

Antimicrobial Activity of Starfruit Leaf Extract Against Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria

Pauzan^{1*}, Edy Kurniawan¹, Nurul Hafisah¹

¹Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Bima Internasional MFH, Mataram, Indonesia;

Article History

Received : June 19th, 2025

Revised : June 26th, 2025

Accepted : July 02th, 2025

*Corresponding Author:

Pauzan, Teknologi
Laboratorium Medis,
Universitas Bima Internasional
MFH, Mataram, Indonesia;
Email:

ozanfauzan552@gmail.com

Abstract: Starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) is a plant traditionally used as medicine, mainly due to its secondary metabolite content that has the potential as an antimicrobial agent. This study aims to evaluate the antimicrobial activity of *A. bilimbi* leaf extract against Gram-positive *Staphylococcus aureus* and Gram-negative *Escherichia coli* bacteria. Extraction was carried out using three types of solvents: 100% ethanol, 100% ethyl acetate, and a mixture of ethanol-ethyl acetate (1:1) using the maceration method. Antimicrobial activity tests were carried out using the disc diffusion method to measure the inhibition zone of bacterial growth. The results showed that all *A. bilimbi* leaf extracts had inhibitory activity against both types of test bacteria. The extract with ethyl acetate solvent showed the largest inhibition zone against *S. aureus* and *E. coli*, followed by the mixed ethanol-ethyl acetate extract, and then the ethanol extract. These findings indicate that the active compounds in *A. bilimbi* leaves are more soluble in ethyl acetate and have the potential to be developed as natural antibacterial agents.

Keyword: *Averrhoa bilimbi*, antimikroba, *Escherichia coli*, ekstraksi, etil aasetat, *Staphylococcus aureus*.

Pendahuluan

Infeksi bakteri masih menjadi tantangan besar dalam dunia kesehatan global, mendorong kebutuhan mendesak akan strategi terapeutik baru untuk mengatasi resistensi antimikroba yang terus berkembang (Simorangkir & Maha, 2020). Resistensi ini telah muncul sebagai salah satu ancaman paling serius terhadap kesehatan masyarakat, diperburuk oleh infeksi yang sulit ditangani akibat mikroorganisme yang kebal terhadap pengobatan konvensional (Mohammad et al., 2022). Sistem kekebalan tubuh memiliki peran sentral dalam menjaga integritas dan pertahanan tubuh terhadap patogen, sehingga eksplorasi mekanisme pertahanan alternatif menjadi penting (Munasir, 2016).

Penggunaan antibiotik yang tidak tepat turut mempercepat munculnya mikroorganisme resistan, yang diperkirakan akan berdampak pada jutaan orang dan menyebabkan puluhan ribu kematian setiap tahunnya (Adiwinoto, 2018; Angelini, 2024). Kondisi ini menekankan

pentingnya pencarian sumber antimikroba baru, khususnya dari sumber daya alam seperti tanaman obat (Zhou et al., 2023). Beberapa tahun terakhir, minat terhadap potensi obat dari tanaman tradisional semakin meningkat, terutama dalam mengidentifikasi senyawa bioaktif yang memiliki aktivitas antimikroba. Salah satu tanaman yang menjanjikan adalah *Averrhoa bilimbi* atau belimbing wuluh, yang dikenal memiliki sejarah panjang dalam pengobatan tradisional dan kandungan fitokimia yang beragam (Arifa & Periadnadi, 2018; Chandekar, 2018).

Belimbing wuluh, tanaman tropis dengan buah yang asam, telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk mengatasi berbagai penyakit, termasuk infeksi bakteri. Di Indonesia, kekayaan biodiversitas memberikan sumber daya alam yang berlimpah untuk pengembangan obat tradisional (Juwairiah & Roebiakto, 2022). Bahkan, lebih dari 80% populasi dunia masih bergantung pada pengobatan tradisional sebagai pilihan utama dalam perawatan kesehatan primer

mereka (Mohsenipour & Hassanshahian, 2015). Pengetahuan lokal yang diwariskan secara turun-temurun mengenai tanaman obat menjadi dasar penting dalam penelitian farmakologis modern.

Hasil studi fitokimia menunjukkan bahwa daun belimbing wuluh mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid, yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba (Ahmed, 2017). Potensi antimikroba tumbuhan terletak pada kemampuannya menghasilkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen melalui mekanisme seperti penghambatan sintesis dinding sel, gangguan pada replikasi DNA, dan kerusakan membran sel (Asmilia et al., 2020). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aktivitas antimikroba ekstrak daun belimbing wuluh terhadap bakteri Gram-positif dan Gram-negatif. Hasil awal menunjukkan bahwa ekstrak daun ini memberikan aktivitas penghambatan yang menjanjikan terhadap berbagai bakteri patogen, mendukung klaim penggunaan tradisionalnya sebagai agen antimikroba.

Senyawa fenolik dan flavonoid yang banyak ditemukan dalam daun belimbing wuluh juga diketahui memiliki peran sebagai antioksidan alami yang memperkuat aktivitas terapeutiknya (Kurniawati et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi potensi antimikroba dari ekstrak daun belimbing wuluh, tetapi juga memberikan dasar ilmiah untuk pengembangan strategi baru dalam pengobatan infeksi bakteri dengan memanfaatkan sumber daya alam sebagai alternatif pengganti antibiotik sintetis.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari- Maret 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Laboratorium Kesehatan Pengujian dan Kalibrasi Kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat

Desain penelitian

Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental laboratorium (*Experimental Research Laboratory*). Desain penelitian menggunakan *posttest only group*

design.

Populasi dan sampel penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah Tanaman belimbing wuluh (*Averrhoa belimbing L.*) yang terdiri dari daun belimbing wuluh yang di ambil di Baturinggit kota Mataram Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sampel dalam penelitian ini adalah Daun belimbing wuluh (*Averrhoa belimbing L.*) dengan kriteria daun yang di ambil dari cabang yang tumbuh tegak dan memiliki banyak daun muda berwarna hijau cerah yang masi segar. Sedangkan objek penelitian ini adalah Bakteri Gram positif (*S.aureus*) dan Gram negatif (*E.coli*).

Tahapan penelitian

Penelitian ini mengevaluasi aktivitas antimikroba ekstrak daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi L.*) terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif. Proses ekstraksi senyawa bioaktif dilakukan dengan tiga jenis pelarut, yaitu etanol 100%, etil asetat 100%, dan campuran etanol-etil asetat dengan perbandingan 1:1.

Daun Belimbing Wuluh yang digunakan yang digunakan dicuci bersih, dikeringkan dengan udara (air drying), kemudian digiling hingga menjadi serbuk halus. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi, di mana serbuk daun direndam dalam masing-masing pelarut selama periode tertentu dengan pengadukan sesekali guna memaksimalkan ekstraksi senyawa aktif. Setelah proses maserasi selesai, larutan disaring dan pelarut dihilangkan menggunakan rotary evaporator untuk memperoleh ekstrak pekat.

Uji aktivitas antimikroba dilakukan terhadap dua jenis bakteri uji, yaitu *Staphylococcus aureus* (Gram positif) dan *Escherichia coli* (Gram negatif), yang diperoleh dari koleksi kultur laboratorium. Kultur bakteri dipelihara dalam media agar nutrien dan disimpan pada suhu 4°C hingga saat digunakan. Ekstrak daun yang telah diperoleh kemudian dilarutkan dalam dimetil sulfoksida (DMSO) untuk menyiapkan larutan dengan berbagai konsentrasi.

Metode yang digunakan untuk uji aktivitas antimikroba adalah metode difusi cakram. Kertas cakram steril diresapi dengan larutan ekstrak pada berbagai konsentrasi, kemudian

ditempatkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Ciprofloxacin digunakan sebagai kontrol positif, sedangkan aquadest sebagai kontrol negatif. Seluruh pelat diinkubasi pada suhu optimum selama 24 jam. Zona hambat (zona inhibisi) yang terbentuk di sekitar cakram diukur dalam satuan milimeter sebagai indikator aktivitas antimikroba.

Analisis data

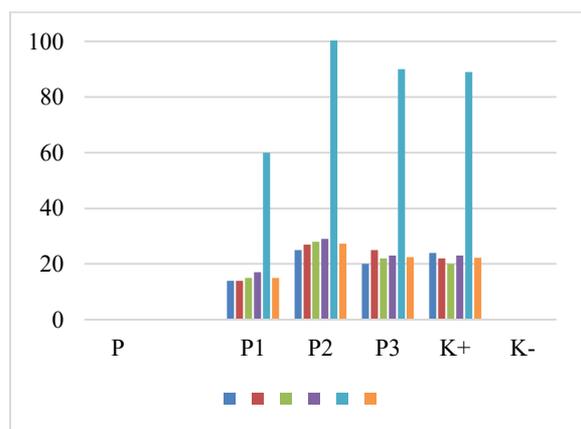
Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah One Way Anova dengan menggunakan SPSS

Hasil dan Pembahasan

Mengevaluasi efektivitas berbagai perlakuan dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, dilakukan pengukuran diameter zona hambat pada empat ulangan (U1–U4) di setiap kelompok. Perlakuan terdiri dari tiga kelompok perlakuan utama (P1, P2, dan P3), kontrol positif (K+), dan kontrol negatif (K-). Tabel berikut menyajikan data jumlah dan rata-rata diameter zona hambat (dalam mm) yang terbentuk pada masing-masing perlakuan terhadap *S. aureus*.

Tabel 1. Efektivitas Antimikroba Daun Belimbing Wuluh Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Perlakuan	S. Aureus				Jumlah	Rata-Rata
	U1	U2	U3	U4		
P1	14	14	15	17	60	15
P2	25	27	28	29	109	27,25
P3	20	25	22	23	90	22,5
K+	24	22	20	23	89	22,25
K-	0	0	0	0	0	0



Gambar 1. *S. aureus*

Hasil penelitian yang ditampilkan pada table 1, diketahui bahwa efektivitas antimikroba terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* bervariasi pada setiap perlakuan. Perlakuan P2 menunjukkan aktivitas antimikroba paling tinggi, dengan rata-rata zona hambat sebesar 27,25 mm. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa atau konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam P2 memiliki kemampuan paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *S. aureus*. Sementara itu, perlakuan P1 menghasilkan rata-rata zona hambat paling rendah yaitu 15 mm, menunjukkan bahwa efektivitas antimikroba pada perlakuan ini tergolong lemah.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas *S.aureus*.

Perlakuan	N	Statistik	Sig. (p-value)	Interpretasi
P1	4	0.981	0.842	Normal
P2	4	0.969	0.917	Normal
P3	4	0.99	0.961	Normal
K+	4	0.997	0.986	Normal
K-	4	1	1	Normal (data 0)

Perlakuan P3 menunjukkan zona hambat sebesar 22,5 mm, yang hampir sebanding dengan kontrol positif (K+) yang memiliki rata-rata 22,25 mm. Hal ini menunjukkan bahwa P3

memiliki efektivitas yang mendekati antibiotik standar yang digunakan sebagai pembanding. Sebaliknya, kontrol negatif (K-) tidak menunjukkan zona hambat sama sekali (0 mm),

yang berarti tidak memiliki aktivitas antimikroba dan berfungsi sebagai pembanding bahwa efek hambat pada perlakuan lain memang berasal dari senyawa aktif. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa perlakuan P2 memiliki potensi paling besar sebagai agen antimikroba terhadap *Staphylococcus aureus*.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas *S. aureus*

Variabel	F	Sig. (p-value)	Interpretasi
Diameter Hambat	2.3	0.078	Homogen

Tabel 4. Hasil Uji Anova

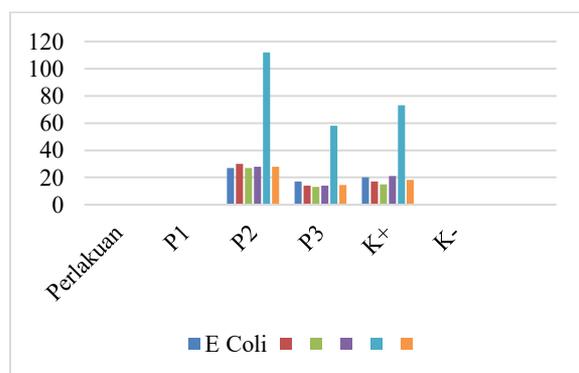
Sumber Variasi	df	Mean Square	F	Sig. (p-value)	Interpretasi
Antarkelompok	4	540.75	142.54	0.000	Terdapat perbedaan nyata
Dalam kelompok	15	3.792			
Total	19				

Hasil analisis statistik terhadap efektivitas berbagai perlakuan dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus*, diperoleh bahwa data pada masing-masing kelompok perlakuan berdistribusi normal sesuai uji Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) dan memiliki varians yang homogen berdasarkan uji Levene ($p = 0,078$). Hal ini menunjukkan bahwa data memenuhi asumsi untuk dilakukan uji ANOVA satu arah. Hasil uji ANOVA menunjukkan

adanya perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok perlakuan ($p = 0,000$), yang mengindikasikan bahwa perlakuan yang diberikan memiliki pengaruh berbeda secara nyata terhadap daya hambat pertumbuhan *S. aureus*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jenis perlakuan yang diberikan berperan penting dalam menentukan tingkat efektivitas antibakteri terhadap *S. aureus*.

Tabel 5. Aktivitas Antibakteri Daun Belimbing Wuluh Terhadap Bakteri *Escherichia Coli*

Perlakuan	U1	U2	U3	U4	Jumlah	Rata-Rata
P1	0	0	0	0	0	0
P2	27	30	27	28	112	28
P3	17	14	13	14	58	14.5
K+	20	17	15	21	73	18.25
K-	0	0	0	0	0	0



Gambar 2. *E.coli*

Selain terhadap *Staphylococcus aureus*, pengujian daya hambat ekstrak terhadap *Escherichia coli* juga dilakukan untuk mengetahui spektrum aktivitas antibakteri yang dimiliki. Pengujian dilakukan pada tiga kelompok perlakuan (P1, P2, dan P3) serta dua

kelompok kontrol, yaitu kontrol positif (K+) yang menggunakan antibiotik standar dan kontrol negatif (K-) tanpa perlakuan. Hasil pengukuran diameter zona hambat (dalam mm) pada empat kali ulangan disajikan dalam tabel 5.

Hasil penelitian terhadap aktivitas antibakteri berbagai perlakuan terhadap bakteri *Escherichia coli* menunjukkan perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Pada perlakuan P1 yang berfungsi sebagai kontrol sampel tanpa perlakuan antibakteri, tidak ditemukan adanya zona hambat di seluruh ulangan (U1–U4), sehingga total dan rata-rata yang dihasilkan adalah 0 mm. Hal ini menunjukkan bahwa P1 tidak memiliki efek antibakteri terhadap pertumbuhan *E. coli*. Sebaliknya, perlakuan P2 menunjukkan hasil yang paling tinggi, dengan zona hambat berkisar antara 27 hingga 30 mm di setiap ulangan, menghasilkan total 112 mm dan

rata-rata 28 mm.

P2 memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat terhadap *E. coli*. Perlakuan P3 menunjukkan efektivitas sedang, dengan rata-rata zona hambat 14,5 mm, hasil dari ulangan yang bervariasi antara 13 hingga 17 mm. Kontrol positif (K+) juga memberikan efek antibakteri yang cukup baik dengan rata-rata 18,25 mm, menunjukkan bahwa kontrol ini efektif sebagai pembanding. Sementara itu, kontrol negatif (K-) tidak menunjukkan adanya zona hambat (0 mm), menegaskan bahwa tidak ada zat antibakteri yang bekerja pada perlakuan tersebut. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa perlakuan P2 merupakan yang paling efektif dalam menghambat pertumbuhan *E. coli*, bahkan melebihi kontrol positif, sedangkan P1 dan K- tidak memberikan efek antibakteri sama sekali.

Tabel 8. Hasil Uji Anova *E. Coli*

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (SS)	df	Mean Kuadrat (MS)	F Hitung	Sig. (p)	Kesimpulan
Antar Kelompok	1624.3	4	406.08	45.21	0.000	Terdapat perbedaan nyata
Dalam Kelompok	134.7	15	8.98			
Total	1759.0	19				

Uji ANOVA dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata perlakuan pada lima kelompok yang diuji. Nilai F hitung sebesar 45,21 dengan nilai signifikansi (p) sebesar 0,000 ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok perlakuan. Hal ini berarti bahwa perlakuan yang diberikan memiliki pengaruh yang berbeda secara nyata terhadap variabel yang diamati.

Jumlah kuadrat antar kelompok (SS antar kelompok) sebesar 1624,3 dengan derajat bebas (df) 4 menghasilkan mean kuadrat (MS) sebesar 406,08. Sementara itu, jumlah kuadrat dalam kelompok (SS dalam) sebesar 134,7 dengan df 15 menghasilkan MS sebesar 8,98. Nilai F dihitung dari perbandingan MS antar kelompok terhadap MS dalam kelompok ($406,08 / 8,98$), yang menghasilkan F hitung 45,21. Nilai signifikansi yang sangat kecil ($p = 0,000$), yang jauh di bawah ambang batas 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antar perlakuan.

Pembahasan

Tabel 6. Hnormalita *E.Coli*

Kelompok	Statistik Shapiro-Wilk	Sig. (p)	Kesimpulan
P1	1.000	1.000	Normal
P2	0.959	0.753	Normal
P3	0.948	0.682	Normal
K+	0.930	0.513	Normal
K-	1.000	1.000	Normal

Tabel 7. Uji Homogenitas *E.Coli*

Variabel	Levene Statistic	df1	df2	Sig. (p)	Kesimpulan
Jumlah Koloni	2.315	4	15	0.099	Homogen

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) dan Gram negatif (*Escherichia coli*). Aktivitas antimikroba tertinggi ditunjukkan oleh ekstrak yang diperoleh menggunakan pelarut etil asetat, diikuti oleh ekstrak dengan pelarut campuran etanol dan etil asetat (1:1), serta ekstrak dengan pelarut etanol murni. Perbedaan aktivitas ini diduga disebabkan oleh variasi polaritas pelarut yang memengaruhi efektivitas ekstraksi senyawa bioaktif dari daun belimbing wuluh (Isnaeni *et al.*, 2020). Senyawa bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan saponin diketahui memiliki potensi sebagai agen antimikroba (Sari *et al.*, 2020).

Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan nilai $p > 0,05$ pada seluruh kelompok perlakuan, yang mengindikasikan bahwa data berdistribusi normal. Hasil uji homogenitas Levene ($p = 0,078$) menunjukkan bahwa varians antar kelompok homogen. Kedua hasil ini memenuhi prasyarat untuk dilakukan uji ANOVA satu arah secara valid.

Uji ANOVA satu arah menunjukkan nilai

signifikansi $p = 0,000$, yang berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan antar kelompok perlakuan terhadap daya hambat *S. aureus*. Nilai F hitung sebesar 45,21 menandakan bahwa variasi antar kelompok lebih besar dibandingkan dengan variasi dalam kelompok. Oleh karena itu, hipotesis nol (H_0) yang menyatakan tidak ada perbedaan antar perlakuan ditolak. Perbedaan efektivitas ini kemungkinan disebabkan oleh variasi kandungan senyawa aktif pada masing-masing perlakuan, seperti flavonoid, tanin, saponin, dan alkaloid, yang bekerja melalui berbagai mekanisme seperti merusak membran sel, menghambat sintesis protein, atau mengganggu metabolisme bakteri. Kelompok dengan rata-rata daya hambat tertinggi diduga mengandung senyawa aktif dengan efektivitas lebih tinggi terhadap *S. aureus*.

Temuan ini sejalan dengan studi Oroh et al. (2015), yang melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak *Selaginella delicatula* meningkatkan diameter zona hambat karena peningkatan kandungan senyawa bioaktif. Selain itu, perbedaan pelarut juga memengaruhi hasil ekstraksi (Agustina et al., 2020), di mana pelarut polar seperti etanol dapat menghasilkan rendemen lebih tinggi, tetapi pelarut semi-polar seperti etil asetat lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa nonpolar yang memiliki aktivitas antibakteri tinggi.

Hasil analisis varians secara keseluruhan mengindikasikan bahwa perlakuan yang digunakan memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap daya hambat. Namun, uji ANOVA tidak menunjukkan kelompok mana yang berbeda secara spesifik, sehingga diperlukan uji lanjut seperti Tukey HSD, LSD, atau Duncan untuk mengetahui pasangan kelompok yang berbeda secara nyata. Analisis ini sangat penting untuk mengidentifikasi perlakuan paling efektif.

Hasil tersebut, ekstrak daun belimbing wuluh menunjukkan potensi sebagai antimikroba alami. Ekstrak dengan pelarut etil asetat (P2) terbukti paling efektif dibandingkan pelarut etanol (P1) dan campuran etanol-etil asetat (P3). Penelitian lain turut mendukung temuan ini, seperti ekstrak etanol daun upo-upo yang efektif menghambat *S. viridans* (Isnaeni et al., 2021), ekstrak daun jambu biji yang dapat diformulasikan dalam sabun tangan (Wahid et

al., 2024), serta ekstrak daun sirih dan lidah buaya yang juga dimanfaatkan untuk sediaan serupa (Robbia et al., 2021).

Minyak atsiri dari berbagai tumbuhan, seperti sereh wangi (Shintawati et al., 2020), daun kemangi (Muthmainnah et al., 2016), dan bunga *Pinus merkusii* (Masruri et al., 2018), juga diketahui memiliki aktivitas antibakteri tinggi, memperkuat peluang eksplorasi bahan alami. Ekstrak daun ketapang bahkan telah dimanfaatkan sebagai pewarna alam untuk sabun padat (Aziizah & Khuzaimah, 2022), menunjukkan potensi multifungsi dari tanaman herbal.

Kesimpulan

Penelitian ini memberikan bukti ilmiah bahwa ekstrak daun belimbing wuluh memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif (*S. aureus*) dan Gram negatif (*E. coli*). Ekstrak dengan pelarut etil asetat memberikan aktivitas antibakteri paling tinggi, mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif yang bertanggung jawab atas aktivitas tersebut lebih larut dalam pelarut semi-polar. Perbedaan efektivitas ekstrak dipengaruhi oleh polaritas pelarut dan senyawa yang berhasil diekstraksi. Dengan demikian, ekstrak daun belimbing wuluh memiliki potensi sebagai agen antimikroba alami yang dapat dijadikan alternatif terhadap antibiotik sintesis.

Keterbatasan

Penelitian ini memiliki keterbatasan, antara lain sampel bakteri yang terbatas pada *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, sehingga belum mencerminkan efektivitas terhadap spektrum bakteri patogen yang lebih luas. Selain itu, metode uji yang digunakan adalah metode difusi agar, yang hanya memberikan informasi semi-kuantitatif mengenai aktivitas antimikroba.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, khususnya kepada Universitas Bima Internasional MFH yang telah memberikan fasilitas dan dukungan dalam proses

penelitian ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada universitas Bima internasional MFH Yang telah mendukung dalam melakukan publikasi artikel ilmiah ini dan rekan rekan peneliti.

Referensi

- Adiwinoto, R. P. (2018). Empirical Antibiotic Therapy Assessment of Patients diagnosed with Sepsis in Intermediate Care Ward of Internal Medicine Department of Dr. Soetomo General Hospital according to Gyssens Method. *Oceana Biomedicina Journal*, 1(2), 69. <https://doi.org/10.30649/obj.v1i2.17>
- Agustina, D., Indreswari, L., Trisianti, F. N., Milla, K. I. E., Hermansyah, B., Wahyudi, S. S., & Firdaus, J. (2020). MODULASI AKTIVITAS CIPROFLOXACIN TERHADAP *Pseudomonas aeruginosa* OLEH N-ASETILSISTEIN DAN VITAMIN C. *Syifa MEDIKA Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan*, 11(1), 30. <https://doi.org/10.32502/sm.v11i1.2389>
- Ahmed, I. A. (2017). Paradigm Shift: Focusing on Plant-Based Natural Antimicrobials. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 5(2). <https://doi.org/10.15406/jmen.2017.05.00145>
- Angelini, P. (2024). Plant-Derived Antimicrobials and Their Crucial Role in Combating Antimicrobial Resistance [Review of Plant-Derived Antimicrobials and Their Crucial Role in Combating Antimicrobial Resistance]. *Antibiotics*, 13(8), 746. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/antibiotics13080746>
- Arifa, N., & Periadnadi, P. (2018). Antimicrobial Activity Of Fresh Extract *Sikaduduak* (*Melastoma malabathricum* Linn.). *Metamorfosa Journal of Biological Sciences*, 5(2), 165. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2018.v05.i02.p05>
- Asmilia, N., Abrar, M., Fahrimal, Y., Sutriana, A., & Husna, Y. (2020). Potential of Malacca leaf (*Phyllanthus emblica*) against *Salmonella* sp. *E3S Web of Conferences*, 151, 1029. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015101029>
- Aziizah, A. A., & Khuzaimah, S. (2022). EKSTRAKSI ZAT WARNA ALAMI DAUN KETAPANG (*TERMINALIA CATAPPA*) UNTUK PEWARNA SABUN PADAT BERBAHAN DASAR MINYAK JELANTAH. *Jurnal Inovasi Daerah*, 1(2), 135. <https://doi.org/10.56655/jid.v1i2.32>
- Chandekar, C. J. (2018). Evaluation of Antibacterial Activity of Plant Extracts on Antibiotic Resistant Bacteria. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(12), 1164. <https://doi.org/10.20546/ijemas.2018.7.12.144>
- Isnaeni, D., Rasyid, A. U. M., & Rahmawati, R. (2021). Uji Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Upo-upo (*Phyllodium pulchellum* (L.) Desv.) sebagai Antibakteri terhadap Pertumbuhan *Streptococcus viridans* dan *Streptococcus pyogenes*. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 3(3), 138. <https://doi.org/10.24123/mpiv3i3.3629>
- Juwairiah, J., & Roebiakto, E. (2022). The Effectiveness of Kirinyuh (*Chromolaena odorata* L.) Leaf Essential oil as an Antibacterial *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Tropical Health and Medical Research*, 4(2), 44. <https://doi.org/10.35916/thmr.v4i1.64>
- Kurniawati, E., Wibowo, F. S., & Rusmeilina, R. (2021). AKTIVITAS PENANGKAPAN RADIKAL BEBAS PADA KOMBINASI EKSTRAK ETANOL DAUN MANGGA (*Mangifera indica* L.) DAN DAUN SIRSAK (*Annona muricata* L.). *Cendekia Journal of Pharmacy*, 5(1), 92. <https://doi.org/10.31596/cjp.v5i1.125>
- Masruri, M., Pangestin, D. N., Ulfa, S. M., Riyanto, S., Srihardyastutie, A., & Rahman, Moh. F. (2018). A Potent *Staphylococcus Aureus* Growth Inhibitor Of A Dried Flower Extract Of *Pinus Merkusii* Jungh & De Vriese And Copper Nanoparticle. *IOP Conference Series*

- Materials Science and Engineering, 299, 12072. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/299/1/012072>
- Mohammad, N., Saleem, S., Balata, R., & Salih, D. (2022). Antibacterial activities of plant extract *Cinnamomum zeylanicum* bark against multidrug-resistant bacteria. □Al-□Mağallaï al-‘irāqiyyaï Li-l-Şaydalaï, 18(2), 10. <https://doi.org/10.33899/iph.2022.170393>
- Mohsenipour, Z., & Hassanshahian, M. (2015). The inhibitory effect of *Thymus vulgaris* extracts on the planktonic form and biofilm structures of six human pathogenic bacteria. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals), 5(4), 309. <https://doaj.org/article/814d80a9615c41ad819e1fd542960426>
- Munasir, Z. (2016). Respons Imun Terhadap Infeksi Bakteri. *Sari Pediatri*, 2(4), 193. <https://doi.org/10.14238/sp2.4.2001.193-7>
- Muthmainnah, R., Rubiyanto, D., & Julianto, T. S. (2016). Formulasi Sabun Cair Berbahan Aktif Minyak Kemangi Sebagai Antibakteri Dan Pengujian Terhadap *Staphylococcus Aureus*. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 2(1), 44. <https://doi.org/10.20885/chemical.vol2.iss1.art6>
- Oroh, S. B., Kandou, F., Pelealu, J., & Pandiangan, D. (2015). Uji Daya Hambat Ekstrak Metanol *Selaginella delicatula* DAN *Diplazium dilatatum* TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus* DAN *Escherichia coli*. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 15(1), 52. <https://doi.org/10.35799/jis.15.1.2015.8238>
- Robbia, A. Z., Yahdi, Y., & Dewi, Y. K. (2021). Perbandingan Pengaruh Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) dan Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* Linn) Terhadap Kualitas Produk Hand Soap. *JURNAL PIJAR MIPA*, 16(2), 228. <https://doi.org/10.29303/jpm.v16i2.2452>
- Sari, V. P., Retnowati, W., & Setiawati, Y. (2020). Uji aktivitas antibakteri ekstrak biji petai cina (*Leucaena leucocephala*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 20(2). <https://doi.org/10.24815/jks.v20i2.18501>
- Shintawati, S., Rina, O., & Ermaya, D. (2020). Sifat Antimikroba dan Pengaruh Perlakuan Bahan Baku terhadap Rendemen Minyak Sereh Wangi (Antimicrobial Properties and Effects of Raw Material Treatments on Citronella Oil Yield). *Jurnal Sylva Lestari*, 8(3), 411. <https://doi.org/10.23960/jsl38411-419>
- Simorangkir, M., & Maha, A. P. (2020). Antibacterial Activity And Phytochemical Screening From Chromatography Fraction Of Ethanol Extract Of *Sarang Benua* (*Clerodendrum fragrans* Vent Willd) Against *Salmonella enterica*. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(2), 42. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19525>
- Wahid, H., Sulaiman, A. W., Najamuddin, M., & Pratiwi, E. M. (2024). FORMULASI DAN Uji AKTIVITAS SEDIAAN PAPER SOAP SABUN CUCI TANGAN EKSTRAK ETANOL DAUN JAMBU Biji (*Psidium guajava* L.) TERHADAP *Staphylococcus aureus*. *Empiris.*, 1(2), 78. <https://doi.org/10.62335/cdcehp13>
- Wahyudi, W., Indi, A., & Pagala, M. A. (2021). Gambaran Eritrosit, Hemoglobin dan Hematokrit Pada Ayam Ras Petelur Jantan yang Diberi Ekstrak Daun Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*). *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 3(2). <https://doi.org/10.56625/jipho.v3i2.18023>
- Zhou, G., Wang, Q., Wang, Y., Wen, X., Peng, H., Peng, R., Shi, Q., Xie, X., & Li, L. (2023). Outer Membrane Porins Contribute to Antimicrobial Resistance in Gram-Negative Bacteria [Review of Outer Membrane Porins Contribute to Antimicrobial Resistance in Gram-Negative Bacteria]. *Microorganisms*, 11(7), 1690. Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071690>