

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki iklim tropis dengan kelembapan udara yang tinggi serta intensitas sinar matahari yang cukup kuat sepanjang tahun. Kondisi cuaca seperti ini sangat berpengaruh terhadap kesehatan dan kondisi kulit masyarakat, khususnya dalam menjaga kelembapan alami kulit, mengontrol produksi minyak, serta melindungi dari dampak negatif sinar ultraviolet (UV). Suhu yang panas disertai kelembapan tinggi menyebabkan kulit cenderung lebih mudah berkeringat dan berminyak, yang dapat memicu berbagai gangguan kulit seperti jerawat, iritasi, bahkan tanda-tanda penuaan dini. Tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya perawatan tubuh dan penampilan terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Salah satu upaya untuk berpenampilan menarik adalah dengan menggunakan produk kosmetik. Kosmetik bukan hanya berkaitan dengan *make-up*, tetapi juga mencakup perawatan tubuh, rambut, dan kulit. Perawatan kulit dilakukan untuk menjaga atau memperbaiki kondisi wajah. *Skin care* dilakukan dengan menggunakan produk yang sesuai dengan jenis dan kebutuhan kulit. Saat ini, penggunaan produk perawatan kulit telah menjadi kebiasaan sehari-hari, namun masih banyak orang yang belum memahami cara dan jenis perawatan kulit yang tepat dan sesuai dengan permasalahan kulit yang mereka alami. Sehingga pemilihan jenis produk kosmetik bisa menjadi awal munculnya permasalahan kulit (Kusumaningrum, 2021). Permasalahan kulit yang sering terjadi adalah jerawat, penyakit ini menduduki peringkat ke-8 tertinggi di dunia dengan angka kejadian mencapai 94% secara global (Widasari et al., 2024). Angka kejadian jerawat paling tinggi ditemukan pada usia 14–17 tahun pada perempuan dengan prevalensi sekitar 83–85%. Sementara itu, pada laki-laki usia 16–19 tahun dengan kisaran 95–100% (Maya Septriana et al., 2023). Hal ini didukung oleh iklim sebagian besar negara Asia yang memiliki iklim hangat sehingga kulit masyarakat Asia cenderung lebih berminyak dan

lebih mudah mengalami jerawat (Andrini, 2023). Tidak hanya iklim dan kosmetik yang menjadi penyebab jerawat, namun peningkatan aktivitas kelenjar sebacea, penebalan saluran kelenjar minyak, pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*, proliferasi berlebihan sel keratinosit, pengaruh hormon androgen yang merangsang produksi sebum, faktor genetik, rambut yang berminyak, dan stres juga turut berperan. Jerawat sering berdampak pada kesehatan mental penderitanya, misalnya rasa percaya diri yang menurun, munculnya rasa malu, kecemasan, hingga rasa takut. Faktor psikologis tersebut dapat berdampak pada aktivitas hormon tubuh yang kemudian memicu kembali timbulnya jerawat. Sehingga diperlukannya perawatan yang intens dalam penanganan jerawat tersebut.

Jerawat dapat diobati dengan dua jenis pengobatan, yaitu pengobatan topikal yang diaplikasikan langsung pada kulit berjerawat dan pengobatan sistemik melalui konsumsi obat secara oral. Jenis antibiotik yang umum dipakai untuk mengobati jerawat antara lain klindamisin, tetrasiklin, sulfonamid, sefalosporin, eritromisin, dan trimetoprim (Desinta et al., 2024). Meskipun efektif untuk mengatasi jerawat, penggunaan obat-obatan ini dapat menyebabkan efek samping seperti iritasi. Penggunaan antibiotik dalam jangka waktu yang lama juga berpotensi menimbulkan resistensi, merusak organ, dan memicu reaksi berlebihan dari sistem imun (Wardania et al., 2020). Hal ini mendorong upaya pencarian sumber alternatif pengobatan antimikroba sebagai pengganti perawatan kimia sintetis. Salah satu solusi yang potensial adalah penggunaan tanaman yang memiliki sifat antibakteri sebagai alternatif pengobatan infeksi jerawat.

Pemanfaatan bahan alam dalam dunia kesehatan sudah berlangsung sejak lama karena dianggap lebih aman, terjangkau, mudah ditemukan, dan tidak merusak lingkungan jika dibandingkan dengan bahan sintetis. Saat ini, penggunaan tanaman sebagai obat kembali diminati seiring dengan tren *back to nature* yang mendorong masyarakat Indonesia untuk kembali ke pengobatan alami (Pribady et al., 2019). Masih banyak potensi dari bahan alam yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Indonesia sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman hayati memiliki peluang besar dalam

pengembangan bahan alam untuk pengobatan. Berbagai studi menunjukkan bahwa bahan alami dapat membantu mengatasi berbagai penyakit dan umumnya tidak menimbulkan efek samping yang membahayakan. Salah satunya adalah daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) merupakan tanaman herba yang berasal dari famili Asparagaceae.

Tanaman andong merah dikenal luas sebagai tanaman ornamental yang berfungsi sebagai tanaman hias. Selain berfungsi sebagai tanaman hias, bagian tanaman terutama daun memiliki fungsi sebagai antibakteri. Pada penelitian sebelumnya, daun andong terbukti mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid yang memiliki efek antibakteri dengan zona hambat signifikan terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Andani et al., 2023). Senyawa aktif tersebut juga ditemukan pada berbagai tanaman lain yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri pada bakteri *Staphylococcus aureus* yaitu daun sirsak (Amjad Mohammad Nadlif & Muhammad walid, 2024) dan daun kecombrang (Binugraheni & Larasati, 2020). Aktivitas antibakteri ekstrak daun andong dengan konsentrasi 10%, 30%, dan 50% menunjukkan daya hambat masing-masing sebesar 8,806 mm, 12,044 mm, dan 16,045 mm (Indiyen et al., 2020). Daya hambat ini tergolong besar jika dibandingkan ekstrak daun sirsak dan daun kecombrang pada konsentrasi 50%, dengan masing-masing zona hambat sebesar 11,36 mm dan 14,33 mm (Amjad Mohammad Nadlif and Muhammad walid, 2024; Binugraheni and Larasati, 2020). Hasil tersebut menunjukkan bahwa daun andong memiliki potensi antibakteri yang kuat dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus*.

Pemanfaatan bahan alam sebagai zat aktif tentunya memerlukan pertimbangan khusus, seperti stabilitas fisik dan kimia, konsentrasi zat aktif, metode pembuatan, serta penetrasi ke lapisan kulit. Formulasi bahan alam dalam sediaan topikal memerlukan penanganan intensif karena senyawa aktif yang terkandung di dalamnya umumnya bersifat kompleks, mudah terdegradasi, dan memiliki kestabilan yang rendah terhadap pengaruh lingkungan seperti cahaya, suhu, dan oksigen. Tantangan lain yang perlu diperhatikan adalah kemampuan penetrasi senyawa aktif ke dalam lapisan kulit, yang

sangat dipengaruhi oleh sifat fisikokimia senyawa serta jenis sediaan yang digunakan sebagai penghantaran zat aktif dari bahan alam ke jaringan target. Oleh karena itu, diperlukan strategi formulasi sediaan topikal yang tepat agar senyawa aktif dapat terdispersi secara merata, tetap stabil selama penyimpanan, dan mampu memberikan efek farmakologis yang optimal tanpa menimbulkan iritasi atau efek samping pada kulit. Salah satu bentuk sediaan topikal yang dinilai efektif untuk menghantarkan zat aktif dari bahan alam adalah gel.

Gel adalah bentuk sediaan topikal setengah padat yang nyaman digunakan karena mampu memberikan efek lembap dan dingin pada kulit. Selain itu, gel memiliki daya serap yang baik serta mudah dibilas dengan air. Salah satu kelebihan utama gel adalah sifat tiksotropiknya, yaitu mudah diratakan saat diaplikasikan namun kembali mengental saat tidak digunakan. Gel tidak meninggalkan noda di kulit, tidak menyumbat pori-pori karena cepat diserap, serta memberikan efek hidrasi tanpa menimbulkan rasa lengket. Hal ini disebabkan karena gel biasanya berbahan dasar pelarut polar yang mudah dibersihkan dari kulit dan tidak mengandung minyak, sehingga tidak memperburuk kondisi infeksi (Suleman et al., 2023). Keunggulan bentuk sediaan ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan oleh Karim *et al.* (2022) menunjukkan bahwa sediaan gel yang diformulasikan dari ekstrak daun nilam terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Sehingga dari hasil penelitian tersebut memberikan bukti bahwa gel berpotensi sebagai bentuk sediaan yang tepat dalam mengembangkan produk antibakteri berbahan dasar alam. Menurut hasil kajian literatur, belum ditemukan penelitian mengenai aktivitas antibakteri sediaan gel daun andong merah terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efektivitas gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki mutu fisik yang baik?
2. Apakah sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki aktivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui apakah sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki mutu fisik yang baik
2. Mengetahui apakah sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki aktivitas dalam menghambat *Staphylococcus aureus*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat teoritis

1. Memperkaya kajian ilmiah mengenai potensi alternatif pengobatan dari gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Pengetahuan ini memperluas wawasan terkait dengan keanekaragaman hayati Indonesia dan penggunaannya dalam farmasi modern.
2. Memberikan landasan teori yang kuat untuk pengembangan produk perawatan kulit berbahan alami yang tidak hanya efektif dalam mengatasi permasalahan kulit, tetapi juga aman digunakan dalam jangka panjang.

1.4.2 Manfaat praktis

1. Gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) yang menggunakan bahan alami berpotensi memiliki efek samping lebih rendah dibandingkan antibakteri sintetis. Penggunaan bahan alami ini cocok untuk konsumen yang mengutamakan keamanan, kenyamanan, dan cenderung menghindari bahan kimia buatan.
2. Produk perawatan kulit yang memanfaatkan ekstrak daun andong dapat meningkatkan nilai tambah tanaman lokal yang sebelumnya hanya dikenal sebagai tanaman hias. Hal ini berkontribusi pada perekonomian masyarakat serta menginspirasi pengembangan produk kosmetik alami yang mengangkat kekayaan hayati Indonesia.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Andong Merah

Andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) merupakan salah satu tanaman khas Indonesia yang sudah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bagian dari kekayaan hayati nusantara. Tanaman andong memiliki nilai estetika dan sering dimanfaatkan sebagai tanaman hias yang ditanam di halaman rumah, taman, area pemakaman, maupun sebagai tanaman pembatas atau pagar alami. Tumbuhan ini berasal dari wilayah Asia Tenggara dan dapat tumbuh dengan baik di iklim tropis Indonesia yang cenderung hangat dan lembap. Tanaman ini mampu tumbuh di berbagai ketinggian, mulai dari dataran rendah hingga wilayah yang mencapai 1.900 meter di atas permukaan laut (Prayitno et al., 2024).

2.1.1 Morfologi tanaman andong



Sumber : Andani et al., 2022

Gambar 2.1 Tanaman Andong Merah

Dilihat dari segi morfologi, tanaman andong memiliki pertumbuhan tegak dengan tinggi mencapai 2 hingga 4 meter (Nurrohwinta Djuwarno et al., 2023). Daun andong (*Cordyline fruticosa* L.) memiliki pola tulang menyirip sebagai bentuk adaptasi terhadap lingkungan tempat tumbuhnya. Pola tulang daun mirip dengan susunan tulang

pada ikan. Pola tersebut berkaitan dengan bagian lain pada daun, salah satunya adalah bentuk ujung dan pangkal daun yang meruncing yang berfungsi untuk mendukung proses metabolisme tumbuhan. Daun andong berwarna ungu karena menyerap cahaya matahari untuk proses fotosintesis, khususnya pada spektrum merah, biru, dan ungu. Spektrum warna ungu lebih mudah diserap oleh tanaman karena memiliki intensitas energi yang relatif lebih rendah dibandingkan warna lain. Tanaman ini memiliki batang yang tumbuh secara monopodial dan sistem akar berbentuk serabut (Nurza, 2019).

2.1.2 Klasifikasi tanaman andong

Tanaman andong merah dapat diklasifikasi sebagai berikut:



Kingdom	: Plantae
Subkingdom	: Tracheobionta
Superdivisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Subkelas	: Liliidae
Ordo	: Asparagales
Famili	: <i>Asparagaceae</i>
Genus	: <i>Cordyline</i>
Spesies	: <i>Cordyline fruticosa</i> (L.) (Habibi & Damayanti, 2021).

2.1.3 Kandungan daun andong

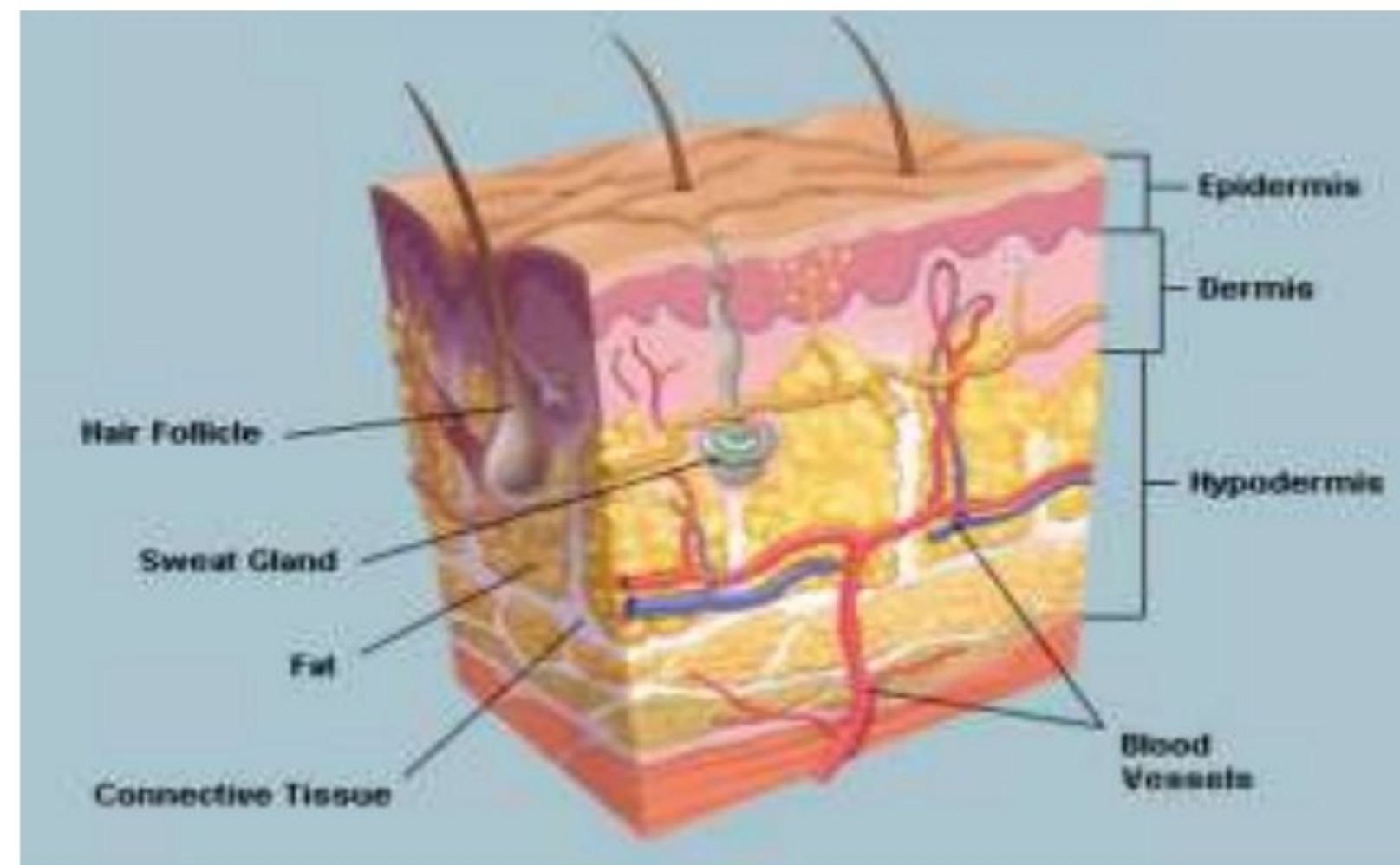
Daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, polifenol, triterpenoid, dan steroid yang berperan dalam aktivitas antiinflamasi, antibakteri, dan antioksidan (Endah et al, 2022). Senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan steroid secara khusus diketahui memiliki kemampuan sebagai antibakteri. Penelitian yang dilakukan oleh Indiyen *et al.* (2020) membuktikan bahwa ekstrak etanol daun andong merah mempunyai aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. Proses ekstraksi dilakukan menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 3x24 jam. Uji aktivitas antibakterinya menggunakan metode difusi sumuran pada beberapa variasi

konsentrasi yaitu 10%, 30%, dan 50%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa pada konsentrasi 10% diperoleh rata-rata zona hambat sebesar 8,806 mm yang tergolong kategori sedang. Sementara itu, konsentrasi 30% menunjukkan zona hambat sebesar 12,044 mm yang dikategorikan kuat, dan konsentrasi 50% menghasilkan zona hambat rata-rata sebesar 16,045 mm dengan nilai maksimum mencapai 17,836 mm yang tergolong kuat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak daun andong merah yang digunakan, maka semakin besar pula daya hambatnya terhadap *Staphylococcus aureus*. Aktivitas antibakteri dari ekstrak daun andong merah ini juga diperkuat oleh penelitian lain yang menggunakan metode ekstraksi maserasi dengan pelarut etanol 70%. Penelitian tersebut menggunakan beberapa variasi konsentrasi, yaitu 10%, 25%, 35%, dan 50%, yang masing-masing menghasilkan zona hambat sebesar 13,09 mm, 14,12 mm, 14,95 mm, dan 16,53 mm. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan diameter zona hambat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak yang digunakan (Nurviana et al., 2025). Dengan demikian, kedua penelitian tersebut sama-sama menunjukkan bahwa ekstrak daun andong merah memiliki potensi antibakteri yang signifikan terhadap *Staphylococcus aureus*, serta menunjukkan hubungan positif antara peningkatan konsentrasi ekstrak dengan daya hambat bakteri.

2.2 Kulit

Kulit merupakan organ terbesar pada tubuh manusia, yang menyumbang sekitar 16% dari total berat badan. Sebagai lapisan terluar tubuh, kulit berperan penting dalam menjaga keseimbangan internal (homeostasis) dengan mengatur kehilangan cairan, menjaga sifat permeabilitas, serta mengontrol suhu tubuh. Selain itu, kulit juga berfungsi sebagai barier pelindung yang mencegah masuknya mikroorganisme dan paparan zat berbahaya dari lingkungan. Kulit memiliki struktur berlapis-lapis yang masing-masing memiliki peran spesifik (Jap et al., 2023).

2.2.1 Struktur anatomi kulit



Sumber : Sayogo, 2017

Gambar 2.2 Struktur Anatomi Kulit

Kulit manusia terdiri atas tiga lapisan utama. Lapisan paling luar disebut epidermis, yang dapat dilihat secara langsung oleh mata. Lapisan ini berfungsi sebagai pelindung pertama terhadap lingkungan luar. Lapisan kedua adalah lapisan dermis yang memiliki struktur lebih tebal dan berperan penting dalam melindungi jaringan tubuh bagian dalam. Meskipun hanya terdiri dari dua bagian, dermis mengandung berbagai elemen penting seperti pembuluh darah, saraf, dan kelenjar. Sementara itu, lapisan terdalam disebut hipodermis yang berfungsi menghubungkan kulit dengan otot serta jaringan lainnya yang berada di bawah permukaan kulit. Hipodermis juga berperan dalam menyimpan lemak dan membantu menjaga suhu tubuh (Adhisa & Megasari, 2020)

2.2.2 Epidermis

Epidermis merupakan lapisan paling luar dari kulit yang tersusun atas berbagai jenis sel pembentuk jaringan epitel skuamosa berlapis dan mengandung keratin. Lapisan ini berperan sebagai pertahanan utama tubuh terhadap pengaruh lingkungan luar. Kondisi permukaan kulit yang cenderung asam membantu melindunginya dari serangan mikroorganisme. Selain itu, lapisan keratin yang keras tidak hanya mencegah masuknya mikroorganisme dan infeksi, tetapi juga membantu menjaga kelembapan alami kulit (Sayogo, 2017). Epidermis terdiri dari lima lapisan sel yang berbeda yang tersusun berurutan dari lapisan paling dalam hingga permukaan, yaitu stratum basale,

stratum spinosum, stratum granulosum, stratum lucidum, dan stratum corneum. Seiring meningkatnya posisi menuju permukaan kulit, jumlah sel yang mengalami proses keratinisasi dan kematian semakin bertambah. Stratum basale terletak di bagian dasar epidermis, berperan sebagai tempat proliferasi sel karena memiliki aktivitas mitotik yang tinggi dan menjadi sumber utama keratinosit yang akan bermigrasi ke lapisan atas. Stratum spinosum merupakan lapisan terluas epidermis, terdiri atas beberapa lapisan sel yang memberikan kekuatan mekanis pada kulit. Stratum granulosum tersusun dari tiga hingga lima lapisan sel pipih yang mulai mengalami keratinisasi. Stratum lucidum merupakan lapisan yang membedakan kulit tebal dan tipis dan hanya ditemukan pada kulit tebal seperti telapak tangan dan telapak kaki yang terdiri dari empat sampai enam lapisan sel transparan. Lapisan terluar yaitu stratum corneum, terdiri dari 15 hingga 20 lapisan sel pipih mati yang penuh dengan filamen keratin lunak. Lapisan ini secara kontinu mengalami proses pengelupasan sel-sel mati yang akan digantikan oleh sel-sel baru yang berasal dari lapisan bawah (Sanjaya et al., 2023).

2.2.3 Dermis

Dermis berperan sebagai “rumah” berbagai komponen pendukung epidermis. Di dalam dermis terdapat sel-sel imun yang berfungsi melindungi kulit dari infeksi. Selain itu, dermis juga menyediakan aliran darah, nutrisi, serta oksigen baik untuk dirinya sendiri maupun untuk epidermis. Dermis turut berperan dalam pengaturan suhu kulit melalui pembuluh darah superfisial, sementara reseptor saraf di dalamnya berfungsi untuk menerima rangsangan sensasi sentuhan (Sayogo, 2017). Dermis tersusun dari dua lapisan utama, yaitu lapisan papilar dan lapisan retikular. Lapisan papilar merupakan lapisan tipis yang terletak tepat di bawah epidermis dan menutupi papilla dermis. Lapisan ini terdiri dari jaringan ikat longgar yang tidak teratur, serat kolagen, pembuluh darah kecil dan kapiler, fibroblas, makrofag, serta mekanoreseptor seperti badan Meissner yang peka terhadap rangsangan sentuhan. Sedangkan lapisan retikular adalah jaringan ikat padat yang terutama mengandung serat kolagen tipe I dan serat elastis yang tebal. Lapisan ini lebih tebal dan memiliki jumlah sel yang lebih sedikit dibandingkan lapisan papilar. Pada bagian terdalam lapisan retikular, terdapat

jaringan yang lebih longgar dengan ruang-ruang yang diisi oleh jaringan lemak, kelenjar keringat, kelenjar sebacea, serta folikel rambut. Meskipun kedua lapisan ini memiliki karakteristik yang berbeda, batas antara lapisan papilar dan retikular tidak terlihat jelas sehingga keduanya tampak menyatu secara keseluruhan (Sanjaya et al., 2023).

2.2.4 Hipodermis

Jaringan hipodermis atau juga dikenal sebagai jaringan subkutan merupakan lapisan kulit terdalam yang tersusun dari lemak serta jaringan ikat yang kaya akan pembuluh darah dan saraf. Lapisan ini memiliki peran penting dalam menjaga kestabilan suhu tubuh dengan cara menginsulasi panas dan membantu proses termoregulasi. Selain itu, hipodermis juga berfungsi sebagai bantalan pelindung yang menyerap tekanan dan benturan sekaligus menjadi cadangan energi bagi tubuh (Sayogo, 2017).

2.2.5 Tipe kulit

Jenis kulit wajah berbeda-beda berdasarkan ciri-cirinya dan dapat dibagi menjadi lima kategori yaitu kulit normal, berminyak, kering, kombinasi, dan sensitif. Kulit normal memiliki tekstur halus, tidak berminyak, tampak segar, dan mudah menerima produk kosmetik. Kulit ini jarang mengalami jerawat dan pori-porinya halus. Kulit berminyak ditandai dengan pori-pori yang besar terutama pada area hidung, pipi, dan dagu atau zona T, kulit wajah terlihat mengkilap, dan rentan berjerawat. Kulit kering memiliki permukaan yang kering dengan pori-pori halus, jarang berjerawat, dan teksturnya cenderung tipis. Kulit kombinasi menunjukkan ciri pori-pori besar di zona T dengan sebagian wajah berminyak dan sebagian lain kering sehingga sering sulit mendapatkan hasil riasan yang sempurna. Kulit sensitif memiliki tekstur tipis, mudah mengalami alergi, iritasi, luka, dan mudah memerah (Kusumaningrum & Muhimmah, 2023).

2.3 *Acne vulgaris*

Jerawat merupakan gangguan kulit yang umum muncul di area wajah, leher, dada, dan punggung. Kondisi ini terjadi ketika kelenjar sebacea (minyak) memproduksi sebum secara berlebihan, sehingga pori-pori kulit menjadi tersumbat oleh penumpukan minyak. Saat minyak tersebut bercampur dengan keringat, bakteri, debu, dan kotoran lain, akan terbentuk sumbatan berwarna gelap di permukaan kulit yang dikenal sebagai komedo. Jika komedo mengalami infeksi bakteri, maka akan terjadi peradangan yang memicu timbulnya jerawat (Wardania et al., 2020).

2.3.2 Jenis-jenis lesi pada *Acne vulgaris*

Jenis jerawat dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat keparahannya menjadi tiga kategori. Pada tingkat ringan, jerawat biasanya muncul dalam bentuk komedo yang terdiri dari whitehead atau komedo tertutup dan blackhead atau komedo terbuka. Jerawat tingkat sedang ditandai dengan munculnya papula dan pustula, yaitu benjolan kecil berwarna kemerahan yang kadang berisi nanah. Sedangkan pada tingkat yang lebih parah, jerawat berkembang menjadi nodul dan kista yang umumnya menimbulkan peradangan hebat dan dapat meninggalkan bekas luka di kulit. (Hadianti et al., 2015).

2.3.2.1 *Blackhead*

Blackhead merupakan jenis jerawat non-inflamasi yang terjadi ketika minyak berlebih dan sel kulit mati menyumbat folikel rambut. Disebut komedo terbuka karena permukaannya tetap terbuka dan berwarna gelap, seperti hitam atau cokelat. Komedo ini termasuk jerawat ringan dan umumnya muncul pada area wajah, lengan, dada, leher, punggung, serta bahu (Vasam et al., 2023).

2.3.2.2 *Whitehead*

Whitehead merupakan lesi jerawat noninflamasi berbentuk benjolan kecil yang terjadi akibat tersumbatnya pori-pori folikel rambut oleh minyak, bakteri, dan sel kulit mati. Komedo ini disebut tertutup karena permukaannya yang menutupi benjolan dan berwarna putih. Meskipun whitehead dapat muncul di berbagai area tubuh, biasanya

paling sering ditemukan pada zona T, yaitu hidung, dahi, dan dagu. (Vasam et al., 2023).

2.3.2.3 Papula

Peradangan adalah reaksi kulit yang normal terhadap bakteri, produksi minyak yang berlebihan, serta peningkatan hormon androgen. Tanda-tanda peradangan ini meliputi kemerahan, pembengkakan, rasa panas, dan nyeri. Lesi yang mengalami peradangan disebut papula, yang merupakan tahap transisi antara lesi tanpa peradangan dan yang sudah meradang. Papula muncul sebagai benjolan kecil berwarna merah muda dengan ukuran kurang dari 5 milimeter dan tidak berisi nanah (Vasam et al., 2023).

2.3.2.4 Pustula

Pustula merupakan lesi inflamasi berupa benjolan kecil di kulit yang terbentuk karena pori-pori tersumbat oleh minyak dan sel kulit mati. Bagian tengah pustula berisi cairan atau nanah. Pustula muncul sebagai jerawat putih dengan area merah di sekitarnya yang menunjukkan iritasi kulit. Lesi ini dapat berkembang di berbagai bagian tubuh, terutama pada bahu, dada, punggung, wajah, leher, ketiak, area kemaluan, dan sepanjang garis rambut (Vasam et al., 2023).

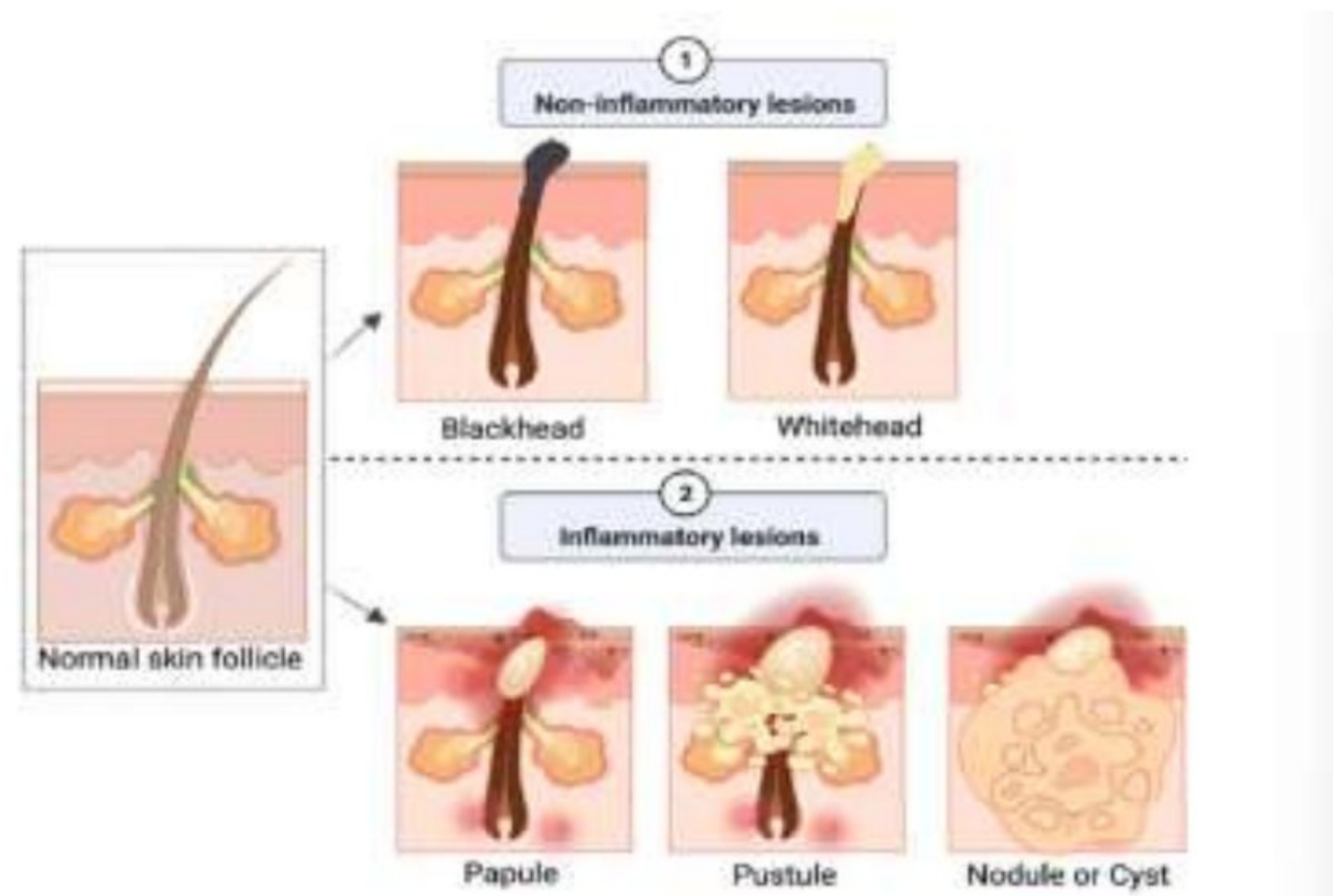
2.3.2.5 Nodul

Nodul jerawat merupakan peradangan parah yang terjadi akibat pori-pori kulit tersumbat oleh bakteri, minyak berlebih, dan sel kulit mati. Komedo putih atau hitam menjadi tahap awal kondisi ini. Apabila infeksi menyebar ke lapisan bawah kulit serta area sekitar pori-pori, kulit akan menjadi merah, bengkak, dan muncul benjolan kecil yang terasa nyeri. Nodul jerawat tidak dapat diobati hanya dengan obat bebas dan dapat berlangsung selama berminggu-minggu hingga berbulan-bulan. Ukurannya lebih besar dibandingkan papula, dengan diameter antara 5-10 mm, dan muncul di sepanjang garis rahang dan dagu. (Vasam et al., 2023).

2.3.2.6 Kista

Jerawat kistik adalah jenis jerawat inflamasi berat yang berkembang di bawah kulit karena pori-pori tersumbat oleh bakteri, sel kulit mati, dan minyak. Kondisi ini

banyak terjadi pada orang dengan kulit berminyak dari berbagai usia. Kista muncul sebagai lesi besar berwarna putih atau merah yang terasa sakit dan berisi nanah. Jerawat ini dapat muncul di berbagai bagian tubuh seperti wajah, lengan, bahu, punggung, dada, dan leher. Penderita jerawat kistik mengalami gejala jerawat inflamasi dan non-inflamasi yang dapat menimbulkan bekas luka (Vasam et al., 2023).



Sumber : Vasam et al., 2023

Gambar 2.3 Jenis-Jenis Lesi *Acne vulgaris*

2.4 Bakteri *Staphylococcus aureus*

2.4.1 Morfologi *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus adalah bakteri bersel tunggal yang termasuk dalam kelompok prokariot. Bentuknya bulat dan biasanya terkumpul dalam kelompok. Di dalam sitoplasma terdapat nukleoid yang berfungsi sebagai inti sel, dengan kromosom berupa DNA untai ganda yang bersifat ekstrakromosomal tanpa adanya nukleosom atau plasmid. Ribosom bakteri ini berukuran 70S dan terdiri dari subunit 30S dan 50S. Membran sitoplasma tersusun dari lapisan ganda lipid yang mengandung kolesterol. Bakteri ini memiliki kapsul yang tersusun dari polisakarida, pili yang berfungsi untuk menempel, serta fimbriae dan flagela yang membantu pergerakan. Dinding sel bakteri ini merupakan struktur kompleks yang tidak elastis dan menentukan bentuk sel. Fungsi

utama dinding sel adalah melindungi bakteri dari perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar sel agar tidak mengalami pecah. Secara klinis, dinding sel berperan penting dalam kemampuan bakteri menyebabkan infeksi, menjadi tempat melekatnya bakteri pada reseptor sel penyaji antigen, serta menjadi target kerja antibiotik. Komponen utama dinding sel *Staphylococcus aureus* terdiri dari makromolekul peptidoglycan, teichoic acid dan lipoteichoic acid (Sayogo, 2017).

2.4.2 Klasifikasi *Staphylococcus aureus*

Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat diklasifikasi sebagai berikut:

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: <i>Staphylococcaceae</i>
Genus	: <i>Staphylococcus</i>
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i> (Amal, 2018).

2.5 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu teknik untuk memisahkan senyawa aktif dari simplisia dengan bantuan pelarut cair tertentu. Simplisia adalah bahan alami yang belum mengalami pengolahan selain proses pengeringan yang bertujuan untuk memperpanjang umur simpan dan memudahkan penggunaannya. Simplisia ini sering digunakan sebagai bahan awal dalam proses ekstraksi. Metode ekstraksi dibedakan berdasarkan suhu pemanasannya menjadi dua kategori, yaitu ekstraksi dengan suhu rendah (cara dingin) dan ekstraksi dengan suhu tinggi (cara panas). Teknik ekstraksi cara dingin meliputi maserasi dan perkolasi, sedangkan teknik cara panas mencakup refluks, soxhletasi, infusa, dekokta, destilasi, dan digesti (Triyanti et al., 2025). Selain cara panas dan cara dingin terdapat juga metode ekstraksi modern yang menggunakan teknologi canggih seperti fluida superkritis, gelombang mikro, dan ultrasonik (Erwin et al., 2024).

2.5.1 Ekstraksi maserasi

Maserasi adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan merendam bahan padat seperti daun, bunga, atau rempah dalam pelarut pada suhu kamar atau sedikit lebih tinggi agar kandungan senyawa tertentu dapat larut secara perlahan. Metode ini cocok digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap panas atau memiliki struktur berserat sehingga sulit diekstraksi dengan cara lain. Pada proses maserasi, pelarut akan masuk ke dalam bahan, menghancurkan dinding sel, dan memungkinkan senyawa aktif terlarut melalui proses difusi secara bertahap. Lama waktu perendaman disesuaikan dengan jenis bahan dan senyawa yang diinginkan serta perbandingan antara bahan dan pelarut sangat menentukan keberhasilan ekstraksi. Faktor suhu dan durasi juga memengaruhi hasil karena semakin meningkat keduanya dapat memperbaiki hasil ekstraksi namun berpotensi merusak senyawa. Pengadukan selama proses juga memengaruhi kecepatan pelarutan dengan meningkatkan kontak antara bahan padat dan pelarut. Selain itu, pengaturan pH dan kekuatan ionik pelarut dapat membantu meningkatkan kelarutan dan kestabilan senyawa. Meski memerlukan waktu yang cukup lama dan efisiensi ekstraksi yang lebih rendah, maserasi tetap menjadi metode pilihan untuk mengekstraksi senyawa yang mudah rusak akibat panas (Stradivary Maulida Firdaus et al., 2024).

2.5.2 Ekstraksi perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi simplisia yang menggunakan pelarut baru secara terus-menerus, dengan cara mengalirkan pelarut tersebut melalui simplisia sampai senyawa aktif terekstraksi secara maksimal. Proses ini memerlukan waktu yang cukup lama serta penggunaan pelarut dalam jumlah yang lebih banyak. Alat yang digunakan dalam perkolasi disebut perkolator, berbentuk kerucut yang memungkinkan pelarut segar melewati simplisia hingga mencapai kondisi jenuh. Untuk memastikan proses ekstraksi telah selesai, hasil perkolat dapat diuji keberadaan metabolit menggunakan pereaksi khusus (Aprilyanie et al., 2023). Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya mengekstraksi senyawa fitokimia yang sensitif terhadap panas secara efisien. Aliran pelarut segar yang terus berjalan mencegah kejenuhan

pelarut sehingga transfer senyawa menjadi lebih optimal. Namun, perkolasi juga menghadapi beberapa kendala seperti distribusi pelarut yang tidak merata dalam simplisia, durasi proses yang lama, serta ketergantungan pada gaya gravitasi yang mengharuskan penggunaan pelarut dalam jumlah besar (Arrofiqi et al., 2024)

2.5.3 Ekstraksi refluks

Refluks adalah metode ekstraksi yang memanfaatkan siklus distilasi berulang, yakni pelarut diuapkan lalu didinginkan sehingga kembali ke labu ekstraksi. Proses ini biasanya dilakukan beberapa kali, antara tiga hingga enam kali untuk meningkatkan hasil penyarian pada residu awal. Teknik ini serupa dengan metode soxhlet, namun pada refluks, simplisia langsung dicampur dengan pelarut di dalam labu ekstraksi. Cara ini memungkinkan ekstraksi senyawa yang sensitif terhadap panas tetap terlindungi (Aprilyanie et al., 2023). Kelebihan metode refluks terletak pada waktu ekstraksi yang lebih singkat dan penggunaan pelarut yang lebih hemat dibandingkan metode lain. Proses ini memastikan simplisia dan pelarut selalu bersentuhan secara terus-menerus, sehingga efektif untuk bahan yang memiliki tekstur kasar atau keras. Namun, metode ini memerlukan volume pelarut yang cukup besar dan dapat menyebabkan kejenuhan pelarut. Selain itu, refluks kurang cocok untuk senyawa yang mudah mengalami kerusakan akibat panas (Arrofiqi et al., 2024).

2.5.4 Ekstraksi Soxhletasi

Ekstraksi soxhletasi adalah metode yang menggunakan serbuk sampel yang dimasukkan ke dalam kantong kertas saring atau selongsong khusus. Kantong ini kemudian ditempatkan dalam alat soklet yang diposisikan di atas labu dan di bawah kondensor. Pelarut yang tepat dimasukkan ke dalam labu, kemudian suhu pemanasan diatur supaya tidak melebihi titik didih pelarut. Pemanasan ini menyebabkan pelarut menguap, uap tersebut kemudian dialirkan ke labu kondensasi. Setelah mengembun, pelarut cair kembali menetes ke simplisia sehingga ekstraksi berlangsung secara berkelanjutan dengan volume pelarut yang relatif konstan (Aprilyanie et al., 2023). Keuntungan dari metode ini adalah ekstraksi yang berlangsung terus menerus dengan pelarut yang sudah dimurnikan, sehingga penggunaan pelarut dan waktu dapat dihemat

(Triyanti et al., 2025). Namun, teknik ini kurang sesuai untuk bahan yang keras atau senyawa yang sensitif terhadap panas dan pelarut yang digunakan harus memiliki kemurnian tinggi (Arrofiqi et al., 2024).

2.5.5 Ekstraksi destilasi

Destilasi adalah metode ekstraksi yang digunakan untuk mengisolasi senyawa dengan memanfaatkan proses penguapan yang terjadi bersamaan dengan air sebagai pelarut (Aprilyanie et al., 2023). Pada teknik destilasi uap, uap air dialirkan melalui bahan alami yang mengandung minyak esensial sehingga uap tersebut membawa senyawa volatil menuju kondensor. Setelah mengalami kondensasi, minyak esensial dipisahkan dari air. Metode ini sering diterapkan untuk mengekstrak minyak atsiri dari tanaman aromatik. Keunggulan metode ini terletak pada penggunaan alat yang sederhana dan biaya operasional yang relatif rendah. Namun, proses destilasi memerlukan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan ekstrak (Erwin et al., 2024).

2.5.6 Ekstraksi infusa

Infusa merupakan teknik ekstraksi dengan cara merendam simplisia dalam air panas dalam waktu singkat. Infusa adalah larutan yang dibuat dengan menyari bahan nabati menggunakan air pada suhu sekitar 90°C selama 15 menit (Aprilyanie et al., 2023). Metode ini biasanya dipakai untuk mengambil senyawa bioaktif yang larut dalam air dari bahan aromatik seperti bunga, daun, dan batang. Teknik ini kurang cocok untuk mengekstrak senyawa yang bersifat hidrofobik, seperti alkaloid, resin, dan lipid. Infusa dikenal sebagai metode yang sederhana karena memerlukan alat yang mudah digunakan dan tidak butuh keahlian khusus sehingga mudah dijalankan. Namun, hasil ekstrak dengan cara ini kurang stabil untuk penyimpanan jangka panjang akibat risiko kontaminasi dan kerusakan senyawa aktif karena pemanasan yang kurang optimal (Arrofiqi et al., 2024).

2.5.7 Ekstraksi dekokta

Dekokta adalah metode ekstraksi yang hampir sama dengan infusa, tetapi dengan waktu ekstraksi yang lebih lama yakni sekitar 30 menit dan menggunakan suhu mendidih air (Aprilyanie et al., 2023). Teknik ini biasanya diterapkan untuk

mengekstrak bahan yang keras seperti biji, akar, dan kulit batang yang tidak mengandung senyawa aromatik mudah menguap. Dekokta menggunakan peralatan sederhana dan mudah dioperasikan tanpa memerlukan keahlian khusus. Namun, metode ini memiliki beberapa kekurangan, seperti proses ekstraksi yang memakan waktu lama, kurang cocok untuk senyawa yang sensitif terhadap panas, serta membutuhkan volume pelarut yang cukup besar (Arrofiqi et al., 2024).

2.5.8 Ekstraksi digesti

Metode digesti adalah jenis maserasi yang dilakukan pada suhu sekitar 40°C dengan pengadukan secara terus-menerus. Cara ini efektif untuk mengekstrak senyawa aktif yang tahan terhadap panas. Peningkatan suhu membantu meningkatkan kelarutan senyawa dalam pelarut sehingga ekstraksi menjadi lebih efisien. Meski demikian, metode ini kurang cocok untuk senyawa yang termolabil dan tidak selalu mampu mengeluarkan semua senyawa fitokimia secara maksimal karena keterbatasan paparan panas (Arrofiqi et al., 2024).

2.5.9 Ekstraksi fluida superkritis

Ekstraksi Fluida Superkritis menggunakan karbon dioksida dalam keadaan superkritis sebagai pelarut untuk mengambil senyawa bioaktif dari bahan alami. Karbon dioksida superkritis memiliki sifat khusus yang memungkinkan pelarut ini menembus struktur bahan dan melarutkan senyawa secara efektif. Keunggulan utama metode ini adalah tidak meninggalkan residu pelarut dalam hasil ekstrak, sehingga produk yang dihasilkan lebih murni dan ramah lingkungan. Namun, peralatan yang digunakan dalam ekstraksi ini relatif mahal sehingga teknologi ini belum dapat diakses oleh semua laboratorium (Erwin et al., 2024).

2.5.10 Ekstraksi mikrogelombang

Ekstraksi dengan mikrogelombang memanfaatkan gelombang elektromagnetik untuk memanaskan bahan alami secara cepat dan merata hingga ke bagian dalam. Proses ini mempercepat perpindahan zat aktif dari bahan ke pelarut sehingga meningkatkan hasil ekstraksi secara signifikan. Selain efisien dalam waktu dan energi, metode ini juga menggunakan volume pelarut yang lebih sedikit dibandingkan teknik

konvensional, sehingga lebih ramah lingkungan. Namun, penggunaan alat ekstraksi mikrogelombang memerlukan keahlian khusus untuk mengoperasikan dan merawat peralatan agar hasil ekstraksi tetap optimal. Metode ini kini banyak digunakan dalam industri farmasi dan pangan karena kemampuannya menghasilkan ekstrak berkualitas tinggi dalam waktu singkat (Erwin et al., 2024).

2.5.11 *Ultrasonic assisted extraction (UAE)*

Ekstraksi *Ultrasonic assisted extraction (UAE)* merupakan pengembangan dari metode maserasi dengan memanfaatkan gelombang ultrasound berfrekuensi tinggi sekitar 20 kHz. Pada proses ini, serbuk sampel diletakkan dalam wadah ultrasonik dan diberikan gelombang ultrasound yang memberikan tekanan mekanis pada sel sehingga terbentuk rongga dalam sampel. Kerusakan sel ini membantu meningkatkan kelarutan senyawa dalam pelarut dan memperbaiki hasil ekstraksi. Metode sonikasi memiliki keunggulan seperti waktu ekstraksi yang singkat serta efisiensi yang lebih tinggi (Triyanti et al., 2025). Sedangkan kekurangan metode ultrasonik yakni biaya tinggi untuk penggunaan alat dan listrik, dan kontaminasi silang (Susiloningrum & Sari, 2023; Triyanti et al., 2025).

2.6 Gel

Gel adalah sistem dengan konsistensi semipadat yang tersusun dari partikel anorganik atau molekul organik yang terdispersi dalam pelarut. Beberapa jenis gel bersifat transparan sementara yang lain tampak buram akibat polimer berbentuk agregat koloid yang menyebarkan cahaya (Habibie Deswilyaz Ghiffari et al., 2024). Gel merupakan salah satu bentuk sediaan semipadat yang umumnya digunakan secara topikal untuk efek lokal. Gel terdiri atas beberapa komponen seperti zat aktif, humektan, pengawet, dan agen pembentuk gel. Faktor terpenting dalam formulasi gel adalah agen pembentuk gel yang dapat berupa gum alam, resin, atau hidrokoloid sintetik. Agen ini berfungsi untuk menjaga kestabilan campuran cair dan padat sehingga membentuk gel yang halus serta meningkatkan viskositas dan stabilitas sediaan (Thomas et al., 2023). Polimer penyusun agen pembentuk gel terbagi menjadi

tiga golongan berdasarkan asalnya, yaitu sintetis, turunan selulosa, dan alami. Contoh yang umum digunakan adalah karbopol untuk sintetis, HPMC untuk semisintetik, dan xanthan gum untuk alami. Setiap golongan memiliki karakteristik khas yang berbeda dalam hal tekstur dan kekentalan meskipun pada konsentrasi yang sama (Widyaningrum et al., 2024). Gel memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sediaan topikal lain seperti kemampuan pelepasan obat yang baik, tidak menghambat fungsi fisiologis kulit karena tidak membentuk lapisan kedap udara, tidak menyumbat pori-pori, memberikan sensasi dingin, mudah dibersihkan dengan air, dan dapat digunakan pada area berbulu (Sani et al., 2021). Keuntungan lainnya yakni dilihat dari segi kenyamanan pasien, karena sediaan topikal tidak ditelan sehingga tidak melewati *first pass metabolism*, meningkatkan kepatuhan pasien, meningkatkan efektivitas pengobatan, mengurangi toksisitas sistemik, dan meningkatkan bioavailabilitas (Ikhtiyarini & Sari, 2022).

2.7 Monografi Bahan

2.7.1 Karbopol

Karbopol 940 adalah serbuk halus yang umum digunakan sebagai bahan pembentuk gel dalam formulasi kosmetik dan produk perawatan lainnya. Karbopol berbentuk serbuk putih, halus, bersifat asam, higroskopik dengan bau cukup khas, serta mampu mengembang dalam air dan gliserin. Karbopol berperan penting dalam menjaga kestabilan sistem, mencegah terjadinya pemisahan komponen, serta mengatur kekentalan dan konsistensi sediaan sehingga menghasilkan tekstur gel yang seragam dan optimal (Thomas et al., 2023).

2.7.2 Trietanolamin

Trietanolamin (TEA) digunakan dalam sediaan topikal sebagai agen pengemulsi sekaligus pengatur pH (alkalizing agent) yang berfungsi untuk membentuk sistem emulsi yang stabil dan seragam (Rohmani & Putri, 2022). Pemerian trietanolamin yaitu cairan kental, tidak berwarna hingga berwarna kuning pucat,

memiliki bau khas amonia, dan higroskopis. Kelarutan mudah larut dalam air, larut dalam etanol 95%, dan larut dalam kloroform (Rusmana, 2020).

2.7.3 Propilen glikol

Propilen glikol memiliki berbagai fungsi dalam sediaan farmasi, antara lain sebagai pelarut, pelicin, penghambat proses fermentasi serta pertumbuhan jamur, disinfektan, dan juga berperan dalam meningkatkan kelarutan zat aktif. Zat ini berbentuk cairan bening, tidak berwarna, memiliki kekentalan tinggi, hampir tidak berbau, serta memiliki rasa manis dengan sedikit sensasi tajam yang mirip dengan gliserin. Propilen glikol mudah bercampur dengan air, aseton, kloroform, serta larut dalam eter dan sejumlah minyak atsiri, namun tidak dapat bercampur dengan minyak lemak (Depkes RI, 2020). Kosolven merupakan zat yang digunakan untuk membantu melarutkan senyawa aktif yang sukar larut dalam pelarut utama. Sistem ini berfungsi dengan menurunkan tegangan antarmuka antara fase pelarut berbasis air dan zat aktif yang bersifat hidrofobik, sehingga kelarutan zat tersebut dapat meningkat (Fatimi et al., 2024).

2.7.4 Metil paraben

Metil paraben berfungsi sebagai zat pengawet yang banyak digunakan dalam produk kosmetik untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Dwivayana, 2023). Zat ini memiliki peran penting dalam mempertahankan stabilitas serta memastikan keamanan produk selama penyimpanan. Pemerian metil paraben berbentuk kristal halus berwarna putih, tidak berbau, dengan rasa sedikit tajam atau terbakar. Senyawa ini sedikit larut dalam air, benzena, dan karbon tetraklorida, namun mudah larut dalam etanol maupun eter (Depkes RI, 2020).

2.7.5 Gliserin

Gliserin umumnya digunakan dalam formulasi gel sebagai zat humektan. Penambahan humektan berfungsi untuk meningkatkan kelembutan serta kemampuan sebar sediaan, sekaligus mencegah kekeringan karena tingginya kandungan air. Sifat gliserin yang higroskopis dan memiliki afinitas kuat terhadap molekul air membantu mempertahankan kestabilan sediaan dengan cara menyerap kelembapan dari

lingkungan serta menghambat penguapan air dari gel (Sumule et al., 2020). Pemerian gliserin yaitu cairan jernih seperti sirup, tidak berwarna, hanya boleh berbau khas lemah, dan higroskopik. Untuk kelarutan dari gliserin yaitu dapat larut dalam air dan etanol, tidak larut dalam kloroform, eter, minyak lemak, maupun minyak menguap (Depkes RI, 2020).

2.7.6 Aquadest

Aquadest merupakan pelarut paling efektif dibandingkan berbagai cairan umum lainnya. Zat yang dapat larut di dalam aquadest umumnya adalah senyawa organik netral dengan gugus fungsional yang bersifat polar. Daya larut tersebut muncul karena molekul aquadest mampu membentuk ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil pada alkohol dan gula, maupun dengan gugus karbonil pada aldehida serta keton. Aquadest sendiri merupakan air hasil proses distilasi yang telah terbebas dari zat pengotor sehingga bersifat murni. Secara fisik, aquadest tampak sebagai cairan jernih, tidak berwarna, dan tidak memiliki bau (Depkes RI, 2020; Khotimah et al., 2018).

2.8 Evaluasi Mutu Fisik Sediaan Gel

2.8.1 Uji organoleptik

Uji organoleptik adalah pemeriksaan yang dilakukan untuk menilai tampilan fisik suatu sediaan. Pemeriksaan ini dilakukan secara visual dengan mengamati bentuk, bau, dan warna pada sediaan. Sediaan yang baik adalah sediaan yang tidak memiliki aroma asing, warna jernih, bentuk stabil (Wahidah et al., 2024).

2.8.2 Uji homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan sediaan pada kaca transparan. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengamati susunan sediaan tersebut bersifat homogen dan tidak terdapat gumpalan. Semakin kecil ukuran partikel dan semakin seragam bentuknya, maka stabilitas sediaan tersebut akan semakin baik. (Rusli et al., 2023).

2.8.3 Uji pH

Uji pH bertujuan untuk menentukan tingkat keasaman dari sediaan gel agar dapat dipastikan bahwa gel tersebut tidak menimbulkan iritasi pada kulit. Dalam pengujian pH sediaan topikal, kestabilan nilai pH menjadi aspek penting untuk memastikan keamanan dan kenyamanan penggunaan. Jika pH sediaan terlalu asam maka dapat menimbulkan iritasi atau rasa perih pada kulit. Namun, apabila pH terlalu basa maka kulit akan menjadi kering dan kehilangan kelembapannya. Oleh karena itu, penyesuaian pH perlu dilakukan agar sediaan sesuai dengan rentang pH fisiologis kulit (Thomas et al., 2023). Berdasarkan SNI nomor 16-3499-1996, pH yang sesuai untuk sediaan gel yang digunakan pada kulit berada dalam rentang 4,5 hingga 8 (Wahidah et al., 2024).

2.8.4 Uji daya sebar

Uji daya sebar dilakukan untuk memastikan bahwa gel dapat tersebar secara merata ketika diaplikasikan pada kulit. Semakin besar daya sebar, maka gel akan lebih mudah diaplikasikan secara merata tanpa memerlukan tekanan berlebih. Oleh karena itu, hasil uji daya sebar digunakan sebagai indikator penting untuk menilai kualitas dan konsistensi formulasi gel. Berdasarkan SNI nomor 06-2588, gel yang memiliki daya sebar baik harus memiliki diameter penyebaran antara 5-7 cm. (Wahidah et al., 2024).

2.8.5 Uji daya lekat

Daya lekat merupakan salah satu faktor penting dalam penilaian sediaan gel karena menunjukkan kemampuan gel menempel pada permukaan kulit. Semakin tinggi daya lekat maka gel dapat bertahan di area penggunaan sehingga bahan aktif memiliki waktu lebih lama untuk bekerja. Jika daya lekat terlalu kuat, gel akan terasa lengket dan kurang nyaman saat digunakan. Sebaliknya, apabila daya lekat lemah maka gel mudah terlepas dan efektivitasnya menurun. Sehingga daya lekat yang seimbang diperlukan agar sediaan tetap stabil, efektif, dan nyaman saat digunakan. Daya lekat yang baik untuk gel adalah lebih dari satu detik, menunjukkan bahwa gel tersebut mampu melekat dengan baik pada permukaan yang diuji (Ivana et al., 2022; Wahidah et al., 2024).

2.8.6 Uji stabilitas

Uji stabilitas dengan metode *cycling test* dengan mengukur perubahan pada sediaan setelah disimpan pada dua suhu berbeda yaitu 4°C dan 40°C selama 6 siklus. Tujuan uji stabilitas adalah untuk mengetahui kemampuan sediaan gel mempertahankan mutu dan karakteristik fisiknya setelah mengalami perubahan kondisi suhu yang ekstrem. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sediaan tetap stabil selama penyimpanan, baik dari segi tampilan, homogenitas, maupun nilai pH-nya. Beberapa parameter uji yang dilakukan seperti uji organoleptik, homogenitas, pengukuran daya lekat, pengukuran daya sebar, dan pengukuran pH (T. P. Lestari, 2024).

2.9 Uji Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri dapat dianalisis menggunakan dua metode utama yaitu metode dilusi dan metode difusi. Metode difusi sering diterapkan untuk menguji aktivitas antibakteri dengan tiga teknik yang umum digunakan yaitu metode sumuran, cakram, dan silinder. Prinsip kerja metode difusi yaitu terdifusinya senyawa antibakteri ke dalam media padat yang telah diinokulasikan mikroba uji (Nurhayati et al., 2020). Sedangkan metode dilusi terbagi menjadi broth dilution dan agar dilution, yang bertujuan untuk menentukan konsentrasi hambat minimum (KHM) serta konsentrasi bunuh minimum (KBM) (Prisnanda & Wulandari, 2022). Prinsip metode dilusi menggunakan serangkaian tabung reaksi berisi media cair dan sejumlah sel mikroba yang diuji. Setiap tabung kemudian diberi larutan obat dengan konsentrasi yang diencerkan secara bertahap dan diamati tingkat kekeruhan sebagai indikasi pertumbuhan mikroba (Etikasari et al., 2023).

2.9.1 Metode difusi

1. Difusi cakram

Metode difusi cakram merupakan teknik pengujian aktivitas antimikroba dengan menggunakan kertas berisi zat antimikroba. Kertas tersebut diletakkan pada permukaan media agar yang telah diinokulasikan dengan mikroorganisme uji. Setelah itu, media

diinkubasi selama 18 hingga 24 jam pada suhu sekitar 35°C (Nurhayati et al., 2020) . Selama proses inkubasi, zat antimikroba pada kertas cakram akan berdifusi ke dalam media agar dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme di sekitarnya. Terbentuknya area yang jernih pada media menandakan adanya penghambatan pertumbuhan oleh zat antimikroba yang digunakan (Katili et al., 2020). Kelebihan dari metode ini adalah proses pengujian yang relatif cepat, biaya yang tidak terlalu mahal, serta kemudahan dalam pelaksanaannya tanpa memerlukan keahlian khusus. Namun demikian, metode ini memiliki beberapa kelemahan, antara lain kesulitan dalam mengaplikasikannya pada mikroorganisme yang pertumbuhannya lambat. Selain itu, ukuran zona jernih yang terbentuk dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi inkubasi, jumlah inokulum yang digunakan, serta ketebalan media agar (Intan et al., 2021).

2. Difusi sumuran

Metode sumuran dilakukan dengan membuat lubang tegak lurus pada media agar padat yang telah diinokulasi dengan bakteri uji. Jumlah dan posisi lubang disesuaikan dengan tujuan penelitian, kemudian lubang tersebut diisi dengan sampel yang akan diuji. Setelah proses inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati untuk menentukan adanya zona hambat di sekitar lubang. Keunggulan metode sumuran terletak pada kemudahan dalam mengukur luas zona hambat karena bakteri tumbuh tidak hanya di permukaan atas agar tetapi juga hingga ke bagian bawah media. Selain itu, metode ini memungkinkan penetrasi sampel lebih dalam ke dalam media sehingga hasil pengujian menjadi lebih representatif dan akurat. Metode sumuran juga efektif untuk menguji aktivitas antimikroba dari berbagai bentuk sampel, seperti larutan, gel, maupun ekstrak padat (Nurhayati et al., 2020).

3. Difusi silinder

Metode silinder dilakukan dengan menempatkan beberapa silinder yang terbuat dari gelas atau besi tahan karat pada permukaan media agar yang sudah diinokulasi dengan bakteri uji. Silinder tersebut kemudian diisi dengan larutan yang akan diuji dan dibiarkan berdiri di atas media agar selama proses inkubasi selama dua puluh empat

jam. Setelah inkubasi selesai, pertumbuhan bakteri diamati untuk menentukan apakah terdapat daerah hambatan di sekitar silinder. Semakin luas daerah hambatan yang terbentuk menunjukkan semakin besar kemampuan larutan tersebut dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Putri et al., 2023).

2.9.2 Metode dilusi

1. Dilusi cair

Metode ini digunakan untuk mengukur Kadar Hambat Minimum dan Kadar Bunuh Minimum. Prosesnya dimulai dengan membuat serangkaian pengenceran agen antimikroba dalam medium cair yang telah ditambahkan mikroba uji. Larutan dengan konsentrasi terendah yang tetap jernih tanpa pertumbuhan mikroba ditentukan sebagai Kadar Hambat Minimum. Selanjutnya, larutan tersebut dikultur ulang pada medium cair tanpa tambahan mikroba atau agen antimikroba dan diinkubasi selama 18-24 jam. Jika media tetap jernih setelah proses inkubasi, maka konsentrasi tersebut ditetapkan sebagai Kadar Bunuh Minimum (Etikasari et al., 2023).

2. Dilusi padat

Metode dilusi padat digunakan untuk menentukan kadar bakterisidal minimum, yaitu konsentrasi terendah agen antimikroba yang mampu membunuh mikroba uji. Proses pelaksanaannya melibatkan inokulasi mikroorganisme pada media agar padat yang telah mengandung berbagai konsentrasi agen antimikroba. Metode ini memiliki prinsip yang mirip dengan metode dilusi cair, namun media yang digunakan berbentuk padat atau solid. Salah satu kelebihan dari metode ini adalah efisiensi dalam pengujian, karena dengan menggunakan satu konsentrasi agen antimikroba dapat dilakukan pengujian terhadap beberapa jenis mikroba uji sekaligus (Etikasari et al., 2023).

Tabel 2.1 Kategori Kekuatan Daya Hambat Terhadap Pertumbuhan Bakteri

Diameter Zona Hambat	Kategori Daya Hambat Antibakteri
≥ 21 mm	Sangat kuat
11-20 mm	Kuat
6-10 mm	Sedang
≤ 5 mm	Lemah

Sumber : Bryan et al., 2024

2.10 Klindamisin

Klindamisin merupakan turunan semisintetik dari linkomisin. Obat ini bekerja dengan cara menghambat sintesis protein bakteri melalui ikatannya pada ribosom 50S. Klindamisin banyak digunakan sebagai agen topikal untuk mengatasi jerawat dalam berbagai sediaan, seperti gel, krim, losion, maupun sabun. Efek samping yang muncul umumnya ringan, meliputi kulit kering, rasa gatal, sensasi terbakar, serta eritema (Armillei et al., 2024). Klindamisin mempunyai spektrum yang optimal terhadap bakteri gram positif seperti *Staphylococcus aureus*. Mekanisme klindamisin yaitu dapat menghambat sintesa protein bakteri dengan cara mengikat subunit ribosom yang dapat menghambat terbentuknya ikatan peptida (Herdiansyah et al., 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Novaryatiin (2016) menunjukkan hasil serupa, yaitu klindamisin digolongkan sensitif terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini ditunjukkan melalui diameter zona hambat yang berkisar antara 42,8 hingga 60,16 mm, yang termasuk dalam kategori sangat kuat (Novaryatiin, 2016). Sehingga dari penjelasan tersebut, dapat diketahui bahwa klindamisin dijadikan sebagai acuan pembanding atau kontrol positif dalam penelitian ini.

2.11 Analisis Statistik

2.11.1 Uji normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan model regresi, variabel pengganggu memiliki distribusi yang normal atau tidak. Pengujian ini dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk yang dianalisis menggunakan SPSS (Ginting & Silitonga, 2019; Pratama & Permatasari, 2021). Uji Kolmogorov-Smirnov lebih cocok untuk sampel besar (>50), sedangkan uji Shapiro-Wilk lebih efektif untuk sampel kecil hingga sedang (<50) (Sianturi, 2025). Persyaratan uji normalitas adalah sebagai berikut:

- a. Data dapat dikatakan terdistribusi normal apabila memiliki nilai signifikansi atau Sig. $> 0,05$.

- b. Data dikatakan tidak terdistribusi normal apabila memiliki nilai signifikansi atau $\text{Sig.} < 0,05$ (Pratama & Permatasari, 2021).

2.11.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas digunakan sebagai dasar dalam analisis statistik seperti independent sample t-test dan ANOVA untuk memastikan variansi antar kelompok data seragam. Uji ini hanya dapat dilakukan jika data dari dua kelompok atau lebih sudah terdistribusi normal. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa perbedaan yang ditemukan pada uji parametrik (uji t, Anova atau Anacova) benar-benar disebabkan oleh perbedaan antar kelompok.. Uji homogenitas variansi perlu dilakukan sebelum membandingkan dua kelompok atau lebih. Terdapat beberapa rumus yang dapat digunakan untuk uji homogenitas varian yaitu: uji Bartlett, uji Cohran, uji Levene dan uji Harley (Sianturi, 2022). Persyaratan uji homogenitas seperti berikut:

1. Jika varians terdiri dari dua atau lebih kelompok populasi data yang tidak sama (tidak homogen) maka dihasilkan nilai signifikan atau $\text{Sig.} < 0,05$.
2. Jika varians terdiri dari dua atau lebih kelompok populasi data yang sama (homogen) maka dihasilkan nilai signifikan atau $\text{Sig.} > 0,05$ (Pratama & Permatasari, 2021).

2.11.3 Uji *one way ANOVA*

Metode analisis statistik *One Way ANOVA* digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok atau lebih dengan menganalisis variasi yang terjadi serta untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi terhadap bakteri yang diuji. Uji *One Way ANOVA* cocok diterapkan pada pengujian yang memiliki satu variabel bebas dan satu variabel terikat. Hasil uji dianggap signifikan jika nilai signifikansi atau $p < 0,05$, dan dianggap tidak signifikan jika nilai signifikansi atau $p > 0,05$. Jika ditemukan perbedaan yang signifikan, uji lanjutan *Post Hoc* dilakukan untuk menentukan kelompok mana yang menunjukkan perbedaan secara spesifik serta memiliki formula atau perlakuan yang baik (Arif et al., 2023).

2.11.4 Uji *kruskal-wallis*

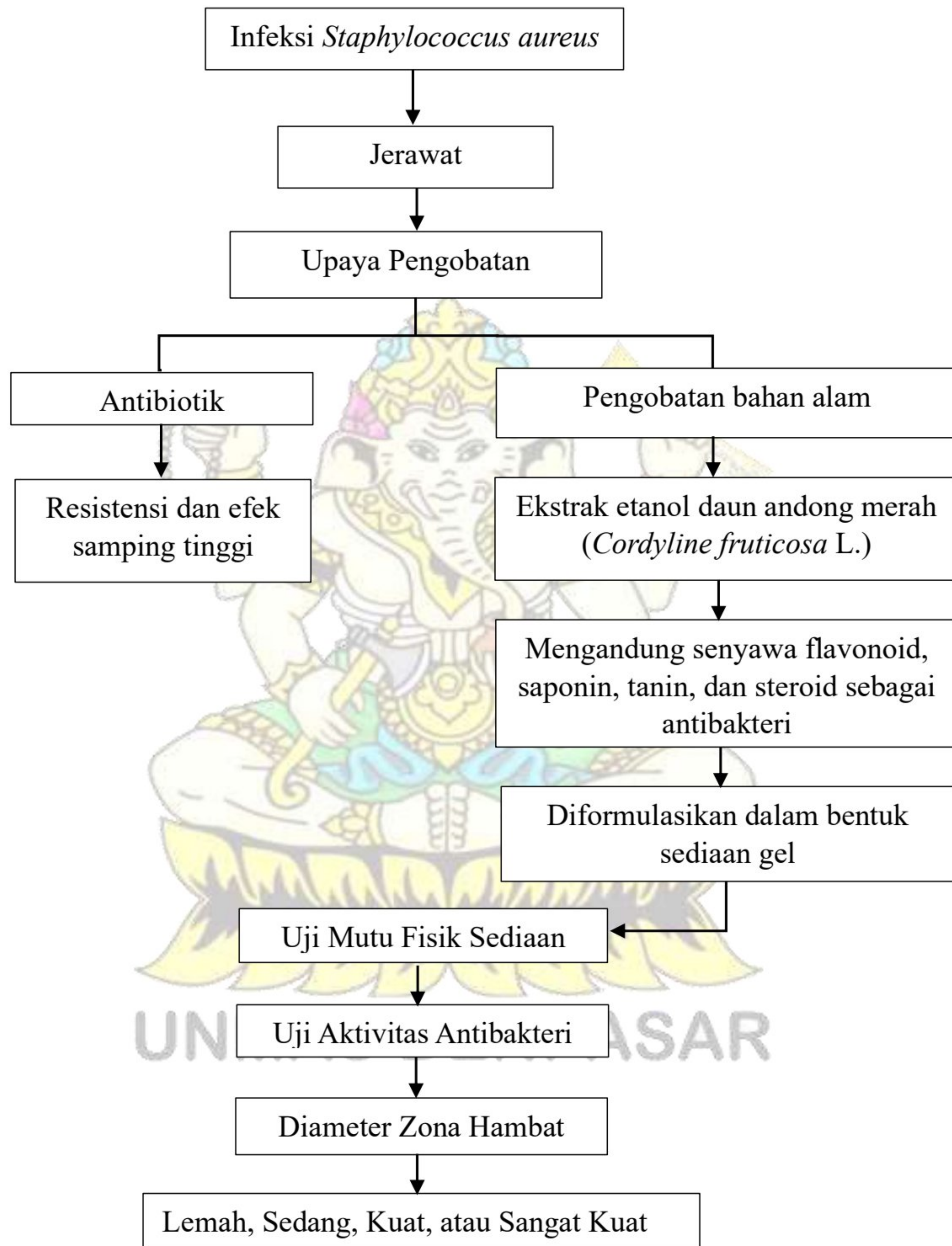
Metode uji Kruskal-Wallis merupakan pengembangan dari uji Wilcoxon yang digunakan untuk membandingkan perbedaan nilai rata-rata pada lebih dari dua kelompok bebas. Uji ini termasuk dalam kategori uji statistik nonparametrik dan biasanya diterapkan pada desain penelitian yang bertujuan untuk melakukan perbandingan antar kelompok (Haryanto et al., 2024; Rozi et al., 2022). Persyaratan Uji Kruskal Wallis yaitu sebagai berikut:

1. Diperoleh data yang tidak normal
2. Terdiri lebih dari dua kelompok yang saling independent atau tidak berpengaruh satu sama lain
3. Memiliki sampel berskala ordinal atau interval (Rozi et al., 2022)



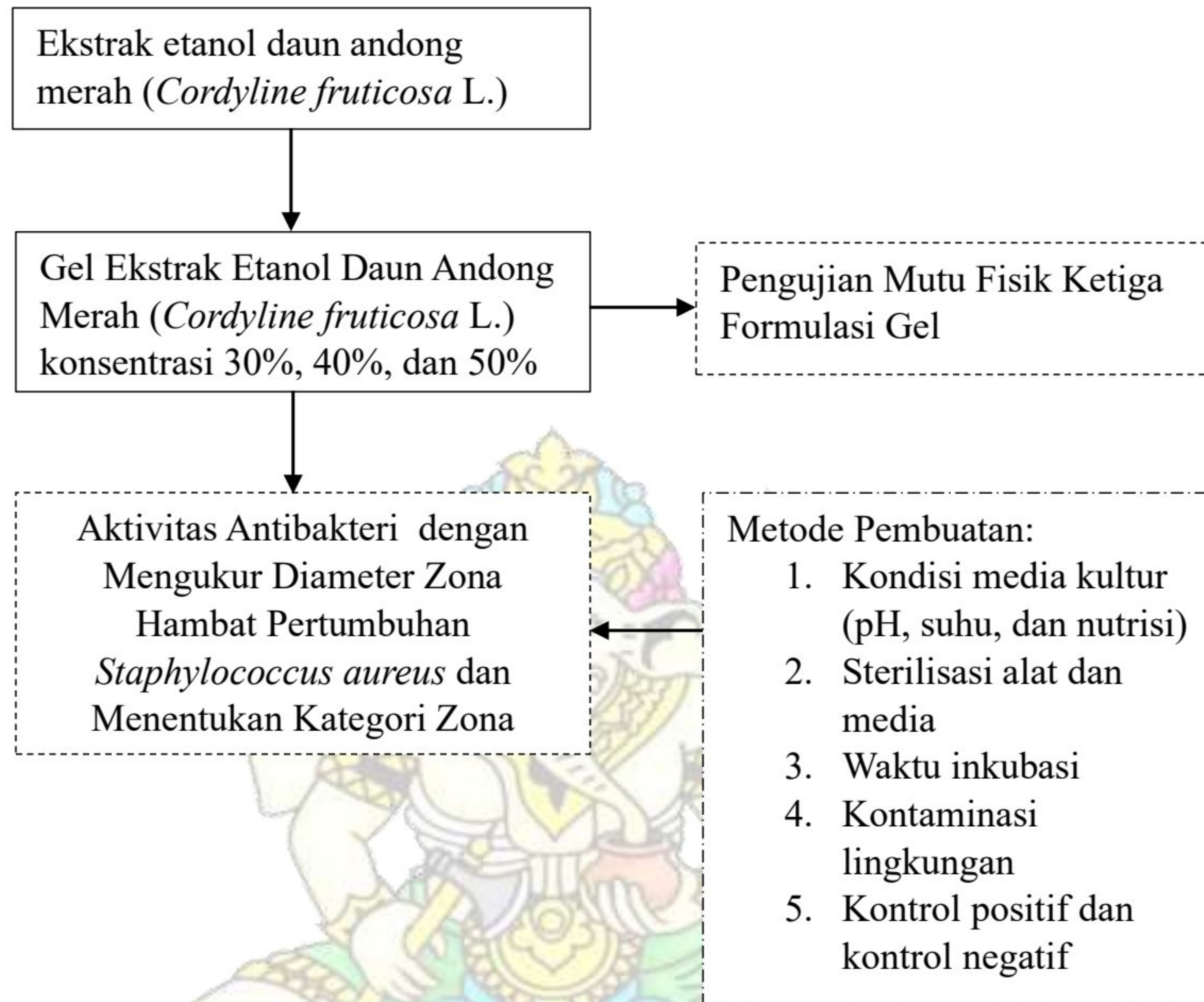
2.12 Kerangka Konseptual

2.12.1 Kerangka teori



Gambar 2.4 Kerangka Teori

2.12.2 Kerangka konsep



Gambar 2.5 Kerangka Konsep

Keterangan: : Variabel bebas
 : Variabel terikat
 : Variabel kontrol

2.13 Hipotesis

1. Diduga sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki mutu fisik yang baik.
2. Diduga sediaan gel ekstrak etanol daun andong merah (*Cordyline fruticosa* L.) dengan konsentrasi 30%, 40%, dan 50% memiliki aktivitas dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.