

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kekayaan hayati yang melimpah, termasuk keanekaragaman tumbuhan obat yang telah digunakan secara tradisional untuk mengobati berbagai macam penyakit. (Husaini et al., 2022). Salah satu masalah kesehatan yang memerlukan perhatian khusus adalah infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*, yang dikenal sebagai patogen utama penyebab berbagai infeksi pada manusia. Bakteri ini mampu menyebabkan infeksi pada kulit, saluran pernapasan, rongga mulut, serta sistem organ lainnya dan sering kali menunjukkan resistensi terhadap antibiotik konvensional (Gherardi G, 2023).

Dalam rongga mulut, *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen oportunistik yang berperan dalam infeksi seperti abses gingiva, periodontitis, dan bahkan infeksi pasca-operasi oral (Shweta et al., 2013). Meskipun flora normal rongga mulut didominasi oleh bakteri seperti *Streptococcus*, keberadaan *S. aureus* di mulut biasanya terkait dengan kolonisasi yang berasal dari infeksi lain atau imunitas tubuh yang terganggu. Studi menunjukkan bahwa *S. aureus* pada rongga mulut dapat menyebar melalui aliran darah ke bagian tubuh lain, terutama dalam kondisi seperti endokarditis pada pasien yang memiliki faktor risiko (Campos, J. et al., 2023).

Infeksi mulut akibat bakteri ini sering kali diobati dengan antibiotik, tetapi munculnya resistensi, termasuk pada methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA), menjadi tantangan signifikan dalam perawatan (Garbacz, K. et al., 2021). Di Indonesia, prevalensi kasus Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) berkisar antara 25% hingga 65% dengan rata-rata nasional adalah 38%. berdasarkan survei nasional pada beberapa rumah sakit rujukan utama (Syaniar et al., 2024). Tingginya prevalensi resistensi bakteri ini mendorong penelitian untuk menemukan agen antimikroba baru yang dapat diperoleh dari bahan alami, seperti ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.).

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) merupakan tanaman herbal yang telah lama dikenal dalam pengobatan tradisional di berbagai negara, termasuk Indonesia. Minyak atsiri yang terkandung dalam jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) memiliki aktivitas antibakteri yang efektif melalui mekanisme perusakan dinding sel bakteri. Proses perusakan ini melibatkan integritas membran sel, menyebabkan kebocoran komponen intraseluler, dan menghambat proses metabolisme serta respirasi bakteri. Senyawa aktif seperti fenol, flavonoid, dan terpenoid dalam minyak atsiri jahe merah berperan dalam merusak struktur dinding sel bakteri, sehingga menghambat pertumbuhan dan proliferasi mikroorganisme patogen (Fibryanto, E., 2022).

Pada hasil penelitian yang dilakukan Dianasari D., et al. (2020), ekstrak etanol rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Pada konsentrasi 20%, ekstrak ini menghasilkan diameter zona hambat sebesar 9,22 mm, dan pada konsentrasi 30%,

diameter zona hambat meningkat menjadi 9,90 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak jahe merah berbanding lurus dengan efektivitas penghambatan terhadap pertumbuhan *S. aureus*.

Selain jahe merah, temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) juga memiliki khasiat yang menjanjikan dalam dunia pengobatan alami. Temulawak mengandung kurkumin sebagai senyawa aktif utamanya, yang memiliki aktivitas antibakteri, anti-inflamasi, dan antioksidan (Rahman et al., 2022). Kurkumin diketahui bekerja dengan menahan sitokinesis dan multiplikasi sel bakteri serta gangguan dinding dan membran sel bakteri dan menginduksi lisis sel (Setiyawaty & Hermady, 2020). Penelitian lain menunjukkan bahwa kurkumin telah banyak diekstrak dan diteliti untuk kepentingan medis, salah satunya adalah sebagai antibakteri karena efek fototoksik terhadap bakteri. Ketika terkena cahaya, kurkumin bertindak sebagai bahan antibakteri dengan memproduksi hidrogen peroksida yang dapat menyebabkan kerusakan membran sitoplasma (Mashita, 2014).

Pemilihan konsentrasi 30% dalam penelitian ini didasarkan pada temuan empiris sebelumnya yang menunjukkan bahwa baik jahe merah maupun temulawak mengalami peningkatan aktivitas antibakteri secara konsisten ketika konsentrasi ekstrak dinaikkan hingga mencapai level tersebut. Pada rentang 20–30%, kedua rimpang memperlihatkan kenaikan zona hambat yang signifikan, sehingga konsentrasi 30% dianggap sebagai titik efektif yang mampu mengekstraksi senyawa aktif (seperti gingerol, shogaol, kurkuminoid, dan xanthorrhizol) dalam jumlah yang cukup tanpa menghambat proses difusi ekstrak pada media uji. Dengan demikian, konsentrasi 30% dipilih sebagai konsentrasi representatif yang paling relevan untuk menilai dan membandingkan potensi antibakteri kedua ekstrak terhadap *Staphylococcus aureus*.

Penelitian sebelumnya menguji efek ekstrak temulawak (*Curcuma zanthorrhiza*) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* secara *in vitro* menggunakan metode uji difusi cakram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak temulawak memiliki kemampuan signifikan dalam menghambat pertumbuhan kedua jenis bakteri tersebut. Pada konsentrasi ekstrak 20%, zona hambat yang terbentuk mencapai 7,4 mm, sedangkan pada konsentrasi 30%, zona hambat meningkat menjadi 9,0 mm. Peningkatan zona hambat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak menunjukkan adanya hubungan langsung antara konsentrasi ekstrak temulawak dan daya hambatnya terhadap pertumbuhan bakteri (Dicky & Apriliana, 2016)..

Data ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak temulawak, semakin besar efek antibakterinya, yang menunjukkan potensi ekstrak temulawak sebagai agen antimikroba yang efektif. Berdasarkan uraian data yang diperoleh, peneliti ingin menguji serta membandingkan tingkat efektivitas antara ekstrak jahe merah dan ekstrak temulawak dengan konsentrasi masing-masing 30% sebagai alternatif agen antibakterial yang dapat digunakan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.2 Teori

1.2.1 Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)

Jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) adalah salah satu varietas jahe yang dikenal luas di Indonesia dan negara-negara tropis lainnya. Berbeda dengan jahe putih

atau jahe emprit, jahe merah memiliki ukuran rimpang yang lebih kecil, kulit kemerahan, dan rasa yang lebih pedas. Berdasarkan penelitian yang dipublikasikan sebelumnya, jahe merah memiliki kandungan minyak atsiri yang lebih tinggi, yang menjadi alasan utama rasa pedas dan aroma khasnya (Rahman et al., 2022). Menurut studi, jahe merah secara tradisional digunakan untuk mengobati berbagai penyakit, seperti flu, batuk, dan masalah pencernaan, berkat sifat anti-inflamasi dan antimikrobanya. Penelitian tersebut juga menyoroti bahwa budidaya jahe merah relatif mudah di iklim tropis, menjadikannya bahan baku yang mudah didapat untuk penelitian lebih lanjut (Zhang et al., 2022).



Gambar 1. Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*)

1.2.2 Klasifikasi Tanaman Jahe Merah

Klasifikasi botani jahe merah secara umum adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Zingiberaceae</i>
Genus	: <i>Zingiber</i>
Spesies	: <i>Zingiber officinale</i>
Varietas	: <i>rubrum</i>

Klasifikasi ini menempatkan jahe merah dalam keluarga Zingiberaceae, yang juga mencakup tanaman rempah-rempah penting lainnya seperti kunyit dan lengkuas (Zhang et al., 2022; Yunita et al., 2023). Klasifikasi ini penting untuk memahami kekerabatan genetik dan metabolit yang mungkin mirip dengan tanaman lain dalam famili yang sama, yang sering kali menunjukkan sifat farmakologis serupa. Sebuah studi memperkuat klasifikasi ini dan membahas pentingnya identifikasi taksonomi yang akurat untuk memastikan kemurnian bahan baku herbal yang digunakan dalam penelitian (Ma et al., 2025).

1.2.3 Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Jahe Merah

Efektivitas jahe merah sebagai agen antibakteri dan anti-inflamasi terutama disebabkan oleh senyawa bioaktifnya, yaitu gingerol dan shogaol. Gingerol yang merupakan senyawa fenolik utama, bertanggung jawab atas rasa pedas pada jahe segar

(Ayustaningwarno et al., 2024). Ketika jahe dikeringkan atau dipanaskan, gingerol dapat diubah menjadi shogaol, yang memiliki aktivitas biologis lebih kuat. Penelitian menunjukkan bahwa 6-gingerol dan 6-shogaol adalah senyawa paling dominan yang menunjukkan efek antibakteri signifikan terhadap berbagai patogen (Zhang et al., 2024). Selain itu, jahe merah juga mengandung flavonoid, minyak atsiri, dan polifenol lain yang bekerja secara sinergis untuk menghasilkan efek terapeutik. Studi menemukan bahwa ekstrak jahe merah dengan konsentrasi tinggi mampu merusak membran sel bakteri, yang menjadi mekanisme utama dalam menghambat pertumbuhan bakteri seperti *S. aureus* (Juariah et al., 2024).

Gingerol, khususnya 6-gingerol, merupakan senyawa fenolik utama dalam jahe yang berkontribusi terhadap sifat rasa pedas serta berbagai aktivitas biologisnya. Mekanisme antibakteri 6-gingerol bersifat multitarget, di antaranya dengan merusak dan meningkatkan permeabilitas membran sel bakteri, menghambat aktivitas pompa efek, serta menurunkan pembentukan biofilm dan faktor virulensi bakteri. Dari sisi anti-inflamasi, 6-gingerol terbukti mampu menekan jalur pensinyalan biokimia peradangan melalui penghambatan aktivasi NF- κ B dan Akt, yang pada gilirannya menurunkan produksi sitokin pro-inflamasi seperti tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) dan interleukin-6 (IL-6), sekaligus meningkatkan regulasi sitokin anti-inflamasi (Elfaky et al., 2024; Ali et al., 2022).

Ketika jahe dikeringkan atau dipanaskan, gingerol akan mengalami dehidrasi dan berubah menjadi shogaol, dengan 6-shogaol sebagai bentuk yang paling umum. Senyawa ini seringkali menunjukkan aktivitas biologis yang lebih kuat dibandingkan gingerol. Peningkatan potensi ini disebabkan oleh perubahan struktur kimianya, yaitu terbentuknya gugus keton α,β -tak jenuh. Struktur ini sangat reaktif dan memungkinkannya untuk berikatan secara kovalen dengan protein-protein vital pada bakteri, sehingga dapat menonaktifkan fungsi enzimatik atau struktural secara lebih efektif dan permanen dibandingkan gingerol (El-Shiekh et al., 2025). Oleh karena itu, 6-shogaol menunjukkan efek antibakteri yang signifikan terhadap berbagai patogen, termasuk yang telah resisten terhadap antibiotik.

Selain itu, jahe merah juga mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan komponen minyak atsiri yang berkontribusi terhadap efek terapeutik. Analisis fitokimia pada ekstrak jahe merah menunjukkan adanya senyawa fenolik/flavonoid yang memiliki aktivitas antibakteri, antara lain dengan mengganggu sintesis DNA dan protein bakteri. Komponen minyak atsiri, khususnya *zingiberene* dan *α -curcumene*, berperan dalam merusak membran sel bakteri, yang ditunjukkan melalui kebocoran protein dan asam nukleat serta perubahan morfologi dinding sel. Efek gabungan multitarget inilah yang menjadi keunggulan utama ekstrak jahe merah: flavonoid berperan pada fungsi metabolisme dan sintesis biomolekul bakteri, sedangkan minyak atsiri menyerang membran dan struktur seluler. Pendekatan yang menyerang dari berbagai sisi ini berpotensi meningkatkan efektivitas antibakteri sekaligus menekan peluang timbulnya resistensi (Abu Bakar, Mohd Nor & Mohd Yusof, 2023; Zhu et al., 2020)

1.2.4 Tanaman Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.)

Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza*) adalah tanaman rimpang yang berasal dari Indonesia dan termasuk dalam famili *Zingiberaceae*. Tanaman ini telah lama digunakan

dalam pengobatan tradisional, terutama di Asia Tenggara, sebagai tonik, obat gangguan hati, serta untuk mengatasi peradangan. Berbagai penelitian melaporkan bahwa senyawa aktif utama seperti *xanthorrhizol* dan *kurkuminoid* memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antikanker, dan antimikroba. Saat ini, temulawak banyak diteliti sebagai sumber bahan baku farmasi, suplemen kesehatan, dan produk kosmetik. Sejumlah kajian juga menyoroti aspek budidaya serta teknik ekstraksi modern, termasuk ultrasonic-assisted extraction, yang mendukung pemanfaatan temulawak secara berkelanjutan sebagai komoditas tanaman obat penting di kawasan Asia Tenggara (Pradana et al., 2023; Lee et al., 2023).



Gambar 2. Tanaman Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.)

1.2.5 Klasifikasi Tanaman Temulawak

Klasifikasi botani temulawak adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Tracheophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Zingiberales</i>
Famili	: <i>Zingiberaceae</i>
Genus	: <i>Curcuma</i>
Spesies	: <i>Curcuma zanthorrhiza</i> Roxb.

Sama seperti jahe merah, temulawak juga berada dalam famili Zingiberaceae, yang menjelaskan mengapa kedua tanaman ini memiliki beberapa kesamaan senyawa aktif dan efek farmakologis. Menurut studi, keberadaan temulawak di genus *Curcuma* menunjukkan kekerabatan yang dekat dengan kunyit (*Curcuma longa*), yang juga memiliki sifat antibakteri kuat (Yanti, Dewi & Sari, 2023). Pemahaman klasifikasi ini penting untuk membandingkan secara ilmiah potensi kedua ekstrak dalam penelitian ini.

1.2.6 Kandungan Senyawa Aktif Tanaman Temulawak

Senyawa aktif utama yang memberikan khasiat pada temulawak adalah kurkuminoid, yang terdiri dari kurkumin, demetoksikurkumin, dan bisdemetoksikurkumin. Kurkumin adalah pigmen kuning utama yang bertanggung jawab atas aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan antibakteri (Simamora et al., 2023). Mekanisme kerja kurkumin dalam menghambat bakteri seperti *S. aureus* adalah dengan merusak membran sel bakteri dan mengganggu sintesis DNA dan protein. Penelitian membuktikan

bahwa ekstrak etanol temulawak pada konsentrasi 30% mampu membentuk zona hambat yang signifikan terhadap pertumbuhan bakteri (Yuan et al., 2022). Selain kurkuminoid, temulawak juga mengandung minyak atsiri seperti xanthorizol, yang dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan yang kuat (Simamora et al., 2024).

Senyawa aktif utama yang paling dikenal dari temulawak (*Curcuma zanthorrhiza*) adalah golongan kurkuminoid, terutama kurkumin, yang merupakan komponen paling melimpah dan bertanggung jawab atas warna kuning khas rimpang serta beragam aktivitas biologis, termasuk anti-inflamasi, antioksidan, dan antibakteri (Tyagi et al., 2021; Zhao et al., 2020). Mekanisme antibakteri kurkumin terhadap bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus aureus* bersifat multifaktorial: senyawa ini dapat mengganggu integritas membran sel, meningkatkan permeabilitas sehingga terjadi kebocoran isi sel, serta berinteraksi dengan DNA dan protein yang mengakibatkan gangguan replikasi dan biosintesis (Tyagi et al., 2021; Zhao et al., 2020).

Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan kurkumin juga dapat menstimulasi pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) yang berkontribusi pada stres oksidatif di dalam sel bakteri (Tyagi et al., 2021). Meskipun terdapat turunan lain seperti demetoksikurkumin (DMC) dan bisdemetoksikurkumin (BDMC), literatur terbaru lebih banyak menekankan efek antibakteri kurkumin dibandingkan pembahasan spesifik kedua turunan tersebut (Tyagi et al., 2021; Zhao et al., 2020).

Di samping fraksi kurkuminoid, fraksi minyak atsiri temulawak juga memiliki peran penting, dengan xanthorizol sebagai senyawa seskuiterpen fenolik utama. *Xanthorizol* menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat terhadap *S. aureus* dengan mekanisme yang berbeda, yakni menargetkan saluran mekanosensitif MsCL, sehingga memicu keluarnya isi sitoplasma dan menyebabkan lisis sel. Selain itu, sifat lipofilik *xanthorizol* mendukung interaksinya dengan membran sel, yang semakin memperkuat efek antibakterinya (Kim et al., 2024). Dengan demikian, efektivitas antibakteri ekstrak temulawak kemungkinan besar merupakan hasil dari efek kombinasi antara golongan kurkuminoid dan minyak atsiri, meskipun bukti spesifik mengenai sinergi langsung antara kurkumin dan xanthorizol masih terbatas pada kajian literatur umum (Tyagi et al., 2021; Zhao et al., 2020).

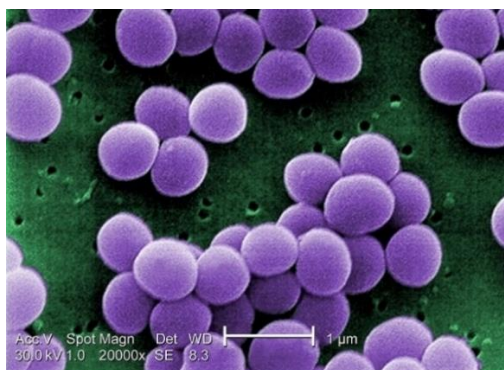
Senyawa aktif utama yang paling dikenal dari temulawak adalah golongan kurkuminoid, yang terdiri dari kurkumin, demetoksikurkumin (DMC), dan bisdemetoksikurkumin (BDMC). Di antara ketiganya, kurkumin adalah komponen yang paling melimpah dan bertanggung jawab atas warna kuning khas rimpang serta spektrum aktivitas biologis yang luas, termasuk anti-inflamasi, antioksidan, dan antibakteri. Mekanisme kerja kurkumin dalam menghambat bakteri seperti *S. aureus* bersifat multifaktorial; senyawa ini diketahui dapat merusak integritas membran sel bakteri, menyebabkan kebocoran konten sitoplasma, serta mengganggu proses vital seperti replikasi DNA dan sintesis protein. Dua turunan lainnya, yaitu demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin, juga menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan. Meskipun potensinya dapat sedikit berbeda tergantung pada strain bakteri, struktur kimia bersama mereka (kerangka β -diketon) memungkinkan mereka untuk menghasilkan stres oksidatif melalui pembentukan *reactive oxygen species* (ROS) di dalam sel bakteri, yang pada akhirnya menyebabkan kerusakan makromolekul dan kematian sel (Tyagi et al., 2021).

Selain kurkuminoid yang bersifat polar, fraksi minyak atsiri dari temulawak juga memegang peranan krusial, dengan xantorizol sebagai senyawa fenolik seskiterpenoid utamanya. Xantorizol memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan yang sangat kuat. Sifatnya yang lipofilik (larut dalam lemak) memungkinkannya untuk dengan mudah berinteraksi dan menyisip ke dalam lapisan ganda lipid pada membran sel bakteri *S. aureus*. Intervensi ini mengganggu fluiditas dan permeabilitas membran, yang berujung pada lisis atau pecahnya sel bakteri. Lebih lanjut, xantorizol juga terbukti efektif dalam menghambat pembentukan biofilm *S. aureus*, sebuah mekanisme pertahanan utama yang membuat bakteri lebih resisten terhadap antibiotik (Zhao et al., 2020). Efektivitas antibakteri dari ekstrak etanol temulawak secara keseluruhan, yang mampu membentuk zona hambat signifikan pada konsentrasi 30%, kemungkinan besar bukan hanya hasil dari satu senyawa tunggal. Melainkan, merupakan hasil dari efek sinergis antara golongan kurkuminoid dengan komponen minyak atsiri seperti xantorizol. Kombinasi senyawa-senyawa ini memungkinkan ekstrak untuk menyerang bakteri melalui berbagai mekanisme secara bersamaan, sehingga memberikan daya hambat yang lebih kuat dibandingkan jika senyawa-senyawa tersebut digunakan secara terpisah (Kim et al., 2024).

1.2.7 *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram-positif, berbentuk kokus, tidak bergerak (non-motil), dan tidak membentuk spora. Bakteri ini sering ditemukan sebagai bagian dari mikrobiota normal pada kulit dan mukosa hidung manusia, tetapi juga dikenal sebagai patogen oportunistik utama. *S. aureus* dapat menyebabkan berbagai penyakit, mulai dari infeksi kulit superfisial hingga kondisi serius seperti pneumonia, sepsis, dan endokarditis (Thakare, Pande & Sonawane, 2025).

Secara klinis, *S. aureus* merupakan penyebab penting infeksi nosokomial, terutama yang melibatkan strain resisten terhadap metisilin (MRSA). Resistensi antibiotik yang meluas menjadikan MRSA ancaman global kesehatan masyarakat, sehingga mendorong penelitian untuk menemukan terapi alternatif berbasis agen alami. Sejumlah tinjauan melaporkan bahwa berbagai senyawa dari tumbuhan—seperti terpenoid, flavonoid, dan alkaloid—menunjukkan potensi aktivitas antibakteri terhadap MRSA (Ugboko et al., 2023).



Gambar 3. *Staphylococcus aureus*

1.2.8 Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi taksonomi *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Bacillota
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Staphylococcaceae
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>S. aureus</i>

Identifikasi akurat bakteri ini sangat penting dalam diagnosis maupun pengobatan, mengingat ada spesies stafilokokus lain yang bersifat kurang patogen namun dapat menimbulkan kebingungan dalam praktik klinis (Thakare, Pande & Sonawane, 2025).

1.2.9 Morfologi *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus memiliki morfologi khas yang membedakannya dari bakteri lain. Di bawah mikroskop, bakteri ini terlihat berbentuk kokus (bulat) dan tersusun dalam kelompok-kelompok yang menyerupai untaian anggur. Ukuran selnya berkisar antara 0,5 hingga 1,5 μm . Jurnal menjelaskan bahwa formasi seperti untaian anggur ini disebabkan oleh pembelahan sel yang terjadi dalam beberapa bidang (Rahman et al., 2023). Koloni *S. aureus* pada media agar biasanya berwarna keemasan (dari pigmen *staphyloxanthin*), yang merupakan asal nama spesiesnya (*aureus* berarti emas). Pigmen ini tidak hanya memberikan warna, tetapi juga berfungsi sebagai faktor virulensi yang melindungi bakteri dari stres oksidatif.

1.2.10 Patogenesis *Staphylococcus aureus*

Patogenesis *S. aureus* sangat kompleks dan melibatkan berbagai faktor virulensi yang memungkinkan bakteri ini untuk menyerang dan bertahan hidup di dalam tubuh inang (Rahman et al., 2023). Adapun identifikasi beberapa faktor virulensi utama, termasuk:

- Protein Permukaan: Protein A, yang mengikat antibodi dan menghambat respons imun.
- Toksin: Hemolisin yang merusak sel darah merah, dan toksin eksfoliatif yang menyebabkan sindrom kulit melepuh.
- Enzim: Koagulase yang menggumpalkan plasma, membentuk gumpalan fibrin yang melindungi bakteri dari fagositosis. Hialuronidase yang memecah jaringan ikat, memungkinkan penyebaran bakteri.

Kombinasi faktor-faktor ini memungkinkan *S. aureus* untuk menyebabkan berbagai penyakit, dari infeksi superfisial hingga infeksi sistemik yang parah. Oleh karena itu, penelitian mengenai agen antibakteri alami seperti ekstrak jahe merah dan temulawak menjadi sangat relevan dalam upaya mengatasi resistensi antibiotik dan menyediakan alternatif pengobatan yang efektif. (Rahman et al., 2023)

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “Bagaimana perbandingan tingkat efektivitas pada pemberian ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan ekstrak temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) dengan masing-masing konsentrasi 30% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*?”

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan tingkat efektivitas ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) dengan masing-masing konsentrasi 30% terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat untuk ilmu pengetahuan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan kajian untuk menilai efektivitas antara jahe merah dan temulawak dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* serta sebagai sumber data untuk pengembangan ilmu lebih lanjut.

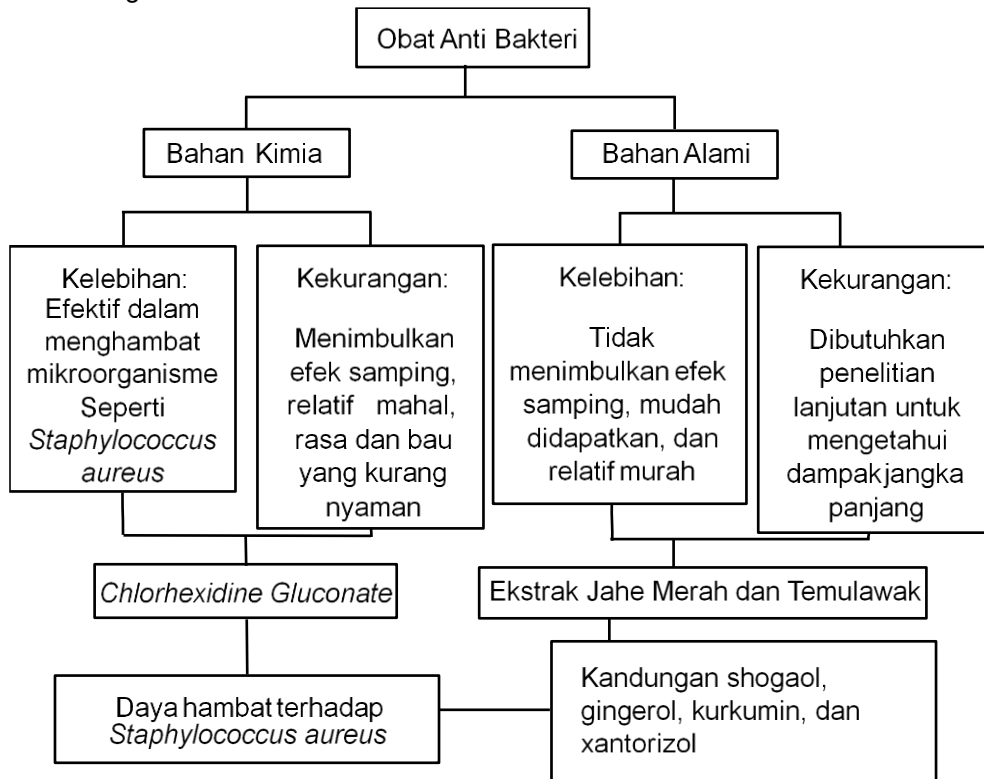
2. Peneliti

Mendapatkan pengalaman meneliti dan menambah wawasan serta pengetahuan tentang uji daya hambat ekstrak jahe merah dan temulawak pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

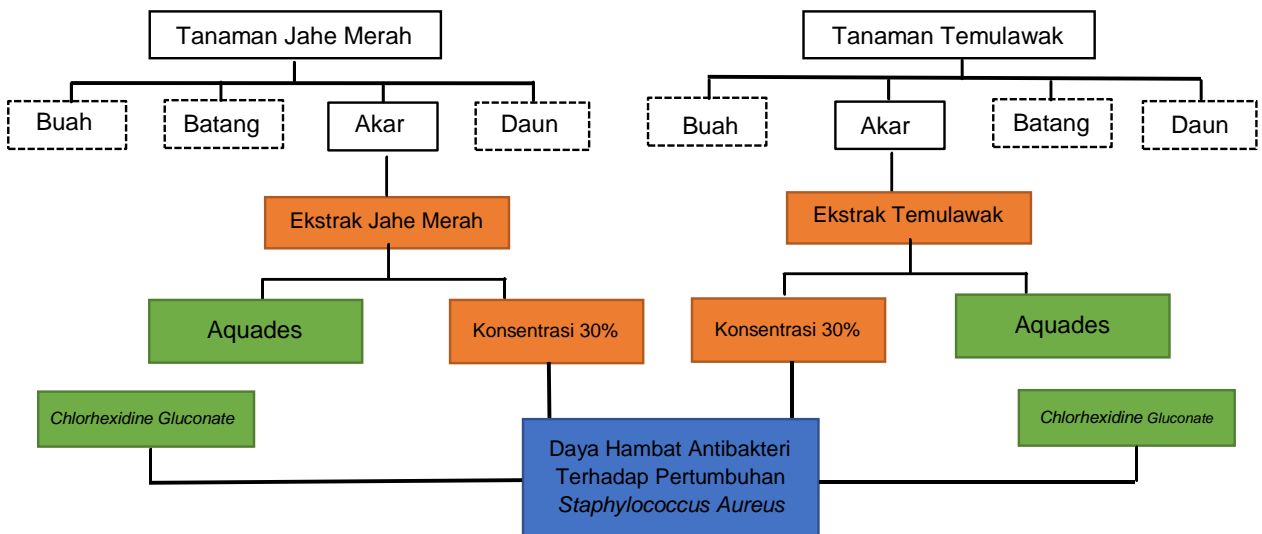
3. Manfaat untuk masyarakat

Memberi informasi kepada masyarakat tentang manfaat dari tanaman herbal dalam hal ini jahe merah dan temulawak.




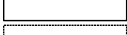
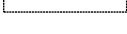
1.6 Kerangka Teori



1.7 Kerangka Konsep



Keterangan :

-  : Variabel Kontrol
-  : Variabel Independen
-  : Variabel Dependen
-  : Variabel yang diteliti
-  : Variabel yang tidak diteliti

1.8 Hipotesis

Ekstrak temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) memiliki perbedaan efektivitas daya hambat yang secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang akan dilakukan adalah eksperimental laboratorium dengan rancangan *cross-sectional*.

2.2 Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Mei Tahun 2025

b. Tempat penelitian

Laboratorium Fitokimia Farmasi Universitas Hasanuddin dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

2.3 Variabel Penelitian

1. Variabel Independen : Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi perbandingan jahe merah dan temulawak dalam konsentrasi 30% yang digunakan.
2. Variabel Dependen : Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu nilai daya hambat jahe merah dan temulawak terhadap *Staphylococcus aureus*. Uji daya hambat dilakukan dengan cara mengukur diameter zona bening (zona hambat) yang terbentuk pada sekitar kertas cakram, sebagai akibat dari pemberian zat yang memiliki kemampuan sebagai anti bakteri. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.

Kategori daya hambat anti bakteri dapat diklasifikasikan seperti berikut :

Tabel 1. Kategori daya hambat

Daya Hambat	Kategori Daya Hambat
> 20mm	Sangat Kuat
10-20 mm	Kuat
5-10 mm	Sedang
< 5 mm	Lemah

Sumber: Nugraheni, I. 2021. Jurnal AKTIVITAS ANTIBAKTERI DARI BAKTERI ENDOFIT ASAL AKAR CIPLUKAN (*Physalis angulata L.*) TERHADAP

Staphylococcus aureus DAN *Escherichia coli*

2.4 Populasi dan Sampel

Populasi sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah bakteri *Staphylococcus aureus* yang berasal dari stok kultur bakteri yang disimpan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan ekstrak temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) yang dibuat dalam 1 kali pengenceran dengan konsentrasi 30%. Pada setiap perlakuan dilakukan replikasi sebanyak 6 kali.

Pada penelitian ini terdapat empat Kelompok perlakuan, yang terdiri dari; Kelompok 1: ekstrak jahe merah 30%, Kelompok 2 : ekstrak temulawak 30%; Kelompok 3 : Kontrol positif (*Chlorhexidine gluconate* 2%); dan Kelompok 4 : kontrol negatif (aquades). Adapun jumlah sampel pada penelitian ini yaitu jumlah kelompok dikalikan dengan banyak replikasi : **4 kelompok x 6 replikasi = 24 sampel.**

2.5 Kriteria Sampel

2.5.1 Kriteria Inklusi

Koloni bakteri *Staphylococcus aureus* yang tumbuh pada medium pertumbuhan dengan perlakuan dan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

2.5.2 Kriteria Eksklusi

Adanya pertumbuhan bakteri atau kontaminasi lain pada medium pertumbuhan.

2.6 Definisi Operasional

- 1) Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan biakan murni bakteri yang telah disediakan oleh Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
- 2) Jahe merah (*Zingiber officinale* var. rubrum) adalah tanaman yang diperoleh dari daerah Makassar, Sulawesi Selatan
- 3) Temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) adalah tanaman yang diperoleh dari daerah Makassar, Sulawesi Selatan
- 4) Konsentrasi 30% adalah konsentrasi dari ekstrak jahe merah dan temulawak yang dibuat dengan menghancurkan masing-masing tumbuhan yang sudah dioven dengan menggunakan blender dan ditambahkan etanol 96%
- 5) Medium adalah Muller Hinton Agar (MHA) yang dibuat dari sediaan yang disediakan dari laboratorium mikrobiologi ini digunakan sebagai media untuk melihat daya hambat bakteri
- 6) Zona bening yaitu zona hambat yang ditandai dengan adanya daerah jernih pada medium biakan mikroba setelah diinkubasi yang diukur diameternya dalam satuan milimeter dengan menggunakan jangka sorong.
- 7) Kontrol Positif
Kontrol Positif uji Antibakteri menggunakan *Chlorhexidine gluconate* 2%
- 8) Kontrol Negatif
Kontrol Negatif Antibakteri menggunakan Aquades

2.7 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi blender, pisau, timbangan digital, botol maserasi, gelas ukur, erlenmeyer, beaker glass, cawan penguap, batang pengaduk, corong kaca, kertas saring, botol semprot, pipet tetes, pipet ukur, pH universal, autoclave, mikropipet, paper disk (kertas cakram), cawan petri, tabung reaksi, jarum ose, pinset, oven, bunsen, jangka sorong.

2.8 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi bakteri *Staphylococcus aureus*, temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.), jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*), *handscoon*, masker, kertas label, etanol 96%, aquades, alkohol, kapas, Pelarut NaCl, MHA (Muller Hinton Agar).

2.9 Tahapan Penelitian

Secara umum, tahapan kerja dalam penelitian ini meliputi sterilisasi peralatan, pembuatan simplisia, proses ekstraksi temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*), penyiapan konsentrasi ekstrak temulawak dan jahe merah, pembuatan media *Muller Hinton Agar* (MHA), persiapan suspensi *Staphylococcus aureus*, serta pengujian aktivitas penghambatan ekstrak jahe merah dan temulawak terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

a. Sterilisasi alat

- 1) Alat-alat yang digunakan seperti gelas ukur, labu Erlenmeyer, mikro pipet, kapas, aluminium foil disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 20 menit.
- 2) Alat-alat seperti cawan petri, batang pengaduk, tabung reaksi dan ose lurus, disterilkan menggunakan oven pada suhu 180°C selama 120 menit.

b. Pembuatan simplisia

Jahe merah dan temulawak yang masih muda dipilih karena memiliki tingkat metabolisme yang tinggi, sehingga kandungan zat aktif di dalamnya cukup melimpah. Proses selanjutnya meliputi sortasi basah menggunakan air mengalir untuk membersihkan bahan. Setelah itu, dilakukan sortasi kering guna memisahkan bagian rempah yang rusak atau tidak layak pakai. Rempah yang telah disortasi kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan.

c. Pembuatan ekstrak jahe merah dan temulawak

Sebanyak 500 gram jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.) segar dikeringkan dengan metode diangin-anginkan. Setelah kering, bahan tersebut dihaluskan secara terpisah menggunakan blender hingga menjadi serbuk halus. Serbuk yang dihasilkan kemudian ditimbang masing-masing sebanyak 100 gram.

Kemudian proses maserasi dilakukan dengan merendam simplisia jahe merah dan temulawak secara terpisah dalam toples, menggunakan 1 liter pelarut etanol

96%. Perendaman berlangsung selama 5 hari, dengan pengadukan selama kurang lebih 15 menit setiap harinya untuk memastikan homogenitas antara serbuk dan pelarut.

Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan ampas dengan pelarut yang mengandung senyawa aktif. Pelarut tersebut kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* untuk memisahkan senyawa aktif dari pelarutnya. Larutan yang dihasilkan selanjutnya dipanaskan kembali dalam oven pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak murni. Ekstrak jahe merah dan temulawak yang diperoleh memiliki warna merah kecokelatan dan oranye kekuningan dengan tekstur kental. Ekstrak murni ini kemudian disimpan dalam botol kaca steril yang tertutup rapat dan ditempatkan di lemari pendingin.

d. Pembuatan konsentrasi Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) dan temulawak (*Curcuma zanthorrhiza* Roxb.)

Ekstrak jahe merah dan temulawak yang digunakan sebagai sampel memiliki konsentrasi awal sebesar 100 %. Dari konsentrasi 100% ini dilakukan pengenceran dalam ml aquades untuk memperoleh konsentrasi masing-masing 30% yang kemudian digunakan dalam pengujian daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Penentuan konsentrasi ekstrak jahe merah dan temulawak pada level 30% dilakukan dengan rumus 30 dibagi 100 dikalikan 10 ml. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa volume ekstrak yang dibutuhkan adalah 3,0 ml. Selanjutnya, volume tersebut dicukupkan dengan penambahan 7,0 ml aquades steril hingga mencapai total volume 10 ml. Campuran ini kemudian dimasukkan ke dalam tabung konsentrasi dan disentrifugasi selama 15 menit.

e. Pembuatan media Muller Hinton Agar (MHA)

- 1) *Muller Hinton Agar* (MHA) ditimbang dengan timbangan analitik sebanyak 38 gram. Selanjutnya MHA dimasukkan ke dalam gelas kimia dengan air larut sebanyak 40 ml (80%) dan 10ml (20%) aquades dan dipanaskan di atas hotplate dan dicampurkan menggunakan magnetic stirrer sampai mendidih
- 2) Selanjutnya medium ini disterilkan dengan menggunakan autoklaf dengan suhu 121 derajat celcius selama 15 menit
- 3) Setelah steril, ambil medium MHA cair sebanyak 20 ml dengan menggunakan spoit lalu tuang ke dalam cawan petri.
- 4) Biarkan selama 30 menit hingga medium MHA menjadi padat dan disimpan pada suhu 2-8 derajat celcius
- 5) Medium kultur MHA pada cawan petri ini disebut base layer

f. Pembuatan suspensi *Staphylococcus aureus*

- 1) Ose lurus dipanaskan diatas lampu spritus sampai membara, didinginkan sebentar, lalu dimasukkan kedalam cawan petri yang berisi biakan murni *Staphylococcus aureus*. Ose digoreskan pada koloni sampai terlihat koloni mikroba yang menempel pada ose.

- 2) Ose kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 10 ml larutan NaCl 0,9%. Tabung reaksi kemudian dihomogenkan agar terbentuk suspensi *Staphylococcus aureus*. Koloni mikroba terus menerus ditambahkan sampai kekeruan larutan tersebut mengikuti standar McFarland,
- 3) Larutan NaCl 0,9% tersebut kemudian diambil sebanyak 10 μ l dengan menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 5 ml medium MHA cair, dengan suhu sekitar 37°C yang telah dipersiapkan terlebih dahulu.
- 4) Tabung reaksi tersebut kemudian dihomogenkan agar terbentuk suspensi *Staphylococcus aureus*

g. Uji daya hambat ekstrak jahe merah dan temulawak terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

Pengujian aktivitas antibakteri ekstrak jahe merah dan temulawak terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dilakukan menggunakan metode difusi cakram. Prosedur diawali dengan merendam kapas steril ke dalam suspensi bakteri uji, kemudian memutarnya beberapa kali dan menekannya pada dinding tabung di atas cairan untuk menghilangkan inokulum berlebih. Suspensi bakteri tersebut kemudian diinokulasikan ke seluruh permukaan media agar dengan cara mengulaskan kapas secara zig-zag bolak-balik hingga permukaan media tertutup merata. Setelah itu, kapas disterilkan kembali dan digunakan untuk mengulaskan suspensi bakteri pada media agar lainnya dengan konsentrasi ekstrak yang telah ditetapkan.

Pada tahap berikutnya, cakram kertas yang telah direndam dalam larutan ekstrak jahe merah dan temulawak dengan konsentrasi masing-masing 30% ditempatkan di atas permukaan media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri uji, menggunakan pinset steril. Setelah semua cakram diletakkan, media diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 Jam. Selanjutnya, pengamatan dilakukan untuk melihat keberadaan zona hambat di sekitar cakram sebagai indikator aktivitas antibakteri ekstrak yang diuji.

2.10 Pengamatan zona Inhibisi

Media diamati dan diukur perbandingan efektifitas anti bakteri antara jahe merah dan temulawak dengan konsentrasi masing-masing 30% menggunakan jangka sorong.

2.11 Analisis data

Setelah dilakukan enam kali replikasi, kemudian hasil data yang diperoleh dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS. Pemeriksaan normalitas dilakukan terlebih dahulu melalui uji Shapiro–Wilk untuk menilai apakah data mengikuti distribusi normal. Setelah itu, Levene's test digunakan untuk menguji homogenitas varians antar kelompok sampel. Hasil kedua uji asumsi tersebut menjadi dasar penentuan teknik analisis statistik yang digunakan. Karena varians data tidak bersifat homogen, analisis dilanjutkan dengan pendekatan nonparametrik menggunakan uji Kruskal–Wallis untuk mengidentifikasi adanya perbedaan signifikan antar kelompok. Apabila perbedaan tersebut terdeteksi, maka uji post hoc Least Significant Difference

(LSD) diterapkan untuk menentukan pasangan kelompok perlakuan yang berbeda secara spesifik.

2.12 Alur Penelitian

