

Review Article: Pengaruh Durasi Maserasi terhadap Aktivitas Antibakteri Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada *Escherichia coli*

Nisrina Zalfa Fatin¹, Tri Umiana Soleha², Shinta Nareswari³, Asep Sukohar⁴

¹Fakultas Kedokteran Universitas Lampung

²Bagian Ilmu Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

³Bagian Ilmu Kesehatan Anak, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

⁴Bagian Ilmu Farmakologi dan Farmasi Klinis, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Abstrak

Meningkatnya resistensi bakteri terhadap antibiotik mendorong pemanfaatan tanaman obat sebagai alternatif sumber antibakteri alami. Daun kelor (*Moringa oleifera*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif, seperti flavonoid, tanin, saponin, alkaloid, dan terpenoid, yang berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri. Artikel ulasan ini bertujuan menelaah pengaruh durasi maserasi menggunakan pelarut etanol 96% terhadap aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor terhadap *Escherichia coli*. Pencarian literatur dilakukan melalui basis data PubMed, Google Scholar, dan Scopus dengan menggunakan kombinasi kata kunci "*Moringa oleifera*", "leaf extract", "ethanol", "maceration time", dan "antibacterial activity", yang dibatasi pada publikasi sepuluh tahun terakhir. Artikel diseleksi berdasarkan kesesuaian dengan fokus penelitian, yaitu ekstraksi daun kelor menggunakan etanol dan pengujian aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli*. Hasil telaah menunjukkan bahwa variasi durasi maserasi menghasilkan perbedaan diameter zona hambat yang berkisar antara 9,83 hingga 27,7 mm. Maserasi selama 24 jam dilaporkan mampu menghasilkan aktivitas antibakteri yang tinggi, sedangkan perpanjangan waktu maserasi tidak selalu meningkatkan efektivitas ekstrak. Perbedaan hasil dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak, kestabilan senyawa bioaktif, metode pengujian, serta kondisi pertumbuhan bakteri. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri ekstrak daun kelor bergantung pada kombinasi optimal antara durasi maserasi, konsentrasi ekstrak, dan stabilitas senyawa aktif. Oleh karena itu, penentuan durasi maserasi yang tepat menjadi faktor kunci dalam memperoleh aktivitas antibakteri maksimal. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan daun kelor sebagai agen antibakteri alami yang potensial.

Kata Kunci: Antibakteri, daun kelor, *Escherichia coli*, lama maserasi, *Moringa oleifera*

Impact of Maceration Duration on the Antibacterial Activity of *Moringa oleifera* Leaves Against *Escherichia coli* : Article Review

Abstract

The increasing resistance of bacteria to antibiotics has encouraged the use of medicinal plants as a natural alternative antibacterial agent. Moringa leaves (*Moringa oleifera*) contain bioactive compounds, including flavonoids, tannins, saponins, alkaloids, and terpenoids, which are capable of inhibiting bacterial growth. This review article aims to examine the effect of maceration duration using 96% ethanol as a solvent on the antibacterial activity of *Moringa oleifera* leaf extracts against *Escherichia coli*. Literature searches were conducted through PubMed, Google Scholar, and Scopus, using a combination of keywords such as "*Moringa oleifera*," "leaf extract," "ethanol," "maceration time," and "antibacterial activity," with a limitation to publications from the last ten years. Relevant articles were selected based on their focus on ethanol extraction of *Moringa oleifera* leaves and antibacterial testing against *E. coli*. Recent studies indicate that variations in maceration duration result in differences in inhibition zone diameters ranging from 9.83 to 27.7 mm. Short-term maceration of 24 hours can achieve high antibacterial activity, whereas longer maceration does not necessarily enhance effectiveness. These differences are influenced by extract concentration, bioactive compound stability, and bacterial testing conditions. These findings highlight that the antibacterial effectiveness of *Moringa oleifera* leaves depends on an optimal combination of maceration duration, extract concentration, and the stability of active compounds. Determining the appropriate maceration time is crucial for achieving maximum antibacterial activity. Furthermore, these results provide a basis for future research on the utilization of *Moringa oleifera* leaf extracts as a potential natural antibacterial agent.

Keywords: Antibacterial activity, *Escherichia coli*, leaf extract, maceration duration, *Moringa oleifera*

Korespondensi: Nisrina Zalfa Fatin, e-mail: Nisrinazlf12@gmail.com

Pendahuluan

Antibiotik adalah senyawa alami maupun sintesis yang berfungsi menghambat atau menghentikan aktivitas biokimia dalam organisme, terutama pada kasus infeksi bakteri.

Pemberian antibiotik bertujuan untuk menekan pertumbuhan atau membunuh bakteri patogen penyebab penyakit.¹ Manfaat antibiotik akan optimal bila digunakan sesuai resep, aturan, dan dosis yang tepat.² Namun, praktik penggunaan

antibiotik yang tidak rasional masih sering dijumpai. Kesalahan penggunaan, baik karena dosis tidak sesuai maupun swamedikasi tanpa resep dokter, dapat menyebabkan munculnya resistensi bakteri.³

Resistensi antibiotik menjadi masalah serius karena membuat bakteri kebal terhadap pengobatan, sehingga infeksi lebih sulit dikendalikan. Kondisi ini menyebabkan angka morbiditas dan mortalitas meningkat, diikuti dengan bertambahnya beban biaya pengobatan. Peningkatan resistensi antibiotik secara global menjadi ancaman serius karena menurunkan efektivitas antibiotik umum terhadap berbagai infeksi bakteri. Tingginya paparan antibiotik baik untuk terapi maupun pencegahan telah mendorong munculnya strain-strain *Escherichia coli* resisten yang berdampak serius bagi kesehatan. Penelitian mengenai Antimicrobial Resistance in Indonesia yang dikutip dalam beberapa studi terbaru menunjukkan bahwa dari 2.494 subjek, sekitar 43% isolat *E. coli* menunjukkan resistensi terhadap sejumlah antibiotik, termasuk ampisilin (24%), kotrimoksazol (29%), dan kloramfenikol (25%). Pada penelitian lainnya yang melibatkan 781 pasien rawat inap, sekitar 81% isolat *E. coli* tercatat resisten terhadap ampisilin (73%), kotrimoksazol (56%), kloramfenikol (43%), siprofloksasin (22%), dan gentamisin (18%).⁴

Resistensi bakteri telah ditemukan pada berbagai patogen, termasuk yang sering menimbulkan infeksi nosokomial. Dalam konteks ini dikenal kelompok bakteri ESKAPE (*Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Enterobacter spp.*), yaitu bakteri oportunistik dengan kemampuan resistensi tinggi yang diperoleh melalui transfer gen horizontal. Laporan Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System (GLASS) tahun 2022 menunjukkan tingginya angka resistensi pada patogen bakteri yang banyak ditemukan. Di 76 negara, median tingkat resistensi yang dilaporkan mencapai 42% untuk *Escherichia coli* resisten terhadap sefalosporin generasi ketiga dan 35% untuk *Staphylococcus aureus* resisten terhadap metisilin, yang merupakan masalah besar. Pada infeksi saluran kemih yang

disebabkan oleh *E. coli*, sekitar 20% kasus pada tahun 2020 menunjukkan penurunan kerentanan terhadap antibiotik standar seperti ampisilin, kotrimoksazol, dan fluorokuinolon. Kondisi ini menyulitkan penanganan infeksi umum secara efektif.⁵

Escherichia coli adalah bakteri berbentuk batang dari famili *Enterobacteriaceae* yang biasanya hidup sebagai flora normal dalam saluran pencernaan manusia maupun hewan. Bakteri ini bersifat Gram-negatif, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, serta memiliki flagela sebagai alat gerak. *Escherichia coli* merupakan bakteri yang dapat menimbulkan berbagai penyakit infeksi, seperti diare, infeksi saluran kemih, serta beberapa gangguan lainnya. Jenis-jenis *E. coli* diklasifikasikan berdasarkan faktor virulensinya, di mana setiap kelompok memiliki mekanisme patogenitas dan manifestasi klinis yang berbeda.⁶ Secara klinis dan epidemiologis, *E. coli* terbagi ke dalam beberapa patotipe, antara lain *enterotoxigenic E. coli* (ETEC), *enteropathogenic E. coli* (EPEC), *enteroinvasive E. coli* (EIEC), *enteroaggregative E. coli* (EAEC), *diffuse adherent E. coli* (DAEC), *Shiga toxin-producing E. coli* (STEC), serta *enteroaggregative-hemorrhagic E. coli* (EAHEC).⁷⁻⁸

Peningkatan resistensi bakteri patogen terhadap antibiotik menjadi tantangan utama dalam kesehatan global mendorong perlunya alternatif antibakteri yang lebih aman, efektif, dan mudah diperoleh.⁹ Salah satu pendekatan yang banyak diteliti adalah pemanfaatan tanaman obat. WHO mendukung pemanfaatan obat tradisional selama terbukti memiliki khasiat dan keamanan yang baik bagi kesehatan. Oleh karena itu, penelitian yang berfokus pada penemuan dan pengembangan fitofarmaka semakin banyak dilakukan.¹⁰ Hingga saat ini WHO melaporkan bahwa terdapat lebih dari 2.500 spesies tanaman di dunia yang memiliki potensi dan manfaat dalam bidang pengobatan.¹¹

Tanaman mengandung senyawa bioaktif yang berperan sebagai mekanisme pertahanan diri, tetapi juga bermanfaat bagi manusia karena memiliki aktivitas biologis, termasuk antibakteri. Sejak lama, tanaman obat digunakan dalam pengobatan tradisional, dan

dalam dua dekade terakhir perhatian ilmiah terhadap potensi farmakologisnya semakin meningkat. Indonesia yang kaya keanekaragaman hayati memiliki banyak tanaman yang berkhasiat obat. Banyaknya tanaman obat di Indonesia yang belum dieksplorasi secara mendalam memberikan peluang besar untuk meneliti kandungan metabolit sekundernya yang berpotensi sebagai agen antiinflamasi. Salah satu tanaman tersebut adalah kelor (*Moringa oleifera*), yang termasuk dalam famili *Moringaceae*.

Tanaman kelor telah lama dimanfaatkan secara tradisional dan kini menarik perhatian sebagai sumber potensial antibakteri alami.¹² Daun kelor berbentuk bulat telur, berwarna hijau, dengan ukuran 1–2 cm, tepi rata, ujung tumpul, dan susunan pertulangan menyirip.¹³ Selain bernilai gizi tinggi karena kandungan vitamin, mineral, dan antioksidan, daun kelor juga diketahui memiliki peran pada *anti-aging*.^{12,14–16}

Kelor mengandung beragam senyawa fitokimia, antara lain tanin, steroid, terpenoid, flavonoid, saponin, antrakuinon, dan alkaloid. Senyawa bioaktif ini memberikan aktivitas biologis yang beragam. Alkaloid dapat mengganggu metabolisme mikroba, flavonoid dan polifenol bekerja sebagai antioksidan sekaligus merusak membran sel bakteri, terpenoid bersifat antiseptik dan antimikroba, sementara fitosterol memiliki efek antiinflamasi dan memperkuat membran sel. Salah satu flavonoid utama daun kelor adalah kuersetin, dengan konsentrasi mencapai 384,61 mg/100 g.¹⁷⁻¹⁸ Kuersetin dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat, 4–5 kali lebih tinggi dibandingkan vitamin C dan E, serta berperan dalam perusakan membran sel bakteri.¹⁹

Proses ekstraksi yang tepat diperlukan dalam memperoleh senyawa bioaktif. Ekstraksi merupakan metode pemisahan komponen dari jaringan tanaman dengan bantuan pelarut tertentu. Keberhasilan proses ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti sifat senyawa, jenis pelarut, suhu, tekanan, hingga ketersediaan alat. Secara umum, ekstraksi dibedakan menjadi dua, yaitu cara dingin dan cara panas. Metode ekstraksi dengan cara dingin, seperti maserasi, cocok digunakan untuk senyawa yang

sensitif terhadap panas. Sebaliknya, metode dengan pemanasan, seperti soxhletasi dan refluks, dapat mempercepat proses ekstraksi, namun berpotensi merusak senyawa yang bersifat labil terhadap suhu tinggi. Selain itu, berbagai faktor seperti metode, suhu, waktu, serta sistem pelarut juga berpengaruh signifikan terhadap kualitas antioksidan hasil ekstraksi tanaman.²⁰⁻²¹

Sejumlah penelitian telah membuktikan bahwa daun kelor memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, meskipun ukuran zona hambat yang dihasilkan menunjukkan variasi yang cukup besar. Hal ini mengindikasikan bahwa efektivitas antibakteri tidak hanya dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi ekstrak, tetapi juga oleh metode ekstraksi yang digunakan. Variasi tersebut menimbulkan kesenjangan pengetahuan mengenai teknik ekstraksi paling optimal untuk menghasilkan aktivitas antibakteri maksimal. Berdasarkan hal tersebut, kajian ini bertujuan menelaah pengaruh berbagai durasi metode ekstraksi daun kelor terhadap aktivitas antibakteri terhadap *E. coli*, dengan menitikberatkan pada perbandingan diameter zona hambat. Melalui kajian ini diharapkan dapat diperoleh gambaran metode ekstraksi yang paling potensial untuk menghasilkan daya hambat terbaik.

Isi

Beberapa penelitian telah menilai aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun kelor terhadap *Escherichia coli* dengan menggunakan metode maserasi, namun dengan lama ekstraksi yang bervariasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Husen dan Ratnaningtyas (2024) yang melakukan maserasi lebih singkat, hanya 24 jam pada konsentrasi 20 mg/ml, 40 mg/ml, dan 60 mg/ml, memperoleh hasil yang cukup tinggi, dengan zona hambat rata-rata 27,7 mm pada konsentrasi 60 mg/mL. Hasil ini mengindikasikan bahwa durasi singkat pun masih mampu menghasilkan ekstrak yang efektif, asalkan konsentrasi yang digunakan cukup tinggi.²²

Salzabella *et al.* (2024) menggunakan maserasi dengan merendam selama 48 jam pada pelarut etanol 96% kemudian dibuat konsentrasi 25%, 50%, 75% dan 100%. Hasil penelitian melaporkan bahwa pada konsentrasi

75% menghasilkan rata-rata zona hambat 11,1 mm terhadap *E. coli* penghasil Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL) yang resisten terhadap sefalosporin. Hal ini kemungkinan terjadi karena tingkat kepolaran yang tinggi dari pelarut menyebabkan ekstrak daun kelor konsentrasi 100% menjadi lebih kental dan senyawa nonpolar turut terekstraksi, yang menyebabkan laju difusi senyawa bioaktif menurun. Akibatnya, kemampuan ekstrak daun kelor dalam menghambat pertumbuhan bakteri ESBL *E. coli* mengalami penurunan.²³

Durasi maserasi menengah, seperti yang dilakukan Raharjo, Rahayu, dan Kiromah (2024) selama 2 hingga 3 hari dengan konsentrasi 10% dan 20%, menunjukkan zona hambat 11,96 mm pada konsentrasi 20%, sedangkan Maharani, dkk., (2017) dengan lama maserasi 3 hari pada konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% memperoleh zona hambat tertinggi 9,83 mm pada konsentrasi 10%.²⁴⁻²⁵ Ramadhan, dkk., (2024) dengan maserasi 3 hari pada konsentrasi 50% dan 75% melaporkan zona hambat 13,37 mm pada konsentrasi 75%.²⁶

Penelitian lain oleh Dima *et al.* (2016) yang menggunakan maserasi lebih lama, yaitu selama 5 hari menghasilkan konsentrasi 5%, 10%, 20%, 40%, dan 80%, menunjukkan bahwa pada konsentrasi 80% terdapat zona hambat yang lebih besar, yakni 22,66 mm. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan aktivitas antibakteri dengan lamanya waktu maserasi.²⁷ Putri dan Harisandy (2024) juga menggunakan maserasi 5 hari pada konsentrasi 10%, 20%, dan 30% melaporkan bahwa pada konsentrasi 30% didapatkan diameter zona hambat 12,36 mm.²⁸ Namun, pada penelitian oleh Sania *et al.* (2020) menggunakan maserasi selama 7 hari dengan konsentrasi 10% hingga 100%, diameter zona hambat yang dihasilkan pada konsentrasi tinggi 90 dan 100% hanya mencapai 16 mm, relatif lebih kecil dibanding penelitian lain.²⁹

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa lama waktu maserasi tidak selalu berbanding lurus dengan besarnya diameter zona hambat. Maserasi singkat selama 24 jam dapat menghasilkan aktivitas antibakteri yang kuat, tetapi pada penelitian lain maserasi lebih lama 5 hari juga menunjukkan daya hambat besar. Sebaliknya, ada pula studi

dengan maserasi hingga 7 hari yang justru menghasilkan zona hambat relatif kecil. Hal ini memperlihatkan bahwa pengaruh lama waktu maserasi terhadap aktivitas antibakteri *E. coli* tidak hanya ditentukan oleh durasi semata, melainkan juga dipengaruhi faktor lain seperti konsentrasi ekstrak, kondisi bakteri uji, serta stabilitas senyawa bioaktif dalam ekstrak.

Variasi hasil tersebut sejalan dengan temuan Bupu dkk. (2022), yang menegaskan bahwa lama maserasi berpengaruh terhadap kadar flavonoid total dalam ekstrak daun kelor. Pada penelitiannya, kadar flavonoid tertinggi diperoleh pada maserasi dengan pelarut etanol 70% selama 10 hari (50,192 mg/g), sementara pada maserasi 6 hari justru sangat rendah (2,545 mg/g), bahkan lebih rendah dibanding maserasi 2 hari (47 mg/g). Hal ini menunjukkan bahwa lamanya waktu maserasi tidak selalu menghasilkan kadar fitokimia yang stabil, karena faktor lain seperti pengadukan, penyimpanan, dan degradasi senyawa juga turut memengaruhi.³⁰

Dengan demikian, bila dihubungkan antara kedua kelompok penelitian tersebut, terlihat bahwa variasi diameter zona hambat antibakteri *E. coli* kemungkinan erat kaitannya dengan perbedaan kadar flavonoid yang terekstraksi pada masing-masing durasi maserasi. Artinya, efektivitas antibakteri ekstrak daun kelor tidak hanya dipengaruhi oleh lama maserasi, tetapi juga oleh stabilitas dan jumlah senyawa bioaktif yang terkandung di dalam ekstrak.

Waktu ekstraksi merupakan salah satu faktor kunci yang sangat memengaruhi jumlah dan kualitas senyawa bioaktif yang terekstraksi dari bahan tanaman. Penentuan durasi ekstraksi yang tepat sangat penting untuk memperoleh kandungan senyawa yang optimal, karena ekstraksi yang terlalu singkat akan membuat sebagian senyawa aktif tetap tertinggal di dalam jaringan tanaman, sedangkan ekstraksi yang terlalu lama berisiko menyebabkan degradasi atau hidrolisis senyawa tertentu. Kondisi ini menjadi lebih kritis apabila senyawa yang terekstrak bersifat sensitif terhadap panas, cahaya, atau oksigen, sehingga durasi yang berlebihan dapat merusak senyawa aktif dan justru menurunkan potensi biologis ekstrak. Oleh karena itu, pemilihan

waktu ekstraksi yang optimal tidak hanya bertujuan memaksimalkan jumlah senyawa yang terekstraksi, tetapi juga menjaga stabilitas dan kualitas kimia dari senyawa bioaktif yang dihasilkan, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih efisien dan hasil ekstrak dapat menunjukkan aktivitas biologis yang diharapkan.³¹⁻³²

Penelitian oleh Nuswantoro dan Kartini, 2023 menunjukkan bahwa kelima senyawa aktif utama seperti flavonoid, alkaloid, tanin, terpenoid, dan saponin mempunyai mekanisme kerja yang berbeda-beda terhadap bakteri, sehingga efeknya menjadi saling melengkapi dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak tanaman tidak hanya bergantung pada satu jenis senyawa saja, melainkan merupakan hasil sinergi antara berbagai metabolit sekunder. Setiap senyawa memiliki peran spesifik dan saling melengkapi dalam mekanisme penghambatan terhadap sel bakteri. Dengan demikian, durasi maserasi yang terlalu lama atau terlalu singkat tidak selalu menghasilkan aktivitas antibakteri yang lebih tinggi, karena keberhasilan ekstrak dalam menekan pertumbuhan bakteri bergantung pada kombinasi optimal semua senyawa aktif, bukan hanya pada peningkatan salah satu metabolit saja.³³

Meskipun beberapa penelitian telah melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor terhadap *Escherichia coli*, analisis hasil masih cenderung deskriptif. Sintesis yang lebih kritis antar penelitian diperlukan, khususnya dalam membandingkan durasi maserasi singkat, menengah, dan panjang, untuk menilai pengaruhnya terhadap zona hambat. Selain itu, variasi metode uji antibakteri, termasuk perbedaan teknik difusi, konsentrasi inokulum, dan media kultur, perlu dikritisi karena dapat memengaruhi hasil pengukuran zona hambat. Pembahasan mengenai kestabilan senyawa bioaktif, seperti flavonoid dan polifenol, juga masih kurang kuantitatif; penambahan data atau literatur pendukung terkait degradasi senyawa selama maserasi akan memperkuat analisis dan memberikan pemahaman lebih lengkap mengenai efektivitas antibakteri ekstrak daun kelor.

Simpulan

Penggunaan antibiotik yang tidak rasional telah meningkatkan resistensi bakteri, termasuk *Escherichia coli*, sehingga menegaskan perlunya sumber antibakteri alternatif, salah satunya daun kelor (*Moringa oleifera*) yang kaya senyawa bioaktif, terutama flavonoid. Aktivitas antibakteri ekstrak daun kelor sangat dipengaruhi oleh proses ekstraksi, khususnya durasi maserasi, yang berperan dalam menentukan jumlah dan stabilitas senyawa aktif. Berdasarkan sintesis berbagai penelitian, lama maserasi tidak selalu berbanding lurus dengan besarnya zona hambat terhadap *E. coli*, karena efektivitas dipengaruhi pula oleh konsentrasi ekstrak dan kestabilan senyawa bioaktif.

Dengan mempertimbangkan hasil yang ada, durasi maserasi 24 jam hingga 5 hari cenderung menghasilkan aktivitas antibakteri yang optimal, tergantung konsentrasi ekstrak dan kondisi uji. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan maserasi singkat hingga menengah dengan konsentrasi ekstrak yang cukup tinggi untuk memperoleh ekstrak daun kelor dengan daya hambat maksimal. Penelitian lanjutan diperlukan untuk menentukan durasi maserasi optimal secara kuantitatif, sekaligus menilai kestabilan senyawa bioaktif selama proses ekstraksi.

Daftar Pustaka

1. Dongoran RF, Insan HN, Lubis NNR. Edukasi Penggunaan Antibiotik Pada Masyarakat Desa Batu Hula Kecamatan Kabupaten Tapanuli Selatan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Aufa*. 2024;6(1):51–6.
2. Santi MDS, Artika MP, Udi WW, Dewi NPD. Tingkat Pengetahuan Tentang Penggunaan Antibiotik Di Wilayah Denpasar Barat. *Journal Pharmactive*. 2023;2(1):17–23.
3. Sari GAPLP, Pradnyaswasri NPD, Rani NPLM, Dewi NKAI, Laksmingsih NPI, Widnyani NKIA, et al. Edukasi Tentang Cara Penggunaan Antibiotik Yang Benar Pada Ibu-Ibu PKK Banjar Pasdalem. *GEMAKES: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 2024;4(3):437–49.
4. Fidia F, Aisyah S, Halim M, Hasanah DU. Analisa Pengetahuan Pengunjung Tentang Antibiotik Oral Tanpa Resep Dokter di

- Apotek X Jakarta Timur. Jurnal Farmasi IKIFA. 2024;3(2):147–60.
5. WHO. Antimicrobial resistance. World Health Organization. 2023. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance> [Accessed 4 December 2025].
 6. Putri AT, Soleha TU, Nareswari S, Ramadhian MR. Enterobacteriaceae sebagai Bakteri Patogen Infeksi Nosokomial di Rumah Sakit. Medula. 2024;14(1):117–21.
 7. Dugea RI, Siteavu MI, Pitoiu E, Delcaru C, Sârbu EM, Postolache C, et al. Prevalence and Antibiotic Resistance of *Escherichia coli* Isolated from Raw Cow's Milk. Microorganisms. 2025;13(1):1–13.
 8. Mousa N, Aiesh BM, Jomaa R, Zouneh Y, Namrouti A, Abutaha A, et al. Antibiotic resistance profiles and risk factors of multidrug-resistant *Escherichia coli* in a large tertiary care hospital in a low- and middle-income country. Scientific Reports. 2025;15(1):1–10.
 9. Akbar MZP, Musyabiq Wijaya S, Carolia N, Sukohar A. Pengaruh Ekstrak Buah Adas (*Foeniculum vulgare*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Salmonella typhi* Secara In Vitro. Medula. 2024;14(8):1635–9.
 10. Naenggolan LUA, Soleha TU, Oktoba Z. Aktivitas Farmakologi Tumbuhan Waru (*Hibiscus tiliaceus*). Medula. 2023;13(4):615–20.
 11. Hasanah SN, Soleha TU, Afriyani, Triyandi R. Review Article: Aktivitas Farmakologi Tumbuhan Belimbing Manis (*Averrhoa carambola*). Medula. 2023;13(4):635–8.
 12. Tamara Vinca D, Iqbal M, Triyandi R, Zakiah Oktarlina R. Artikel Review: Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. Medula. 2023 May;13(4):649–54.
 13. Tunas TH, Edy HJ, Siampa JP. Efek Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) dan Sediaan Masker Gel–Peel-Off Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.). J MIPA. 2019;8(3):112.
 14. Amabye TG, Tadesse FM. Phytochemical and Antibacterial Activity of *Moringa oleifera* Available in the Market of Mekelle. Journal of Analytical Pharmaceutical Research. 2016;2(1):24–7.
 15. Febriyanti T, Sukohar A, Pardilawati CY, Adjeng ANT. Uji Efek Anti Aging Dari Berbagai Ekstrak Tumbuhan Secara In Vivo dan In Vitro. Medula. 2024;14(3):593–601.
 16. Mutiara SA, Damayanti E, Wardhana MF, Sukohar A. Potensi Beberapa Tumbuhan sebagai Anti Inflamasi di Indonesia. Medula. 2024;14(5):923.
 17. Makita C, Chimuka L, Steenkamp P, Cukrowska E, Madala E. Comparative analyses of flavonoid content in *Moringa oleifera* and *Moringa ovalifolia* with the aid of UHPLC-qTOF-MS fingerprinting. South African Journal Botany. 2016;105:116–22.
 18. Bhagawan WS, Atmaja RRD, Atiqah SN. Optimasi dan Uji Pelepasan Quercetin Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) pada Pembuatan Gel-Mikroemulsi. Journal of Islamic Pharmacy. 2017;2(2):34–42.
 19. Jusnita N, Syurya W. Karakterisasi Nanoemulsi Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). Jurnal Sains Farmasi & Klinis. 2019;6(1):16–24.
 20. Hujjatusnaini N, Indah B, Afitri E, Widyastuti R, Ardiansyah. Buku Referensi Ekstraksi. Sustainability (Switzerland). 2021.
 21. Sukohar A, Iqbal M, Triyandi R, Sahidin. Melinjo Seeds (*Gnetum gnemon* L.) Antioxidant Activity and Cytotoxic Effects on MCF-7 Breast Cancer Cells: A Study Based on Tracing of Resveratrol Compound. Journal of Pharmacy Bioallied Sciences. 2024;16(1):16–23.
 22. Husen F, Ratnaningtyas NI. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli*. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ. 2024;11(2):77–83.
 23. Salzabella RN, Tursinawati Y, Muslimah M. Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Extended Spectrum Beta-Lactamase *Escherichia coli*. Majalah Kesehatan. 2023;10(4):220–6.
 24. Raharjo RB, Rahayu TP, Kiromah NZW. Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Kelor

- (*Moringa oleifera* Lam.) dan Biji Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap *Escherichia coli* Sebagai Antibakteri. *Farmasains: Jurnal Ilmiah Ilmu Kefarmasian*. 2024;11(2):56–65.
25. Maharani MD, Gama SI, Masruhim MA. Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) dan Daun Salam (*Syzygium polyanthun* Walp). *Mulawarman Pharmaceutical Conference*. 2017;48–53.
26. Ramadhan W, Islami D, Iballa BDM, Pratama A, Rizkiyani AD. Uji Aktivitas Antibakteri Nanoemulsi Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam. L). *J Farm*. 2024;2(1):28–35.
27. Dima LLR., Fatimawali, Lolo WA. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *PHARMACONJurnal Ilmiah Farmasi*. 2016;5(2):282–9.
28. Putri AU, Harisandy A. Uji Aktivitas Antimikroba Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan Jamur *Candida albicans*. 2024;11(2):163–71.
29. Sania E, Kurniawan SV, Angelina Y. Perbandingan Efektivitas Antibakteri *Moringa oleifera* dan *Ziziphus mauritiana* dengan Ekstrak Etanol 96% terhadap *Escherichia coli*. *Sriwijaya Journal Medicine*. 2020;3(1):39–46.
30. Bupu MD, Bessi MIT, Lenggu MY, Subadra OS. Perbandingan Kadar Flavonoid Total Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Berdasarkan Lama Maserasi. *Jurnal FarmasiKoe*. 2022;5(2):22–9.
31. Daveza HP, Wijayanti I, Anggo AD. Pengaruh Perbedaan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Kalsium *Halimeda opuntia*. *JPHPI*. 2025;28(1).
32. Yuliantari NWA, Widarta IWR, Permana IDGM. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) Menggunakan Ultrasonik. *Scientific Journal of Food Technology* 2017;4(1):35–42.
33. Nuswantoro A, Kartini. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kitolod (*Isotoma longiflora*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal Analisis Kesehatan Klinik Sains*. 2023;11(2).