

Kajian Literatur Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Antibakteri Penyebab Infeksi Saluran Cerna

Devina Amalia Fitri*, Esti Rachmawati Sadiyah, Vinda Maharani Patricia

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

devina.amaliafitri9@gmail.com, esti.sadiyah@gmail.com, vinda.maharani@unisba.ac.id

Abstract. Infectious diseases remain a global health problem. In Indonesia, one of the most common infections is gastrointestinal such as diarrhea, which are caused by bacteria. Infections can be treated with antibacterial from natural ingredients that utilize plant extracts. One plant that can be used as an antibacterial is the *Moringa oleifera* plant. This study aimed to explore the part of the *Moringa* plant that has the most effective potential in inhibiting the growth of bacteria that cause gastrointestinal infections the extraction methods that affect its antibacterial activity, and also determine the mechanism of the compounds contained in the *Moringa* plant as an antibacterial. The research method used was Systematic Literature Review. The results showed that *Moringa* leaves, flowers, and seeds have the potential to be antibacterial, especially the seeds. The seed extract showed the most effective antibacterial activity, with the largest inhibition zone 48 mm on *Staphylococcus aureus* with maceration and water solvent extraction methods. The active compounds contained in *Moringa* seeds, such as 6-iodoacetoveratron, octadecanoic acid, bisethylhexyl phthalate, polynuclear ketones and heterocyclic compounds, play a role in inhibitory mechanisms such as cell membrane damage, inhibition of protein or DNA synthesis, lowering environmental pH and inhibiting biofilm formation.

Keywords: *Moringa oleifera* Lamk., kelor, antibacterial, gastrointestinal infections.

Abstrak. Penyakit infeksi masih menjadi masalah kesehatan global dengan angka kejadian yang terus meningkat. Di Indonesia, salah satu infeksi yang masih banyak terjadi adalah infeksi saluran cerna seperti diare, yang disebabkan oleh bakteri patogen. Infeksi dapat diatasi dengan obat antibakteri dari bahan alam yang memanfaatkan ekstrak tanaman sebagai pengobatan. Tanaman yang bisa dimanfaatkan sebagai antibakteri, salah satunya adalah tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagian tanaman kelor yang memiliki potensi paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab infeksi saluran cerna metode ekstraksi yang mempengaruhi aktivitas antibakterinya. Dan mengetahui mekanisme kerja senyawa dalam tanaman kelor sebagai antibakteri. Metode penelitian yang digunakan adalah Systematic Literature Review. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun, bunga, dan biji kelor berpotensi sebagai antibakteri, terutama bagian biji. Ekstrak biji menunjukkan aktivitas antibakteri paling efektif, dengan zona hambat terbesar mencapai 48 mm pada *Staphylococcus aureus* dengan metode ekstraksi maserasi dan pelarut air. Senyawa aktif yang terkandung dalam biji kelor, seperti 6-iodoasetoveratron, asam oktadekanoat, bisethylhexyl phthalate, keton polinuklear dan senyawa heterosiklik berperan dalam mekanisme penghambatan seperti kerusakan membran sel, penghambatan sintesis protein atau DNA, menurunkan pH lingkungan dan menghambat pembentukan biofilm.

Kata Kunci: *Moringa oleifera* Lamk., kelor, antibakteri, infeksi saluran cerna.

* devina.amaliafitri9@gmail.com

A. Pendahuluan

Infeksi saluran cerna merupakan gangguan yang ditandai oleh peradangan pada lambung dan usus, yang ditandai dengan terjadinya diare, muntah, nyeri perut, demam, kelelahan dan kekurangan energi (Yuliani, 2022). Infeksi saluran cerna dapat disebabkan oleh berbagai agen patogen, termasuk bakteri, virus, dan parasit. Bakteri bertanggung atas sekitar 20%–40% kasus diare yang parah (Barrett & Fhogartaigh, 2017). Sebagian besar kasus diare berat ditemukan disebabkan oleh bakteri patogen, terutama *Salmonella*, *Campylobacter*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Vibrio cholerae*, *Yersinia* dan *Listeria* (Sattar *et al.*, 2020 dalam (Naufizdihar *et al.*, 2022). Berdasarkan profil kesehatan Indonesia tahun 2019, infeksi saluran cerna merupakan penyakit endemik yang dapat berpotensi menjadi kejadian luar biasa dan menyebabkan kematian (Nursetyo & Hasri, 2021).

Salah satu alternatif pengobatan infeksi saluran cerna yang saat ini banyak diteliti berasal dari tanaman obat seperti kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). Dalam tanaman ini terkandung beberapa golongan senyawa seperti flavonoid, tannin, saponin, terpenoid, dan alkaloid (Rivai, 2020). Serta adanya kandungan moringin dan kalkon yang bekerja dengan berikatan pada sisi aktif bakteri (Fathullah *et al.*, 2018). Selain itu, dengan cara mengganggu struktur dinding sel dan membran sel bakteri, merangsang stres oksidatif dan mengganggu metabolisme serta replikasi DNA bakteri (Wen *et al.*, 2022).

Potensi tanaman kelor dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kelor, terutama pada konsentrasi tinggi (80%), mampu menghasilkan aktivitas antibakteri yang sangat kuat terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat sebesar 22,66 mm dan 20,50 mm (Dima *et al.*, 2016). Dan pada bakteri *Vibrio cholerae* menghasilkan zona hambat (Labambe *et al.*, 2019).

Efektivitas ekstrak kelor sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan. Penelitian (Oladeji *et al.*, 2019) menyimpulkan bahwa pelarut etanol memberikan hasil antibakteri terbaik dibandingkan kloroform dan etil asetat. Penelitian lain juga mendukung penggunaan pelarut etanol 96% atau 70% dalam metode maserasi untuk memperoleh senyawa aktif dengan potensi maksimal (Husen & Ratnaningtyas, 2024); (Labambe *et al.*, 2019). Selain itu juga menurut (Cholifah *et al.*, 2020) metode maserasi dengan pelarut methanol dapat digunakan untuk menghasilkan aktivitas antibakteri.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penting untuk mengkaji lebih lanjut bagian tanaman kelor mana yang memiliki potensi paling efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri penyebab infeksi saluran cerna, serta bagaimana metode ekstraksi dan kandungan senyawa mempengaruhi aktivitas antibakterinya. Kajian ini diharapkan dapat menjadi sumber pustaka dan menambah wawasan ilmiah para peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian mengenai potensi aktivitas antibakteri tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) sebagai pengobatan alternatif dalam mengatasi infeksi saluran cerna.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) yang mencakup beberapa tahapan sistematis, termasuk perumusan pertanyaan penelitian, pencarian literatur, penetapan kriteria inklusi dan eksklusi, seleksi literatur, penyajian data, pengolahan data, hingga penarikan kesimpulan. Pencarian literatur dilakukan menggunakan berbagai database nasional dan internasional, di antaranya yaitu Google Scholar, Science Direct, Taylor and Francis dengan menggunakan kata kunci '*Moringa plant extract*' OR '*Moringa oleifera*' AND '*Antibacterial*' OR '*Antimicrobial*' AND '*Diarrhea*'. Selain itu, dilakukan pencarian literatur pada Pubmed dan ProQuest dengan menggunakan kata kunci '*Moringa plant extract*' OR '*Moringa oleifera*' OR '*Roots*' OR '*Stems*' OR '*Leaves*' OR '*Flowers*' OR '*Fruit*' OR '*Seeds*' OR '*Extraction*' OR '*Identified compounds*' OR '*Antibacterial*' OR '*Antimicrobial*' OR '*Diarrhea*' OR '*Stomach*' OR '*Small intestine*' (Dwiyunianti *et al.*, 2024; Yosi Siti Solihah & Fikri Hidayat, 2022).

Adapun kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah artikel berbentuk artikel penelitian (*research article*), dipublikasikan 10 tahun terakhir (2015-2024), dapat diakses secara penuh (*full text*) berbahasa Inggris, berkaitan dengan aktivitas antibakteri tanaman kelor, dan artikel juga harus memuat parameter terkait bagian tanaman, metode ekstraksi, pelarut, metode uji bakteri, jenis bakteri dan konsentrasi ekstrak. Sedangkan kriteria eksklusi dalam penelitian ini adalah artikel yang meneliti

ekstrak kelor yang dikombinasikan bersama dengan ekstrak dari tanaman lain, tidak terindeks dan hanya dalam bentuk *review*.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian mengenai aktivitas antibakteri tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) telah banyak dilakukan secara eksperimental. Belum ada kesimpulan pasti mengenai bagian tanaman yang paling potensial dikembangkan sebagai antibakteri terhadap infeksi saluran cerna. Sehingga penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Systematic Literature Review* dengan menelaah 16 artikel dari berbagai database (Google Scholar, PubMed, ProQuest, dan Taylor & Francis) yang sudah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan.

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Biji, Bunga Kelor

Uji aktivitas antibakteri terhadap daun, bunga, dan biji tanaman kelor menunjukkan bahwa ketiga bagian tersebut memiliki potensi dalam menghambat pertumbuhan berbagai bakteri penyebab infeksi saluran cerna. Hal ini terbukti melalui pembentukan zona hambat pada media uji yang digunakan, dengan memperlihatkan hasil beragam yang dapat terlihat pada **Tabel 1**.

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, tanaman kelor menunjukkan penghambatan dengan spektrum yang luas karena mampu menghambat bakteri gram positif dan negatif. Baik ekstrak daun, bunga, maupun biji dapat menghambat bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus*, dan bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Di samping itu, ekstrak daun dan bunga sama-sama dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif yaitu *Bacillus subtilis*. Selain itu, ekstrak daun dan biji memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram negatif yaitu *Shigella* spp. Sebagai tambahan ekstrak daun juga bersifat antibakteri terhadap bakteri gram positif seperti *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, *Listeria monocytogenes*, dan *Enterococcus faecalis*, juga terhadap bakteri gram negatif seperti *Salmonella typhi*, *Shigella flexnerii*, dan *Salmonella enteritidis*. Hasil ini juga dapat dilihat pada **Tabel 1**. Dalam menganalisis bagian tanaman manakah yang memiliki aktivitas antibakteri paling tinggi, perlu dilakukan peninjauan terhadap diameter hambat yang dihasilkan dari pemberian ekstrak pada bakteri yang sama. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap data yang diperoleh, terdapat 3 bakteri yang sama yang diujikan menggunakan masing-masing ekstrak dengan bagian tanaman yang berbeda yaitu bakteri *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.

Tabel 1. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun, Biji, Bunga Kelor

Bagian Tanaman	Pelarut	Metode Ekstraksi	Uji Antibakteri				Pustaka
			Metode	Jenis Bakteri	Konsentrasi (µg/mL)	Diameter Hambat (mm)	
Daun	Etanol	Maserasi	Difusi cakram	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	500.000	16,5	Oladeji et al (2019)
		Refluks	Difusi sumur		30.000	28,17	Bamigboye&Ajiboye (2020)
	Etanol + air	Maserasi			20.000	13	Falowo et al (2016)
	Methanol	Maserasi	Difusi cakram		270.000	17,5	Hamladji (2013)
	Etil asetat	UAE	Difusi cakram		200.000	11,33	Ganjo et al (2022)
Bunga	Methanol	UAE	Difusi cakram	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25	13,7	Talath (2022)
Biji	Dietil eter	UAE	Difusi cakram	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	200.000	13,66	Ganjo et al (2022)
Daun	Etanol	Maserasi	Difusi cakram	<i>Escherichia coli</i>	500.000	17	Oladeji et al (2019)

Bagian Tanaman	Pelarut	Metode Ekstraksi	Uji Antibakteri			Diameter Hambat (mm)	Pustaka
			Metode	Jenis Bakteri	Konsentrasi (µg/mL)		
Bunga	Etanol + air	Refluks	Difusi sumur	<i>Escherichia coli</i>	30.000	28,94	Bamigboye&Ajiboye (2020)
		Maserai	Difusi sumur		20.000	19	Falowo et al (2016)
			Difusi cakram		950.000	11,83	Dhillon et al (2021)
			Difusi sumur		1.000.000	14,5	Abadallah&Ali (2019)
			Difusi sumur		100.000	15	Yadav (2022)
	Methanol	Maserasi	Difusi cakram		270.000	20,66	Hamladji (2013)
		Perkolasi	Difusi cakram		50	16	El-sherbiny (2024)
		Maserasi	Difusi sumur		200.000	19,5	Nguyen et al (2024)
			Difusi sumur		50.000	10	Abadallah et al (2020)
	Etil asetat	UAE	Difusi cakram		200.000	13,66	Ganjo et al (2022)
			Difusi cakram		1.000.000	11	Jaglan et al (2023)
	Methanol	UAE	Difusi cakram		25	14,5	Talath (2022)
			Difusi cakram		200.000	19,33	Ganjo et al (2022)
	Etanol	Refluks	Difusi sumur		30.000	26,52	Bamigboye&Ajiboye (2020)
		Maserasi	Difusi cakram		200	13	Enan et al (2020)
			Difusi sumur		20.000	9	Falowo et al (2016)
Daun	Etanol 80%	Maserasi	Difusi sumur	<i>Staphylococcus aureus</i>	1.000.000	16,3	Abadallah&Ali (2019)
			Difusi sumur		100.000	18	Yadav (2022)
			Difusi cakram		270.000	16,66	Hamladji (2013)
	Methanol	Perkolasi	Difusi cakram		50	10	El-sherbiny (2024)
			Difusi cakram		200.000	18,7	Nguyen et al (2024)
	Methanol	Maserasi	Difusi cakram		1.000.000	9	Jaglan et al (2023)
			Difusi cakram		25	12,7	Talath (2022)
	Air	Maserasi	Difusi cakram		200	48	Enan et al (2020)
			Difusi cakram		500.000	23	Oladeji et al (2019)
	Etanol	Maserasi	Difusi sumur		20.000	14	Falowo et al (2016)
			Difusi sumur		20.000	18	Falowo et al (2016)
	Methanol	Maserasi	Difusi cakram		270.000	12,66	Hamladji (2013)
			Difusi cakram		50	10	El-sherbiny (2024)
		Perkolasi	Difusi cakram		50	10	El-sherbiny (2024)
			Difusi cakram		15	15	El-sherbiny (2024)
	Etanol 80%	Maserasi	Difusi sumur		1.000.000	15,7	Abadallah&Ali (2019)
			Difusi cakram		600.000	20,33	Maharani et al (2024)

Bagian Tanaman	Pelarut	Metode Ekstraksi	Uji Antibakteri				Pustaka
			Metode	Jenis Bakteri	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Diameter Hambat (mm)	
Bunga	Methanol	UAE	Difusi sumur	<i>Bacillus subtilis</i>	100.000	15	Yadav (2022)
			Difusi cakram		25	11,6	Talath (2022)
	Methanol	Perkolasi	Difusi cakram		50	14	El-sherbiny (2024)
Daun	Etanol	Refluks	Difusi sumur	<i>Bacillus subtilis</i>	30.000	33,05	Bamigboye&Ajiboye (2020)
	Etanol 70%	Maserasi			100.000	17	Yadav (2022)
Biji	Etanol	Maserasi	Difusi cakram	<i>Shigella spp.</i>	5.000	5	Rafi (2022)
Daun	Air Etanol	Maserasi	Difusi sumur	<i>Shigella spp.</i>	50.000	15	Abadallah et al (2020)
					1.000.000	17,6	Abadallah&Ali (2019)

Berdasarkan **Tabel 1**, ekstrak daun kelor menunjukkan nilai diameter hambat yang berdekatan antar tiap bakteri, baik terhadap *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* pada konsentrasi 30.000 $\mu\text{g/mL}$ dengan hasil yang lebih efektif terhadap bakteri gram negatif yaitu *E. coli* dan *P. aeruginosa* (Bamigboye & Ajiboye, 2020). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Falowo et al., 2016), (Hamladji et al., 2023), (El-sherbiny et al., 2024), dan (Nguyen & Khanh Nguyen, 2024) yang menunjukkan bahwa aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* lebih besar di dibandingkan terhadap bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus*. Ekstrak bunga juga diketahui lebih aktif pada bakteri gram negatif yaitu *Escherichia coli*. Sehingga ekstrak bunga dan ekstrak daun memiliki kemiripan, yaitu keduanya sama-sama lebih aktif terhadap bakteri gram negatif. Pengujian terhadap ekstrak bunga ini dilakukan oleh 2 jurnal penelitian yaitu (Jaglan et al., 2023) dan (Talath et al., 2022). Sementara ekstrak biji, diketahui lebih aktif pada bakteri gram positif yaitu *Staphylococcus aureus* yang dihasilkan dari penelitian (Enan et al., 2020), dibandingkan bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* dihasilkan dari penelitian (Ganjo et al., 2022).

Jika ditinjau aktivitasnya pada setiap bakteri, maka yang ekstrak biji lebih aktif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Sedangkan untuk ekstrak daun lebih aktif terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa* (Rizky Hadyan, n.d.). Sementara ekstrak bunga juga memiliki aktivitas antibakteri, namun zona hambat yang dihasilkan dari ketiga bakteri tersebut tidak sebesar bagian biji dan daun. Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa, ekstrak biji yang dihasilkan dari penelitian (Enan et al., 2020), menjadi bagian dari tanaman kelor yang menghasilkan potensi aktivitas antibakteri yang paling baik. Hal ini dikarenakan dengan konsentrasi rendah, ekstrak biji kelor telah dapat menghasilkan diameter hambat yang termasuk dalam kategori sangat kuat (>20 mm). Kategori yang dihasilkan, sudah sesuai dengan yang dinyatakan oleh (Davis & Stout, 1971).

Kekuatan aktivitas antibakteri ekstrak biji kelor juga didukung oleh temuan (Roni et al., 2019) yang menunjukkan bahwa ekstrak biji pepaya memiliki efektivitas antibakteri lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak dari kulit dan daun terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Hal tersebut diduga berkaitan dengan kandungan asam lemak pada biji pepaya seperti asam oleat, asam palmitat, asam stearat dan asam ocatadecanoic (Maulida & Supartono, 2016). Senyawa tersebut memiliki kemiripan dengan kandungan senyawa biji kelor pada penelitian ini yaitu jenis asam lemak (asam octadecanoic) yang dihasilkan dari penelitian (Enan et al., 2020).

Selain komposisi senyawa perbedaan efektivitas terhadap bakteri gram positif dan negatif juga dipengaruhi oleh struktur membran sel. Gram positif memiliki membran plasma yang lebih sederhana dan lapisan peptidoglikan yang tebal (ketebalan 20-80 nm) serta bersifat hidrofilik, sehingga lebih mudah ditembus oleh senyawa yang bersifat polar, sedangkan gram negatif memiliki membran plasma yang lebih kompleks dengan lapisan lipopolisakarida yang tebal bersifat lipofilik dengan peptidoglikan yang lebih tipis dengan ketebalan 7-8 nm. Sehingga membuat bakteri gram negatif tahan terhadap perlawanan senyawa yang bersifat polar (Sunny, 2016).

Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Aktivitas Antibakteri

Kualitas ekstrak tanaman kelor sangat dipengaruhi oleh metode ekstraksi yang digunakan, karena metode tersebut menentukan jenis dan jumlah senyawa aktif yang diperoleh. Berdasarkan penelusuran pustaka, metode maserasi dan *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) merupakan dua teknik yang paling banyak digunakan dalam studi antibakteri daun, bunga, dan biji kelor. Berdasarkan hasil keduanya, metode maserasi terbukti menghasilkan zona hambat antibakteri tertinggi, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian (Enan et al., 2020)

Metode maserasi termasuk metode ekstraksi konvensional dengan prinsip kerja yang sederhana. Metode maserasi banyak digunakan dan dapat menghasilkan nilai zona hambat tertinggi dalam penelitian, dikarenakan metode ini memiliki kelebihan yang relatif aman untuk digunakan dalam mengekstrak senyawa-senyawa yang mudah rusak oleh panas (termolabil), sehingga dapat mencegah kerusakan senyawa dan mempertahankan mutu ekstrak yang dihasilkan (Oprescu et al., 2022). Proses maserasi ini dilakukan dengan merendam serbuk simplisia dalam pelarut pada suhu ruangan atau sedikit lebih hangat, sehingga zat-zat tertentu dapat larut secara perlahan (Bitwell et al., 2023). Sedangkan, metode ekstraksi UAE bekerja dengan bantuan gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi antara 20 kHz sampai 2000 kHz (Triyastuti & Djaeni, 2019). Hasil penelitian (Yasacaxena et al., 2023), terkait pengaruh perbedaan metode ekstraksi rimpang temulawak dan aktivitas antibakteri dapat mendukung penelitian ini, yaitu pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstraksi yang dihasilkan dari metode maserasi memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan metode UAE.

Selain metode ekstraksi, pemilihan pelarut juga berpengaruh terhadap efektivitas antibakteri ekstrak. Pelarut yang umum digunakan adalah etanol, air, dan metanol. Ketiga pelarut ini diketahui memiliki sifat polar, namun air memiliki indeks polaritas yang lebih tinggi dibandingkan etanol dan metanol (Sa'adah & Nurhasnawati, 2017).

Di antara ketiga pelarut tersebut, yang menghasilkan nilai zona hambat tertinggi pada hasil penelusuran pustaka ini yaitu pelarut air. Hal ini didukung oleh hasil yang tertera pada **Tabel 1**, dimana diketahui bahwa pada proses penarikan senyawa dalam ekstrak biji kelor yang memberikan zona hambat terbaik ditunjukkan oleh penelitian (Enan et al., 2020), yang menggunakan pelarut air. Air digunakan sebagai pelarut polar yang akan menarik senyawa bersifat polar. Ekstrak biji kelor ini diketahui memiliki aktivitas penghambatan yang tinggi diduga berkaitan dengan kandungan senyawa yang dihasilkan, yaitu sebagian besar merupakan senyawa keton yang juga bersifat polar (Enan et al., 2020). Berdasarkan prinsip *like dissolved like*, senyawa kimia akan cenderung terlarut di dalam senyawa yang memiliki tingkat kepolaran yang sama (Suryani et al., 2015).

Kandungan Senyawa dan Mekanisme Aksi Tanaman Kelor Sebagai Antibakteri

Tanaman kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dikenal memiliki khasiat sebagai antibakteri berkat kandungan senyawa aktif, seperti ditunjukkan pada **Tabel 2**. Berdasarkan hasil penelusuran pustaka, bagian biji kelor menunjukkan aktivitas antibakteri paling tinggi dibandingkan bagian lainnya. Senyawa aktif utama dalam ekstrak biji kelor berasal dari golongan ester seperti asam oktadekanoat dan *bisethylhexyl phthalate*, serta golongan keton seperti 6-iodoasetoveratron dan keton polinuklear. Selain itu, juga ditemukan senyawa heterosiklik seperti 1-Methyl-2-cyano-3-ethyl-4-pivaloyl-2-piperidine yang turut berperan dalam aktivitas antibakteri tersebut. Hasil identifikasi senyawa bioaktif dari biji kelor pada penelitian tersebut dilakukan melalui analisis spektroskopi GC-MS (Enan et al., 2013).

Tabel 2. Kandungan Senyawa Pada Tanaman Kelor

Bagian Tanaman	Kandungan Senyawa		Daftar Pustaka
	Metode Analisis	Hasil	
Daun	HPLC	Asam galat	Hamladji (2023)
		Kuersetin, asam galat, asam klorogenik, metal galat,	El-Sherbiny (2024)

		asam koplat, pirokatekol, asam ellagic, asam kumarat, asam ferulat, asam sinamat	
Bunga	HPLC	Asam galat, kuersetin, rutin	Jaglan et al (2023)
Biji	GC-MS	6-idoacetoveratrone, asam octadecanoic, keton polinuklear, bisethylhexyl phthalate, senyawa heterosiklik	Enan et al (2020)
Bagian Tanaman	Metode Analisis	Kandungan Senyawa	Daftar Pustaka
		Hasil	
		Asam galat	Hamadji (2023)
Daun	HPLC	Kuersetin, asam galat, asam klorogenik, metal galat, asam koplat, pirokatekol, asam ellagic, asam kumarat, asam ferulat, asam sinamat	El-Sherbiny (2024)
Bunga	HPLC	Asam galat, kuersetin, rutin	Jaglan et al (2023)
Biji	GC-MS	6-idoacetoveratrone, asam octadecanoic, keton polinuklear, bisethylhexyl phthalate, senyawa heterosiklik	Enan et al (2020)

Golongan ester memiliki aktivitas antibakteri yang unggul karena memiliki berbagai mekanisme kerja dengan cara mengganggu membran sel bakteri dengan mengubah permeabilitasnya dan menyebabkan kebocoran isi seluler seperti protein dan asam nukleat (Zhao et al., 2015). Senyawa asam oktadekanoat yang termasuk dalam golongan ester menunjukkan efek antibakteri yang diyakini berasal dari sifat asamnya yang mampu menurunkan pH lingkungan hingga tidak lagi mendukung pertumbuhan bakteri seperti *Staphylococcus aureus* (Kumar et al., 2011) ; (Dolan et al., 2024). Senyawa lainnya seperti *bisethylhexyl phthalate* juga terbukti dapat menghambat pertumbuhan strain *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap metisilin, dengan mekanisme serupa (Ge et al., 2011); (Sulley, 2006) ; (Saini et al., 2013).

Golongan keton memiliki beberapa mekanisme kerja sebagai antibakteri yaitu dengan cara mengganggu membran sel bakteri yang berakibat pada kebocoran isi sel dan kematian bakteri. Salah satu senyawa keton yang terdeteksi pada penelitian ini yaitu 6-iodoasetoveratron, telah dilaporkan sebelumnya memiliki kemampuan menghambat bakteri indikator melalui mekanisme serupa (Patra et al., 2015) ; (Kumar et al., 2011). Senyawa keton polinuklear juga terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri strain *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap metisilin, dengan mekanisme kerja menurunkan pH lingkungan (Ge et al., 2011); (Sulley, 2006) ; (Saini et al., 2013).

Kemudian senyawa heterosiklik seperti 1-Methyl-2-cyano-3-ethyl-4-pivaloyl 2-piperidine yang termasuk kedalam golongan alkaloid juga diketahui memiliki aktivitas antibakteri dengan cara menghambat sel bakteri patogen karena dapat berinteraksi dengan elektrofil atau nukleofil sel, yang mengarah pada penghambatan sintesis DNA yang menyebabkan kematian sel bakteri (Anwar et al., 2007) Pada bagian daun dan bunga kelor, ditemukan senyawa flavonoid seperti kuersetin dan fenolik seperti asam galat. Kuersetin bekerja dengan cara mengubah permeabilitas sel bakteri, mengganggu dinding sel bakteri, menghambat sintesis asam nukleat, sehingga mempengaruhi sintesis dan ekspresi proprotein, serta mengurangi aktivitas enzim (Qi et al., 2022). Sedangkan asam galat diketahui mampu melakukan penghambatan pertumbuhan bakteri, kerusakan membran sel, penghambatan pembentukan biofilm, dan peningkatan efektivitas antibiotik konvensional (Yasmine, 2025).

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelusuran pustaka yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ekstrak bagian tanaman kelor yang memiliki aktivitas antibakteri paling efektif berdasarkan nilai zona hambat tertinggi yaitu ditunjukkan pada ekstrak biji kelor yang menghasilkan zona hambat sebesar 48 mm pada bakteri penyebab infeksi saluran cerna yaitu *Staphylococcus aureus*. Metode ekstraksi yang menghasilkan zona hambat tertinggi pada bakteri infeksi saluran cerna dihasilkan dari metode maserasi dengan pelarut air. Senyawa yang terkandung pada bagian biji kelor yang menghasilkan zona hambat tertinggi meliputi 6-iodoasetoveratrol, asam oktadekanoat, bisethylhexyl phthalate, keton polinuklear dan senyawa heterosiklik yang bekerja melalui berbagai mekanisme, seperti kerusakan membran sel, penghambatan sintesis protein atau DNA, menurunkan pH lingkungan dan menghambat pembentukan biofilm.

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Esti Rachmawati Sadiyah, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu apt. Vinda Maharani Patricia selaku dosen pembimbing serta atas bimbingan, arahan dan masukan yang telah diberikan selama penelitian ini berlangsung. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Anwar, F., Latif, S., Ashraf, M., & Gilani, A. H. (2007). Moringa oleifera: a food plant with multiple medicinal uses. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 21(1), 17–25.
- Bamigboye, M. O., & Ajiboye, A. E. (2020). Synthesis and antimicrobial activities of a metallic oxide nanoparticle complex of Moringa oleifera leaves extracts against selected microorganisms. *Notulae Scientia Biologicae*, 12(3), 619–627.
- Barrett, J., & Fhogartaigh, C. N. (2017). Bacterial Gastroenteritis. *Medicine (United Kingdom)*, 45(11), 683–689.
- Bitwell, C., Indra, S. Sen, Luke, C., & Kakoma, M. K. (2023). A review of modern and conventional extraction techniques and their applications for extracting phytochemicals from plants. *In Scientific African Elsevier B.V.*, 19.
- Cholifah, N., Ridhay, A., Satrimafitrah, P., Ruslan, & Ys, H. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol dari Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(1), 34–38.
- Davis, W. W., & Stout, T. R. (1971). Disc Plate Methods of Microbiological Antibiotic Assay. *Journal Microbiology*, 22(4), 659–665.
- Dima, L. L. R. H., Fatimawati, F., & Lolo, W. A. (2016). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 5(2), 282–289.
- Dolan, N., Gavin, D. P., Eshwika, A., Kavanagh, K., McGinley, J., & Stephens, J. C. (2024). Synthesis, antibacterial and anti-MRSA activity, in vivo toxicity and a structure–activity relationship study of a quinoline thiourea. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 26(2), 630–635.
- Dwiyunianti, W., Lukmayani, Y., & Syafnir, L. (2024). Aktivitas Antibakteri Daun Beluntas (*Pluchea indica* L.) terhadap Bakteri Penyebab Jerawat *Staphylococcus epidermidis*. *Jurnal Riset Farmasi*, 49–52.
- El-sheerbiny, G. M., Alluqmani, A. J., Elsehemy, I. A., & Kalaba, M. H. (2024). Antibacterial, Antioxidant, Cytotoxicity, and Phytochemical Screening of *Moringa oleifera* leaves. *Scientific Reports*, 1–18.

- Enan, G., Abdel-Shafi, S., Abdel-Haliem, M. F., & Negm, S. (2013). Characterization of probiotic lactic acid bacteria to be used as starter and protective cultures for dairy fermentations. *International Journal of Probiotics & Prebiotics*, 8(4).
- Enan, G., Al-Mohammadi, A. R., Mahgoub, S., A.-S. S., Askar, E., Ghaly, M. F., Taha, M. A., & El-Gazzar, N. (2020). Inhibition of staphylococcus aureus LC 554891 by moringa oleifera seed extract either singly or in combination with antibiotics. *Molecules*, 25(19).
- Falowo, A. B., Muchenje, V., Hugo, C. J., & Charimba, G. (2016). Actividades antimicrobianas in vitro de extractos de hoja de Bidens pilosa y Moringa oleifera y sus efectos en la calidad de ternera triturada durante el almacenamiento en frío. *CYTA - Journal of Food*, 14(4), 541–546.
- Fathullah, A. A., Prabowo, W. C., & Rusli, R. (2018). . Interaction of Several Calcon Compounds of Paracetamol Based Toward the Role of Enzyme Protein in Antibacterial Mechanism. *Jurnal Kartika Kimia*, 1(1), 17–20.
- Ganjo, A. R., Adham, A. N., Al-Bustany, H. A., & Aka, S. T. (2022). Phytochemical analysis and evaluation of antibacterial activity of Moringa oleifera extracts against gram-negative bacteria: An in vitro and molecular docking studies. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*, 35(4), 198–205.
- Ge, B., Mukherjee, S., Hsu, C. H., Davis, J. A., Tran, T. T. T., Yang, Q., & McDermott, P. F. (2011). MRSA and multidrug-resistant Staphylococcus aureus in US retail meats. *Food Microbiology*, 62, 289–297.
- Hamladji, B. S., Benhabyles, N., Toubal, S., El Haddad, D., Bouchenak, O., Bellalemi, N., Berrichi, D., & Meziani, I. (2023). Flavonoic content and antibacterial evaluation of Moringa oleifera Lam. leaves grow in Algeria. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 14(3), 191–195.
- Husen, F., & Ratnaningtyas, N. I. (2024). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera Lamk.) Terhadap Bakteri Escherichia coli Penyebab Penyakit Gangguan Pencernaan Secara In Vitro. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 11(2), 77–83.
- Jaglan, P., Kumar, M., & Singh, S. K. (2023). Studies on Phytochemical Properties and Antibacterial Activity of Moringa oleifera Flower Extract. *Annals of Biology*, 39(2), 337–343.
- Kumar, C. G., Mongolla, P., Pombala, S., Kamle, A., & Joseph, J. (2011). Physicochemical characterization and antioxidant activity of melanin from a novel strain of Aspergillus bridgeri ICTF-201. *Letters in Applied Microbiology*, 53(3), 350–358.
- Labambe, N. A., Lambui, O., & Ramadani. (2019). Uji Daya Hambat Ekstrak Kulit Batang Kelor (Moringa oleifera Lamk.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Vibrio cholerae. Universitas Tadulako.
- Maulida, R., & Supartono. (2016). Biodiesel Minyak Biji Pepaya (Carica Papaya L.) Melalui Proses Transesterifikasi Kulit Telur. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(1), 42–45.
- Naufizdihar, N. A., Adji, A. S., Studi, P., & Dokter, P. (2022). The Potential of Moringa Oleifera Extract to Treat Gastroenteritis. *JIMKI : Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 9(4), 54–63.
- Nguyen, D. T. T., & Khanh Nguyen, L. (2024). Antibacterial, Antioxidant and Anticoagulant Activities of Different Aged Moringa Oleifera Leaf Extracts and Application In Natural Serum Product. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1399(1), 1–10.
- Nursetyo, A. A., & Hasri, E. T. (2021). Panduan Penggunaan Aplikasi Sistem Kewaspadaan Dini dan Respon (SKDR) untuk Pelaporan Penyakit Berpotensi Kejadian Luar Biasa (KLB).

- Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik, Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kementerian Kesehatan.
- Oladeji, O. S., Odelade, K. A., & Oloke, J. K. (2019). Phytochemical screening and antimicrobial investigation of *Moringa oleifera* leaf extracts. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 0(0), 1–6.
- Oprescu, E. E., Enascuta, C. E., Radu, E., Ciltea-Udrescu, M., & Lavric, V. (2022). Does the ultrasonic field improve the extraction productivity compared to classical methods – Maceration and reflux distillation? *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 179.
- Patra, J. K., Das, G., & Baek, K. H. (2015). Chemical composition and antioxidant and antibacterial activities of an essential oil extracted from an edible seaweed, *Laminaria japonica* L. *Molecules*, 20(7), 12093–12113.
- Qi, W., Xiong, D., & Long, M. (2022). Quercetin: Its Antioxidant Mechanism, Antibacterial Properties and Potential Application in Prevention and Control of Toxipathy. *Molecules*, 27(19).
- Rivai, A. T. O. (2020). Identifikasi Senyawa yang Terkandung pada Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(2), 63–70.
- Rizky Hadyan, M. (n.d.). *Uji Aktivitas Sitotoksik Ekstrak Etanol Daun Sirsak (Annona Muricata L.) yang Tumbuh di Daerah Cianjur Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)*. <https://journals.sangkuriangpublisher.com/pharmacomedic>
- Roni, A., Maesaroh, M., & Marliani, L. (2019). Aktivitas Antibakteri Biji, Kulit Dan Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureu*. *Kartika : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(1), 29.
- Sa'adah, H., & Nurhasnawati, H. (2017). Perbandingan pelarut etanol dan air pada pembuatan ekstrak umbi bawang tiwai (*Eleutherine americana* Merr) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung, Jurnal Kesehatan*, 7(2), 149–153.
- Saini, M. S., Kumar, A., Dwivedi, J., & Singh, R. (2013). A review: biological significances of heterocyclic compounds. *Int. J. Pharm. Sci. Res*, 4(3), 66–77.
- Sulley, M. S. (2006). *The Hygienic Standard of meat handling in the Tamale metropolis*. University for Development Studie.
- Sunny, F. (2016). Isolation and Characterization of Bacteria Producing Antibacterial Compound that Associated with Corals and Sponges from Bitung and Selat Makassar. *Bioma*, 12(1).
- Suryani, N. C., Permana, D. G. M., & Jambe A.A.G.N. (2015). Pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 5(1), 1–10.
- Yasmine, F. N. (2025). Efektivitas Gallic Acid Sebagai Agen Antibakterial: Tinjauan Literatur. *Jurnal Mahasiswa Ilmu Kesehatan*, 3(2), 145–155.
- Yosi Siti Solihah, & Fikri Hidayat. (2022). Pengaruh Metode Plasma dalam Peningkatan Penyerapan Minyak Kayu Manis (Cinnamon oil) pada Kaos Kaki dan Uji Aktivitas Antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis* Penyebab Bau Kaki. *Jurnal Riset Farmasi*, 1(2), 124–132. <https://doi.org/10.29313/jrf.v1i2.567>
- Yuliani, E. (2022). *Kebutuhan Dasar Manusia*. Rena Cipta Mandiri.
- Zhao, L., Zhang, H., Hao, T., & Li, S. (2015). In vitro antibacterial activities and mechanism of sugar fatty acid esters against five food-related bacteria. *Food Chemistry*, 18(7), 370–377.