



BIOFARM

Jurnal Ilmiah Pertanian

ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442

Vol. 22, No. 1, April 2026

Litteratur Review: Profil Fitokimia Rimpang Temulawak Sebagai Antibakteri

Literature Review: Phytochemical Profile of Curcuma Rhizome as an Antibacterial

Siti Mudmainah^{1*}, Woro Sri Suharti², Ruth Feti Rahayuniati²

¹Program Studi Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Peradaban

Mahasiswa Doktor Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

²Departement Agroteknologi dan Pasca Sarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman

*Korespondensi Penulis: mudmainah_msc@yahoo.com

ABSTRAK

Rimpang *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. (temulawak) adalah tanaman obat asli Indonesia yang banyak dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional dan modern. Berbagai studi melaporkan bahwa rimpang temulawak mengandung beragam senyawa fitokimia bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mereview secara komprehensif profil fitokimia rimpang temulawak serta aktivitas dan mekanisme antibakterinya berdasarkan data sekunder dari jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data ilmiah Google Scholar, Scopus, dan PubMed dengan fokus pada publikasi yang membahas kandungan fitokimia, aktivitas antibakteri, dan mekanisme kerja senyawa aktif temulawak. Hasil kajian menunjukkan bahwa rimpang temulawak mengandung kelompok senyawa utama berupa kurkuminoid (kurkumin, demetoksikurkumin, bisdemetoksikurkumin), minyak atsiri (xanthorrhizol, α -kurkumen, β -kurkumen), flavonoid, fenolik, dan alkaloid. Senyawa-senyawa tersebut dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif melalui berbagai mekanisme, antara lain kerusakan dinding sel, gangguan permeabilitas membran, dan inhibisi sintesis protein. Dengan demikian, rimpang temulawak berpotensi dikembangkan sebagai sumber antibakteri alami dan bahan baku fitofarmaka.

Kata kunci: *Curcuma xanthorrhiza*, fitokimia, rimpang, antibakteri, temulawak

ABSTRACT

The rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb. is a medicinal plant native of Indonesia that is widely used in traditional and modern medicine. Various studies have reported that *Curcuma xanthorrhiza* Roxb rhizomes contain various bioactive compounds as antibacterial potential. This article aimed to comprehensively review the phytochemical profile of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb rhizomes and their antibacterial activities and mechanisms based on secondary data from accredited national journals and reputable international journals. A literature search was conducted through the scientific databases Google Scholar, Scopus, and PubMed with a focus on publications discussing the phytochemical content, antibacterial activity, and mechanisms of action of *Curcuma xanthorrhiza* Roxb active compounds. The results of the study showed that temulawak rhizomes contain a group of main compounds in the form of curcuminoids (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin), essential oils (xanthorrhizol, α -curcumin, β -curcumin), flavonoids, phenolics, and alkaloids. These compounds are reported to have antibacterial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria through various mechanisms, including cell wall damage, disruption of membrane permeability, and inhibition of protein synthesis. Thus, temulawak rhizomes have the potential to be developed as a source of natural antibacterials and phytopharmaceutical raw materials.

Keywords : Antibacteria, *Curcuma xanthorrhiza*, Phytochemicals, curcuminoids, Javanese ginger

PENDAHULUAN

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) adalah salah satu tanaman asli Indonesia yang termasuk ke dalam famili *Zingiberaceae*. Temu lawak dengan nama

ilmiah *Curcuma xanthorrhiza*, adalah tumbuhan obat yang tergolong dalam suku temu-temuan (*Zingiberaceae*). Tanaman ini berasal dari Pulau Jawa dan tersebar di Asia Tenggara, seperti Malaysia, Thailand,

Filipina, Tiongkok, India, Jepang, Korea, serta beberapa negara di Eropa. Tidak hanya tumbuh pada daerah Jawa saja, rempah ini juga tumbuh pada dataran di Pulau Maluku dan Kalimantan Temulawak. *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) merupakan tanaman terna tahunan (perennial) dari suku Zingiberaceae. Pulau Jawa, Bali, dan Maluku dilaporkan sebagai daerah asal temulawak (Setiyono et.al., 2011) Temulawak merupakan tanaman yang sering digunakan sebagai obat tradisional yang berasal dari sumber daya alam Indonesia telah lama digunakan oleh masyarakatnya. dan dapat ditemukan di hutan tropis. biasanya dimanfaatkan sebagai bahan jamu atau obat tradisional di Indonesia. Beberapa penggunaan etnomedisin temulawak yang terbukti secara ilmiah adalah pengobatan untuk penyakit kulit, jerawat, sariawan, keputihan, serta masalah gastrointestinal seperti disentri, diare, ambeien, sembelit, dan masalah sistem pencernaan lainnya, yang diduga terkait dengan aktivitas antibakterinya

Kandungan kimia rimpang temulawak dapat dibedakan atas beberapa fraksi, yaitu a) fraksi pati, merupakan fraksi terbesar berbentuk serbuk warna putih kekuningan, b) fraksi kurkuminoid, merupakan komponen yang memberikan warna kuning pada rimpang temulawak yang memiliki khasiat medis, c) fraksi minyak atsiri, terdiri dari senyawa turunan monoterpen dan seskuiterpen. Komposisi rimpang temulawak segar berumur 9 bulan, berdasarkan bahan kering terdiri atas 75,18% air, 27,62% pati, 5,38% lemak, 10,96% minyak atsiri, 1,93% kurkumin, 6,44% protein, 6,89% serat dan 3,96% abu (Sidik, et al., 1995). Selain ketiga fraksi di atas, masih terdapat kandungan lain dalam rimpang temulawak yaitu lemak, serat kasar dan protein. Rimpang temulawak segar berdasarkan analisis proksimat banyak mengandung karbohidrat (12,87%). Hal ini disebabkan oleh pati yang merupakan komposisi kimia terbesar dalam rimpang temulawak yang dapat dikembangkan sebagai sumber karbohidrat (Dalimarta, 2000), kurkumin 1-2%, dan minyak atsiri antara 6-10% (Prakasita, et.al., 2024) Kandungan zat yang cukup besar terdapat

pada rimpang temulawak yaitu pati yang berkisar antara 48%-54%. Makin tinggi tempat tumbuh maka makin rendah kadar patinya (Sidik, et al., 1995). Komponen utama yang terdapat didalam rimpang temulawak adalah pati, minyak atsiri dan kurkuminoid (Putri, 2013)

Rimpang temulawak mengandung beragam metabolit sekunder: kandungan *kurkuminoid* misalnya kurkumin, senyawa fenolik & flavonoid, minyak atsiri (dan di dalamnya senyawa seperti *xanthorrhizol*, *ar-curcumene*, *p-cymene*, dan *seskuiterpena*) serta terpenoid, tanin, saponin, dan alkaloid. Temulawak juga berkhasiat sebagai antibakteri. Bagian dari tanaman ini yang paling sering dimanfaatkan adalah bagian rimpangnya. Berdasarkan penelitian, ekstrak rimpang temu putih dan rimpang temulawak yang berkhasiat sebagai antibakteri (Alexander, 2016). Antibakteri merupakan zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan dapat membunuh bakteri penyebab infeksi (Magani, et al., 2020).

Antibakteri adalah senyawa yang diproduksi oleh mikroorganisme dan dalam konsentrasi kecil yang mampu menghambat dan bahkan membunuh proses kehidupan mikroorganisme (Menon et al., 2017)

Mekanisme kerja antibakteri yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat sintesis nukleat dan menghambat metabolisme sel mikroba (Purnamaningsih et al., 2017; Rahayu, 2025) Antibakteri juga merupakan suatu senyawa yang digunakan untuk menghambat bakteri. Antibakteri biasanya terdapat dalam suatu organisme sebagai metabolit sekunder (Septiani et al., 2017). Manfaat lain dari temulawak yaitu beraktivitas sebagai antioksidan (Widyastuti, et al., 2020) dengan komponen senyawa fenolik yang termasuk dalam kurkuminoid. Kurkuminoid memiliki kapasitas antioksidan karena ada gugus OH fenolik yang terdapat pada rantai. Senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida (Susilowati et al., 2014). Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, berbagai

penelitian telah dilakukan untuk mengidentifikasi kandungan fitokimia temulawak.

Temulawak mengandung senyawa bioaktif seperti kurkuminoid (*kurkumin*, *desmetoksikurkumin* *xanthorrhizol* dan *bisdesmetoksikurkumin*), serta komponen minyak atsiri yang bersifat bioaktif. Senyawa-senyawa ini diyakini berperan penting dalam aktivitas biologis temulawak, seperti sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, hepatoprotektor, bahkan antikanker (Nurjanah, 2023). Salah satu senyawa unggulan dari temulawak yang tidak ditemukan pada jenis *Curcuma* lainnya adalah *xanthorrhizol*, suatu senyawa fenolik yang memiliki aktivitas farmakologis luas, termasuk sebagai agen antimikroba dan antikanker. Selain itu, kurkumin, senyawa utama dari golongan kurkuminoid, telah diketahui memiliki efek farmakologis yang signifikan melalui berbagai mekanisme molekuler, seperti penghambatan jalur NF- κ B dan pengurangan ekspresi sitokin proinflamasi (Abdulkadir et al., 2023). Penyakit infeksi bakteri masih menjadi salah satu permasalahan kesehatan utama di dunia.

Penggunaan antibiotik sintetik secara luas dan tidak rasional telah menyebabkan meningkatnya kasus resistensi antibiotik, sehingga efektivitas pengobatan terhadap infeksi bakteri semakin menurun. Kondisi ini mendorong perlunya pencarian sumber antibakteri alternatif yang lebih aman, efektif, dan berkelanjutan, salah satunya berasal dari bahan alam (WHO, 2014; Ventola, 2015). Tanaman obat merupakan sumber penting metabolit sekunder yang memiliki aktivitas biologis, termasuk sebagai antibakteri. Senyawa-senyawa seperti flavonoid, fenolik, terpenoid, dan minyak atsiri telah banyak dilaporkan mampu menghambat pertumbuhan bakteri melalui berbagai mekanisme, seperti kerusakan membran sel, penghambatan enzim, dan gangguan metabolisme mikroba (Cowan, 1999; Cushnie et al., 2011). Oleh karena itu, eksplorasi tanaman obat sebagai sumber antibakteri alami menjadi fokus penelitian yang terus berkembang.

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) merupakan tanaman dari famili *Zingiberaceae* yang berasal dari Indonesia dan telah lama digunakan dalam sistem pengobatan tradisional, terutama sebagai jamu. Rimpang temulawak dikenal memiliki berbagai aktivitas farmakologis, antara lain antiinflamasi, antioksidan, hepatoprotektor, antikanker dan antibakteri (Sastrohamidjojo, 2020; Hwang et al., 2006). Aktivitas biologis tersebut berkaitan erat dengan kandungan fitokimia di dalam rimpangnya. Secara fitokimia, rimpang temulawak mengandung senyawa utama berupa kurkuminoid (*kurkumin*, *desmetoksikurkumin*, *bisdesmetoksikurkumin*) serta minyak atsiri dengan komponen dominan *xanthorrhizol*. *Xanthorrhizol* telah dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri yang kuat terhadap berbagai bakteri patogen, khususnya bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* (Hwang et al., 2000; Atun, 2014). Selain itu, rimpang temulawak juga mengandung flavonoid, senyawa fenolik, terpenoid, saponin, dan tanin yang diduga berkontribusi secara sinergis terhadap aktivitas antibakterinya (Agustina et al., 2019).

Berbagai penelitian melaporkan aktivitas antibakteri ekstrak rimpang temulawak terhadap bakteri Gram positif maupun Gram negatif, seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, dan *Escherichia coli* (Atun et al., 2020; Purnamaningsih et al., 2017). Kajian yang secara khusus merangkum hubungan antara profil fitokimia rimpang temulawak dengan mekanisme aktivitas antibakterinya masih terbatas, terutama dalam bentuk artikel review yang komprehensif. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mereview secara sistematis dan komprehensif profil fitokimia rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) serta aktivitas dan mekanisme antibakterinya berdasarkan data sekunder dari jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional bereputasi. Review ini diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah yang kuat serta memberikan dasar teoritis bagi pengembangan temulawak sebagai sumber antibakteri alami dan bahan baku fitofarmaka.

METODOLOGI

Penelitian ini merupakan studi literatur review yang bertujuan untuk mengkaji secara mendalam profil fitokimia sebagai antibakteria dari temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) berdasarkan data ilmiah terkini. Literatur yang dianalisis diperoleh dari berbagai artikel jurnal nasional dan internasional yang dipublikasikan dalam kurun waktu 10 tahun kebelakang. Pencarian artikel dilakukan melalui basis data daring seperti Google Scholar, PubMed, dan Science Direct dengan menggunakan kata kunci "*Curcuma xanthorrhiza*", "Metode yang digunakan dalam penyusunan artikel review ini yaitu dengan menggunakan penelusuran literatur ilmiah pada tahun terbitan 2015-2025. Penelusuran literatur menggunakan Google, Google Scholar, Pubmed, dengan kata kunci "Temulawak", "Kandungan temulawak", "Aktivitas Antibakteri." Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) phytochemical profile, "antioxidant", "antibacterial" "Kurkuminoid" "minyak atsiri", "*Xanthorrhizol*", "Flavanoid" "Fenolik". Kriteria inklusi meliputi artikel yang memuat hasil uji in vitro, in vivo, dan atau studi klinis yang relevan dengan profil senyawa aktif dan antibakteria. Setiap artikel dianalisis secara kualitatif untuk mengevaluasi jenis senyawa aktif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Profil Fitokimia

Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) merupakan tanaman rimpang asli Indonesia yang telah lama dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional maupun modern karena kandungan fitokimianya yang beragam dan kaya manfaat. Komponen utama dalam temulawak yang bertanggung jawab terhadap aktivitas farmakologinya adalah *kurkuminoid*, *xanthorrhizol*, minyak atsiri, serta senyawa fenolik dan flavonoid. Kurkuminoid terdiri dari tiga senyawa aktif utama yaitu *kurkumin*, *demetoksikurkumin*, dan *bisdemetoksikurkumin*. Kurkumin merupakan senyawa polifenol berwarna kuning-oranye yang berperan penting sebagai antioksidan, antiinflamasi, dan antikanker. Kandungan *kurkuminoid* dalam rimpang temulawak dapat mencapai 1,6–5%

tergantung pada metode ekstraksi yang digunakan (Widodo et al, 2018) Selain kurkuminoid, senyawa penting lainnya adalah *xanthorrhizol*, yang merupakan seskuiterpen fenolik khas temulawak dengan spektrum aktivitas yang luas, mulai dari antimikroba, antikanker, hingga antiinflamasi. *Xanthorrhizol* memiliki karakteristik lipofilik sehingga mudah menembus membran sel dan efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba maupun sel kanker (Windani, et al 2022)

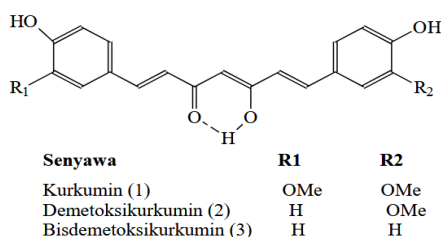
Temulawak mengandung metabolik sekunder, perkembangan atau reproduksi. Perbedaan dari metabolit primer yang ditemukan dalam spesies diproduksi dengan jalur yang sama, senyawa metabolit hanya ditemukan pada spesies tertentu. Tanpa adanya senyawa ini spesies akan rusak atau menurunnya untuk bertahan hidup. Fungsi dari senyawa pada suatu organisme untuk bertahan terhadap predator, kompetitor dan untuk mendukung proses reproduksi (Atika, 2010) Metabolit sekunder pada temulawak yaitu *Alkaloid*, *Flavonoid*, *Triterpenoid*, *Saponin* dan *Tanin*

B. Kandungan Fitokimia Rimpang Temulawak

3.1 Kurkuminoid

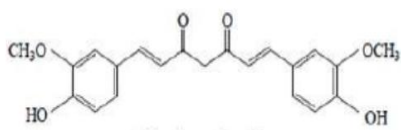
Kurkuminoid yang merupakan zat utama yang berwarna kuning dalam temulawak telah diketahui memiliki banyak manfaat di bidang kesehatan dan makanan. (Laksmi et al, 2019) Bahan ini dapat diisolasi dari bahan segar atau simplisia kering melalui ekstraksi Temulawak mengandung *kurkumin* dan analog *demetoksi polifenol* yang terkenal karena efek antiinflamasi dan antibakteri. *Kurkuminoid* memiliki aktivitas antimikroba melalui gangguan membran, penghambatan faktor virulensi, dan antibiofilm. *Kurkuminoid* pada rimpang temulawak bersifat antibakteri, hepatoprotektor, antikanker, anti-tumor dan mengandung antioksidan dan hipokolesterolemik yaitu dapat menurunkan kadar kolesterol total dan mempunyai aktivitas peningkatan kadar HDL (*High Density Lipoprotein*) kolesterol (Parahita, 2007) Selain itu, kurkuminoid mempunyai aktivitas antiinflamasi yang sama dengan fenilbutazon

dan kortison, yaitu mencegah timbulnya edema pada peradangan akut maupun kronik. Dalam suasana asam, *kurkuminoid* berwarna kuning atau kuning jingga, sedangkan dalam suasana basa berwarna merah. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya sistem tautomeri pada molekulnya. Manfaat temulawak terutama diperoleh dari *kurkuminoid* yang merupakan senyawa aktif dalam rimpang tanaman temulawak merupakan bahan yang sangat strategis untuk dikembangkan mengingat banyaknya manfaat yang ditunjukkan oleh bahan aktif kurkuminoid. Telah dilaporkan bahwa bahan alam ini dikonsumsi dalam bentuk campuran senyawa *diarilheptanoid*, yakni *kurkumin* (1), *demetoksi kurkumin* (2), dan *bisdemetoksikurkumin* (3)

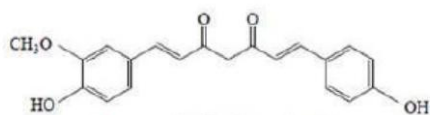


Gambar 1 Struktur kimia kurkumin (Ahsan, 1998)

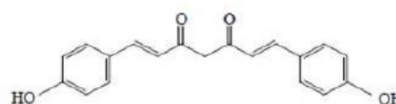
Keberadaan gugusan phenolik pada ketiga senyawa tersebut dilaporkan juga menyebabkan aktivitas antioksidan yang kuat pada system biologis (Ahsan, et al , 1999)



Gambar 2 struktur kimia kurkumin (Ahsan, 1998)



Gambar 3. Struktur kimia *Demetoksi kurkumin*(Ahsan, 1998)



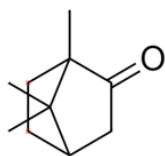
Gambar 4. Struktur kimia *bisdemetoksikurkumin* (Majeed, et al, 1995)

Perbedaan aktivitas antioksidan disebabkan adanya gugusan aktif pada *kurkuminoid* yang terletak pada gugus metoksil, karena pada *bisdemetoksi kurkumin* kedua gugus metoksil telah tersubstitusi oleh atom hidrogen, maka aktivitas antioksidannya paling rendah. Menurut Fujiwara, et al (2008) *kurkumin* sangat potensial sebagai antioksidan, karena sifat antioksidatif *kurkumin* terkait dengan struktur *difenol kurkumin*. Menurut Majeed, et al (1995) *tetrahidroksi kurkumin* mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dari pada kurkumin dan yang paling rendah aktivitasnya adalah *bisdemetoksi kurkumin*. Temulawak hanya mempunyai 2 dari 3 komponen *kurkuminoid* utama yaitu kurkumin dan demetoksi kurkumin (Sembiring, et al, 2006). Lebih lanjut menurut Toda et al (1985) aktivitas antioksidan komponen *kurkuminoid* (*kurkumin*, *demetoksi kurkumin* dan *bisdemetoksi kurkumin*) masing-masing 20,9 dan 8 kali lebih tinggi dari pada α tokoferol bila diuji dengan oksigen aktif termodifikasi. Penggunaan α tokoferol untuk pembanding karena menurut (Shahidi, et al (2014) senyawa tersebut yang disebut juga vitamin E merupakan antioksidan yang larut dalam lipid dan merupakan antioksidan pemutus rantai dan penangkap radikal peroksil paling potensial diikuti oleh β , γ , δ tokoferol. Sedangkan kurkumin dengan cara mendenaturasi protein pada bakteri. Kandungan minyak atsiri pada temulawak dalam bentuk fenol dan terpenoid memiliki aktivitas sebagai antibakteri.

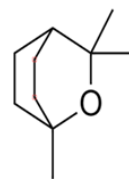
3.2. Minyak Atsiri

Minyak atsiri yang terdapat dalam rimpang temulawak merupakan cairan berwarna kuning atau kuning jingga, mempunyai rasa yang tajam, bau khas aromatik, jumlah minyak atsiri dalam rimpang

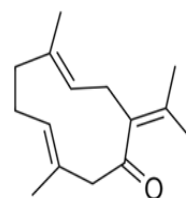
temulawak berkisar 3-12%. Komposisi minyak atsiri tidak selalu sama, hal tersebut dipengaruhi beberapa faktor diantaranya adalah umur rimpang, tempat tumbuh, teknik isolasi dan teknik analisis. Temulawak juga mengandung minyak atsiri dalam jumlah signifikan, yang terdiri atas berbagai turunan terpen seperti α -curcumene, β -curcumene, ar-turmerone, germacrene, dan zingiberene. Senyawa aktif Komponen yang teridentifikasi dari minyak atsiri rimpang temulawak telah dilakukan oleh Septana, et al (2021). Persentase komponen senyawa yang terbanyak terdapat pada senyawa β -kurkumen (23,39%), α -kurkumen (22,11%), disusul senyawa kurzeren (6,02%), dan kamfor (4,98%) serta xanthorizol (4,65%) kemudian kandungan senyawa lainnya berada dibawah 4%. Dari komponen -komponen tersebut, golongan senyawa penyusun minyak atsiri rimpang temulawak yang dari yang terbesar adalah seskuiterpen (65,56%) dan disusul oleh seskuiterpen teroksigenasi (18,32%), sedangkan golongan senyawa lainnya berada dibawah 10%. Temulawak diketahui mampu memberikan efek antibakteri karena kandungan minyak atsirinya. Senyawa terpen yang terkandung dalam minyak atsiri rimpang temulawak yaitu diketahui terlibat dalam pemecahan membran oleh komponen-komponen lipofilik (Mashita, 2014) Sementara itu, minyak atsiri dari rimpang dan daun temulawak pada waktu destilasi tertentu juga memberikan efek antibakteri maksimal terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichiacoli* (Rafi, et al., 2018) .



Gambar 5. Struktur senyawa komfor (Calderini, et al., 2021)



Gambar 6. Struktur Senyawa 1,8-sineol (Dougnon, et al 2020)



Gambar 7. Struktur senyawa germakron (Zhang et al., 2020)

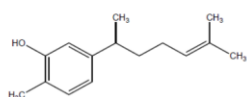
Aktivitas antibakteri berasal dari golongan senyawa monoterpen dan seskuiterpen sebagai komponen utama, terutama monoterpen teroksigenasi seperti kamfor dan 1,8-sineol sedangkan seskuiterpen seperti germakron yang sebelumnya telah diteliti sebagai senyawa berpotensi tinggi untuk sifat antibakteri (Abdul. et al, 2024)

3.3 Xanthorhizol

Xanthorhizol mempunyai aktivitas antibakteri dengan melisis membran sel bakteri, melalui mekanisme fenol dan rantai hidrokarbon. Hwang et al., (2006) menyatakan bahwa *xanthorhizol* merupakan antibakteri potensial yang memiliki spektrum luas terhadap aktifitas bakteri, stabil terhadap panas, dan aman terhadap kulit manusia. *Xanthorhizol* secara efisien dapat menghambat infeksi pada gigi dan penyakit kulit, dapat dimanfaatkan sebagai produk misalnya agen anti bakteri, pasta gigi, sabun, pembersih mulut, permen karet, dan kosmetika. Aktifitas antibakteri *xanthorhizol* mempunyai stabilitas yang baik terhadap panas, yakni pada suhu tinggi antar 60–121°C *xanthorhizol* masih mempunyai aktifitas antibakteri. Dilaporkan bahwa senyawa gugus hidroksil dari senyawa fenolik tersebut berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi yang dibantu dengan adanya ikatan hidrogen. Dalam proses

selanjutnya, ikatan hidrogen ini dapat mengubah permeabilitas membran sel bakteri, sedangkan penetrasi fenol pada sel bakteri dapat menyebabkan koagulasi protein yang akan merusak membran sel bakteri (Fitri et al., 2020).

Senyawa *xanthorrhizol* yang ada dalam minyak atsiri rimpang temulawak aktif terhadap sembilan mikroorganisme mulut dan menunjukkan khasiat terhadap *Streptococcus* spp (Lee, et al, 2017) *Xanthorrhizol* dengan varian konsentrasi (0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, dan 1,5%) memiliki efek antibakteri terhadap biofilm *F. Nucleatum* dan bakteri lain penyebab karies gigi. Khasiat farmakologi dari *xanthorrhizol* telah dilakukan beberapa penelitian diantaranya adalah sebagai anti jerawat,



Gambar 8. Struktur kimia xanthorizol
(Noomhorm et.al.,, 2014)

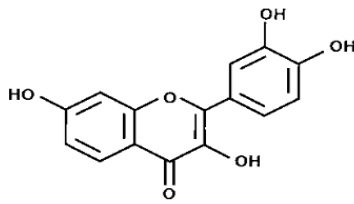
Penggunaan senyawa *xanthorrhizol* dari temulawak juga telah diidentifikasi pada bakteri endofitik dan menunjukkan aktivitas antibakteri yang menjanjikan (Wulandari, 2024).

3.4. Senyawa flavonoid

Flavonoid ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan di alam antara lain *quecetin*, *myricetin*, *luteolin* dan *flavanones*. Senyawa ini ditemukan bervariasi berdasarkan tanaman seperti buah-buahan, sayuran, biji-bijian, dan rempah-rempah dan senyawa fenol yang terbesar yang merupakan zat warna merah, biru dan ungu dan sebagian zat warna kuning (Arukwe, et al., 2012) Flavonoid khususnya *isoflavonon*, memiliki kemampuan lebih tinggi melawan bakteri gram positif dibandingkan bakteri gram negatif. Isoflavonon memiliki aktivitas melawan jamur patogen. (Umavandhana et al., 2018). *Flanoid*, *isoflavone*, *flavon*, *antosionin*, *kumarin*, *lihnan*, *katengin*, dan *isokatekin* terbukti memiliki aktivitas anti tumor dan

antiosidan (Boopathy et al., 2010)

Flavonoid adalah golongan fenol yang senyawa terdiri dari C6-C3-C6 dan sering ditemukan di tumbuhan dalam bentuk gugusan gula pada satu atau lebih dari *hidroksil fenolik* (Puzi et al., 2015). Sebagian besar *flavonoid* alam ditemukan dalam bentuk *glikosida* dalam *flavonoid* terikat dalam satu gula. *Glikosida* adalah kombinasi antara gula dan alkohol yang saling berkaitan melalui ikatan glikosida (Lenny, 2006) Menurut strukturnya, *flavonoid* merupakan turunan senyawa induk *flavon* yang terdapat berupa tepung putih pada tumbuhan. Semua turunan senyawa flavonoid mempunyai sejumlah sifat yang sama. Sekitar sembilan kelas *flavonoid* yaitu antosianin, proantosianidin, *flavonol*, *flavon*, *glikoflavon*, *biflavonil*, *khalkon* dan *auron*, flavanon, dan isoflavon. Antosianin, flavonol dan *flavon* yang tersebar luas dalam tumbuhan. *Khalkon*, *auron*, *falvonon*, *dihidrokhalkon* dan *isoflavon* penyebarannya hanya terbatas pada golongan tertentu saja, (Puzi, et al, 2015) *Flavonoid* ditemukan sebagai mono, di atau *triglikosida*. *Flavonoid* berupa glikosida merupakan senyawa polar sehingga dapat diekstrak dengan etanol, metanol dan air. Khasiat dari *flavonoid* adalah untuk antiinflamasi, antioksidan, antifungi, antiviral, dan anti kanker. *Flavonoid* untuk antibakteri bekerja dalam mendenaturasi protein sel bakteri dan merusak membran sel tanpa diperbaiki kembali (Latifah, 2015) *Flavanoid* umumnya ditemukan pada tanaman yang mengandung zat warna. Senyawa *flavanoid* berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menghambat kerja radikal bebas. Radikal bebas merupakan proses dari metabolisme yang menyebabkan kerusakan kulit. Bahan ini merupakan molekul atau atom yang tidak stabil karena mempunyai elektron yang tidak normal. Radikal bebas mempengaruhi produksi enzim yang berfungsi mempertahankan kolagen dan elastis kulit. *Flavonoid* juga mempunyai peranan penting dalam perkembangan, pertumbuhan dan pertahanan dari mikroorganisme dan hama (Martono, et.al., 2014).



Gambar 9. Struktur kimia Flavanoid
(Martono, et al., 2014)

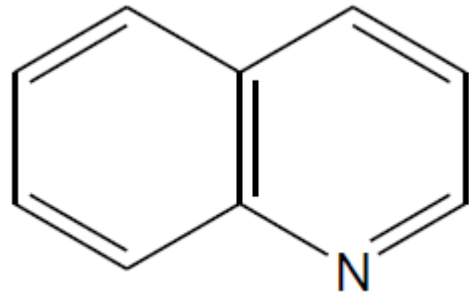
Flavonoid merupakan salah satu senyawa yang memiliki peran dalam pembentukan warna tanaman. Selain itu, flavonoid merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder pada tanaman yang memiliki berbagai aktivitas farmakologi diantaranya sebagai antioksidan, antibakteri, antiinflamasi, antivirus, antimikroba, anti-aging dan anti jamur (Safriana, et al., 2021)

3.5. Senyawa Alkaloid

Senyawa alkaloid adalah golongan yang memiliki kandungan nitrogen yang aromatik dan ditemukan di alam. Struktur pada senyawa alkaloid mengandung satu atau lebih dari atom nitrogen dari bagian sikliknya. Senyawa alkaloid sebagian besar bersumber dari tumbuhan dan angiosperm. Alkaloid ditemukan di bunga, biji, ranting, akar, dan kulit batang. (Ningrum, et al 2016) Alkaloid mempunyai efek dalam bidang kesehatan berupa pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung (Aksara, et al, 2013). alkaloid terdiri dari empat kelas yaitu kelas *pirolidin*, *tropan*, *piperidin*. Kelas kedua yaitu *quinolizidin*, *isoquinino*, dan *indol*. Kelas ketiga meliputi ergotamin, papeverin, morfin, kodein, kafein, dan tobromin. Kelas keempat yaitu *efedrin* dan *capsaicin* (Khotimah, 2016). Ekstrak yang positif mengandung alkaloid berwarna jingga dengan reagen Dragendroff dan membantu endapan putih dengan reagen Mayer. Endapan ini terbentuk karena adanya pembentukan antara ion logam dan reagen dengan senyawa alkaloid (Setyowati, et al, 2014).

Alkaloid pada temulawak menyebabkan penyusunan peptidoglikan dari sel bakteri dapat terganggu menyebabkan lapisan pada dinding sel dari bakteri menjadi

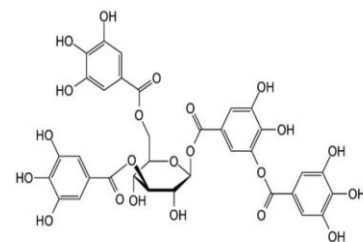
tidak stabil (Warmasari et al, 2020)



Gambar 10. Struktur senyawa Alkaloid
(Setyowati et al., 2014)

3.6. Tanin

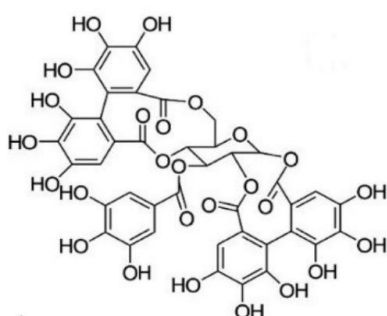
Salah satu metabolik sekunder yang penting dalam tumbuhan yaitu tanin. Tanin adalah senyawa umum yang terdapat dalam tumbuhan pembuluh, yang memiliki gugus fenol memiliki rasa sepet dan mampu melindungi kulit karena kemampuannya menyambung silang protein. Jika bereaksi dengan protein membentuk co-polimer tidak larut dengan air. Tanin dibagi menjadi dua yaitu tanin terkondensasi dan tanin terhidrolis. Tanin terkondensasi atau flavolan secara biosintesis dapat terbentuk dengan cara kondensasi katekin tunggal atau galokatein yang membentuk senyawa dimer kemudian oligomer tinggi. Tanin terhidrolisis mengandung ikatan ester yang terhidrolisis jika dididihkan dengan asam klorida encer (Mabrurroh, 2015)



Gambar 11. Struktur Senyawa kimia Tanin
(Mabrurroh, 2015)

Sifat utama pada tumbuhan yang tergantung pada gugusan fenolik-OH yang terkandung dalam tanin antara lain 1) Sifat kimia a) Tanin memiliki sifat umum seperti memiliki gugus phenol dan bersifat koloid

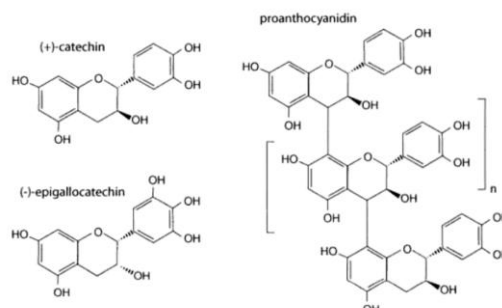
sehingga jika terlarut dalam air bersifat koloid dan asam lemah. b) Umumnya tanin dapat larut dalam air. Kelarutannya besar dan akan meningkat apabila dilarutkan dalam air panas. c) Tanin akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol, dan phloroglucinol bila dipanaskan dengan suhu 210°F (98,8° 101,6°C). d) Tanin dapat dihidrolisa oleh asam, basa dan enzim. 2) Sifat Fisika Tanin a) Tanin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tanin bentuknya amorf dan tidak memiliki titik leleh. b) Tanin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari tanin. c) Tanin berbentuk serbuk atau berlapis-lapis d) Warna tanin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau biarkan di udara terbuka e) Tanin mempunyai sifat atau daya bakterostatik fungistatik dan merupakan racun.



Gambar 12. Struktur Senyawa kimia Tanin Terhidrolisis (Julianto,2019)

Tanin terhidrolisis merupakan jenis tanin yang dapat terhidrolisis dalam pelarut air. Menurut Sulistiono, (2010) jenis tanin ini dapat dihidrolisis menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Contoh dari tanin terhidrolisis diantaranya yaitu, *galotanin* dan *caffetanin*. Selain itu asam tanat juga merupakan contoh dari tanin terhidrolisis. Menurut Hidjrawan (2018) asam tanat merupakan polimer asam galat dan glukosa. Menurut Dewi, (2011) daun belimbing wuluh memiliki kandungan asam tanat yang merupakan tanin terhidrolisis. Tanin terhidrolisis termasuk kedalam senyawa ester yang berasal dari suatu gula yang sederhana dan mempunyai satu atau bahkan lebih senyawa polifenol asam karboksilat.9 Pada

bagian tengah molekul tanin terhidrolisis terdapat suatu karbohidrat (D-glukosa). Gugus hidroksil yang terdapat pada karbohidrat tersebut sebagian atau hampir seluruhnya akan diesterifikasi oleh gugus fenolik seperti, asam galat (dalam galotanin) atau bisa juga dikenal dengan asam ellagic (dalam ellagitanin) seperti pada Gambar 1. Untuk menghasilkan asam fenolik dan karbohidrat tanin akan dihidrolisis oleh asam lemah, basah lemah, atau enzim. Senyawa ester pada asam galat glukosa yang terdapat pada asam tanat (C₇₆H₅₂O₄₆) merupakan contoh dari galotanin, yang ditemukan di daun serta kulit kayu yang berasal dari banyak spesies tanaman



Gambar 13. Struktur Senyawa kimia Tanin Terkondensasi (Julianto,2019).

Tanin terkondensasi merupakan jenis tanin yang dapat terkondensasi dalam suasana asam dan tidak dapat terhidrolisis kecuali dalam suasana asam. Contoh yang merupakan tannin terhidrolisis adalah katekin dan proantocyanidin.

Tanin dapat berperan sebagai zat pengkkelat logam. Jenis tanin yang memiliki potensi sebagai pengkkelat logam adalah jenis tanin terhidrolisis. Keuntungan hasil kkelat dari tanin dapat membuat kkelat logam menjadi stabil. Sifat tanin sebagai pengkkelat logam telah dibuktikan pada beberapa penelitian, yaitu pada penelitian (Fajriati (2006) ekstrak tanin dari daun teh digunakan sebagai pengkkelat ion Fe(III). Selain itu pada penelitian Supriyanto (2012) menggunakan ekstrak gambir yang mengandung senyawa tanin sebagai pengkkelat ion Cr(III)₂ dan pada penelitian Wandari. (2018) asam tanat yang merupakan jenis tanin terhidrolisis dapat dihidrolisis dapat digunakan sebagai pengkkelat ion Cu(II)₃.

Tanin terkondensasi memiliki suatu polimer flavonoid dan termasuk kedalam jenis senyawa fenol. Tanin jenis ini akan menghasilkan asam klorida.⁹ Pada tanin terkondensasi, biasa dikenal juga dengan proantosianidin, yang merupakan suatu polimer dari 2 hingga 50 (atau lebih) unit flavonoid yang terikat dengan ikatan dari karbon-karbon dan tidak terlalu rentan untuk dipecah dengan cara hidrolisis. Tanin terkondensasi larut dalam air tetapi beberapa jenis tanin terkondensasi yang besar tidak larut dalam air, sementara tanin terhidrolisis larut dalam air.

Kandungan tanin yang terdapat pada tanaman tidak terlalu berdampak besar bagi zona hambat bakteri. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi diameter zona hambat pertumbuhan bakteri, yaitu kekeruhan suspensi bakteri. Jika suspensi kurang keruh maka diameter zona hambat akan lebih besar, dan sebaliknya jika suspensi lebih keruh diameter zona hambat akan semakin kecil (Sumarno, 2000)

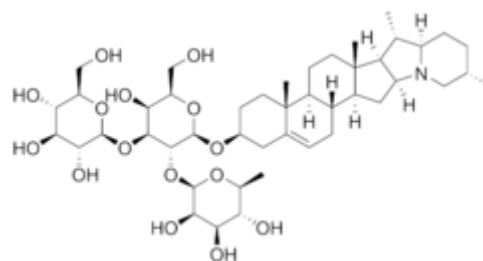
Metabolisme sekunder yang terdapat pada tanaman diketahui dapat memberikan efek farmakologis (Hidayah, 2016) Salah satu, aktivitas farmakologi yang paling baik dari tanin adalah sebagai antibakteri karena memiliki kemampuan yang sama pada aktivitas antibakteri dengan senyawa fenolat dalam mempresipitasikan protein bakteri, hal ini dibuktikan dengan daya antibakteri pada tanin yang mempresipitasikan protein. Daya antibakteri pada tanin antara lain, inaktivasi enzim, proses reaksi pada membran sel, dan penghambatan fungsi materi genetik bakteri atau destruksi. (Fратиwi, 2015) Sedangkan mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah dapat mengerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel itu sendiri, akibat terganggunya permeabilitas, sel tidak dapat melakukan aktivitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati. (Ibrahim, 2012)

Penelitian yang dilakukan Sunani et al (2023) Melaporkan aktivitas antibakteri ini berkaitan dengan aktivitas antidiare yaitu, diare yang disebabkan oleh infeksi dari bakteri karena memiliki kemampuan yang sama dengan senyawa fenolat dalam

mempresipitasikan protein bakteri dan saling berkaitan dengan aktivitas antidiare, yaitu pada diare yang disebabkan oleh adanya inflamasi dari bakteri.

3.7. Saponin

Saponin merupakan senyawa yang glikosida kompleks dengan berat molekul tinggi yang dihasilkan oleh tanaman, hewan tingkat rendah, beberapa bakteri. Saponin larut dalam air tetapi tidak larut dengan eter (Nugraha, 2008) Sifat dari saponin yaitu berasa pahit, berbusa dalam air dan beracun bagi binatang berdarah dingin (Kristianti, 2007)



Gambar 14. Struktur Senyawa kimia Saponin (Sutardi, 2016)

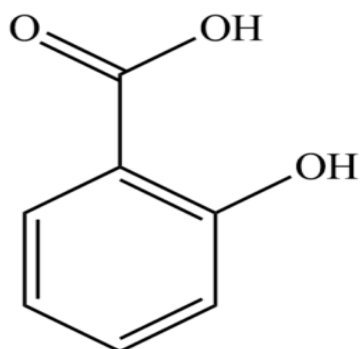
Saponin merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam tanaman. Menurut (Dumanauw et al., 2015) jenis senyawa ini tergolong kelompok komponen organik yang memiliki kapasitas steroid yang baik. Semua organ tumbuhan seperti buah, bunga, daun, batang dan akar dapat ditemukan senyawa metabolik sekunder saponin. Struktur molekul saponin yang terdiri dari rangkaian atom C dan H membuat senyawa ini memiliki aktivitas biologis sebagai anti bakteri yang pada umumnya diaplikasikan dalam pembuatan sabun (Adawiyah, et al 2025).

3.8 Senyawa fenolik

Senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder yang dicirikan dengan senyawa cincin aromatik yang berikatan dengan satu atau lebih gugus hidroksil (-OH). Senyawa fenolik berperan pada tumbuhan sebagai pertahanan terhadap sinar UV, patogen, dan predator. Senyawa fenolik adalah salah satu

metabolit sekunder penting pada tubuh manusia (Shah, et al., 2018)

Senyawa fenolik dengan gugus hidroksilnya dapat berinteraksi dengan sel bakteri melalui proses adsorpsi, yang memungkinkan ikatan hidrogen untuk mengubah permeabilitas membran sel bakteri, selanjutnya fenol akan berpenetrasi ke dalam sel bakteri dan menyebabkan koagulasi protein, yang memungkinkan sel bakteri untuk melisis membran (Fitri et al 2020)



Gambar 15 . Struktur Senyawa kimia Fenolik (Julianto,2019)

Mekanisme kerja fenolik sebagai antibakteri adalah dengan merusak dinding sel dan merusak enzim-enzim pada bakteri. (Ibrahim. 2012)

B. Antibakteri

Metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang diproduksi oleh tanaman dalam bentuk yang tidak sama antara satu spesies dengan yang lainnya. Metabolit sekunder diproduksi sebagai bentuk pertahanan diri terhadap gangguan dari organisme lain dan lingkungan (Nurlita, et al 2024). Senyawa metabolit sekunder jumlahnya kurang lebih 200.000 bentuk produk metabolit sekunder, sehingga untuk mengetahui jenis-jenis metabolit sekunder perlu dilakukan pengelompokan berdasarkan sifat struktural, biosintetik dan asal-usul lainnya (Kusbiantoro et al., 2018). Metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman mempunyai beberapa fungsi seperti: 1) sebagai pertahanan terhadap jamur, virus dan bakteri; tanaman pesaing;

dan terutama terhadap herbivora, 2) atraktan (rasa,bau, warna) untuk polinator dan hewan penyebar biji, 3) perlindungan terhadap sinar ultraviolet dan penyimpanan nutrisi (Divekar et al., 2022)

Antibakteri merupakan suatu senyawa yang memiliki aktivitas yang dapat menghambat adanya bakteri. Pada metabolit sekunder antibakteri biasanya terdapat pada suatu organisme. Secara umum, mekanisme dari senyawa antibakteri, yaitu bekerja dengan cara membuat dinding sel menjadi rusak, melakukan perubahan pada permeabilitas pada membran, mengganggu jalannya proses sintesis pada protein, serta menghambat kerja dari enzim. Salah satu padi senyawa metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas sebagai antibakteri adalah Tanin. Tanin memiliki kemampuan yang sama pada aktivitas antibakteri dengan senyawa fenolat, hal ini dibuktikan dengan daya antibakteri pada tanin yang mempresipitasi protein. Daya antibakteri pada tanin antara lain, inaktivasi enzim, proses reaksi pada membran sel, dan penghambatan fungsi materi genetik bakteri atau destruksi. Mekanisme Menghambat suatu DNA topoisomerase dan suatu enzim, yaitu enzim reverse transkriptase yang menyebabkan tidak terbentuknya sel pada bakterielain itu, tanin mempunyai aktivitas sebagai antibakteri yang berkaitan dengan mekanismenya yang mampu untuk mengganggu terjadinya proses transport dari protein pada lapisan yang terdapat didalam sel, menginaktifkan enzim, dan menginaktifkan adhesin sel pada mikroba

Kandungan senyawa pada temulawak berdasarkan tempat tumbuhnya berpengaruh pada aktivitas antibakterinya. Faktor geografis seperti cuaca, ketinggian, pH tanah, suhu, dan kelembaban dapat menyebabkan perubahan kandungan metabolit tanaman (Thi, 2021), sehingga berpengaruh terhadap efek farmakologisnya (Rosidi, 2020). Jenis tanah sebagai media tanam memberi pengaruh kepada pertumbuhan tanaman obat. Penggunaan media tanam akan memberikan kondisi lingkungan yang optimal atau tidak bagi pertumbuhan tanaman obat (Fitrianti al ., 2018).

Temulawak juga berkhasiat sebagai antibakteri. Bagian dari tanaman ini yang paling sering dimanfaatkan adalah bagian rimpangnya. Berdasarkan penelitian, ekstrak rimpang temu putih dan rimpang temulawak yang berkhasiat sebagai antibakteri (Alexander, 2016). Antibakteri merupakan zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan dapat membunuh bakteri penyebab infeksi (Magani et al., 2020). Antibakteri adalah senyawa yang diproduksi oleh mikroorganisme dan dalam konsentrasi kecil yang mampu menghambat dan bahkan membunuh proses kehidupan mikroorganisme (Menon et al., 2017). Mekanisme kerja antibakteri yaitu menghambat sintesis dinding sel, menghambat sintesis nukleat dan menghambat metabolisme sel mikroba (Purnamaningsih et al., 2017). Antibakteri juga merupakan suatu senyawa yang digunakan untuk menghambat bakteri. Antibakteri biasanya terdapat dalam suatu organisme sebagai metabolit sekunder. (Septiani et al., 2017) Manfaat lain dari temulawak yaitu beraktivitas sebagai antioksidan (Widyastuti et al., 2020). Pada antioksidan rimpang temulawak disebabkan oleh komponen senyawa fenolik yang termasuk dalam kurkuminoid. Dalam kurkuminoid memiliki kapasitas antioksidan karena ada gugus OH fenolik yang terdapat pada rantai. Senyawa fenol berfungsi sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida.

Penelitian yang dilakukan Abdul et al, (2024) menemukan bahwa ekstrak temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb) memiliki daya hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 10% dengan daya hambat 8 mm, konsentrasi 15% dengan daya hambat 9 mm dan untuk 20% dengan daya hambat 15,5 mm. Rahman et al (2022) menyatakan perbedaan aktivitas daya hambat karena profil metabolit sekunder dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, pH, kelembaban, curah hujan, dan ketinggian dari lokasi tempat tumbuhnya

Penelitian yang dilakukan karim et.al

(2024) Menyatakan aktivitas antibakteri ekstrak rimpang temulawak terhadap *Staphylococcus aureus*. Maserasi dengan etanol 96% digunakan untuk ekstraksi, diikuti fraksinasi dengan *n-heksana* dan *n-butanol*. Ekstrak etanol menghasilkan rendemen 7,89%, sedangkan fraksi *n-heksana* dan *n-butanol* masing-masing menghasilkan 3,6% dan 2,3%. Uji aktivitas awal menunjukkan zona hambat terbesar pada fraksi *n-heksana* (3,27 mm). Pengujian lebih lanjut fraksi *n-heksana* pada konsentrasi 20% menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat, dengan zona hambat 12,07 mm. Analisis statistik mengungkapkan perbedaan signifikan antara konsentrasi ekstrak dan kontrol. Kesimpulannya, baik ekstrak etanol maupun fraksi *n-heksana* rimpang temulawak menunjukkan potensi sebagai agen antibakteri terhadap *S. aureus*, dengan fraksi *n-heksana* 20% menunjukkan efektivitas tertinggi.

Prakasita et al (2024) melaporkan bahwa aktivitas daya hambat ekstrak etanol temulawak dan bakteriosin *Bifidobacterium longum* terhadap pertumbuhan *S. typhi*. Ekstraksi temulawak dilakukan dengan metode maserasi dengan pelarut etanol. Skrining fitokimia dengan berbagai reagen dilakukan untuk mengetahui senyawa yang ada di dalamnya. Kadar total fenolik diukur dengan menggunakan persamaan regresi yang dibandingkan dengan asam galat. *Bakteriosin B. longum* diperoleh dengan cara menambahkan NaOH pada supernatan hasil panen dan memanaskannya pada suhu tinggi. Uji aktivitas daya hambat ekstrak etanol temulawak (EET) dan bakteriosin *B. longum* (BBI) dilakukan dengan metode difusi disk. EET mengandung alkaloid, saponin, terpenoid, flavonoid, dan fenol dengan kadar total fenol $30,73 \pm 2,81$ mg GEA/g. EET memiliki aktivitas daya hambat yang rendah hingga sedang, sedangkan BBI memiliki aktivitas daya hambat yang rendah terhadap *S. typhi*

Maulana et.al (2024) melaporkan uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa emulgel dari ekstrak temulawak mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 5%, 10%, dan 15%. Dengan nilai rata-rata masing-masing 15

mm, 17 mm dan 19 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa emulgel ekstrak temulawak mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus*

Penelitian yang dilakukan Nabil (2024) menunjukan bahwa rerata zona hambat pada masing masing daun memiliki diameter zona hambat yaitu 6.4 mm dengan kategori sedang pada bakteri. Ekstrak etanol pada masing masing daun yang memiliki senyawa tanin dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Mustikaturrokhmah et al (2020) melaporkan bahwa zona hambat paling luas terhambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermis* terjadi pada konsentrasi 45%. Sedangkan pada *Salmonella thyposa* zona hambat paling luas ditunjukan pada konsentrasi 45%. Namun perlakuan ekstrak etanol temulawak konsentrasi 45% masih lebih kecil jika dibandingkan dengan kontrol positifnya yaitu yang menggunakan kloramfenikol.

Penelitian yang dilakukan Warmasari et al., (2020) menunjukkan bahwa kemampuan ekstrak rimpang temulawak sebagai antibakteri masih lebih rendah dibandingkan dengan antibiotik vankomisin 30 g. Antibiotik vankomisin dapat menghasilkan diameter zona hambat rata-rata 19.80 mm. Hal ini dapat terjadi karena vankomisin dengan ekstrak temulawak memiliki cara kerja yang berbeda yaitu vankomisin bekerja secara bakterisida sedangkan ekstrak temulawak bersifat bakteriostatik. Berdasarkan penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol 96% rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) memiliki efek penghambatan pada pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* bakteri. Ekstrak etanol 96% rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) memiliki perbedaan daya hambat yang signifikan pada masing-masing kelompok konsentrasi. Ekstrak rimpang temulawak konsentrasi 25% telah mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* bakteri dan respon penghambatan terbesar terletak pada ekstrak rimpang temulawak dengan konsentrasi 100%.

Penelitian yang dilakukan oleh Mukti,

et al., (2020) mengungkapkan bahwa fraksi etil asetat dari ekstrak temulawak menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap dua jenis bakteri patogen, yakni *Staphylococcus aureus* (bakteri Gram positif) dan *Escherichia coli* (bakteri Gram negatif). Dalam uji difusi cakram, fraksi tersebut mampu menghasilkan zona hambat sebesar 17 mm terhadap *Staphylococcus aureus* dan 14 mm terhadap *Escherichia coli*, yang mengindikasikan bahwa senyawa dalam fraksi tersebut efektif dalam menghambat mikroorganisme patogen.

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa ekstrak temulawak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia colidan* *Staphylococcus aureus* melalui mekanisme kerusakan dinding sel bakteri (Mashita, 2014). Selain itu, senyawa minyak atsiri dari temulawak juga terbukti efektif dalam menghasilkan zona hambat yang signifikan terhadap *Streptococcus viridans* (Mirza et al., 2023)

Efek antibakteri disebabkan oleh kandungan *xanthorrhizol*, suatu senyawa fenolik dengan struktur aromatik yang mampu merusak dinding dan membran sel bakteri, mengganggu integritas sel, serta menghambat aktivitas enzim esensial yang diperlukan dalam metabolisme mikroba. Minyak atsiri dari temulawak juga mengandung senyawa *monoterpen* dan *seskuiterpen* seperti *ar-turmeron* dan *germakron* yang bersifat lipofilik, memungkinkan mereka dengan mudah menembus lapisan lipid membran bakteri dan menyebabkan kebocoran isi sel. Aktivitas bakteri menunjukkan bahwa temulawak memiliki spektrum antibakteri yang luas dan dapat digunakan sebagai alternatif alami terhadap antibiotik sintesis, terutama dalam konteks resistensi antimikroba yang saat ini menjadi tantangan global. (Adawiyah et al, 2025), penggunaannya dalam bentuk fraksi atau ekstrak juga memberikan peluang untuk dikembangkan dalam formulasi produk antiseptik, obat luka, atau suplemen *imunomodulator*.

Dengan dasar ilmiah yang kuat dan dukungan dari data eksperimental dan penelitian-penelitian yang dilakukan

temulawak memiliki prospek besar dalam aplikasi fitoterapi antibakteri yang aman, alami, dan ramah lingkungan dan memberikan potensi sebagai alternatif antibakteri di antaranya yaitu tanin, minyak atsiri, saponin, flavonoid, alkaloid, fenolik, *xanthorrhizol* dan kurkumin. Senyawa - senyawa ini dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri gram positif maupun gram negatif. Dengan potensi temulawak sebagai antibakteri ini dapat dimanfaatkan menjadi produk klinik dengan dosis yang lebih akurat dan keamanannya terjamin.

SIMPULAN

Dari sejumlah review yang telah dikumpulkan, maka dapat disimpulkan bahwa temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) memiliki potensi sebagai antibakteri terhadap beberapa jenis bakteri Gram positif dan Gram negatif. Bukti *in vitro* dan tinjauan pustaka mendukung potensi translasi, namun diperlukan standarisasi, studi mekanistik mendalam, formulasi inovatif, dan uji klinis dengan dasar ilmiah yang kuat dan dukungan dari data eksperimental, temulawak memiliki prospek besar dalam aplikasi fitoterapi antibakteri yang aman, alami, dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul. Karim, Dedy Ma'ruf, R. H. (2024). Uji Efektivitas Fraksi Ekstrak Etanol Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) dari Kabupaten Takalar Sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Farmasi Pelamonia/Journal Pharmacy Of Pelamonia*, 04(2), 97–102.
- Abdulkadir, W. S., Ramadhani, F. N., Uno, Z., Salama, A., Kesehatan, F. D., Gorontalo, U. N., & Gorontalo, K. (2023). Analisis Kualitatif Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antioksidan Jamur Endofit Cangkang Bulu Babi (*Diadema*. *Journal of Pharmaceutical Education*, 3(2), 280–290.
<https://doi.org/10.37311/ijpe.v3i1.18063>
- Adawiyah, R., & Donaretsi, O. N. (2025). Litteratur Review : Profil Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi dari Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Literature Review: Phytochemical Profile and Pharmacological Activities of Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Abstrak. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 11(2), 1–6. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.33084/jsm.v11i2.10583>
- Ahsan, H.Nazneen Parveen , Nizam U. Khan, S. M. H. (1999). Pro-oxidant, anti-oxidant and cleavage activities on DNA of curcumin and its derivatives demethoxycurcumin and bisdemethoxycurcumin. *Chemico Biological Interactions*, 121(2), 161–175.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S009-2797\(99\)00096-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S009-2797(99)00096-4)
- Aksara, R., Musa, W. J. A., & Alio, L. (2013). Identifikasi Senyawa Alkaloid Dari Ekstrak Metanol Kulit Batang Mangga (*Mangifera indica* L). *Jurnal Entropi*, 81, 514–519. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.37905/je.v8i1.1160>
- Alexander, D. E. A. (2016). Efek Pemberian Ekstrak Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb) terhadap Daya Hambat Pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* dan *Escherichia Coli* secara In Vitro. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung (JK Unila)*, 4(8), 177–184.
<https://doi.org/https://doi.org/10.23960/jkunila.v1i2.pp308-312>
- Arukwe, U., Amadi, B.A., Duru, M. K.C., Agomuo, E.N., Adindu, E. A., Odika, P.C., Lele, K.C., Egejuru, L., and Anudike, J., State, I., & State, I. (2012). Chemical Composition of *Persea Americana* Leaf, Fruit and Seed. *IJRRAS*, 11(2), 346–349.
- Atika, M. D. (2010). Uji Efikasi Ekstrak Polar Daun Gamal (*Gliricidia maculata* Hbr.) Terhadap Hama Penggerek Batang Lada (*Lophobaris piperis* Marsh.). Universitas Lampung.
- Atun, S. (2014). Metode Isolasi dan Identifikasi struktur Senyawa Organik Bahan Alam. *Jurnal Konservasi Cagar*

- Budaya, 8(2), 53–61.
<https://doi.org/doi:10.33374/jurnalkonsevasicagarbudaya.v8i2.132>
- Boopathy, N. S., & Kathiresan, K. (2010). Anticancer Drugs from Marine Flora : An Overview. *Journal Of Oncology*, 2010, 1–18.
<https://doi.org/10.1155/2010/214186>
- Calderini, E., Drienovská, I., Myrtollari, K., & Pressnig, M. (2021). Simple Plug-In Synthetic Step for the Synthesis of (Å) -Camphor from Renewable Starting Materials. *Chemicalchem*, 22, 2951–2956.
<https://doi.org/10.1002/cbic.202100187>
- Cowan, M. M. (1999). Plant Products as Antimicrobial Agents. *Clinical Microbiology Reviews*, 12(4), 564–582.
- Cushnie, T. P. T., & Lamb, A. J. (2011). Recent advances in understanding the antibacterial properties of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 38(2), 99–107.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2011.02.014>
- Dalimarta, S. (2000). *Atlas Tumbuhan Obat Indonesia*. Jakarta: PT.Pustaka Pembangunan Swadaya Nusantara.
- Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Singh, A. K., Kumar, A., ... Behera, T. K. (2022). Plant Secondary Metabolites as Defense Tools against Herbivores for Sustainable Crop Protection. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(5), 1–24.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijms23052690>
- Dougnon, G. (2020). Inhalation Administration of the Bicyclic Ethers 1,8- and 1,4-cineole Prevent Anxiety and Depressive-Like Behaviours in Mice, 25(8), 1–13.
<https://doi.org/doi:10.3390/molecules25081884>
- Dumanauw Jovie Mien, Wullur Adeanne Carolin, P. A. F. (2015). Penetapan kadar saponin pada ekstrak daun lidah mertua. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kesehatan*, 2(2), 65–69.
- Elis Nurhayati Agustina, Desi Nurseha Meirita, S. H. F. (2019). Pengaruh Aromaterapi Peppermint Terhadap Perubahan Tingkat Nyeri Pada Pasien Post Operasi Sectio Caesarea Di Rsud Leuwiliang Kabupaten Bogor. *Jurnal Ilmiah Wijaya Volume*, 11(2), 17–25.
- Fajriati, I. (2006). Optimasi Metode Penentuan Tanin (Analisis Tanin secara Spektrofotometri dengan Pereaksi Orto-Fenantrolin). *Jurnal Kaunia*, 11(2), 107–120.
- Fitri Kamizar nazar, Ratna Meidyawati, R. A. (2020). Antibacterial Effect of Xanthorrhizol (Curcuma Xanthorrhiza Roxb) Against The Biofilm of *Fusobacterium Nucleatum*. *International Journal of Applied Pharmaceutics ISSN*, 12(2), 1–5.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22159/ijap.2020.v12s2.PP-06>
- Fitrianti , Masdar, A. (2018). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Terung (*Solanum melongena*) Pada berbagai Jenis Tanah dan Penambahan Pupuk NPK Phonska. *Agrovital (Jurnal Ilmu Pertanian Universitas Al Asyariah)*, 3(2), 60–64.
- Fratiwi, Y. (2015). The Potential of Guava Leaf (*Psidium guajava* L .) For Diarrhea. *Jurnal Majority*, 4(1), 113–118.
- Fujiwara, H., Info, A., Alert, S., & Rights, G. (2008). Curcumin inhibits glucose production in isolated mice hepatocytes. *Obesity Pillars*, 80(2), 2–3.
- Hidayah, N., Peternakan, P. S., Pertanian, F., & Bengkulu, U. M. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2), 89–98.
- Hidjrawan, Y. (2018). Identifikasi Senyawa Tanin pada Daun. *Jurnal Optimalisasi, Online Universitas Teuku Umar*, 4(2), 78–82.
- Hwang , J.K. Shim.J.S. Pyun, Y. . (2000). Antibacterial activity of xanthorrhizol

- from *Curcuma xanthorrhiza* against oral pathogens. *Fitoterapia*, 71(3), 321–323. [https://doi.org/10.1016/s0367-326x\(99\)00170-7](https://doi.org/10.1016/s0367-326x(99)00170-7)
- Hwang J.K, & Rukayadi, Y. (2006). Challenges and Opportunities in Applying Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb .) For Industrial Oral care products. In *Prosiding Seminar Nasional Himpunan Kimia Indonesia. Bogor* (pp. 25–32). Bogor: Departemen Kimia FMIPA IPB dan Himpunan Kimia Indonesia.
- Ibrahim.Kuncoro. (2012). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sungkai (*Peronema canescens* JACK.) terhadap Beberapa Bakteri Patogen. *Jurnal of Tropical Pharmacy and Chemistry*, 2(1), 8–18. <https://doi.org/doi:10.25026/jtpc.v2i1.43>
- Khotimah, K. (2016). *Skrining fitokimia dan identifikasi metabolit sekunder senyawa karpain pada ekstrak metanol daun Carica pubescens Lenne & K. Koch DENGAN LC/MS (Liquid Chromatograph-tandem Mass Spectrometry)*. Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kristianti., P. A. (2007). *Isolasi dan Identifikasi Glikosida Saponin pada Herba Krokot (Portulaca oleracea L.)*. Universitas Sanata Dharma.
- Kusbiantoro, D. · Y. P., & Pemanfaatan. (2018). Pemanfaatan kandungan metabolit sekunder pada tanaman kunyit dalam mendukung peningkatan pendapatan masyarakat Utilization of secondary metabolite in the turmeric plant to increase community income. *Jurnal Kultivasi*, 17(1), 544–549.
- Laksmi Ambarsari, Riska Febrianti, E. D. P. (2019). Aktivitas Antioksidan Nanopartikel Kurkuminoid Temulawak Balitro secara In Vivo. *CB (Curent Biochemistry)*, 6(1), 11–27.
- Latifah. (2015). *Identifikasi Golongan Senyawa Flavanoid dan Uji Aktivitas Antioksidan Pada Ekstrak Rimpang Kencur Kaempferia galanga L. Dengan Metode DPPH (1,1-Difenil -2-Pikrilhidrazil)*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Lee, H. K., Halim, H. A., Thong, K. L., & Chai, L. C. (2017). Assessment of Food Safety Knowledge , Attitude , Self-Reported Practices , and Microbiological Hand Hygiene of Food Handlers. *International Journal of Environmental Research and Public Health (IJPRH)*, 14(1), 8–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph14010055>
- Lenny, S. (2006). *Senyawa flavonoida , Fenil Propanoida dan Alkaloida*. Medan.
- Mabrurroh, A. I. (2015). *Uji Aktivitas Antioksidan Estrak Tanin dari Daun Rumpun Bambu (Lophatherum gracile Brongn) dan Identifikasi*. Maulana Malik Ibrahim.
- Magani, A. K., Tallei, T. E., Kolondam, B. J., & Biologi, P. S. (2020). Uji Antibakteri Nanopartikel Kitosan terhadap Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus aureus dan Escherichia coli . (*Jurnal Bios Logos*, 10(1), 1–6.
- Majeed, M. Vladimir Badmaev, Uma Shivakumar, R. (1995). *Curcuminoids Antioxidant Phytonutrients Paperback – January 1 , 1995*. (E. Paswater, Ed.). New Jersey: Nutriscience. Publ., Inc. Piscataway.
- Martono, B. R. T. S. (2014). Skrining Fitokimia Enam Genotipe Teh. *Jurnal TIDP*, 1(2), 63–68.
- Mashita, A. R. (2014). Efek Antimikroba Ekstrak rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) Terhadap Pertumbuhan Staphylococcus aureus. *Jurnal Ilmu Kesehatan Dan Kedokteran Keluarga (Medika)*, 10(2), 138–144. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.22219/sm.v10i2.4184>
- Menon, S., Satria, A., Farmasi, F., & Padjadjaran, U. (2017). Mengkaji Aktivitas Antibakteri Nasturtium officinale dan Ekstrak Etanol Pilea melastomoides terhadap Escherichia coli. *Farmaka*, 15(1), 63–69.

- <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.24198/jf.v15i1.12799.g5877>
- Mirza, S. M., Lestari, P. E., & Nugroho, R. (2023). Daya Antibakteri Ekstrak Minyak Atsiri Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb .) terhadap Pertumbuhan *Streptococcus viridans*. *Jurnal Kedokteran Gigi*, 20(1), 74–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.19184/s toma.v20i1.38606>
- Mukti, Lily, S., U. H. (2020). Pharmacological Activities of *Curcuma Xanthorrhiza*. *Jurna Info Kesehatan*, 10(1), 270–278.
- Mustikaturrokhmah, D., & Risanti, E. D. (2020). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 70 % Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb .) Terhadap *Staphylococcus epidermidis* Dan *Salmonella thyposa* In Vitro. *Herb Medicine Journal*, 3(2), 47–51. <https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.30595/hmj.v3i3.6843>
- Nabil, L. A. K. (2024). Variasi Aktivitas Antibakteri Estrak Etanol Tumbuhan Dengan Kandungan Senyawa Tanin Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Mahesa (Malahayati Health Student Journal)*, 4(5), 2094–2108. <https://doi.org/Doi:https://doi.org/10.33024/mahesa.v4i5.14687> Diterbitkan:
- Ningrum,.R. Elly Purwanti, S. (2016). Identifikasi Senyawa Alkaloid dari Batang Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) Sebagai Bahan Ajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 2(3), 231–236.
- Noomhorm , N. Chun-Ju Chang, Che-Sheng Wen, Jir-You Wang, Jiun-Liang Chen, Ling-Ming Tseng, Wei-Shone Chen, Jen-Hwey Chiu, Y.-M. S. (2014). In vitro and in vivo effects of xanthorrhizol on human breast cancer MCF-7 cells treated with tamoxifen. *Journal of Pharmacological Sciences*, 125(4), 375–385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1254/jp hs.14024FP>
- Nugraha, A. (2008). *Pengaruh pemberian ekstrak kulit buah rambutan (Nephelium lappaceum L.) Terhadap Kadar Kolesterol total Serum Pada Tikus Wistar*. Semarang.
- Nurjanah, F. W. (2023). Pengaruh Aromaterapi Lemon (*Citrus*) terhadap Penurunan Dismenorea (Litterature Review). *Jurnal Sains Dan Teknologi Kesehatan*, 5(1), 18–24.
- Nurlita, D., Siregar, B. A., & Handayani, D. (2024). -Flavonoid , Alkaloid , dan Terpenoid : Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan dan Peranannya Terhadap Perlindungan Tanaman dari Penyakit. In *Prosiding SEMNASBIO 8 2024 Universitas Negeri Padang* (pp. 901–909). Padang: Universitas Negeri Padang.
- Parahita Maria Laksmi. (2007). *Curcuma xanthorrhiza* (Temulawak) Morfologi, Anatomi dan Fisiologi. Retrieved March 18, 2026, from http://touisa.multiply.com/journal/item/240/curcuma_xan thorriz a_temulawak _Morfologi_Anatomi_dan_Fisiologi.htm
- Prakasita, V. C., & Ilham, J. (2024). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) dan Bakteriosin *Bifidobacterium longum* terhadap *Salmonella typhi*. *Sciscitatio*, 5(1), 28–39.
- Purnamaningsih Nur'Aini , Hadibah Kalor, dan S. A. (2017). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza*) Terhadap bakteri *Escherichia Coli* ATCC 11229 dan *Staphylococcus Aureus* ATCC 25923. *Jurnal Penelitian Saintek*, 22(2), 140–147.
- Putri, R. M. S. (2013). Si" Kuning" Temulawak (*Curcuma xanthoriza* Roxb.) dengan "Segudang" Khasiat." *Jurnal Unisri (Lembaga Penyelidikan Ekonomi Dan Masyarakat)*, 2(2), 42–49.
- Puzi , W.N, Yam Lukmayani, U. A. D. (2015). Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavanoid dari Daun Tumbuhan Sirih

- Merah (Piper Croculum Ruiz & Pav). In *Prosising Penelitian SPasia Unisba 2015*. Bandung.
- R.A, D. (2011). *Uji Kualitatif dan Kuantitatif Tanin pada Kulit Batang dan Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L) Secara Spektrofotometri Menggunakan Pereaksi Biru Prusia*. Universitas Surabaya.
- Rafi, Nur Syafiqah Nadiyah Mohammad , Irmanida Batubara, A. N. S. (2018). Antibacterial Activity of Leaves and Rhizome of *Curcuma xanthorrhiza* Essential Oils on Different Distillation Time. *Jurnal Jamu Indonesia*, 3(3), 116–120.
- Rahayu, S. (2025). Potensi Ekstrak Etanol Rimpang Temulawak (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb .) sebagai Antibakteri: Literature Review. *Jurnal Pharmascience*, 12(2), 268–278. <https://doi.org/https://dx.do.org/10.20527/jps.v12i2.19262>
- Rahman, C. A., & Santosa, D. (2022). Aktivitas Rimpang Temulawak Sebagai Antibakteri Berdasarkan Lokasi Tumbuhnya: Narrative Review. *Jurnal Pharmascience*, 9(2), 327–343.
- Safriana, Andilata, Cut Fatimah, S. (2021). Profil Fitokimia Simplisia dan Ekstrak Etanol Daun Kedondong Pagar (*Lannea coromandelica* (Houtt .) Merr .) sebagai Tanaman Obat (Phytochemical Profile of Simplicia and Ethanol Extract of Kedondong Pagar (*Lannea coromandelica* (Houtt .) Merr .) Leav. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*, 19(2), 226–230.
- Sastrohamidjojo, H. (2020). *Kimia Minyak Atsiri*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sembiring, Bagem Br, Ma'mun, Ma'mun Ginting, Edi I, A. (2006). *Pengaruh Kehalusan Bahan dan Lama Ekstraksi Terhadap Mutu Ekstrak temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb)*. Jakarta.
- Septana, A.W. Amit Jaisi, A. N. T. (2021). Chemical Profiles of Essential Oil From Javanese Tumeric (*Curcuma Xanthorrhiza* Roxb), Evaluation of Its Antibacterial and Antibiofilm Activities Against Selected Clinical Isolates. *Spath African of Botany*, 146, 728–734. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.12.017>
- Septiani, E. N. D., & Wijayanti, I. (2017). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamun (*Cymodocea rotundata*) Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)*, 13(1), 1–6.
- Setiyono, R. T., & Ajijah, Nur, N. B. (2011). Uji Adaptasi Nomor harapan Temulawak pada Tiga Agroekologi. *Bul.Litro*, 22(1), 1–12.
- Setyowati, W.A.E., E., Retno, S., Ariani, D., & Rahmawati, C. P. (2014). Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr .) Varietas Petruk. In *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI* (pp. 271–280). Surakarta: PMIPA FKIP UNS.
- Shah , Arshia , Kulsoom Javaid , Humaira Zafar , Khalid Mohammed Khan , Ruqaiya Khalil , Zaheer Ul-Haq , Shahnaz Perveen, M. I. C. (2018). Synthesis , and In Vitro and In Silico α -Glucosidase Inhibitory Studies of 5-Chloro- 2-Aryl Benzo [d] thiazoles. *Bioorg Chem*, 78, 269–279. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2018.02.013>
- Shahidi, F. and Naczsk, M. (2014). *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications*. Lancaster, Pa. : Technomic Pub. Co (Vol. 5).
- Sidik, Mulyono MW, M. A. (1995). *Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb)*. Jakarta: Phyto Medika.
- Sulistiono. (2010). *Tannin*. Mataram: Universitas Mataram.
- Sumarno. (2000). *Teknik Dasar Pemeliharaan Mikroba*. Jakarta: Intan Prawira.

- Sunani, S., & Hendriani, R. (2023). Review Article : Classification and Pharmacological Activities of Bioactive Review Jurnal : Klasifikasi dan Aktivitas Farmakologi dari Senyawa Aktif. *IJBP (Indonesian Journal of Biological Pharmacy)*, 3(2), 130–136.
- Supriyanto, R. (2012). Studi Analisis Spesiasi Ion Logam Cr (III) dan Cr (VI) dengan Asam Tanat Dari Ekstrak Gambir Menggunakan Spektrometri Uv-Vis. *Chemistry, Environmental Science Research*, (Iii), 9997.
- Susilowati T, Kawiji, A. S. (2014). Kapasitas antioksidan dan kadar kurkuminoid pada ekstrak rimpang temulawak (curcuma xanthorrhiza roxb) menggunakan pelarut air dengan variasi proporsi pelarut dan metode pemanasan. *Biofarmasi*, 12(4), 83–90.
- Sutardi. (2016). Kandungan Bahan aktif Tanaman Pengagan dan Khasiatnya Untuk Meningkatkan Sistem Imun Tubuh. *Jurnal Litbang Pertanian*, 35(3), 121–130.
<https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p121-130>
- Tegar Maulana A.N, F. E. K. (2024). Uji Aktivitas Antibakteri Dan Sifat Fisik Gel Ekstrak Temulawak Terhadap Staphylococcus Aureus ATCC 25923 Antibacterial Activity and Physical Properties Test of Temulawak Extract Gel Against Staphylococcus Aureus ATCC 25923 Infeksi Staphylococcus aureus m. In *Jurnal farmasi Indonesia* (Vol. 21, pp. 107–116).
<https://doi.org/10.31001/jfi.v21i2.2297>
- Thi Nguyen, K.-O. N. T. H.-G. D. N.-T. D. T. D. N. Q.-T. (2021). Geographical Discrimination of Curcuma longa L . in Vietnam Based on. *Academic Journal*, 16(10).
<https://doi.org/10.1177/1934578X211045479>
- Toda L. Shizuo, Toshio Miyase, Hideko Arichi, Hisayuki Taniziwa, Y. T. (1985). Natural Antioxidants. III. Antioxidative Components Isolated from Rhizome of Curcuma longa L Chemical and Pharmaceutica.
- Umavandhana, A. R., & Jayanthi, S. (2018). Phytochemical Screening and Free Radical Scavenging Activity on Some Selected Seaweeds from Gulf of Mannar , India. *J Pharm and Tech*, 11(8), 3383–3388.
<https://doi.org/10.5958/0974-360X.2018.00623.6>
- Ventola, C. L. (2015). The Antibiotic Resistance Crisis Part 1: Causes and ThreatsPart 1: Causes and Threats. *P&T*, 40(4), 277–283.
- Wandari Rizka Ari. (2018). *Studi Analisis Ion Logam Cu (II) dengan Asam Tanant Menggunakan Spektrofotometer Ultraungu -Tampak*. Universitas Lampung.
- Warmasari Ni Wayan Mutiara Desak Ketut Ernawati, Agung Wiwiek Indrayani, Ni Wayan Sucindra Dewi, I. M. J. (2020). Antibacterial Activity From Temulawak Extract (Curcuma xanthorrhiza Roxb) On Growth Inhibition of Staphylococcus epidermidis In Vitro. *JEKK (Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas)*, 5(1), 1–7.
- WHO. (2014). *Antimicrobial resistance Global Report on Surveillance*. switzerland.
- Widodo and Sri Hendrastuti. (2018). Research Article Identification of Colletotrichum Species Associated with Chili Anthracnose in Indonesia by Morphological Characteristics and Species-Specific Primers. *Asian Jurnal of PINt Pathology*, 12(1), 7–15.
<https://doi.org/10.3923/ajppaj.2018.7.15>
- Widyastuti, I., Luthfah, H. Z., Hartono, Y. I., & Islamadina, R. (2020). Aktivitas Antioksidan Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb .) dan Profil Pengelompokannya dengan Kemometrik Antioxidant Activity of Temulawak (Curcuma xanthorrhiza Roxb .) and its Classification with Chemometrics. *Indonesian Journaal of Chemometries and Pharmaceutical*

Analysis, 02(1), 29–42.

Windani, M., Ismiasih, & Ilma Fatimah Yusuf. (2022). Respns dan Tingkat Adopsi Petani Terhadap Program Corporate Farming di Desa Trimulyo Kabupaten Bantul -DIY. *Jurnal Agribisains*, 8(1), 20–31.

<https://doi.org/10.30997/jagi.v8i1.5417>

Wulandari, F. (2024). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Diare Pada Balita di Puskesmas Jati Bening Bekasi Tahun 2023. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, 14(4), 322–334.

Zhang, J., Yuan, L., Wang, S., Liu, J., Bi, H., Chen, G., ... Chen, L. (2020). Germacrone protects against oxygen-glucose deprivation / reperfusion injury by inhibiting autophagy processes in PC12 cells. *Complementary Medicine and Therapies*, 1(20), 1–10.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12906-020-2865-1>