

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Sarang Semut (*Hydnophytum formicarum*) dari Kawasan Geotermal Jaboi terhadap Bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Escherichia coli*

Suryawati suryawati*, Aulia Umi Maghfiroh, Aniisah Munawwarah Ridwanullah

Jurusan Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala, Provinsi Aceh, Indonesia

*Email korespondensi : suryawatie@usk.ac.id

Doi: 10.30867/jifs.v6i1.1274

ABSTRAK

Meningkatnya resistensi antimikroba mendorong eksplorasi sumber agen antimikroba baru dari tanaman obat. Tumbuhan yang tumbuh di lingkungan khusus, seperti daerah geotermal, berpotensi memiliki variasi kandungan fitokimia yang dapat meningkatkan aktivitas biologisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum* yang berasal dari kawasan geotermal Jaboi terhadap bakteri *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) dan *Escherichia coli* serta mengidentifikasi kandungan fitokimianya. Uji aktivitas antibakteri dilakukan dengan metode difusi cakram (Kirby–Bauer) pada konsentrasi ekstrak 25%, 50%, dan 75% dengan 3 kali pengulangan. Skrining fitokimia kualitatif menunjukkan adanya alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid. Analisis dengan *gas chromatography-mass spectroscopy* (GC-MS) menunjukkan adanya resorsinol, 2-metilsiklopentanol, heksana-1,3,4-triol, dan 3,5-dimetil sebagai komponen utama. Ekstrak *H. formicarum* menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap MRSA dengan diameter zona hambat sebesar 9,0–12,0 mm. Analisis *two-way* ANOVA menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif ($p < 0,001$). Tidak terdapat perbedaan yang bermakna antarvariasi konsentrasi ekstrak ($p > 0,05$). Selain itu, ekstrak tidak menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap *E. coli*, yang mengindikasikan adanya aktivitas antibakteri yang selektif terhadap bakteri Gram positif.

Kata kunci: *Hydnophytum formicarum*, MRSA, *Escherichia coli*, antibakteri, ekstrak etanol

ABSTRACT

The increasing prevalence of antimicrobial resistance has stimulated the exploration of new antimicrobial agents from medicinal plant sources. Plants growing in unique environments, such as geothermal areas, may exhibit variations in phytochemical composition that enhance their biological activity. This study aimed to evaluate the antibacterial activity of the ethanolic extract of *H. formicarum* collected from the Jaboi geothermal area against *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) and *Escherichia coli*, and to identify its phytochemical constituents. Antibacterial activity was assessed using the disk diffusion (Kirby–Bauer) method at extract concentrations of 25%, 50%, and 75%, with three replications. Qualitative phytochemical screening revealed the presence of alkaloids, flavonoids, tannins, and triterpenoids. Analysis by gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS) identified resorcinol, 2-methylcyclopentanol, and 3,5-dimethylhexane-1,3,4-triol as the major compounds. *H. formicarum* extract demonstrated antibacterial activity against MRSA with inhibition zone diameters ranging from 9.0 to 12.0 mm. Two-way ANOVA showed that the extract's antibacterial activity was significantly lower than that of the positive control ($p < 0.001$). No significant differences were observed among the different extract concentrations ($p > 0.05$). In addition, the extract showed no inhibitory activity against *E. coli*, indicating selective antibacterial activity against Gram-positive bacteria.

Keywords: *Hydnophytum formicarum*, MRSA, *Escherichia coli*, antibacterial, ethanolic extract

PENDAHULUAN

Peningkatan resistensi antimikroba secara global telah menjadi tantangan serius dalam sistem pelayanan kesehatan. Di antara berbagai patogen yang berkontribusi terhadap fenomena ini, *Escherichia coli* dan *Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA) merupakan bakteri dengan tingkat resistensi antimikroba yang terus meningkat setiap tahun (Ho et al., 2024). *E. coli* diketahui berperan dalam berbagai infeksi, termasuk diare infeksius dan infeksi sistemik, dengan tingkat resistensi yang dilaporkan tinggi di Indonesia (Darmawi et al., 2021). Sementara itu, MRSA berasosiasi dengan infeksi kulit, jaringan lunak, serta infeksi nosokomial, dan dilaporkan memiliki angka kematian global serta prevalensi yang masih signifikan di rumah sakit rujukan Indonesia (Klopfenstein et al., 2021; Hayati et al., 2022; Naghavi et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan urgensi eksplorasi agen antimikroba alternatif yang efektif, termasuk melalui pemanfaatan tanaman obat.

Tanaman obat telah banyak dimanfaatkan sebagai agen terapeutik alternatif, terutama di negara berkembang yang memiliki keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan modern (Andriani, 2025).

Potensi terapeutik tersebut terutama berasal dari kandungan metabolit sekundernya yang menunjukkan beragam aktivitas biologis (Azmy, 2020). Untuk memperoleh senyawa bioaktif tersebut, berbagai metode preparasi seperti dekokta, maserasi, dan ekstraksi telah digunakan secara luas. Namun, variasi dalam teknik pengolahan serta kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman dapat secara signifikan memengaruhi komposisi fitokimia dan aktivitas biologis yang dihasilkan (Yusoff et al., 2020). Oleh karena itu, identifikasi spesies tanaman yang tumbuh pada kondisi ekologis spesifik menjadi relevan karena berpotensi memiliki profil fitokimia yang unik.

Hydnophytum formicarum (tanaman sarang semut) merupakan spesies yang banyak digunakan di Indonesia dan Asia Tenggara (Yusoff et al., 2020). Tanaman ini digunakan untuk mengatasi infeksi, peradangan, dan menyembuhkan luka (Amir et al., 2020; Rachpirom et al., 2021). Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa *H. formicarum* mengandung berbagai senyawa bioaktif dari golongan flavonoid, tanin, saponin, dan senyawa fenolik, yang berhubungan dengan aktivitas antimikroba dan antioksidan (Sababathy et al., 2020). Aktivitas biologis tersebut menunjukkan potensi *H. formicarum* sebagai agen antimikroba alami, khususnya terhadap bakteri patogen (Keawchai et al., 2022).

Studi menggunakan sampel dari kawasan geotermal telah membuktikan aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum* terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Suryawati et al., 2025a). Namun, belum terdapat data aktivitas antibakteri ekstrak tersebut terhadap *E. coli* dan MRSA. Selain itu, metode preparasi ekstrak pada studi sebelumnya belum mengoptimalkan pemisahan senyawa nonpolar yang berpotensi memengaruhi aktivitas antibakteri. Optimasi dapat dilakukan melalui tahap *defatting* menggunakan n-heksana untuk memisahkan senyawa nonpolar sebelum ekstraksi dengan etanol. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol umbi *H. formicarum* asal kawasan geotermal Jaboi terhadap MRSA dan *E. coli*, serta menganalisis profil fitokimianya setelah tahap *defatting* dengan n-heksana.

METODE PENELITIAN

Penelitian eksperimental laboratorium ini menggunakan desain *posttest-only control group*. Umbi *H. formicarum* dikumpulkan dari kawasan geotermal Jaboi, Aceh, Indonesia. Seluruh rangkaian penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2025 di Laboratorium Mikrobiologi dan Biomedik, Fakultas Kedokteran, Universitas Syiah Kuala.

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap, yaitu penyiapan ekstrak, analisis fitokimia kualitatif, analisis fitokimia dengan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC–MS), serta uji aktivitas antimikroba dengan metode difusi cakram. Seluruh percobaan *in vitro* dilaksanakan setelah memperoleh persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala (Surat Keterangan Etik No. 201/EA/FK/2025).

Penyiapan ekstrak

Umbi *H. formicarum* dicuci lalu dipotong kecil-kecil. Sampel umbi lalu dikeringkan dalam lemari pengering yang dipertahankan pada suhu 40°C selama empat hari. Selanjutnya, sampel kering dihancurkan menjadi bubuk halus menggunakan blender. Serbuk simplisia (300 g) dicampur dengan pelarut heksan (3 L) selama 24 jam untuk memisahkan komponen lemak. Campuran ini kemudian disaring, lalu residunya dimaserasi dengan pelarut etanol 70% (1:10, w:v) dalam toples tertutup. Penggantian pelarut dilakukan setiap 24 jam dan seluruh proses maserasi dilakukan dalam waktu 3 hari, disertai pengadukan sesekali. Campuran hasil maserasi kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 1, dan filtrat yang diperoleh dikentalkan di bawah tekanan rendah menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 50 °C hingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak selanjutnya dikentalkan hingga mencapai berat konstan dan disimpan dalam wadah kedap udara pada suhu 4 °C sampai dilakukan analisis lebih lanjut.

Skrining fitokimia kualitatif

Skrining fitokimia kualitatif terhadap ekstrak etanol *H. formicarum* dilakukan menggunakan prosedur standar untuk mengidentifikasi metabolit sekunder utama. Alkaloid diidentifikasi melalui penambahan ekstrak *H. formicarum* dengan pereaksi Dragendorff, Wegner dan Mayer. Saponin diuji menggunakan akuades, kemudian dikocok kuat selama 15 menit. Flavonoid diidentifikasi melalui munculnya warna kuning setelah penambahan natrium hidroksida berair, yang kemudian menghilang setelah penambahan asam klorida encer. Tanin diidentifikasi dengan penambahan larutan ferri klorida. Steroid dan triterpenoid diuji dengan meneteskan reagen Liebermann–Burchard ke dalam ekstrak (Hayat, et al., 2020).

Analisis fitokimia dengan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS)

Analisis GC-MS terhadap sampel dilakukan menggunakan instrumen TRACE 1300 GC yang dipasangkan dengan detektor ISQ 7000 MS (Thermo Fisher Scientific, USA), serta menggunakan kolom kapiler TG-5MS sesuai dengan prosedur yang telah dijelaskan pada penelitian sebelumnya (Suryawati et al., 2025b). Alat dioperasikan pada laju alir 50 mL/menit (idle 1 mL/menit) dengan suhu inlet 250°C. Analisis menggunakan kolom TG-5MS (30 m × 0,250 mm × 0,25 µm), gas pembawa 1,0 mL/menit, suhu awal 40°C, dan injeksi 1 µL menggunakan syringe 10 µL. Puncak massa diinterpretasikan secara tentatif berdasarkan pola fragmentasi pada spektrum massa dan dibandingkan dengan spektrum standar dalam basis data *National Institute of Standards and Technology* (NIST).

Aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum*

Aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum* terhadap *E. coli* dan MRSA diuji menggunakan metode difusi cakram Kirby–Bauer. Suspensi bakteri disiapkan dalam NaCl 0,9% dan disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 ($1,5 \times 10^8$ CFU/mL). Sebanyak 100 µL suspensi bakteri diinokulasikan secara merata pada media Mueller–Hinton Agar (MHA). Cakram steril berdiameter 6 mm diberi ekstrak dengan konsentrasi 25%, 50%, dan 75%. Ampisilin (10 µg) digunakan sebagai kontrol positif terhadap *E. coli*, sedangkan linezolid (30 µg) digunakan terhadap MRSA. Etanol digunakan sebagai kontrol negatif. Seluruh cawan diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, kemudian diameter zona hambat diukur dalam satuan mm. Pengujian dilakukan dalam tiga kali pengulangan (Arullappan, et al., 2009).

Analisis Statistik

Data hasil pengukuran zona hambat disajikan sebagai nilai rata-rata dengan standar deviasi. Perbandingan rerata antara kelompok perlakuan dianalisis menggunakan uji analisis varian dua arah (*two-way ANOVA*) yang dilanjutkan dengan uji post hoc Duncan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan SPSS versi 26.0 (IBM, New York, USA). Nilai $p \leq 0,05$ digunakan sebagai batas untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini bertujuan mengevaluasi aktivitas antibakteri ekstrak umbi *H. formicarum* (Gambar 1) dari kawasan geotermal terhadap bakteri patogen, dengan asumsi bahwa kondisi unik lokasi tumbuh dapat memengaruhi kandungan bioaktif dan pada akhirnya memengaruhi aktivitas biologisnya. Studi ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang mengevaluasi aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Suryawati et al., 2025a). Berbeda dengan studi terdahulu, penelitian ini secara khusus mengkaji aktivitas ekstrak terhadap MRSA dan *E. coli* untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai spektrum aktivitas antibakterinya. Selain itu, pada

penelitian ini dilakukan modifikasi metode dengan memisahkan fraksi lipofilik ekstrak menggunakan pelarut n-heksana guna meningkatkan kelarutan dan pemisahan senyawa aktif yang bersifat polar sehingga diperoleh aktivitas antibakteri maksimal. Perlakuan ini berpotensi menghasilkan profil fitokimia yang berbeda dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 1. *Hydnophytum formicarum*

Kandungan fitokimia Ekstrak *H. formicarum*

Analisis fitokimia kualitatif pada *H. formicarum* ditunjukkan pada **Tabel 1**. Skrining fitokimia kualitatif menunjukkan bahwa ekstrak etanol *H. formicarum* mengandung alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid, sedangkan saponin dan steroid tidak terdeteksi. Komposisi fitokimia yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan temuan penelitian sebelumnya (Suryawati et al., 2025a) yang tidak melakukan pemisahan fraksi lipofilik. Meskipun pendekatan analisis yang digunakan berbeda secara metodologis, hasil yang diperoleh tetap mengindikasikan konsistensi profil metabolit sekunder pada ekstrak yang diteliti.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Etanol *H. formicarum*

Jenis Metabolit	Reagen	Standar	Hasil	Justifikasi Hasil
Alkaloid	Wegner	Endapan coklat	Endapan coklat	+
	Dragendorf	Endapan merah bata	Endapan merah bata	+
	Mayer	Endapan putih/krim	Endapan/ cincin coklat	-
Saponin	Akuades	Busa selama ± 15 menit	Tidak ada busa	-
Flavonoid	Mg + HCl pekat	Larutan orange/merah muda	Larutan orange	+
Tanin	FeCl ₃ 10%	Larutan coklat kehitaman	Larutan coklat kehitaman	+
Steroid	Liebermann–Burchard	Larutan hijau/biru	Larutan merah kecoklatan	-
Triterpenoid	Liebermann–Burchard	Larutan ungu/merah	Larutan merah kecoklatan	+

Alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid yang teridentifikasi pada ekstrak *H. formicarum* secara luas telah dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri melalui berbagai mekanisme, antara lain

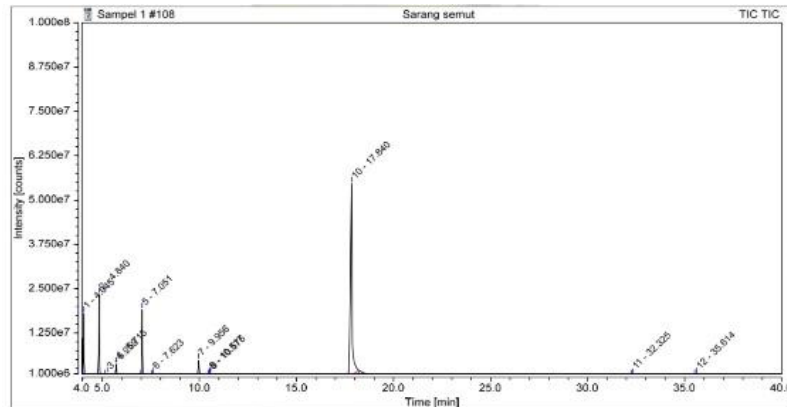
gangguan integritas membran sel, denaturasi protein, inhibisi enzim, serta interferensi terhadap proses metabolisme bakteri (Prachayasittikul et al., 2008). Tidak terdeteksinya saponin menunjukkan bahwa senyawa ini bukan merupakan kontributor utama terhadap aktivitas antibakteri ekstrak, dan efek antibakteri yang diamati kemungkinan lebih berkaitan dengan senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, dan triterpenoid.

Kandungan senyawa volatil berdasarkan analisis GC-MS

Hasil analisis GC-MS ekstrak *H. formicarum* ditunjukkan pada **Tabel 2**. Profil fitokimia menggunakan GC-MS menunjukkan bahwa ekstrak didominasi oleh senyawa fenolik, yaitu resorsinol. Selain resorsinol, juga terdapat berbagai turunan alkohol dalam jumlah relatif kurang dari 12% serta beberapa asam lemak dalam jumlah relatif kurang dari 1%. Kromatogram (**Gambar 2**) menunjukkan puncak tajam dan simetris untuk resorsinol pada waktu retensi 17,84 menit dengan area relatif 68,29. Hasil ini sedikit berbeda dengan penelitian sebelumnya (Suryawati et al., 2025a) yang didominasi seluruhnya oleh ester asam lemak rantai panjang—baik jenuh maupun tak jenuh. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses pemisahan komponen lipofilik sebelum maserasi dengan etanol menghasilkan ekstrak yang lebih kaya akan senyawa polar.

Tabel 2. Hasil Uji Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) *H. formicarum*

No	Peak Name	Molecular Weight (g/mol)	Similarity Index	Retention Time (min)	Relative Area %
1	Resorcinol	110,11	99,27	17,840	68,29
2	Cyclopentanol, 2-methyl-, trans-	100,16	98,83	4,840	11,31
3	Hexane-1,3,4-triol, 3,5-dimethyl-	162,23	96,85	7,051	7,50
4	2-Pentanol, 4-methyl-	102,17	100	4,045	4,98
5	5-Hexen-2-one	98,14	97,71	9,956	3,48
6	Cyclopentanol, 2-methyl-, trans-	100,16	94,74	5,715	1,83
7	3-Octanone, 2-methyl-	142,24	97,28	5,259	0,79
8	Propanal, 2-(benzoyloxy)-, (R)-	178,18	95,08	10,575	0,60
9	Oleic acid	282,5	94,58	35,614	0,35
10	n-Hexadecanoic acid	256,42	97,03	32,325	0,32
11	Allyl heptanoate	170,25	93,50	7,623	0,29
12	Benzenemethanol, a-methyl-, (R)-	258,16	95,77	10,517	0,26
Total					100,00



Gambar 2. Kromatogram Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) *H. formicarum*

Keberadaan senyawa fenolik-resorsinol konsisten dengan skrining fitokimia kualitatif yang menunjukkan adanya polifenol. Namun, identifikasi ini memerlukan konfirmasi lebih lanjut dengan metode lain yang tidak melibatkan pemanasan sampel pada suhu tinggi, misalnya kromatografi cair. Senyawa fenolik seperti resorsinol diketahui memiliki aktivitas antimikroba melalui diduga melalui peningkatan permeabilitas membran, induksi denaturasi protein, serta pemicu stres oksidatif, sedangkan alkohol dan keton dapat mengganggu lapisan lipid membran dan menginterferensi respirasi seluler (Mohammed et al., 2022).

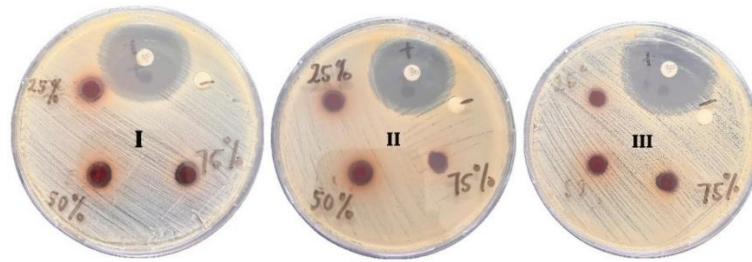
Aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum*

Hasil evaluasi aktivitas antibakteri ekstrak etanol *H. formicarum* ditunjukkan pada **Tabel 3** dan visualisasi zona hambat pada **Gambar 3** dan **4**. Hasil uji difusi menunjukkan bahwa kontrol negatif tidak menghasilkan zona hambat terhadap MRSA maupun *E. coli*, yang menegaskan bahwa pelarut tidak memiliki aktivitas antibakteri. Kontrol positif menghasilkan zona hambat sebesar $28,67 \pm 2,08$ mm terhadap MRSA dan 8,45 mm terhadap *E. coli*, menunjukkan efektivitas antibakteri yang baik, khususnya terhadap bakteri Gram positif.

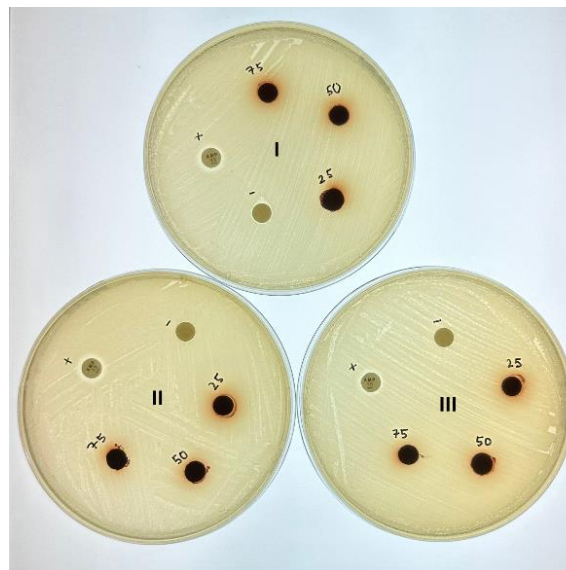
Tabel 3. Diameter rata-rata zona hambat ekstrak *H. formicarum* pada uji difusi

Kelompok	Diameter Zona Hambat Terhadap Bakteri (mm)	
	MRSA	<i>E. coli</i>
Kontrol negatif	0	0
Kontrol positif	$28,67 \pm 2,08^a$	8.45
<i>H. formicarum</i> 25%	$10,5 \pm 1,80^b$	0
<i>H. formicarum</i> 50%	$12 \pm 1,80^b$	0
<i>H. formicarum</i> 75%	$9 \pm 1,00^b$	0

*Kategori daya hambat: lemah (≤ 5 mm), sedang (5–10 mm), kuat (10–20 mm), dan sangat kuat (≥ 20 mm)



Gambar 3. Zona Hambat Ekstrak Etanol *H. formicarum* Terhadap Bakteri MRSA dengan konsentrasi ekstrak 25%, 50% dan 70% pada pengulangan 1 (I), 2 (II) dan 3 (III)



Gambar 4. Zona hambat ekstrak etanol *H. Formicarum* terhadap bakteri *E. coli* dengan konsentrasi ekstrak 25%, 50% dan 70% pada pengulangan 1 (I), 2 (II) dan 3 (III)

Ekstrak *H. formicarum* menunjukkan aktivitas penghambatan terhadap MRSA pada seluruh konsentrasi yang diuji (25%, 50%, dan 75%) dengan diameter zona hambat yang berkisar antara 9,0–12,0 mm. Aktivitas tertinggi diamati pada konsentrasi 50%, meskipun peningkatan konsentrasi hingga 75% tidak menunjukkan peningkatan daya hambat yang signifikan ($p > 0,05$). Hasil analisis statistik juga menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak secara signifikan lebih rendah dibandingkan dengan kontrol positif ($p < 0,001$). Temuan ini mengindikasikan bahwa respons antibakteri tidak sepenuhnya bergantung pada konsentrasi, tetapi kemungkinan dipengaruhi oleh kemampuan difusi senyawa aktif dalam media agar atau interaksi antar komponen ekstrak. Selain itu, ekstrak tidak menunjukkan aktivitas hambatan terhadap *E. coli* pada seluruh konsentrasi yang diuji (0 mm), yang menunjukkan adanya aktivitas antibakteri yang selektif terhadap bakteri Gram positif.

Pada uji menggunakan metode difusi cakram, sampel dengan konsentrasi tinggi tidak selalu menghasilkan zona hambat yang lebih besar dibandingkan sampel dengan konsentrasi rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh meningkatnya viskositas dan kepekatan ekstrak pada konsentrasi tinggi, yang dapat menghambat difusi senyawa aktif ke dalam media agar sehingga zona hambat yang terbentuk menjadi lebih kecil, meskipun kandungan senyawa bioaktif lebih tinggi (Hudzicki, 2012; Sari & Febriawan, 2021). Meskipun aktivitas antibakteri ekstrak masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif (linezolid), hasil ini mengonfirmasi keberadaan senyawa penghambat MRSA dalam ekstrak *H. formicarum*.

Ekstrak etanol *H. formicarum* tidak menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli* pada seluruh konsentrasi. Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak tidak memiliki efek bakteriostatik maupun bakterisidal terhadap *E. coli* pada rentang konsentrasi yang diuji. Rendahnya sensitivitas *E. coli* diduga disebabkan oleh struktur membran luar yang kompleks pada bakteri Gram-negatif, yang membatasi penetrasi senyawa fitokimia terutama senyawa polar atau bermassa molekul besar serta keberadaan sistem *efflux pump* aktif yang mampu mengeluarkan agen antimikroba dari dalam sel (Alam et al., 2022; Aluko et al., 2024).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol *H. formicarum* memiliki aktivitas antibakteri yang selektif, dengan efektivitas yang lebih tinggi terhadap bakteri Gram-positif MRSA dibandingkan bakteri Gram-negatif *E. coli*. Aktivitas antibakteri tersebut kemungkinan dimediasi oleh kerja kombinasi berbagai senyawa fitokimia, bukan oleh satu senyawa dominan. Temuan ini menegaskan potensi *H. formicarum* sebagai sumber agen antibakteri terhadap MRSA dan memberikan dasar ilmiah bagi penelitian lanjutan yang berfokus pada fraksinasi ekstrak, optimasi konsentrasi senyawa bioaktif, serta kombinasi sinergis dengan antibiotik untuk meningkatkan aktivitas terhadap patogen Gram-negatif.

KESIMPULAN

Ekstrak etanol *H. formicarum* mengandung berbagai senyawa fitokimia bioaktif, sebagaimana dikonfirmasi melalui skrining kualitatif dan analisis GC-MS. Ekstrak ini menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap MRSA, dengan efek penghambatan optimal pada konsentrasi menengah, yang mengindikasikan adanya keseimbangan antara ketersediaan senyawa aktif dan kemampuan difusinya. Sebaliknya, tidak ditemukan efek penghambatan maupun bakterisidal terhadap *E. coli* pada rentang konsentrasi yang diuji. Temuan ini menunjukkan bahwa *H. formicarum* memiliki aktivitas antibakteri yang selektif, dengan efektivitas yang lebih tinggi terhadap bakteri Gram-positif. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengoptimalkan metode ekstraksi, melakukan fraksinasi senyawa, serta mengevaluasi strategi sinergis guna meningkatkan aktivitas terhadap patogen Gram-negatif.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Peneliti dalam riset ini tidak terdapat konflik kepentingan sehingga hasil dari penelitian tidak terdapat bias.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M., Bano, N., Ahmad, T., Sharangi, A. B., Upadhyay, T. K., Alraey, Y., Alabdallah, N. M., Rauf, M. A., & Saeed, M. (2022). *Synergistic Role of Plant Extracts and Essential Oils against Multidrug Resistance and Gram-Negative Bacterial Strains*.
- Aluko, E. O., Adetuyi, A. O., & Omotoso, E. (2024). *Antibacterial Activity of Residual Seeds And Pods of Annatto (Bixa Orellana L .) After Pigment Extraction*. 7(2), 221–230.
- Amir, M., Ullu, A., & Kusmiati, D. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Tanaman Sarang Semut (*Hydnophytum formicarum* Jack) dengan Metode ABTS dan Identifikasi Senyawa Aktif Menggunakan LC-MS Antioxidant Activity of “Sarang semut” (*Hydnophytum formicarum* Jack) with ABTS Method and Identification of Ac. *Archives Pharmacia ISSN*, 2(1), 43.
- Andriani, Y. (2025). *The Potential of Herbal Plants in the Prevention and Treatment of Fish Diseases : A Review*. 5(1), 15–25.

- Arullappan, S., Zakaria, Z., & Basri, D. F. (2009). Preliminary screening of antibacterial activity using crude extracts of *Hibiscus rosa sinensis*. *Tropical life sciences research*, 20(2), 109.
- Azmy, N. A. (2020). *Ekstrak Daun Ricinus communis L. sebagai Antimikroba Alami : Pengembangan Antimikroba Baru terhadap Mikroba MDR Ricinus Communis L. Leaf Extract As Antimicroba : Development Of New Antimicrobials Against MDR Microbes*. 10, 443–447.
- Darmawi, Adindawati, Elida, S., & Darmawan. (2021). *Identifikasi Bakteri Escherichia Coli Dalam Sumber Air Bersih di Perumahan Griya Mahoni Aceh Barat*. 1(November), 170–177.
- Hayati, Z., Widyastuti, E., Hayati, Z., Nurjannah, N., Mudatsir, M., & Saputra, I. (2022). Hubungan Kualitas Penggunaan Antibiotik dengan Luaran Klinis Pasien Bakteriemia yang Disebabkan Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 22(1), 37–43. <https://doi.org/10.24815/jks.v22i1.25400>
- Hayat, J., Akodad, M., Moumen, A., Baghour, M., Skalli, A., Ezrari, S., & Belmalha, S. (2020). Phytochemical screening, polyphenols, flavonoids and tannin content, antioxidant activities and FTIR characterization of *Marrubium vulgare L.* from 2 different localities of Northeast of Morocco. *Heliyon*, 6(11).
- Ho, C. S., Wong, C. T. H., Aung, T. T., Lakshminarayanan, R., Mehta, J. S., Rauz, S., McNally, A., Kintses, B., Peacock, S. J., de la Fuente-Nunez, C., Hancock, R. E. W., & Ting, D. S. J. (2024). Antimicrobial resistance: a concise update. *The Lancet. Microbe*, 6(January), 100947. <https://doi.org/10.1016/j.lanmic.2024.07.010>
- Hudzicki, J. (2012). Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol Author Information. *American Society For Microbiology, December 2009*, 1–13. <https://www.asm.org/Protocols/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Pro>
- Keawchai, K., Chumkaew, P., Permpoonpattana, P., & Srisawat, T. (2022). Synergistic effect of *Hydnophytum formicarum* tuber and *Vatica diospyroides* Symington cotyledon extracts with ampicillin on pathogenic bacteria. *Journal of Applied Biology and Biotechnology*, 10(2), 6–11. <https://doi.org/10.7324/JABB.2022.100202>
- Klopfenstein, N., Brandt, S. L., Castellanos, S., Gunzer, M., Blackman, A., & Serezani, C. H. (2021). SOCS-1 inhibition of type I interferon restrains *Staphylococcus aureus* skin host defense. *PLoS Pathogens*, 17(3), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009387>
- Mohammed, M. A., Ali, J. F., Saeed, Y. S., Yaseen, I. H., & Ahmad, B. H. (2022). Biological activity of some phenolic compounds extracted from *Agrimonia eupatoria* against several pathogenic bacteria species. *Biodiversitas*, 23(9), 4912–4917. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d230961>
- Naghavi, M., Emil Vollset, S., Ikuta, K. S., Swetschinski, L. R., Gray, A. P., Wool, E. E., Robles Aguilar, G., Mestrovic, T., Smith, G., Han, C., Hsu, R. L., Chalek, J., Araki, D. T., Chung, E., Raggi, C., Gershberg Hayoon, A., Davis Weaver, N., Lindstedt, P. A., Smith, A. E., ... Resistance Collaborators, A. (2024). Global burden of bacterial antimicrobial resistance 1990–2021: a systematic analysis with forecasts to 2050. *The Lancet*, 1–28. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01867-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01867-1)
- Prachayasittikul, S., Buraparungsang, P., Worachartcheewan, A., Isarankura-Na-Ayudhya, C., Ruchirawat, S., & Prachayasittikul, V. (2008). Antimicrobial and antioxidative activities of bioactive constituents from *Hydnophytum formicarum* Jack. *Molecules*, 13(4), 904–921. <https://doi.org/10.3390/molecules13040904>
- Rachpirom, M., Barrows, L. R., Thengyai, S., Ovatlarnporn, C., Sontimuang, C., Thiantongin, P., & *JIFS, Volume 6, Nomor 1, Juni 2026*

- Puttarak, P. (2021). Antidiabetic Activities of Medicinal Plants in Traditional Recipes and Candidate Antidiabetic Compounds from *Hydnophytum formicarum* Jack. Tubers. *Pharmacognosy Research*, 14(1), 89–99. <https://doi.org/10.5530/pres.14.1.13>
- Sababathy, M., Nur Islamiah Kassim, M., Shamsudin Ahmad, A., Amir, H., Fitrya Syamsumir, D., & Andriani, Y. (2020). Phytochemicals Study, Antioxidant and Cytotoxicity Properties of *Hydnophytum formicarum* (Kepala beruk) Leaves against HepG2 and HeLa Cell Lines. *Oriental Journal of Chemistry*, 36(03), 425–433. <https://doi.org/10.13005/ojc/360310>
- Sari, Z. A. A., & Febriawan, R. (2021). Perbedaan Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Metode Well Diffusion dan Kirby bauer terhadap Pertumbuhan Bakteri. *Jurnal Medika Hutama*, 2(4), 1156–1162
- Suryawati, S., Salsabila, A., Balqisa, S. R., Suardi, H. N., Hertiani, T., Khairan, K., & Idroes, R. (2025a). Utilizing geothermal botanical resources: Evaluating antiplanktonic and biofilm inhibitory effects of Jaboi area plant extracts. *Journal of Pharmacy and Pharmacognosy Research*, 13(3), 682–694. https://doi.org/10.56499/jppres24.2133_13.3.682
- Suryawati, S., Idroes, R., Hertiani, T., & Khairan, K. (2025b). Bioactive Phytochemicals from *Memecylon edule*: Targeting Planktonic and Biofilm States of *Pseudomonas aeruginosa*. *Malacca Pharmaceutics*, 3(1), 10-19. <https://doi.org/10.60084/mp.v3i1.258>
- Yusoff, A. S., Wan Omar, W. B., & Rohanf, S. (2020). Limited seed dispersal may shape genetic structure of *Hydnophytum formicarum* jack populations in mangrove ecosystem. *Biotropia*, 27(2), 153–161. <https://doi.org/10.11598/BTB.2020.27.2.1198>.