

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Karies gigi dan penyakit periodontal merupakan salah satu penyakit gigi dan mulut yang paling sering ditemukan. Karies gigi adalah penyakit infeksi mikroba pada gigi yang menyebabkan pelarutan dan kehancuran jaringan terkalsifikasi secara terlokalisasi.<sup>1</sup> Penyebab karies gigi yang paling utama adalah bakteri yang berkembang dalam plak gigi.<sup>2</sup> Terdapat hubungan yang erat antara mikroba seperti *Streptococcus mutans*, *Porphyromonas gingivalis*, dan *Fusobacterium nucleatum* dengan karies gigi dan penyakit periodontal.<sup>3</sup>

Karies gigi dapat ditangani dengan melakukan prosedur restorasi pada gigi yang mengalami kerusakan. Bahan restorasi yang umum digunakan adalah logam, keramik, polimer, dan resin komposit.<sup>1</sup>

Syarat ideal suatu bahan restorasi berbasis resin adalah memiliki kekuatan yang cukup, memuaskan secara estetik, tidak bersifat toksik, tidak mengiritasi jaringan rongga mulut, dan dapat berikatan dengan struktur gigi.<sup>4</sup>

Bahan restorasi gigi berbasis resin terbagi menjadi dua tipe, yaitu: resin tanpa *filler* (contoh: akrilik) dan resin dengan *filler* (contoh: komposit). Baik resin akrilik maupun resin komposit, keduanya memiliki sifat estetik yang baik. Perbedaannya terletak pada kekuatan resin komposit yang lebih besar dibandingkan dengan resin akrilik karena diperkuat oleh *filler*. *Filler* yang biasa

digunakan adalah *quartz*, silika, gelas, atau keramik yang mengandung logam berat.<sup>4,5</sup>

Meskipun resin komposit memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan resin akrilik, resin komposit belum dapat dinilai sebagai bahan restorasi yang sempurna. Kegagalan resin komposit terbagi dalam dua kelompok besar, yaitu: defek mayor (fraktur atau hilangnya sebagian atau seluruh struktur gigi penyangga atau restorasi) dan defek minor (kebocoran mikroskopis pada perbatasan restorasi dengan struktur gigi asli). Kebocoran pada daerah tepi restorasi dapat menyebabkan akumulasi plak di sekitar restorasi gigi. Plak yang mengandung bakteri dapat menyebabkan terjadinya karies sekunder. Terdapat penelitian yang menunjukkan restorasi berbasis resin memiliki jumlah bakteri dalam plak yang lebih banyak dibandingkan dengan restorasi amalgam dan *glass ionomer* karena kandungan *fluoride* dalam *glass ionomer* dan unsur logam dalam tambalan amalgam diketahui dapat menghambat metabolisme bakteri sehingga menurunkan jumlah bakteri dalam plak gigi.<sup>2,6</sup>

Oleh karena itu, diperlukan restorasi yang estetik, kuat, dan memiliki sifat antibakteri sehingga mampu mencegah karies sekunder. *Graphene oxide* dilaporkan memiliki sifat antibakteri, dimana *graphene oxide* dapat merusak merobek membran sel bakteri sehingga menyebabkan degradasi.<sup>7</sup> Terdapat juga penelitian yang membuktikan bahwa *graphene oxide* dapat menekan pertumbuhan dan membunuh bakteri *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*, dan *Porphyromonas gingivalis* yang diduga berkaitan erat dengan karies gigi dan penyakit periodontal.<sup>3</sup>

*Graphene oxide* diperoleh melalui proses oksidasi grafit. Ketika agen oksidator berkontak dengan grafit, jarak antara lembaran grafit meningkat sehingga didapatkan lembaran karbon yang terpisah oleh molekul oksigen yang kemudian direduksi untuk memisahkan lembaran karbon tersebut menjadi satu atau beberapa lapis *graphene*. Senyawa yang telah teroksidasi dengan sempurna kemudian dilarutkan dalam pelarut bersifat basa seperti air, dan terbentuklah *graphene oxide*.<sup>8</sup> Selain memiliki sifat antibakteri, *graphene oxide* juga memiliki kekuatan hingga 130 GPa dan *Young's modulus* mencapai 1.0 TPa.<sup>9</sup>

Pada penelitian ini, penambahan *graphene oxide* terhadap resin komposit diharapkan dapat memberikan sifat antibakterial terhadap resin komposit sehingga menurunkan risiko terjadinya karies sekunder.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan dalam latar belakang, dapat dirumuskan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Apakah penambahan *graphene oxide* terhadap resin komposit berbasis *filler* zirkonia dapat bersifat bakteristatik dan bakterisidal terhadap bakteri *Streptococcus mutans*?
2. Berapakah konsentrasi *graphene oxide* yang dapat ditambahkan pada resin komposit berbasis *filler* zirkonia sehingga memberikan sifat antibakteri yang optimal?

### 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap sifat antibakteri resin komposit berbasis *filler* zirkonia.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap sifat bakteriostatik dan bakterisidal resin komposit berbasis *filler* zirkonia pada bakteri *Streptococcus mutans*.
2. Mengetahui konsentrasi *graphene oxide* yang dapat ditambahkan pada resin komposit berbasis *filler* zirkonia sehingga memiliki sifat antibakteri yang optimal.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini terdiri dari manfaat ilmiah dan praktis sebagai berikut:

#### 1.4.1 Manfaat Ilmiah

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang material kedokteran gigi dengan memberikan pengetahuan mengenai penambahan *graphene oxide* terhadap resin komposit berbasis *filler* zirkonia yang memiliki efek antibakteri untuk pencegahan karies sekunder.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

Penambahan *graphene oxide* terhadap resin komposit berbasis *filler* zirkonia diharapkan dapat menjadikan resin komposit memiliki sifat antibakteri sehingga membantu pencegahan karies sekunder pada gigi yang telah direstorasi.

### 1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah:

Penambahan *graphene oxide* terhadap resin komposit berbasis *filler* zirkonia dapat menghasilkan komposit yang bersifat antibakteri *Streptococcus mutans*.

### 1.6 Kerangka Pemikiran

Komposisi utama resin komposit adalah matriks, *filler*, *coupling agent*, *inhibitor* dan *activator* polimerisasi, *opacifier*, dan pigmen warna. Penambahan *filler* pada resin komposit bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis resin komposit (*hardness*, *strength*, dan *wear resistance*). *Hardness* resin akrilik biasanya berkisar antara 69 MPa, sedangkan resin komposit memiliki *hardness* sebesar 250-300 MPa. Zirkonia adalah salah satu *filler* yang umum digunakan saat ini. Penelitian menunjukkan bahwa penambahan *filler* zirkonia berukuran nano terhadap resin akrilik dapat meningkatkan sifat mekanis seperti *hardness* dan *fracture toughness*. Zirkonia juga merupakan bahan yang memiliki sifat biokompatibilitas yang tinggi dan bersifat estetik karena warnanya yang putih.

Penambahan zirkonia dilaporkan menunjukkan perubahan yang besar terhadap warna resin akrilik.<sup>4, 10, 11</sup>

Selain berperan dalam meningkatkan kekuatan resin, penambahan *filler* juga berperan dalam menurunkan *shrinkage* akibat polimerisasi resin komposit yang seringkali menyebabkan kebocoran tepi restorasi. Penggunaan komposit jenis *light cure* dilaporkan memiliki keunggulan dalam mengurangi *shrinkage* dibandingkan dengan komposit *chemical cure*. Salah satu *photoinitiator* polimerisasi yang sering digunakan adalah *camphorquinone*. *Camphorquinone* adalah *photoinitiator* yang dapat menyerap gelombang cahaya 400-500 nm secara langsung, baik dengan penggunaan *co-initiator* maupun tidak. Penelitian menunjukkan bahwa polimerisasi komposit dengan *camphorquinone* sebagai *photoinitiator* memberikan hasil yang sangat baik saat disinari dengan *light curing unit* tipe QTH maupun LED.<sup>2, 4, 6, 12</sup>

Meskipun sudah digunakan secara luas, resin komposit bukanlah restorasi yang sempurna. Penelitian menyebutkan bahwa 60% penyebab kegagalan restorasi resin komposit sehingga perlu direstorasi ulang adalah karies sekunder. Karies sekunder adalah karies yang timbul pada tepian restorasi. Penyebab utama karies sekunder adalah akumulasi plak yang mengandung bakteri pada daerah sekitar tepian restorasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ada hubungan antara jumlah akumulasi bakteri dengan jenis bahan yang digunakan untuk restorasi gigi. Terdapat lebih banyak koloni bakteri *Streptococcus mutans* pada restorasi resin komposit dibandingkan dengan restorasi amalgam dan *glass ionomer*. Hal ini diduga terjadi karena restorasi

komposit tidak memiliki sifat antibakteri yang dimiliki oleh restorasi amalgam dan *glass ionomer*.<sup>6</sup>

Perkembangan ilmu pengetahuan dalam bidang material kembali memunculkan suatu bahan baru yang berpotensi besar dalam memperbaiki kekurangan bahan restorasi yang ada saat ini. Bidang *nanoscience* dan *nanotechnology* menyatakan bahwa karbon, atom yang paling umum di bumi memiliki *allotrope* yang sangat potensial, yaitu *graphene*. *Graphene* sendiri bersifat sangat kuat dan merupakan konduktor, namun setelah dioksidasi akan berubah menjadi *graphene oxide* yang bersifat sebagai isolator sehingga aman untuk digunakan sebagai bahan restorasi, namun memiliki kekuatan yang hampir sama. Potensi yang dimiliki oleh *graphene oxide* dapat digunakan untuk memperkuat restorasi komposit.<sup>8,9</sup>

*Graphene oxide* juga dinyatakan memiliki sifat antibakteri. Penelitian menyatakan bahwa *graphene oxide* dapat menghambat perkembangan dan membunuh bakteri yang dianggap bertanggung jawab dalam pembentukan karies gigi dan penyakit periodontal, seperti *Streptococcus mutans*, *Fusobacterium nucleatum*, dan *Porphyromonas gingivalis*.<sup>3,7</sup>

Pada suatu penelitian terdahulu, dibuat suatu *biofilm* yang mengandung bakteri *Streptococcus mutans*. *Biofilm* tersebut terbagi menjadi 4 kelompok yang sama. Kemudian ditambahkan *graphene oxide* dengan konsentrasi 5 µg/mL, 10 µg/mL, 20 µg/mL, 40 µg/mL, dan 80 µg/mL. Hal tersebut dilakukan untuk mengetahui dampak *graphene oxide* terhadap perkembangan koloni bakteri. Pada kelompok *biofilm* pertama, *graphene oxide* ditambahkan 0 jam

setelah pembentukan *biofilm*. Terjadi penurunan jumlah sel bakteri sampai hanya tersisa kurang dari 25% pada penambahan *graphene oxide* sebanyak 80  $\mu\text{g}/\text{mL}$ . Sedangkan pada kelompok kontrol jumlahnya adalah 100%.<sup>13</sup>

Terdapat suatu penelitian terdahulu mengenai aktivitas antibakteri bahan berbasis *graphene* terhadap bakteri *Escherichia coli*. Menurut Vecitis dkk, terdapat tiga tahapan mekanisme sitotoksitas bahan berbasis *graphene* secara umum. Tahap pertama adalah adhesi bakteri terhadap bahan sehingga terjadi kontak langsung. Tahap kedua adalah bahan berbasis karbon akan melakukan interaksi yang mengacaukan membran bakteri yang menyebabkan ketegangan membran. Lembaran *graphene* yang berukuran nano akan bertindak sebagai pemotong yang merusak membran sel sehingga komponen intraseluler sel bakteri akan keluar. Tahap ketiga adalah proses oksidasi struktur atau komponen vital pada sel bakteri sehingga menyebabkan kematian sel.<sup>14</sup>

Berdasarkan kerangka pemikiran ini, dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan *graphene oxide* pada komposit *lightcure* berbasis *filler* zirkonia terhadap sifat antibakterial restorasi komposit.

### 1.7 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental semu menggunakan analisis statistik *one way* ANOVA yang dilanjutkan dengan *post hoc Tukey*.

### 1.8 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di gedung *Advanced Material Processing Laboratory* Institut Teknologi Bandung dan *Laboratorium Mikrobiologi Sekolah Farmasi* Institut Teknologi Bandung dari bulan Desember 2017 sampai dengan Januari 2018.

