

Efektivitas Antibakteri Ekstrak Sirih Merah (*Piper Crocatum*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*

Antibacterial Effectiveness of Red Betel (*Piper Crocatum*) Extracts Against *Escherichia coli* Bacteria

Elen Ayu Bawani^{1 *}, Faisal^{1 **}, Majida Ramadhan^{1***}

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam dan Universitas Islam Malang, Indonesia

ABSTRAK

Infeksi bakteri *Escherichia coli* masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan karena beberapa strain bakteri tersebut bersifat patogen dan dapat menyebabkan berbagai penyakit. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat dapat meningkatkan risiko resistensi bakteri sehingga diperlukan alternatif antibakteri berbahan alami. Sirih merah (*Piper crocatum*) diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan minyak atsiri yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variasi konsentrasi ekstrak 25%, 50%, 75%, dan 100%. Ekstrak daun sirih merah diperoleh melalui metode maserasi, kemudian diuji aktivitas antibakterinya pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA). Parameter yang diamati berupa diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram setelah inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih merah mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dengan diameter zona hambat yang berbeda pada setiap konsentrasi. Zona hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 25% yaitu sebesar 13,8 mm dengan kategori kuat, sedangkan konsentrasi 50%, 75%, dan 100% menghasilkan zona hambat berturut-turut sebesar 7,0 mm, 7,4 mm, dan 7,4 mm dengan kategori sedang. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih merah memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan konsentrasi 25% menunjukkan aktivitas penghambatan paling tinggi.

Kata kunci: *Piper crocatum*, *Escherichia coli*, antibakteri, ekstrak daun, difusi cakram

ABSTRACT

Escherichia coli bacterial infections remain a significant public health concern because some strains of this bacterium are pathogenic and can cause various diseases. The inappropriate use of antibiotics can increase the risk of bacterial resistance, making natural antibacterial alternatives necessary. Red betel leaf (*Piper crocatum*) is known to contain secondary metabolites such as flavonoids, tannins, alkaloids, and essential oils that have the potential to inhibit bacterial growth. This study aims to determine the antibacterial activity of red betel leaf extract (*Piper crocatum*) against the growth of *Escherichia coli* using the disk diffusion method. This study employed an experimental design with extract concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100%. Red betel leaf extract was obtained through maceration, and its antibacterial activity was then tested on *Mueller-Hinton Agar* (MHA). The parameter observed was the diameter of the inhibition zone formed around the discs after incubation for 24 hours at 37°C. The results showed that red betel leaf extract was able to inhibit the growth of *Escherichia coli* with different inhibition zone diameters at each concentration. The largest inhibition zone was obtained at a 25% concentration, measuring 13.8 mm and classified as

^{*}) Elen Ayu Bawani, Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp 0341551932 e-mail: 22201061026@unisma.ac.id

^{**}) Faisal, S.Si., M.Kes., Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp. 0341551932 e-mail: faisal.abd@unisma.ac.id

^{***}) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si., Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. Mayjen Haryono 193 Malang, Jawa Timur 65144, Telp. 0341551932 e-mail: majida.ramadhan@unisma.ac.id

strong, while the 50%, 75%, and 100% concentrations produced inhibition zones of 7.0 mm, 7.4 mm, and 7.4 mm, respectively, classified as moderate. Based on the research results, it can be concluded that red betel leaf extract exhibits antibacterial activity against *Escherichia coli*, and the 25% concentration demonstrated the highest inhibitory activity.

Keywords: *Piper crocatum*, *Escherichia coli*, antibacterial, leaf extract, disk diffusion

Pendahuluan

Infeksi yang disebabkan oleh bakteri masih menjadi salah satu masalah kesehatan yang mampu menyebabkan berbagai penyakit pada manusia [1]. Salah satu bakteri yang sering menyebabkan infeksi adalah bakteri *Escherichia coli*. Bakteri *Escherichia coli* yaitu bakteri Gram negatif yang dapat ditemukan pada saluran pencernaan manusia dan hewan. Beberapa strain *E. coli* bersifat patogen sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti diare, infeksi saluran kemih, serta penyakit akibat kontaminasi mikroorganisme [2].

Untuk saat ini, penggunaan antibiotik merupakan salah satu metode utama dalam pengendalian infeksi bakteri. Namun, penggunaan antibiotik secara terus menerus dan tidak tepat dapat menyebabkan munculnya resistensi bakteri sehingga efektivitas terapi menjadi berkurang [3]. Kondisi tersebut mendorong penelitian mengenai pemanfaatan bahan alam yang memiliki aktivitas antibakteri sebagai alternatif dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen. Salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai antibakteri alami adalah sirih merah (*Piper crocatum*). Daun sirih merah diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, tanin, dan senyawa fenolik yang berperan dalam aktivitas antibakteri. Kandungan senyawa bioaktif tersebut menyebabkan ekstrak daun sirih merah memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan beberapa bakteri patogen [4].

Flavonoid diketahui mampu merusak integritas membran sel bakteri serta mengganggu aktivitas enzim yang terlibat dalam metabolisme sel. Tanin memiliki kemampuan untuk mengendapkan protein pada dinding sel bakteri sehingga menyebabkan kerusakan struktur sel. Sementara itu alkaloid dapat menghambat pembentukan peptidoglikan yang merupakan komponen utama dalam pembentukan dinding sel bakteri. Kerusakan pada dinding dan membran sel menyebabkan sel bakteri mengalami lisis dan kematian. Selain itu, senyawa fenolik dan minyak atsiri pada tanaman sirih merah dapat berperan dalam meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga menyebabkan keluarnya komponen penting dari dalam sel bakteri [5].

Berdasarkan potensi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram dengan variasi konsentrasi ekstrak [3]. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas ekstrak sirih merah sebagai alternatif antibakteri alami terhadap bakteri *E. coli*.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Mueller Hinton Agar* (Himedia), daun sirih merah (*Piper crocatum*), daun meniran (*Phyllanthus niruri*), antibiotik ciprofloxacin 500 mg, isolat bakteri *Escherichia coli*, aquades, NaCl 0,9%, BaCl₂ 1%, H₂SO₄ 1%, etanol teknis 96%, alkohol 70%.

Alat digunakan sebagai berikut: cawan petri (Iwaki), gelas beker (Pyrex), erlenmeyer (Pyrex), oven (Memmert), jarum ose, mikropipet (DragonLab), tabung reaksi (Pyrex), rak tabung reaksi, labu ukur (Pyrex), microtube (OneMed), hot plate (Thermo Scientific), magnetic stirrer, aluminium foil, timbangan analitik (Durascale), batang pengaduk, korek api, bunsen, autoklaf (Hirayama HVE-50), inkubator (Memmert IN55PLUS), blender (Philips), kapas (OneMed), loyang, kertas cakram (Macherey-Nagel MN 827 ATD), kertas saring, kertas label, *cotton swab*, ayakan, *laminar air flow* (LAF), jangka sorong (Tricle Brand), spatula, vortex mixer (Thermo Scientific), pinset, corong kaca (Pyrex), shaker (DLAB SK-L330-Pro), rotary evaporator (IKA RV 10 Digital), plastik wrap.

Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Universitas Islam Malang, Laboratorium Terpadu, selama 1 bulan dari 30 Oktober 2025. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* menggunakan metode difusi cakram. Data yang dikumpulkan berupa hasil pengukuran diameter zona hambat pada media agar setelah perlakuan dengan variasi konsentrasi ekstrak 25%, 50%, 75%, dan 100% sebagai variabel bebas, sedangkan diameter zona hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* menjadi variabel terikat dalam penelitian ini.

Cara Kerja

Daun sirih merah (*Piper crocatum*) diperoleh dari ladang di Kabupaten Trenggalek dengan memilih daun yang masih muda dan segar. Daun disortasi, dicuci menggunakan air mengalir, ditiriskan, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 2 hari. Daun kering dihaluskan menjadi serbuk simplisia menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 40 mesh [6]. Sebanyak 100 gram serbuk simplisia dimaserasi menggunakan etanol 96% sebanyak 1000 ml selama 3×24 jam pada suhu ruang dengan pengadukan menggunakan shaker selama 2 jam pada kecepatan 170 rpm. Filtrat hasil maserasi disaring kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 60°C dengan kecepatan 50 rpm selama 45 menit hingga diperoleh ekstrak kental [7]. Ekstrak sirih merah yang diperoleh sebanyak 11,850 gram dengan rendemen sebesar 11,85%.

Ekstrak sirih merah kemudian diencerkan menggunakan aquades menjadi konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% menggunakan rumus $V_1.M_1 = V_2.M_2$. Ekstrak diambil sesuai perhitungan menggunakan mikropipet, dimasukkan ke dalam labu ukur, ditambahkan aquades, kemudian

dihomogenkan. Seluruh alat yang digunakan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, sedangkan area kerja Laminar Air Flow (LAF) dibersihkan menggunakan alkohol 70% dan disinari UV selama 15 menit untuk menjaga kondisi aseptis.

Media Mueller Hinton Agar (MHA) dibuat dengan melarutkan 13,3 gram media dalam 350 ml aquades, kemudian dihomogenkan, disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, dan dituangkan ke dalam cawan petri sebanyak 15–20 ml. Larutan standar Mc Farland 0,5 dibuat dengan mencampurkan 0,05 ml BaCl₂ 1% dan 9,95 ml H₂SO₄ 1%, sedangkan larutan NaCl 0,9% dibuat dengan melarutkan 0,09 gram NaCl dalam 10 ml aquades dan disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit.

Peremajaan bakteri *Escherichia coli* dilakukan pada media EMBA dengan metode gores zig-zag dan diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Suspensi bakteri dibuat dengan mengambil satu ose kultur bakteri hasil peremajaan kemudian dimasukkan ke dalam 10 ml NaCl 0,9% dan disesuaikan dengan standar Mc Farland 0,5. Kontrol positif dibuat menggunakan ciprofloxacin 10 µg/ml, sedangkan kontrol negatif menggunakan aquades steril.

Pengujian aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi cakram. Suspensi *E. coli* dioleskan pada permukaan media MHA menggunakan cotton swab steril, kemudian kertas cakram yang telah diberi ekstrak sirih merah sesuai konsentrasi perlakuan diletakkan pada media. Media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat yang terbentuk di sekitar cakram diamati dan diukur menggunakan jangka sorong, kemudian dikategorikan berdasarkan [8], yaitu >20 mm sangat kuat, 10–20 mm kuat, 5–10 mm sedang, dan <5 mm lemah.

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

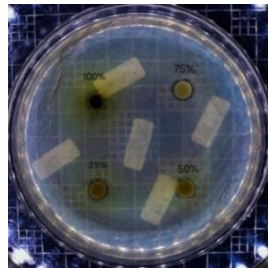
Hasil pengamatan aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* telah diperoleh berdasarkan pengukuran diameter zona hambat yang terbentuk pada setiap perlakuan. Data hasil tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Rata-rata Diameter Zona Hambat Ekstrak Sirih Merah Terhadap *Escherichia coli*

No	Konsentrasi	Ekstrak Sirih Merah (<i>Piper crocatum</i>)	
		Luas Diameter (mm)	Kategori
1.	25%	13.8	Kuat
2.	50%	7.0	Sedang
3.	75%	7.4	Sedang
4.	100%	7.4	Sedang

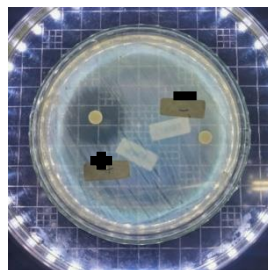
5.	Ciprofloxacin	44.0
6.	Aquades	0.0

Selain data hasil pengukuran dalam bentuk tabel, hasil pengamatan juga ditampilkan dalam bentuk gambar. Gambar tersebut menunjukkan hasil pengamatan zona hambat yang terbentuk pada media uji sebagai pendukung data aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*.



(A)

Gambar 1. Sirih Merah (A)



Gambar 2. Kontrol

Pembahasan

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri pada Tabel 1, ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) menunjukkan kemampuan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dengan diameter zona hambat yang berbeda pada setiap konsentrasi perlakuan. Pada konsentrasi 25%, ekstrak sirih merah menghasilkan diameter zona hambat terbesar yaitu sebesar 13,8 mm dan termasuk dalam kategori kuat berdasarkan klasifikasi [8]. Sementara itu, pada konsentrasi 50%, 75%, dan 100% diameter zona hambat yang terbentuk berturut-turut sebesar 7,0 mm, 7,4 mm, dan 7,4 mm dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi 25% memberikan aktivitas antibakteri paling optimal dibandingkan konsentrasi lainnya, sedangkan peningkatan konsentrasi ekstrak tidak menyebabkan peningkatan diameter zona hambat secara linier.

Berdasarkan pola zona hambat pada masing-masing konsentrasi, terlihat bahwa aktivitas antibakteri ekstrak sirih merah mengalami penurunan setelah konsentrasi 25% dan kemudian cenderung stabil pada konsentrasi yang lebih tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri suatu ekstrak tidak hanya dipengaruhi oleh peningkatan jumlah ekstrak, tetapi juga dipengaruhi oleh

kemampuan senyawa aktif dalam berdifusi pada media agar. Konsentrasi ekstrak yang semakin tinggi dapat menyebabkan peningkatan kekentalan ekstrak sehingga pergerakan senyawa bioaktif menuju area pertumbuhan bakteri menjadi lebih terbatas. Akibatnya, jumlah senyawa aktif yang tersedia tidak selalu menghasilkan zona hambat yang lebih besar [9].

Aktivitas antibakteri yang ditunjukkan oleh ekstrak sirih merah berkaitan dengan kandungan metabolit sekundernya. Sirih merah diketahui mengandung flavonoid, tanin, alkaloid, dan minyak atsiri yang berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Flavonoid bekerja dengan merusak permeabilitas membran sel bakteri serta menghambat aktivitas enzim yang berperan dalam metabolisme sel. Tanin dapat berikatan dengan protein penyusun dinding sel sehingga menyebabkan perubahan struktur dan gangguan fungsi sel bakteri. Selain itu, alkaloid dapat menghambat proses pembentukan peptidoglikan yang berperan dalam mempertahankan integritas dinding sel bakteri [10]. Minyak atsiri pada sirih merah juga memiliki sifat lipofilik yang memungkinkan interaksi dengan membran lipid bakteri sehingga meningkatkan permeabilitas membran dan menyebabkan keluarnya komponen penting sel seperti ion serta protein. Gangguan tersebut menyebabkan fungsi fisiologis sel terganggu dan dapat berujung pada kematian bakteri [11].

Kemampuan ekstrak sirih merah dalam menghambat *Escherichia coli* juga didukung oleh penelitian [12] yang melaporkan bahwa ekstrak daun sirih merah memiliki nilai Minimum Inhibitory Concentration (MIC) sebesar 6,25%. Nilai MIC tersebut menunjukkan bahwa ekstrak sirih merah mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* pada konsentrasi yang relatif rendah. Aktivitas antibakteri tersebut menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam sirih merah memiliki kemampuan dalam menghambat perkembangan bakteri melalui berbagai mekanisme kerja secara bersamaan. Selain itu, penelitian [13] menunjukkan bahwa nilai MIC dapat bervariasi tergantung jenis bakteri uji, seperti pada *Propionibacterium acnes* yang menunjukkan MIC pada konsentrasi 10%. Dengan demikian, ekstrak sirih merah memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami yang efektif terhadap berbagai jenis bakteri.

Perbedaan diameter zona hambat yang terbentuk pada setiap konsentrasi menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kandungan senyawa aktif, konsentrasi ekstrak, serta kemampuan senyawa tersebut berdifusi dalam media agar [14]. Variasi konsentrasi ekstrak dapat menyebabkan perbedaan jumlah senyawa bioaktif yang tersedia dalam menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan metode difusi cakram juga dipengaruhi oleh kemampuan senyawa antibakteri untuk menyebar dan mencapai sel bakteri target [15]. Selain itu, karakteristik bakteri uji juga dapat mempengaruhi diameter zona hambat. *Escherichia coli* merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki membran luar yang mengandung lipopolisakarida (LPS). Struktur membran luar tersebut berperan sebagai penghalang permeabilitas yang dapat membatasi masuknya beberapa senyawa antibakteri ke dalam sel, sehingga dapat memengaruhi efektivitas penghambatan bakteri [16].

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirih merah memiliki potensi sebagai antibakteri alami terhadap *Escherichia coli*, dengan aktivitas terbaik diperoleh pada konsentrasi 25% yang menghasilkan zona hambat sebesar 13,8 mm dengan kategori kuat. Meskipun aktivitasnya masih lebih rendah dibandingkan antibiotik standar, keberadaan berbagai metabolit sekunder dalam sirih merah menunjukkan bahwa tanaman ini memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dengan kemampuan hambat yang berbeda pada setiap variasi konsentrasi. Konsentrasi 25% menunjukkan aktivitas antibakteri paling tinggi dengan diameter zona hambat sebesar 13,8 mm dan termasuk kategori kuat, sedangkan konsentrasi 50%, 75%, dan 100% menghasilkan zona hambat masing-masing sebesar 7,0 mm, 7,4 mm, dan 7,4 mm dengan kategori sedang. Dengan demikian, ekstrak daun sirih merah berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami terhadap bakteri *Escherichia coli*.

Daftar Pustaka

- [1] Febriani RE, Munawaroh R. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Dan Perasan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Shigella flexneri*. ujp. 30 November 2022;387–401. doi:10.23917/ujp.v1i4.134
- [2] Ratnasari E. BAKTERIOLOGI: MIKROORGANISME PENYEBAB INFEKSI [Internet]. Yogyakarta: CV Budi Utama; 2018. Tersedia pada: [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=kugaEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Namun,+beberapa+kelompok+Escherichia+coli++bersifat+patogen+dan+dapat+menyebabkan+berbagai+penyakit+pada+manusia,+seperti+infeksi++pada+kandung+empedu,+saluran+kemih,+selaput+otak,+paru-paru,+dan+saluran+cerna+\(Evy++Ratnasari+E,+2018\).+&ots=hMxPCjo73S&sig=4XKHr1H_XKAxOJZ2SAPgjYq3HYA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=kugaEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Namun,+beberapa+kelompok+Escherichia+coli++bersifat+patogen+dan+dapat+menyebabkan+berbagai+penyakit+pada+manusia,+seperti+infeksi++pada+kandung+empedu,+saluran+kemih,+selaput+otak,+paru-paru,+dan+saluran+cerna+(Evy++Ratnasari+E,+2018).+&ots=hMxPCjo73S&sig=4XKHr1H_XKAxOJZ2SAPgjYq3HYA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- [3] Amal DI, Putri AE, Safitri YD. Aktivitas antibakteri fraksinasi daun sirih merah (*Piper crocatum* Ruiz & Pav) terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Propionibacterium acnes* secara in-vitro. Pharmasipha. 9 Maret 2023;7(1):52–9. doi:10.21111/pharmasipha.v7i1.8794

- [4] Giyatmi G, Irianto HE, Trihandayani K, Fransiska D. Chemical, physical, and antibacterial properties of alginate-based edible film with red betel leaf extract. *Green Materials*. 10 Desember 2025;13(5):533–43. doi:10.1680/jgrma.23.00122
- [5] Ronaldo L, Putri NEK, Narsa AC. Kajian Literatur: Aktivitas Anti-Inflamasi, Antibakteri, Dan Antioksidan Dari Tanaman Genus Piper Spesies Sirih Merah (*Piper Crocatum*), Dan Sirih Hijau (*Piper Betle L.*). *jmpi*. 8 Agustus 2024;10(1):61–7. doi:10.35311/jmpi.v10i1.475
- [6] Ningsih AW, Maulidiyah Z, Nisyak K. Evaluation of Maja Leaf *Simplisia* (*Aegle marmelos L.*) for Herbal Standardization: Physicochemical and Microbial Testing. *JSSCR*. 1 Juni 2025;7(2):136–45. doi:10.37311/jsscr.v7i2.31220
- [7] Siswanto DH, Permadi Y, Pradiza RR, Sari S, Yusvida R. Pengaruh Variasi Suhu Kondensor terhadap Kinerja Rotary Vacuum Evaporator pada Ekstraksi Meniran (*Phyllanthus Niruri*). *IRA JTek Mesin Dan Apl*. 28 Desember 2025;4(3):131–42. doi:10.56862/irajtma.v4i3.336
- [8] Davis WW, Stout TR. Disc Plate Method of Microbiological Antibiotic Assay: II. Novel Procedure Offering Improved Accuracy. *Appl Microbiol*. Oktober 1971;22(4):666–70. doi:10.1128/am.22.4.666-670.1971
- [9] Putri II, Chatri M. Peranan Metabolit Sekunder sebagai Antimikroba. Vol. 8. 2024;8.
- [10] Oktaviani RF, Astuti P, Wahyukundari MA. Aktivitas antibakteri ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap pertumbuhan *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* Antibacterial activity of red betel (*Piper crocatum*) leaf extract on the growth of *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. *J Ked Gi Unpad*. 28 April 2022;34(1):66. doi:10.24198/jkg.v34i1.34833
- [11] Susanti S, Asri MT. Aktivitas Antibakteri Kombinasi Ekstrak Kulit Alpukat dan Daun Kemangi Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*. *LenteraBio*. 26 Maret 2024;13(2):236–43. doi:10.26740/lenterabio.v13n2.p236-243
- [12] Rachmawaty FJ, Mahardina DAC, Nirwani B, Nurmasitoh T, Bowo ET. Manfaat Sirih Merah (*Pipercrocatum*) Sebagai Agen Anti Bakterial Terhadap Bakteri Gram Positif Dan Gram. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Indonesia*. 2016.
- [13] Syafriana V, Rusyita R. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Sirih Merah (*Piper crocatum*) Terhadap Pertumbuhan *Propionibacterium acnes*. Vol. 10. 2017;10(2).

- [14]Irfanitha I, Naid T, Nuryanti S. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* Lam) Terhadap Bakteri Uji Penyebab Luka Infeksi Dengan Metode Difusi Agar. mpsj. 30 Juni 2024;2(1):182–92. doi:10.33096/mpsj.v2i1.199
- [15]Fatoni N, Mahbub K. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Daun Bakau (*Rhizophora apiculata* Blume) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* Menggunakan Metode Difusi Cakram. J of Pharm. 30 Desember 2023;6(3). doi:10.36465/jop.v6i3.1203
- [16]Maher C, Hassan KA. The Gram-negative permeability barrier: tipping the balance of the in and the out. Yu EW, Cox G, editor. mBio. 19 Desember 2023;14(6):e01205-23. doi:10.1128/mbio.01205-23