

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gangguan kesehatan gigi dan mulut merupakan masalah kesehatan yang sering terjadi di dunia maupun Indonesia (Herdiyati *et al.*, 2020). WHO (2022) melaporkan hampir 3,5 miliar orang atau 45% populasi dunia pernah mengalami penyakit mulut, dengan karies sebagai kasus terbanyak. Data Global Burden of Disease 2021 menunjukkan 2,5 miliar orang menderita karies gigi permanen, menjadikannya penyakit dengan prevalensi tertinggi secara global (WHO, 2022). Di Indonesia, Riskesdas 2018 mencatat prevalensi karies mencapai 88,80% (Kemenkes RI, 2023). Kondisi ini menegaskan karies gigi masih menjadi tantangan besar dalam kesehatan masyarakat.

Karies gigi adalah kerusakan jaringan keras gigi akibat sisa makanan yang menempel di permukaan gigi (Sinaga *et al.*, 2020). Bakteri yang berperan utama dalam pembentukan plak merupakan bakteri dari genus *Streptococcus* yang memiliki kemampuan menghasikan polisakarida ekstraseluler (Makatambah *et al.*, 2020). *Streptococcus mutans* merupakan bakteri yang berperan dominan sebagai penyebab karies gigi (Karima, 2023). Berbagai strategi telah dilakukan untuk menghambat pertumbuhan bakteri ini, salah satunya melalui penggunaan agen antibakteri sintetis. Metode ini terbukti efektif menekan jumlah *Streptococcus mutans*, tetapi penggunaan dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan efek samping, seperti gangguan keseimbangan flora normal serta iritasi pada jaringan mulut (Brookes *et al.*, 2020). Selain itu, kekhawatiran terhadap munculnya resistensi bakteri akibat penggunaan antibakteri yang tidak tepat dan berkelanjutan juga semakin meningkat. Hal ini mendorong para peneliti untuk mencari alternatif yang lebih aman dan tetap efektif. Salah satu opsi yang banyak dikembangkan adalah pemanfaatan senyawa antibakteri alami yang berasal dari tanaman herbal (Anwar *et al.*, 2025).

Bahan alam telah lama digunakan sebagai pengobatan tradisional yang mempunyai kandungan bioaktif yang berpotensi sebagai antibakteri (Niken *et al.*, 2024). Salah satu tanaman herbal yang berpotensi dikembangkan sebagai antibakteri alami adalah tanaman kenop (*Gomphrena globosa* L.) dari famili *Amaranthaceae*. Tanaman kenop yang dikenal juga dengan sebutan tanaman ratna di Bali, banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, dimana digunakan oleh masyarakat setempat sebagai sarana upakara dan dekorasi dalam tarian sakral, sehingga memiliki nilai budaya dan spiritual yang tinggi. Selain itu, kenop juga dimanfaatkan secara tradisional sebagai obat batuk, sesak napas, ekspektoran, hingga radang mata (Putri *et al.*, 2023).

Penelitian terdahulu terkait hasil skrining fitokimia ekstrak etanolik dari bunga dan daun tanaman kenop diketahui mengandung sterol, triterpenoid, serta kadar fenolik yang cukup tinggi, yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri (Tang *et al.*, 2022). Selain itu penelitian terkait ekstrak daun kenop sebagai antibakteri juga dilakukan oleh Maramis *et al.* (2020) dimana disana menyatakan bahwa ekstrak etanol daun bunga kenop mengandung senyawa bioaktif seperti saponin, alkaloid, tanin, dan fenol yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri. Pada penelitian tersebut, ekstrak daun kenop terbukti mampu menghambat pertumbuhan bakteri uji yaitu *Escherichia coli*. Temuan ini menunjukkan bahwa daun kenop berpotensi untuk dikaji lebih lanjut sebagai antibakteri alami dalam upaya pengendalian pertumbuhan *Streptococcus mutans* sebagai bakteri utama penyebab karies gigi.

Salah satu metabolit skunder yang memiliki potensi sebagai antibakteri adalah senyawa tanin. Tanin merupakan senyawa polifenol yang memiliki struktur cincin aromatik (benzena) dan gugus hidroksil (-OH). Kombinasi struktur ini memungkinkan tanin berinteraksi kuat dengan protein sel mikroba, sehingga dapat merusak membran dan mengganggu fungsi enzim penting pada bakteri. Hal ini mengakibatkan, metabolisme sel bakteri terganggu hingga akhirnya bakteri mati. Dengan begitu tanin berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri (Suhaenah *et al.*, 2024). Pernyataan ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Makatambah *et al.* (2020) dimana menganalisis kandungan tanin pada buah sirih

(*Piper betle* L.) serta melakukan uji antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* dari fraksi ekstrak buah sirih. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa seluruh fraksi positif mengandung senyawa tanin dan memiliki aktivitas antibakteri dengan kategori kuat. Temuan ini mengindikasikan bahwa tanin memiliki potensi menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* melalui kemampuannya mengendapkan protein dan merusak dinding sel bakteri (Makatambah *et al.*, 2020). Sejalan dengan itu, penelitian lain oleh Rahmatari *et al.* (2020) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan tanin dalam suatu tanaman maka semakin besar pula kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri. Berdasarkan hal tersebut, pengujian kadar tanin total menjadi penting untuk mengetahui sejauh mana kandungan tanin dalam suatu bahan alam berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri yang dihasilkan. Untuk memperoleh kandungan tanin yang optimal dari bahan alam, diperlukan metode ekstraksi yang tepat agar senyawa aktif tersebut dapat terisolasi secara efektif.

Metode maserasi menggunakan etanol 80% merupakan teknik yang sederhana namun efektif dalam mengekstraksi berbagai senyawa fitokimia polar maupun semi-nonpolar, termasuk fenolik dan tanin (Asworo & Widwastuti, 2023). Pemilihan jenis dan konsentrasi pelarut menjadi faktor penting dalam proses maserasi karena akan mempengaruhi jenis serta jumlah senyawa aktif yang berhasil diekstraksi. Konsentrasi etanol 80% dianggap ideal karena memiliki tingkat polaritas seimbang, sehingga mampu melarutkan senyawa fenolik lebih baik dibanding etanol absolut atau pelarut air murni (Fitriansyah *et al.*, 2024). Hal ini sejalan dengan penelitian Najoran *et al.* (2016) yang menunjukkan bahwa maserasi dengan etanol 80% menghasilkan kadar fenolik dan flavonoid tertinggi. Dalam penelitian fitokimia, fraksinasi merupakan tahap lanjutan dari ekstraksi yang berfungsi memisahkan campuran kompleks menjadi fraksi-fraksi yang lebih homogen sesuai tingkat kepolarannya (Ferdinan *et al.*, 2022).

Senyawa aktif dapat diperoleh melalui keberhasilan proses fraksinasi. Fraksinasi adalah proses pemisahan senyawa dalam ekstrak berdasarkan perbedaan polaritas pelarut yang digunakan (Amaliah *et al.*, 2024). Pada penelitian Pratama & Mahmudah. (2024) menunjukkan bahwa hasil daya hambat pertumbuhan bakteri

Staphylococcus aureus dari fraksi dan ekstrak kulit buah jambu biji memiliki perbedaan yang cukup jauh. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa fraksi dari ekstrak memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri yang lebih besar dibandingkan ekstrak etanolnya. Hasil dari penelitian ini dapat mendukung gagasan bahwa fraksinasi mampu meningkatkan aktivitas antibakteri dengan memisahkan senyawa aktif berdasarkan tingkat kepolarannya.

Tingginya prevalensi karies gigi dan keterbatasan antibakteri sintetis mendorong pencarian alternatif bahan alam yang aman dan efektif. Namun, penelitian terkait penetapan kadar tanin dan uji aktivitas antibakteri terutama pada tanaman daun kenop masih terbatas, khususnya dengan fraksinasi tiga pelarut. Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan kadar tanin dari fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Streptococcus mutans*. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi pengembangan sediaan herbal sebagai agen pencegah karies gigi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Apakah setiap fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) memiliki kadar tanin total yang berbeda?
2. Bagaimanakah aktivitas antibakteri setiap fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) terhadap bakteri *Streptococcus mutans*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui kadar tanin total pada setiap fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) hasil ekstraksi etanol 80% dengan metode spektrofotometri UV-Vis.

2. Untuk mengevaluasi aktivitas antibakteri setiap fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) terhadap *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya literatur ilmiah terkait potensi antibakteri dari fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.), khususnya terhadap *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi. Hasil penelitian dapat menjadi dasar ilmiah dalam memahami hubungan antara kadar tanin dengan aktivitas antibakteri. Temuan ini juga dapat memberikan kontribusi pada pengembangan teori mengenai pemanfaatan bahan alam sebagai alternatif antibakteri.

2. Manfaat Praktis

Secara praktis, penelitian ini dapat memberikan informasi bagi masyarakat dan tenaga kesehatan mengenai potensi penggunaan daun kenop sebagai alternatif pencegahan karies gigi. Hasil penelitian dapat menjadi acuan awal dalam pengembangan sediaan herbal yang lebih aman dibandingkan antibakteri sintetis. Selain itu, penelitian ini dapat mendorong pemanfaatan sumber daya lokal secara berkelanjutan untuk kesehatan. Dengan begitu, hasil kajian ini berpotensi memberikan nilai tambah bagi pengembangan obat herbal di bidang kedokteran gigi dan farmasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Tanaman Kenop (*Gomphrena globosa* L.)

Daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) merupakan bagian dari tanaman kenop. Tanaman kenop (*Gomphrena globosa* L.) merupakan jenis tanaman yang berasal dari Panama dan Guatemala, dikenal memiliki kemampuan beradaptasi tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Tanaman ini tahan terhadap suhu panas dan mampu bertahan pada kondisi kering, pertumbuhannya lebih optimal jika mendapat kelembapan dan sinar matahari penuh. Kemampuannya beradaptasi membuat kenop dapat tumbuh di tanah miskin hara maupun iklim yang lebih dingin, sehingga penyebarannya meluas hingga ke berbagai benua, termasuk Eropa. Di beberapa wilayah seperti Australia, Afrika, Asia, dan Eropa, kenop bahkan dianggap sebagai gulma karena produksi bijinya yang melimpah dan daya tahannya yang tinggi terhadap kondisi lingkungan (Haider *et al.*, 2023). Di Bali, kenop atau yang dikenal juga sebagai bunga ratna banyak dibudidayakan. Morfologi dan fenologi yang dilakukan menunjukkan adanya beberapa fenotipe atau varian warna pada bunga kenop, yaitu ungu, putih, dan merah muda. Keberadaan variasi fenotipe ini menjadikan tanaman kenop khususnya di Bali tidak hanya penting dalam konteks budaya, tetapi juga menarik dari sisi pengembangan budidaya dan pemuliaan tanaman (Abhijana *et al.*, 2025).



Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 2.1: Daun Kenop (*Gomphrena globosa* L.) Varietas ungu

Secara morfologi daun tanaman kenop memiliki bentuk yang sederhana dan tersusun berhadapan secara berpasangan di sepanjang batang. Bentuk daun

bervariasi antara bulat telur (*ovate*) hingga lanset (*lanceolate*), dengan ukuran panjang sekitar 3–7 cm dan lebar 1–3 cm, sehingga tampak proporsional terhadap ukuran batang dan bunga. Permukaan daun bertekstur halus namun sedikit berbulu, terutama pada bagian bawah daun, yang berfungsi melindungi jaringan dari penguapan berlebih dan membantu tanaman beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang panas atau kering. Warna daun umumnya hijau sedang hingga hijau tua, tepi daun rata tanpa gerigi (*entire margin*), sedangkan tangkai daun (*petiolus*) relatif pendek dan kuat, menghubungkan helaian daun langsung dengan batang utama (Patil *et al.*, 2025). Selain daun, tanaman kenop memiliki tinggi batang utama sekitar 15–42 cm. Batangnya tumbuh tegak, ditutupi rambut halus (Abhijana *et al.*, 2025). Tanaman ini menghasilkan bunga berbentuk bulat menyerupai kancing dengan variasi warna (Dwiyani *et al.*, 2023).

2.1.1 Kandungan kimia daun kenop

Daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) merupakan bagian tanaman yang kaya akan metabolit sekunder dengan variasi senyawa bioaktif. Flavonoid menjadi kelompok dominan pada jaringan daun, khususnya quercetin, kaempferol, dan turunannya (Dhalaria *et al.*, 2024). Selain itu, terdapat pula saponin, alkaloid, tanin, serta senyawa fenolik lain termasuk asam fenolat yang berkontribusi dalam aktivitas biologis tumbuhan (Arsana *et al.*, 2024). Kandungan nutrisi berupa vitamin C, kalsium, magnesium, dan zat besi juga dilaporkan dalam jumlah tertentu, sehingga memperkaya komposisi kimia daun kenop. Pigmen betalain turut terdeteksi pada daun, namun distribusinya lebih dominan pada bagian bunga (Chen *et al.*, 2025).

Secara keseluruhan, tanaman *Gomphrena globosa* mengandung berbagai kelompok fitokimia seperti flavonoid, saponin, steroid, triterpenoid, tanin, fenol, serta pigmen betalain (Putri & Astuti, 2022). Penelitian selanjutnya, meski tidak menguji daun, tetapi karena tanaman ini termasuk herba, maka kandungan antar bagian tanaman hampir mirip. Analisis ekstrak etanolik bunganya juga menunjukkan adanya steroid, triterpenoid, flavonoid, tanin, dan senyawa fenolik, sedangkan glikosida, protein, asam amino, karbohidrat, dan alkaloid tidak terdeteksi. Senyawa penting antara lain sulfuric acid octadecyl 2-propyl ester,

1,6;3,4-dianhydro-2-deoxy- β -D-ribo-hexopyranose, docosanoic acid docosyl ester, hexatriacontane, 17-pentatriacontene, cyclohexane turunan, 11-tricosene, serta 1-pentacontanol, yang sebagian besar ditemukan pada bunga (Esmat *et al.*, 2020). Namun, penelitian lain menegaskan bahwa daun dengan kandungan flavonoid dan saponin yang melimpah juga mendukung beragam aktivitas biologis yang berkaitan dengan potensi farmakologisnya (Shoim *et al.*, 2021).

2.1.2 Manfaat daun kenop

Daun kenop secara tradisional dimanfaatkan sebagai bahan pengobatan karena kandungan flavonoid dan saponinnya yang tinggi. Senyawa tersebut berfungsi sebagai antioksidan sekaligus pereda mual, terutama bermanfaat bagi penderita kanker yang menjalani kemoterapi. Penggunaan daun ini dapat membantu mengurangi efek samping berupa mual dan muntah, sehingga meningkatkan kepatuhan pasien terhadap terapi (Shoim *et al.*, 2021). Selain itu, sifat antioksidannya mendukung perlindungan sel dari stres oksidatif. Daun tanaman kenop juga diduga memiliki aktivitas antiinflamasi dan antimikroba, sehingga berpotensi digunakan lebih luas dalam pengelolaan berbagai penyakit (Putri & Astuti, 2022).

Penelitian terdahulu melalui uji fitokimia dan analisis bakteri menegaskan bahwa tanaman ini memiliki manfaat sebagai antibakteri (Sivagamasundari *et al.*, 2022). Pada Penelitian Novita Maramis *et al.* (2020) menilai efektivitas ekstrak etanol daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. Daun kenop yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 70% diuji dalam tiga konsentrasi, yaitu 5%, 10%, dan 20%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak dengan konsentrasi 20% mampu menghasilkan zona bening sebesar 3,33 mm (Novita Maramis *et al.*, 2020). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa daun bunga kenop memiliki potensi sebagai antibakteri.

2.2 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa aktif dalam suatu bahan menggunakan pelarut yang sesuai dengan karakteristik senyawa yang diinginkan.

Proses ekstraksi akan berhenti ketika tercapai kesetimbangan konsentrasi antara senyawa dalam pelarut dengan yang ada di dalam sel tanaman (Rismiyati et al., 2025). Pemilihan metode ekstraksi dipengaruhi oleh sifat bahan dan jenis senyawa yang hendak diisolasi. Tujuan utamanya adalah menarik komponen kimia dari simplisia melalui perpindahan massa zat padat ke dalam pelarut, yang dimulai dari antarmuka hingga berdifusi menyeluruh (Ghozaly et al., 2023). Metode ekstraksi dibagi menjadi dua, yaitu cara dingin dan cara panas. Cara dingin meliputi maserasi dan perkolasi, sedangkan cara panas meliputi refluks, soxhletasi, infus, dekok, dan digesti. Secara khusus, ekstraksi senyawa bioaktif dari tanaman obat dapat dilakukan dengan berbagai metode, masing-masing memiliki prinsip yang berbeda sesuai karakteristik senyawa yang ingin diperoleh (Triyanti et al., 2025).

Dari berbagai metode ekstraksi, maserasi banyak digunakan karena sederhana, tidak membutuhkan peralatan khusus, serta dapat dilakukan pada suhu kamar sehingga senyawa yang bersifat termolabil tetap terjaga. Prinsip maserasi adalah perendaman simplisia dalam pelarut selama waktu tertentu dengan pengadukan sesekali, sehingga senyawa aktif dapat terlarut ke dalam pelarut secara bertahap. Metode ini memudahkan pemilihan jenis pelarut sesuai polaritas senyawa yang ingin diambil, baik polar maupun nonpolar (Wijaya et al., 2022). Pada metode maserasi pelarut yang digunakan biasanya adalah etanol dalam konsentrasi tertentu. Campuran etanol membantu meningkatkan pembengkakan jaringan tanaman, yang mempermudah penetrasi pelarut dan difusi zat aktif, sehingga efisiensi ekstraksi menjadi lebih tinggi (Bitwell et al., 2023). Faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil ekstraksi dengan maserasi antara lain ukuran partikel bahan, rasio bahan terhadap pelarut, lama perendaman, dan intensitas pengadukan. Setelah proses selesai, filtrasi atau sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan ekstrak cair dari ampas tanaman sebelum tahap penguapan pelarut (Hlatshwayo et al., 2025).

Dengan menggunakan pelarut seperti etanol konsentrasi 80%, proses ekstraksi senyawa bioaktif dapat berlangsung lebih optimal karena keseimbangan polaritas antara etanol dan air. Etanol 80% dianggap unggul karena mampu mengekstraksi senyawa polar maupun semi-polar secara lebih efisien dibandingkan pelarut dengan konsentrasi lebih tinggi, sekaligus tetap aman digunakan untuk

produk pangan maupun obat-obatan. Selain itu, batas konsentrasi 80% ini terbukti menghasilkan kadar flavonoid dan fenolik yang lebih tinggi pada beberapa studi, sehingga banyak dijadikan acuan dalam penelitian fitokimia modern (Ali rakhman hakim, 2020).

2.3 Fraksinasi

Fraksinasi merupakan suatu teknik pemisahan yang digunakan untuk mengelompokkan kandungan kimia dari ekstrak tumbuhan berdasarkan perbedaan kepolaran senyawa. Proses ini biasanya melibatkan tiga jenis pelarut yang tidak saling bercampur serta memiliki tingkat kepolaran berbeda. Dengan menggunakan pelarut yang memiliki sifat kepolaran bervariasi, diperoleh fraksi ekstrak yang berbeda pula. Hal ini memudahkan senyawa metabolit sekunder tertentu dapat tertarik secara optimal sesuai dengan sifat kepolaran pelarut yang digunakan (Mierza, Antolin, et al., 2023).

Fraksi ekstrak yang diperoleh selanjutnya dapat diuji aktivitas biologisnya, misalnya terhadap bakteri. Bakteri Gram positif adalah kelompok bakteri yang memiliki dinding sel tebal yang tersusun atas lapisan peptidoglikan. Struktur ini menyebabkan bakteri Gram positif mempertahankan warna ungu pada pewarnaan Gram. Perbedaan struktur dinding sel ini memengaruhi sensitivitas bakteri terhadap senyawa antibakteri hasil fraksinasi. Dengan cara ini, fraksinasi tidak hanya memisahkan senyawa, tetapi juga memberikan informasi penting mengenai karakteristik kimia senyawa target (Kowalska-Krochmal & Dudek-Wicher, 2021).

Prosedur fraksinasi umumnya dilakukan dengan prinsip metode *liquid-liquid fractionation* menggunakan variasi pelarut berdasarkan tingkat polaritasnya. Pelarut etanol digunakan sebagai fraksi polar karena memiliki konstanta dielektrik tinggi, etil asetat bersifat semipolar, sedangkan n-heksana mewakili fraksi nonpolar dengan konstanta dielektrik rendah. Variasi polaritas ini berpengaruh pada jenis metabolit sekunder yang terdeteksi. Senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin lebih mudah larut dalam fraksi polar, sedangkan steroid dan terpenoid cenderung terdeteksi pada fraksi nonpolar, meskipun beberapa di antaranya juga

dapat terbawa ke fraksi semipolar karena keberadaan gugus hidroksil yang memungkinkan interaksi hidrogen dengan etil asetat (Subandrate *et al.*, 2024).

Proses ekstraksi cair-cair (ECC) terjadi melalui beberapa tahap, dimulai dari kontak antara pelarut (*solvent*) dengan fase cair yang mengandung zat terlarut (*diluent*), kemudian zat terlarut berpindah ke dalam fase pelarut, hingga akhirnya terbentuk dua fase yang tidak saling bercampur (Husnurrofiq *et al.*, 2021). Fase yang kaya pelarut disebut sebagai fase ekstrak, sedangkan fase yang kaya pelarut asal disebut fase rafinat. Untuk mencapai hasil ekstraksi yang optimal, pelarut yang digunakan harus memenuhi syarat, yaitu tidak beracun, tidak mudah meledak, memiliki rentang titik didih yang sempit, serta memiliki kemampuan melarutkan yang baik (Rahmawati *et al.*, 2025).

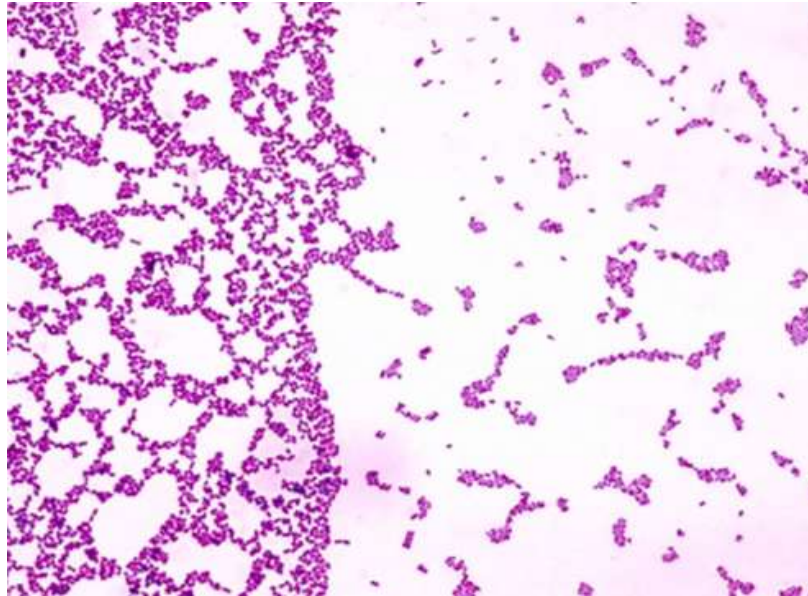
2.4 Karies Gigi

Karies gigi adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh interaksi mikroorganisme, saliva, dan karbohidrat yang menempel pada gigi. Penyakit ini menyerang jaringan keras gigi seperti enamel, dentin, dan sementum. Proses awalnya ditandai demineralisasi jaringan gigi, kemudian diikuti kerusakan bahan organik yang memudahkan invasi bakteri, menyebabkan pulpa mati serta infeksi menyebar ke jaringan sekitar sehingga menimbulkan rasa nyeri (Warreth, 2023).

Penyebab karies melibatkan empat faktor utama, yaitu host (gigi dan saliva), mikroorganisme, substrat, serta waktu. Faktor host berkaitan dengan morfologi gigi, posisi gigi, pH, jumlah, dan kekentalan saliva (Zahara *et al.*, 2023). Saliva berperan penting karena mengandung kalsium dan fosfat yang mencegah demineralisasi serta bersifat buffer. Produksi saliva dapat menurun akibat penyakit sistemik seperti diabetes mellitus atau efek radioterapi pada kepala dan leher (Listrianah *et al.*, 2019). Mikroorganisme utama penyebab karies adalah *Streptococcus mutans* yang mampu memfermentasi karbohidrat menjadi asam serta membentuk polisakarida ekstrasel yang lengket sehingga plak mudah menempel. Substrat berupa makanan dan minuman bergula, terutama sukrosa, sangat berperan karena sering dikonsumsi dan bersifat kariogenik (Elina *et al.*, 2024). Penurunan pH akibat metabolisme gula oleh bakteri dapat memicu demineralisasi enamel, dan

bila berlangsung terus menerus akan berkembang menjadi karies dalam waktu sekitar 6–18 bulan (Warreth, 2023).

2.5 Bakteri *Streptococcus Mutans*



Sumber: Ranganathan & Akhila, 2019

Gambar 2.2: *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans termasuk mikroorganisme prokariotik yang tidak memiliki membran inti dan hanya dapat diamati dengan mikroskop. Bakteri ini termasuk flora normal di rongga mulut, namun bersifat patogen jika terjadi peningkatan jumlah koloni secara berlebihan (Lukaraja, 2020). *Streptococcus mutans* adalah bakteri Gram positif yang berperan utama dalam terjadinya karies gigi (Zhang *et al.*, 2021). Bakteri Gram positif adalah kelompok bakteri dengan dinding sel tebal yang tersusun atas peptidoglikan. Pada pewarnaan Gram, bakteri ini mampu mempertahankan warna kristal violet meskipun melalui tahap dekolorisasi, sehingga tampak berwarna ungu di bawah mikroskop. Tidak adanya membran luar membuat *Streptococcus mutans* dan bakteri Gram positif lain lebih rentan terhadap beberapa antibiotik. Warna ungu yang konsisten setelah pewarnaan menjadi ciri khas utama yang menegaskan bahwa *Streptococcus mutans* termasuk bakteri Gram positif (Y. Suryani & Taupiqurrahman, 2021).

Secara morfologi bakteri ini berbentuk kokus, tersusun berpasangan atau rantai pendek, bersifat fakultatif anaerob, dan tidak membentuk spora (Aqawi *et al.*,

2021). Permukaan selnya memiliki struktur polisakarida khas, salah satunya adalah serotype-specific rhamnose-containing carbohydrate (SCC) yang dihiasi rantai samping glukosa, berperan penting dalam viabilitas sel, pengaturan bentuk, serta pembentukan biofilm. Selain itu, struktur permukaan berupa glukosa dan polisakarida ekstraseluler turut menunjang proses perlekatan serta agregasi sel yang diperlukan untuk pematangan biofilm (Rush *et al.*, 2025). Ukuran bakteri *Streptococcus mutans* yakni antara 0,5–0,75 μm dengan dinding sel tebal berpeptidoglikan, sehingga tahan terhadap kondisi asam. *Streptococcus mutans* memfermentasi sukrosa, glukosa, dan fruktosa menjadi asam laktat melalui glikolisis, yang memicu penurunan pH dan demineralisasi enamel (Ye *et al.*, 2025). Selain itu, bakteri ini mampu menempel pada permukaan gigi dan membentuk biofilm melalui produksi polisakarida ekstraseluler (EPS), komponen utama plak gigi. Kombinasi kemampuan menghasilkan asam dan membentuk biofilm menjadikan *S. mutans* patogen kunci dalam proses karies, memulai dan mempercepat kerusakan gigi, terutama di lingkungan rongga mulut dengan kebersihan yang kurang optimal (Gao *et al.*, 2024).

2.5.1 Klasifikasi bakteri *Streptococcus mutans*

Berdasarkan sistem taksonomi bakteri, *Streptococcus mutans* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Kriswandini *et al.*, 2024) :

Domain	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Lactobacillales
Famili	: Streptococcaceae
Genus	: <i>Streptococcus</i>
Spesies	: <i>Streptococcus mutans</i>

Bakteri ini termasuk kelompok bakteri Gram-positif, bersifat fakultatif anaerob, dan dikenal sebagai salah satu mikroorganisme utama penyebab karies gigi karena kemampuannya menghasilkan asam dari metabolisme karbohidrat.

2.6 Antibakteri

Antibakteri merupakan zat yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri dan digunakan untuk menangani infeksi yang disebabkan oleh bakteri atau mikroorganisme patogen. Infeksi terjadi karena adanya perkembangan mikroba dalam jaringan tubuh (Agaphe Suluh Brahmantio *et al.*, 2025). Berdasarkan mekanismenya, antibakteri dibagi menjadi dua jenis, yaitu bakteriostatik dan bakterisidal. Zat bakteriostatik hanya menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan bakterisidal berfungsi membunuh bakteri. Pada konsentrasi rendah, beberapa antibakteri bekerja sebagai bakteriostatik, namun pada konsentrasi tinggi dapat menjadi bakterisidal (Khoiriyah *et al.*, 2025). Mekanisme kerja antibakteri meliputi lima cara, yaitu menghambat sintesis dinding sel, mengubah permeabilitas sel, memodifikasi asam nukleat, menghambat kerja enzim, serta menghambat sintesis protein. Beberapa senyawa fitokimia seperti fenol, flavonoid, dan alkaloid diketahui mampu merusak dinding sel bakteri. Senyawa ini berpotensi menjadi antibakteri alami terhadap bakteri patogen (Octora *et al.*, 2024).

Aspek antibakteri khususnya pada rongga mulut beserta gigi juga terdapat berbagai mekanisme pertahanan antibakteri untuk menjaga keseimbangan mikroba dan mencegah infeksi patogen. Air liur mengandung peptida antimikroba, enzim seperti lisozim, serta imunoglobulin yang berfungsi menghambat pertumbuhan bakteri dan pembentukan biofilm. Permukaan gigi dilindungi oleh penghalang fisik berupa email dan dentin, sementara komunitas biofilm plak gigi turut mengatur keseimbangan dengan menghambat dominasi bakteri berbahaya seperti *Streptococcus mutans*. Faktor mekanis seperti aktivitas kebiasaan menjaga kebersihan mulut juga membantu mengurangi kolonisasi bakteri yang berkaitan dengan pH. Penelitian terkait penggunaan bahan bioaktif inovatif, termasuk senyawa berbasis kitosan dan ekstrak alami tumbuhan, yang mampu menargetkan bakteri gram-positif penyebab karies seperti *S. mutans*, sehingga memberikan alternatif baru dalam upaya menjaga kesehatan gigi dan mulut (Adriani & Cahyaningrum, 2024).

2.7 Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode dilusi, difusi agar, dan difusi-dilusi. Metode yang paling sering digunakan adalah metode difusi, karena sederhana dan efektif untuk melihat adanya daya hambat. Dalam metode ini, senyawa antibakteri akan berdifusi ke dalam media padat yang telah diinokulasi bakteri uji. Pengamatan dilakukan dengan melihat terbentuknya zona bening di sekitar area perlakuan. Zona bening tersebut menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan bakteri (Wahyuni *et al.*, 2023). Metode difusi sendiri dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu sumuran, cakram, dan silinder (Rodríguez-Melcón *et al.*, 2021).

Kategori kekuatan antibakteri ditentukan berdasarkan diameter zona bening yang terbentuk, sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Kategori Kekuatan Daya Antibakteri

Diameter Zona Bening (mm)	Kategori
≥ 20	Sangat kuat
10 – 20	Kuat
5 – 10	Sedang
< 5	Lemah

Sumber: Pabundu *et al.*, 2024

2.7.1 Metode Sumuran

Metode sumuran merupakan salah satu teknik dalam uji aktivitas antibakteri dengan prinsip difusi. Pada metode ini, medium agar terlebih dahulu diinokulasikan dengan suspensi bakteri uji hingga permukaannya merata. Setelah media memadat, dibuat lubang kecil atau sumur pada agar menggunakan alat steril dengan diameter tertentu. Sumur inilah yang kemudian diisi dengan larutan uji, misalnya ekstrak tanaman, fraksi ekstrak, atau senyawa murni yang diduga memiliki aktivitas antibakteri. Selanjutnya, cawan diinkubasi pada suhu optimal pertumbuhan bakteri (Nurhayati *et al.*, 2020). Senyawa aktif yang terkandung dalam larutan akan berdifusi ke dalam medium agar, sehingga apabila memiliki aktivitas antibakteri,

maka akan terbentuk zona bening di sekitar sumur. Diameter zona bening diukur untuk menentukan tingkat kepekaan bakteri terhadap senyawa yang diuji. Semakin besar diameter zona hambat, semakin kuat pula daya antibakterinya. Metode sumuran banyak digunakan karena sederhana, mudah dilakukan, serta memudahkan pengujian beberapa konsentrasi sampel dalam satu cawan (Fitriyanti *et al.*, 2020). Namun, kelemahannya adalah hasil sangat dipengaruhi oleh difusibilitas senyawa dalam medium agar, sehingga senyawa dengan kelarutan rendah dapat menghasilkan zona hambat yang kecil meskipun sebenarnya memiliki aktivitas antibakteri tinggi (Alouw *et al.*, 2022).

2.7.2 Metode cakram

Metode cakram merupakan metode difusi yang banyak dipakai dalam pengujian aktivitas antibakteri karena standar prosedurnya sudah luas digunakan. Proses uji dimulai dengan menginokulasikan suspensi bakteri uji pada permukaan medium agar hingga merata. Setelah itu, kertas cakram steril dengan diameter tertentu (biasanya 6 mm) yang telah diresapi larutan uji atau senyawa antibakteri ditempatkan di atas permukaan agar (Fransisca *et al.*, 2020). Selanjutnya, cawan diinkubasi pada suhu optimal pertumbuhan bakteri. Selama inkubasi, senyawa antibakteri akan berdifusi keluar dari cakram menuju medium agar. Apabila sampel memiliki aktivitas antibakteri, maka akan terbentuk zona bening di sekitar cakram yang menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan bakteri. Diameter zona bening diukur sebagai indikator kekuatan antibakteri. Metode cakram memiliki kelebihan yaitu mudah, praktis, serta dapat dilakukan untuk membandingkan berbagai sampel maupun konsentrasi dengan cepat (Rait *et al.*, 2021).

2.8 Tanin

Tanin adalah senyawa metabolit sekunder golongan polifenol yang terdapat pada daun, kulit batang, biji, dan buah berbagai tumbuhan, berperan dalam pertahanan terhadap predator, serangga, dan patogen (Chandra, 2024). Tanin merupakan senyawa alami dengan gugus hidroksi fenolik bebas, salah satu sifat penting tanin adalah kemampuannya membentuk kompleks dengan protein dan

logam berat. Secara nutrisi, hal ini dapat menghambat bioavailabilitas protein dan mineral, namun secara farmakologis bermanfaat untuk mengendapkan protein membran sel bakteri, merusak dinding sel bakteri serta menghambat sintesisnya, mengubah permeabilitas, mengganggu metabolisme dengan menghambat enzim, dan mengganggu sintesis asam nukleat (Hersila *et al.*, 2023). Tanin memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif, serta dapat bersinergi dengan antibiotik. Tanin juga memiliki kapasitas antioksidan tinggi untuk menetralkan radikal bebas, melindungi biomolekul dari kerusakan oksidatif, dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan endogen (Nikmah *et al.*, 2022). Berdasarkan struktur kimianya, tanin terbagi menjadi tanin terhidrolisis (*gallotanin* dan *ellagitannin*) yang mudah terdegradasi oleh asam atau basa, serta tanin terkondensasi (*proanthocyanidin*) yang stabil terhadap hidrolisis (de Jesus *et al.*, 2024).

2.9 Penetapan Kadar Tanin Total

Penetapan kadar *tanin* total merupakan salah satu tahapan penting dalam analisis fitokimia untuk mengetahui konsentrasi senyawa *tanin* dalam ekstrak tumbuhan. *Tanin* termasuk golongan polifenol, sehingga metode yang digunakan umumnya mengandalkan reaksi oksidasi-reduksi atau pembentukan kompleks yang dapat diukur secara kuantitatif menggunakan spektrofotometri (Hersila *et al.*, 2023). Metode yang paling umum digunakan adalah metode *Folin-Ciocalteu*. Metode *Folin-Ciocalteu* adalah teknik spektrofotometri yang paling banyak digunakan untuk penentuan kandungan total fenol, termasuk *tanin*. Prinsip dasar dari metode ini adalah reaksi reduksi-oksidasi antara senyawa fenolik (termasuk *tanin*) dengan reagen *Folin-Ciocalteu*, yaitu campuran asam fosfomolibdat dan asam fosfotungstat. Reagen ini akan direduksi oleh gugus fenol menjadi senyawa berwarna biru, yang kemudian dapat diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang sekitar 725–765 nm (de Jesus *et al.*, 2024).

Metode *Folin-Ciocalteu* (F-C) didasarkan pada reaksi redoks di mana senyawa fenolik berperan sebagai donor elektron yang mereduksi kompleks asam

dalam pereaksi. Pada kondisi basa (pH sekitar 10), pereaksi F-C yang awalnya berwarna kuning akan direduksi oleh antioksidan fenolik sehingga menghasilkan senyawa molibdenum/tungsten berwarna biru, yang kemudian dianalisis secara spektrofotometri pada panjang gelombang ± 760 nm. Tahap penting reaksi ini melibatkan transfer elektron dari gugus hidroksil fenolik menuju pusat Mo(VI) yang direduksi menjadi Mo(V), sehingga mencerminkan jumlah total senyawa fenolik. Intensitas warna yang terbentuk sebanding dengan kapasitas antioksidan, dan hasilnya biasanya dinyatakan dalam ekuivalen asam galat. Meskipun komposisi kimia produk reduksi cukup kompleks, prinsip dasarnya terletak pada sifat redoks molibdat dan tungstat dalam pereaksi (Pérez *et al.*, 2023).

2.10 Spektrofotometri UV-Visible

Spektrofotometer adalah alat analisis yang digunakan untuk mengukur cahaya berdasarkan energi yang diteruskan, dipantulkan, atau dipancarkan. Instrumen ini memiliki dua bagian utama, yaitu spektrometer untuk menghasilkan spektrum cahaya dan fotometer untuk menentukan intensitasnya. Spektrofotometer memakai dua sumber cahaya, ultraviolet dan cahaya tampak. Metode UV-Vis memanfaatkan panjang gelombang ultraviolet (200–400 nm) dan cahaya tampak (400–800 nm) untuk mengidentifikasi senyawa. Senyawa yang dapat terdeteksi umumnya memiliki gugus kromofor dan aoksokrom yang mampu menyerap cahaya. Serapan cahaya ini menyebabkan elektron berpindah dari orbital energi rendah ke orbital energi lebih tinggi. Proses transisi elektron ini dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya yang diserap. Metode UV-Vis banyak digunakan karena sederhana dan cepat, sehingga efektif untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif terhadap senyawa kimia yang menyerap cahaya dalam rentang ultraviolet dan visible (Yudono, 2017).

Dalam praktiknya, spektrofotometri UV-Vis berperan penting sebagai metode analisis modern yang diaplikasikan lintas disiplin ilmu. Teknik ini mendukung berbagai penelitian, mulai dari pemantauan kualitas lingkungan hingga pengembangan sediaan farmasi, karena mampu memberikan informasi kuantitatif maupun kualitatif mengenai keberadaan dan konsentrasi zat tertentu. Selain untuk

analisis zat tunggal, pendekatan ini juga dimanfaatkan dalam menilai kestabilan formulasi, mendeteksi produk degradasi, serta mengevaluasi interaksi molekul melalui perubahan profil spektrumnya. Dukungan teknik kemometrik semakin memperluas fungsinya, sehingga UV-Vis dapat digunakan pada sampel dengan komposisi kompleks yang sulit dianalisis dengan metode konvensional (Shravani *et al.*, 2025).

2.11 Analisis statistik

2.11.1 Uji normalitas

Uji normalitas adalah prosedur statistik yang digunakan untuk memastikan apakah data atau model regresi berdistribusi normal. Hasil pengujian ini ditentukan melalui nilai signifikansi (Isnaini *et al.*, 2025). Jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka data dianggap berdistribusi normal. Sebaliknya, apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Uji ini penting karena distribusi data yang normal menjadi salah satu asumsi dasar dalam analisis statistik, terutama pada model regresi, sehingga dapat memastikan hasil analisis lebih valid dan dapat dipercaya (Nurhaswinda *et al.*, 2025).

2.11.2 Uji homogenitas

Uji homogenitas merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menilai apakah dua atau lebih kelompok data mempunyai varians populasi yang sama atau homogen (Dewi *et al.*, 2023). Jika data terdistribusi normal maka boleh dilakukan uji homogenitas. Proses pengambilan keputusan dilakukan dengan melihat nilai signifikansi. Jika nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka varians antar kelompok dianggap berbeda atau tidak homogen. Sebaliknya, jika nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka varians dari dua atau lebih kelompok data dinyatakan sama atau homogen (Wassalwa *et al.*, 2023). Uji ini berperan penting dalam analisis statistik, terutama sebelum melakukan uji parametrik, agar hasil analisis lebih tepat dan dapat diandalkan (Sianturi, 2022).

2.11.3 Uji *one way* ANOVA

Uji *One Way ANOVA* merupakan metode statistik parametrik yang digunakan untuk membandingkan tiga kelompok atau lebih (Lestari *et al.*, 2025). Uji ini diterapkan pada data yang bersifat normal, homogen, serta kelompok yang tidak berpasangan. Setelah analisis awal, sering dilakukan uji lanjutan Post Hoc dengan metode Tukey untuk melihat perbedaan rata-rata secara lebih spesifik antar kelompok. Kesimpulan hasil uji didasarkan pada nilai signifikansi (Aulia *et al.*, 2024). Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05, maka terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok yang dibandingkan. Namun, apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05, maka dapat dinyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok tersebut. Dengan demikian, *One Way ANOVA* membantu peneliti mengetahui apakah terdapat perbedaan nyata antar kelompok data yang dianalisis. Uji ini sering digunakan dalam penelitian eksperimen maupun survei dengan lebih dari dua kelompok, sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat dan dapat dipercaya (Salamah *et al.*, 2025).

2.11.4 Uji kruskal-wallis

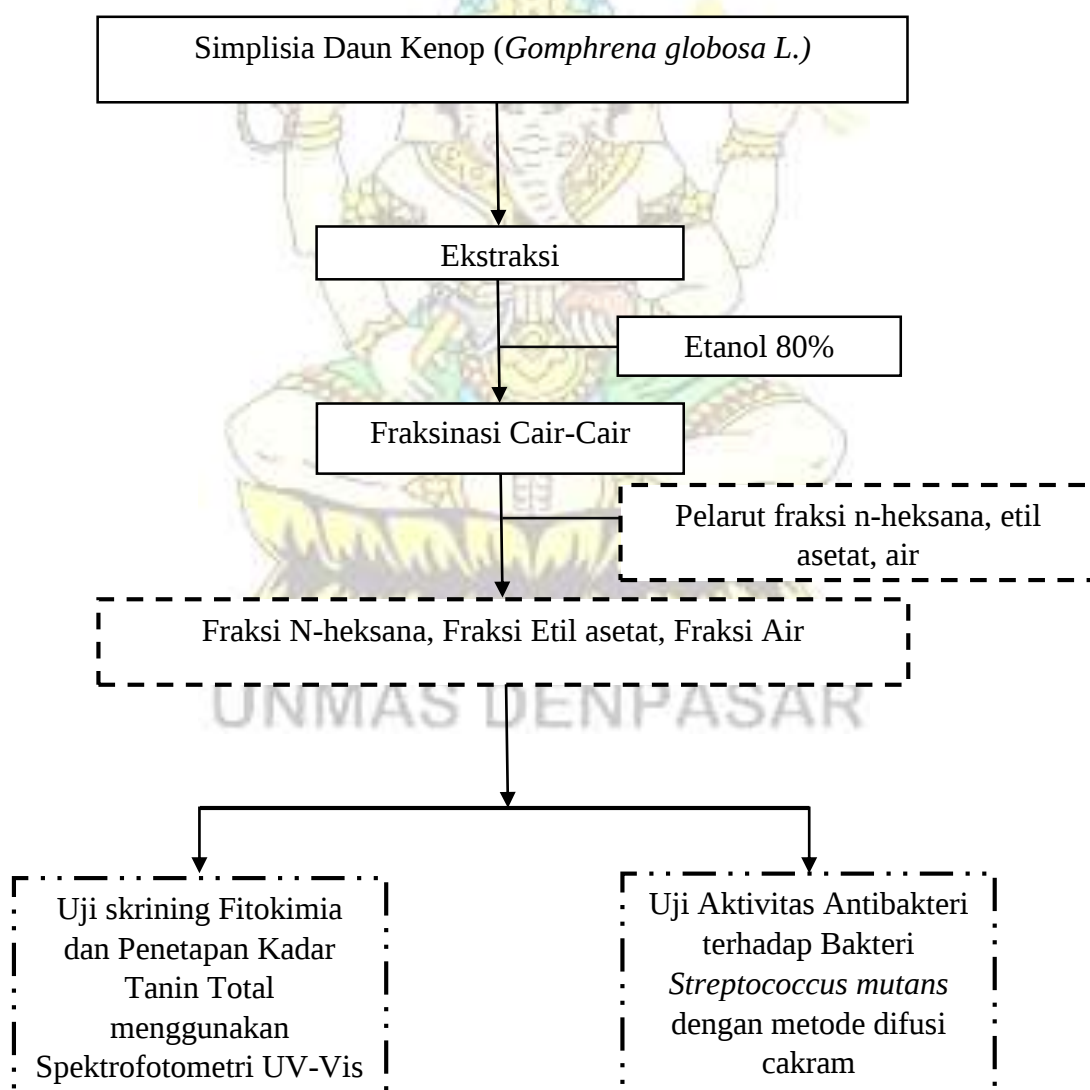
Uji *Kruskal-Wallis* adalah uji non-parametrik yang digunakan untuk mengetahui perbedaan median lebih dari dua kelompok data. Uji ini menjadi alternatif Uji *One Way ANOVA* ketika data tidak memenuhi asumsi normalitas atau homogenitas varians. *Kruskal-Wallis* bekerja dengan cara meranking data dari semua kelompok, kemudian membandingkan distribusi nilai antar kelompok (Annisak *et al.*, 2023).

Hipotesis nol (H_0) menyatakan bahwa tidak ada perbedaan median antar kelompok, sedangkan hipotesis alternatif (H_1) menyatakan bahwa ada perbedaan median setidaknya pada satu kelompok. Keputusan diambil berdasarkan nilai signifikansi, dengan kriteria: jika $p\text{-value} < 0,05$ maka terdapat perbedaan signifikan antar kelompok, sedangkan jika $p\text{-value} > 0,05$ maka tidak terdapat perbedaan signifikan. Dalam konteks penelitian uji antibakteri daun kenop, *Kruskal-Wallis* digunakan jika data hasil zona hambat dari berbagai konsentrasi fraksi ekstrak tidak berdistribusi normal atau tidak homogen. Misalnya, jika zona hambat antar beberapa tidak memenuhi asumsi parametrik, maka *Kruskal-Wallis* menjadi pilihan tepat. Hasil uji ini akan menunjukkan apakah ada perbedaan

signifikan dalam efektivitas antibakteri antar konsentrasi. Jika hasil uji *Kruskal-Wallis* signifikan, maka dilanjutkan dengan uji *Mann-Whitney* sebagai *post hoc test* untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara spesifik. Dengan demikian, *Kruskal-Wallis* memberikan fleksibilitas bagi peneliti untuk tetap mendapatkan kesimpulan yang sah meskipun data penelitian tidak memenuhi asumsi statistik parametrik (Aulia *et al.*, 2024).

2.12 Kerangka Konseptual

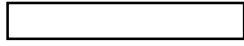
2.12.1 Kerangka konsep



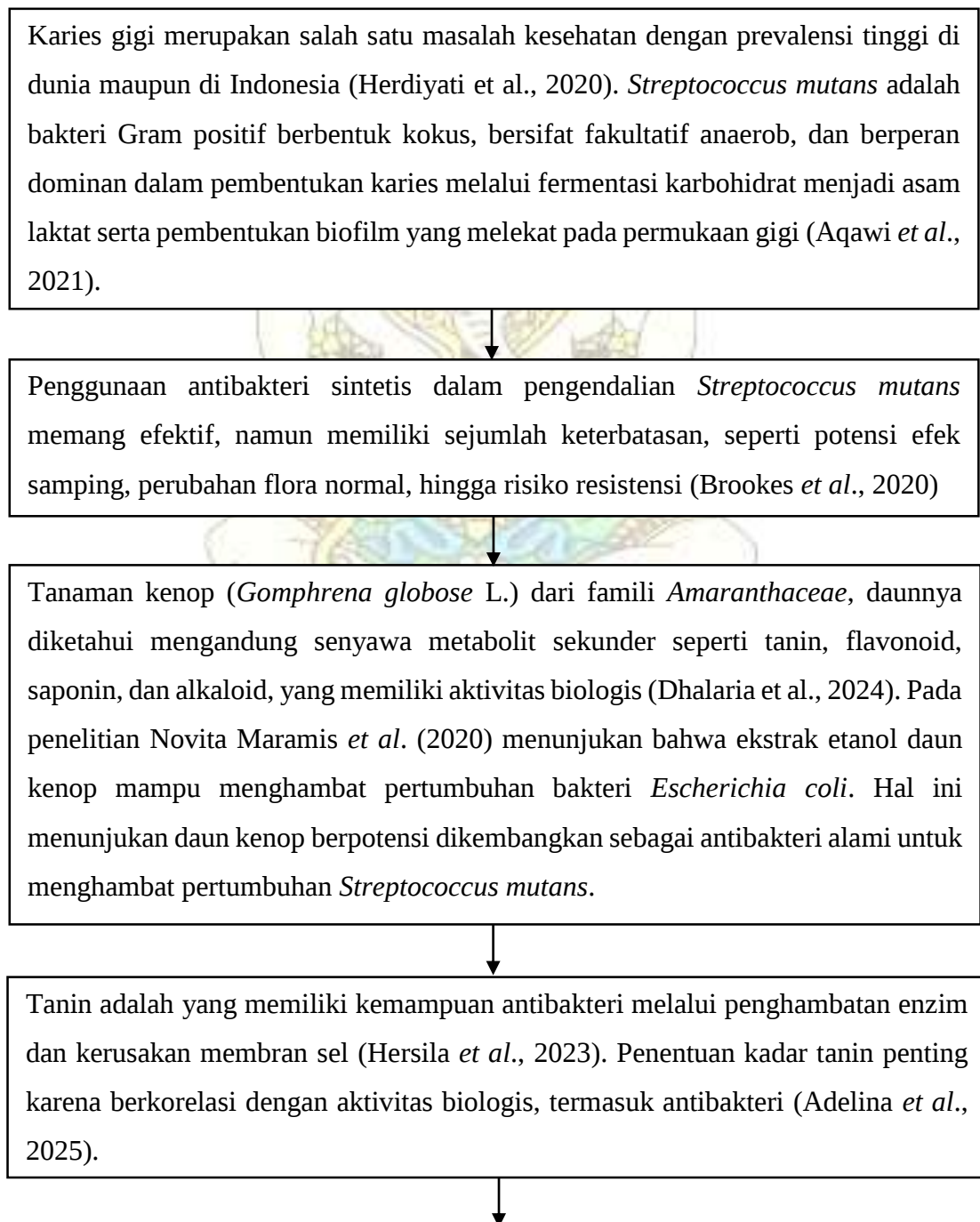
Gambar 2.3: Kerangka Konsep

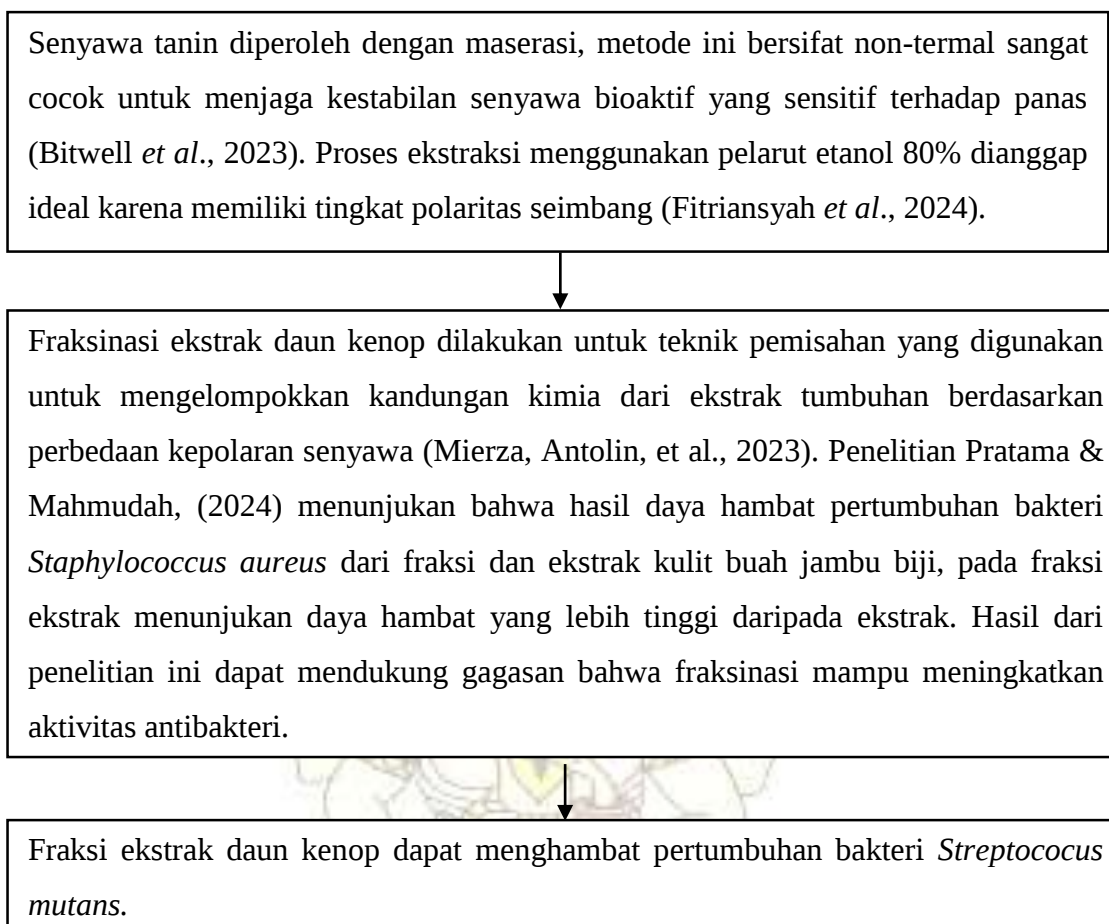
Keterangan

Variabel bebas = 

Variabel terkontrol = 

Variabel terikat = 

2.12.2 Kerangka Teori



Gambar 2.4: Kerangka Teori

2.13 Hipotesis

1. Diduga fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) memiliki kadar tanin total yang berbeda pada setiap jenis fraksi.
2. Diduga fraksi ekstrak daun kenop (*Gomphrena globosa* L.) memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Streptococcus mutans* penyebab karies gigi.