

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kesehatan gigi dan mulut merupakan bagian esensial dari kesehatan secara umum dan kesejahteraan hidup seseorang, sehingga tidak dapat dipisahkan dari kesehatan tubuh secara menyeluruh. *World Health Organization (1948)* mendefinisikan sehat sebagai suatu keadaan dimana bukan hanya terbebas dari penyakit atau kelemahan, tetapi adanya keadaan sejahtera secara utuh antara fisik, mental, dan sosial. Undang - Undang Kesehatan No. 36 Tahun 2009 mengartikan kesehatan sebagai keadaan sehat, baik secara fisik, mental, spritual maupun sosial yang memungkinkan setiap orang untuk hidup produktif secara sosial dan ekonomis. Hal ini memberikan pandangan bahwa kesehatan gigi dan mulut turut mempengaruhi keberlangsungan kehidupan seseorang yang tidak dapat disepelekan, karena rongga mulut merupakan 'pintu gerbang' masuknya berbagai mikroorganisme patogen ke dalam tubuh (Sachwiver, Surya & Elianora 2018). Menurut Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) persentase penduduk yang mempunyai masalah kesehatan gigi dan mulut pada tahun 2013 mencapai 25,9% dan pada tahun 2018 meningkat menjadi 57,6%, dengan proporsi masalah gigi berlubang dan gigi rusak sebesar 45,3% (RISKESDAS 2018). Persentase ini

menunjukkan bahwa masih banyak masyarakat Indonesia yang tidak menyadari betapa pentingnya menjaga kesehatan gigi dan mulut sebagai pintu masuk mikroorganisme patogen yang dapat mengganggu kesehatan organ tubuh lainnya. Bahkan tanpa disadari rongga mulut juga memanifestasikan berbagai penyakit yang sedang terjadi pada organ lainnya di dalam tubuh seseorang. Persentase gigi berlubang menduduki tingkat pertama masalah kesehatan gigi dan mulut, menurut Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) tahun 2018. Gigi berlubang atau karies merupakan penyakit pada jaringan keras gigi yang diawali dengan terjadinya kerusakan jaringan permukaan gigi (pit, fissure, dan daerah interproximal), kemudian meluas kearah pulpa. Karies dapat dialami oleh setiap orang, dan dapat timbul pada satu permukaan gigi atau lebih (Markus *et. al.* 2020). Karies yang dibiarkan tanpa ditangani akan berlanjut menjadi penyakit pulpa hingga menjadi penyakit periapikal. Penyakit pulpa dan periapikal ini dapat ditangani dengan perawatan endodontik. Perawatan endodontik ini bertujuan untuk menghilangkan bakteri yang berada disaluran akar sebanyak mungkin dan menciptakan lingkungan yang menghambat mikroorganisme untuk berkembang (Kartinawanti & Asy'ari 2021). Kematian pada pulpa atau gigi nekrosis menjadi salah satu indikasi dalam perawatan endodontik, yaitu perawatan saluran akar (PSA). Perawatan saluran akar adalah perawatan penyakit pulpa dengan cara mengambil pulpa vital atau nekrotik dari saluran akar dan menggantinya dengan bahan pengisi. Ada tiga tahap perawatan saluran akar (*triad endodontic*), yakni preparasi biomekanis, sterilisasi, dan pengisian saluran akar (obturasi) yang hermetis. Ketiga tahap

ini memiliki peranan penting dalam keberhasilan saluran akar. Tujuan utama perawatan saluran akar ini dilakukan adalah untuk mempertahankan gigi agar dapat bertahan selama mungkin dalam rongga mulut (Kartinawanti & Asy'ari 2021). Perawatan saluran akar dapat dilakukan dengan perawatan *multiple visit* dan *single visit*. *Multiple visit endodontic* merupakan aturan yang ditetapkan di bidang endodontik dan dilakukan dalam beberapa kali kunjungan untuk membersihkan saluran akar secara menyeluruh. *Single visit endodontic* merupakan perawatan konservatif non-bedah dalam satu kali kunjungan pada gigi yang mengalami peradangan pulpa *irreversible* yang terdiri dari preparasi kemomekanis lengkap dan obturasi sistem saluran akar (Wiratama & Yolanda 2021).

Sterilisasi saluran akar gigi merupakan salah satu tahap penting dalam triad endodontik. Proses ini bertujuan untuk mematikan sisa-sisa mikroorganisme yang ada di dalam saluran akar dan tubuli dentin yang tidak dapat dicapai pada saat preparasi kemomekanis saluran pulpa (Daniyati 2015). Terdapat beragam bahan irigasi saluran akar yang memiliki sifat antibakteri yang digunakan pada proses sterilisasi diantaranya, sodium hipoklorit (NaOCl), klorheksidin (CHX), *ethilene diamine tetraacetic acid* (EDTA), *mixture of tetracycline, an acid and a detergent* (MTAD), *iodine*, dan hidrogen peroksida. Sodium hipoklorit mempunyai aktivitas spektrum luas dan dapat membunuh bakteri berbentuk spora dan vegetatif, fungi, protozoa, dan virus dengan cepat. Sodium hipoklorit memperoleh efek antibakteri dengan mengganggu aktivitas metabolik sel-sel bakteri dan berefek fatal bagi

derivate DNA bakteri, tetapi NaOCl dapat menyebabkan iritasi jika terdorong ke jaringan periapikal, serta tidak mampu melarutkan komponen anorganik. Klorheksidin (CHX) adalah bahan irigasi dengan kemampuan antibakteri spektrum luas, memiliki aktivitas bakteristatik dan bakteriosidal, tetapi bersifat karsinogenik, dan kurang efektif pada bakteri gram negatif, tidak mampu melarutkan jaringan nekrotik dan tidak mampu menghilangkan *smear layer* (Muhiddin 2022).

Penyebab utama dari penyakit pulpa khususnya nekrosis pulpa adalah iritan mikroba dari karies, yaitu bakteri *Streptococcus mutans* dan *Lactobacillus sp.*, walaupun demikian bakteri tersebut tidak begitu mengambil peran dalam perkembangan nekrosis pulpa. Hal ini disebabkan karena saat pulpa terbuka oleh karena karies, banyak spesies bakteri oportunistik yang menginvasi dan berkoloni di jaringan pulpa yang nekrosis. Terdapat berbagai jenis bakteri yang terdapat pada saluran akar yang nekrosis diantaranya, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Actinomyces spp.*, serta *Streptococcus spp.* (Yamin & Nasir 2014). Bakteri *mix* tersebut merupakan penyebab terjadinya nekrosis pulpa. Bakteri *mix* saluran akar merupakan kumpulan dari berbagai macam bakteri penyebab infeksi pada saluran akar. Bakteri *mix* saluran akar terdiri lebih dari 700 spesies bakteri anaerob berbeda yang didapat dari saluran akar (Haq, Ichrom N & Erlita 2018).

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keberagaman hayati, dengan kemajuan zaman saat ini informasi mengenai tanaman terapeutik terus

berkembang. Pemanfaatan bahan alami sebagai obat tradisional juga semakin meningkat seiring dengan gaya hidup masyarakat yang kembali ke alam (*back to nature*), dan banyaknya efek samping yang dirasakan dari mengonsumsi obat-obatan sintetis. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, dengan menerbitkan surat edaran Nomor: HK.02.02/IV.2243/2020 tentang Pemanfaatan Obat Tradisional untuk Pemeliharaan Kesehatan, Pencegahan Penyakit, dan Perawatan Kesehatan, penggunaan obat-obatan berbahan dasar herbal dapat digunakan sebagai obat alternatif dan telah secara resmi disarankan kepada praktisi dunia kesehatan dan masyarakat umum untuk memanfaatkan atau menggunakan obat tradisional yang terstandar. Namun, sangat penting untuk diperhatikan bahwa penggunaan obat-obatan berbahan dasar herbal sebagai obat alternatif perlu dievaluasi keamanan dan aktivitas bahan kimia aktifnya, sehingga masyarakat dapat menggunakannya tanpa membahayakan kesehatan mereka.

Moringa olifera L. atau yang dikenal dengan tanaman kelor merupakan salah satu tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat dan memiliki kandungan metabolit sekunder. *The Miracle Tree*, *Tree For Life*, dan *Amazing Tree* adalah beberapa dari gelar lain yang diberikan kepada tanaman kelor. Gelar tersebut digunakan karena tidak dapat dipungkiri bahwa tanaman kelor sebagai ‘pohon ajaib’ memiliki manfaat pada setiap bagiannya, dari daun, buah, biji, bunga, kulit kayu, batang, hingga akarnya. Selain kandungannya yang bermanfaat bagi kesehatan, tanaman kelor juga berpotensi digunakan dalam kosmetik, industri, hingga bahan pangan (Irawati *et. al.* 2021).

Tanaman kelor merupakan tanaman tropis yang relatif mudah tumbuh di daerah tropis seperti Indonesia. Tanaman ini dapat tumbuh subur di suhu tropis, berbagai jenis tanah, tahan terhadap kekeringan, dan mudah berkembang biak dan dibudidayakan, tanpa memerlukan perawatan atau perlakuan khusus (Tarigan *et. al.* 2022). Menurut penelitian Rivai (2020) mengenai identifikasi senyawa yang terkandung pada ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) ditemukan hasil bahwa ekstrak daun *Moringa oleifera* mengandung *flavonoid*, *tannin*, *terpenoid*, *alkaloid*, dan *saponin*, dimana kandungan tersebut dianggap dapat digunakan sebagai komponen obat herbal untuk kesehatan. Telah banyak penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai pengaruh ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai antibakteri. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Elfira, (2021) mengenai efektivitas antibakteri pasta nanopartikel daun kelor terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* dengan metode *Kirby-Bauer* dengan sampel penelitian pasta nanopartikel daun kelor konsentrasi 1%, 2,5%, kalsium hidroksida sebagai kontrol positif, dan aquades sebagai kontrol negatif. Dalam penelitian ini menunjukkan hasil bahwa rata-rata diameter zona hambat pasta nanopartikel daun kelor dengan konsentrasi 1% sebesar 8,48 mm, 2,5% sebesar 9,17 mm dan kalsium hidroksida sebesar 10,2 mm. Sehingga disimpulkan pasta nanopartikel daun kelor (*Moringa oleifera*) konsentrasi 1% dan 2,5% efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis*. Selain itu, terdapat penelitian dilakukan oleh Muhiddin (2022) mengenai efek antibakteri nanopartikel ekstrak daun kelor (*Moringa olifera*) konsentrasi 5% dan 10%

terhadap jumlah *Enterococcus faecalis*, dengan diirigasi aquades sebagai kontrol negatif, dan NaOCl 5,25% sebagai kontrol positif 1, dan CHX 2% sebagai kontrol positif 2. Diketahui dari uji *Kruskal Wallis* menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p=0,00$) antara semua bahan irigasi yang digunakan terhadap penurunan jumlah bakteri *Enterococcus faecalis*. Nanopaerikel *Moringa oleifera* menunjukkan semakin tinggi konsentrasi maka jumlah bakteri semakin menurun.

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian efektivitas ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) konsentrasi 50%, 75%, dan 100% terhadap zona hambat pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi sebagai alternatif bahan sterilisasi saluran akar gigi.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan permasalahan apakah ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dengan konsentrasi 50%, 75%, dan 100% dapat menghambat pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui daya hambat ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) terhadap pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi.

1.3.2. Tujuan Khusus

Mengetahui konsentrasi minimal yang paling efektif pada ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) terhadap pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Akademik

Sebagai sumber wawasan untuk mengetahui kandungan bahan aktif serta khasiat yang terdapat di dalam ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) dalam penggunaannya sebagai antibakteri terhadap pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi.

1.4.2. Manfaat Praktis

Sebagai sumber informasi atau referensi dalam bidang kesehatan, khususnya dalam bidang kedokteran gigi mengenai penggunaan bahan alami dalam hal ini ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera L.*) untuk menghambat pertumbuhan bakteri *mix* saluran akar gigi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perawatan Saluran Akar Gigi

Perawatan saluran akar (PSA) merupakan bagian dari perawatan endodontik dimana penyakit pulpa dirawat dengan cara pengambilan pulpa vital atau nekrotik dari saluran akar dan menggantikannya dengan bahan pengisi untuk mencegah terjadinya infeksi berulang (Kartinawanti A. T & Asy'ari A. K. 2021). Perawatan saluran akar memerlukan waktu kunjungan yang berulang kali. Berdasarkan jumlah kunjungan, perawatan saluran akar dibedakan menjadi dua jenis perawatan yaitu, perawatan satu kali kunjungan (*one visit endodontic*) dan perawatan multi kunjungan (*multi visit endodontic*) (Rumate D. E. A., Wicaksono D. A. & Yuliana 2023). Perawatan saluran akar satu kali kunjungan terdiri dari tindakan instrumentasi, disinfeksi dan obturasi saluran akar pada satu kali kunjungan. Sedangkan pada perawatan saluran akar multi kunjungan, tahap instrumentasi dilakukan pada kunjungan pertama, kemudian dilanjutkan dengan tahap obturasi pada kunjungan kedua. Pada perawatan multi kunjungan disinfeksi dilakukan dengan cara irigasi saluran akar pada kedua kunjungan, serta penempatan dressing intrakanal sebagai bahan medikasi saluran akar antar kunjungan. Beberapa hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam menentukan jumlah kunjungan perawatan saluran akar pada pasien antara lain, jumlah akar, waktu yang tersedia, serta keahlian

yang dimiliki klinisi, selain itu yang perlu dipertimbangkan juga adalah tingkat keparahan gejala yang dialami pasien (Widyastuti A. & Santosa P. 2018).

Tujuan perawatan saluran akar adalah untuk membersihkan kavitas pulpa yang terinfeksi dan kotoran toksik serta untuk membentuk saluran akar agar dapat menerima bahan pengisi yang akan menutup seluruh sistem saluran akar dari jaringan periodontal dalam rongga mulut. Terapi endodontik harus mencakup penutupan seluruh sistem saluran akar untuk mencegah timbunan cairan sisa pada jaringan di saluran akar dan membentuk media kultur untuk bakterisasi atau mikroorganisme yang dapat masuk dari aliran darah. (Widyastuti N. H. & Difa Y. 2021).

Perawatan saluran akar yang berhasil berarti tidak terdapat lagi gejala seperti rasa nyeri, dapat berfungsi dengan baik, dan tidak ada tanda-tanda patologi yang lain. Tingkat keberhasilan perawatan saluran akar dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah banyak atau tidaknya debris pada apikal (Giovanni A., Nahzi M. Y. I. & Adhani R. 2022). Bila dalam waktu observasi minimal satu tahun tidak terdapat keluhan dan lesi periapikal yang ada dapat berkurang atau tetap perawatan saluran akar dapat dikatakan berhasil. Penyebab kegagalan perawatan saluran akar sangat banyak antara lain, obturasi yang tidak sempurna, perforasi akar, resorpsi akar eksternal, lesi peridontal-periradikuler, *overfilling*, adanya saluran akar yang tertinggal, kista periapikal, tertinggalnya instrument yang patah dalam saluran

akar, perforasi dasar formen nasalis dan kebocoran koronal (Ariani N. G. A. & Hadriyanto W. 2013).

Secara umum perawatan saluran akar diindikasikan untuk: (1) email yang tidak di dukung oleh dentin; (2) gigi sulung dengan infeksi yang melewati kamar pulpa, baik pada gigi vital, nekrosis sebagian maupun gigi sudah nonvital; (3) kelainan jaringan periapiks pada gambaran radiografi kurang dari sepertiga apeks; (4) mahkota gigi masih bisa direstorasi dan berguna untuk keperluan prostetik (untuk pilar restorasi jembatan); (5) gigi tidak goyang dan periodonsium normal; (6) foto ronsen menunjukkan resorpsi akar tidak lebih dari sepertiga apikal, tidak ada granuloma; (7) kondisi pasien baik; (8) pasien ingin giginya dipertahankan dan bersedia untuk memelihara kesehatan gigi dan mulutnya; (9) keadaan ekonomi yang memungkinkan. Selain itu perawatan saluran akar memiliki kontraindikasi yaitu sebagai berikut : (1) fraktur akar gigi yang vertikal; (2) tidak dapat lagi dilakukan restorasi; (3) kerusakan jaringan periapikal melibatkan lebih dari sepertiga panjang akar gigi; (4) resorpsi tulang alveolar melibatkan setengah dari permukaan akar gigi; (5) kondisi sistemik pasien, seperti diabetes melitus yang tidak terkontrol (Bachtiar, 2016).

2.2. Tahapan Perawatan Saluran Akar Gigi (*Triad Endodontic*)

Perawatan saluran akar gigi seharusnya berpedoman pada *triad endodontic*. *Triad endodontic* meliputi preparasi biomekanis saluran akar,

kontrol mikroba atau sterilisasi saluran akar dan terakhir obturasi atau pengisian saluran akar. Preparasi saluran akar merupakan tahap awal dari perawatan saluran akar yang bertujuan untuk membersihkan proses infeksi dan untuk membentuk saluran akar seperti corong (*round tapered*) sehingga tidak mengubah bentuk asli dari saluran akar gigi (Machtou 2004). Tahap kedua yaitu sterilisasi saluran akar untuk mengeliminasi mikroorganisme yang terdapat pada saluran akar dan tubulus dentin sehingga mencegah terjadinya kontaminasi setelah perawatan (Nasution 2006). Tahapan terakhir yaitu pengisian saluran akar. Pengisian saluran akar merupakan tahapan yang harus diperhatikan karena sistem saluran akar mempunyai banyak varian anatomi (Kyun 2004). Pengisian saluran akar bertujuan untuk mencegah bakteri dan cairan rongga mulut masuk kembali dan berkembang biak dalam saluran akar gigi (Widyastuti 2017).

Pasca perawatan saluran akar, gigi mempunyai sifat yang mudah fraktur karena gigi kehilangan integritas, kelembaban dan kekerasan dentin, gigi setelah perawatan saluran akar juga banyak kehilangan jaringan pendukung sehingga sangat mempengaruhi retensi dan resistensi restorasi akhirnya. Restorasi pasca perawatan saluran akar bertujuan untuk mengembalikan fungsi fisiologis dan fungsi estetis. Restorasi harus memiliki retensi dan resistensi yang baik sehingga restorasi dapat bertahan lama (Deliperi & Bardwell 2005).

Grossman dan Gutman (2006) membagi perawatan saluran akar gigi menjadi 3 tahap penting yaitu: preparasi saluran akar, sterilisasi saluran akar

dan pengisian saluran akar. Ketiga tahap tersebut harus dilakukan secara berurutan sehingga mendapatkan keberhasilan dalam perawatan.

2.2.1 Preparasi Saluran Akar

Preparasi saluran akar merupakan *triad endodontic* yang wajib dilakukan karena sangat mempengaruhi hasil pengisian serta perawatan selanjutnya dalam suatu perawatan endodontik (Grossman & Gutman 2016). Preparasi saluran akar yang ideal menurut Bachtiar (2016) meliputi 4 tahap, yaitu: menentukan arah saluran akar, membersihkan saluran akar (*cleaning*), membentuk saluran akar (*shaping*), preparasi daerah apikal. Selama proses preparasi saluran akar dilakukan irigasi untuk membersihkan sisa jaringan pulpa, jaringan nekrotik dan serbuk dentin. Tujuan irigasi saluran akar yaitu: (1) mengeluarkan debris; (2) melarutkan jaringan *smear layer*; (3) antibakteri; (4) sebagai pelumas.

Preparasi sistem saluran akar secara khemomekanis merupakan salah satu tahapan yang paling penting dalam perawatan saluran akar. Tahapan ini mencakup pengangkatan jaringan vital dan nekrotik dari sistem saluran akar, eliminasi mikroorganisme, pembungan dentin yang terinfeksi, dan pada kasus perawatan ulang yaitu pengangkatan bahan-bahan metal dan non metal dari sistem saluran akar. Hal ini bertujuan untuk mempersiapkan saluran akar untuk memfasilitasi disinfeksi oleh bahan irigasi dan medikamen (Nurliza, Dennis & Abidin 2014).

Beberapa hal-hal yang dapat mempersulit proses preparasi saluran akar yaitu anatomi saluran akar gigi yang kompleks, bakteri yang jauh masuk ke dalam tubulus dentin, instrument yang digunakan belum cukup efisien, pelebaran saluran akar, dan pasien yang seringkali kurang kooperatif (Tarigan 2006).

2.2.2 Sterilisasi Saluran Akar

Sterilisasi saluran akar gigi merupakan pembinasakan mikroorganisme patogenik, yang mensyaratkan pengambilan terlebih dahulu jaringan pulpa dan debris yang memadai, pembersihan, dan pelebaran saluran akar dengan cara biokimiawi, dan pembersihan isinya dengan irigasi. Sterilisasi dilengkapi juga dengan medikasi intra saluran. Beberapa persyaratan yang harus dimiliki obat sterilisasi antara lain: (1) bersifat germisida dan fungsida yang efektif, (2) tidak mengiritasi jaringan periapikal; (3) tetap stabil dalam larutan; (4) mempunyai efek antimikrobal yang lama; (5) aktif dengan adanya darah, serum, dan derivat protein jaringan; (6) memiliki tegangan permukaan rendah; (7) tidak mengganggu perbaikan jaringan apikal; (8) tidak menodai struktur gigi; (9) mampu dinonaktifkan dalam medium biakan; (10) tidak menginduksi respon imun antar sel (Grossman 1995). Sterilisasi saluran akar gigi bertujuan untuk menghilangkan semua bentuk mikroorganisme dalam saluran akar sehingga benar-benar dalam keadaan steril (Siswandi 2001).

Bahan disinfeksi saluran akar adalah bahan yang digunakan untuk meminimalkan atau menghilangkan populasi mikroorganisme pada sistem saluran akar pada saat prosedur preparasi saluran akar sebelum diobturasi. Ada bermacam-macam, bahan disinfeksi yang banyak digunakan antara lain bahan-bahan *phenolic compound*, *formaldehyde* dan halogen yang termasuk bahan disinfektan konvensional serta NaOCl (sodium hipoklorit, EDTA (*Ethylene diamine tetraacetic acid*), Chlorhexidine dan Ca(OH)₂ (kalsium hidroksida). Bahan disinfeksi konvensional sudah banyak ditinggalkan karena iritasinya yang tinggi terhadap jaringan (Mulyawati 2011).

Irigasi dan pembersihan saluran akar secara mekanis merupakan tahap yang sangat penting dalam mengurangi jumlah bakteri selama perawatan endodontik. Namun, tanpa penggunaan medikamen intrakanal, sebagian saluran akar yang sudah dirawat secara endodontik tetap memperlihatkan adanya bakteri pada kunjungan berikut. Pemberian medikamen intrakanal membantu mengeliminasi bakteri yang tidak dipengaruhi oleh preparasi kimia-mekanis dan mencegah atau setidaknya memperlambat reinfeksi saluran akar antar kunjungan. Medikamen yang digunakan dalam perawatan endodontik dapat dibagi atas beberapa kelompok besar yaitu senyawa fenolik, senyawa aldehida/formaldehida, senyawa halida/halogen, steroid, kalsium hidroksida, antibiotik, dan kombinasi. Senyawa fenolik meliputi *eugenol*, *kamforated monoparoklorofenol* (CMCP), *paroklorofenol* (PCP), *kamforated paroklorofenol* (CPC), *metakresilasetat* (Kresatin), *kresol*, *Kreosote* (Beechwood), dan *timol*. Senyawa aldehida/formaldehida, misalnya

formokresol, *glutaraldehyd*, dan *trikresol* formalin. Sementara senyawa halida/halogen meliputi sodium hipoklorit (NaOCl), dan iodine-potasium iodide (Mattulada 2010).

Kegagalan pada sterilisasi saluran akar disebabkan oleh karena mikroorganisme masih tersisa akibat bahan medikamen yang kurang efektif. Dinding saluran akar yang kurang bersih dapat menjadi tempat persembunyian bakteri, mengurangi perlekatan bahan pengisian saluran akar dan meningkatkan celah apikal. Sterilisasi yang gagal dapat menyebabkan reinfeksi pada saluran akar gigi (Sunarta, Rusmiany & Ernawati 2019).

2.2.3 Pengisian Saluran Akar

Tahapan terakhir dalam perawatan saluran akar yaitu pengisian saluran akar atau obturasi, yang bertujuan untuk mengisi saluran akar yang sudah di preparasi dan sterilisasi dengan bahan pengisi saluran akar sehingga mencegah bakteri dan cairan rongga mulut masuk dan berkembang biak kembali dalam saluran akar (Kartinawati & Asy'ari 2021). Tujuan mengobturasi saluran akar adalah memasukkan suatu bahan pengisi pengganti (*inert*) ke dalam ruangan yang sebelumnya di tempati oleh jaringan pulpa, guna mencegah infeksi berulang melalui sirkulasi atau melalui suatu retak pada keutuhan mahkota gigi (Grossman & Gutman 2016).

Pengisian saluran akar merupakan tahapan yang sangat kritis dan sering kali menyebabkan kegagalan dalam perawatan saluran akar.

Keberhasilan atau kegagalan perawatan saluran akar dapat dinilai dari sejumlah faktor: pengisian dengan bahan pengisi (*overfilling/underfilling*), kualitas pengisian yang baik, dan kelainan setelah perawatan. Pengisian saluran akar dikatakan baik apabila saluran terisi sampai diatas formaen apikal untuk mencegah timbulnya infeksi ulang. Kriteria hasil pengisian saluran akar yang maksimal dapat dilihat dari: bahan pengisi yang tepat dan padat mengisi daerah apikal, hasil pengisian terdeteksi melalui foto rontgen dilihat dari lateral, mesial, dan distal dengan tidak ada radiolusensi yang merupakan rongga kosong dalam saluran akar dan pengisian saluran akar sesuai dengan panjang kerja (1-2 mm dari apikal) (Roda, 2001). Kegagalan oleh karena pengisian yang kurang baik dapat terjadi dalam jangka panjang maupun jangka pendek. Pemeriksaan histologi tampak adanya inflamasi dan gangguan penyembuhan serta rasa yang tidak nyaman. Dampaknya adalah iritasi dan kebocoran apeks yang disebabkan oleh reaksi tubuh terhadap benda asing. Pengisian yang kurang sesuai panjang kerja (*underfilling*) juga akan meninggalkan iritan pada saluran apikal sehingga timbul inflamasi periapikal setelah jangka waktu yang lama (Bergenholtz, Horsted & Reit 2002).

Bahan pengisian saluran akar dapat digolongkan menjadi golongan padat, pasta, dan semen. Bahan pengisi padat ialah poin gutta percha, poin perak, poin titan dan poin emas. Bahan pengisian pasta merupakan bahan yang tidak dapat mengeras dalam saluran akar sedangkan semen dapat mengeras setelah beberapa waktu pada saluran akar. Pasta dan semen dapat diklasifikasikan menjadi lima kelompok: berbahan dasar *zinc oxide eugenol*,

resin komposit, *gutta percha*, bahan adesif dentin dan bahan yang ditambah obat-obatan (Sunarta *et. al.* 2019).

2.3. Bahan Sterilisasi Saluran Akar Gigi

Sejak dulu obat saluran akar yang digunakan yaitu golongan fenol (*camphorated parachlorophenol, eugenol, formokresol, halide, metakresilasetat*), dan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) (Torabinejad & Walton 2009). Selain itu, bahan kimia yang digunakan untuk sterilisasi saluran akar yang banyak digunakan yaitu *Cresophene*, ChKM, *Cresatin* dan *Eugenol* (Surya 2014).

2.3.1 *Cresophene*

Cresophene terdiri dari *chlorophenol, dexamethasone, hexachlorphenol*, dan *thymol*. *Cresophene* merupakan kortikosteroid yang mengandung *para-formaldehid* yang berfungsi mengurangi peradangan periapikal dan menghilangkan nyeri segera pada penderita dengan instrumentasi berlebih (Wirastuti 2003). *Cresophene* adalah agen antimikroba golongan *phenol compound*, karena terdapat kandungan fenol didalamnya sehingga *cresophene* memiliki aktivitas antibakteri terutama golongan gram positif. *Cresophene* memiliki sifat iritasi yang lemah dan hasil dari penelitian didapatkan bahwa insidensi dari adanya reaksi apikal rendah (Kalchinov

2009). Meskipun bahan ini sangat efektif sebagai sterilisasi saluran akar, namun penggunaan jangka panjang tidak direkomendasikan karena memiliki sifat yang toksik, berpotensi sebagai teratogenik dan mutagenik, serta dapat menginduksi respon imun yang berlebihan (Anggono & Kuswandari 2017).

2.3.2 ChKM (*Chlorophenol kamfer menthol*)

Chlorophenol Kamfer Menthol merupakan salah satu bahan medikamen intrakanal yang sering digunakan di kedokteran gigi (Malinda *et. al.* 2022). *Chlorophenol kamfer menthol* terdiri dari dua bagian *para-klorophenol* dan tiga bagian *kamfer*. Daya disinfektan lebih kecil, begitu pula dengan sifat mengiritasinya dibandingkan dengan *formocresol*. Spektrum antibakteri luas dan efektif terhadap jamur. *Para-klorophenol* dapat memusnahkan berbagai mikroorganisme dalam saluran akar. *Kamfer* yaitu sarana pengencer dan mengurangi efek mengiritasi dari *para-klorophenol* murni, serta memperpanjang efek anti mikrobial. *Menthol* mengurangi sifat iritasi dan *Chlorophenol* mengurangi rasa sakit (Yasa 2009). *Chlorophenol kamfer menthol* secara signifikan mengurangi viabilitas sel pada fibroblast gingiva manusia dan dapat menyebabkan putusya untaian DNA pada sel-sel oral manusia, dengan demikian dapat dikatakan bahwa ChKM mempunyai kapasitas genotoksik (Dammaschke *et. al.* 2013).

Secara klinis ChKm tidak menyebabkan iritasi meskipun dengan konsentrasi tinggi, mempunyai daya disinfektan yang tinggi, mempunyai daya

anestesi pada pulpa yang meradang, dapat menembus protein dan jaringan mati atau hidup. *Chlorophenol kamfer menthol* bersifat disinfektan dengan daya iritasi yang rendah serta mempunyai spektrum mikroba yang luas. Obat ini digunakan pada semua perawatan saluran akar dan untuk gigi yang mengalami kelainan apikal (Pertiwi 2015). ChKM juga memiliki efek antibakteri, antiseptik, dan disinfektan yang lebih baik dibandingkan dengan *povidone iodine*, *chlorhexidine digluconate*, dan *polyhexanide* serta gugus fenol lainnya (*paramonochlorophenol*, *thymol*, and *cresol*) (Rochyani Linda 2020).

2.3.3 Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

Kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) mempunyai efek antibakteri secara langsung dipengaruhi oleh banyaknya ion OH^- yang dilepaskan, sehingga menyebabkan terjadinya hidrolisa lipid lipopolisakarida dari bakteri, denaturasi protein, meningkatkan permeabilitas membran sel, kerusakan DNA, inaktivasi enzim, sehingga dapat mengakibatkan kematian bakteri. Kemampuan absorbs CO_2 dari kalsium hidroksida secara tidak langsung dapat mengakibatkan kematian bakteri. Kemampuan absorpsi CO_2 dari kalsium hidroksida secara tidak langsung dapat membantu potensi antimikroba terhadap bakteri anaerob obligat maupun fakultatif dan tingginya pH dapat menekan pertumbuhan bakteri (Sidharta 2000). Namun kalsium hidroksida sulit dibersihkan dari dinding saluran akar sehingga mempengaruhi

menurunnya *setting time* dari *zinc oxide-based cement* saluran akar. Selain itu, kalsium hidroksida meningkatkan adhesi dari bakteri dengan kolagen (komponen organik utama pada dentin) yang meningkatkan luasnya invasi tubulus, dengan demikian dapat mengakibatkan resistensi terhadap disinfeksi lebih lanjut. Beberapa semen mempunyai konsistensi yang *brittle* ketika *setting* setelah berkontak dengan kalsium hidroksida (Athanassiadis *et. al.* 2007).

2.3.4 *Eugenol*

Eugenol merupakan *essence* kimiawi yang berasal dari minyak cengkeh dan mempunyai hubungan dengan senyawa fenol. *Eugenol* memiliki sifat analgesik ringan dan antibakteri. Kekurangan dari *eugenol* yaitu dapat mengiritasi jaringan periapikal, mengakibatkan nekrosis tulang dan sementum, ada resiko mengganggu pertumbuhan dan perkembangan benih gigi permanen, serta hanya memiliki spektrum bakteri yang kecil. *Eugenol* juga dapat digunakan sebagai pengisian akar gigi sulung dan pada perawatan pulpektomi (Ameliana, Herawati & Pradopo 2014).

2.4. Tanaman Kelor (*Moringa oleifera L.*)

Moringa oleifera L. atau yang dikenal sebagai tanaman kelor diperkirakan berasal dari Agra dan Oudh yang terletak di Barat Laut India, wilayah pegunungan Himalaya bagian selatan yang kemudian terdistribusi ke

Filipina, Kamboja, Amerika Tengah, Amerika Utara dan Selatan serta Kepulauan Karibia (Rianto W. R., Sumarjan & Santoso B. B. 2020). Tanaman kelor memiliki ketinggian 5-11m, dapat tumbuh subur mulai dari daerah daratan rendah hingga ketinggian 600m diatas permukaan laut, pada daerah tropis maupun subtropis dengan segala jenis tanah dan dapat bertahan 5-6 bulan pada kondisi kekeringan (Tuldjanah M. 2018).



Gambar 2. 1 Daun Kelor (Berawi K. N., Wahyudo R. & Pratama A. A. 2019)

2.4.1 Morfologi Tanaman Kelor

a. Akar

Tanaman kelor memiliki akar tunggang, berwarna putih. Kulit akar berasa pedas dan berbau tajam, dari dalam berwarna kuning pucat, bergaris halus tetapi terang dan melintang. Pohon tumbuh dari biji akan memiliki perakaran yang dalam, membentuk akar tunggang yang lebar dan serabut yang tebal. Akar tunggang berwarna putih, membesar seperti lobak (Krisnadi, 2015).

b. Batang

Kelor termasuk jenis tumbuhan yang berbatang dan termasuk jenis batang berkayu, sehingga batangnya keras dan kuat. Bentuknya adalah bulat dan permukaannya kasar. Arah tumbuh batang lurus ke atas atau biasa disebut tegak lurus. Arah percabangannya tegak karena sudut antara batang dan cabang sangat kecil, sehingga arah tumbuh cabang pada pangkalnya sedikit serong ke atas, tetapi selanjutnya hampir sejajar dengan batang pokoknya (Krisnadi, 2015).

c. Daun

Daun kelor berwarna hijau tua atau hijau kecoklatan, permukaannya licin, dan berselaput lilin. Daun majemuk, bertangkai panjang tersusun berseling, beranak daun gasal, bentuk helai daun bulat telur, panjang 1-2cm, lebar 1-2cm, tipis lemas, ujung dan pangkal tumpul, tepi rata, susunan pertulangan menyirip. Daun kelor merupakan daun majemuk menyirip gasal rangkap tiga tidak sempurna (Krisnadi, 2015).

d. Bunga

Bunga kelor bertangkai panjang, kelopak berwarna putih, mulai terkulai 10-15cm, memiliki 5 kelopak yang mengelilingi 5 benang sari dan 5 *staminodia*. Bunga kelor memiliki aroma yang khas dan muncul sepanjang tahun (Krisnadi, 2015).

e. Buah atau Polong

Tanaman kelor berbuah setelah berumur 12 – 18 bulan. Buah kelor berbentuk segitiga memanjang dengan panjang 20 – 60cm, ketika

muda berwarna hijau setelah tua menjadi coklat, biji didalam polong berbentuk bulat ketika muda berwarna hijau terang dan berubah berwarna coklat kehitaman ketika polong matang dan kering. Dalam setiap polong rata-rata berisi antara 12 – 35 biji (Krisnadi, 2015).

f. Biji

Biji kelor berbentuk bulat dengan lambung semi-permeabel berwarna kecoklatan. Lambung sendiri memiliki tiga saya putih yang menjalar dari atas ke bawah. Setiap pohon kelor dapat menghasilkan antara 15.000 – 25.000 biji/tahun. Berat rata-rata per biji 0,3g (Krisnadi, 2015).

2.4.2 Taksonomi Tanaman Kelor

Menurut Krisnadi (2015) kedudukan taksonomi dari tanaman kelor diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan : *Plantae*

Sub kerajaan : *Tracheobionta*

Superdivisi : *Spermatophyta*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Subkelas : *Dilleniidae*

Bangsa : *Capparales*

Suku : *Moringaceae*

Genus : *Moringa*

Spesies : *Moringa oleifera*

2.4.3 Kandungan Daun Kelor

Tanaman kelor merupakan salah satu tumbuhan yang berkhasiat sebagai obat, tanaman ini diberi gelar *The Miracle Tree*, *Tree For Life*, dan *Amazing Tree*, karena tidak dapat dipungkiri bahwa tanaman kelor sebagai ‘pohon ajaib’ memiliki manfaat pada setiap bagiannya, dari daun, buah, biji, bunga, kulit kayu, batang, hingga akarnya (Irawati *et. al.* 2021). Kelor diketahui mengandung lebih dari 90 jenis nutrisi berupa vitamin esensial, mineral, asam amino, antipenuaan, dan antiinflamasi. Kelor mengandung 539 senyawa yang dikenal dalam pengobatan tradisional untuk mencegah lebih dari 300 penyakit, berbagai bagian dari tanaman kelor bertindak sebagai stimular jantung dan peredaran darah, memiliki antitumor, antipiretik, antiepilepsi, antiinflamasi, antiulcer siuretik, antihipertensi, menurunkan kolesterol, antioksidan, antiabetik, antibakteri, dan jamur (Toripah S. S., Abidjulu J. & Wehantouw F. 2014). Daun kelor menjadi sumber antioksidan alami yang baik karena kandungan dari berbagai jenis senyawa antioksidan seperti asam askorbat, flavonoid, *phenolic*, dan karotenoid (Anwar *et. al.* 2007; Makkar & Becker 1997). Tingginya konsentrasi asam askorbat, zat estrogen dan β -sitosterol, besi, kalsium, fosfor, tembaga, vitamin A, B dan C, α -tokoferol, riboflavin, nikotin, asam folat piridoksin, β -karoten, protein, dan khususnya

asam amino esensial seperti metionin, sistin, triptofan, dan lisin yang terdapat dalam daun dan polong membuatnya menjadi suplemen makanan yang hampir ideal (Makkar & Becker 1997).

Analisis fitokimia lebih lanjut mengungkapkan kandungan ekstrak daun kelor sebagai efek antibakteri diantaranya saponin, flavonoid, tanin dan alkaloid (Patil & Rasika 2013; Wang, Chen & Wu, 2016). Daun kelor mengandung saponin yang mempunyai mekanisme antibakteri dengan cara menurunkan tegangan permukaan sehingga meningkatkan permeabilitas atau kebocoran sel bakteri dan mengakibatkan senyawa intraseluler akan keluar (Podolak I., Galanty A. & Sobolewska D. 2010). Senyawa kimia lain yang dimiliki daun kelor adalah flavonoid. Mekanisme kerja flavonoid sebagai antibakteri adalah membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler dan terlarut melalui ikatan hidrogen sehingga dapat merusak membran sel bakteri dan diikuti dengan keluarnya senyawa intraseluler (Xie *et. al.* 2015). Senyawa tanin termasuk senyawa fenol dengan berat molekul besar, terdiri dari gugus hidroksil dan beberapa gugus yang bersangkutan seperti karboksil untuk membentuk kompleks kuat yang efektif dengan protein dan beberapa makromolekul. Mekanisme kerja tanin sebagai antibakteri adalah dapat menghambat sisteis protein untuk pembentukan dinding sel dan mengecilkan dinding sel, sehingga mengganggu permeabilitas sel dan menyebabkan kematian (Akiyama H. *et. al.* 2001). Senyawa alkaloid memiliki mekanisme penghambatan antibakteri dimana mengganggu komponen penyusun

peptidoglikan dalam sel bakteri sehingga tidak terbentuk lapisan dinding sel yang utuh dan menyebabkan kematian sel (Cushnie & Lamb 2014).

2.4.4 Daun Kelor Sebagai Antibakteri

Telah banyak penelitian yang menunjukkan adanya aktivitas senyawa aktif dari daun kelor. Antibakteri merupakan zat yang bekerja untuk membunuh atau menekan pertumbuhan bakteri, dapat digolongkan menjadi antibakteri alami dan sintetik (Eria dkk., 2016). Dalam penelitian yang dilakukan Rivai (2020) setelah dilakukan uji skrining fitokimia, ditemukan bahwa pada ekstrak daun kelor terdapat senyawa flavonoid, tanin, terpenoid, alkaloid, dan saponin.

a. Flavonoid

Flavonoid merupakan komponen alami berupa variabel fenolik yang dapat ditemukan pada buah-buahan, sayuran, biji-bijian, kulit kayu, akar, batang, bunga, teh dan anggur. Flavonoid sangat bermanfaat bagi kesehatan dan dianggap sebagai komponen yang sangat diperlukan dalam berbagai aplikasi nutraceutical, farmasi, obat dan kosmetik. Flavonoid memiliki sifat anti-oksidatif, anti-inflamasi, anti-mutagenik dan anti-karsinogeniknya, serta kemampuan untuk memodulasi fungsi enzim seluler utama. Komponen kimiawi flavonoid didasarkan pada lima belas karbon kerangka yang terdiri dari dua cincin benzen dihubungkan melalui cincin piran heterosiklik.

Komponen kimiawi ini dapat dibagi menjadi berbagai kelas seperti flavon (misalnya, flavon, apigenin, dan luteolin), flavonol (misalnya, quercetin, kaempferol, myricetin, dan fisetin), flavanon (misalnya, flavanone, hesperetin, dan naringenin), dan lainnya (Rivai, 2020).

Flavonoid memiliki peran melawan sifat tahan beku, tahan kekeringan dan mungkin memainkan peran fungsional dalam aklimatisasi panas tanaman dan toleransi pembekuan. Flavonoid sebagai antioksidan dapat ditemukan di kloroplas, yang menunjukkan peran sebagai penangkap oksigen tunggal dan stabilisator membran selubung luar kloroplas. Flavonoid dalam kloroplas juga berpotensi menjaga integritas membran amplop melalui lipid renovasi selama dehidrasi seluler, dan karenanya mencegah oksidatif kerusakan. Flavonoid juga bertindak sebagai sistem pertahanan antioksidan sekunder dalam jaringan tanaman yang terpapar tekanan abiotik dan biotik yang berbeda. Flavonoid terletak di dalam inti sel mesofil dan di dalam pusat pembangkitan ROS. Mereka juga mengatur faktor pertumbuhan pada tumbuhan seperti auksin. Genus *Moringa* memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi terutama karena kandungan flavonoidnya yang tinggi. Sebagian besar flavonoid yang ada dalam genus berada dalam bentuk flavanol dan glikosida. Selain itu, flavonoid dapat digunakan sebagai komponen obat untuk mengurangi risiko penyakit kronis seperti stroke, penyakit kardiovaskular, dan beberapa jenis kanker (Rivai, 2020).

b. Tanin

Tanin (biasa disebut sebagai asam tanat) adalah polifenol yang larut dalam air yang ada di banyak tumbuhan. Tanin adalah proanthocyanidins oligomerik dan polimerik yang terdiri dari unit katekin (digabungkan flavan-3-ol). Tanin dapat ditemukan pada biji-bijian seperti sorgum, millet, barley, kacang kering, kacang faba, kacang polong, carob, kacang merpati, buncis, dan kacang-kacangan lainnya (Rivai, 2020). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh (Tshabalala *et. al.*, 2019) jumlah tanin dalam *Moringa oleifera* berkisar antara 13,2 g (setara asam tanin) TAE/kg dan 20,6g/kg pada daun yang dikeringkan dengan udara. Pada daun *Moringa oleifera*, tanin berkontribusi sekitar 3,2% dari bahan kering.

Tanin memiliki sifat antimikroba yang dapat digunakan dalam pengolahan makanan untuk meningkatkan umur simpan makanan tertentu. Tanin juga telah dilaporkan digunakan lainnya efek fisiologis, seperti mempercepat pembekuan darah, menurunkan tekanan darah, menurunkan kadar lipid serum, menghasilkan nekrosis hati, dan memodulasi respons imun. Tanin juga dikenal sebagai suatu senyawa antioksidan yang larut dalam air dengan berat molekul 500 - 3000 g/mol. Tanin juga memiliki kemampuan untuk mengendapkan protein dan alkaloid (Rivai, 2020).

c. Terpenoid

Terpenoid merupakan senyawa kimia yang terdiri dari beberapa unit isopren. Kebanyakan terpenoid mempunyai struktur siklik dan mempunyai satu gugus fungsi atau lebih. Terpenoid umumnya larut dalam lemak dan terdapat dalam sitoplasma sel tumbuhan. Senyawa terpenoid terdiri atas beberapa kelompok. Terpenoid memberikan sifat aromatik pada tanaman yang meliputi aroma, rasa, warna, dll. Terpenoid juga digunakan sebagai antioksidan bagi tanaman untuk pertumbuhan ekstensif tanaman. Selain itu, aktivitas hipoglikemik dan antihiperlikemik daun kelor dapat disebabkan oleh adanya terpenoid (Rivai, 2020). Selain itu, menurut penelitian yang dilakukan oleh Mohandas & Kumaraswamy (2018), sifat antioksidan tinggi yang ditunjukkan oleh tanaman disebabkan oleh keberadaan sejumlah besar terpenoid.

d. Alkaloid

Alkaloid merupakan rangkaian produk alami yang beragam secara struktural, dan senyawa ini memiliki berbagai aktivitas biologis serta memiliki sifat seperti alkali dan setidaknya satu atom nitrogen dalam heterosiklik. Kandungan alkaloid pada tanaman dapat digunakan dalam banyak hal termasuk dalam obat-obatan. Tanaman dianggap sebagai sumber alkaloid tertua, dan beberapa alkaloid yang paling dikenal luas, seperti morfin, kina, strychnine, dan kokain, berasal dari tumbuhan. Selama beberapa dekade terakhir, berbagai alkaloid alami yang terbuat dari tumbuhan atau tanaman obat telah

menarik minat yang besar karena antioksidan dan antiinflamasi yang sangat baik. Selain itu, alkaloid ini telah dilaporkan dapat mengurangi peradangan dan kerusakan kolon pada berbagai model colitis (Rivai, 2020).

e. Saponin

Saponin merupakan glikosida triterpen atau steroid dengan berat molekul tinggi alami dengan distribusi yang sangat luas di dalam tumbuhan. Tanaman yang mengandung saponin banyak digunakan sebagai pengobatan tradisional. Kandungan saponin dari bahan tumbuhan dipengaruhi oleh tumbuhan spesies, asal genetik, bagian tumbuhan yang diperiksa, faktor lingkungan dan agronomi yang berhubungan dengan pertumbuhan dari tanaman, dan perawatan pasca panen seperti penyimpanan dan pengolahan. Saponin dapat memengaruhi sistem kekebalan melalui aktivitas bahan pembantu, kemampuan untuk memfasilitasi penyerapan yang besar molekul, dan efek imunostimulannya (Rivai, 2020).

Saponin menunjukkan berbagai aktivitas biologis dan memiliki efek farmakologis yang bermanfaat sebagai bahan obat. Saponin dapat digunakan sebagai antikolesterolemia, anti-inflamasi, anti-parasit, anti-bakteria, dan anti-virus. Selain itu, saponin juga dapat digunakan sebagai obat untuk membunuh sel tumor dengan memicu kematian sel tumor melalui jalur pensinyalan yang berbeda, dengan mengaktifkan

reseptor kematian, menargetkan mitokondria, dan memicu stres oksidatif (Rivai, 2020).

2.5. Bakteri *Mix* Saluran Akar Gigi

Telah banyak penelitian yang dilakukan terhadap mikroorganisme sebagai penyebab utama dari nekrosis pulpa pada saluran akar gigi. Mikroorganisme pada jaringan pulpa nekrotik di saluran akar gigi terdiri dari berbagai jenis bakteri (*bacterial mix* saluran akar gigi). Penyebab utama dari terjadinya penyakit pada pulpa adalah masuknya bakteri ke dalam saluran akar. Bakteri masuk ke dalam pulpa dapat melalui berbagai cara antara lain, invasi langsung melalui dentin seperti karies, fraktur mahkota atau akar, terbukanya pulpa pada waktu preparasi kavitas, atrisi, abrasi, erosi, atau terjadinya retak pada mahkota. Namun, masuknya bakteri ke dalam pulpa yang paling sering disebabkan oleh proses lanjut dari karies pada gigi (Walton & Torabinajad 2003).

Sumber utama iritasi terhadap jaringan pulpa dan periradikuler terdapat dalam mikroorganisme pada karies gigi. Berlanjutnya proses karies walaupun belum terkena pulpa, sel-sel peradangan akan mengadakan penetrasi ke pulpa melalui tubulus dentin yang terbuka, sehingga jika karies sudah meluas hingga mengenai pulpa berarti telah terjadi peradangan kronis yang cepat atau lambat pulpa dapat menjadi nekrosis. Nekrosis pulpa merupakan kematian jaringan yang berlanjut dari proses peradangan pulpa

akut maupun krosnis atau terhentinya sirkulasi darah secara tiba-tiba akibat trauma (Savitri 2014).

Terdapat sekitar 500 spesies bakteri yang dikenal sebagai flora normal pada rongga mulut dan kelompok yang dapat diisolasi dari ruang pulpa yang terinfeksi relatif sedikit, bakteri dominan adalah anaerob obligat dengan sedikit bakteri anaerob fakultatif, dan jarang sekali ditemukan adanya bakteri aerob. Pada suatu penelitian pemeriksaan gigi utuh yang saluran akarnya terinfeksi, lebih dari 90% bakterinya adalah anaerob obligatif (Walton & Torabinejad 2003). Bakteri anaerob gram negatif sering sekali diisolasi dari gigi dengan infeksi saluran akar, oleh karena itu endotoksin bakteri menyebabkan iritasi jaringan periapikal dan berperan penting dalam patogenesis lesi inflamasi dan pulpa (Kere 2011).

2.6. Jenis – Jenis Bakteri *Mix* Saluran Akar Gigi

Infeksi endodontia bersifat polimikroba sehingga bakteri yang di dalam saluran akar sering disebut dengan bakteri *mix* saluran akar. Infeksi sering bersifat polimikroba yang artinya bakteri anaerob sering ditemukan dalam infeksi campuran anaerob lain, fakultatif, dan aerob. Bakteri anaerob dapat dibagi menjadi dua yaitu anaerob gram negatif dan anaerob gram positif (Jawetz, Melnick & Adelberg 2008). Bakteri anaerob gram negatif yang ditemukan pada saluran akar gigi nekrosis diantaranya *Bacteriodes*, *Prevotella*, *Porphyromonas*, *Fusobacterium*, dan *Veillonella* sedangkan

bakteri anaerob gram positif yang terdapat pada saluran akar gigi yang nekrosis diantaranya *Actinomyces*, *Propionibacterium*, *Peptostreptococcus*, dan *Eubacterium* (Walton & Torabinejad 2008).

2.6.1. Bakteri Anaerob Gram Negatif

a. *Bacteriodes*

Bacteriodes merupakan kelompok bakteri gram negatif yang paling mendominasi pada manusia (Muliawan 2008). Bakteri ini memiliki bentuk batang dan tidak membentuk spora. Genus *Bacteriodes* telah banyak mengalami revisi taksonomi yang mengubah nomenklatur bakteri berpigmen hitam (*black pigmented bacteria*), karena koloni bakteri ini sering menimbulkan pigmen hitam terutama jika dikultur dalam media yang mengandung darah. Banyak spesies genus *Bacteriodes* diklasifikasikan ulang dan dimasukkan ke genus *Porphyromonas* dan *Prevotella* (Sumawinata 2010).

b. *Prevotella*

Prevotella adalah spesies bakteri *bacillus* gram negatif dan dapat tampak seperti batang yang tipis atau *coccobacillus*. *Prevotella* meliputi spesies yang baru diberi nama dan spesies yang dahulu diklasifikasikan kedalam spesies *bacteriodes* (Jawetz *et. al.* 2008). Jenis *Prevotella* yang dapat diisolasi di saluran akar adalah *Prevotella intermedia* dan *Prevotella nigrecens* (Walton & Torabinejad 2008).

c. *Porphyromonas*

Porphyromonas merupakan bakteri basil gram negatif yang merupakan bagian dari flora rongga mulut manusia. Genus *Porphyromonas* merupakan genus yang baru dinamai dari genus sebelumnya yaitu *Bacteriodes*. Spesies *Porphyromonas* dapat diabaikan dari infeksi gusi dan infeksi periapikal gigi (Jawetz *et. al.* 2008). *Porphyromonas gingivalis* dan *Porphyromonas endodontalis* yang terdapat pada suatu infeksi akut (Walton & Torabinejad 2008).

d. *Fusobacterium*

Fusobacterium merupakan spesies batang pleomorfik gram negatif. Kelompok *fusobacterium* meliputi beberapa spesies yang sering diisolasi dari infeksi bakteri campuran yang disebabkan oleh flora normal pada mukosa (Jawetz *et. al.* 2008).

e. *Veillonella*

Veillonella merupakan bakteri kelompok kokus kecil gram negatif yang merupakan bagian dari flora rongga mulut normal dan nasofaring. Meskipun kadang spesies ini diisolasi pada infeksi polimikroba anaerob, spesies ini jarang ditemukan sebagai satu-satunya penyebab suatu infeksi (Jawetz *et. al.* 2008).

2.6.2. Bakteri Anaerob Gram Positif

a. *Actinomyces*

Kelompok bakteri *Actinomyces* merupakan jenis bakteri yang paling sering menyebabkan aktinimikosis. Spesies bakteri ini memiliki panjang yang bervariasi, dapat berukuran pendek atau panjang, tipis, filament bermanik-manik, dapat bercabang atau tidak bercabang. Beberapa *strain* menghasilkan koloni pada agar yang mirip dengan gigi molar. Spesies *actinomyces* sensitif terhadap penisililin G., eritromisin dan antibiotik lainnya (Jawetz *et. al.* 2008).

b. *Propionibacterium*

Spesies *propionibacterium* pada pewarnaan gram sangat pleomorfik, menunjukkan ujung yang berbentuk lengkung, berbentuk seperti gada atau titik, bentuknya panjang dengan pewarnaan seperti manik-manik dan tidak rata, serta kadang-kadang berbentuk *coccus* (Jawetz *et. al.* 2008). Spesies *Actinomyces* dan *Propionibacterium* mampu untuk menetap di jaringan periradikuler jika ada jaringan yang terinflamasi kronis. Hampir semua infeksi ini tampaknya mengadakan respon terhadap perawatan saluran akar konvensional, walaupun kadang-kadang pembedahan dan antibiotik dapat diperlukan untuk mengatasi infeksi ini (Walton & Torabinejad 2003).

c. *Peptostreptococcus*

Peptostreptococcus merupakan spesies gram positif dengan ukuran dan bentuk yang bervariasi biasanya ditemukan pada kulit dan merupakan bagian dari flora normal membran mukosa, spesies ini sering ditemukan pada infeksi campuran akibat flora normal (Jawetz *et. al.* 2008). Bakteri ini sering dihubungkan dengan gejala dan tanda klinik pada penyakit periradikuler (Walton & Torabinejad 2008).

d. *Eubacterium*

Eubacterium merupakan jenis bakteri pleomorfik dan berbentuk batang gram positif. Beberapa spesies *eubacterium* ditemukan pada infeksi campuran yang berhubungan dengan rongga mulut dan orofaring (Jawetz *et. al.* 2008).

