

Antibacterial Effectiveness Test of Ethanol Extract of Torch Ginger (*Etlingera elatior*) Flower Against the Growth of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*

Steffanie Ruth Simatupang¹ & Ivonne Mona Selly Panjaitan^{2*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Bandung, Indonesia;

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, Bandung, Indonesia;

Article History

Received : November 20th, 2025

Revised : November 29th, 2025

Accepted : November 30th, 2025

*Corresponding Author: **Ivonne Mona Selly Panjaitan**,
Program Studi Biologi, Fakultas
Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas
Advent Indonesia, Bandung,
Indonesia;
Email: ivonne.selly@unai.edu

Abstract: Antibiotic-resistant bacteria like *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* are becoming more common, which is a major worldwide health concern. The purpose of this study was to assess the antibacterial activity of *Etlingera elatior* (kecombrang flower) ethanolic extract against Gram-positive *S. aureus* and Gram-negative *E. coli*. The Microbiology Laboratory at Universitas Advent Indonesia's Faculty of Mathematics and Natural Sciences was the site of the experimental study. Using the disc diffusion method on Mueller Hinton Agar medium, the extract was tested at three concentrations (30%, 40%, and 50%) after being made using the maceration process with 95% ethanol. As demonstrated by inhibitory zones at all doses, the ethanolic extract of *E. elatior* demonstrated antibacterial activity against both bacterial species. The inhibition zone diameters ranged from 8.95–10.70 mm for *E. coli* and 9.00–13.68 mm for *S. aureus*. Statistical analysis using One-Sample t-test confirmed that all treatments significantly inhibited bacterial growth ($p < 0.05$). Different extract concentrations had a significant effect on *S. aureus* ($p = 0.003$) but no significant effect on *E. coli* ($p = 0.083$), according to a one-way ANOVA. Because Gram-positive bacteria have simpler cell walls that facilitate the better penetration of bioactive substances like flavonoids, tannins, and saponins, our results show that *Etlingera elatior* extract has more antibacterial action against *S. aureus* than *E. coli*. For the creation of environmentally friendly phytopharmaceuticals, *Etlingera elatior* can be regarded as a promising natural antibacterial agent.

Keywords: Antibacterial activity, *Etlingera elatior*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Pendahuluan

Infeksi bakteri patogen masih menjadi masalah kesehatan global yang serius, bahkan di Indonesia (WHO, 2021). *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* adalah dua bakteri penyebab infeksi yang paling umum. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi kulit, pneumonia, infeksi saluran pencernaan dan saluran kemih, dan banyak lagi (Brooks *et al.*, 2020; Forbes *et al.*, 2021). Meningkatnya resistensi bakteri ini terhadap antibiotik telah mempersulit perawatan klinis dan memicu pencarian alternatif yang lebih aman dan lebih

ampuh (CDC, 2022).

Salah satu strategi populer untuk memerangi resistensi antibiotik adalah penggunaan zat alami yang memiliki sifat antibakteri. Zat bioaktif yang terdapat dalam tanaman obat, seperti flavonoid, saponin, dan tanin, diketahui dapat mencegah pertumbuhan bakteri berbahaya (Cowan, 2019; Harborne, 2019). Kencur (*Etlingera elatior*), yang tumbuh luas di Indonesia dan daerah tropis lainnya, merupakan salah satu tanaman yang berpotensi antibakteri (Rukmana, 2020). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa senyawa fenolik dalam ekstrak bunga kemiri

memiliki sifat antibakteri terhadap berbagai mikroorganisme (Sari *et al.*, 2021). Namun, saat ini masih sedikit data yang mengevaluasi efikasi ekstrak etanol bunga kemiri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*.

Karena studi ini mengkaji efikasi antibakteri ekstrak etanol bunga kemiri terhadap dua jenis bakteri patogen yang berbeda dengan karakteristik dinding sel yang berbeda *S. aureus* Gram-positif dan *E. coli* Gram negatif studi ini unik. Perbandingan ini penting untuk memastikan seberapa efektif kemiri terhadap arsitektur sel bakteri yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas antibakteri ekstrak etanol bunga kecombrang terhadap pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan agen antibakteri alami berbasis keanekaragaman hayati lokal yang aman, efektif, dan ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

Jenis dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen laboratorium yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Advent Indonesia, Bandung Barat, pada bulan Juli–Agustus 2025.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan antara lain pisau, grinder, oven, timbangan digital, ayakan 40 mesh, erlenmeyer, shaker, kertas saring, *vacuum rotary evaporator*, lemari sterilisator, serta peralatan kultur mikrobiologi seperti cawan petri dan *hockey stick* steril. Bahan utama yang digunakan adalah bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) yang diperoleh dari Desa Cihanjuang, Kecamatan Parongpong, Kabupaten Bandung Barat. Bahan kimia meliputi etanol 95%, akuades, NaCl fisiologis (0,9%), dan media Mueller Hinton Agar (MHA).

Pembuatan Simplisia

Bunga kecombrang segar disortir, dicuci dengan air mengalir, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 150°C selama 50 menit. Bahan kering digiling menggunakan grinder, diayak dengan

ukuran 40 mesh, lalu disimpan dalam wadah tertutup pada tempat sejuk dan kering.

Ekstraksi

Menggunakan sebanyak 1000 mL etanol k95%, 100 gram simplisia bubuk dimaserasi selama sehari penuh sambil diaduk dengan pengocok putar. Untuk mendapatkan ekstrak kental, campuran disaring dan filtratnya diuapkan pada suhu 50°C menggunakan evaporator putar vakum. Ekstrak disimpan dalam vial tertutup rapat dan terhindar dari sinar matahari langsung.

Sterilisasi dan Persiapan Suspensi Bakteri

Semua alat gelas disterilisasi menggunakan lemari sterilisator selama 15–30 menit. Kultur *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* disuspensikan dalam larutan NaCl fisiologis (0,9%) dan disesuaikan dengan standar kekeruhan McFarland.

Pembuatan Media dan Uji Aktivitas Antibakteri

Sebelum ditambahkan ke cawan Petri, media MHA disiapkan sesuai petunjuk produsen dan disterilkan. Metode difusi cakram digunakan untuk menyelidiki aktivitas antibakteri. Tiga konsentrasi ekstrak jahe torch dibuat: 30%, 40%, dan 50%. Setiap larutan ekstrak diteteskan ke cakram kertas steril (berdiameter 6 mm), yang kemudian direndam selama 15 menit. Setelah larutan bakteri (100 µL) diratakan secara merata di permukaan media, cakram ekstrak diletakkan di atasnya. Selama sehari penuh, cawan diinkubasi pada suhu 37°C. Untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri, diameter zona hambat di sekitar cakram diukur dengan jangka sorong.

Analisis Data

Data hasil pengukuran diameter zona hambat dianalisis menggunakan analisis varians satu arah (One Way ANOVA) untuk menentukan perbedaan efektivitas antibakteri antar konsentrasi ekstrak. Nilai signifikansi ditentukan berdasarkan *p-value* (<0,05).

Hasil dan Pembahasan

Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *Escherichia coli*

Zona penghambatan terbentuk pada semua konsentrasi yang diuji (30%, 40%, dan 50%) dalam uji efikasi antibakteri ekstrak etanol bunga

kecombrang terhadap *E. coli*. Diameter rata-rata zona penghambatan bervariasi antara $8,95 \pm 0,46$ mm dan $10,70 \pm 1,25$ mm (Tabel 1). Untuk memastikan apakah zona penghambatan yang diperoleh berbeda secara signifikan dari nol (tidak ada aktivitas antibakteri), uji-t Satu Sampel digunakan. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh konsentrasi ekstrak menghasilkan nilai t yang

tinggi dan $p < 0,001$, yang berarti secara signifikan menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*. Dengan demikian, hipotesis H_{01} ditolak dan H_1 diterima, yaitu ekstrak etanol bunga kecombrang memiliki efektivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* pada semua konsentrasi yang diuji.

Tabel 1. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *E. coli*

Konsentrasi Ekstrak	Rata-rata Zona Hambat (mm) $\pm$ SD	t hitung	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
30%	8.95 ± 0.47	38.46	0.000	Signifikan
40%	10.70 ± 1.25	17.06	0.000	Signifikan
50%	9.50 ± 1.05	18.17	0.000	Signifikan

Temuan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perkembangan *E. coli* terhambat secara signifikan oleh semua dosis ekstrak etanol bunga temulawak. Dengan zona hambat rata-rata 10,7 mm, aktivitas antibakteri tertinggi ditemukan pada konsentrasi 40%, yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi hingga 40% meningkatkan efikasi antibakteri. Namun, aktivitasnya sedikit menurun pada konsentrasi 50%.

Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *Staphylococcus aureus*

Zona penghambatan terbentuk pada semua konsentrasi yang diuji (30%, 40%, dan 50%) dalam uji efikasi antibakteri ekstrak etanol bunga

kecombrang terhadap *Staphylococcus aureus*. Diameter rata-rata zona penghambatan bervariasi antara $9,00 \pm 1,07$ mm dan $13,68 \pm 1,98$ mm (Tabel 2). Hasil *One-Sample t-test* dengan nilai uji (test value) 0 menunjukkan bahwa semua konsentrasi ekstrak menghasilkan nilai $p < 0,01$, sehingga perbedaan zona hambat terhadap nilai nol (tidak ada aktivitas antibakteri) adalah signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol bunga kecombrang menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *S. aureus*. Ekstrak etanol bunga kecombrang berhasil menghambat perkembangan *Staphylococcus aureus* pada semua konsentrasi yang diteliti, sehingga menolak hipotesis H_{02} dan menerima hipotesis H_2 .

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *Staphylococcus aureus*

Konsentrasi Ekstrak	Rata-rata Zona Hambat (mm) $\pm$ SD	t hitung	Sig. (2-tailed)	Kesimpulan
30%	9.00 ± 1.07	16.86	0.000	Signifikan
40%	10.38 ± 0.98	21.08	0.000	Signifikan
50%	13.68 ± 1.98	13.80	0.001	Signifikan

Temuan ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol bunga kecombrang memiliki aktivitas antibakteri yang lebih besar terhadap *S. aureus* pada konsentrasi yang lebih tinggi. Zona hambat terbesar (13,68 mm) terbentuk pada konsentrasi 50%, menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak meningkatkan kandungan zat bioaktif seperti flavonoid dan tanin yang membantu mencegah pertumbuhan bakteri Gram-positif.

Perbandingan Efektivitas Antibakteri antar Konsentrasi Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *E. coli*

Diameter zona hambat *E. coli* tidak terpengaruh secara signifikan oleh variasi konsentrasi ekstrak (30%, 40%, dan 50%), menurut hasil analisis ANOVA Satu Arah ($F = 3,333$; $p = 0,083$) (Tabel 3). Asumsi ANOVA terpenuhi karena uji homogenitas Levene menunjukkan nilai p sebesar 0,154, yang menunjukkan varians antar kelompok homogen. Tidak ada pasangan konsentrasi yang berbeda

secara substansial ($p > 0,05$), menurut hasil pengujian tambahan menggunakan Tukey HSD. Oleh karena itu, peningkatan aktivitas antibakteri

terhadap *E. coli* tidak selalu terjadi setelah peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 50%.

Tabel 3. Hasil ANOVA Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *E. coli*

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (SS)	df	Mean Square	F hitung	Sig.
Antar Kelompok	6.407	2	3.203	3.333	0.083
Dalam Kelompok	8.650	9	0.961		
Total	15.057	11			

Perbandingan Efektivitas Antibakteri antar Konsentrasi Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *Staphylococcus aureus*

Analisis One Way ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi ekstrak berpengaruh signifikan terhadap zona hambat *S. aureus* ($F = 11.472$; $p = 0.003$) (Tabel 4). Uji homogenitas Levene memperlihatkan nilai $p = 0.345$, yang berarti varians antar kelompok homogen. Hasil uji lanjut Tukey HSD menunjukkan bahwa konsentrasi 50% berbeda

nyata dengan 30% ($p = 0.003$), Konsentrasi 50% juga berbeda nyata dengan 40% ($p = 0.023$) dan tidak terdapat perbedaan signifikan antara 30% dan 40% ($p = 0.395$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak hingga 50% secara signifikan meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*. Berdasarkan hasil tersebut, H_{03} untuk *S. aureus* ditolak, yang berarti terdapat perbedaan signifikan efektivitas antibakteri antar konsentrasi ekstrak etanol bunga kecombrang.

Tabel 4. Hasil ANOVA Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *E. coli*

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (SS)	df	Mean Square	F hitung	Sig.
Antar Kelompok	46.182	2	23.091	11.472	0.003*
Dalam Kelompok	18.115	9	2.013		
Total	64.297	11			

Pembahasan

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etilingera elatior*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap kedua jenis bakteri uji, ditandai dengan terbentuknya zona hambat pada berbagai konsentrasi. Zona hambat bervariasi antara 8,95 dan 10,70 mm dalam uji terhadap *E. coli* dan antara 9,00 dan 13,68 mm dalam uji terhadap *S. aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri Gram positif dan Gram negatif dapat dicegah pertumbuhannya oleh bahan aktif dalam ekstrak temulawak. Hasil ini sejalan dengan pendapat Muslih & Salam (2025) bahwa kecombrang termasuk famili Zingiberaceae yang memiliki potensi sebagai antimikroba alami karena kandungan senyawa aktif seperti tanin, flavonoid, dan saponin. Senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam mengganggu fungsi membran sel

dan menurunkan aktivitas enzim metabolik bakteri (Halim *et al.*, 2021).

Temuan studi ini menunjukkan ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etilingera elatior*) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* pada seluruh konsentrasi uji (30%, 40%, dan 50%), ditandai dengan terbentuknya zona hambat antara 8,95 mm hingga 10,70 mm. Nilai uji t menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap nilai nol ($p < 0,001$), menandakan adanya kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri. Aktivitas antibakteri ini berkaitan dengan keberadaan senyawa bioaktif pada kecombrang seperti flavonoid, tanin, dan saponin (Nasution *et al.*, 2023; Halim *et al.*, 2021). Dengan menciptakan kompleks protein dan menyebabkan isi sel merembes keluar, flavonoid diketahui membahayakan integritas membran sel bakteri (Auza *et al.*, 2025). Tannin bekerja dengan mengendapkan protein dan menginaktivasi enzim metabolik, sedangkan saponin meningkatkan permeabilitas dinding sel (Harborne, 2019).

Efektivitas antibakteri terhadap *E. coli* ini membuktikan bahwa senyawa aktif dalam kecombrang mampu menembus lapisan pelindung sel Gram negatif, meskipun aktivitasnya lebih rendah dibanding terhadap *S. aureus*. Hal ini mendukung klaim Apriliana *et al.*, (2018) bahwa *E. coli* lebih resisten terhadap zat antimikroba dibandingkan bakteri Gram positif karena adanya lapisan lipopolisakarida pada dinding selnya. Dengan zona hambat yang membentang dari 9,00 mm hingga 13,68 mm dan nilai $p < 0,01$ pada semua konsentrasi, ekstrak etanol bunga kecombrang juga menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Aktivitas tertinggi terdapat pada konsentrasi 50%, yang berarti peningkatan kadar ekstrak meningkatkan efektivitas penghambatan.

Perbedaan tingkat sensitivitas antara *E. coli* dan *S. aureus* berkaitan dengan perbedaan struktur dinding sel. *S. aureus* memiliki lapisan peptidoglikan tebal tanpa membran luar, sehingga memudahkan zat kimia aktif seperti flavonoid dan tanin untuk berinteraksi dan menyusup ke dalam sel bakteri (Kuehnert *et al.*, 2019; Prescott *et al.*, 2020). Penelitian ini mendukung temuan Sari *et al.* (2021), yang menemukan bahwa ekstrak etanol bunga kecombrang lebih efektif melawan bakteri Gram positif dibandingkan bakteri Gram negatif. Kandungan kimia pada bunga kecombrang seperti flavonoid, polifenol, dan alkaloid (Nugroho *et al.*, 2020) berperan penting dalam aktivitas antibakteri tersebut. Selain itu, proses ekstraksi dengan pelarut etanol memungkinkan senyawa aktif terekstraksi secara optimal karena etanol mampu melarutkan senyawa polar dan semi-polar (Sari *et al.*, 2020). Hasil ini memperkuat bukti bahwa kecombrang berpotensi sebagai sumber antibakteri alami yang efektif terhadap *S. aureus*.

Pengaruh Konsentrasi Ekstrak terhadap Aktivitas Antibakteri

Berdasarkan hasil analisis statistik, peningkatan konsentrasi ekstrak kecombrang memberikan pengaruh berbeda terhadap dua jenis bakteri. *E. coli*, hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan tidak signifikan ($p = 0.083$), sedangkan pada *S. aureus* perbedaannya signifikan ($p = 0.003$). Artinya, peningkatan konsentrasi ekstrak berpengaruh nyata terhadap efektivitas antibakteri terhadap *S. aureus*, namun tidak pada *E. coli*.

Konsentrasi 40% menghasilkan zona penghambatan terbesar terhadap *E. coli*, sedangkan

konsentrasi 50% memiliki aksi terkuat terhadap *S. aureus*. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ideal dapat bervariasi tergantung spesies bakteri. Menurut Hossain *et al.*, (2019), efektivitas ekstrak sangat dipengaruhi oleh kemampuan pelarut dalam melarutkan senyawa bioaktif. Etanol sebagai pelarut mampu mengekstraksi senyawa polar dan semi-polar seperti flavonoid dan saponin (Sari *et al.*, 2020), sehingga aktivitas antibakteri yang dihasilkan berkaitan erat dengan kelarutan komponen aktif tersebut. Fenomena penurunan zona hambat pada konsentrasi tinggi dapat disebabkan oleh kejenuhan senyawa aktif dalam medium agar yang menghambat difusi senyawa ke area sekitar cakram (Hasanuddin & Salnus, 2020). Dengan demikian, efektivitas antibakteri tidak selalu meningkat secara linier dengan peningkatan konsentrasi.

Perbedaan Aktivitas terhadap Bakteri Gram Positif dan Gram Negatif

Perbedaan efektivitas ekstrak jahe merah terhadap *E. coli* (Gram-negatif) dan *S. aureus* (Gram-positif) dapat dikaitkan dengan perubahan struktur dinding sel. *E. coli* mengandung lapisan luar lipopolisakarida yang berperan sebagai penghalang bagi zat kimia hidrofilik, sehingga menyulitkan penetrasi obat antibakteri (Nasution *et al.*, 2023). Sebaliknya, *S. aureus* memiliki dinding sel peptidoglikan tebal tanpa membran luar, sehingga senyawa aktif seperti flavonoid dan tanin lebih mudah masuk dan bereaksi (Kuehnert *et al.*, 2019; Prescott *et al.*, 2020). Temuan ini konsisten dengan penelitian terbaru oleh Sari *et al.*, (2021), yang menemukan bahwa ekstrak etanol bunga kecombrang lebih efisien melawan bakteri Gram positif daripada bakteri Gram negatif. Flavonoid diketahui dapat membentuk kompleks dengan protein membran sel, merusak integritas membran, dan menyebabkan kebocoran komponen intraseluler (Auza *et al.*, 2025).

Kesimpulan

Ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) menunjukkan sifat antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Aktivitas antibakteri ditunjukkan dengan terbentuknya zona hambat pada semua dosis uji (30%, 40%, dan 50%), yang menunjukkan adanya zat bioaktif seperti flavonoid, tanin, dan

saponin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Efikasi antibakteri bervariasi antara mikroorganisme Gram positif dan Gram negatif. Zona hambat terhadap *S. aureus* (Gram positif) lebih besar daripada terhadap *E. coli* (Gram negatif) karena struktur dinding sel *S. aureus* memungkinkan zat kimia aktif menembusnya lebih mudah. Hal ini menunjukkan bahwa kecombrang lebih potensial digunakan terhadap infeksi disebabkan bakteri Gram positif. Konsentrasi ekstrak berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*, namun tidak terhadap *E. coli*. Aktivitas tertinggi diperoleh pada konsentrasi 50% terhadap *S. aureus* dan 40% terhadap *E. coli*. Temuan ini memberikan kontribusi ilmiah dalam pemanfaatan kecombrang sebagai sumber antibakteri alami serta membuka peluang pengembangan fitofarmaka berbasis bahan lokal dengan potensi ekonomi tinggi di bidang kesehatan dan industri herbal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Advent Indonesia, atas dukungan fasilitas laboratorium selama penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing dan rekan laboratorium yang telah memberikan bimbingan, serta semua pihak yang turut membantu dalam pelaksanaan penelitian ini. Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari lembaga atau institusi tertentu.

Referensi

- Baker, L. E., Eastwood, T. A., Garcia, E., Lennon, C. & Mulvihill, D. P. (2018). *Escherichia coli*. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00038-8>
- Auza, M., Nasution, H. M., Pulungan, A. F., & Rani, Z. (2025). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Dedak Padi (*Oryza sativa* L.) terhadap Kebocoran Membran Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1177-1193.
- Nasution, A. W., Nasution, H. M., Lubis, M. S., & Rahayu, Y. P. (2023). Uji aktivitas antibakteri fraksi n-heksana dan etil asetat daun kecombrang (*Etlintera elatior*) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 1488-1497.
- Apriliana, E., Ramadhian, M. R., & Efrida, W. (2018). Perbandingan daya hambat ekstrak daun jarak pagar (*Jatropha curcas* Linn) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara in vitro. *Agromedicine Unila*, 5(2), 556-561.
- Hasanuddin, A. P., & Salnus, S. (2020). Uji bioaktivitas minyak cengkeh (*Syzygium aromaticum*) terhadap pertumbuhan bakteri *Streptococcus mutans* penyebab karier gigi. *BIOMA: Jurnal Biologi Makassar*, 5(2), 241-250.
- Brooks, G. F., Carroll, K. C., Butel, J. S., Morse, S. A. & Mietzner, T. A. (2020). *Jawetz, Melnick & Adelberg's Medical Microbiology* (28th ed.). McGraw-Hill Education.
- CDC. (2022). *Antibiotic Resistance Threats in the United States*. Centers for Disease Control and Prevention. <https://www.cdc.gov/drugresistance/pdf/threats-report/2022-ar-threats-report.pdf>
- Cowan, M. M. (2019). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582. <https://doi.org/10.1128/CMR.12.4.564>
- Forbes, B. A., Sahm, D. F. & Weissfeld, A. S. (2021). *Bailey & Scott's Diagnostic Microbiology* (14th ed.). Mosby.
- Fowler, V. G., Kourtis, A. P. & Epton, E. (2020). *Staphylococcus aureus*. In: *Principles and Practice of Infectious Diseases*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-48255-4.00082-3>
- Gopalakrishnan, S., Dhiman, R. & Sharma, S. (2020). Plant-based antimicrobials: A review of their potential and limitations. *International Journal of Green Pharmacy*, 14(1), 1–14. <https://doi.org/10.22377/ijgp.v14i1.2958>
- Halim, A., Anggraini, N. D., Kartika, K. & Tambunan, E. P. S. (2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etlintera elatior*) terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal*

- Mikrobiologi Indonesia*, 15(3), 187–194.
<https://doi.org/10.14203/jmi.v15i3.361>
- Harborne, J. B. (2019). *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis*. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-94-009-5570-7>
- Hendrawan, Y., Yusman, Sutrisno, B., Putri, S. A. & Wijaya, R. D. (2022). Potensi tanaman lokal sebagai sumber obat alami yang efektif dan berkelanjutan. *Jurnal Penelitian Tanaman Obat*, 25(2), 123–135.
<https://doi.org/10.32530/jpto.v25i2.223>
- Hossain, M. A., Rahman, M. M., Ahmad, S. & Chowdhury, M. S. K. (2019). Principles and methods of extraction. In: *Handbook of Plant-Based Bioactives: Sources and Applications*. Wiley.
<https://doi.org/10.1002/9781119436919.ch3>
- Kuehnert, M. J., Hill, H. A., Kupronis, B. A. & Pallansch, M. A. (2019). Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in communities. *New England Journal of Medicine*, 355(12), 1200–1210.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa055228>
- Kumar, A. & Pandey, R. (2021). Plant-based extracts as safe and sustainable antimicrobials. *Journal of Herbal Medicine*, 27, 100456.
<https://doi.org/10.1016/j.hermed.2021.100456>
- Linda, R. (2018). *Kecombrang (Etlingera elatior)*. Lily Publisher.
- Naufalin, R. (2013). *Kecombrang (Etlingera elatior): Manfaat dan Kandungan Kimia*. Universitas Jenderal Soedirman Press.
- Nugroho, A., Lestari, D. P., Rahmawati, I. & Utami, F. A. (2020). Profil senyawa kimia dan aktivitas biologis ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior*). *Jurnal Kimia dan Kesehatan*, 13(1), 45–52.
<https://doi.org/10.20473/jkk.v13i1.45-52>
- Nurjanah, S., Fitriani, R., Putra, A. F. & Syahputra, M. R. (2022). Pemanfaatan keanekaragaman hayati lokal untuk pengembangan antibakteri alami. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(3), 201–210.
<https://dx.doi.org/10.29303/jbt.v18i3.1102>
- Parks, J. S., Carroll, K. C. & McAdam, M. J. (2018). *Staphylococcus aureus*. In: *Medical Microbiology*. University of Texas Medical Branch at Galveston.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459467/>
- Rukmana, R. (2020). *Kecombrang: Budidaya dan Pemanfaatannya*. Lily Publisher.
- Sari, R., Lestari, Y., Andriani, F., Fauziah, A. N. & Wulan, A. (2020). Efektivitas pelarut etanol dalam ekstraksi senyawa bioaktif dari bahan alami. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(4), 234–241.
<https://doi.org/10.33846/jtp.v11i4.221>
- Sari, R., Fitria, D., Amalia, N., Putri, W. A. & Wulan, A. (2021). Efektivitas ekstrak bunga kecombrang terhadap pertumbuhan bakteri patogen. *Jurnal Mikrobiologi Kesehatan*, 15(1), 45–52.
<https://doi.org/10.34011/jmk.v15i1.122>
- Suhartono, E., Wibowo, A., Damayanti, S., Sari, I. A. & Utami, D. A. (2022). Studi etnobotani tumbuhan kecombrang (*Etlingera elatior*) oleh masyarakat di Desa X. *Jurnal Etnobotani*, 5(2), 78–85.
<https://doi.org/10.33019/etnobotani.v5i2.556>
- Tasanapak, K. (2013). *Escherichia coli*. In: *Encyclopedia of Food Microbiology*. Elsevier.
- Wahyuni, N. S., Utami, A. D., Saputra, G. P. & Hartati, L. M. (2018). Pemanfaatan bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) dalam kuliner tradisional. *Jurnal Gastronomi*, 3(1), 12–19.
<https://doi.org/10.36706/jg.v3i1.177>
- WHO. (2021). *Antimicrobial Resistance: Global Report on Surveillance*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240062702>
- Yu, J., Zhang, W., Li, X. & Chen, Y. (2021). *Escherichia coli*. In: *Molecular Medical Microbiology*. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819975-6.00021-8>