

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut merupakan indikator kesehatan secara keseluruhan, kesejahteraan dan kualitas hidup. Menurut WHO, kesehatan gigi dan mulut yaitu keadaan bebas dari berbagai penyakit dan kondisi yang mencakup penyakit gigi dan mulut yang membatasi kapasitas individu dalam menggigit, mengunyah, tersenyum, berbicara dan kesejahteraan psikososial, sehingga perlu dilakukan pemeliharaan kebersihan gigi dan mulut sebagai upaya dalam peningkatan kesehatan gigi dan mulut. Berdasarkan *The Global Burden of Disease Study 2017* masalah kesehatan gigi dan mulut khususnya karies gigi merupakan penyakit yang dialami hampir dari setengah populasi penduduk dunia (Rumate *et al.*, 2023)

Karies atau gigi berlubang merupakan penyakit yang merusak jaringan keras gigi yaitu enamel, dentin dan sementum yang disebabkan oleh aktivitas asam dari bakteri dan hasil dari fermentasi karbohidrat. Adapun proses terjadinya karies pada gigi melibatkan beberapa faktor yang saling mempengaruhi yaitu mikroorganisme, host, makanan dan waktu. Karies yang tidak dirawat akan terus berlanjut kerusakannya dan dapat meluas sehingga mengakibatkan penyakit pulpa (Djuanda R *et al.*, 2019).

Perawatan saluran akar merupakan prosedur dalam kedokteran gigi yang bertujuan agar gigi yang mengalami kerusakan tetap berfungsi dengan baik dan tidak perlu dicabut (Djuanda R *et al.*, 2019). Perawatan saluran akar ada tiga tahap (triad endodontik) antara lain preparasi biomekanis, sterilisasi saluran

akar, dan pengisian saluran akar (obtulasi). Tujuan utama perawatan saluran akar adalah menghilangkan bakteri sebanyak mungkin dari saluran akar dan menciptakan lingkungan yang tidak mendukung bagi setiap mikroorganisme yang tersisa untuk dapat bertahan hidup (Riany A *et al.*, 2022).

Staphylococcus aureus adalah bakteri dalam rongga mulut yang berpeluang paling besar dalam menyebabkan penyakit gigi dan mulut. Bakteri ini sering dihubungkan dengan inflamasi dan pembentukan abses. Abses adalah pengumpulan eksudat purulen yang terjebak di dalam jaringan yang terjadi akibat infeksi bakteri. Abses apikalis akut adalah suatu lesi likuifaksi yang menghancurkan jaringan periradikuler. Ini adalah respons inflamasi yang parah terhadap iritan mikroba dan non bakteri dari pulpa nekrotik. Salah satu perawatan yang baik dalam menangani abses adalah melakukan drainase. Pemilihan cairan irigasi pada saat drainase mempengaruhi kecepatan penyembuhan.

Cairan irigasi yang baik dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri didalamnya (Komariah, 2014). Irigasi saluran akar bertindak sebagai pelumas dan bertujuan untuk menghilangkan *smear layer*. Bahan irigasi juga bertindak sebagai agen antibakteri yang akan mengeliminasi bakteri pada dinding saluran akar. Idealnya bahan irigasi memiliki spektrum antimikroba yang luas, mampu melarutkan jaringan nekrotik, mampu menonaktifkan endotoksin pada bakteri dan tidak toksik. Terdapat beberapa macam bahan irigasi saluran akar yang saat ini populer dan digunakan yaitu salah satunya *Chlorhexidine digluconate* (Djuanda *et al.*, 2019). Bahan irigasi yang digunakan saat ini masih memiliki kekurangan, sehingga masih perlu adanya

pengembangan bahan alami atau herbal sebagai alternatif bahan irigasi saluran akar yang memiliki biokompatibilitas, antiinflamasi, sifat antioksidan, ketersediaan yang mudah, toksisitas rendah, tetapi mempunyai aktivitas antimikroba yang baik dan biaya yang murah (Permatasari & Wulandari, 2022).

Sawo Manila (*Manilkara zapota* L.) merupakan sebuah tumbuhan buah yang termasuk dalam keluarga *Sapotaceae*, berasal dari wilayah Amerika Tengah dan Meksiko. Daun dari tanaman sawo ini mengandung senyawa aktif yang memiliki kemampuan untuk menghambat dan membunuh berbagai jenis bakteri. Senyawa aktif yang terdapat dalam daun sawo meliputi saponin, tanin, dan flavonoid, masing-masing memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Saponin bekerja dengan cara menghambat sintesis protein dalam bakteri dan mengurangi tegangan permukaan sel, sehingga mengakibatkan kebocoran. Tanin berperan dengan cara mengurai dinding sel bakteri, sementara flavonoid bekerja dengan cara memicu penggumpalan protein dalam sel (Muftri *et al.*, 2017). Kandungan yang terdapat dalam tanaman sawo meliputi flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, serta steroid/terpenoid. Kandungan-kandungan ini tersebar dalam berbagai bagian tanaman sawo, misalnya saponin banyak ditemukan pada bunga dan biji tanaman sawo, sedangkan tanin dan flavonoid cenderung banyak terkandung dalam kulit buah, batang, dan daun (Yunika *et al.*, 2017).

Kitosan merupakan biopolimer dari limbah kulit hewan *crustacea* (udang, kepiting, rajungan), alga, *fungi*, dan ragi. Kitosan adalah polisakarida alami yang tidak beracun, biokompatibel, dan dapat terbiodegradasi dengan sifat

antibakteri yang telah teruji. Sifat utama kitosan meliputi biokompabilitas, keamanan, biodegradabilitas, aktivitas antimikroba, dan kemampuan membentuk film dan gel (Cicciu *et al.*, 2019). Kitosan dapat berfungsi sebagai modulator radang, membantu proses perawatan saluran akar gigi, serta dapat membantu proses pertumbuhan periodontal dikarenakan sifatnya yang biokompatibel, biodegradasi, bioadhesi, memiliki fungsi sebagai anti mikroba serta tidak toksik terhadap tubuh manusia. (Wedagama, Yudistian & Oktiari 2025).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti ingin melakukan penelitian tentang efektivitas ekstrak daun sawo (*Manilkara Zapota L.*) ditambah dengan nanokitosan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana efektivitas dari ekstrak daun sawo (*Manilkara Zapota L.*) 75% yang ditambahkan dengan nanokitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui tingkat keberhasilan ekstrak daun sawo (*Manilkara Zapota L.*) dengan mencampurkan nanokitosan dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk mengetahui efektivitas ekstrak daun sawo ditambah dengan nanokitosan dalam mengurangi pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* dalam saluran akar.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Akademik

Sebagai referensi terutama pada bidang kedokteran gigi, khususnya pada perawatan endodontik, untuk mengetahui bahan alternatif yang dapat digunakan pada perawatan endodontik terutama bahan irigasi saluran akar gigi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Diharapkan penelitian ini dapat menambah wawasan mengenai efektivitas ekstrak daun sawo ditambah dengan nanokitosan sebagai penghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perawatan saluran akar

2.1.1 Definisi perawatan saluran akar gigi

Perawatan saluran akar gigi adalah perawatan di bidang kedokteran gigi yang bertujuan untuk membersihkan saluran akar dari debris nekrotik dan mikroorganisme. Perawatan saluran akar dilakukan untuk mempertahankan gigi agar dapat bertahan selama mungkin dalam rongga mulut dengan tiga tahap utama yang disebut triad endodontik, yang meliputi preparasi biomekanis, sterilisasi dan pengisian saluran akar yang hermetis. Tiga tahap ini berfungsi penting dalam keberhasilan perawatan saluran akar (Kartinawati & Asy'ari, 2021). Hal ini dilakukan agar bahan pengisi dapat menutup di saluran akar dengan kerapatan yang baik di foramen apikal. Perawatan saluran akar dapat dilakukan pada gigi yang masih vital maupun non vital dengan kelainan periapikal atau tanpa kelainan periapikal (Bintang *et al.*, 2022). Penyakit pulpa dan penyakit periodontal merupakan salah satu indikasi perawatan endodontik dengan cara pengambilan pulpa vital atau nekrotik dari saluran akar dan menggantinya dengan bahan pengisi saluran akar (Kartinawati & Asy'ari, 2021).

Pengisian saluran akar harus terisi dengan baik sampai di atas foramen apikal untuk mencegah timbulnya infeksi ulang. Kriteria hasil pengisian saluran akar yang maksimal yaitu bahan pengisi tepat dan padat mengisi daerah apikal, kemudian hasil pengisian terdeteksi melalui foto rontgen dilihat dari lateral, mesial, dan distal dengan tidak ada radiolusensi yang

merupakan rongga kosong dalam ruangan obturasi atau dinding saluran akar dan pengisian saluran akar sesuai dengan panjang kerja (1-2 mm dari apikal). Kegagalan pengisian saluran akar dapat terjadi dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Dari penelitian, diketahui kegagalan makin lama makin meningkat bila bahan pengisi utama masuk ke daerah periapeks. Pada pemeriksaan secara histologis nampak adanya inflamasi dan gangguan penyembuhan serta adanya rasa tidak nyaman. Dampaknya adalah iritasi dan kebocoran apeks (Giri, 2017).

2.1.2 Indikasi dan kontraindikasi perawatan saluran akar gigi

Menurut Wedagama *et al.*, 2019. Terdapat beberapa indikasi untuk dilakukan perawatan saluran akar satu kali kunjungan antara lain :

1. Gigi vital tanpa komplikasi.
2. Secara medis pasien tidak alergi terhadap obat-obatan.
3. Untuk kebutuhan estetik.
4. Pasien yang membutuhkan sedasi atau kamar operasi.
5. Gigi non vital tanpa komplikasi atau dengan sinus tract.

Menurut Wedagama (2019) kontra indikasi perawatan saluran akar satukali kunjungan antara lain:

1. Pasien dengan akut periodontitis dengan nyeri hebat pada perkusi.
2. Kasus dengan prosedur penyulit misalnya saluran akar yang mengalami kalsifikasi.
3. Pasien dengan gangguan TMJ dan tidak dapat membuka mulut dengan baik,
4. Kasus retreatment.

2.1.3 Tahapan perawatan saluran akar gigi

Perawatan saluran akar terdapat 3 tahapan utama yaitu preparasi saluran akar dilakukan secara mekanik dengan alat preparasi dan dikombinasikan secara kimiawi dengan bahan irigasi. Tahap preparasi saluran akar dilakukan dengan instrumen mekanis dan disertai irigasi dengan larutan antibakteri yang biasa dikenal sebagai larutan irigasi. Keberhasilan suatu larutan irigasi adalah larutan tersebut dapat membersihkan dinding saluran akar, membuang jaringan pulpa yang vital maupun nekrotik dan mampu menetralkan atau menghilangkan bakteri dan produknya selama preparasi (Widyawati *et al.*, 2013). Irigasi saluran akar merupakan metode yang bertujuan untuk menghilangkan jaringan nekrotik, mikroorganisme dan serpihan dentin dari saluran akar selama prosedur preparasi. Pengisian saluran akar merupakan tahapan dimana saluran akar yang sudah dilakukan preparasi dan sterilisasi akan diisi dengan bahan pengisi saluran akar untuk mencegah bakteri dan cairan rongga mulut masuk kembali dan berkembang biak dalam saluran akar (Kartinawati & Asy'ari, 2021).

2.2 Bahan Irigasi Saluran Akar

Bahan irigasi memiliki beberapa syarat antara lain mampu melarutkan debris atau sisa jaringan, memiliki tegangan permukaan rendah, membantu pelumasan, mampu membuang smear layer dan tidak bersifat toksik (Putri *et al.*, 2018). Namun, bahkan setelah pembersihan mekanis menyeluruh, sisa jaringan pulpa, bakteri dan puing-puing dentin dapat tetap berada di sistem saluran akar. Oleh karena itu, berbagai larutan irigasi digunakan dalam

kombinasi dengan proses mekanis seperti, sodium hipoklorit (NaOCl), chlorhexidine (CHX), larutan kelator (ETDA), MTAD (Drews *et al.*, 2023).

2.2.1 Sodium Hipoklorit

Sodium hipoklorit (NaOCl) yang pertama kali digunakan sebagai larutan irigasi untuk luka infeksi pada Perang Dunia I, sekarang merupakan larutan irigasi yang paling sering digunakan dalam praktek dokter gigi. Kelebihan sodium hipoklorit adalah mampu melarutkan jaringan pulpa vital dan nekrotik, membilas debris keluar dari saluran akar, bersifat anti mikroba dengan spektrum luas, sporisid, virusid, pelumas, harganya ekonomis dan mudah diperoleh (Tanumiharja, 2010). Larutan sodium hipoklorit tersedia dalam berbagai konsentrasi yaitu 0.5% sampai 5.25% (Widyawati *et al.*, 2019). NaOCl 2,5% merupakan bahan irigasi saluran akar yang sering digunakan di bidang kedokteran gigi. Sodium hipoklorit memiliki sifat disinfektan dan pembersihan yang sangat baik sehingga mampu membuat saluran akar menjadi steril (Damania *et al.*, 2023).

2.2.2 Chlorhexidine (CHX)

Chlorhexidine (CHX) merupakan basa kuat dan paling stabil dalam bentuk garam *chlorhexidine digluconate* yang larut dalam air. Klorheksidin sangat luas digunakan sebagai desinfektan karena memiliki sifat antimikroba yang baik terhadap bakteri gram+, bakteri gram-, spora bakteri, virus lipofilik, jamur dan dermatofit. Klorheksidin 0,1- 0,2% merupakan antiseptik yang secara luas digunakan mengontrol plak rongga mulut (Tanumiharja, 2010). Larutan irigasi CHX dengan konsentrasi 2% memiliki efek antimikroba berspektrum luas yang baik dengan aksi antimikroba yang

bertahan lama karena mampu berikatan dengan dentin dinding saluran akar gigi, larutan irigasi CHX tidak bersifat toksik dan tidak mengiritasi jaringan periapikal serta baunya tidak seperti larutan irigasi NaOCL yang berbau tidak enak (Deviyanti, 2018).

2.2.3 Larutan Kelator (ETDA)

Larutan kelator (ETDA) yang sering digunakan dalam perawatan endodontik adalah garam disodium dari *ethylenediamine tetraacetic acid* (EDTA 17% dalam larutan netral). Kelator adalah pelarut komponen anorganik dan memiliki efek anti bakteri yang rendah, sehingga dianjurkan sebagai pelengkap dalam irigasi saluran akar setelah sodium hipoklorit, . Smear layer yang terbentuk selama preparasi mekanik saluran akar dan yang melekat pada dinding saluran akar, dapat dengan mudah dilepaskan melalui demineralisasi (Tanumiharja, 2010). Penggunaan EDTA tunggal, secara normal tidak dapat efektif membersihkan smear layer. Perlu ditambahkan komponen proteolitik seperti NaOCl untuk membersihkan komponen organik dari smear layer yang tersisa dari penggunaan larutan irigasi EDTA tersebut (Deviyanti, 2018).

2.2.4 MTAD

Mixture of tetracycline, an acid and a detergent (MTAD) pertama kali diperkenalkan sebagai larutan irigasi saluran akar oleh Torabinejad dan Johnson pada tahun 2003. Larutan ini berisi campuran antara tetrasiklin, asam dan deterjen. Kelebihan MTAD adalah membuat irigasi lebih sederhana karena menggabungkan kemampuan menghilangkan smear layer, sekaligus bersifat antimikroba (Tanumiharja, 2010). MTAD dengan

komposisi tetrasiklin, asam sitrat dan deterjen, digunakan selama 5 menit sebagai pembilas terakhir yang efektif untuk membersihkan smear layer, MTAD memiliki daya antimikroba yang lebih baik dibandingkan NaOCL. Kemampuan demineralisasi dentin MTAD lebih cepat dibandingkan EDTA 17% serta tidak menyebabkan perubahan bermakna dari struktur tubuli dentin di dinding saluran akar gigi (Deviyanti, 2018).

2.3 Bakteri

Bakteri adalah organisme bersel satu atau uniseluler, tidak memiliki membran inti atau prokariotik, tidak memiliki klorofil, berkembang biak dengan aseksual yaitu pembelahan sel dan memiliki ukuran mikron sehingga dibutuhkan mikroskop untuk membantu pengamatan (Martati, 2023). Bakteri merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang tidak bisa dilihat oleh mata langsung. Bakteri merupakan organisme yang jumlahnya paling banyak dibandingkan makhluk hidup lain dan tersebar luas didunia. Bakteri memiliki ratusan ribu spesies yang hidup di darat, laut, udara dan tempat-tempat ekstrem, bakteri memiliki bentuk tubuh yang beraneka seperti basil (batang), kokus (bulat), spirillum (spiral), kokobasil (bulat dan batang), dan vibrio (tanda baca koma), dan bakteri tidak memiliki membran inti sel (Rini & Jamilatur, 2020).

2.3.1 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Salah satu bakteri yang berperan dalam proses pembentukan abses adalah *Staphylococcus aureus*, bakteri ini merupakan salah satu mikroflora normal rongga mulut, tetapi bisa bersifat patogen dan menimbulkan infeksi. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Staphylococcus aureus* biasanya memiliki gejala khas seperti

peradangan, nekrosis, serta pembentukan abses (Kambaya *et al.*, 2021). Bakteri *Staphylococcus aureus* tergolong sebagai bakteri gram positif (berwarna ungu dengan pewarnaan gram) yang berbentuk kokus dan cenderung tersusun dalam kelompok yang berbentuk seperti anggur. *Staphylococcus aureus* dapat ditemukan di lingkungan dan di flora normal manusia, seperti di kulit dan membran mukosa. Selain nekrosis pulpa, *Staphylococcus aureus* juga merupakan patogen bagi banyak penyakit gigi dan mulut, seperti mukositis oral, periodontitis, periimplantitis, infeksi endodontik, dan karies gigi (Ernawati *et al.*, 2023)

2.3.2 Klasifikasi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* menurut Soedarto (2015) diuraikan sebagai berikut:

Domain : *Bacteria*
 Kingdom : *Eubacteria*
 Filum : *Firmicutes*
 Kelas : *Bacilli*
 Ordo : *Bacillales*
 Famili : *Staphylococcaceae*
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus aureus*

2.3.3 Morfologi

Staphylococcus aureus adalah bakteri Gram positif yang berbentuk bulat dengan diameter 0,8–1,0 μm dan tersusun bergerombol tidak beraturan, kadang-kadang seperti untaian buah

anggur, tidak dapat bergerak dan tergolong bakteri aerob sampai anaerob fakultatif (Dewi *et al.*, 2024). Karakteristik koloni *S. aureus* memiliki tandatanda yang dapat dikenali, termasuk memiliki bentuk yang bundar dengan permukaan yang halus dan licin. Diameter koloni tersebut cembung dan biasanya berkisar antara 2 hingga 3 mm. Variasi dalam warna koloni juga dapat ditemukan, mulai dari abu-abu hingga hitam pekat, dan dalam beberapa kasus, koloni dapat dikelilingi oleh zona yang memiliki kekeruhan lebih tinggi. Beberapa koloni mungkin juga memiliki zona luar yang tampak lebih terang atau jelas (clear zone). Batas tepian koloni ini sering kali memiliki warna putih dan dikelilingi oleh area yang memiliki pencahayaan lebih terang. Jika ditemukan koloni dengan ciri-ciri seperti yang telah dijelaskan, penting untuk mencatat jumlah koloninya sebagai bagian dari pengamatan (Ibrahim, 2017).

Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37 °C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). *Staphylococcus aureus* merupakan salah satu yang mempunyai kemampuan berpenetrasi kedalam tubuli dentin, sehingga dengan preparasi biomekanikal (cleaning dan shapping) saja tidak akan efektif untuk membunuh bakteri tersebut (Styaningrum *et al.*, 2022).

Staphylococcus aureus termasuk bakteri osmotoleran, yaitu bakteri yang dapat hidup di lingkungan dengan rentang konsentrasi zat terlarut (contohnya garam) yang luas. Habitat alami *Staphylococcus aureus* pada manusia adalah di daerah kulit, hidung,

mulut, dan usus besar, di mana pada keadaan sistem imun normal, *Staphylococcus aureus* tidak bersifat patogen karena ketiga bahan medikamen intrakanal tersebut bersifat antibakteri (Styaningrum *et al.*, 2022).

2.4 Daun Sawo

2.4.1 Morfologi Tanaman Sawo

Sawo (*Manilkara zapota*) adalah tanaman buah yang termasuk dalam famili *Sapotaceae* yang berasal dari Amerika Tengah dan Meksiko. Tanaman sawo termasuk tumbuhan tropis yang mudah beradaptasi pada berbagai suhu, curah hujan, tanah, dan salinitas tanah. Buah muda, kulit batang, dan daun sawo secara tradisional digunakan masyarakat sebagai obat anti diare karena senyawa tannin yang terkandung didalamnya dapat menghambat dan membunuh sejumlah bakteri (Furqon *et al.* 2021).

Kandungan yang terdapat dalam tanaman sawo meliputi flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, serta steroid/tripenoid. Kandungan-kandungan ini tersebar dalam berbagai bagian tanaman sawo, misalnya saponin banyak ditemukan pada bunga dan biji tanaman sawo, sedangkan tanin dan flavonoid cenderung banyak terkandung dalam kulit buah, batang, dan daun. Senyawa aktif yang terdapat dalam daun sawo meliputi saponin, tanin, dan flavonoid, masing-masing memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri. Saponin bekerja dengan cara menghambat sintesis protein dalam bakteri dan mengurangi tegangan permukaan sel, sehingga mengakibatkan kebocoran. Tanin berperan dengan cara mengurai dinding sel bakteri, sementara flavonoid bekerja dengan cara memicu penggumpalan protein dalam sel

(Tampubolon & Hutabarat 2023). Tanaman sawo manila memiliki daun yang sedikit berbulu, berwarna hijau tua mengkilap, bentuk telur jorong sampai agak lanset, dengan ukuran 1,5-7 x 3,5-15 cm. (Asnawi, 2021).

2.4.2 Klasifikasi Tanaman Sawo

Klasifikasi tanaman sawo (*Manilkara Zapota L.*) menurut Rachman (2023) diuraikan sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Subdivisi : *Dicotyledonae*
 Ordo : *Ebenales*
 Famili : *Sapotaceae*
 Genus : *Manilkara*
 Spesies : *Manilkara zapota L.*

2.4.3 Kandungan Daun Sawo

Buah muda, kulit, batang, dan daun sawo secara tradisional digunakan Masyarakat sebagai obat anti diare, karena senyawa tannin yang terkandung didalamnya dapat menghambat dan membunuh sejumlah bakteri (Furqon *et al.*, 2021). Kandungan yang terdapat dalam tanaman sawo meliputi flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, serta steroid/tripenoid (Tampubolon & Hutabarat, 2023).

1. Saponin

Saponin memiliki komponen aktif *aglycone* yang bersifat membranolitik yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan permukaan dinding sel bakteri. Setelah tegangan

permukaan dinding sel bakteri menurun, saponin membentuk kompleks dengan sterol yang menyebabkan pembentukan single ion channel. Single ion channel menyebabkan ketidakstabilan membran sel sehingga menghambat aktivitas enzim dalam transport ion yang berperan dalam kehidupan bakteri. Tegangan permukaan dinding sel bakteri yang menurun juga dapat menyebabkan kebocoran sel sehingga senyawa intraseluler keluar. Hal ini menyebabkan pertumbuhan sel bakteri terhambat (Octaviani & Syafrina, 2018).

2. Tanin

Tanin bekerja sebagai antibakteri dengan menghambat pembentukan polipeptida dinding sel bakteri yang menyebabkan lisisnya dinding sel bakteri. Tanin mempunyai efek spasmolitik yang selain dapat mengurangi gerak peristaltik usus, juga dapat mengkerutkan dinding sel bakteri, sehingga menyebabkan terganggunya permeabilitas sel bakteri (Octaviani & Syafrina, 2018).

3. Flavonoid

Flavonoid menyebabkan koagulasi atau penggumpalan protein sel. Protein yang menggumpal mengalami denaturasi sehingga tidak berfungsi lagi. Flavonoid dalam konsentrasi tinggi menyebabkan kerusakan membran sel bakteri secara total dan mengendapkan protein sel, sedangkan dalam konsentrasi rendah menyebabkan kebocoran sel bakteri sehingga keluarnya metabolitmetabolit

penting dari sel bakteri. Flavonoid juga dapat menghambat enzim DNA girase bakteri (Octaviani & Syafrina, 2018).

4. Alkaloid

Alkaloid yang memiliki berbagai manfaat kesehatan, termasuk aktivitas anti bakteri, anti diabetes, antioksidan, dan anti jamur (Utoro *et al.*, 2024). Mekanisme alkaloid sebagai antibakteri adalah menghambat sintesis asam nukleat dan protein, mengganggu permeabilitas membran sel sehingga terjadi kerusakan membran sel dan dinding sel, menghambat pompa efflux, dan menghambat metabolisme bakteri (Siswoyo *et al.*, 2022)

5. Triterpenoid/Steroid

Mekanisme triterpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein trans membran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin (Putri *et al.*, 2023). triterpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya protein (Angellika *et al.*, 2024).

6. Kuinon

Kuinon mempunyai mekanisme sebagai agen antibakteri dengan cara senyawa kompleks terbentuk yang memiliki sifat irreversible dengan residu asam amino nukleofilik pada protein transmembran, membran plasma, polipeptida dinding sel, serta

enzim-enzim yang terkandung pada permukaan membran sel, hal ini akan mengganggu pertumbuhan sel bakteri (Monica *et al.*, 2024).



Gambar 2.1 Daun Sawo (*Manilkara Zapota L.*)

2.5 Nanokitosan

Kitosan merupakan hasil deasetilasi kitin dari limbah crustacea yang memiliki kemampuan biodegradasi, biocompatibility, ramah lingkungan, dan sifatnya non toksik. Salah satu bahan baku yang dimanfaatkan dalam pembuatan kitosan adalah cangkang kepiting bakau (*Scylla sp.*) (Lucas *et al.*, 2020). Mekanisme kitosan dalam menghambat bakteri Gram positif dengan mengikat membran plasma, kemudian menginaktivasi enzim, protein, merusak DNA, mengganggu fungsi sel dan proses metabolisme yang pada akhirnya akan menyebabkan kematian sel (Chandrasekaran *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, untuk meningkatkan efektivitas kemampuan kitosan dilakukan modifikasi ukurannya menjadi ukuran nano. Kitosan yang diubah dalam bentuk nanopartikel yaitu berkisar antara 10 -1000 nm. Dengan demikian mempunyai efektivitas antibakteri dan penyerapan yang lebih baik dari ukuran kitosan biasanya (Siagian *et al.*, 2021).