

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Penelitian

Maloklusi adalah suatu penyimpangan oklusi dari relasi normal, baik antara gigi pada satu lengkung rahang atau gigi antagonis. Maloklusi dapat dikoreksi dengan perawatan menggunakan alat ortodontik cekat. Alat ortodontik cekat terdiri dari berbagai macam komponen, salah satu komponen yang penting adalah *bracket*.¹

Bracket merupakan komponen pasif pada alat ortodontik cekat yang menempel pada gigi dan berfungsi menyalurkan gaya ke gigi. *Bracket* berdasarkan bahannya diklasifikasikan menjadi 4, yaitu: logam, plastik, keramik, dan kombinasi. Bahan *bracket* yang paling sering digunakan hingga saat ini adalah jenis logam khususnya bahan *stainless steel*. Bahan ini sering digunakan karena harga relatif murah, modulus elastisitas tinggi, dan ketahanan terhadap fraktur yang baik, namun memiliki kelemahan yaitu potensi korosi pada keadaan rongga mulut asam, potensi alergi, pewarnaan pada gigi, dan nilai estetik relative rendah.^{2,3,4}

Perkembangan ilmu material kedokteran gigi saat ini tidak hanya mementingkan fungsi mekanis namun juga fungsi estetik, sehingga *bracket* keramik mulai sering digunakan karena nilai estetik yang lebih baik. *Bracket* keramik selain memiliki nilai estetik yang lebih baik, bahan ini juga memiliki karakteristik antara lain resistensi korosi tinggi, biokompatibilitas sangat baik, dan kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan *bracket stainless steel*. Keramik sebagai

bracket juga memiliki kekurangan seperti *brittle* dan harga relatif mahal sehingga dibutuhkan bahan alternatif yang dapat digunakan bahan *bracket*, salah satunya yaitu komposit.⁴

Komposit secara umum merupakan pencampuran dua atau lebih bahan material yang memiliki struktur dan karakteristik yang berbeda sehingga dapat meningkatkan sifat material yang lebih baik dibandingkan dengan komponen tunggal. Terdapat berbagai macam pengembangan komposit, salah satu yang sedang berkembang hingga saat ini adalah nanokomposit. Nanokomposit merupakan komposit yang memiliki setidaknya satu senyawa yang berukuran nanometer (10^{-9} m).⁵⁻⁷

Komponen utama pada komposit antara lain matriks dan *filler*. Matriks merupakan bahan utama yang mengikat partikel filler, matriks yang sering digunakan dalam material kedokteran gigi adalah Bis-GMA, TEG-DMA, dan UDMA. *Filler* merupakan komponen penguat komposit yang tersebar diantara komponen matriks. Bahan material yang dapat digunakan sebagai *filler* antara lain alumina, magnesia, dan silika.^{8,9,10}

Matriks nanokomposit yang digunakan adalah matriks geopolimer. Geopolimer merupakan senyawa inorganik aluminasilikat diaktivasi menggunakan larutan alkali kuat. Metode geopolimerisasi saat ini sedang berkembang karena memiliki sifat yang lebih unggul dibanding polimer pada umumnya, seperti *strength* tinggi dan *shrinkage* rendah.^{8,9}

Bahan material yang dapat digunakan sebagai *filler* adalah alumina. Alumina merupakan senyawa keramik yang berasal dari bauksit yang sangat biokompatibel

dan kekerasan yang tinggi. Penggunaan alumina dalam bidang kedokteran gigi umumnya digunakan sebagai bahan poles pada restorasi logam, komposit, dan keramik. Sifat unggul yang khas dari alumina yaitu kemampuan mencegah adanya retakan yang lebih lanjut pada suatu spesimen.^{11,12}

Magnesia merupakan senyawa oksida yang memiliki berat paling ringan dan resistensi korosi yang sangat baik. Bahan material ini pada material kedokteran gigi digunakan sebagai campuran pada semen, implan, dan bahan restorasi lain. senyawa logam yang umum digunakan di bidang kedokteran gigi sebagai campuran semen, implan, dll. Bahan material magnesia sering dicampur dengan alumina untuk membentuk suatu fasa khusus yang disebut spinel.^{13,14}

Spinel khususnya magnesia alumina spinel merupakan fasa dengan bentuk menyerupai mineral spinel yang terdiri dari ikatan magnesia oksida dan alumina oksida yang memiliki ikatan dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik. Sifat spinel yang dinilai menguntungkan antara lain densitas ringan, tahan terhadap korosi dan suhu tinggi, sintesis sederhana, dan transmisi spinel dapat berwarna transparan.¹⁴⁻¹⁶

Bahan material yang paling sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi adalah silika. Bahan kedokteran gigi yang menggunakan silika antara lain glass ionomer, komposit dental, kompomer, pasta gigi, dan bahan poles. Silika banyak digunakan karena ketersediaan bahan yang mudah didapat, kekerasan yang cukup baik, dan dapat meningkatkan nilai estetik pada suatu bahan.^{11,17}

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka pada penelitian ini melakukan sintesis nanokomposit berbasis geopolimer dengan *filler* alumina, magnesia, dan

silika untuk mengembangkan bahan nanokomposit yang mungkin dapat dijadikan bahan alternatif *bracket* ortodontik cekat.

1.2. Identifikasi Masalah

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

1. Apakah terdapat pengaruh perbedaan pada perbandingan *filler* alumina:magnesia:silika 48:40:12 dan 65:30:5 terhadap karakteristik nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *bracket* ortodontik cekat?
2. Apakah terdapat pengaruh perbedaan pada perbandingan *filler* alumina:magnesia:silika 48:40:12 dan 65:30:5 terhadap kekerasan nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *bracket* ortodontik cekat?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mendapatkan komposit alumina-magnesia-silika berukuran nano yang mungkin dapat digunakan sebagai bahan *bracket* keramik pada ortodontik cekat.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis ada tidaknya pengaruh perbedaan pada perbandingan *filler* alumina:magnesia:silika 48:40:12 dan 65:30:5 terhadap karakteristik nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *bracket* ortodontik cekat.

2. Menguji ada tidaknya pengaruh perbedaan pada perbandingan *filler* alumina:magnesia:silika 48:40:12 dan 65:30:5 terhadap kekerasan nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *bracket* ortodontik cekat.

1.4. Manfaat Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini terdiri dari kegunaan ilmiah dan kegunaan praktis yang akan diuraikan sebagai berikut:

1.4.1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi perkembangan pengetahuan ilmu material kedokteran gigi, khususnya bahan alternatif nanokomposit alumina-magnesia-silika.

1.4.2. Manfaat Praktis

Penelitian nanokomposit alumina-magnesia-silika berbasis geopolimer diharapkan dapat memperoleh nanokomposit alternatif yang mungkin dapat digunakan sebagai bahan *bracket* pada perawatan ortodontik cekat.

1.4.3. Manfaat Akademis

Hasil penelitian ini digunakan untuk memperoleh data awal dan mengembangkan ilmu kedokteran gigi, khususnya dalam bidang material kedokteran gigi.

1.5. Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

Bracket berdasarkan bahan yang digunakan diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu: logam, keramik, plastik, dan kombinasi. Bahan *bracket* yang sering digunakan saat ini adalah logam *stainless steel*. Bahan *stainless steel* memiliki keunggulan antara lain *tensile strength* tinggi, *fracture toughness* tinggi, dan harga yang ekonomis.¹⁻⁴

Bracket keramik saat ini mulai sering digunakan karena memiliki estetika yang lebih baik dibandingkan *bracket* jenis lain. *Bracket* keramik yang terdapat dipasaran hingga saat ini adalah bahan zirkonia, alumina monokristalin, dan alumina polikristalin. Ketiga bahan tersebut terdiri dari dua macam warna, pada *bracket* zirkonia dan alumina polikristalin berwarna opak sedangkan pada *bracket* alumina monokristalin berwarna translusen.⁴

Bracket alumina monokristalin merupakan *bracket* transparan yang terbuat dari alumina oksida dengan suhu pembakaran 2100⁰C. *Bracket* jenis ini memiliki nilai estetika yang paling baik karena berwarna translusen, selain itu *bracket* alumina monokristalin juga lebih biokompatibel, resisten terhadap korosi dan diskolorisasi baik, dan permukaan yang lebih halus. *Bracket* alumina monokristalin memiliki sifat yang merugikan seperti *fracture toughness* yang rendah, *brittle*, dan harga yang relatif mahal sehingga dibutuhkan bahan alternatif lain seperti komposit.⁴

Komposit secara umum didefinisikan sebagai hasil pencampuran dua bahan atau lebih yang memiliki struktur dan karakteristik yang berbeda. Komposit berukuran nanomater (10^{-9} m) merupakan salah satu jenis komposit yang telah

berkembang saat ini. Nanokomposit memiliki luas permukaan interaksi yang lebih banyak sehingga dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik suatu bahan.^{6,7,18}

Matriks geopolimer merupakan senyawa aluminosilikat yang diaktivasi menggunakan larutan alkali kuat. Geopolimerisasi melalui proses ekstotermal kompleks yang menghasilkan struktur khas dari ikatan geopolimer yaitu ikatan tiga dimensi antara Si-O-Al atau Si-O-Si. Geopolimer terbuat dari ikatan aluminosilikat yang disebut polisialat, sialat merupakan penamaan dari ikatan *silicon-oxo-aluminate* (-Si-O-Al-O-). Proses geopolimerisasi ini terjadi dalam suhu kurang dari 100 °C. Kegunaan aktivator dalam proses geopolimerisasi adalah untuk meningkatkan sifat mekanis bahan pada fase awal pemanasan, sehingga struktur ikatan geopolimer bergantung pada tahap polikondensasi aluminosilikat.^{9,19,20}

Alumina merupakan keramik yang berasal dari bauksit dengan sifat biokompatibilitas yang sangat baik dan kekerasan tinggi. Sifat mekanis dari alumina lainnya yaitu resistensi korosi tinggi, resistensi diskolorisasi yang baik, dan kemampuan untuk mencegah terbentuknya retakan lebih lanjut pada suatu bahan. Alumina saat menjadi bahan tunggal memiliki kekurangan yaitu warna alumina yang opak dan *brittle* sehingga perlu adanya penambahan bahan material lain untuk meningkatkan karakteristik dan estetika alumina.^{18,21}

Magnesia adalah senyawa oksida yang memiliki berat paling ringan. Pada perkembangan ilmu material kedokteran gigi, magnesia dianggap cukup biokompatibel sehingga digunakan untuk campuran pada pembuatan semen dan pasak gigi. Magnesia juga memiliki kelebihan antara lain ketahanan terhadap

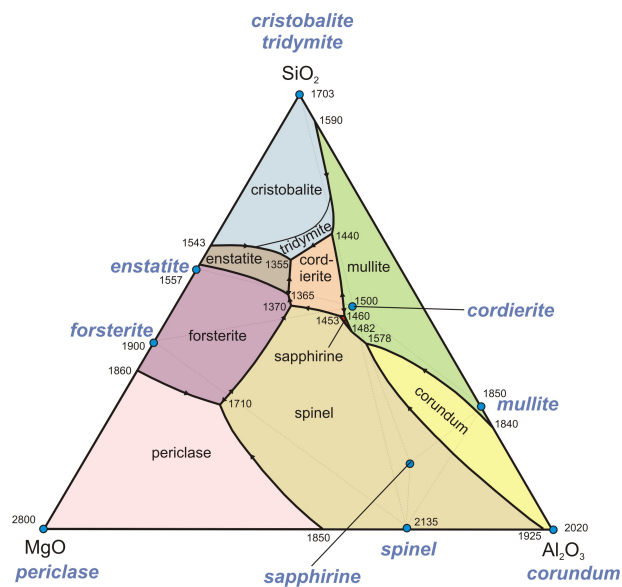
korosi dan stabilisasi dimensional yang baik. Pencampuran magnesia dengan alumina akan membentuk ikatan kompleks yang disebut struktur spinel, dimana ikatan ini memiliki sifat fisik dan mekanis yang baik.^{13,18,21}

Magnesia alumina spinel merupakan keramik yang memiliki rumus kimia $MgAl_2O_4$ dengan struktur kristal berbentuk kubik yang terdiri dari ikatan tetrahedral antara magnesia dan oksigen serta oktahedral antara alumina dengan oksigen. Keramik ini memiliki karakteristik antara lain densitas yang rendah, ketahanan terhadap suhu tinggi dan korosi, serta transmisi warna pada spinel yang dapat menghasilkan objek transparan.¹⁴⁻¹⁶

Silika merupakan senyawa polimorfik yang banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Bahan kedokteran gigi yang menggunakan silika contohnya yaitu: glass-ionomer, kompomer, komposit, bahan poles, pasta gigi. Silika ditambahkan pada suatu bahan umumnya digunakan untuk meningkatkan nilai optik suatu bahan. Penggunaan silika pada berbagai bahan kedokteran gigi karena silika mudah ditemukan di alam dan silika dapat meningkatkan nilai estetik suatu bahan. Silika terbagi menjadi beberapa bentuk, salah satu bentuk yang paling umum digunakan adalah *quartz*. *Quartz* merupakan bentuk kristalin material silika yang memiliki transparansi paling baik.^{17,22-24}

Perbandingan *filler* yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua kelompok. Kelompok I yaitu *filler* dengan perbandingan mol alumina-magnesia-silika sebesar 48:40:12, sedangkan pada kelompok II dengan perbandingan *filler* alumina-magnesia-silika 65:30:5. Perbandingan tersebut mengacu pada daerah fasa spinel pada diagram *ternary* Al-Mg-Si seperti yang terlihat pada gambar 4.6.

Kelompok I dengan perbandingan *filler* 48:40:12 berdasarkan diagram ternary akan terbentuk struktur ikatan yang berada pada titik *sapphirine*, sedangkan kelompok II dengan perbandingan *filler* 65:30:5 akan terbentuk struktur ikatan pada titik spinel. Perbandingan *filler* alumina:magnesia:silika pada kelompok II juga mengacu pada perbandingan spinel sesuai stokiometri dengan perbandingan alumina dan magnesia yaitu 2 : 1.²⁵



Gambar 1.1. Diagram Ternary Mg-Al-Si²⁶

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, hipotesis penelitian ini adalah perbedaan konsentrasi *filler* alumina-magnesia-silika menyebabkan adanya perbedaan karakteristik dan kekerasan pada nanokomposit berbasis geopolimer untuk aplikasi *bracket* ortodontik cekat.

1.6. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian quasi eksperimental atau eksperimental semu. Hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *t-test independent* dengan perangkat lunak SPSS, kemaknaan berdasarkan nilai $p < 0,05$ dan analisis dilakukan dengan menggunakan program komputer.

1.7. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di *Advanced Material Processing Laboratorium* ITB, Laboratorium *Scanning Electron Microscope* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan Bandung (karakterisasi SEM), Teknik Pertambangan dan Perminyakan ITB (uji kekerasan) dari bulan Januari sampai Agustus 2015.