

Potential of Kecombrang (*Etlingera elatior*) Flower Ethanol Extract as an Anti-Bacterial for *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* in Urinary Tract Infection Patients

Angelique Fadhilah Zahra¹ & Yusianti Silviani^{1*}

¹Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, Surakarta, Indonesia

Article History

Received : September 16th, 2025

Revised : October 23th, 2025

Accepted : November 10th, 2025

*Corresponding Author:

Yusianti Silviani,

Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
Nasional, Surakarta, Indonesia

Email:

yusianti.silviani@stikesnas.ac.id

Abstract: *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* are the two bacteria that produce one of the most prevalent urinary tract infections (UTIs). The rising resistance to antibiotics in these bacteria has led to the need for alternative treatments. Using natural materials, such as torch ginger flowers (*Etlingera elatior*), which are known to possess potent antibacterial chemicals, is one such option. This study aimed to determine the effectiveness of ethanol extract of torch ginger flower against *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*, and to compare its performance with ciprofloxacin as a standard control. The study was designed using a cross-sectional experimental method. The disk diffusion method on Mueller-Hinton Agar was used to assess the extract's antibacterial activity after it was made by macerating it with 70% ethanol. With an average inhibition zone of 7.8 mm against *Escherichia coli* and 8 mm against *Pseudomonas aeruginosa* at a 100% concentration, the findings demonstrated the antibacterial activity of *Etlingera elatior*'s ethanol extract. These inhibition zones, however, were much smaller than those of ciprofloxacin, which had respective measurements of 10 mm and 34 mm. Significant differences between the extract concentrations were found by statistical analysis using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests ($p < 0.05$). In conclusion, the ethanol extract of torch ginger flower shows potential antibacterial activity against UTI-causing bacteria, although its effectiveness is not yet comparable to ciprofloxacin. Further research is needed to improve extraction methods and develop more effective formulations to enhance its antibacterial properties.

Keywords: Antibacterial, *Etlingera elatior*, Urinary Tract Infection, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Pendahuluan

Kesehatan merupakan aspek fundamental dalam meningkatkan kualitas hidup manusia. Salah satu indikator keberhasilan sistem kesehatan suatu negara adalah kemampuannya dalam mengendalikan penyakit infeksi yang dapat mengganggu fungsi organ vital, termasuk sistem perkemihan. Infeksi Saluran Kemih (ISK) menjadi salah satu penyakit yang sering dijumpai di masyarakat dan dapat menyerang berbagai kelompok usia, baik laki-laki maupun perempuan. Penyakit ini memiliki dampak ekonomi dan sosial yang besar selain

dampaknya terhadap kesehatan individu karena tingkat kekambuhannya yang tinggi dan diperlukannya pengobatan jangka panjang.

Infeksi saluran kemih (ISK) secara konseptual digambarkan sebagai infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen yang masuk dan tumbuh di saluran kemih. Mikroba ini berpotensi membahayakan kandung kemih, uretra, ureter, dan ginjal. Jumlah infeksi ISK di Indonesia masih cukup tinggi, dengan 90–100 kasus per 100.000 orang per tahun, atau sekitar 180.000 kasus baru, menurut data Kementerian Kesehatan RI (Kemenkes RI, 2018). Kondisi ini menunjukkan bahwa ISK masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang

signifikan. Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah melaporkan bahwa prevalensi ISK di provinsi tersebut adalah 13,5% berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas, 2018), dengan perbedaan tingkat kejadian antar kabupaten dan kota. Variasi ini mencerminkan variasi perilaku, faktor risiko lingkungan, dan kondisi sanitasi yang semuanya berperan dalam penularan penyakit.

Meningkatnya resistensi antibiotik terhadap berbagai golongan obat, terutama karbapenem, yang merupakan pilihan terakhir untuk mengobati infeksi berat, merupakan hambatan signifikan dalam pengobatan ISK (Djasfar & Pradika, 2023). *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli*, dua bakteri utama penyebab ISK, telah menunjukkan tingkat resistensi yang tinggi terhadap antibiotik konvensional. Karena menurunkan efektivitas terapi dan meningkatkan risiko konsekuensi, skenario ini menghadirkan tantangan terapeutik yang signifikan. Oleh karena itu, untuk menemukan sumber antibakteri yang baru, lebih aman, dan lebih berkelanjutan, diperlukan inovasi.

Pemanfaatan sumber daya hayati alami sebagai pengganti antibakteri alami merupakan salah satu strategi baru dalam industri bioteknologi dan farmasi. Karena komponen bioaktifnya, bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) merupakan tanaman asli dengan potensi kesehatan yang substansial. Ekstrak etanol bunga kecombrang mengandung flavonoid, saponin, dan tanin yang memiliki sifat antibakteri terhadap patogen Gram positif dan Gram negatif (Salman & Indriana, 2021). Etanol 70% biasanya digunakan dalam ekstraksi bahan kimia aktif ini, yang merupakan metode yang aman dan efisien untuk mendapatkan komponen bioaktif.

Menurut penelitian terdahulu oleh Salman dan Indriana (2021), ekstrak etanol bunga kecombrang memiliki efikasi yang lemah terhadap *Pseudomonas aeruginosa* tetapi aktivitas antibakteri yang baik terhadap *Escherichia coli*. Meskipun efikasinya masih lebih rendah dibandingkan antibiotik lain, flavonoid dan minyak atsiri diduga berkontribusi terhadap aksi antibakterinya. Hasilnya, penelitian ini menyajikan ide inovatif untuk mengevaluasi secara lebih menyeluruh kemanjuran ekstrak etanol bunga

kecombrang terhadap dua bakteri penting penyebab ISK.

Tujuan penelitian untuk mengkaji efektivitas ekstrak etanol bunga kecombrang terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* sebagai alternatif pengobatan ISK. Urgensi penelitian ini terletak pada upaya mendukung pengembangan bahan antibakteri alami yang berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap antibiotik sintetis serta memberikan bukti ilmiah untuk pemanfaatan bunga kecombrang dalam bidang kesehatan dan farmasi.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Bunga kecombrang diperoleh dari daerah Pekalongan, dan pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Bakteriologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional dari Desember 2024 hingga Juni 2025.

Alat dan bahan penelitian

Alat penelitian meliputi peralatan dasar laboratorium mikrobiologi seperti jas laboratorium, timbangan digital, blender, ayakan mesh 100, rotary evaporator, centrifuge, inkubator, mikroskop, mikropipet, serta perlengkapan uji difusi cakram. Bahan yang digunakan yaitu bunga kecombrang, etanol 70%, pereaksi fitokimia (HCl, Mg, Wagner, FeCl₃, Lieberman-Burchard), media biakan (BHI, SIM, MR, VP, TSIA, PAD, urea agar, citrate agar, MHA, NA), sampel urin penderita ISK, isolat *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, larutan Gram (A–D), DMSO, serta disk antibiotik ciprofloxacin.

Populasi dan sampel penelitian

Populasi penelitian yaitu bunga kecombrang (*Etlingera elatior*) yang didapatkan dari daerah Pekalongan. Sampel penelitian terdiri dari bunga kecombrang segar yang memenuhi kriteria bunga segar tidak layu, berwarna putih atau kuning muda, bunga yang baru mekar, dan bebas dari kontaminasi dan kerusakan yang dipastikan dengan uji determinasi dan urine penderita ISK dari rumah sakit di Surakarta.

Prosedur penelitian

Prosedur maserasi digunakan untuk

mengekstrak bunga kecombrang segar setelah dibersihkan, dirapikan, dikeringkan, dan dihaluskan menggunakan etanol 70%. Uji fitokimia dilakukan untuk menentukan kandungan metabolit sekunder setelah hasil maserasi diuapkan menggunakan rotary evaporator untuk mendapatkan ekstrak kental. Menggunakan metode difusi cakram pada media agar *Mueller-Hinton*, isolat *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* dari urin pasien ISK diperiksa aktivitas antibakterinya. Setelah menggunakan *McFarland* untuk menstandarisasi suspensi bakteri, cakram kertas berisi ekstrak dengan berbagai konsentrasi diletakkan di atas media inokulasi. Etanol berfungsi sebagai kontrol negatif dan siprofloksasin sebagai kontrol positif. Setelah masa inkubasi 24 jam pada suhu 37°C, diameter zona hambat diukur dengan jangka sorong, dan hasilnya diperiksa menggunakan uji *Mann-Whitney* dan *Kruskal-Wallis*.

Analisis data

Data disajikan dalam tabel dan dianalisis dengan Uji Normalitas Saphiro Wilk SPSS 27 karena jumlah sampel sedikit ($n < 50$). Jika diperoleh distribusi tidak normal (nilai signifikan $< 0,05$) maka akan dilanjutkan uji non parametrik menggunakan *Kruskal Wallis*. Pada *Uji Kruskal Wallis* bila didapatkan nilai signifikan $< 0,05$ maka akan dilanjutkan dengan uji PostHoc dengan Uji *Mann-Whitney*. Jika hasil uji normalitas $p \text{ value} \geq 0,05$ maka data terdistribusi normal dan dilanjutkan Uji Homogenitas yang apabila didapatkan hasil data homogen dengan nilai signifikan $\geq 0,05$ maka akan dilanjutkan uji beda dengan Uji Anova 1 jalur. Uji anova 1 Jalur bila didapatkan nilai signifikan $< 0,05$ maka akan dilanjutkan dengan uji PostHoc dengan *Uji Tukey* $\alpha 5\%$.

Prosedur penelitian

Bunga kecombrang segar dibiarkan mengering pada suhu ruang hingga kadar airnya berkurang setelah dicuci dan dicacah secara menyeluruh. Melakukan pengadukan berkala, sampel kering dihaluskan dan diekstraksi menggunakan proses maserasi dengan etanol 70% selama tiga periode 24 jam. Ekstrak kental diperoleh dengan menyaring dan menguapkan hasil maserasi menggunakan rotary evaporator (Salman & Indriana, 2021). Untuk menemukan

metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, alkaloid, dan saponin, uji fitokimia kemudian dilakukan (Endarini, 2016). Agar *Mueller-Hinton* dilakukan uji antibakteri menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer (CLSI, 2023).

Sampel urin dari pasien ISK digunakan untuk mengisolasi *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, dan kekeruhan isolat ini kemudian disamakan menggunakan standar *McFarland* 0,5. Ekstrak etanol jahe torch dengan berbagai konsentrasi, siprofloksasin sebagai kontrol positif, dan DMSO sebagai kontrol negatif ditetaskan ke atas cakram kertas steril. Setelah itu, cakram diletakkan di atas media yang terinfeksi bakteri dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Jangka sorong untuk mengukur zona hambat dalam milimeter, dan uji *Kruskal-Wallis* serta *Mann-Whitney* digunakan untuk mengevaluasi data (Flores-Mireles *et al.*, 2015).

Hasil dan Pembahasan

Hasil determinasi

Berdasarkan hasil uji laboratorium yang diterbitkan pada 9 Mei 2025 dengan nomor permohonan P5/Y/2025/11, dilakukan uji determinasi terhadap sampel kecombrang berupa tangkai dan bunga segar. Uji ini menggunakan metode organoleptik untuk mengidentifikasi taksonomi tanaman. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sampel termasuk dalam famili Zingiberaceae dengan nama ilmiah *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm., dan memiliki sinonim *Alpinia elatior* Jack.

Hasil ekstraksi

Berdasarkan nomor surat T1.02.04/D.n.6/12452.4601 2025 dengan nomor pengujian PW12025/t4, didapatkan hasil ekstraksi dengan metode maserasi dengan berat bahan 100,18 gram, dengan berat ekstrak kental 8,34 gram dan hasil rendemen sebanyak 8,33%.

Hasil uji fitokimia

Ekstrak etanol tersebut kemudian diuji fitokimia menggunakan sejumlah reagen khusus untuk menentukan kandungan metabolit sekunder bunga kecombrang. Tabel 1 menampilkan hasil uji tersebut. Flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, dan terpenoid merupakan beberapa senyawa metabolit yang terdapat dalam bunga kecombrang, berdasarkan hasil uji

fitokimia yang dilakukan terhadap ekstrak etanol bunga tersebut.

Tabel 1. Hasil uji fitokimia

Uji Kualitatif Fitokimia	Ekstrak Etanol Bunga Kecombrang
Flavonoid	(+) terbentuk warna jingga
Saponin	(+) terbentuk busa
Tanin	(+) terbentuk warna hitam kehijauan
Alkaloid	(+) terbentuk endapan coklat (+) terbentuk warna merah atau ungu dan terbentuk cincin berwarna kecoklatan
Terpenoid	

Hasil uji biokimia

Identifikasi bakteri uji dilakukan melalui serangkaian uji biokimia untuk memastikan karakteristik dan spesies bakteri *Escherichia coli* serta *Pseudomonas aeruginosa*. Hasil uji biokimia pada *Escherichia coli* menunjukkan hasil TSIA asam/asam dengan gas tanpa H₂S, indol positif, motilitas positif, urea dan sitrat negatif, MR positif, VP dan PAD negatif (Tabel 2). Bakteri ini memfermentasi glukosa (dengan gas), manitol, maltosa, laktosa, dan sukrosa. Sementara pada bakteri *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan TSIA alkali/alkali tanpa H₂S dan gas, indol negatif, motilitas positif, urea negatif, sitrat positif, MR dan VP negatif, PAD negatif. Bakteri ini hanya memfermentasi glukosa tanpa gas, dan tidak memfermentasi manitol, maltosa, laktosa, atau sukrosa.

Tabel 2. Hasil uji biokimia

Uji biokimia	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
Fermentasi	Acid/Acid	Alkali/Alkali
H ₂ S	(-)	(-)
Gas	(+)	(-)
H ₂ S	(-)	(-)
Indol	(+)	(-)
Motil	(+)	(+)
Urea	(-)	(-)
Citrat	(-)	(+)
MR	(+)	(-)
VP	(-)	(-)
PAD	(-)	(-)
Glukosa	(+) gas	(-)
Manitol	(+)	(-)
Maltosa	(+)	(-)
Laktosa	(+)	(-)
Sukrosa	(+)	(-)

Hasil uji daya hambat

Ekstrak etanol bunga kecombrang dengan berbagai dosis digunakan dalam uji aktivitas antibakteri untuk menilai zona hambat pertumbuhan bakteri menggunakan metode difusi cakram. Data pengamatan ditunjukkan pada Tabel 3. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol bunga kecombrang menunjukkan bahwa diameter zona hambat meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Zona hambat tumbuh dari 6–7 mm (60%) menjadi 8 mm (100%) pada *Pseudomonas aeruginosa* dan dari ±6 mm (60%) menjadi 9 mm (100%) pada *Escherichia coli*. Kontrol negatif (etanol) tidak menunjukkan aktivitas (6 mm), sementara kontrol positif ciprofloxacin menghasilkan zona hambat jauh lebih besar, yaitu 10 mm pada *Escherichia coli* dan 34 mm pada *Pseudomonas aeruginosa*. Secara umum, ekstrak etanol kecombrang memiliki efek antibakteri dengan pola dosis-respons, meskipun aktivitasnya masih lebih rendah dibanding ciprofloxacin.

Tabel 3. Hasil uji daya hambat

<i>Escherichia coli</i> (mm)							
Kode	(-)	60%	70%	80%	90%	100%	(+)
E1	6	6	6	7	8	8	10
E2	6	6	6	7	7	8	10
E3	6	6	6	6	7	7	10
E4	6	7	7	8	8	9	10
Rata-rata	6	6,2	6,2	7	7,5	7,7	10

<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (mm)							
Kode	(-)	60%	70%	80%	90%	100%	(+)
E1	6	6	7	7	7	8	34
E2	6	6	7	7	7	9	34
E3	6	7	7	7	7	7	34
E4	6	7	7	7	8	8	34
Rata-rata	6	6,5	7	7	7,2	8	34

Hasil uji statistik

Uji normalitas *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai signifikansi 0,000 untuk data yang dikumpulkan selama penelitian terhadap mikroorganisme *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Tabel 4). Berdasarkan hasil uji normalitas, dapat diasumsikan bahwa data tidak terdistribusi normal, yang menunjukkan bahwa kedua hasil memiliki nilai

signifikansi p sebesar $0,000 < 0,05$. Uji nonparametrik Kruskal-Wallis digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan karena hasilnya tidak terdistribusi secara teratur. Hasil uji ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 4. Hasil uji normalitas

Bakteri	Shapiro-Wilk Sig.	Keterangan
<i>Escherichia coli</i>	0,000	Terdistribusi tidak normal
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,000	Terdistribusi tidak normal

Tabel 5. Hasil uji Kruskal Wallis

Bakteri	Asymp. Sig.
<i>Escherichia coli</i>	0,000
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0,000

Escherichia coli dan *Pseudomonas aeruginosa* merupakan dua mikroorganisme yang menunjukkan Asimilasi. Perbedaan signifikan dalam kemampuan penghambatan yang diinduksi oleh setiap konsentrasi pada masing-masing bakteri ditunjukkan dengan tingkat signifikansi $0,000$ ($p < 0,05$). Studi ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak berkorelasi langsung dengan peningkatan aktivitas antibakterinya, meskipun belum mencapai efektivitas ciprofloxacin. Untuk menemukan perbedaan signifikan antara setiap konsentrasi ekstrak dan kontrol positif, dilakukan uji Mann-Whitney tambahan (Tabel 6).

Konsentrasi *Escherichia coli* yang berkisar antara 60% hingga 100% menunjukkan perbedaan yang signifikan dari kontrol positif, dengan nilai signifikansi antara 0,004 dan 0,005. Demikian pula, semua konsentrasi ekstrak untuk *Pseudomonas aeruginosa*, yang berkisar antara 60% hingga 100%, menunjukkan nilai signifikansi antara 0,003 dan 0,005, yang menunjukkan bahwa variasi ekstrak memiliki dampak substansial terhadap pertumbuhan bakteri.

Tabel 6. Hasil uji Mann-Whitney
Dibandingkan dengan Kontrol (+)

Bakteri	Konsentrasi	Nilai Signifikansi
<i>Escherichia coli</i>	Kontrol (-)	0.003
	60%	0.005
	70%	0.004
	80%	0.005

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	90%	0.005
	100%	0.005
	Kontrol (-)	0.003
	60%	0.005
	70%	0.004
	80%	0.004
	90%	0.004
	100%	0.005

Ekstrak etanol bunga kecombrang menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap kedua patogen uji pada dosis yang bervariasi, menurut hasil uji Mann-Whitney secara keseluruhan. Jika nilai signifikansi lebih tinggi dari 0,05, mungkin sebanding dengan kontrol positif, siprofloksasin. Akibatnya, dapat disimpulkan dari data bahwa tidak ada konsentrasi yang dapat setara dengan kontrol positif siprofloksasin.

Pembahasan

Ekstrak etanol bunga kecombrang (*Etlintera elatior*) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*, sebagaimana dibuktikan dengan terbentuknya zona hambat pada berbagai konsentrasi ekstrak. Meskipun daya hambatnya masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif, siprofloksasin, diameter zona hambat bertambah sebanding dengan konsentrasi ekstrak. Hal ini menunjukkan adanya hubungan dosis-respons di mana konsentrasi ekstrak meningkatkan aktivitas antibakteri.

Diyakini bahwa metabolit sekunder yang terdapat dalam bunga kecombrang, termasuk flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, dan terpenoid, bertanggung jawab atas aksi antibakteri ini. Flavonoid telah terbukti mengganggu fungsi protein, merusak membran sel bakteri, dan menghambat enzim DNA girase, yang mencegah replikasi DNA (Tamma *et al.*, 2021). Meskipun saponin dapat menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri, yang menyebabkan lisis, tanin berfungsi dengan mengikat protein membran dan mengganggu permeabilitas dinding sel (Helmidanora *et al.*, 2024; Wally *et al.*, 2022). Alkaloid juga berkontribusi dengan merusak komponen sel dan mencegah sintesis protein oleh bakteri (Endarini, 2016).

Temuan ini menunjukkan bahwa

Escherichia coli lebih berhasil dihambat pertumbuhannya dibandingkan *Pseudomonas aeruginosa* oleh ekstrak etanol bunga kecombrang. Hasil ini konsisten dengan penelitian Salman & Indriana (2021), yang menemukan bahwa ekstrak kecombrang menunjukkan penghambatan yang sangat rendah terhadap *Pseudomonas aeruginosa* tetapi penghambatan yang baik terhadap *Escherichia coli*. Ciri-ciri *Pseudomonas aeruginosa*, seperti dinding selnya yang lebih kompleks, kemampuannya membentuk biofilm, dan pengendalian gen resistensi yang lebih kuat dibandingkan *Escherichia coli*, dapat menjelaskan perbedaan ini (Lister *et al.*, 2021; Meyers *et al.*, 2020).

Konsentrasi bahan aktif yang diekstrak, teknik ekstraksi, dan kemungkinan degradasi zat kimia bioaktif selama pemrosesan juga dapat memengaruhi efikasi ekstrak dibandingkan dengan antibiotik siprofloksasin. Siprofloksasin memiliki efek yang jauh lebih kuat daripada bahan kimia alami yang terdapat dalam ekstrak bunga kecombrang karena secara tepat menghambat enzim DNA girase dan topoisomerase IV, yang penting untuk kelangsungan hidup bakteri (Flores-Mireles *et al.*, 2015).

Dengan mempertimbangkan semua hal, temuan penelitian ini mendukung gagasan bahwa bunga kecombrang dapat berfungsi sebagai antibakteri alami, terutama terhadap *Escherichia coli*. Namun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkannya sebagai kandidat terapi alternatif untuk infeksi saluran kemih, termasuk pengujian *in vivo*, formulasi kombinasi, konsentrasi yang lebih tinggi, dan optimalisasi metode ekstraksi, karena efikasinya masih belum sebanding dengan antibiotik konvensional.

Kesimpulan

Menurut hasil penelitian, ekstrak etanol bunga kecombrang, juga dikenal sebagai *Etlintera elatior*, memiliki kemampuan untuk menghentikan perkembangan bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Namun, daya hambat ekstrak belum mampu menyamai kekuatan antibiotik biasa ciprofloxacin sebagai kontrol positif pada berbagai konsentrasi yang diuji. Ini menunjukkan bahwa meskipun ekstrak bunga kecombrang dapat berfungsi sebagai antibakteri

alami, aktivitasnya masih lebih rendah daripada antibiotik sintetis. Oleh karena itu, penelitian tambahan diperlukan untuk memaksimalkan potensi senyawa aktif dalam pembuatan obat atau bahan antimikroba alami. Ini termasuk meningkatkan kemurnian senyawa aktif, melakukan pengujian konsentrasi yang lebih tinggi, dan mempelajari cara ekstrak bekerja terhadap bakteri patogen.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional Surakarta, dosen pembimbing, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan fasilitas sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Referensi

- Brown, N. G. F., Buse, C., Lewis, A., Martin, D., & Nettleton, S. J. (2021). Pathways, practices and architectures: Containing antimicrobial resistance (AMR) in the cystic fibrosis clinic. *Health: An Interdisciplinary Journal for the Social Study of Health, Illness and Medicine*, 25(2), 196–213. <https://doi.org/10.1177/1363459319866894>
- Che Sulaiman, N., Basri, M., Fong, S. Y., & Rahman, R. N. Z. R. A. (2023). Effect of drying temperature on phytochemical content and antioxidant activity of Phaleria macrocarpa fruits. *Foods*, 12(15), 2859. <https://doi.org/10.3390/foods12152859>
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2023). M100 performance standards for antimicrobial susceptibility testing (33rd ed.). CLSI. <https://clsi.org/shop/standards/m100/>
- Djasfar, S., & Pradika, Y. (2023). Identifikasi bakteri penyebab infeksi nosokomial (*Pseudomonas aeruginosa*) pada lantai intensive care unit (ICU). *Jurnal Medical Laboratory*, 2(1), 9–19. <https://doi.org/10.57213/medlab.v2i1.135>
- Febia, A., Mukarlina, M., & Rahmawati, R. (2020). Aktivitas antifungi ekstrak metanol daun bandotan (*Ageratum conyzoides*) terhadap *Phytophthora* sp. secara *in-vitro*. *Protobiont*, 9(2), 39–44.

- <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/45564>
- Flores-Mireles, A. L., Walker, J. N., Caparon, M., & Hultgren, S. J. (2015). Urinary tract infections: Epidemiology, mechanisms of infection and treatment options. *Nature Reviews Microbiology*, 13(5), 269–284. <https://doi.org/10.1038/nrmicro3432>
- Foxman, B. (2014). Urinary tract infection syndromes: Occurrence, recurrence, bacteriology, risk factors, and disease burden. *Infectious Disease Clinics of North America*, 28(1), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.idc.2013.09.003>
- Galvão, J., Davis, B., Tilley, M., Normando, E., Duchon, M. R., & Cordeiro, M. F. (2021). Unexpected low-dose toxicity of the universal solvent DMSO. *FASEB Journal*, 28(3), 1317–1330. <https://doi.org/10.1096/fj.13-245779>
- Helmidanora, R., Sukawaty, Y., Miranti, D., Prayoga, T., & Lisnawati, N. (2024). Uji aktivitas antibakteri ekstrak bunga kecombrang (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm.) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* sp. *Jurnal Bioteknologi*, 10(1), 43–50. <https://ejournal.upr.ac.id/index.php/bioteknologi/article/view/6210>
- Hooton, T. M., Gupta, K., & Stapleton, A. E. (2020). Management of urinary tract infections in adults. *New England Journal of Medicine*, 382(19), 1801–1812. <https://doi.org/10.1056/NEJMra1910732>
- Indrawati, W., Hakim, R. J., Arisandi, R. F., Rahma, S., Sari, U. (2023). Pelatihan pembuatan larutan dengan berbagai konsentrasi di Pondok Pesantren Nurul Iman Parung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 371–376. <http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JAL/article/view/5481>
- Indriana, M. (2021). Anti-bacterial activity of ethanol extract from the flower of kecombrang (*Etlingera elatior* Jack.) in vitro. *Journal of Pharmaceutical and Sciences (JPS)*, 4(2), 69–73. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v4i2.75>
- Larrauri, J. A., Rivas-García, L., Sánchez-Moreno, C., & De Ancos, B. (2022). Effect of drying temperatures on polyphenol content and antioxidant activity. *Applied Sciences*, 12(4), 2107. <https://doi.org/10.3390/app12042107>
- Lister, P. D., Wolter, D. J., & Hanson, N. D. (2021). Antibacterial-resistant *Pseudomonas aeruginosa*: Clinical impact and complex regulation of chromosomally encoded resistance mechanisms. *Clinical Microbiology Reviews*, 34(4), e00243-20. <https://doi.org/10.1128/CMR.00243-20>
- Meyers, S., Smith, J., & Patel, R. (2020). Antibiotic resistance in *Pseudomonas aeruginosa*: Challenges and future directions. *Journal of Infectious Diseases*, 221(3), 289–298. <https://doi.org/10.1093/infdis/jiz644>
- Puspita, I., Qurrotul, N. A., Sumarsono, T., Andini, A. (2020). Uji sensitivitas *Escherichia coli* yang diisolasi dari air sumur galian dekat septic tank terhadap ciprofloxacin. *National Conference for Ummah*, 1(1). <https://repository.unusa.ac.id/6482/>
- Puspita, S., & Wulandari, A. E. (2024). Uji sensitivitas *Escherichia coli* terhadap ciprofloxacin. *Jurnal Pengembangan Ilmu dan Praktik Kesehatan*, 3(2), 360–367. <https://ejournal.lppmdianhusada.ac.id/index.php/IPK/article/download/358/324/>
- Putri, D., & Trimulyono, G. (2023). Uji daya hambat ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* secara in vitro. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 12(2), 172–178. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v12n2.p172-178>
- Raharja, H., Zubaidah, A., & Prasetyo, D. (2021). Analisis biokimia bakteri kandidat probiotik yang berasal dari saluran pencernaan udang jerbung (*Penaeus merguensis*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 8(2), 86–92. <https://doi.org/10.29103/aa.v8i2.5087>
- Raharja, K. T., Chabibah, A. N., Sudarmayasa, I. W., & Romadhoni, I. F. (2021). Pembuatan boba kopi biji salak sebagai pangan fungsional sumber antioksidan. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 9(1), 7–13. <https://doi.org/10.30869/jtech.v9i1.690>
- Robicsek, A., Jacoby, G. A., & Hooper, D. C.

- (2022). The worldwide emergence of plasmid-mediated quinolone resistance. *The Lancet Infectious Diseases*, 6(10), 629–640. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(06\)70599-0](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(06)70599-0)
- Ross, K. A., Beta, T., & Arntfield, S. D. (2022). Thermal degradation of polyphenols and flavonoids at elevated temperatures. *Applied Sciences*, 12(4), 2107. <https://doi.org/10.3390/app12042107>
- Salman, S., & Indriana, L. (2021). Anti-bacterial activity of ethanol extract from the flower of kecombrang (*Etlingera elatior* Jack.) in vitro. *Journal of Pharmaceutical and Sciences (JPS)*, 4(2), 69–73. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v4i2.75>
- Santos, N. C., Figueira-Coelho, J., Martins-Silva, J., & Saldanha, C. (2018). Multidisciplinary utilization of dimethyl sulfoxide: Pharmacological, cellular, and molecular aspects. *Biochemical Pharmacology*, 65(7), 1035–1041. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2018.01.021>
- Siagian, N. (2025). Identifikasi metabolit sekunder bunga kecombrang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(1), 60–64. <https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jpst/article/view/663>
- Shrestha, B., Pokhrel, B. M., & Mohapatra, T. M. (2019). Antimicrobial resistance pattern of *Pseudomonas aeruginosa* isolated from urinary tract infections in a tertiary care hospital. *Infection and Drug Resistance*, 12, 2215–2222. <https://doi.org/10.2147/IDR.S216719>
- Smith, J. A., Griffith, D. M., White, A., Baker, P., Watkins, D. C., Drummond, M., & Semlow, A. (2020). COVID-19, equity and men's health: Using evidence to inform future public health policy, practice and research responses to pandemics. *International Journal of Men's Social and Community Health*, 3(1), e48–e64. <https://doi.org/10.22374/ijmsch.v3i1.42>
- Tamma, P. D., et al. (2021). Mechanisms of fluoroquinolone resistance. *Clinical Infectious Diseases*, 72(5), 915–920. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa1739>
- Wally, P., Marwah, A. S., & Warang, A. F. (2022). Efektivitas ekstrak *Myristica fragrans* Hoult terhadap bakteri patogen *Pseudomonas aeruginosa* dan Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biotek*, 10(2), 224–239. <https://doi.org/10.24252/jb.v10i2.31930>
- Wardani, S. (2020). Identifikasi metabolit sekunder bunga kecombrang (*Etlingera elatior*). *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, 1(2), 123–130. <https://jurnal.kopusindo.com/index.php/jpst/article/view/663>
- Wardaniati, I., & Gusmawarni, V. (2021). Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol propolis terhadap *Streptococcus mutans*. *Jurnal Farmasi Higea*, 13(2), 56–62. <https://doi.org/10.52689/higea.v13i2.372>
- Wijayanti, W., Tawarniate, A. Z., & Putrama, F. (2022). Unjuk kerja spektrofotometer DR 1900 sebagai alat uji ion Cr⁶⁺ dalam pengolahan limbah penyamakan kulit menggunakan kulit salak (*Salacca zalacca*). *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.33369/labsaintek.v2i1.20967>
- Yasacaxena, L. N. Y., Defi, M. N., Kandari, V. P., Weru, P. T. R., Papilaya, F. E., Oktafera, M., & Setyaningsih, D. (2023). Review: Extraction of temulawak rhizome (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) and activity as antibacterial. *Jurnal Jamu Indonesia*, 8(1), 10–17. <https://doi.org/10.29244/jji.v8i1.26>