

Tinjauan Pustaka

Review: Aktivitas Antimikroba Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) Berdasarkan Hasil Pengujian dengan Metode Mikrodilusi

Grasia Laura Boru Sihombing¹, Ni Putu Eka Leliqia^{2*}

¹Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia
grasialaura1@gmail.com

²Program Studi Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana Indonesia
eka_leliqia@unud.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak– Tanaman temu putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) diketahui mengandung metabolit sekunder diantaranya saponin, tanin, glikosida, flavonoid, steroid, terpenoid, alkaloid, dan polifenol yang beberapa diantaranya memiliki potensi sebagai antimikroba. Artikel ini ditulis untuk mengkaji beberapa penelitian mengenai aktivitas antimikroba tanaman temu putih yang diuji menggunakan metode mikrodilusi. Artikel ini merupakan *narrative review* dari artikel-artikel ilmiah internasional dan nasional. Hasil studi menunjukkan bahwa bagian tanaman temu putih yang memiliki aktivitas antimikroba adalah rimpang, daun, dan tangkai. Ekstrak dari bagian-bagian tanaman tersebut diperoleh dengan menggunakan metode dan pelarut ekstraksi yang bervariasi. Ekstrak temu putih terbukti menghambat bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif, diantaranya yaitu *Bacillus cereus*, *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium phlei*, *Propionibacterium acnes*, *Sarcina lutea*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Salmonella paratyphi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, dan *Shigella sonnei*. Selain itu, temu putih juga terbukti dapat menghambat pertumbuhan jamur *Candida dubliniensis*, *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, dan *Fusarium oxysporum*. Aktivitas antimikroba paling tinggi diperoleh pada minyak atsiri rimpang temu putih terhadap jamur *C. albicans* dan bakteri Gram positif *S. aureus* dengan KHM sebesar 6,25 µg/mL serta ekstrak n-heksana rimpang temu putih terhadap bakteri Gram negatif *K. pneumoniae* dan *P. mirabilis* dengan KHM sebesar 10 µg/mL. Berdasarkan hasil studi literatur, diketahui bahwa ekstrak temu putih memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai agen antimikroba.

Kata Kunci– Antimikroba, *Curcuma zedoaria*, mikrodilusi, temu putih.

1. PENDAHULUAN

Temu putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) adalah tanaman obat yang telah digunakan secara turun-temurun pada pengobatan tradisional di berbagai negara, salah satunya yaitu Indonesia. Bagian dari tanaman temu putih yang digunakan sebagai pengobatan yaitu rimpang, daun, bunga, serta tangkainya. Tanaman ini memiliki berbagai aktivitas farmakologi yang dapat digunakan untuk pengobatan, beberapa diantaranya yaitu sebagai antimikroba, antikanker, antipiretik, antioksidan, antikolesterol, serta antiproliferasi (Ramdhani dkk., 2022; Saras, 2023). Penelitian tanaman herbal seperti temu putih sebagai agen antimikroba menjadi sangat penting dalam menemukan alternatif pengobatan yang baru. Hal ini terjadi karena prevalensi penyakit infeksi dan resistensi mikroba terhadap antimikroba yang sudah ada

semakin meningkat yang menyebabkan peningkatan morbiditas dan mortalitas serta biaya perawatan kesehatan (Riswanto dkk., 2017). Meskipun temu putih telah banyak diteliti aktivitas antimikrobanya, namun perlu adanya penggalian informasi lebih dalam mengenai potensinya sebagai agen antimikroba.

Aktivitas antimikroba (antibakteri dan antijamur) dapat diuji dengan menggunakan metode difusi dan dilusi. Metode dilusi dibedakan menjadi dua yaitu dilusi cair dan dilusi padat (Berkow *et al.*, 2020; Kowalska-Krochmal and Dudek-Wicher, 2021). *The Clinical & Laboratory Standards Institute* (CLSI) memperbolehkan penggunaan kedua metode dilusi tersebut untuk pengujian sebagian besar bakteri uji dan antibakteri (CLSI, 2018). Metode yang dipilih dalam review artikel ini adalah mikrodilusi yang merupakan salah satu jenis metode dilusi. *The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST) sebagian besar merekomendasikan penggunaan mikrodilusi cair untuk pengujian antibakteri (EUCAST, 2024). Metode mikrodilusi umumnya dipilih karena metode ini lebih sensitif daripada difusi, memerlukan sampel yang lebih sedikit, dan dapat memberikan hasil yang akurat (Sari dkk., 2021). Selain itu metode tersebut juga dapat memberikan hasil yang kuantitatif dengan parameter uji berupa Konsentrasi Hambat Minimum (Lazou and Chaintoutis, 2023). Pada pengujian aktivitas antijamur, metode mikrodilusi telah terstandarisasi dan tersedia untuk ragi dan jamur, dapat digunakan untuk ragi dan jamur berfilamen, serta dapat digunakan untuk antijamur yang baru ditemukan (Berkow *et al.*, 2020).

Aktivitas antimikroba pada tanaman temu putih sangat dipengaruhi oleh kandungan fitokimianya (Hochma *et al.*, 2021). Kandungan fitokimia seperti saponin, tanin, flavonoid, steroid, minyak atsiri, terpenoid, glikosida, alkaloid, furan, dan polifenol diduga memiliki aktivitas antimikroba (Marliani dkk., 2021; Noreen *et al.*, 2012; Thin *et al.*, 2022; Tinrat, 2022). Penulisan artikel ini bertujuan untuk menganalisis potensi dari temu putih sebagai agen antimikroba berdasarkan hasil pengujian dengan metode mikrodilusi serta kandungan fitokimia yang terdapat dalam tanaman tersebut yang diduga berperan terhadap aktivitas antimikroba. Sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam bidang farmakologi dan pengembangan obat yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk penelitian lebih lanjut.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel ini adalah *literatur review* dengan mengumpulkan data-data terkait aktivitas antimikroba (antibakteri dan antijamur) tanaman temu putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) yang diuji menggunakan metode mikrodilusi beserta kandungan fitokimianya. Jurnal yang digunakan yaitu 25 jurnal ilmiah internasional dan 9 jurnal ilmiah nasional. Penelusuran dilakukan melalui *website Google Scholar* menggunakan kata kunci *Curcuma zedoaria*, temu putih, *antibacterial*, antibakteri, *antifungal*, antijamur, *antimicrobial* yang kemudian diseleksi lebih lanjut mengenai aktivitas antimikroba dengan mikrodilusi. Beberapa jurnal ilmiah yang digunakan telah terindeks scopus dengan kriteria Schimago Q1 sebanyak 4 jurnal, Q2 sebanyak 8 jurnal, Q3 sebanyak 5 jurnal, Q4 sebanyak 4 jurnal, SINTA 5 sebanyak 3 jurnal, SINTA 4 sebanyak 1 jurnal, dan SINTA 2 sebanyak 2 jurnal. Data kandungan fitokimia dan aktivitas antimikroba dari temu putih selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel, dibahas, dan dibuat kesimpulan. Sumber pustaka untuk data yang ditampilkan dalam tabel seluruhnya berasal dari *original* artikel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada sub bab hasil dan pembahasan di artikel ini akan dipaparkan kandungan fitokimia yang terdapat pada bagian rimpang, daun, tangkai temu putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) serta aktivitas antimikrobanya.

3.1 Kandungan Fitokimia Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe)

Fitokimia merupakan senyawa yang dapat memberikan rasa, warna, aroma pada tanaman, dan efek farmakologi dengan berbagai macam mekanisme kerja. Keberadaan dari senyawa ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor baik internal maupun eksternal seperti genetik, fisiologi, pH, suhu, oksigen, cahaya, kadar air, dan kondisi penyimpanannya. Senyawa fitokimia dapat dibedakan menjadi beberapa golongan diantaranya polifenol, karotenoid, glukosinolat, polisakarida, lektin, terpen, alkaloid, polietilena, senyawa allium, klorofil, kapsaisinoid, dan betalain (Tiwari *et al.*, 2013). Deteksi dari senyawa fitokimia dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu dengan kromatografi, spektroskopi, serta dengan pereaksi warna atau pengendapan (Julianto, 2019).

Tanaman temu putih memiliki kandungan fitokimia yang beragam berdasarkan hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut dan metode ekstraksi yang berbeda-beda (Tabel 1). Hal ini dikarenakan perbedaan tingkat kepolaran pada setiap pelarut dan prinsip kerja pada setiap metode ekstraksi dalam proses penarikan senyawa dalam tanaman temu putih serta sifat fisikokimia dari senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman itu sendiri (Septiana dan Asnani, 2012; Firdiyani dkk., 2015). Perbedaan kandungan kimia pada tanaman temu putih yang terdapat dalam masing-masing pelarut baik yang bersifat non-polar seperti n-heksana, semi polar seperti etil asetat, dan polar seperti akuades, etanol, metanol, dan aseton disebabkan karena perbedaan kemampuan masing-masing pelarut sebagai cairan penyari dalam mengekstraksi suatu senyawa serta perbedaan kelarutan masing-masing senyawa fitokimia dalam pelarut yang berbeda-beda. Senyawa kimia yang bersifat polar akan ditarik dengan pelarut yang bersifat polar sehingga senyawa kimia tersebut akan lebih banyak terdapat pada ekstrak yang menggunakan pelarut polar. Begitupun sebaliknya, senyawa kimia yang memiliki sifat non-polar atau semi polar akan ditarik dengan pelarut yang memiliki sifat non-polar atau semi polar yang menyebabkan senyawa kimia tersebut akan lebih banyak terdapat pada ekstrak yang menggunakan jenis pelarut yang memiliki sifat yang sama (Sarker *et al.*, 2006).

Pada Tabel 1, terdapat juga penelitian yang langsung mengekstraksi minyak atsiri dari rimpang dan daun temu putih. Proses ekstraksi minyak atsiri dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut non-polar, akan tetapi dapat pula dilakukan dengan menggunakan beberapa teknik ekstraksi seperti penelitian yang dilakukan oleh Thin *et al.*, (2022), Wungsintaweekul *et al.* (2010), Jena *et al.* (2020), dan Rahman *et al.* (2013), yang mengekstraksi minyak atsiri menggunakan teknik ekstraksi fluida superkritis dengan CO₂ dan hidrodistilasi. Kedua metode ini dipilih karena cepat, selektif, ramah lingkungan, serta dapat mengekstraksi senyawa volatil seperti minyak atsiri pada tanaman (Thin *et al.*, 2022; Jena *et al.*, 2020).

Tabel 1. Kandungan Fitokimia pada Ekstrak Temu Putih

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Kandungan Senyawa Fitokimia	Pustaka
Rimpang Temu Putih			
Akuades	Maserasi	Saponin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, alkaloid	Tinrat, 2022
Etanol 96%	Maserasi	Polifenol, flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid	Marliani dkk., 2021
Etanol 95%	Maserasi	Saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, alkaloid	Tinrat, 2022
Etanol	Maserasi	Alkaloid, flavonoid, tanin, glikosida, triterpenoid	Yuandani <i>et al.</i> , 2024
Aseton 75%	Maserasi	Saponin, tanin, flavonoid, steroid, terpenoid, glikosida, alkaloid	Tinrat, 2022
Fraksi etil asetat dari ekstrak metanol	Kromatografi cair vakum	Flavonoid, turunan kumarin, 3,5,7- <i>trihydroxy-4'-methoxyflavone</i> (<i>kaempferide</i>), 7- <i>methoxy coumarin</i> (<i>herniarin</i>)	Rahayu <i>et al.</i> , 2020
Fraksi n-heksana dari ekstrak metanol	Kromatografi cair vakum	Alkaloid, terpenoid	Ode <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	Terpenoid, furan	Thin <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	Hidrodilatasi	Terpenoid	Wungsintaweekul <i>et al.</i> , 2010
Minyak atsiri	Hidrodilatasi	Furan, terpenoid, alkena, alkana, aldehyd, alkohol, ester, keton, fenilpropanoid	Jena <i>et al.</i> , 2020
Daun Temu Putih			
Minyak atsiri	CO ₂ Fluida superkritis	Terpenoid, furan	Thin <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	Hidrodilatasi	Terpenoid, alkohol, asam lemak	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Tangkai Temu Putih			
Metanol	Maserasi	Tanin, alkaloid, saponin, flavonoid	Noreen <i>et al.</i> , 2012
Aseton	Maserasi	Tanin, alkaloid, saponin, flavonoid	Noreen <i>et al.</i> , 2012

3.2 Aktivitas Antimikroba Temu Putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe)

Pengujian aktivitas antimikroba pada studi literatur ini menggunakan bakteri Gram positif, bakteri Gram negatif, dan jamur yang dilakukan dengan metode mikrodilusi dengan parameter yang diamati yaitu nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). KHM merupakan konsentrasi terendah senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroba sebesar minimal 50% pada media (Berkow *et al.*, 2020). Sedangkan KBM merupakan konsentrasi terendah senyawa antimikroba, dimana tidak terdapat pertumbuhan mikroba pada media (Santos *et al.*, 2020). Rangkuman aktivitas antibakteri ekstrak temu putih pada bakteri Gram positif dan negatif dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3, terlihat bahwa pada metode ekstraksi yang sama, KHM yang dihasilkan oleh ekstrak semakin kecil dengan semakin berkurangnya kepolaran pelarut, yang menunjukkan aktivitas antimikrobanya semakin kuat. Senyawa kimia yang tersari pada proses ekstraksi dengan pelarut non polar berbeda dengan yang tersari menggunakan pelarut polar. Hal ini sesuai dengan prinsip *like dissolves like*, pelarut dengan nilai polaritas yang mendekati nilai polaritas zat terlarut cenderung memiliki kinerja lebih baik, dan sebaliknya (Zhang *et al.*, 2018). Aktivitas farmakologi dari suatu tanaman juga dipengaruhi oleh variasi geografis, kondisi lingkungan, dan faktor fisiologis yang memengaruhi senyawa fitokimia bioaktifnya (Abdalla and Abdallah, 2018). Hal ini terlihat dari hasil penelitian Tinrat (2022) dan Islam *et al.*, (2017), terdapat perbedaan KHM walaupun menggunakan pelarut dengan kepolaran yang mirip dan metode ekstraksi yang sama (Tabel 2). Hal ini diduga karena perbedaan asal tanaman. Pada penelitian Tinrat (2022), sampel diambil dari Thailand, sedangkan pada penelitian Islam *et al.* (2017) sampel diambil dari Bangladesh.

Metode ekstraksi merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi efek farmakologi ekstrak dari tanaman (Abdalla and Abdallah, 2018). Proses ekstraksi merupakan tahap awal dalam memisahkan produk alami yang diinginkan dari suatu bahan baku. Teknik ekstraksi melibatkan penggunaan pelarut, distilasi, pengepresan, dan sublimasi yang dilakukan berdasarkan prinsip-prinsip dasar ekstraksi (Zhang *et al.*, 2018). Data pada Tabel 2 dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Thin *et al.* (2022) dan Jena *et al.* (2020), memperlihatkan bahwa kandungan kimia yang lebih spesifik seperti minyak atsiri yang diekstraksi menggunakan metode yang lebih spesifik (ekstraksi fluida superkritis, hidrodestilasi) memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik dibandingkan ekstrak dengan kandungan senyawa kimia yang lebih beragam yang diekstraksi menggunakan metode maserasi seperti yang dilakukan oleh Tinrat (2022). Hal ini diduga karena kandungan kimia dalam suatu ekstrak yang lebih spesifik menyebabkan aktivitas farmakologinya akan semakin meningkat (Luhurningtyas dkk., 2021). Hal ini juga terlihat pada data di Tabel 3. Berdasarkan hasil penelitian Tinrat (2022) dan Wilson *et al.* (2005) terdapat perbedaan aktivitas antibakteri temu putih yang menunjukkan bahwa perbedaan metode ekstraksi diduga berpengaruh terhadap aktivitas antibakterinya. Metode sokletasi diduga lebih efektif dalam mengekstraksi senyawa kimia yang terdapat dalam tanaman jika dibandingkan dengan metode maserasi (Purwanti, 2022).

Perbandingan aktivitas antibakteri tanaman temu putih (Tabel 2 dan 3) memperlihatkan bahwa secara umum aktivitas sampel uji terhadap bakteri Gram positif menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan bakteri Gram negatif. Perbedaan ini diduga oleh variasi struktur dari dinding sel kedua bakteri tersebut. Dinding sel bakteri Gram negatif memiliki ketahanan yang lebih baik karena strukturnya lebih kompleks, sehingga membuat senyawa antibakteri lebih sulit menembus dinding sel dibandingkan dengan bakteri Gram positif

(Soniman dkk., 2022). Berdasarkan data pada Tabel 2, minyak atsiri rimpang temu putih menunjukkan aktivitas antibakteri yang paling efektif terhadap bakteri Gram positif dengan KHM 6,25 µg/mL terhadap *S. aureus*, kemudian pada ekstrak etil asetat dan minyak atsiri daun temu putih dengan KHM 62,5 µg/mL terhadap *B. cereus*, serta ekstrak aseton tangkai temu putih dengan KHM 17.300 µg/mL terhadap *M. luteus*. Sedangkan berdasarkan data Tabel 3, ekstrak n-heksana dari rimpang temu putih menunjukkan aktivitas antibakteri terkuat terhadap bakteri Gram negatif dengan KHM 10 µg/mL terhadap *K. pneumoniae* dan *P. mirabilis*, kemudian pada ekstrak etil asetat dan minyak atsiri daun temu putih dengan KHM 62,5 µg/mL terhadap *S. dysenteriae*, serta ekstrak aseton tangkai temu putih dengan KHM 14.500 µg/mL terhadap *K. pneumonia*.

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Positif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Akuades	Maserasi	<i>Bacillus cereus</i>	200.000	800.000	Tinrat, 2022
		<i>Enterococcus faecalis</i>	200.000	800.000	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	100.000	800.000	
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	50.000	100.000	
Etanol 96%	Maserasi	<i>Propionibacterium acnes</i>	> 512	> 512	Marliani dkk., 2021
		<i>Staphylococcus aureus</i>	512	> 512	
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	> 512	> 512	
Etanol 95%	Maserasi	<i>Bacillus cereus</i>	200.000	800.000	Tinrat, 2022
		<i>Enterococcus faecalis</i>	200.000	800.000	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	50.000	400.000	
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	100.000	400.000	
Etanol	Maserasi	<i>Bacillus cereus</i>	128	-	Islam <i>et al.</i> , 2017
		<i>Sarcina lutea</i>	256	-	
Etanol	Sokletasi	<i>Bacillus subtilis</i>	150	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
		<i>Micrococcus luteus</i>	80	-	
Etanol	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i>	500	500	Limsuwan <i>and</i> Voravuthikunchai, 2013
Aseton 75%	Maserasi	<i>Bacillus cereus</i>	800.000	> 1.600.000	Tinrat, 2022
		<i>Enterococcus faecalis</i>	50.000	800.000	
		<i>Staphylococcus aureus</i>	100.000	800.000	
		<i>Staphylococcus epidermidis</i>	100.000	800.000	
Aseton	Sokletasi	<i>Bacillus subtilis</i>	10	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
		<i>Micrococcus luteus</i>	40	-	

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Positif (lanjutan)

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Kloroform	Sokletasi	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i>	40 40	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Petroleum eter	Sokletasi	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i>	10 10	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
N-heksana	Sokletasi	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i>	10 10	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Fraksi n-heksana dari ekstrak metanol	Kromatografi cair vakum	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Micrococcus luteus</i>	10 10	- -	Ode <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	100 200	- -	Thin <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Mycobacterium phlei</i>	1.200	-	Wungsintawee kul <i>et al.</i> , 2010
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	12,5 25 6,25	- - -	Jena <i>et al.</i> , 2020
Daun Temu Putih					
Metanol	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	125 125 250	- - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Etil asetat	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	125 62,5 125	- - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Kloroform	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	125 250 250	- - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Petroleum eter	Maserasi	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	125 250 250	- - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Streptococcus pyogenes</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	250 62,5 250	- - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Bacillus cereus</i> <i>Staphylococcus aureus</i>	200 400	- -	Thin <i>et al.</i> , 2022

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Positif (Lanjutan)

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Tangkai Temu Putih					
Metanol	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	36.500	39.300	Noreen <i>et al.</i> , 2012
		<i>Bacillus subtilis</i>	37.200	25.100	
		<i>Micrococcus luteus</i>	18.400	20.900	
Aseton	Maserasi	<i>Staphylococcus aureus</i>	20.400	23.600	Noreen <i>et al.</i> , 2012
		<i>Bacillus subtilis</i>	29.100	29.900	
		<i>Micrococcus luteus</i>	17.300	22.200	

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Negatif

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Akuades	Maserasi	<i>Proteus mirabilis</i>	100.000	400.000	Tinrat, 2022
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	50.000	800.000	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100.000	800.000	
		<i>Escherichia coli</i>	100.000	800.000	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	200.000	800.000	
Etanol 95%	Maserasi	<i>Proteus mirabilis</i>	100.000	400.000	Tinrat, 2022
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	100.000	800.000	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100.000	800.000	
		<i>Escherichia coli</i>	50.000	800.000	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	200.000	800.000	
Etanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	64	-	Islam <i>et al.</i> , 2017
		<i>Salmonella typhi</i>	128	-	
Etanol	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	80	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
		<i>Proteus mirabilis</i>	150	-	
Etanol	Maserasi	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	> 500	-	Yuandani <i>et al.</i> , 2024
Aseton 75%	Maserasi	<i>Proteus mirabilis</i>	100.000	> 1.600.000	Tinrat, 2022
		<i>Klebsiella pneumoniae</i>	200.000	> 1.600.000	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	100.000	> 1.600.000	
		<i>Escherichia coli</i>	100.000	> 1.600.000	
		<i>Salmonella typhimurium</i>	800.000	> 1.600.000	

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Negatif (Lanjutan)

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Aseton	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Proteus mirabilis</i>	10 40	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Kloroform	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Proteus mirabilis</i>	10 40	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Petroleum eter	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Proteus mirabilis</i>	20 40	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
N-heksana	Sokletasi	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Proteus mirabilis</i>	10 10	- -	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Fraksi n-heksana ekstrak metanol)	Kromatografi cair vakum	<i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Proteus mirabilis</i>	10 10	- -	Ode <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	400 100	- -	Thin <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Escherichia coli</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	25 50	- -	Jena <i>et al.</i> , 2020
Daun Temu Putih					
Metanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Klebsiella pneumonia</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Shigella sonnei</i>	500 250 250 250 125 250 500	- - - - - - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Etil asetat	Maserasi	<i>Escherichia coli</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Klebselia pneumonia</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Shigella sonnei</i>	500 250 250 125 62,5 125 500	- - - - - - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013
Kloroform	Maserasi	<i>Escherichia coli</i> <i>Shigella flexneri</i> <i>Klebsiella pneumonia</i> <i>Salmonella typhi</i> <i>Shigella dysenteriae</i> <i>Salmonella paratyphi</i> <i>Shigella sonnei</i>	500 250 250 250 125 250 500	- - - - - - -	Rahman <i>et al.</i> , 2013

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Tabel 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temu Putih pada Bakteri Gram Negatif (Lanjutan)

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Bakteri	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Daun Temu Putih					
Petroleum eter	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	> 500	-	Rahman <i>et al.</i> , 2013
		<i>Shigella flexneri</i>	> 500	-	
		<i>Klebsiella pneumonia</i>	> 500	-	
		<i>Salmonella typhi</i>	500	-	
		<i>Shigella dysenteriae</i>	250	-	
		<i>Salmonella paratyphi</i>	250	-	
		<i>Shigella sonnei</i>	> 500	-	
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Escherichia coli</i>	250	-	Rahman <i>et al.</i> , 2013
		<i>Shigella flexneri</i>	125	-	
		<i>Klebsiella pneumonia</i>	125	-	
		<i>Salmonella typhi</i>	125	-	
		<i>Shigella dysenteriae</i>	62,5	-	
		<i>Salmonella paratyphi</i>	62,5	-	
		<i>Shigella sonnei</i>	250	-	
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Escherichia coli</i>	400	-	Thin <i>et al.</i> , 2022
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	200	-	
Tangkai Temu Putih					
Metanol	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	18.400	24.500	Noreen <i>et al.</i> , 2012
		<i>Klebsiella pneumonia</i>	31.300	34.100	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	27.300	31.500	
		<i>Salmonella typhi</i>	19.500	21.200	
Aseton	Maserasi	<i>Escherichia coli</i>	30.100	32.000	Noreen <i>et al.</i> , 2012
		<i>Klebsiella pneumonia</i>	14.500	20.300	
		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	19.600	22.400	
		<i>Salmonella typhi</i>	39.100	45.300	

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

Aktivitas antijamur juga termasuk ke dalam aktivitas antimikroba. Jamur-jamur yang umumnya diteliti yaitu jamur patogen seperti jamur genus *Aspergillus*, *Cylindrocladium*, *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Pythium*, *Candida*, dan lain sebagainya (Pinaria, 2023). Sedangkan pada studi literatur ini, yang telah ditemukan baru beberapa hasil penelitian pada jamur genus *Candida*, *Aspergillus*, dan *Fusarium*. Genus *Candida* mencakup sekitar 150 spesies, tetapi banyak spesies merupakan endosimbion manusia, yang menyebabkan infeksi terutama pada inang yang mengalami immunosupresi. Sekitar 80% infeksi disebabkan oleh *Candida albicans*, meskipun infeksi *Candida non-albicans* (*C. glabrata*, *C. tropicalis*, *C. krusei*, *C. dubliniensis*) semakin sering terjadi (Mark and Roberts, 2016). Sebagian besar penyakit *Aspergillus* disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*, namun spesies lain seperti *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *A. nidulans*, dan *A. flavus* telah dilaporkan menyebabkan infeksi klinis atau penyakit alergi (Moss, 2008). Pada manusia, *Fusarium* spp. menyebabkan berbagai macam infeksi,

seperti keratitis, peritonitis, tromboflebitis dan fungemia. *Fusarium oxysporum* merupakan salah satu spesies yang paling sering terlibat dalam infeksi manusia (Cighir *et al.*, 2023).

Berdasarkan Tabel 4, diketahui bahwa dalam penelitian Shinobu-Mesquita *et al.* (2011) dan Kawsud *et al.* (2014) dengan menggunakan pelarut dan metode ekstraksi yang sama menghasilkan aktivitas antijamur yang berbeda. Hal ini diduga karena perbedaan asal sampel penelitian. Shinobu-Mesquita *et al.* mengambil sampel di daerah Santosflora Comércio de Ervas Ltda. Sedangkan Kawsud *et al.* mengambil sampel di daerah Songkhla, Thailand. Data pada Tabel 4 juga memperlihatkan pola yang sama dengan aktivitas antibakteri, salah satunya yaitu aktivitas antijamur yang semakin meningkat dengan menurunnya tingkat kepolaran pelarut yang digunakan saat ekstraksi. Aktivitas antijamur yang paling kuat dimiliki oleh minyak atsiri rimpang temu putih dengan KHM 6,25 µg/mL terhadap *C. albicans*.

Secara umum minyak atsiri dari temu putih menunjukkan aktivitas antimikroba yang paling baik. Beberapa studi telah mampu mengidentifikasi kandungan minyak atsiri dari rimpang temu putih diantaranya yaitu *werecurzerenone*, *1,8-cineole*, *curzerene*, *trans-β-elemene*, *camphor* dan *germacrone* (Poudel *et al.*, 2022). Turunan *1,8-cineole* diketahui memiliki gugus teroksidasi yang diduga memiliki aktivitas antimikroba dengan mekanisme kerja melalui destabilisasi membran yang menyebabkan kematian bakteri (Brandes *et al.*, 2024).

Tabel 4. Aktivitas Antijamur Ekstrak Temu Putih

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Jamur	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Etanol 96%	Maserasi	Candida albicans Candida glabrata Candida tropicalis	1,95 - 15,63 7,82 - 15,63 7,82	- - -	Shinobu-Mesquita et al., 2011
Etanol	Sokletasi	Candida albicans	80	-	Wilson et al., 2005
Etanol	Maserasi	Candida albicans ATCC 10231	2.600	> 25.000	Kawsud et al., 2014
		Candida dubliniensis MYA-577	2.600	25.000	
		Candida albicans ATCC 90028	2.600	> 25.000	
		Candida dubliniensis MYA-646	2.600	25.000	
		Candida glabrata ATTC 66032	6.250	> 25.000	
		Candida krusei ATTC 34135	8.330	> 25.000	
		Candida glabrata ATTC 90030	6.250	> 25.000	

KBM = konsentrasi bunuh minimum, KHM = konsentrasi hambat minimum, - = data tidak ada

Tabel 4. Aktivitas Antijamur Ekstrak Temu Putih (Lanjutan)

Ekstrak	Metode Ekstraksi	Jenis Jamur	Aktivitas		Pustaka
			KHM (µg/mL)	KBM (µg/mL)	
Rimpang Temu Putih					
Etanol	Maserasi	<i>Candida tropicalis</i> ATTC 750	2.600	> 25.000	Kawsud <i>et al.</i> , 2014
		<i>Candida tropicalis</i> ATTC 13803	1.560	25.000	
		<i>Candida krusei</i> ATTC 6258	8.330	> 25.000	
		<i>Candida tropicalis</i> ATTC 66029	2.600	> 25.000	
Metanol	Maserasi	<i>Candida abicans</i>	15.620	15.620	Geraldi <i>et al.</i> , 2022
Aseton	Sokletasi	<i>Aspergillus niger</i>	10	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
		<i>Candida albicans</i>	10	-	
Kloroform	Sokletasi	<i>Candida albicans</i>	40	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Petroleum eter	Sokletasi	<i>Aspergillus niger</i>	150	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
		<i>Candida albicans</i>	20	-	
N-heksana	Sokletasi	<i>Candida albicans</i>	10	-	Wilson <i>et al.</i> , 2005
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Candida albicans</i>	200	-	Thin <i>et al.</i> , 2022
Minyak atsiri	Hidrodistilasi	<i>Aspergillus niger</i>	100	-	Jena <i>et al.</i> , 2020
		<i>Candida albicans</i>	6,25	-	
		<i>Aspergillus flavus</i>	50	-	
		<i>Fusarium oxysporum</i>	12,5	-	
Daun Temu Putih					
Minyak atsiri	CO ₂ fluida superkritis	<i>Candida albicans</i>	400	-	Thin <i>et al.</i> , 2022

- = data tidak ada; KBM = konsentrasi bunuh minimum; KHM = konsentrasi hambat minimum

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil *literatur review*, dapat disimpulkan bahwa bagian rimpang dan daun dari tanaman *Curcuma zedoaria* mempunyai aktivitas sebagai antimikroba terhadap jamur, bakteri Gram negatif, dan Gram positif. Terutama pada minyak atsiri rimpang temu putih terhadap jamur *Candida albicans* dan bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* serta pada ekstrak n-heksana rimpang temu putih terhadap bakteri Gram negatif *Klebsiella pneumoniae* dan *Proteus mirabilis*. Selain itu, kekuatan aktivitas antimikroba pada tanaman temu putih berbeda-beda tergantung pada metode ekstraksi, pelarut dan tempat tumbuh dari tanaman temu

putih yang dapat mempengaruhi kandungan fitokimianya sehingga dapat mempengaruhi aktivitasnya sebagai antimikroba.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, W. E., & Abdallah, E. M. (2018). Antibacterial activity of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) rhizome: a mini review. *International Journal of Pharmacognosy and Chinese Medicine*, 2(4), 1–8.
- Berkow, E. L., Lockhart, S. R., & Ostrosky-Zeichner, L. (2020). Antifungal susceptibility testing: current approaches. *Clinical Microbiology Reviews*, 33(3), 1–30.
- Brandes, A., Dunning, M., & Langland, J. (2024). Antimicrobial activity of individual volatile compounds from various essential oils. *Molecules*, 29(8), 1–9.
- Cighir, A., Mare, A. D., Vultur, F., Cighir, T., Pop, S. D., Horvath, K., & Man, A. (2023). *Fusarium* spp. In human disease: exploring the boundaries between commensalism and pathogenesis. *Life*, 13, 1–14.
- CLSI. (2018). *Performance standards for antimicrobial susceptibility testing 28th edition*. Clinical and Laboratory Standards Institute.
- EUCAST. (2024). *European committee on antimicrobial susceptibility testing: breakpoint tables for interpretation of mics and zone diameters*. The European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing.
- Firdiyani, F., Agustini, T. W., & Ma'ruf, W. F. (2015). Ekstraksi senyawa bioaktif sebagai antioksidan alami *Spirulina platensis* segar dengan pelarut yang berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 18(1), 28–37.
- Geraldi, A., Wardana, A. P., Aminah, N. S., Kristanti, A. N., Sadila, A. Y., Wijaya, N. H., Wijaya, M. R. A., Diningrum, N. I. D., Hajar, V. R., & Manuhara, Y. S. W. (2022). Tropical medicinal plant extracts from indonesia as antifungal agents against *Candida albicans*. *Frontiers in Bioscience - Landmark*, 27(9), 1–9.
- Hochma, E., Yarmolinsky, L., Khalfin, B., Nisnevitch, M., Ben-Shabat, S., & Nakonechny, F. (2021). Antimicrobial effect of phytochemicals from edible plants. *Processes*, 9(11).
- Islam, M., Akter, H. M., Islam, F., & Yeasmin, T. (2017). Antimicrobial, membrane stabilizing and thrombolytic activities of ethanolic extract of *Curcuma zedoaria* Rosc. rhizome. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(5), 38–41.
- Jena, S., Ray, A., Sahoo, A., Panda, P. C., & Nayak, S. (2020). Deeper insight into the volatile profile of essential oil of two curcuma species and their antioxidant and antimicrobial activities. *Industrial Crops and Products*, 155, 1–11.
- Julianto, S. T. (2019). *Fitokimia: tinjauan metabolit sekunder dan skrining fitokimia*. Universitas Islam Indonesia.
- Kawsud, P., Puripattanavong, J., & Teanpaisan, R. (2014). Screening for anticandidal and antibiofilm activity of some herbs in thailand. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(9), 1495–1501.
- Kowalska-Krochmal, B., & Dudek-Wicher, R. (2021). The minimum inhibitory concentration of antibiotics: methods, interpretation, clinical relevance. *Pathogens*, 10(2), 1–21.
- Lazou, T. P., & Chaintoutis, S. C. (2023). Comparison of disk diffusion and broth microdilution methods for antimicrobial susceptibility testing of *Campylobacter* isolates of meat origin. *Journal of Microbiological Methods*, 204.

- Limsuwan, S., & Voravuthikunchai, S. P. (2013). Anti-streptococcus pyogenes activity of selected medicinal plant extracts used in thai traditional medicine. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 12(4), 535–540.
- Luhurningtyas, F. P., Susilo, J., Yuswantina, R., Widhiastuti, E., & Ardiyansah, F. W. (2021). Aktivitas imunomodulator dan kandungan fenol ekstrak terpurifikasi rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc. Var. Rubrum). *Indonesian Journal of Pharmacy and Natural Product*, 4(1), 51–59.
- Mark, H. B., & Robert, S. P. (2016). *The Merck Manual of Diagnosis and Therapy* (18th ed). Merck Sharp & Dohme Corp.
- Marliani, L., Sukmawati, I. K., Juanda, D., Anjani, E., & Anggraeni, I. (2021). Penapisan fitokimia, kadar kurkuminoid dan aktivitas antibakteri temu hitam (*Curcuma aeruginosa* (Christm) Roscoe.), temu putih (*Curcuma zedoaria* Roxb.) dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). *Herb Medicine Journal*, 4(1), 57–64.
- Moss, R. B. (2008). *Allergic Bronchopulmonary Aspergillosis*. Of book (Chapter 46), Pediatric Respiratory Medicine (Second edition). Mosby Elsevier.
- Noreen, F., Hussain, N., Zaheer, M., & Rahman, S. (2012). Antibacterial activities of some selected plant extracts of local herbal medicines in lahore-pakistan. *Journal of Chinese Pharmaceutical Sciences*, 21(3), 278–282.
- Ode, D. S., Dwi, A. S., Gustin, S., Dyah, U. C. R., Hanhan, D., & Purwantiningsih, S. (2022). Secondary metabolite isolated from indonesian white turmeric (*Curcuma zedoaria*) rhizomes and its potential as antibacterial agent. *The Pharma Innovation Journal*, 11(1), 28–32.
- Pinaria, A. (2023). *Jamur patogen tanaman terbawa tanah*. Unstrat Press.
- Poudel, D. K., Ojha, P. K., Rokaya, A., Satyal, R., Satyal, P., & Setzer, W. N. (2022). Analysis of volatile constituents in curcuma species, viz. *C. aeruginosa*, *C. zedoaria*, and *C. longa*, from Nepal. *Plants*, 11(15), 1–12.
- Purwanti, A. (2022). Pengaruh metode ekstraksi terhadap aktivitas antibakteri ekstrak daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L). *PHARMACON*, 11(4), 1694–1699.
- Rahayu, D. U. C., Setyani, D. A., Dianhar, H., & Sugita, P. (2020). Phenolic compounds from indonesian white turmeric (*Curcuma zedoaria*) rhizomes. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13(7), 194–198.
- Rahman, A., Afroz, M., Islam, D. K., Rokonzaman, M., Islam, R., Al-Reza, S. M., & Sattar, M. A. (2013). Chemical composition and antibacterial properties of the essential oil and organic extracts of *Curcuma zedoaria* leaf. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1–9.
- Ramdhani, A. C., Maulana, I. T., & Yuliawati, K. M. (2022). Studi aktivitas farmakologi rimpang temu putih (*Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe) terhadap beberapa penyakit kronis. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2), 86–88.
- Riswanto, S. R., Basuki, D. R., & Romdhoni, M. F. (2017). Hubungan penggunaan antibiotik dengan tingkat kekambuhan ISPA pada balita di puskesmas cilembang kota Tasikmalaya periode 1 januari – 31 desember. *Saintika Medika*, 13(1), 52–57
- Santos, N. C. D. S., Scodro, R. B. D. L., Sampiron, E. G., Ieque, A. L., Carvalho, H. C. De, Santos, T. D. S., Ghiraldi Lopes, L. Di., Campanerut-Sá, P. A. Z., Siqueira, V. L. Di., Caleffi-ferracioli, k. R., Teixeira, J. J. V., & Cardoso, R. F. (2020). Minimum bactericidal

- concentration techniques in *Mycobacterium tuberculosis*: A systematic review. *Microbial Drug Resistance*, 1–14.
- Saras, T. (2023). *Mengenal Kunyit Putih: Manfaat, Khasiat, dan Penggunaannya*. Tiram Media.
- Sari, N. P. D. P., Cahyo, B. D., Sugijanto, N. E. N., & Suciati. (2021). Aktivitas antibakteri dari jamur endofit *penicillium oxalicum* hasil isolasi dari spons *Homaxinella tanitai*. *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 8(1), 10–15.
- Sarker, S. D., Latif, Z., & Gray, A. I. (2006). *Natural products isolation second edition*. Humana Press.
- Septiana, A. T., & Asnani, A. (2012). Kajian sifat fisikokimia ekstrak rumput laut coklat *sargassum duplicatum* menggunakan berbagai pelarut dan metode ekstraksi. *AGROINTEK*, 6(1), 22–28.
- Shinobu-Mesquita, C. S., Bertoni, T. A., Guilhermetti, E., & Svidzinski, T. I. E. (2011). Antifungal activity of the extract of *Curcuma zedoaria* against yeasts of the genus *Candida* isolated from the oral cavity of patients infected with the human immunodeficiency virus. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 21(1), 128–132.
- Soniman, M., Syaputra, D., & Kurniawan, A. (2022). Efektivitas senyawa aktif kombinasi kencur *Kaempferia galanga* dan ilalang *Imperata cylindrica* secara in vitro terhadap bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. *Journal of Aquatropica Asia*, 7(1), 19–33.
- Thin, D. B., Thinh, B. B., & Hanh, D. H. (2022). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from leaves and rhizomes of *Curcuma zedoaria* obtained via supercritical fluid extraction. *NEXO Revista Científica*, 35(04), 1091–1098.
- Tinrat, S. (2022). Preliminary phytochemical analysis, antibacterial and anti-biofilm activities of *Curcuma zedoaria* (Christm.) Roscoe extracts. *Malaysian Journal of Microbiology*, 18(4), 344–353.
- Tiwari, B. K., Brunton, N. P., & Brennan, C. S. (2013). *Handbook of plant food phytochemicals : sources, stability and extraction*. Wiley-Blackwell.
- Wilson, B., Abraham, G., Manju, V. S., Mathew, M., Vimala, B., Sundaresan, S., & Nambisan, B. (2005). Antimicrobial activity of *Curcuma zedoaria* and *Curcuma malabarica* tubers. *Journal of Ethnopharmacology*, 99(1), 147–151.
- Wungsintaweekul, J., Sitthithaworn, W., Putalun, W., Pfeifhoffer, H. W., & Brantner, A. (2010). Antimicrobial, antioxidant activities and chemical composition of selected Thai spices. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 32(6), 589–598.
- Yuandani, Septama, A. W., Utami, D. S., Nugraha, S. E., Sufitni, Khairunnisa, N. A., Nasution, H. R., & Rizka, R. (2024). Antibacterial, bacteriolytic, antibiofilm, and synergistic effects of *Curcuma* species ethanol extracts with antibiotic against multidrug resistant *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal of HerbMed Pharmacology*, 13(1), 153–162.
- Zhang, Q. W., Lin, L. G., & Ye, W. C. (2018). Techniques for extraction and isolation of natural products: a comprehensive review. *Chinese Medicine*, 13(20), 1–26.