

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut merujuk pada kondisi di mana seluruh bagian dalam rongga mulut, termasuk gigi dan jaringan terkait, berada dalam keadaan sehat. Hal ini memungkinkan individu untuk menjalankan fungsi-fungsi penting seperti makan, bernapas, berbicara, serta melakukan interaksi sosial secara optimal. Selain aspek fisik, kesehatan gigi dan mulut juga mencakup aspek psikososial, seperti rasa percaya diri, kesejahteraan emosional, serta kemampuan untuk beraktivitas dan bersosialisasi tanpa gangguan akibat rasa sakit.

Karies gigi adalah penyakit yang terjadi akibat proses demineralisasi pada struktur gigi secara bertahap. Proses ini dipicu oleh produksi asam yang menyebabkan penurunan pH dalam saliva, yang berasal dari fermentasi karbohidrat oleh bakteri kariogenik (Ramadhani *et al.*, 2013). *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus mutans* merupakan bakteri kokus gram positif yang berperan penting dalam perkembangan karies. Kedua jenis bakteri ini memfermentasi glukosa dan karbohidrat dari makanan menjadi asam. Mikroorganisme ini tergolong bakteri non-patogen, namun dapat berubah menjadi patogen apabila terjadi perubahan lingkungan di sekitar gigi. Perubahan ini memicu peningkatan jumlah bakteri tersebut, yang kemudian mempercepat terjadinya proses karies (Nugraheni *et al.*, 2019).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram positif berbentuk bulat yang sering ditemukan di rongga mulut dan dapat menjadi salah satu penyebab infeksi, termasuk pada kasus karies gigi. Bakteri ini memiliki kemampuan untuk menyebabkan nekrosis, peradangan, serta pembentukan abses pada jaringan mulut. Meskipun *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus sp.* lebih dikenal sebagai bakteri utama penyebab kerusakan gigi melalui produksi asam yang merusak enamel, penelitian terbaru juga menemukan kehadiran *Staphylococcus aureus* sebagai bakteri kariogenik yang sering diisolasi dari lesi karies, terutama pada pasien dengan sialitis. *Staphylococcus aureus* dapat berperan dalam proses ini karena sifatnya yang resisten terhadap berbagai jenis antibiotik serta kemampuannya untuk bertahan hidup di lingkungan rongga mulut yang dinamis. Keberadaan bakteri ini pada plak maupun lesi karies menunjukkan bahwa selain bakteri asidogenik yang sudah dikenal, *Staphylococcus aureus* juga turut berkontribusi dalam proses patogenesis karies dan infeksi periodontal yang menyertainya (Satrio, 2021).

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan sumber daya tanaman obat yang sangat beragam dan berpotensi besar untuk dikembangkan, namun pemanfaatannya masih belum optimal (Inna *et al.*, 2010). Obat herbal telah diterima secara luas di berbagai negara di dunia. Menurut WHO, negara-negara di kawasan Afrika, Asia, dan Amerika Latin menggunakan obat herbal sebagai pelengkap dari pengobatan medis utama. Sukandar (2006), menyebutkan bahwa meningkatnya penggunaan obat herbal di negara-negara maju disebabkan oleh bertambahnya angka harapan hidup bersamaan dengan meningkatnya prevalensi penyakit kronis, kegagalan beberapa obat modern

membunuh pertumbuhan bakteri gram positif maupun gram negative (Nouri *et al.*, 2014). Aktivitas antibakteri ini dibuktikan oleh penelitian Djuma (2019), yang melaporkan bahwa ekstrak daun sirih hijau pada konsentrasi 75% mampu menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dengan diameter zona hambat sebesar 20,3 mm. Daun sirih telah lama digunakan sebagai obat tradisional untuk mengatasi berbagai jenis infeksi, dan salah satu varietas yang umum digunakan adalah daun sirih hijau (*Piper betle L.*). Tanaman ini diduga memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit (Mangesa & Irsan.2020). Kemampuan antibakteri ekstrak daun sirih hijau disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif di dalamnya, seperti minyak atsiri, tanin, flavonoid, alkaloid, dan saponin, yang terbukti memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S.aureus* (Suriawati *et al.*, 2018). Menurut Hulu *et al.*(2022) menyatakan bahwa daun sirih hijau memiliki berbagai khasiat pengobatan, antara lain untuk mengatasi garal-gatal, batuk, masuk angin, mimisan, keputihan, luka pada mata, luka bakar, bau mulut, dan sakit gigi. Berdasarkan berbagai temuan tersebut, penelitian ini tertarik untuk menguji efektivitas antibakteri ekstrak daun sirih hijau terhadap *Staphylococcus aureus*. Daun sirih (*Piper Betle L*) diketahui mengandung senyawa seperti fenol dan turunannya yang berpotensi bertindak sebagai antibakteri terhadap berbagai gram positif maupun gram negatif (Nouri *et al.*, 2014). Hal ini dibuktikan oleh penelitian Djuma(2019), menyatakan menyatakan ekstrak daun sirih hijau mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dengan zona hambat sebesar 20,3 mm pada konsentrasi 75% (Sadiah *et al*). Daun sirih (*Piper betle L.*) diketahui memiliki aktivitas

antibakteri yang efektif untuk menjaga kesehatan mulut. Sebagai salah satu tanaman obat tradisional, daun sirih hijau sering dipilih karena dianggap lebih aman daripada penggunaan bahan kimia sintetis. Ekstraknya mengandung senyawa seperti minyak atsiri, tanin, flavonoid, alkaloid, dan saponin yang berfungsi sebagai antibakteri. Senyawa-senyawa ini mampu menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan gram negatif, meskipun bakteri gram negatif cenderung lebih tahan terhadap efek antibakteri (Maliky *et al.* 2024)

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Vinca (2023), menyatakan bahwa ekstrak daun kelor (*Moringa Oleifera L.*) dengan konsentrasi 75% menunjukkan aktivitas antibakteri terbaik terhadap bakteri *Staphylococcus Aureus* pada konsentrasi 75% dengan diameter zona hambat sebesar 23 mm. Pada penelitian sebelumnya mengenai ekstrak daun sirih (*Piper Betle L.*) dengan konsentrasi 20%, 40%, 60%, dan 80% yang dilakukan Alydrus, N.L (2022) menyatakan bahwa secara konsisten dapat menghambat pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* dengan diameter zona hambat 14,925 mm dengan menggunakan metode *True Experimental Design* dengan rancangan *post- test only control group design*.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis ingin melakukan penelitian lebih lanjut tentang Perbandingan Efektivitas Anti Bakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Dan Daun Sirih Hijau (*Piper Betle L.*) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Aureus* Pada Karies Gigi.

1.2. Rumusan masalah

Apakah ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dan daun sirih hijau (*Piper betle L.*) mempunyai efektivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui dan membandingkan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dan daun sirih (*Piper betle L.*) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.3.2. Tujuan Khusus

- Untuk mengukur daya hambat yang terbentuk dari efektivitas antibakteri ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*.
- Untuk mengukur daya hambat yang terbentuk dari efektivitas antibakteri ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus*

1.4 Manfaat penelitian

1.4.1. Manfaat Akademik

Penelitian ini diharapkan sebagai informasi tambahan dalam pengembangan ilmu pengetahuan mengenai efektivitas anti bakteri ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dan ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) konsentrasi 85% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada karies gigi.

1.4.2. Manfaat Praktis

Memberikan informasi pada masyarakat tentang efektivitas daya hambat bakteri ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L*) dan ekstrak daun sirih (*Piper betle L.*) konsentrasi 85% dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* pada karies gigi.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Karies

Karies adalah penyakit yang menyerang jaringan keras gigi, dimulai dari proses demineralisasi secara bertahap, lalu diikuti oleh kerusakan pada komponen organik gigi. Meskipun umum terjadi, kondisi ini sebenarnya dapat dicegah. Ciri khas karies adalah pelarutan jaringan gigi secara kimiawi akibat asam yang dihasilkan dari aktivitas metabolisme biofilm (plak gigi) yang menempel di permukaan gigi. Penyebab utama karies adalah interaksi kompleks antara bakteri kariogenik di dalam rongga mulut dan fermentasi karbohidrat dari makanan yang menumpuk di permukaan gigi dalam jangka waktu tertentu. Gejala awal karies biasanya ditandai dengan munculnya bercak putih (*white spot*) pada enamel, yang menunjukkan sedang berlangsungnya proses demineralisasi. (Kristanto *et al.*, 2025).

Karies gigi yang lebih dikenal sebagai gigi berlubang, merupakan salah satu penyakit yang umum di masyarakat saat ini. Karies di definisikan sebagai infeksi yang menyerang jaringan keras gigi seperti enamel, dentin, maupun sementum yang menyebabkan kerusakan pada struktur tersebut. Jika infeksi meluas hingga mencapai jaringan pulpa, maka dapat memicu terjadinya peradangan. Gigi berlubang biasanya hanya terasa nyeri jika lubangnya cukup besar hingga mempengaruhi saraf gigi (Kristanto *et al.*, 2025).

2.1.1. Faktor Penyebab Terjadinya Karies

Terbentuknya karies gigi merupakan hasil dari interaksi kompleks antara beberapa faktor yang saling berkaitan. Menurut Listrianah (2017), terdapat empat faktor utama yang berperan dalam perkembangan karies, yaitu:

a. Mikroorganisme

Mikroorganisme memainkan peran penting dalam terjadinya karies yaitu *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus* merupakan dua dari sekitar 500 jenis bakteri yang terdapat dalam plak gigi, dan keduanya dikenal sebagai penyebab utama karies. Plak merupakan bakteri padat yang belum mengalami kalsifikasi, melekat erat pada permukaan gigi, dan tidak mudah hilang hanya dengan berkumur. Plak dapat terbentuk di seluruh permukaan gigi dan cenderung berkembang lebih cepat pada area yang sulit dibersihkan, seperti tepi gusi (*gingival*), permukaan proksimal, dan dalam *fissure* gigi. Bakteri kariogenik tersebut akan memfermentasi sukrosa menjadi asam laktat yang bersifat sangat asam dan mampu menyebabkan demineralisasi enamel gigi.

b. Gigi (*Host*)

Setiap orang memiliki morfologi gigi yang berbeda-beda. Permukaan oklusal gigi umumnya memiliki lekukan dan *fissure* dengan variasi kedalaman yang signifikan. Gigi dengan lekukan yang dalam lebih sulit dibersihkan, sehingga sisa makanan mudah terperangkap dan memicu pertumbuhan plak. Karies cenderung terjadi pada area tertentu di gigi, baik pada gigi susu maupun gigi permanen. Karies pada gigi susu lebih sering

terjadi di permukaan halus, sedangkan pada gigi permanen umumnya muncul di area *pit* dan *fissure*.

c. Makanan

Peran makanan dalam pembentukan karies bersifat lokal. Tingkat kemampuan suatu makanan menyebabkan karies (kariogenisitas) tergantung pada komposisi zat yang dikandungnya. Sisa makanan terutama yang mengandung karbohidrat menjadi substrat bagi bakteri untuk berfermentasi dan menghasilkan energi. Sukrosa dan glukosa yang di metabolisme oleh bakteri menjadi polisakarida intra- dan ekstraseluler yang membantu bakteri melekat lebih kuat pada permukaan gigi. Selain itu, sukrosa juga berperan sebagai sumber energi dalam proses metabolisme kariogenik. Proses metabolisme ini menghasilkan berbagai jenis asam seperti asam laktat, asam fosfat, asam sitrat, dan dekstran yang berkontribusi terhadap proses demineralisasi gigi.

d. Jenis kelamin

Perbedaan jenis kelamin dapat mempengaruhi risiko karies karena variasi pola perilaku dalam menjaga kebersihan mulut dan kebutuhan estetika. Penelitian menunjukkan anak laki-laki cenderung lebih banyak mengalami karies daripada perempuan, karena faktor perilaku dan perhatian yang berbeda terhadap kebersihan gigi.

e. Tingkat pendidikan

Tingkat pendidikan memengaruhi pengetahuan seseorang tentang kesehatan gigi, bagaimana cara merawat gigi dengan benar, serta kesadaran akan pentingnya menjaga kesehatan gigi dan mulut. Pendidikan

yang rendah biasanya berkorelasi dengan pengetahuan yang kurang tentang pencegahan karies sehingga risiko karies meningkat.

f. Tingkat ekonomi

Kondisi ekonomi memengaruhi akses terhadap perawatan kesehatan gigi dan kemampuan untuk membeli peralatan kebersihan mulut dan makanan sehat. Individu dengan tingkat ekonomi rendah cenderung mengalami karies lebih tinggi karena keterbatasan akses layanan dan perawatan gigi yang baik.

g. Lingkungan

Lingkungan tempat tinggal seperti akses ke fasilitas kesehatan gigi, sanitasi, dan ketersediaan air bersih dapat memengaruhi risiko karies. Lingkungan yang kurang mendukung kesehatan mulut berkontribusi terhadap tingginya kejadian karies. Contohnya, lingkungan urban dengan pola makan tinggi gula dan akses layanan berbeda dengan lingkungan.



Gambar 2.1 Karies gigi
(Listrianah et al., 2018).

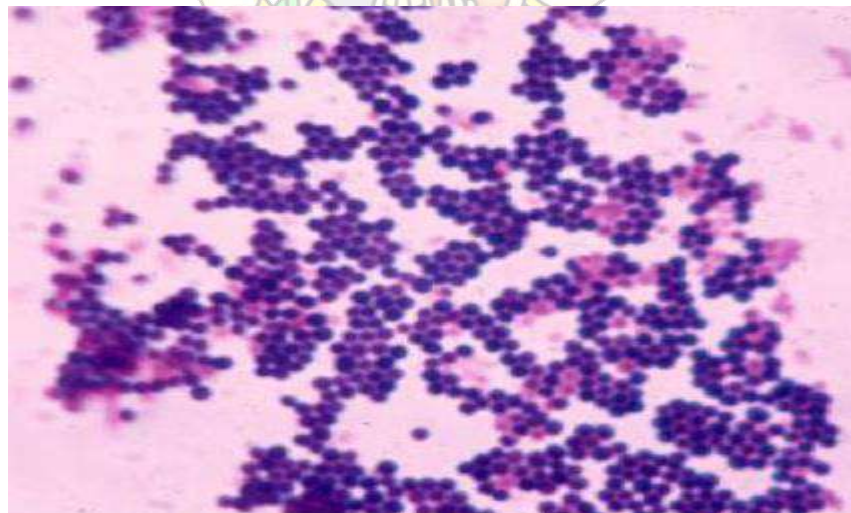
2.1.2. Mekanisme Terjadinya Karies

Karies gigi dapat berkembang apabila terdapat empat faktor utama yang saling berinteraksi, yaitu gigi sebagai *host*, substrat (terutama karbohidrat), mikroorganisme, dan waktu. Beberapa jenis karbohidrat seperti sukrosa dan glukosa dapat difermentasi oleh bakteri tertentu, menghasilkan asam yang menyebabkan penurunan pH plak secara signifikan bahkan bisa mencapai di bawah 5 dalam waktu 3–5 menit. Penurunan pH ini, jika terjadi secara berulang dalam jangka waktu tertentu, akan memicu demineralisasi pada permukaan gigi (Kidd & Bechal, 2012).

Tahapan awal proses karies dimulai dengan pembentukan plak pada permukaan gigi. Plak terbentuk dari kombinasi komponen air liur seperti musin, sisa-sisa sel epitel mulut, leukosit, limfosit, sisa makanan, dan berbagai jenis bakteri. Plak menjadi tempat ideal bagi pertumbuhan dan aktivitas bakteri kariogenik. Sukrosa dari sisa makanan yang tertinggal di rongga mulut dimanfaatkan oleh bakteri untuk menghasilkan asam, terutama asam laktat. Asam ini menyebabkan pH di lingkungan mulut menurun hingga mencapai tingkat kritis, sekitar 5,5, yang mengakibatkan demineralisasi lapisan enamel. Jika proses ini terus berlangsung, demineralisasi akan meluas ke lapisan dentin di bawah enamel. Namun, kavitas atau lubang pada gigi baru terbentuk ketika dentin sudah ikut terlibat dalam proses kerusakan. (Wikanto *et al.*, 2017).

2.2. *Staphylococcus Aureus*

Staphylococcus Aureus merupakan bakteri gram positif berbentuk bulat berdiameter 0,7-1,2 μm , tersusun dalam kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak. *Staphylococcus Aureus* mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. *Staphylococcus Aureus* merupakan mikrofloral normal dari manusia (Wulandari 2021). Bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu penyebab penyakit menular yang paling sering ditemukan di dunia. Bakteri *S. aureus* merupakan bakteri yang memiliki sifat invasif yang termasuk dalam kelompok bakteri patogen gram positif. Bakteri ini diketahui dapat mengakibatkan berbagai penyakit pada hewan maupun manusia (Widiastuti *et al.*, 2019).



Gambar 2.2 Bakteri *Staphylococcus aureus*

(Jungjunan, R. A. 2022).

2.2.1. Taksonomi

Klasifikasi *Staphylococcus aureus* menurut Ampeni (2021) sebagai berikut :

Domain : *Bacteria*

Kingdom : *Eubacteria*

Filum : *Firmicutes*

Kelas : *Bacilli*

Ordo : *Bacillales*

Famili : *Staphylococcaceae*

Genus : *Staphylococcus*

Spesies : *Staphylococcus aureus*

2.2.2. Morfologi Bakteri *Staphylococcus Aureus*

Morfologi bakteri *Stafilokokus* adalah bakteri sferis, dan koloni mikroskopis cenderung berbentuk anggur. *Staphyle* berarti anggur dalam bahasa Yunani, sedangkan *Coccus* berarti bola atau bulat. Salah satu spesiesnya dikenal sebagai *aureus* karena menghasilkan warna kuning keemasan (artinya keemasan seperti matahari). Mikroba ini dapat berkembang biak baik dengan maupun tanpa oksigen. *Staphylococcus aureus* bersifat koagulase positif (Putri 2022). Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37 °C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25 °C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *staphylococcus aureus* yang mempunyai kapsul

polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri. Pada lempeng agar, koloninya berbentuk bulat, diameter 1-2 mm, cembung, buram, mengkilat dan konsistensinya lunak (Rambe *et al.*, 2021).

2.2.3. Peranan *Staphylococcus Aureus* Terhadap Pembentukan Karies Gigi

Staphylococcus Aureus merupakan gram positif yang bersifat fakultatif anaerob serta dikenal memiliki tingkat virulensi yang tinggi. Meskipun secara umum diidentifikasi sebagai agen penyebab berbagai infeksi sistemik, seperti infeksi kulit, pneumonia, dan sepsis. Bakteri ini juga dapat ditemukan dalam rongga mulut manusia. Keberadaannya di lingkungan rongga mulut berkaitan erat dengan kemampuannya dalam membentuk koloni serta berperan dalam komunitas biofilm yang terbentuk pada permukaan gigi. Dalam kondisi tertentu, seperti tingginya konsumsi karbohidrat sederhana dan menurunkan tingkat kebersihan rongga mulut (Satrio *et al.*, 2023)

Staphylococcus aureus berpotensi berkembang secara signifikan dan turut andil dalam proses patogenesis karies gigi. Salah satu mekanisme utama *staphylococcus Aureus* dalam mendukung terjadinya karies gigi adalah melalui fermentasi sukrosa menjadi asam organik, khususnya asam laktat. Fermentasi ini menyebabkan penurunan pH di lingkungan sekitar permukaan gigi. Ketika pH turun dibawah ambang kritis 5,5 terjadi proses demineralisasi enamel, yang ditandai dengan pelepasan ion kalsium dan fosfat dari struktur enamel. Jika kondisi ini berlangsung secara persisten tanpa adanya proses remineralisasi, maka kerusakan permanen pada enamel pun tidak dapat dihindari, yang selanjutnya menginisiasi terbentuknya lesi karies (Iwabuchi *et al.*, 2025)

Kemampuan *Staphylococcus aureus* untuk bertahan hidup dalam lingkungan asam turut memperkuat kontribusinya dalam menciptakan kondisi yang merugikan bagi integritas struktur gigi. Setelah enamel mengalami demineralisasi, *Staphylococcus aureus* memiliki kemampuan untuk menginvasi lapisan dentin melalui tubulus dentinalis, yakni saluran mikroskopis yang menghubungkan permukaan dentin dengan pulpa gigi. Invasi ini memungkinkan bakteri untuk menyebar ke jaringan gigi yang lebih dalam, memicu respon inflamasi, serta memperparah progresivitas lesi karies. Dentin yang memiliki konsistensi lebih lunak dibandingkan enamel menjadi substrat yang lebih mudah diinvasi dan dihancurkan melalui aktivitas enzimatik bakteri. Di samping itu, kemampuan *staphylococcus aureus* untuk membentuk biofilm bersama mikroorganisme lain, seperti *Streptococcus mutans*, memberikan keuntungan dalam menghadapi respons imun inang serta meningkatkan resistensi terhadap agen antimikroba. Oleh karena itu, meskipun *Staphylococcus aureus* bukan merupakan patogen utama dalam etiologi karies, perannya sebagai mikroorganisme oportunistik dalam rongga mulut tetap perlu mendapatkan perhatian dalam upaya pencegahan dan pengendalian karies gigi secara menyeluruh (Lamooki *et al.*, 2023).

2.3. Daun Kelor (*Moringa oleifera* L)

Indonesia, sebagai negara tropis, memiliki banyak tanaman yang secara empiris diketahui memiliki khasiat obat. Salah satu tanaman obat yang terkenal adalah daun kelor (*Moringa oleifera* L), yang termasuk dalam famili *Moringaceae*. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan susunan daun majemuk

yang tersusun tidak sempurna dan memiliki cabang daun ganjil pada satu tangkai. Daun kelor mengandung berbagai zat fitokimia seperti tanin, steroid, terpenoid, flavonoid, saponin, antarkuinon, dan alkaloid yang berperan sebagai mekanisme pertahanan alaminya (Vinca *et al.*, 2023).

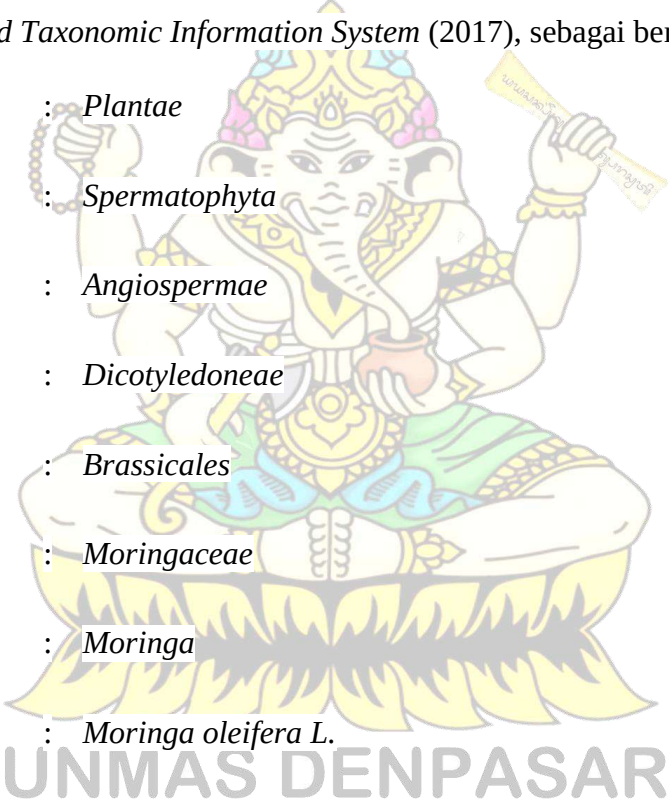


Gambar 2.3 Daun Kelor (*Moringa oleifera*)
(Saadah Alfina *et al.*, 2020)

2.3.1. Morfologi Tanaman Kelor (*Moringa Oleifera*)

Tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah pohon dengan kayu lunak, berdiameter sekitar 30 cm, dan memiliki kualitas kayu yang rendah. Daunnya memiliki ciri khas bersirip tidak sempurna, berukuran kecil, berbentuk seperti telur, dengan ukuran sebesar ujung jari. Helaian anak daun berwarna hijau hingga hijau kecokelatan, berbentuk bundar telur atau terbalik, dengan panjang 1-3 cm dan lebar antara 4 mm hingga 1 cm. Ujung daunnya tumpul, pangkal daun bulat, dan tepi daun rata. Kulit akar memiliki rasa dan aroma yang tajam serta pedas, bagian dalamnya berwarna kuning pucat dengan garis halus yang terang dan melintang. Akar tanaman ini tidak keras, bentuknya tidak beraturan, permukaan luar kulit agak licin, dan bagian dalamnya agak berserat. Warna kayu akar berwarna coklat muda atau krem berserat, dengan

sebagian besar bagian terpisah. Di Indonesia, bunga kelor biasanya berwarna putih kekuning-kuningan dan mekar sepanjang tahun dengan aroma harum yang khas. Buah kelor berbentuk panjang dan segitiga dengan panjang sekitar 20-60 cm. Warna buah berubah dari hijau saat muda menjadi coklat saat sudah tua. Daun kelor berbentuk bulat telur dengan tepi yang rata dan tersusun majemuk dalam satu tangkai, berukuran kecil-kecil. (Musyaropah *et al.*, 2025). Adapun klasifikasi tanaman kelor (*Moringa oleifera*) menurut *Integrated Taxonomic Information System* (2017), sebagai berikut :



Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Subdivisi : *Angiospermae*
 Kelas : *Dicotyledoneae*
 Ordo : *Brassicales*
 Familia : *Moringaceae*
 Genus : *Moringa*
 Spesies : *Moringa oleifera* L.

2.3.2. Kandungan Senyawa Daun Kelor (*Moringa Oleifera*)

Menurut Royani, *et al* (2023), kandungan senyawa yang terdapat dalam daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai berikut :

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenolik yang dikenal memiliki aktivitas antibakteri yang cukup kuat. Senyawa ini bekerja dengan cara merusak integritas membran sel bakteri, sehingga

menyebabkan kebocoran isi sel dan terganggunya fungsi vital bakteri. Selain itu, flavonoid juga mampu mengganggu proses sintesis asam nukleat, yang pada akhirnya menghambat replikasi dan pertumbuhan bakteri. Melalui mekanisme kerja tersebut, flavonoid terbukti efektif dalam menekan pertumbuhan bakteri patogen, termasuk *Staphylococcus aureus*, sehingga berpotensi besar dalam mencegah dan mengendalikan infeksi yang disebabkan oleh bakteri tersebut.

b. Alkaloid

Alkaloid yang terkandung dalam daun kelor memiliki aktivitas antibakteri yang signifikan melalui mekanisme pengikatan terhadap DNA dan protein bakteri. Proses ini menghambat replikasi DNA serta mengganggu sintesis protein, dua proses vital yang diperlukan untuk kelangsungan hidup dan proliferasi bakteri. Akibat dari gangguan ini, sel bakteri mengalami kerusakan yang berujung pada kematian. Selain itu, alkaloid juga diketahui dapat bekerja secara sinergis dengan senyawa bioaktif lainnya yang terdapat dalam daun kelor, seperti flavonoid dan saponin, sehingga secara keseluruhan meningkatkan efektivitas aktivitas antibakteri dari ekstrak daun kelor.

c. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang dikenal memiliki kemampuan mengikat protein termasuk protein struktural dan enzimatis yang penting bagi kelangsungan hidup bakteri. Ikatan ini dapat mengganggu fungsi enzim-enzim esensial yang berperan dalam metabolisme bakteri, serta merusak integritas dinding selnya. Akibat dari

gangguan tersebut, dinding sel bakteri menjadi lemah dan tidak mampu menjalankan fungsinya sebagai pelindung, sehingga sel kehilangan kestabilan struktural. Kondisi ini menyebabkan bakteri tidak mampu bertahan hidup dan akhirnya mengalami kematian. Oleh karena itu, tanin berkontribusi signifikan dalam mekanisme antibakteri ekstrak daun kelor.

d. Steroid dan Terpenoid

Steroid dan terpenoid merupakan senyawa bioaktif yang diketahui memiliki aktivitas antibakteri melalui mekanisme yang berkaitan dengan kerusakan struktur membran sel bakteri. Kedua senyawa ini mampu merusak lapisan lipid pada membran sel, yang mengakibatkan terganggunya permeabilitas membran dan dinding sel. Selain itu, steroid dan terpenoid juga dapat mengganggu fungsi porin, yaitu saluran protein yang berperan dalam transportasi nutrisi dan molekul kecil ke dalam sel. Akibat dari gangguan tersebut, bakteri mengalami kesulitan dalam memperoleh nutrisi yang dibutuhkan untuk proses metabolisme dan pertumbuhannya. Dengan demikian, keberadaan steroid dan terpenoid dalam ekstrak daun kelor berkontribusi dalam menghambat pertumbuhan bakteri secara efektif.

e. Saponin

Saponin merupakan senyawa bioaktif yang memiliki sifat seperti surfaktan (*surface-active agent*), yang memungkinkan senyawa ini berinteraksi langsung dengan membran sel bakteri. Melalui mekanisme ini, saponin mampu meningkatkan permeabilitas membran sel, yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya kebocoran berbagai komponen penting

di dalam sel, seperti ion, protein, dan metabolit esensial. Kerusakan membran tersebut mengganggu kestabilan lingkungan intraseluler bakteri, sehingga menghambat proses vital yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Kondisi ini akan menyebabkan disfungsi sel secara menyeluruh dan berujung pada kematian bakteri. Oleh karena itu, keberadaan saponin dalam ekstrak daun kelor turut berperan dalam meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap berbagai jenis bakteri patogen.

f. Antrakuinon

Antrakuinon merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder yang memiliki aktivitas antibakteri dengan mekanisme kerja yang melibatkan kerusakan struktur membran sel bakteri serta penghambatan proses metabolisme yang vital bagi kelangsungan hidup bakteri. Kerusakan membran sel ini menyebabkan ketidakseimbangan fungsi sel dan berujung pada kematian sel.

g. Minyak Atsiri

Minyak atsiri merupakan senyawa yang mengandung berbagai komponen bioaktif lipofilik, seperti asam lemak tak jenuh, terpenoid, dan alkohol diterpen (fitol) yang memiliki aktivitas antibakteri. Minyak atsiri daun kelor berperan dalam menghambat bakteri *staphylococcus aureus*, bakteri gram positif yang terdapat dalam biofilm plak gigi dan berkontribusi terhadap terjadinya karies gigi. Mekanisme antibakterinya bekerja melalui kerusakan membran sel bakteri yang menyebabkan peningkatan permeabilitas dan kebocoran komponen intraseluler, sehingga menghambat metabolisme dan kelangsungan hidup bakteri.

2.4. Daun Sirih Hijau (*Piper Betle L.*)

Sirih Hijau (*Piper betle L.*) merupakan tumbuhan yang banyak sekali manfaatnya, daun sirih hijau banyak tumbuh di Indonesia. Daun sirih ini biasanya dipakai untuk mengatasi sejumlah penyakit. Daun sirih termasuk dalam famili *piperaceae*. Daun sirih sudah dikenal sejak tahun 600 SM yang lalu, oleh karena itu sejak jaman dahulu hingga sekarang daun sirih sudah banyak digunakan untuk mengatasi sejumlah penyakit. Daun sirih hijau (*Piper betle L.*) mengandung zat antiseptik yang mampu membunuh kuman. Kandungan kavikol (senyawa organik) dalam sifat antiseptiknya lima kali lebih efektif daripada fenol biasa. Dalam farmakologi Cina, sirih dikenal sebagai tanaman yang memiliki sifat hangat dan pedas (Aznury *et al.*, 2020).



Gambar 2.4 Daun Sirih Hijau (*Piper betle L.*)
(Fitriana *et al.*, 2024)

2.4.1. Morfologi Daun Sirih Hijau (*Piper betle L.*)

Tanaman sirih hijau (*Piper betle L.*) merupakan bagian dari tanaman rambat yang memiliki ciri khas morfologi yang mudah dikenali. Daunnya

berwarna hijau dengan permukaan yang licin dan memiliki bentuk pipih menyerupai jantung hati (*cordate*). Daun sirih hijau termasuk daun tunggal yang tumbuh secara berseling. Ukuran daun bervariasi, dengan panjang berkisar antara 6 hingga 17,5 cm dan lebar antara 3,5 hingga 10 cm. Tangkai daun sirih hijau cenderung agak panjang, dengan tepi daun yang rata, ujung daun yang meruncing, serta pangkal daun yang berlekuk. Tulang daun memiliki pola menyirip (*pinnate venation*), dan daging daun tergolong tipis. Daun sirih hijau mengeluarkan aroma khas apabila diremas, yang berasal dari kandungan minyak atsiri di dalamnya.

Batang sirih berbentuk bulat, berwarna hijau kecokelatan, beruas-ruas, serta dilengkapi dengan sulur sebagai alat bantu perambatan. Jarak antar ruas batang berkisar antara 5 hingga 10 cm, dan pada setiap ruas biasanya terdapat akar adventif yang membantu perlekatan tanaman pada media tumbuhnya (Fatin *et al.*, 2019).

Klasifikasi tanaman sirih (*Piper betle* L.) menurut Siregar *et al.* (2021)

sebagai berikut :

Regnum : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Sub divisio : *Angiospermae*

Classis : *Dicotyledoneae*

Ordo : *Piperales*

Familia : *Piperaceae*

Genus : *Piper*

Spesies : *Piper betle* L.

2.4.2. Kandungan Senyawa Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.)

Menurut Patrisia sen, (2024) daun Sirih hijau (*Piper betle* L) mengandung senyawa fitokimia sebagai berikut :

a. Flavonoid

Flavonoid dapat digunakan sebagai *anti inflammatory*, *vascular activites antioxidant*, dan *antimicrobial*. Senyawa flavonoid berkhasiat sebagai antibakteri karena dapat mengganggu fungsi dinding sel bakteri melalui pembentukan kompleks dengan protein ekstraseluler dan menghambat motilitas bakteri. Rusaknya dinding sel bakteri yang terdiri dari lipid dan asam amino akan bereaksi dengan gugus alkohol dari senyawa flavonoid sehingga menimbulkan perembesan senyawa tersebut kedalam inti sel bakteri.

b. Saponin

Saponin mengandung molekul yang bersifat hidrofilik dan lipofilik sehingga menurunkan tegangan permukaan sel dan permeabilitas membran menjadi rusak. Gangguan pada tegangan permukaan dinding sel menyebabkan kandungan antibakteri dapat dengan mudah masuk kedalam sel yang akhirnya sel mengalami kematian, sedangkan untuk permeabilitas membran sel yang rusak dapat menyebabkan gangguan pada kelangsungan hidup bakteri.

c. Alkaloid

Alkaloid merupakan bahan aktif yang berfungsi sebagai obat serta aktivator kuat bagi sel imun yang dapat menghancurkan bakteri, jamur, virus dan sel kanker. Mekanisme kerja dari senyawa alkaloid yaitu dengan

mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri. Lapisan peptidoglikan digunakan sebagai keberlangsungan hidup bakteri pada lingkungan hipotonis.

d. Tanin

Tanin dapat bersifat racun terhadap bakteri, jamur dan juga dapat menunjukkan sebagai antivirus. Senyawa tanin merupakan senyawa polifenol yang bersifat polar. Tanin bekerja sebagai antibakteri dengan menghambat enzim ekstraseluler bakteri dan mengambil alih substrat yang dibutuhkan dalam pertumbuhan bakteri. Tanin dapat menyerang polipeptida dinding sel yang akhirnya menyebabkan kerusakan pada dinding sel bakteri.

e. Steroid

Steroid sebagai anti bakteri yaitu berhubungan dengan membran lipid dan sensitivitasnya menyebabkan liposom bocor dan integritas membran menurun serta morfologi dari membran sel berubah sehingga sel menjadi rapuh dan lisis. Steroid juga merupakan bahan bioaktif didalam ekstrak sirih yang diduga berperan sebagai aktivitas antibakteri dan tersedia dalam jumlah yang banyak. Senyawa ini juga dapat bekerja dengan mengganggu permeabilitas membran sel bakteri sehingga dapat menyebabkan kebocoran pada sel.