

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroorganisme memiliki peranan penting dalam menyebabkan infeksi saluran akar. Infeksi pada saluran akar dapat berupa infeksi primer maupun sekunder. Infeksi sekunder terjadi pada gigi yang telah dilakukan perawatan saluran akar. Berdasarkan penelitian tentang bakteri dominan yang ditemukan menyebabkan infeksi sekunder saluran akar antara lain *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus sp.*, *Bacteriodes gracilis*, *Filifactor alocis*, dan *Fusobacterium nucleatum* (Kanumuru & Subbaiah, 2014). Sebanyak 80-90% bakteri *Enterococcus faecalis* ini ditemukan pada kasus infeksi saluran akar (Suchitra, 2013; Lins *et al.*, 2015).

Bakteri *Enterococcus faecalis* terbukti dapat bertahan hidup di dalam saluran akar dan resisten terhadap bahan-bahan antimikrobal sehingga sulit untuk dieliminasi dari saluran akar secara sempurna (Suchitra, 2013; Lins *et al.*, 2015). Bakteri *Enterococcus faecalis* memiliki beberapa faktor virulensi yang dapat mendukungnya untuk tetap bertahan di dalam saluran akar dan melakukan infeksi pada jaringan yang ditempatinya. Faktor-faktor tersebut diantaranya berupa *Lipoteichoic acid* (LTA) dan pembentukan lapisan *Extracellular Polysaccharides* (EPS). *Lipoteichoic acid* (LTA) berperan dalam menyebabkan inflamasi dan pembentukan osteoklas untuk melakukan destruksi tulang. *Extracellular Polysaccharides* (EPS) berperan dalam memberi proteksi biofilm terhadap

serangan dari berbagai bahan kimia dan sel imun host (Fouad, 2017; Samaranayake and Jones, 2018).

Enterococcus faecalis mempunyai kemampuan penetrasi ke dalam tubulus dentinalis sehingga memungkinkan bakteri tersebut terhindar dari instrumentasi alat-alat preparasi dan bahan irigasi yang digunakan selama preparasi biomekanik. *Enterococcus faecalis* mampu mengkatabolisme berbagai sumber energi dan dapat bertahan hidup dalam berbagai lingkungan termasuk pH alkali yang ekstrim, juga pada berbagai suhu. Pada beberapa kasus, ditemukan *Enterococcus faecalis* sebagai satu-satunya bakteri yang ada pada saluran akar yang sudah diobturasi dengan lesi periapikal (Luis *et al.*, 2013). *Enterococcus faecalis* memiliki kemampuan membentuk biofilm dalam saluran akar (Stuart *et al.*, 2006; Kwan, 2017). Teknik mikroskopik menunjukkan bahwa bakteri dalam ruang saluran akar yang terinfeksi membentuk suatu biofilm, yang diketahui lebih sulit dihilangkan dibandingkan bakteri planktonik. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan biofilm bakteri *Enterococcus faecalis* untuk mengamati dan membandingkan pengaruhnya akibat bahan desinfeksi konvensional NaOCl dan bila dikombinasikan dengan desinfeksi PDT Fotosan.

Faktor virulensi bakteri dapat menjadi faktor penyebab kegagalan perawatan saluran akar. Faktor virulensi tersebut membuat bakteri dapat bertahan di dalam ruang saluran akar. Prosedur pembersihan saluran akar menjadi poin penting dalam penentuan keberhasilan suatu perawatan. Prosedur pembersihan saluran akar berpedoman pada Triad Endodontik. Triad endodontik diantaranya preparasi (*cleaning and shaping*), sterilisasi, dan obturasi (Kumar, Abbas & Aster, 2015).

Berbagai cara telah dilakukan untuk mencapai keberhasilan perawatan endodontik, prosedur *cleaning and shaping* yang dicapai dengan penggunaan variasi instrumen endodontik dan teknik preparasi, penggunaan beberapa bahan irigasi sebagai desinfeksi serta pemberian medikasi intrakanal untuk menghilangkan bakteri yang ada di dalam saluran akar. Hal tersebut tidak menjamin bakteri di dalam saluran akar hilang, karena bakteri yang tertinggal di dalam saluran akar dapat berpenetrasi pada tubuli dentin akar hingga kedalaman 1000 μm , sedangkan bahan desinfeksi irigasi hanya mencapai kedalaman 100 μm . Hal ini memungkinkan terjadinya infeksi kembali dan menyebabkan perawatan saluran akar gagal (Stuart *et al.*, 2006; Lins *et al.*, 2015).

Bahan desinfeksi saluran akar yang saat ini sering digunakan adalah *Sodium hypochlorite* (NaOCl). Penggunaan bahan irigasi seperti NaOCl sebagai suatu bahan desinfeksi saluran akar membutuhkan kontak langsung dengan bakteri, faktor penyulit seperti kompleksitas dari anatomi saluran akar, invasi bakteri yang dalam pada tubuli dentin, pembentukan lapisan biofilm pada permukaan saluran akar mengakibatkan larutan NaOCl kurang optimal dalam mencapai pembersihan saluran akar (Peters, Peters & Basrani, 2016). Selain itu pada konsentrasi yang tinggi NaOCl menyebabkan iritasi pada jaringan dan bersifat sitotoksik. Konsentrasi NaOCl yang sering digunakan sebagai bahan irigasi saluran akar antara lain 2,5% dan 5,25%. Dari ulasan bakteri *E faecalis* mampu terbunuh dalam waktu 30 detik dengan konsentrasi 5,25%, 5 menit pada konsentrasi 2,5% (Ingle & Rotstein, 2019; Berman *et al.*, 2021).

Mekanisme kerja *Sodium hypochlorite* (NaOCl) sebagai larutan desinfeksi adalah di dalam air, NaOCl mengalami ionisasi menjadi Na^+ dan ion *hypochlorite*,

OCl^- yang bisa juga dalam bentuk *Hypochlorous acid*, HOCl . Ion hydroxil akan dilepaskan dan bertindak terhadap protein membran sehingga mengalami denaturasi. *Hypochlorous acid* jika berkontak dengan jaringan organik akan bertindak sebagai pelarut dan akan membebaskan *chlorine*. *Chlorine* yang dibebaskan akan bergabung dengan grup protein amino dan membentuk *Chloramine*. *Hypochlorous acid* (HOCl) dan ion *hypochlorite* (OCl^-) menginduksi degradasi asam amino dan hidrolisis. Reaksi Chloraminasi antara *chlorine* dan grup amino (NH) membentuk *chloramine* yang mengganggu metabolisme sel (Garg & Garg, 2014).

Dari beberapa penelitian disebutkan bahwa beberapa bakteri resisten terhadap bahan disinfeksi dan medikamen intrakanal karena keefektifan untuk membunuh bakteri tersebut tergantung dari konsentrasi dan lamanya bahan disinfeksi diberikan padahal beberapa bahan disinfeksi memiliki level toksik jika diberikan pada konsentrasi tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan metode baru dalam perawatan endodontik untuk mengeliminasi bakteri patogen demi mencapai keberhasilan perawatan saluran akar (Maisch *et al.*, 2009).

Dengan demikian, terapi baru dicari untuk mengobati infeksi bakteri saluran akar melalui pendekatan non-antibiotik, berbasis sinar laser (Lubart *et al.*, 2011; Viana *et al.*, 2015; Quiroga *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2016). Terapi berbasis sinar laser ini disebut *photodynamic therapy* atau disingkat PDT. Keuntungan dari PDT meliputi tindakan cepat dan efektivitas inaktivasi yang sama terlepas dari resistensi obat (Zhang *et al.*, 2016). Sinar yang dihasilkan dari PDT tersebut dapat menjangkau area saluran akar yang sulit dijangkau dengan irigasi konvensional karena sinar ini dapat mencapai kedalaman 0,5 cm – 1,5 cm tubuli dentin akar.

Selain itu sinar tersebut tidak memiliki kandungan toksik dan memiliki derajat selektifan yang tinggi untuk membunuh bakteri tanpa merusak sel host. Pada studi *in vivo* dilaporkan bahwa PDT efektif mengeliminasi bakteri yang resisten terhadap beberapa jenis medikamen (Bago *et al.*, 2012; Jimenez *et al.*, 2015).

Photodynamic Therapy (PDT) merupakan kombinasi sinar dan *photosensitizer* (PS) yang diaplikasikan ke dalam saluran akar. Diawali dengan memasukkan *photosensitizer* dengan viskositas rendah ke dalam saluran akar dan diikuti dengan paparan sinar. Prinsip dasar PDT memerlukan paparan mikroba pada molekul fotogenesis eksogen atau endogen, diikuti oleh energi cahaya tampak, biasanya panjang gelombang tertentu menyebabkan eksitasi *photosensitizer* yang menyebabkan transfer elektron atau transfer energi ke molekul oksigen yang menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS), yang segera bereaksi dengan biomolekul dalam organel sel bakteri, menyebabkan kerusakan dan mengakibatkan kematian sel bakteri melalui aktivitas stres oksidatif (Dai *et al.*, 2012).

Stres oksidatif menghasilkan *Reactive Oxygen Species* (ROS) termasuk hidrogen peroksida (H_2O_2), radikal superoksida (O^{-2}) dan hidroksil (OH) yang merusak biomasa makromolekul seperti protein, asam nukleat, lipid, dan polisakarida di mana komponen tersebut merupakan komponen utama pada EPS. EPS yang terdegradasi secara langsung juga menyebabkan terganggunya struktur biofilm (Kimyon *et al.*, 2016).

Pada bidang kedokteran gigi, *Photodynamic Therapy* (PDT) mulai digunakan untuk mengeliminasi bakteri rongga mulut terutama yang resisten terhadap antibiotika dan medikamen. Dari beberapa penelitian melaporkan bahwa

pemberian PDT dapat menurunkan jumlah bakteri gram positif dan negatif patogen dalam rongga mulut. PDT juga banyak digunakan untuk penyakit periodontal karena efektif membunuh bakteri *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*. Selain itu dari hasil penelitian Hakimiha (2014) melaporkan bahwa PDT dapat menurunkan jumlah bakteri *Streptococcus mutan* yang merupakan bakteri penyebab karies. Dari beberapa manfaat tersebut, PDT mulai banyak dikembangkan sebagai desinfektan pada saluran akar (Mattiello *et al.*, 2011; Hakimiha, Khoei & Bahador, 2014; Kishen & Shrestha, 2015).

Fotosan merupakan salah satu alat *photodynamic therapy* yang menggunakan sinar merah LED (*Light Emitting Diode*) dengan panjang gelombang 630 nm serta cairan *photosensitizer*. *Photosensitizer* yang digunakan sesuai produksi pabrik terbuat dari bahan *Toluidine Blue O* (TBO). Beberapa penelitian sebelumnya telah didapatkan *photosensitizer* dari bahan lain seperti klorofil dan psoralen (Ongkowijoyo, Kunarti & Pribadi, 2020). Penelitian mengenai waktu penyinaran yang efektif untuk membunuh bakteri saluran akar juga telah banyak diteliti (Artini, Zubaidah & Subiwahjudi, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, penelitian kali ini akan dilakukan pengamatan *Photodynamic Therapy* Fotosan dalam merusak biofilm *Enterococcus faecalis* dikombinasikan dengan larutan NaOCl 2,5% secara bergantian ditinjau dari seberapa besar ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang terbentuk pada biofilm dan seberapa besar degradasi biofilm *Enterococcus faecalis* dilihat dari parameter bakteri yang masih bertahan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan suatu rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah kombinasi *Photodynamic Therapy* Fotosan dengan larutan NaOCl 2,5% terbentuk ROS (*Reactive Oxygen Species*) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan larutan NaOCl 2,5% dan *Photodynamic Therapy* Fotosan?
2. Apakah degradasi biofilm *Enterococcus faecalis* akibat perlakuan kombinasi *Photodynamic Therapy* Fotosan dengan larutan NaOCl 2,5% lebih besar dibandingkan akibat perlakuan larutan NaOCl 2,5%, *Photodynamic Therapy* Fotosan?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang terbentuk pada biofilm *Enterococcus faecalis* serta degradasi biofilm *Enterococcus faecalis* setelah diberi perlakuan larutan NaOCl 2,5%, *Photodynamic Therapy* Fotosan, dan kombinasi *Photodynamic Therapy* Fotosan dengan larutan NaOCl 2,5%.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk membandingkan ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang terbentuk pada biofilm *Enterococcus faecalis* setelah diberi perlakuan larutan NaOCl 2,5%, *Photodynamic Therapy* Fotosan, dan kombinasi *Photodynamic Therapy* Fotosan dengan larutan NaOCl 2,5%.
2. Untuk membandingkan degradasi biofilm *Enterococcus faecalis* setelah diberi perlakuan larutan NaOCl 2,5%, *Photodynamic Therapy* Fotosan, dan

kombinasi *Photodynamic Therapy* Fotosan dengan larutan NaOCl 2,5% melalui pengamatan Optical Density (OD).

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Memberikan kontribusi keilmuan mengenai pemeriksaan yang dilakukan untuk mengamati terbentuknya ROS (*Reactive Oxygen Species*) pada suatu suspensi biofilm dalam media cair oleh *Photodynamic Therapy* Fotosan dan larutan NaOCl 2,5% dan kemampuannya dalam mendegradasi biofilm *Enterococcus faecalis* melalui parameter bakteri yang masih bertahan.

1.4.2 Manfaat Praktis

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengembangkan manfaat *Photodynamic Therapy* Fotosan sebagai terapi tambahan untuk membantu larutan *Sodium hypochlorite* (NaOCl) dalam melakukan desinfeksi dan sterilisasi saluran akar saat perawatan endodontik sehingga didapatkan hasil yang optimal.