligus menghadirkan kandidat alternatif antibakteri berbasis kearifan lokal dalam menghadapi persoalan resistensi antibiotik. Novelty penelitian ini terletak pada pengujian *in vitro* Lo'i Keta yang belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga berpotensi memperkaya khasanah obat tradisional Nusantara dengan bukti ilmiah yang kuat.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen laboratorium (*true experimental*) dengan rancangan posttest dengan kelompok kontrol (*Posttest Only Control Group Design*). Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 kelompok perlakuan yang terdiri atas larutan *lo'i keta* dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, 25%, dan kelompok kontrol positif dengan ciprofloxacin dan kelompok kontrol negative dengan aquadest.

Penelitian ini dilakukan pada Bulan Juni-November 2024 di Balai Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat dan Laboraturium Kimia Analitik Universitas Mataram. Subjek yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa* yang diperoleh dari Balai Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sedangkan kelompok kontrolnya adalah Antibiotik ciprofloxacin (kelompok positif) dan Aquadest (kelompok negative). Berdasarkan rumus feeder diperoleh Jumlah unit percobaan

adalah 80, dengan perincian 40 unit untuk *Staphylococcus epidermidis* dan 40 unit untuk *Pseudomonas aeruginosa* serta menggunakan 4 kali pengulangan pada masing-masing kelompok.

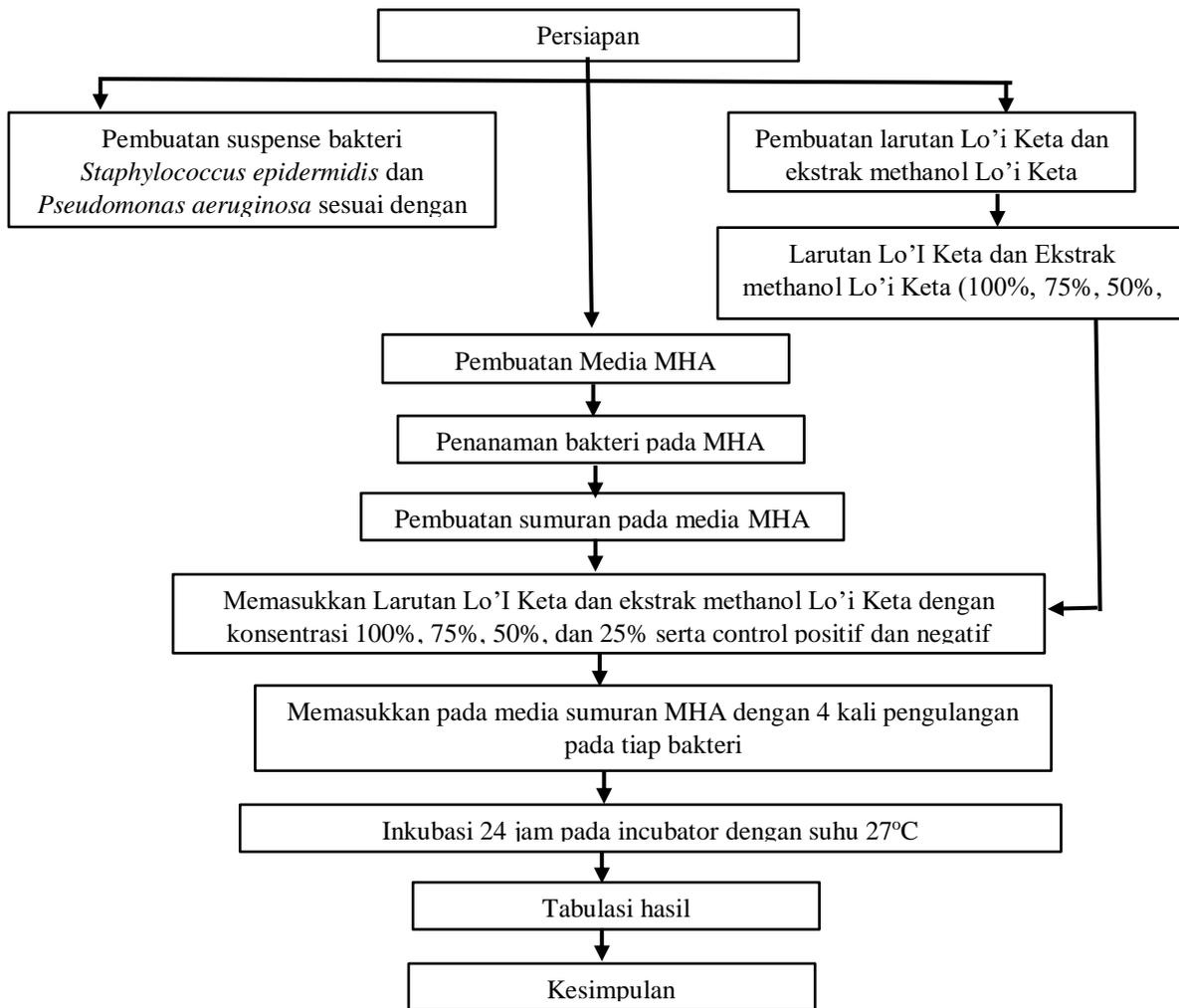
Alat yang digunakan berupa tabung reaksi, *beaker glass*, batang pengaduk, kertas saring, gelas ukur, corong kaca, lampu spiritus, penggaris dengan skala ukuran milimeter, ose, bunsen, mikropipet, pinset, cawan petri, rak tabung, penggaris, kamera, autoclave, alat tulis, label, *blue tip*, inkubator, timbangan digital, sarung tangan, masker, petridish, *tissue*, *laminari flow*, *swab* kapas steril, evaporator. Sedangkan Bahan yang digunakan berupa larutan Lo'i Keta, media Mueller Hinton Agar (MHA), NaCl, larutan standar 0,5 *Mc Farland*, alkohol 70 %, biakan bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*, cakram uji kosong, korek api, *swab* kapas steril, *tissue*, pelarut methanol, kontrol positif (+) antibiotik ciprofloxacin dan kontrol negative (-) aquadest steril.

Gambaran perlakuan pada penelitian ini dikelompokkan sebagai berikut. (1) Larutan lo'i keta dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, 25% dan kelompok kontrol positif de ciprofloxacin dan kelompok kontrol negative dengan aquadest. (2) Ekstrak methanol lo'i keta dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, 25% dan kelompok kontrol positif dengan ciprofloxacin dan kelompok kontrol negative dengan aquadest. Pengelompokkan perlakuan disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Metode Pengelompokkan Perlakuan Berdasarkan Konsentrasi Larutan Lo'i Keta Terhadap Bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*

No.	Kelompok	Perlakuan
1.	Kelompok 1 (K1)	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan larutan lo'i keta dan ekstrak metanol lo'i keta dengan konsentrasi 100%
2.	Kelompok 2 (K2)	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan larutan lo'i keta dan ekstrak metanol lo'i keta dengan konsentrasi 75%.
3.	Kelompok 3 (K3)	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan larutan lo'i keta dan ekstrak metanol lo'i keta dengan konsentrasi 50%.
4.	Kelompok 4 (K4)	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan larutan lo'i keta dan ekstrak metanol lo'i keta dengan konsentrasi 25%.
5.	Kelompok kontrol positif	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan antibiotik <i>ciprofloxacin</i> .
6.	Kelompok kontrol negatif	Kelompok bakteri <i>Staphylococcus Epidermidis</i> dan <i>Pseudomonas Aeruginosa</i> yang diberikan aquades.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan IBM SPSS statistic 22 dengan uji pendahuluan yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Apabila data yang diperoleh berdistribusi normal dan homogen, dilanjutkan dengan uji *statistic One Way ANOVA*. Namun jika data tidak terdistribusi normal dan homogen, lanjutkan ke uji *Kruskal-Wallis*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing kelompok uji yang mengandung kontrol positif, kontrol negatif dengan berbagai variasi konsentrasi larutan lo'i keta dan ekstrak metanol lo'i keta dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*. Alur penelitian tertuang pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

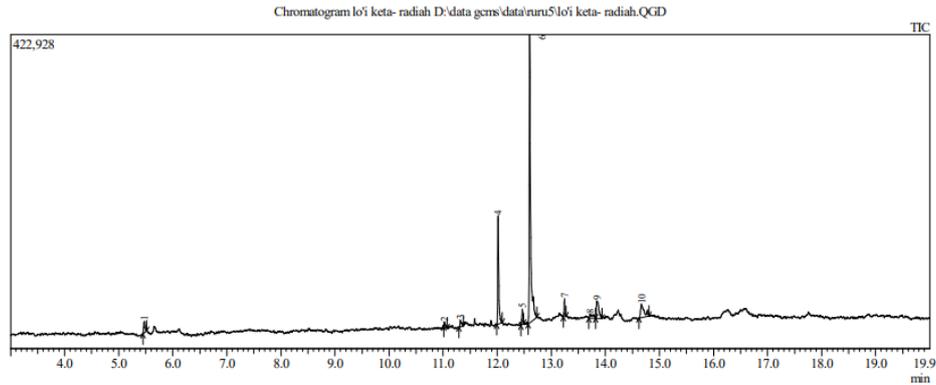
### Analisis GC-MC Lo'i Keta (Gas Chromatography-Mass Spectrometry)

Komposisi yang digunakan dalam lo'i keta pada penelitian ini meliputi beras putih, bunga melati, bunga kenanga, daun bidara, dan daun delima. Komposisi lo'i keta yang digunakan tertuang dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Komposisi lo'i keta

No	Bahan	Berat (gram)	Persentase (%)
1.	Beras putih	150	73,52
2.	Bunga melati	15	7,35
3.	Bunga kenanga	15	7,35
4.	Daun bidara	3	1,47
5.	Daun delima	3	1,47
<b>Total</b>		<b>186</b>	<b>100</b>

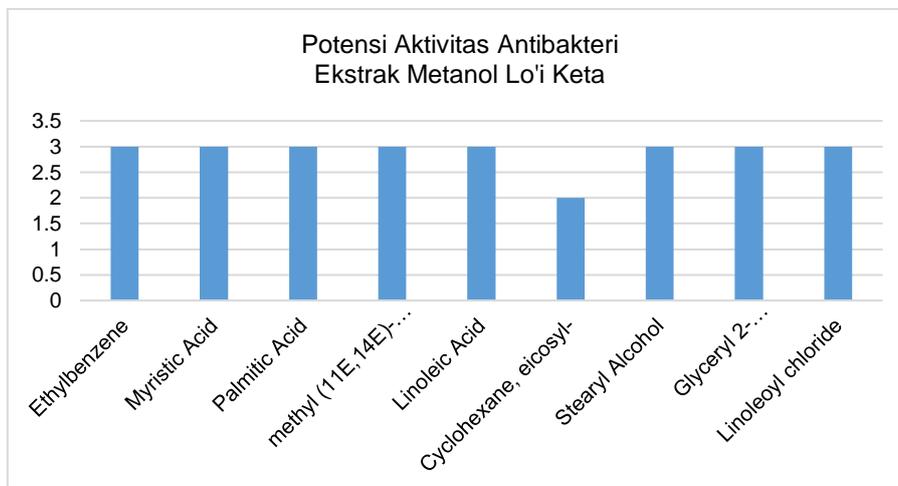
Analisis GC-MS dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa bioaktif dalam ekstrak metanol lo'i keta. Kromatogram hasil analisa senyawa ekstrak metanol lo'i keta ditampilkan pada Gambar 2



**Gambar 2.** Hasil kromatogram GC-MS dari ekstrak methanol lo'i keta

Berdasarkan Gambar 2. analisis GC-MS ekstrak metanol diatas, terdapat sembilan senyawa dengan berbagai aktivitas biologis dalam ekstrak methanol lo'i keta. Dari sembilan senyawa terdapat delapan senyawa memiliki masing-masing tiga aktivitas antibakteri yang berbeda. Delapan senyawa tersebut adalah *Ethylbenzene*, *Myristic Acid*, *Palmitic Acid*, *methyl (11E,14E)-icosa-11.14-dienoate*, *Linoleic Acid*, *Stearyl Alcohol*, *Glyceryl 2-pentadecanoate*, *Linoleoyl chloride*. Sedangkan senyawa *Cyclohexane*, *eicosyl*-memiliki dua aktivitas antibakteri.

*Stearyl Alcohol* memiliki nilai rata-rata Pa tertinggi, yaitu 0,925, menunjukkan potensi aktivitas biologis yang paling tinggi. Hal ini mengindikasikan senyawa ini sebagai komponen utama yang berpotensi paling aktif sebagai antibakteri. *Glyceryl 2-pentadecanoate* juga memiliki nilai tinggi, yaitu 0,92 dengan aktivitas sebagai *acylcarnitine hydrolase inhibitor*, yang penting untuk menghambat metabolisme mikroba. Sedangkan *Cyclohexane*, *eicosyl*- memiliki nilai rata-rata Pa terendah, yaitu 0,735 yang menunjukkan aktivitas biologis yang lebih lemah dibandingkan senyawa lainnya dalam ekstrak. Berikut grafik potensi aktivitas antibakteri dari beberapa senyawa yang terdeteksi dalam ekstrak Metanol Lo'i Keta sebagaimana disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik potensi aktivitas antibakteri ekstrak metanol lo'i keta

Berdasarkan Gambar 3. Potensi Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Lo'i Keta terdapat perbandingan aktivitas antibakteri dari beberapa senyawa yang terdeteksi dalam ekstrak Metanol Lo'i Keta. Grafik menunjukkan setiap senyawa memiliki potensi aktivitas antibakteri yang berbeda. Senyawa seperti *Ethylbenzene*, *Myristic Acid*,

*Palmitic Acid, methyl (11E.14E)-icosa-11.14-dienoate, stearyl Alcohol, glyceril 2-pentadecanoate dan Linoleoyl chloride* menunjukkan potensi antibakteri yang paling tinggi (nilai mendekati atau mencapai 3,0). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa-senyawa ini memiliki kemampuan yang lebih signifikan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Sedangkan *Cyclohexane, eicosyl-* memiliki nilai terendah di antara semua senyawa, menunjukkan aktivitas antibakteri yang relatif lebih lemah dibandingkan senyawa lainnya.

*Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS)* merupakan instrumen analisis yang banyak digunakan dalam penelitian biomedis dan farmasi untuk mengidentifikasi senyawa metabolit pada suatu bahan. Prinsip kerja GC-MS didasarkan pada pemisahan senyawa melalui kromatografi gas yang kemudian diikuti dengan identifikasi molekul menggunakan spektrometri massa. Teknik ini memungkinkan analisis komponen kompleks secara lebih akurat, terutama pada bahan alami yang mengandung berbagai metabolit. Keunggulan utama GC-MS adalah sensitivitasnya yang tinggi, sehingga mampu mendeteksi senyawa dalam konsentrasi yang sangat kecil (Candraningrat *et al.*, 2021). Selain itu, GC-MS dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis metabolit, seperti minyak esensial, asam lemak, hidrokarbon, dan lipid, sehingga menjadikannya metode yang andal dalam mengungkap profil kimia suatu bahan (Surahmaida *et al.*, 2019).

Pada penelitian ini terdapat sembilan senyawa yang terkandung dalam ekstrak methanol lo'i keta. Setiap senyawa memiliki aktivitas antibakteri yang berbeda-beda Gambar 2. Berdasarkan analisis GC-MS didapatkan senyawa *Stearyl Alcohol* yang memiliki nilai rata-rata Pa tertinggi, yaitu 0,925. Hal ini mengindikasikan senyawa ini sebagai komponen utama yang berpotensi paling aktif sebagai antibakteri. *Stearyl alcohol* memiliki aktivitas antimicrobial seperti *taq carboxypeptidase inhibitor (TCI)* yang dapat membunuh bakteri dengan menghambat selektif *metallocarboxypeptidase*, yang sangat penting untuk sintesis dan fungsi dinding sel bakteri. Penghambatan ini mengganggu proses biokimia penting, yang menyebabkan kematian bakteri (Kaur *et al.*, 2020). Senyawa *Glyceril 2-pentadecanoate* juga memiliki nilai tinggi, yaitu 0,92 dengan aktivitas sebagai *acylcarnitine hydrolase inhibitor*, yang penting untuk menghambat metabolisme mikroba. *Glyceril 2-pentadecanoate* memiliki kemampuannya untuk mengganggu membran sel bakteri dan menghambat pembentukan biofilm, yang dapat menyebabkan kebocoran isi seluler, yang akhirnya mengakibatkan kematian sel (Zhang *et al.*, 2018). Sedangkan *Cyclohexane, eicosyl-* memiliki nilai rata-rata Pa terendah, yaitu 0,735 yang menunjukkan aktivitas biologis yang lebih lemah dibandingkan senyawa lainnya dalam ekstrak.

Selain itu, terdapat juga senyawa yang memiliki rata-rata pa tinggi seperti *Ethylbenzene* (0,829), *Myristic Acid* (0,843), *Palmitic Acid* (0,843), dan *Linoleoyl chloride* (0,802). Senyawa *Ethylbenzene* memiliki aktivitas antimicrobial berupa *N-formyl metionyl-peptidase* yang dapat menghambat enzim *Metionin aminopeptidase* bakteri (MetAP) yang menghasilkan protein untuk kehidupan bakteri, sehingga mengganggu sintesis protein bakteri dengan mencegah penghapusan gugus formil dari protein yang baru lahir, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan berfungsi sebagai agen antibakteri potensial (Gao *et al.*, 2016). *Myristic Acid* dapat mengganggu membran sel bakteri, mengganggu rantai transpor elektron dan produksi ATP yang dapat meningkatkan fluiditas membran, menyebabkan penghambatan penyerapan nutrisi dan potensi lisis sel, yang pada akhirnya mengakibatkan penghambatan pertumbuhan bakteri atau kematian (Desbois & Smith, 2010). Sedangkan *Linoleoyl chloride* dapat mengganggu integritas sel bakteri dan meningkatkan stres oksidatif, yang menyebabkan kematian sel (Daud *et al.*, 2023).

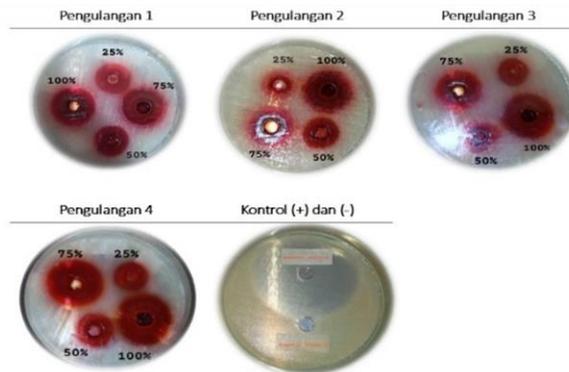
### Uji Aktivitas Antibakteri

Hasil Jumlah Pengukuran Zona Hambat Larutan Lo'i Keta dan Ekstrak Methanol Lo'i Keta Pada *Bakteri staphylococcus epidermidis* dapat dilihat pada Tabel 3.

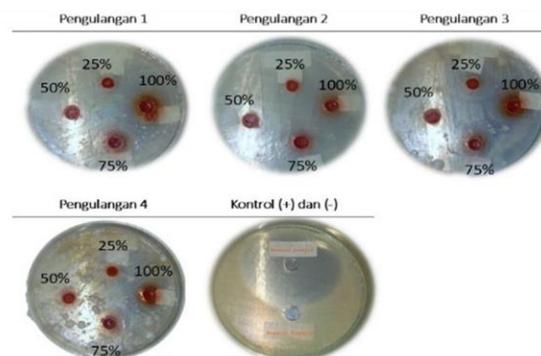
**Tabel 3.** Hasil jumlah pengukuran zona hambat larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta pada bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Kelompok Perlakuan	Sampel	Diameter Zona Hambat <i>Staphylococcus Epidermidis</i> (mm)				Jumlah Diameter (mm)	Rata-Rata (mm)	Makna
		P1	P2	P3	P4			
100% (K1)	Larutan	27	20	27	20	94	24	Sensitive
75% (K2)	Larutan	20	20	24	18	82	21	Sensitive
50% (K3)	Larutan	19	20	24	0	63	16	Intermediate
25% (K4)	Larutan	18	18	24	0	60	15	Resisten
100% (K1)	Ekstrak	39	27	29	33	128	32	Sensitive
75% (K2)	Ekstrak	29	22	28	33	112	28	Sensitive
50% (K3)	Ekstrak	23	20	20	23	86	22	Sensitive
25% (K4)	Ekstrak	23	14	17	18	72	18	Intermediate
Kontrol Positif (+)	Ciprofloxacin	58						Sensitive
Kontrol Negatif (-)	Aquades	0						Resisten

\*Keterangan: K1-K4 (Perlakuan), P1-P4 (Pengulangan), Sensitive (zona hambat :  $\geq 21$ ), Intermediet (zona hambat: 16-20), Resisten (zona hambat :  $\leq 15$ )



**Gambar 4.** Aktivitas penghambatan *staphylococcus epidermidis* oleh ekstrak methanol Lo'i Keta



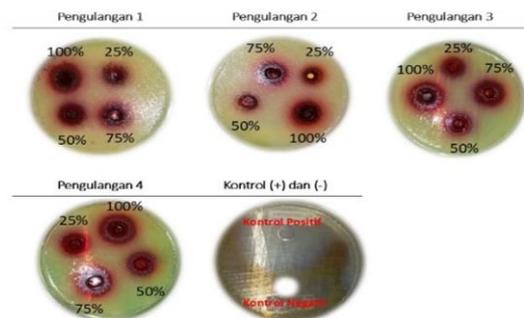
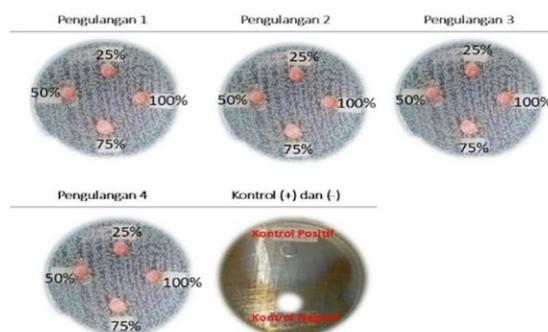
**Gambar 5.** Aktivitas penghambatan *staphylococcus epidermidis* oleh larutan Lo'i Keta

Hasil Jumlah Pengukuran Zona Hambat Larutan Lo'i Keta dan Ekstrak Methanol Lo'i Keta Pada Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil jumlah pengukuran zona hambat larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

Kelompok Perlakuan	Sampel	Diameter Zona Hambat <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (mm)				Jumlah Diameter (mm)	Rata-Rata (mm)	Makna
		P1	P2	P3	P4			
100% (K1)	Larutan	0	0	0	0	0	0	Resisten
75% (K2)	Larutan	0	0	0	0	0	0	Resisten
50% (K3)	Larutan	0	0	0	0	0	0	Resisten
25% (K4)	Larutan	0	0	0	0	0	0	Resisten
100% (K1)	Ekstrak	15	18	20	15	68	17	Intermediat
75% (K2)	Ekstrak	15	14	15	13	57	14	Resisten
50% (K3)	Ekstrak	13	13	15	13	54	14	Resisten
25% (K4)	Ekstrak	13	13	13	12	51	13	Resisten
Kontrol Positif (+)	Ciprofloxacin	57						Sensitive
Kontrol Negatif (-)	Aquades	0						Resisten

Keterangan: K1-K4 (Perlakuan), P1-P4 (Pengulangan), Sensitive (zona hambat :  $\geq 21$ ), Intermediat (zona hambat: 16-20), Resisten (zona hambat :  $\leq 15$ )

**Gambar 6.** Aktivitas penghambatan *Pseudomonas Aeruginosa* oleh ekstrak methanol Lo'i Keta**Gambar 7.** Aktivitas penghambatan *Pseudomonas Aeruginosa* oleh Larutan Lo'i Keta

Hasil Analisis Statistik Zona Hambat Antar Kelompok Perlakuan *Staphylococcus Epidermidis* dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil analisis statistik zona hambat antar kelompok perlakuan *Staphylococcus epidermidis*

Kelompok perlakuan	Sampel	Rata-rata	Nilai P
100% (K1)	Larutan	24 <sup>a</sup>	
75% (K2)	Larutan	21 <sup>a</sup>	
50% (K3)	Larutan	16 <sup>a</sup>	
25% (K4)	Larutan	15 <sup>a</sup>	

Kelompok perlakuan	Sampel	Rata-rata	Nilai P
100% (K1)	Ekstrak	32 <sup>b</sup>	.0001
75% (K2)	Ekstrak	28 <sup>b</sup>	
50% (K13)	Ekstrak	22 <sup>a</sup>	
25% (K4)	Ekstrak	18 <sup>b, a</sup>	
Kontrol Positif	Ciprofloxacin	58 <sup>c</sup>	
Kontrol Negatif	Aquades	0 <sup>d</sup>	

Sebaran data diuji dengan Shapiro-wilk: data sebagian tidak terdistribusi normal  $p < 0.05$ . Data disajikan dalam rerata. Uji Kruskal-Wallis:  $p < 0,001$  ( $p \leq 0,05$ ). Mann-Whitney dengan hasil signifikan ditandai dengan notasi superscript. a-b-c-d. Nilai dengan superscript berbeda menunjukkan terdapat perbedaan secara signifikan ( $p < 0,05$ )

Hasil Analisis Statistik Zona Hambat Antar Kelompok Perlakuan *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil analisis statistik zona hambat antar kelompok perlakuan *Pseudomonas aeruginosa*

Kelompok perlakuan	Sampel	Rata-rata	Nilai P
100% (K1)	Larutan	0 <sup>a</sup>	.0001
75% (K2)	Larutan	0 <sup>a</sup>	
50% (K3)	Larutan	0 <sup>a</sup>	
25% (K4)	Larutan	0 <sup>a</sup>	
100% (K1)	Ekstrak	17 <sup>b</sup>	
75% (K2)	Ekstrak	14 <sup>b</sup>	
50% (K13)	Ekstrak	14 <sup>b</sup>	
25% (K4)	Ekstrak	13 <sup>b</sup>	
Kontrol Positif	Ciprofloxacin	57 <sup>c</sup>	
Kontrol Negatif	Aquades	0 <sup>d</sup>	

Sebaran data diuji dengan Shapiro-wilk: data sebagian tidak terdistribusi normal  $p < 0.05$ . Data disajikan dalam rerata. Uji Kruskal-Wallis:  $p < 0,001$  ( $p \leq 0,05$ ). Mann-Whitney dengan hasil signifikan ditandai dengan notasi superscript. a-b-c-d. Nilai dengan superscript berbeda menunjukkan terdapat perbedaan secara signifikan ( $p < 0,05$ )

Penelitian ini menggunakan larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta sebagai *sampel* antibakteri dengan kelompok perlakuan terdiri dari konsentrasi 100%, 75%, 50%, dan 25%, kontrol positif menggunakan ciprofloxacin dan kelompok control negative menggunakan aquades. Tingkat aktifitas senyawa dalam menghambat pertumbuhan suatu bakteri berdasarkan kriteria *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), (2024) dibagi menjadi 3 kategori yaitu sensitif (S) jika memiliki diameter zona hambat  $\geq 21$  mm, intermediet (I) jika memiliki diameter zona hambat 16-20 mm, dan resisten (R) jika memiliki diameter zona hambat  $\leq 15$  mm.

Pada tabel rata-rata (Tabel 3 dan 4) menunjukkan hasil uji antibakteri menggunakan kontrol negatif tidak memberikan hasil. Aquades yang digunakan menjadi kontrol negatif berfungsi sebagai pengencer dari senyawa yang akan diuji dan bertujuan sebagai pembanding bahwa pelarut yang digunakan sebagai pengencer tidak mempengaruhi hasil uji antibakteri dari senyawa yang akan di uji. Sedangkan ciprofloxacin sebagai kontrol positif memiliki zona hambat yang besar dan digolongkan sensitive (memiliki zona hambat  $\geq 21$  mm) dalam menghambat bakteri *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomona Aeruginosa*. Pemilihan antibiotik ciprofloxacin sebagai kontrol positif dikarena Ciprofloxacin memiliki efek antibakteri dengan spektrum luas, yaitu dapat membunuh bakteri gram negatif maupun bakteri gram positif. Selain itu, Ciprofloxacin merupakan antibiotik golongan quinolon yang bekerja mengganggu kerja enzim DNA gyrase pada bakteri sehingga terjadi gangguan dalam proses replikasi dan

transkripsi. Oleh sebab itu antibiotik ini termasuk golongan bakterisida (Daud *et al.*, 2023).

Uji aktivitas antibakteri dengan larutan lo'i keta terhadap bakteri *Staphylococcus Epidermidis* menunjukkan hasil bahwa terdapat diameter zona hambat yang baik pada konsentrasi 100% dan 75% memiliki kekuatan antibakteri yang tergolong sensitive (memiliki zona hambat  $\geq 21$  mm) dengan masing-masing rata-rata daya hambat 24 mm dan 21 mm. Pada konsentrasi 50% memiliki rata-rata daya hambat 16 mm, tergolong intermediate (memiliki zona hambat diantara 16-20), dan pada konsentrasi 25% memiliki zona hambat sebesar 15 mm, tergolong resisten karena memiliki zona hambat  $\leq 15$  mm.

Sedangkan pada uji aktivitas antibakteri yang ditunjukkan oleh ekstrak metanol lo'i keta terhadap bakteri *Staphylococcus Epidermidis* pada konsentrasi 100%, 75%, dan 50% memiliki kekuatan antibakteri yang tergolong sensitive (memiliki zona hambat  $\geq 21$  mm) dengan masing-masing rata-rata daya hambat 32 mm, 28 mm, dan 22 mm. Pada konsentrasi 25% memiliki rata-rata daya hambat sebesar 18 mm, tergolong intermediate. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta sensitive dalam menghambat bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. Hal ini, dikarenakan larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta berdasarkan hasil analisis GC-MS mengandung senyawa seperti *Ethylbenzene* yang memiliki aktivitas antimicrobial berupa *N-formyl metionyl-peptidase* yang dapat menghambat enzim *Metionin aminopeptidase* bakteri (MetAP) yang menghasilkan protein untuk kehidupan bakteri, sehingga mengganggu sintesis protein bakteri dengan mencegah penghapusan gugus formil dari protein yang baru lahir, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan berfungsi sebagai agen antibakteri potensial (Gao *et al.*, 2016). *Myristic Acid* yang dapat mengganggu membran sel bakteri, mengganggu rantai transpor elektron dan produksi ATP yang dapat meningkatkan fluiditas membran, menyebabkan penghambatan penyerapan nutrisi dan potensi lisis sel, yang pada akhirnya mengakibatkan penghambatan pertumbuhan bakteri atau kematian (Desbois & Smith, 2010) dan *Linoleoyl chloride* yang dapat mengganggu integritas sel bakteri dan meningkatkan stres oksidatif, yang menyebabkan kematian sel (Daud *et al.*, 2023).

Kemampuan larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta sebagai antibakteri dalam menghambat bakteri *Staphylococcus Epidermidis* juga dikarenakan senyawa metabolik sekunder yang dimiliki oleh masing-masing komposisi dari lo'i keta memiliki kandungan flavonoid, saponin, alkaloid, dan tanin yang berfungsi sebagai senyawa antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Flavonoid merupakan senyawa yang berfungsi sebagai antimikroba dengan cara membentuk senyawa kompleks terhadap protein ekstraseluler yang mengganggu integritas membran dan dinding sel. Flavonoid juga bersifat desinfektan dan bakteriostatik yang bekerja dengan cara mendenaturasi protein yang dapat menyebabkan aktivitas metabolisme sel bakteri berhenti (Fadia *et al.*, 2020). Tanin memiliki aktivitas antibakteri dengan mengganggu pembentukan dinding sel sehingga bentuknya menjadi 70 kurang sempurna yang pada akhirnya dapat menyebabkan sel bakteri menjadi lisis dan mengalami kematian. Hal ini berhubungan dengan kemampuannya menginaktifkan enzim dan adhesi sel mikroba, dapat menyebabkan gangguan pada proses transport protein di lapisan dalam sel. Sedangkan saponin merupakan surfaktan alami yang dapat mengurangi pertumbuhan bakteri dengan meningkatkan permeabilitas dinding sel bakteri. Saponin melisiskan membran dengan melarutkan lipid dan sterol membran dalam air. Gangguan membran memengaruhi transportasi ion, pensinyalan yang bergantung pada kalsium, serta aktivitas protein dan enzim. Gangguan transportasi

ion mengakibatkan hiperpolarisasi sel yang menyebabkan kematian sel (Sugiaman et al., 2023).

Zona hambat yang ditunjukkan oleh ekstrak metanol lo'i keta terhadap bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* pada konsentrasi 100% memiliki rata-rata zona hambat 17 mm, tergolong intermediate (zona hambat antara 16-20), dan pada konsentrasi 75%, 50% dan 25% memiliki kekuatan antibakteri yang tergolong resistensi (zona hambat  $\leq 15$ ) dengan masing-masing rata-rata daya hambat 14 mm, 14mm, dan 13 mm. Sedangkan pada uji aktivitas antibakteri dengan larutan lo'i keta terhadap bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* tidak terdapat diameter zona hambat baik pada konsentrasi 100%, 75%, 50% dan 25%. Hal ini menunjukkan bahwa Pada uji aktivitas antibakteri lo'i keta terhadap bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* tidak memiliki kekuatan antibakteri atau tergolong resisten (memiliki zona hambat  $\leq 15$  mm). Sehingga dapat disimpulkan bahwa larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta bersifat resisten atau tidak dapat menghambat bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*.

Faktor yang mempengaruhi tidak terbentuknya zona hambat Pada uji aktivitas antibakteri lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta terhadap bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* dipengaruhi oleh beberapa hal seperti senyawa yang terdandung dalam lo'i keta berdasarkan analisis GC-MS terdapat senyawa *Stearyl alcohol*. Ketidakmampuan *stearil alkohol* untuk menghambat *Pseudomonas Aeruginosa* dapat dikaitkan dengan struktur kimianya yang memiliki rantai panjang yang membuatnya sulit larut dalam air dan dapat mengurangi interaksi dengan membran bakteri yang kebanyakan bersifat hidrofilik. *Stearyl alcohol* juga dapat mengganggu membran bakteri melalui mekanisme yang melemahkan struktur lipid (Holert et al., 2020). Namun, *Pseudomonas aeruginosa* dikenal memiliki membran luar yang sangat kuat dan mekanisme pelindung terhadap banyak agen antimikroba (Pang et al., 2019). Hal ini sepadan dengan studi yang dilakukan oleh Namvar et.al, (2014) yang menunjukkan bahwa antiseptik tertentu dapat mengurangi pembentukan biofilm, tetapi *stearil alkohol* tidak memiliki sifat yang serupa.

Selain itu Lo'i memiliki komposisi, salah satunya tepung beras. Tepung beras memiliki kandungan karbohidrat. Karbohidrat dibutuhkan oleh bakteri untuk tumbuh dan berkembang. Bakteri memiliki enzim seperti amilase atau sukrase untuk memecah karbohidrat menjadi bentuk glukosa, fruktosa, dan sukrosa, yang merupakan sumber energi utama bagi banyak organisme, termasuk bakteri. Selain itu, molekul karbohidrat tidak memiliki mekanisme untuk merusak struktur sel bakteri (seperti membran sel atau dinding sel) atau menghambat fungsi metabolisme esensial bakteri (Maharani et al., 2023). Kemudian lama penyimpanan larutan, tingginya kandungan air pada larutan, dan strain mikroba yang di uji juga dapat mempengaruhi terbentuknya zona hambat. Semakin lama penyimpanan akan semakin banyak meningkatnya aktivitas mikroorganisme yang pada akhirnya mengakibatkan terjadinya pembusukan. Proses pembusukan akan diikuti dengan meningkatnya pH, keadaan ini akan diikuti pula dengan peningkatan pertumbuhan mikroorganisme.

Pada penelitian ini juga diketahui bahwa aktivitas antibakteri pada larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta pada gram positif lebih besar jika dibandingkan dengan bakteri gram negatif, hal ini disebabkan karena struktur dinding sel pada gram positif lebih sederhana dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Hal ini sesuai dengan penelitian Rostikawati & Supratman, (2021) yang menyatakan bahwa jenis bakteri gram positif memiliki struktur dinding sel yang lebih sederhana dibandingkan bakteri gram negatif. Sel bakteri gram negatif mempunyai struktur yang berlapis-lapis dan kompleks serta kandungan lemak yang relatif lebih tinggi (11-12%), sehingga lebih tahan terhadap perubahan lingkungan yang disebabkan oleh bahan kimia. Sedangkan

jenis bakteri gram positif secara umum mempunyai struktur dinding sel lebih sederhana yaitu 90% dimana dinding selnya bersifat polar terdiri dari lapisan peptidoglikan sedangkan lapisan lainnya adalah asam teikoat. Hal inilah yang diduga mengakibatkan dinding sel bakteri gram positif mudah dirusak oleh senyawa antibakteri dari larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta dari pada bakteri gram negatif.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa larutan Lo'i Keta dan ekstrak methanol Lo'i Keta efektif sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan tidak dapat menghambat pertumbuhan *Pseudomonas Aeruginosa*. Larutan Lo'i Keta dengan konsentrasi 100% dan 75% memiliki zona hambat yang tergolong sensitive, 50% intermediate dan 25% tergolong resistensi dalam menghambat bakteri *Staphylococcus Epidermidis*. Pada ekstrak methanol Lo'i Keta dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, maupun 25% terbukti efektif sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus Epidermidis* karena memiliki zona hambat yang tergolong sensitive. Sedangkan pada bakteri *Pseudomonas Aeruginosa*, larutan Lo'i Keta dan ekstrak methanol Lo'i Keta dengan konsentrasi 100%, 75%, 50%, maupun 25% tidak efektif sebagai antibakteri karena memiliki zona hambat yang tergolong resistensi. Pada bakteri *Staphylococcus epidermidis* larutan lo'i keta memiliki diameter rata-rata zona hambat pada konsentrasi 100% (24 mm), 75% (21mm), 50% (16 mm), 25% (15 mm), dan ekstrak methanol lo'i keta memiliki diameter rata-rata zona hambat pada konsentrasi 100% (32 mm), 75% (28 mm), 50% (22 mm), 25% (18 mm). Sedangkan Pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* larutan lo'i keta tidak memiliki diameter rata-rata zona hambat atau zona hambat (0 mm), dan ekstrak methanol lo'i keta memiliki diameter rata-rata zona hambat pada konsentrasi 100% (17 mm), 75% (14 mm), 50% (14 mm), 25% (13 mm).

## REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara in vivo mengenai uji efektivitas antibakteri larutan lo'i keta dan ekstrak methanol lo'i keta terhadap pertumbuhan *Staphylococcus Epidermidis* dan *Pseudomonas Aeruginosa*. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk menentukan mekanisme kerja setiap senyawa yang terkandung dalam ekstrak methanol lo'i keta berdasarkan hasil analisis GC-MC terhadap berbagai jenis bakteri.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada pihak yang terlibat dalam penelitian ini, terutama Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi Provinsi Nusa Tenggara Barat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, A. S. D. (2021). Uji Efektivitas Sediaan Krim Ekstrak Bunga Melati (*Jasminum Sambac L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium Acne*. *Jurnal Farmasi Dan Kesehatan Indonesia*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.61179/jfki.v1i2.234>
- Azis, A., Izzati, M., Biologi, S. H.-J. A., & 2015, U. (2015). Aktivitas antioksidan dan nilai gizi dari beberapa jenis beras dan millet sebagai bahan pangan fungsional Indonesia. *Jurnal Biologi*, 4(1), 45–61.

- Daud, N. S., Arni, D. P., Idris, S. A., & Saehu, M. S. (2023). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Batang Meistera chinensis Terhadap Escherichia coli ATCC 35218. *Warta Farmasi*, 12(1), 8-18.
- Desbois, A. P., & Smith, V. J. (2010). Antibacterial free fatty acids: Activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 85(6), 1629–1642. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2355-3>
- Fadia, Nurlailah, Helmiah, T. E., & Lutpiatina, L. (2020). Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena Odorata* L) Sebagai Antibakteri Salmonella Typhi Dan Staphylococcus Aureus. In *Jurnal Riset Kefarmasian Indonesia* (Vol. 2, Issue 3). <https://doi.org/10.33759/jrki.v2i3.104>
- Fitriyah, D., Putri Ayu, D., Dewi Puspita, S., Kartika, R. C., & Ubaidillah, M. (2022). Kandungan Nutrisi dan Aktivitas Antimikroba Ekstrak Beras Merah *Nutrient Content and Antimicrobial Activity of Red Rice Extract*. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 12(2), 30–36.
- Gao, J., Liang, L., Zhu, Y., Qiu, S., Wang, T., & Zhang, L. (2016). Ligand and structure-based approaches for the identification of peptide deformylase inhibitors as antibacterial drugs. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/ijms17071141>
- Holert, J., Brown, K., Hashimi, A., Eltis, L. D., & Mohn, W. W. (2020). Steryl ester formation and accumulation in steroid-degrading bacteria. *Applied and Environmental Microbiology*, 86(2). <https://doi.org/10.1128/AEM.02353-19>
- Julianto, T. S. (2019). Fitokimia Tinjauan Metabolit Sekunder dan Skrining fitokimia. In Jakarta penerbit buku kedokteran EGC (Vol. 53, Issue 9).
- Kaur, G., Kapoor, S., Kaundal, S., Dutta, D., & Thakur, K. G. (2020). Structure-Guided Designing and Evaluation of Peptides Targeting Bacterial Transcription. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8(September), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00797>
- Lidjaja, L. N. (2022). Karakteristik Penyakit Infeksi Kulit di Poliklinik Klinik Pratama Panti Siwi Jember, Januari 2018–Desember 2020. *Cermin Dunia Kedokteran*, 49(8), 423–426. <https://doi.org/10.55175/cdk.v49i8.266>
- Maharani, D., Rafika, Hasan, Z. A., & Artati. (2023). Pengaruh Replikasi Pemanasan Media Nutrient Agar Terhadap Nutrisi Medua, pH Media Dan Jumlah Koloni Bakteri. *Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, 2(1), 73–85.
- Naid, T., & Nuryanti, S. (2024). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam) Terhadap Bakteri Uji Penyebab Luka Infeksi Dengan Metode Difusi Agar. *Makassar Pharmaceutical Science Journal*, 2(2), 2024–2182. <https://journal.farmasi.umi.ac.id/index.php/mpsj>
- Namvar, A. E., Bastarahang, S., Abbasi, N., Ghehi, G. S., Farhadbakhtiarian, S., Arezi, P., Hosseini, M., Baravati, S. Z., Jekar, Z., & Chermahin, S. G. (2014). *Clinical characteristics of Staphylococcus epidermidis: a systematic review*. *GMS Hygiene and Infection Control*, 9(3), Doc23. <https://doi.org/10.3205/dgkh000243>
- Nikmah, I. S. (2022). Uji Antibakteri, Formulasi dan Uji Fisik Ekstrak Terpurifikasi Daun Katuk (*Sauropus androgynus*) terhadap *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. *Skipsi*, 1–88.
- Pang, Z., Raudonis, R., Glick, B. R., Lin, T. J., & Cheng, Z. (2019). Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: mechanisms and alternative therapeutic strategies. *Biotechnology Advances*, 37(1), 177–192. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2018.11.013>
- Putri, C. I., Wardhana, M. F., & Andrifanie, F. (2023). Literature Review: Kejadian

- Resistensi Pada Penggunaan Antibiotik. *Muhammad Iqbal | Literature Review: Kejadian Resistensi Pada Penggunaan Antibiotik Medula |*, 13, 219.
- Rahayu, N. S., Puteri, A. D., & Isnaeni, L. M. A. (2023). Hubungan Perilaku Masyarakat Dan Penggunaan Air Sungai Dengan Gangguan Penyakit Kulit Di Desa Kampung Pinang Wilayah Kerja Puskesmas Pantai Raja. *Jurnal Imliah Ilmu Kesehatan*, 1(3), 2023.
- Robertus, T. (2024). Mekanisme Resistensi Pseudomonas Aeruginosa Terhadap Antibiotik. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 9, 214–221. <https://doi.org/10.25105/pdk.v9i1.18185>
- Rostikawati, R. T., & Supratman, L. (2021). Uji Antibakteri Obat Kumur Ekstrak Etanol Tanaman Ciplukan (*Physalis angulata* L.) terhadap Bakteri Gram Positif. *Quagga: Jurnal Pendidikan dan Biologi* 13(1): 103-107.
- Sriyono, R. A. N., & Andriani, I. (2013). *Antibacterial power Ethanol Extract Skin Mangosteen (Garcinia Mangostana Linn.) Against bacteria Porphyromonas gingivalis*. *Idj*, 2(2), 76–82.
- Sugiaman VK, Djuanda R, Naliani S, Alfiyola E, Winardi J, and Demolsky WL. Antibacterial Differences Effect between the Onion Extract (*Allium cepa* L.) and Lemon Juice (*Citrus limon* (L.) Burm.f.) on in vitro Growth of *Enterococcus faecalis*. *J of International Dental and Medical Research*. 2023; 16(1): 111-116.
- Wijayanti, T., & Setiawan, D. C. (2018). Eksplorasi Senyawa Metabolit Sekunder Pada Kulit Batang Tanaman Duwet (*Syzygium Cumini* L.) Dengan Metode Liquid Chromatograph Mass Spectrometry (LCMS). *Bioma :Jurnal Ilmiah Biologi*, 7(2), 196–210. <https://doi.org/10.26877/bioma.v7i2.2757>
- Zein. Rifdah. (2022). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Delima (*Punica Granatum* L.) Dan Keragaman Genetik Berdasarkan Marka Random Amplified Polymorphic Dna. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
- Zabir, R. A. (2018). Uji Aktivitas Penghambatan Ekstrak Etanol Daun Delima (*Punicagranatum* L.) Terhadap Bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. *In Photosynthetica*, 2(1).
- Zhang, S., Xiong, J., Lou, W., Ning, Z., Zhang, D., & Yang, J. (2018). The identification of critical lethal action in antimicrobial mechanism of glycerol monomyristate against foodborne pathogens. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/336354>