

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kehilangan gigi antara lain dapat disebabkan oleh karies, penyakit periodontal, trauma dan atrisi berat. Selain itu, meningkatnya usia sering dihubungkan dengan jumlah kehilangan gigi yang semakin tinggi. Kehilangan gigi dapat menyebabkan estetik dan fungsi biomekanis menjadi tidak baik. Gigi tiruan adalah suatu alat artifisial untuk menggantikan gigi dan jaringan yang berdekatan yang hilang. Kehilangan dapat diganti dengan gigi tiruan seperti gigi tiruan cekat, gigi tiruan lepasan atau implan.^{1,2,3}

Dental bridge (bridge) merupakan salah satu contoh gigi tiruan cekat yang menjadi pilihan yang banyak digunakan untuk menggantikan gigi yang hilang karena jangka penggunaan yang lama dan menurut pasien lebih efisien karena tidak perlu dilepas dan dipasang. Harapan dari pasien pengguna *bridge* adalah tercapainya estetik yang baik, fungsi dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang.^{4,5,6}

Suatu *bridge* hendaknya tidak sekedar mengganti gigi-gigi yang hilang akan tetapi juga harus memulihkan dan menjamin terpeliharanya semua fungsi dari gigi dan mencegah kerusakan selanjutnya. Daya guna dari perawatan ini bergantung pada kemampuan kita menerapkan prinsip-prinsip mekanis, fisiologis, *hygiene*, estetik dan fonetik dalam batas-batas kemampuan biologis dan jaringan penyangga. Salah satu indikator yang

penting untuk memperoleh durabilitas yang baik bagi *bridge* ialah pemilihan bahan *bridge* yang tepat.^{4,5}

Bahan yang sering digunakan untuk pembuatan *bridge*, yaitu logam, keramik, logam-keramik, dan komposit. Setiap bahan memiliki sifat dan karakteristik masing-masing. Bahan yang banyak digunakan hingga saat ini dan dapat memberikan hasil estetik yang optimal adalah keramik dental karena warna dan bentuknya yang menyerupai gigi asli. Keramik dental bersifat abrasif terhadap enamel dan dapat membahayakan gigi antagonis yang masih sehat, sehingga dibutuhkan suatu material yang memiliki sifat fisik seperti kekerasan, kekuatan dan ketahanan terhadap keausan yang menyerupai gigi asli. Modifikasi bahan keramik yang dapat menyerupai sifat mekanis gigi asli antara lain melalui proses penggabungan beberapa unsur keramik dengan matriks tertentu, istilah yang menggambarkan bahan ini adalah komposit. Komposit yang sering digunakan dalam dunia kedokteran gigi adalah resin komposit. Resin komposit merupakan suatu bahan matriks resin yang di dalamnya ditambahkan partikel *filler* anorganik. Resin komposit ini banyak digunakan sebagai bahan restorasi akan tetapi sifat mekanisnya masih kurang baik jika dibandingkan dengan keramik.^{4,6,7}

Komposit dengan *filler* keramik berpotensi untuk memenuhi tuntutan estetik dalam penggunaan *bridge*. Selain estetik, keramik komposit juga dapat memberikan kekuatan mekanis, stabilitas dimensional, radioopasitas serta durabilitas yang baik di dalam rongga mulut. Keramik yang banyak digunakan di dalam dunia kedokteran gigi antara lain seperti porselen *feldspar*, alumina, *glass-infiltrated porous alumina* dan keramik *glass*.

Namun jenis keramik tersebut menunjukkan kekuatan tekuk (*bend strength*) dan ketahanan (*toughness*) yang rendah sehingga menyebabkan terbatasnya disain dalam penggunaannya. Modifikasi dari bahan keramik diperlukan untuk menghasilkan suatu bahan dengan sifat mekanis yang baik.^{8,9}

Penambahan bahan *filler* keramik nanopartikel telah banyak digunakan dalam proses pembuatan bahan restorasi komposit kedokteran gigi karena memiliki keuntungan yaitu meningkatkan sifat mekanis seperti antara lain kekuatan fatik, kekerasan dan resistensi terhadap goresan. Salah satu jenis keramik yang banyak diteliti di bidang kedokteran gigi adalah zirkonia, alumina, dan silika.^{9,10}

Oksida logam pada magnesia berfugsi sebagai *stabilizer* yang akan membuat struktur molekul menjadi lebih stabil pada suhu kamar khususnya bagi zirkonia, sehingga lebih efektif untuk menghambat risiko terjadinya retak. Alumina tidak hanya dibuat dalam komposisi tunggal saja, akan tetapi diberikan berupa bahan keramik lain dengan komposisi tertentu sehingga menghasilkan keramik komposit yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik. Alumina dapat dikombinasikan dengan silika sebagai *filler* bahan restorasi komposit dan *stabilizer* pada zirkonia. *Opaque* dari alumina jika hanya dikombinasikan dengan zirkonia akan menghasilkan restorasi dengan estetik yang kurang baik, maka diperlukan material lain yang memiliki translusensi yang baik seperti silika untuk meningkatkan nilai estetikanya. Penambahan silika dengan ukuran nanopartikel akan menambah kekuatan mekanik dan menambah nilai estetik dari suatu bahan restorasi gigi.^{9,10,11,12}

Fiber merupakan serat alami yang ditarik pada suhu dibawah titik leleh, dapat berbentuk memanjang (*continuous*) atau pendek (*discontinuous*). *Fiber* yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi yaitu *polyethylene*, *glass*, dan karbon. Salah satu *fiber* yang penggunaannya luas, mudah dijumpai dan murah adalah *cotton fiber* (kapas). Efektivitas penggunaan *fiber* sebagai bahan penguat pada komposit tergantung dari beberapa variabel seperti perlekatan antara fiber dengan matriks, kuantitas *fiber* dalam matriks, panjang, bentuk dan arah *fiber*. Penggunaan serat kapas ini dapat mengurangi kegagalan material geopolimer akibat sifat *brittle*.^{13,14,15}

Alkali aktivator memiliki peranan yang sangat penting dalam reaksi geopolimerisasi, semakin besar konsentrasi larutan alkali aktivator maka semakin besar pula kekuatan mekanis material serta mempercepat reaksi geopolimerasi, namun hal ini bergantung pada material dasar yang digunakan.^{16,17,18}

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui pengaruh konsentrasi alkali aktivator dan fraksi massa *cotton fiber* terhadap sifat mekanis dari nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi oleh peneliti adalah sebagai berikut :

1. Apakah terdapat pengaruh perbedaan pada pemberian konsentrasi alkali aktivator 8 M dan 12 M terhadap kekerasan (*hardness*) dan

flexural strength nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

2. Apakah terdapat pengaruh perbedaan pada pemberian fraksi massa *cotton fiber* 0,5% dan 1% terhadap kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi alkali aktivator dan variasi fraksi massa *cotton fiber* terhadap kekerasan dan *flexural strength* nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan pada pemberian konsentrasi alkali aktivator 8 M dan 12 M terhadap kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.
2. Mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan pada pemberian fraksi massa *cotton fiber* 0,5% dan 1% terhadap kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.4 Manfaat Penelitian

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

1.4.1 Manfaat Akademis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pengembangan ilmu dalam pengetahuan akademik yang berguna bagi mahasiswa perguruan tinggi kedokteran gigi di bidang ilmu material kedokteran gigi khususnya mengenai bahan *dental bridge*.

1.4.2 Manfaat Ilmiah

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan material kedokteran gigi dengan menyumbangkan pengetahuan mengenai pengaruh konsentrasi alkali aktivator dan fraksi massa *cotton fiber* terhadap sifat mekanis nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.4.3 Manfaat Praktis

Dengan variasi konsentrasi alkali aktivator dan penambahan *cotton fiber* sebagai bahan penguat pada nanokomposit berbasis geopolimer hasil sintesis diharapkan dapat menjadi alternatif atau pilihan bagi masyarakat untuk menggunakan bahan *dental bridge* yang dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama, tetapi dengan harga yang terjangkau.

1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

1.5.1 Kerangka Pemikiran

Gigi yang hilang dapat diganti dengan gigi tiruan. Gigi tiruan berfungsi untuk meningkatkan kemampuan dalam mastikasi dan fonetik serta untuk memperbaiki estetik dan memelihara kesehatan jaringan disekitarnya. Pembuatan gigi tiruan diperlukan untuk menghindari efek merugikan akibat kehilangan gigi dalam jangka waktu yang lama seperti migrasi patologis, kehilangan tulang alveolar pada daerah gigi yang hilang, penurunan efisiensi pengunyahan dan gangguan bicara. Tujuan pembuatan gigi tiruan adalah mengembalikan fungsi pengunyahan, fungsi bicara, dan fungsi estetika serta memberikan efek psikologis yang menguntungkan. Gigi tiruan dapat dibedakan menjadi gigi tiruan lengkap dan gigi tiruan sebagian (GTS). GTS dibagi lagi menjadi gigi tiruan lepasan dan cekat (GTC).^{6,7,8}

Salah satu jenis gigi tiruan cekat adalah *bridge* yang merupakan gigi tiruan sebagian yang dilekatkan secara permanen pada satu atau lebih dari satu gigi penyangga dan mengganti satu atau lebih dari satu gigi yang hilang. *Bridge* seringkali menjadi salah satu pilihan gigi tiruan cekat yang banyak diminati karena jangka penggunaan yang cukup lama selain itu *bridge* juga bersifat kuat dan merupakan restorasi yang retentif untuk mengganti satu atau lebih kehilangan gigi.^{4,7}

Bahan *bridge* yang digunakan dalam dunia kedokteran gigi adalah keramik, logam, keramik – logam dan komposit. Setiap bahan memiliki sifat, keuntungan dan kerugiannya masing-masing. Logam dianggap sebagai bahan yang dapat digunakan dalam jangka waktu yang cukup panjang karena

sifatnya yang kuat, namun penggunaan yang terlalu lama dapat menyebabkan pewarnaan gingiva menjadi kehitaman pada bagian servikal gigi penyangga. Bahan keramik merupakan bahan yang paling estetik namun *brittle* apabila tipis dan dapat mengakibatkan keausan pada insisal atau oklusal gigi antagonis. Keramik dental merupakan material yang *brittle* dan mudah fraktur apabila dibuat tipis sehingga dapat menyebabkan kegagalan restorasi. Keramik dental yang tidak di *glazing* dengan baik dapat menyebabkan keausan pada permukaan oklusal atau insisal gigi antagonis. Restorasi keramik – logam atau disebut sebagai *porcelain fused to metal* (PFM) banyak digunakan saat ini karena memiliki kombinasi sifat antara keramik yang mempunyai sifat estetik tinggi dan logam dengan kekuatan yang baik, tetapi memerlukan pengurangan jaringan gigi yang hati-hati untuk memperoleh ruangan untuk bahan. Bahan resin akrilik tidak dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang karena dapat mengalami diskolorasi. Alternatif dari kombinasi dua bahan lebih (komposit) untuk menghasilkan suatu bahan *bridge* dengan sifat mekanis yang baik namun tetap memiliki estetik yang baik perlu diteliti lebih lanjut.^{2,7,10}

Komposit merupakan kombinasi dua jenis bahan atau lebih untuk meningkatkan sifat mekanis suatu bahan. Semakin kecil partikel yang dihasilkan maka semakin baik sifat mekanis yang dimiliki suatu bahan. Sintesis partikel dengan sistem nano telah banyak dikembangkan saat ini. Keuntungan dari nanopartikel adalah meningkatkan sifat mekanis seperti antara lain kekuatan fatik, kekerasan dan resistensi terhadap goresan. Nanokomposit merupakan komposit yang diproses melalui lebih dari satu

fase dalam dimensi nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Nanokomposit terdiri dari material dasar (matriks) yang secara kontinyu melingkupi dan menyatukan material lain (penguat/*reinforcement*) yang tersebar merata. Material dasar terdiri dari bahan *filler (filler)*, *coupling agent* dan matriks.^{19,20}

Bahan *filler* nanokomposit dapat terbuat dari berbagai jenis bahan baik bahan organik maupun inorganik. Bahan organik yang biasa digunakan dalam kedokteran gigi berupa oligomer seperti *dimethacrylates (Bis-GMA)* 2,2-bis[4(2-hydroxy-3 methacryloyloxy-propyloxy)-phenyll propane dan *urethane dimethacrylate (UDMA)*. Bahan inorganik dapat terdiri dari partikel *quartz* atau silika. Magnesium merupakan logam yang paling ringan dalam struktur *alloy*. Keuntungannya yang lain ialah memiliki stabilitas dimensi yang tinggi disertai dengan sifat mekanis yang baik, namun modulus elastisitasnya yang rendah membutuhkan kombinasi dengan material lain yang lebih kuat seperti alumina dan silika yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi. Silika juga memiliki sifat optis yang baik dan kombinasi dengan zirkonia yang merupakan keramik terbaik di antara keramik kedokteran gigi. Dengan kombinasi magnesium, alumina, silika dan zirkonia yang disintesis dengan nanopartikel diharapkan dapat menghasilkan suatu nanokomposit dengan sifat mekanis dan estetik yang baik.^{9,21}

Matriks nanokomposit yang digunakan adalah geopolimer. Geopolimer merupakan suatu teknik inovasi yang dapat mengubah aluminosilikat menjadi suatu produk yang disebut geopolimer atau polimer inorganik. Reaksi yang terjadi merupakan geopolimerisasi. Geopolimerisasi merupakan reaksi geosintesis yang mengikuti reaksi alami pembentukan aluminosilikat yan

akan dilarutkan dengan larutan alkali aktivator. Alkali aktivator berperan sebagai prekursor pada proses ini. Semakin besar konsentrasi alkali aktivator yang digunakan akan mempengaruhi laju reaksi proses geopolimerisasi serta meningkatkan kekuatan mekanik material. Geopolimer mempunyai sifat kekuatan yang tinggi, modulus elastisitas dan *shrinkage* rendah namun seringkali terjadi kegagalan akibat sifat yang rapuh seperti keramik. Kegagalan ini dapat dicegah dengan adanya kombinasi bahan penguat seperti serat.^{13,16,17}

Pada penelitian Harmaji, konsentrasi alkali aktivator yang digunakan adalah 8, 12, dan 16 M dengan tujuan untuk melihat pengaruh masing-masing konsentrasi alkali aktivator terhadap kekuatan tekan dari sampel geopolimer yang dibuat. Kuat tekan 28 hari untuk setiap varian memiliki kekuatan tertinggi dengan alkali aktivator 12 M jika dibandingkan dengan 16 M akibat kelebihan ion Na^+ sehingga OH^- lebih sulit dilepas untuk berikatan dengan silikat. Sehingga konsentrasi alkali aktivator yang digunakan dalam penelitian ini adalah 8 dan 12 M.¹⁸

Serat pada komposit dapat mencegah terjadinya kegagalan material akibat *brittle*. Serat yang paling sering digunakan dalam kedokteran gigi adalah kaca, *polyethylene* dan karbon. Serat secara umum digunakan dapat berasal dari tanaman, binatang atau sumber mineral lainnya. *Cotton fiber* (serat kapas) merupakan salah satu contoh serat yang berasal dari tanaman. Kapas berasal dari tanaman genus *Gossypium* kelompok dari rumpun *Hibisceae*. Penggunaan kapas sebagai bahan penguat dari komposit memiliki beberapa keuntungan karena densitasnya yang rendah dan memiliki sifat

mekanis yang baik jika dibandingkan dengan *fiber* pabrikan. Susunan selulosa dari kapas yang khas dapat memberikan kekuatan dan sifat serap (*absorbent*). Kapas merupakan serat alami yang paling sering digunakan secara luas dan bersifat nyaman, mudah untuk dirawat, dan tahan lama. Penggunaan serat sebagai bahan penguat diharapkan mampu meningkatkan sifat mekanis suatu bahan serta diperoleh suatu bahan yang ekonomis karena kapas mudah diperoleh dan murah.^{7,22,23}

Pada penelitian Aloymari, dimana dilakukan penambahan kapas pada komposit geopolimer dengan variasi massa kapas 0,3, 0,5, 0,7 dan 1 % yang kemudian dilakukan beberapa pengujian. Hasil uji kekerasan menunjukkan adanya peningkatan kekerasan pada komposit dengan 0,5 % kapas dari 70 menjadi 93 RHN. Komposit dengan 0,7 dan 1 % kapas terjadi penurunan konsistensi matriks akibat beberapa hal seperti meningkatnya kadar air pada komposit dan adanya porositas sehingga kekerasan menurun. Hasil uji kekuatan tekan (*compressive strength*) komposit yang paling baik ditunjukkan dengan 0,5% kapas dan memperlihatkan penurunan pada 0,7 dan 1 % akibat kapas yang terlalu banyak dapat menyebabkan terbentuknya porus karena adhesivitas yang menurun. Sehingga fraksi massa kapas yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 dan 1%.¹³

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui pengaruh konsentrasi alkali aktivator 8 dan 12 M serta fraksi massa *cotton fiber* 0,5 dan 1% sifat mekanis khususnya kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* dari nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.5.2 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Larutan alkali aktivator 8 M dan 12 M menyebabkan adanya perbedaan kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* pada nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.
2. *Cotton fiber* dengan fraksi massa 0,5 dan 1 % menyebabkan adanya perbedaan kekerasan (*hardness*) dan *flexural strength* pada nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *dental bridge*.

1.6 Metodologi Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan analisis statistik ANOVA *one way*.

1.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Januari -September 2015 di Laboratorium Pemrosesan Material Mutakhir Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung. Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisika dan Keramik, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Program Studi Teknik Metalurgi Institut Teknologi Bandung. Pengujian *flexural strength* dilakukan di Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia Bandung dan karakterisasi mikrostruktur dilakukan di Pusat Penelitian Geologi dan Kelautan Bandung.