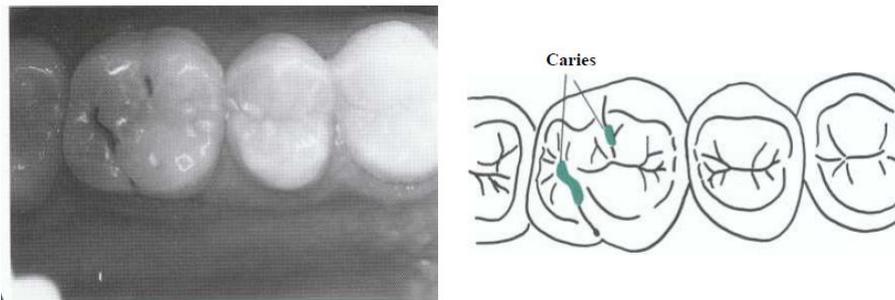


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karies gigi adalah kerusakan jaringan keras gigi terlokalisasi yang terkena asam dari produksi sampingan fermentasi karbohidrat oleh bakteri.¹ Karies merupakan salah satu penyakit kronis dengan prevalensi tertinggi pada populasi dunia, dan orang – orang bisa terkena penyakit ini kapan saja selama masa hidupnya. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar Republik Indonesia pada tahun 2013, rata – rata penduduk Indonesia memiliki 5 buah gigi yang rusak akibat karies.² Penyakit ini merupakan penyebab utama dari kehilangan struktur gigi. Dampak dari karies gigi terjadi seumur hidup karena struktur gigi yang rusak tidak bisa mengalami regenerasi dan harus direstorasi.³



Gambar 1.1. Gambaran Karies Gigi pada Permukaan Oklusal Molar Pertama⁴

Bahan restorasi gigi dapat terbuat dari material logam, keramik, logam-keramik, atau bahan berbasis resin yang digunakan untuk menggantikan, memperbaiki, atau

membangun kembali gigi dan/atau untuk meningkatkan estetik. Berdasarkan teknik pembuatannya, bahan restorasi dibagi dua: bahan restorasi *direct* dan bahan restorasi *indirect*. Bahan restorasi *direct* adalah semen, logam atau komposit berbasis resin yang ditempatkan dan dibuat secara intraoral untuk merestorasi gigi dan/atau meningkatkan estetik. Restorasi *direct* membutuhkan waktu kunjungan yang lebih singkat dibandingkan restorasi *indirect*. Selain itu, berdasarkan waktu penggunaannya, bahan restorasi dibagi menjadi bahan restorasi sementara dan permanen.⁵

Pencarian bahan restorasi estetik yang ideal telah membuat perkembangan yang signifikan dalam bahan estetik serta teknik penggunaan bahan tersebut. Komposit *direct* menggambarkan kemajuan besar dalam kedokteran gigi restoratif.⁴ Komposit adalah suatu sistem yang terdiri dari campuran dua atau lebih makromolekul yang tidak saling melarutkan dan memiliki wujud berbeda. Bahan sewarna gigi seperti komposit digunakan pada hampir seluruh tipe dan ukuran restorasi gigi. Keuntungan restorasi ini adalah memerlukan pembuangan struktur gigi yang minimal, menimbulkan hanya sedikit sakit atau tidak sama sekali, waktu operatif yang singkat, serta biaya yang lebih murah dibandingkan restorasi *indirect*. Bahan restorasi komposit secara umum mengandung matriks polimer kontinu atau resin dimana *filler* anorganik disebarkan. *Filler* anorganik ini secara signifikan memperbaiki sifat fisik dari komposit dengan meningkatkan kekuatan bahan restorasi dan mengurangi ekspansi termal.⁶

Walaupun bahan tambal komposit sudah banyak berkembang baik sifat fisik maupun mekanisnya, beberapa faktor masih menjadi perlu dipertimbangkan. Salah

satu permasalahan dari tambalan komposit adalah *wear resistance* yang kurang baik. Berdasarkan penelitian, walaupun ukuran partikel yang semakin kecil telah berhasil meningkatkan *wear resistance*, komposit masih jauh lebih mudah mengalami *wear* dibandingkan struktur gigi yang asli. Terutama bila tambalan memiliki permukaan preparasi yang luas dan terletak di posterior, restorasi lebih mudah mengalami keausan. Permasalahan lain adalah fraktur restorasi komposit. Akar permasalahan dari *wear* serta fraktur restorasi adalah kekerasan komposit yang lebih rendah dari enamel, sehingga gaya oklusi yang terus menerus dapat mengakibatkan fraktur atau perubahan bentuk restorasi.⁷

Salah satu cara meningkatkan sifat mekanis dari komposit adalah menambahkan *filler* yang sesuai. Seiring perkembangan teknologi, sudah ada berbagai macam material yang digunakan sebagai *filler* komposit, seperti karbon, logam, alumina, silika, zirkonia, dan sebagainya. Salah satu material yang berpotensi menjadi *filler* yang baik adalah *graphene oxide*. *Graphene oxide* (GO) merupakan produk eksfoliasi kimiawi dari grafit. GO adalah oksida dari *graphene*. GO merupakan kandidat potensial untuk meningkatkan material mekanis dari bahan berbasis semen karena pelarutan yang baik dengan air, *aspect ratio* yang tinggi dan sifat mekanis yang sangat baik. Berdasarkan beberapa penelitian, penambahan GO ke dalam semen dapat meningkatkan kekerasan, *wear resistance*, *compressive strength*, *flexural strength*, serta memperluas *stress-strain curve*. Penambahan GO meningkatkan luas permukaan dari suatu material, sehingga distribusi gaya menjadi lebih baik dan ketahanan terhadap gaya bertambah.⁸

Berdasarkan latar belakang tersebut, akan dilakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap kekerasan dan mikrostruktur resin komposit sebagai bahan tambal.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan di atas, penulis dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Apakah terdapat pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap kekerasan nanokomposit *lightcured* dengan *filler* zirkonia?
2. Bagaimana gambaran mikrostruktur resin nanokomposit *lightcured* berfiller zirkonia tanpa dan dengan penambahan *graphene oxide*?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

- Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mendapatkan nanokomposit *lightcured* dengan tambahan *graphene oxide* yang dapat digunakan sebagai bahan restorasi gigi.

- Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis ada tidaknya pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap kekerasan nanokomposit *lightcured* dengan *filler* zirkonia.
2. Mengetahui gambaran mikrostruktur resin nanokomposit *lightcured* berfiller zirkonia tanpa dan dengan penambahan *graphene oxide*.

1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah

Manfaat karya tulis ilmiah ini adalah sebagai berikut:

1.4.1 Manfaat Keilmuan

Penelitian nanokomposit dengan penambahan *graphene oxide* ini berguna untuk memperoleh data awal dan mengembangkan ilmu kedokteran gigi, khususnya dalam bidang material kedokteran gigi.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penambahan *graphene oxide* sebagai *filler* aditif matriks polimer nanokomposit diharapkan dapat menghasilkan bahan restorasi gigi yang memiliki kekerasan yang lebih tinggi sehingga tidak mudah mengalami fraktur atau perubahan bentuk.

1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

Dalam kedokteran gigi, istilah resin komposit secara umum mengacu pada sistem polimer *reinforced* yang digunakan untuk merestorasi jaringan keras, misalnya enamel dan dentin. Istilah ilmu material yang sesuai adalah *polymer matrix composite* atau *particulate-reinforced polymer matrix composite*. Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang dan memodifikasi warna serta kontur gigi. Resin komposit merupakan gabungan dari beberapa komponen utama yaitu: matriks polimer organik, partikel *filler* anorganik, dan sistem inisiator-akselerator.⁹ Seluruh komponen tersebut membutuhkan

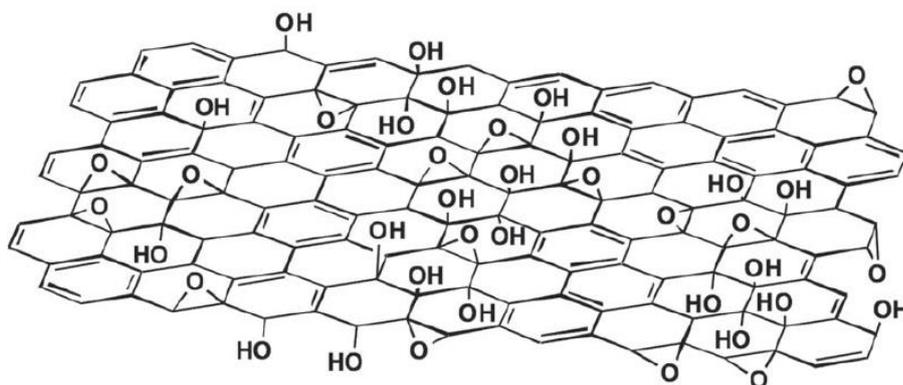
coupling agent untuk mengikat partikel *filler* dengan resin matriks. *Coupling agent* meningkatkan distribusi stres, mencegah penetrasi air, serta mengurangi *wear*.⁶

Matriks polimer organik yang digunakan di kebanyakan komposit komersil masa kini adalah matriks *cross-linked* dari monomer – monomer dimetakrilat. Monomer dimetakrilat yang paling umum dipakai adalah 2,2-bis[4(2-hydroxy-3-methacryloxy-propyloxy)-phenyl]propane (Bis-GMA) dan diurethane dimethacrylate (UDMA). Berdasarkan penelitian, UDMA memiliki derajat polimerisasi, modulus fleksural, serta kekuatan fleksural yang lebih baik dari Bis-GMA.¹⁰ Ikatan ganda pada ujung setiap molekul monomer tersebut mengalami polimerisasi adisi dengan inisiasi radikal bebas. Meskipun monomer – monomer ini dapat menyediakan sifat optis, mekanis, dan klinis yang optimal, monomer tersebut bersifat kental dan harus dicampurkan dengan monomer pengencer yang berat jenisnya lebih rendah. Monomer pengencer yang digunakan antara lain tri(ethyleneglycol)dimethacrylate (TEG-DMA), 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), serta 2-(Dimethylamino)ethyl methacrylate (DMA-EMA).⁹ Perbandingan berat monomer yang digunakan adalah UDMA: TEG-DMA: HEMA: DMA-EMA = 17 : 5 : 5 : 10.¹¹

Filler merupakan bagian terbesar dari volume dan berat komposit, yaitu mencapai 60 – 70wt% dari keseluruhan komposisi. Fungsi *filler* adalah memperkuat matriks resin, mencapai tingkat translusensi yang tepat, dan mengontrol *shrinkage* dari komposit selama polimerisasi. *Filler* berupa mineral yang dihaluskan seperti *quartz*, *glass*, atau keramik sol-gel. Seiring kemajuan teknologi, telah dikembangkan *filler* berukuran nano (400-600nm). Kelebihan komposit nanofil

adalah memiliki kekuatan mekanis seperti komposit mikrohibrid serta kehalusan seperti komposit mikrofil.⁹ *Nanofiller* yang sering digunakan adalah zirkonia (ZrO_2), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), titania (TiO_2), barium *glass*, stronsium *glass*, dan *hydroxyapatite*. Selain itu terdapat aditif atau tambahan *filler*, seperti *fiber* dan *nanotube*. Penelitian ini menggunakan zirkonia sebagai *filler* nanokomposit karena kekerasan, radioopasitas serta opasitas yang tinggi.¹²

Salah satu material yang berpotensi menjadi tambahan *filler* resin nanokomposit adalah *graphene oxide* (GO). *Graphene oxide* merupakan oksida dari salah satu alotrop karbon yaitu *graphene*. Selembar GO diprediksi memiliki kekuatan mekanis yang sangat kuat (*fracture strength* ~63GPa). Di dunia industri, GO telah banyak dipakai untuk memperkuat sifat mekanis dari resin komposit. Dispersi yang homogen dari lembaran – lembaran GO dengan sifat mekanis yang sangat baik serta luas permukaan yang besar menyebabkan nanokomposit ber*filler* GO secara umum menunjukkan sifat yang lebih baik bahkan dengan jumlah penambahan yang sedikit.¹³



Gambar 1.2. Skema Struktur *Graphene Oxide*¹⁴

Penelitian yang dilakukan pada resin *epoxy* yang diperkuat GO menyatakan penambahan 1,5 vol% GO pada resin *epoxy* meningkatkan *tensile strength*, kekerasan, dan modulus Young dari komposit tersebut.¹⁵ Pada penelitian lain yang dilakukan menggunakan *polymethylmethacrylate* (PMMA), penambahan GO sebanyak 1% w/w meningkatkan modulus Young secara drastis dari 2,2 GPa menjadi 4,1 GPa.¹⁶ Selain itu, GO juga terbukti meningkatkan *wear resistance* dan durabilitas dari komposit *polytetrafluoroethylene*.¹⁷ Selain sifat mekanis yang baik, berdasarkan studi sitotoksisitas dari berbagai nanomaterial berbasis *graphene* pada *stem cell* folikel dental manusia, *graphene oxide* terbukti tidak berbahaya. Senyawa turunan *graphene* lainnya, *reduced graphene oxide*, menunjukkan sitotoksisitas yang tinggi. *Nitrogen-doped graphene* juga mengurangi viabilitas sel dan mengubah membran mitokondria serta filamen aktin sitoskeleton jika digunakan dalam konsentrasi yang tinggi.¹⁸

Coupling agent yang digunakan pada penelitian ini adalah kitosan 2w%. Kitosan adalah produk alami turunan kitin. Kitosan yang ditambahkan pada matriks dan *filler* dapat menyelubungi partikel *filler* dan mencegah timbulnya aglomerasi, sehingga semua permukaan tertutup, distribusi partikel homogen, dan kekuatan mekanis meningkat.¹¹

Sistem inisiator yang digunakan dalam penelitian ini adalah aktivasi cahaya (*light-cured*) menggunakan cahaya biru dengan panjang gelombang puncak kurang lebih 465nm. Cahaya ini diabsorpsi menggunakan *photo-sensitizer*, seperti *camphorquinone*, yang ditambahkan ke campuran monomer sebanyak 0,1 – 2,0%.⁹ Kelebihan proses polimerisasi *light-cured* dibandingkan *chemical-cured* adalah

tidak ditimbulkannya panas eksotermis saat komposit *setting* dan kontrol *working time* yang lebih leluasa bagi dokter gigi.⁶

Perbandingan penambahan *filler graphene oxide* pada penelitian ini terdiri dari lima kelompok. Kelompok I atau kelompok kontrol tidak mengandung GO sama sekali, kelompok II mengandung 0,25wt% GO dalam *filler*, kelompok III mengandung 0,50wt% GO dalam *filler*, kelompok IV mengandung 0,75wt% GO dalam *filler*, dan kelompok V mengandung 1,00wt% GO dalam *filler*. Perbandingan ini mengacu pada penelitian terdahulu yang menunjukkan puncak sifat mekanis resin komposit yang diperkuat GO adalah pada kadar GO 1,00wt%.¹⁶

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh penambahan *graphene oxide* terhadap kekerasan dari resin nanokomposit *lightcured* dengan *filler* zirkonia.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian berupa *quasi experiment* atau eksperimen semu. Analisis statistika dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS di komputer. Penelitian pertama adalah studi komparatif numerik dari >2 kelompok uji yang tidak berpasangan, sehingga uji statistik menggunakan metode *one way* ANOVA. Penelitian kedua berupa studi deskriptif mengenai gambaran mikrostruktur resin nanokomposit *lightcured* ber*filler* zirkonia tanpa dan dengan penambahan *graphene oxide* untuk melihat morfologi permukaan serta distribusi *filler*.

1.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium *Advanced Materials Processing* Institut Teknologi Bandung, Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi (PPNN) Institut Teknologi Bandung, Laboratorium Kimia Analitik Institut Teknologi Bandung, Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeokimia Institut Teknologi Bandung, dan Laboratorium Ilmu Teknik Material Kedokteran Gigi (ITMKG) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha dari bulan Juli 2017 sampai bulan Desember 2017.

