

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejak diperkenalkannya implan gigi oleh Brånemark pada tahun 1960an, implan gigi telah menjadi pilihan perawatan untuk menggantikan gigi asli yang telah tanggal. Selama lebih dari 35 tahun *dental implantology* telah terbukti sebagai suatu metode untuk mengembalikan fungsi gigi yang hilang dalam rongga mulut. Keberhasilan perawatan ini sangat dipengaruhi sifat fisik dan kimiawi dari bahan implan, serta faktor-faktor yang mempengaruhi hasil klinis dan prognosis terapi implan. Faktor-faktor ini adalah mikrostruktur bahan implan, komposisi permukaan, karakteristik, serta desain implan.^{1,2}

Sebuah bahan implan yang ideal harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu: *biocompatible*, memiliki kekuatan dan kekerasan yang mencukupi, tahan terhadap korosi, tahan terhadap *wear*, tahan terhadap fraktur, prinsip desain implan harus sesuai dengan sifat fisik dari bahan implan. Bahan yang digunakan untuk pembuatan implan gigi dapat dikategorikan menurut komposisi kimiawi atau respon biologis yang dihasilkan bahan saat bahan diimplan ke dalam tubuh. Pada sudut pandang kimiawi, implan gigi dapat terbuat dari bahan logam, keramik, atau polimer.¹

Saat ini logam titanium masih merupakan ‘standar emas’ untuk pembuatan implan gigi *endosseous* dikarenakan tingginya tingkat keberhasilan klinis jangka panjang. Fraktur implan titanium jarang terjadi dengan laporan insidensi yang

hanya berkisar 0% sampai 6%. Namun, akhir-akhir ini timbul kekhawatiran bahwa titanium mungkin menimbulkan reaksi alergi dan sensitivitas. Selain itu, dorongan yang kuat untuk memenuhi permintaan akan estetika dan permintaan pasien untuk bahan bebas logam membuat berkembangnya bahan implan yang terbuat dari keramik.¹

Keramik pertama kali diperkenalkan sebagai bahan pelapis untuk *endosseous implant* berbahan dasar logam untuk meningkatkan kemampuan osseointegrasi. Selama lima belas tahun terakhir, bermacam-macam bentuk pelapis keramik telah digunakan pada implan gigi. Terdapat dua macam keramik yang digunakan di dalam pembuatan implan gigi, yaitu keramik bioaktif, seperti kalsium fosfat dan *bioglasses*, dan keramik inert, seperti alumunium oksida dan zirkonium oksida. Keramik bioaktif telah terbukti dapat melepaskan ion kalsium fosfat di sekitar implan sehingga meningkatkan aposisi tulang, sementara keramik inert jarang sekali digunakan sebagai bahan pelapis implan karena kemampuan osteokonduksinya tidak sebaik bahan kalsium fosfat bioaktif. Pada masa kini dengan berkembangnya ilmu pengetahuan biomaterial dan teknologi industri, minat terhadap keramik untuk aplikasi dental telah diperbaharui. Keramik, khususnya *yttrium-stabilized tetragonal polycrystalline zirconia* (Y-TZP), memperlihatkan sifat mekanis yang telah diperbaharui sehingga menjadi bahan yang cocok untuk pembuatan implan gigi.¹

Pada masa kini terdapat kepercayaan kuat bahwa material dengan skala nano akan menghasilkan implan baru dengan efisiensi tinggi, biaya lebih murah, dan volume yang tinggi. Selama beberapa dekade implan gigi berbahan logam telah

berhasil digunakan akan tetapi memiliki kelemahan dalam proses osseointegrasi dan sifat mekanis bahan ini tidak cocok dengan tulang. Pemahaman dan pengendalian reaksi interfasial pada skala nano merupakan kunci untuk mengembangkan permukaan implan baru yang akan mengeliminasi reaksi penolakan oleh tubuh dan meningkatkan adhesi dan integrasi dengan jaringan sekitarnya.³

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan cara untuk menggabungkan kekuatan dan kekerasan tinggi pada bahan keramik dengan memanfaatkan mekanisme perubahan kekerasan pada bahan nanozirconia-alumina. Bahan tersebut mengandung sejumlah kecil partikel ZrO_2 berukuran 200 nm di dalam matriks Al_2O_3 . Bahan ini mampu menahan beban dua kali lipat serta memiliki kekerasan dan kestabilan yang baik.³

Saat ini para dokter gigi di Indonesia masih bergantung kepada negara-negara lain untuk memenuhi kebutuhan alat dan bahan material kedokteran gigi, termasuk bahan implant gigi, karena Indonesia masih belum dapat mengolah secara maksimal sumber daya alam yang ada sehingga menyebabkan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia tidak dimanfaatkan dengan baik.⁴

Pada penelitian yang dilakukan Vania Christiani pada tahun 2015 mengenai sintesis dan karakterisasi nanokomposit untuk aplikasi gigi artifisial pembelajaran telah berhasil dilakukan sintesis partikel nanokomposit berbasis *calcium-partially stabilized zirconia*, silika, dan metakaolin dengan teknik *sol-gel* yang menghasilkan *filler* berukuran nano dengan perbedaan nilai kekerasan pada permukaan komposit, yaitu 50,7 VHN di permukaan atas dan 46,6 VHN di

permukaan bawah. Pada penelitian ini juga ditunjukkan bahwa perbandingan komposisi *filler* yang berbeda akan mempengaruhi sifat mekanik dari bahan dimana kelompok dengan kandungan *filler calcium-partially stabilized zirconia* terbanyak akan menghasilkan nilai kekerasan yang terbaik.⁵

Pemahaman dan pengembangan ilmu mengenai hubungan antara komposisi dan arsitektur bahan pada berbagai skala dengan sifat mekanis makroskopik dan kemampuan osteogenesis sangat penting untuk menciptakan implan gigi yang ideal yang didesain dengan bahan berukuran nano.³

Pada penelitian ini akan dibuat nanokomposit berbasis *calcium, strontium-partially stabilized zirconia* dengan perbandingan komposisi yang berbeda untuk aplikasi *dental implant body*. Pemilihan bahan tersebut diharapkan dapat menghasilkan nanokomposit dengan sifat mekanis yang baik yang setara dengan titanium dan dilanjutkan dengan uji kekerasan *micro Vickers* sebagai uji pendahuluan, karakterisasi dengan SEM dan XRD serta uji *flexural strength*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang teridentifikasi adalah sebagai berikut:

Berapakah perbandingan komposisi terbaik antara *filler Ca,Sr-PSZ* dan metakaolin untuk mendapatkan nilai kekuatan *flexural strength* terbaik?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mendapatkan nanokomposit untuk bahan *dental implant body* dengan Ca,Sr-PSZ dan metakaolin sebagai *filler* dari nanokomposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan komposisi terbaik dari *filler* Ca,Sr-PSZ dan metakaolin untuk mendapatkan nilai kekuatan *flexural strength* dengan metode *three point bending*.

1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah

1.4.1 Kegunaan Ilmiah

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah dan mengembangkan ilmu pengetahuan material kedokteran gigi khususnya mengenai pembuatan *dental implant body*.

1.4.2 Kegunaan Praktis

Pengembangan nanokomposit berbasis Ca,Sr-PSZ dan metakaolin diharapkan dapat memiliki sifat mekanis yang lebih baik dibandingkan hasil penelitian sebelumnya dan dapat diaplikasikan sebagai bahan *dental implant body* sehingga dapat dihasilkan implan gigi buatan lokal dengan sifat mekanis yang baik dan biaya yang lebih murah.

1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis

Sepanjang sejarah manusia telah berupaya untuk menggantikan gigi yang hilang dengan implan gigi dalam bermacam-macam bentuk. Pada masa kini

terdapat dua pilihan perawatan untuk menggantikan gigi yang hilang, yaitu menggunakan gigi tiruan, baik lepasan atau cekat, dan implan gigi. *Oral implantology* merupakan ilmu pengetahuan yang paling cepat berkembang dalam bidang kedokteran gigi. Implan menawarkan hasil perawatan yang aman, efektif dengan prognosis baik bagi pasien edentulous lengkap atau sebagian. Perawatan ini juga memberikan solusi fungsional jangka panjang yang permanen dan estetik bagi berbagai keadaan klinis yang kurang mendapatkan solusi sebelum penggunaan rutin dari terapi implan.^{2,6,8}

Implan gigi dapat terbuat dari bahan logam, keramik, atau polimer. Saat ini 'standar emas' bahan implant gigi adalah logam titanium, akan tetapi penggunaan keramik telah berkembang pesat. Keramik, khususnya zirkonia memiliki beberapa keunggulan, yaitu memiliki sifat mekanis yang baik, bersifat inert, dan estetik. Kombinasi dari sifat-sifat tersebut akan menghasilkan bahan implan gigi yang ideal.^{1,7}

Pada bidang ilmu material, definisi komposit adalah sebuah benda solid yang terbentuk dari dua atau lebih fase yang berbeda yang dikombinasikan untuk menghasilkan sifat yang unggul dari bahan-bahan tersebut. Dalam bidang ilmu kedokteran gigi, komposit dikenal dengan istilah *dental composite* atau dalam bahasa Indonesia disebut resin komposit. Resin komposit merupakan bahan polimer dengan ikatan silang yang tinggi yang diperkuat oleh dispersi *glass*, kristalin, atau partikel *filler* resin dan/atau *fiber* pendek yang diikat ke matriks oleh *silane coupling agent*.^{8,9}

Pada penelitian ini zirkonia dipilih sebagai *filler* karena dalam bidang ilmu kedokteran gigi, zirkonia merupakan bahan yang dianggap memiliki kekuatan dan kekerasan fraktur yang paling tinggi. Zirkonia merupakan bahan keramik *polycrystalline* yang memiliki kekuatan dan biokompabilitas yang baik untuk protesa implan sehingga menjadi bahan dasar pilihan. Selain itu, zirkonia juga merupakan fondasi dari estetik yang optimal dalam hal translusensi dan warna.⁶

Penambahan kalsium pada *filler* dikarenakan unsur ini terdapat di dalam jaringan tulang sehingga bahan akan bersifat *biocompatible*. Kalsium juga bertindak sebagai *stabilizer* bagi struktur kristal zirkonia sehingga akan menghasilkan *partially stabilized zirconia* (PSZ). Kalsium juga akan membantu proses osseointegrasi implan dengan menginduksi aposisi tulang aktif pada permukaan implan di dalam *medullary space* sehingga komponen tulang menjadi lebih padat.^{10,11,13}

Stronsium ditambahkan ke dalam *filler* untuk meningkatkan kemampuan osseointegrasi karena stronsium akan meningkatkan massa tulang dengan menstimulasi aktivitas osteoblas dan secara simultan menghambat resorpsi tulang. Penelitian yang dilakukan oleh Park et al. menunjukkan bahwa penambahan stronsium akan memperbaiki osteokonduktivitas implan dan proses penyembuhan tulang dengan meningkatkan deposisi tulang pada permukaan implan sehingga terjadi peningkatan kontak permukaan implan dengan tulang.^{12,14}

Metakaolin ditambahkan ke dalam bahan *filler* untuk memicu reaksi polikondensasi yang menyebabkan berlangsungnya sintesis geopolimer.

Metakaolin bertindak sebagai larutan pengaktif dalam adhesif sodium silikat dan sodium hidroksida.¹⁵

Penelitian sebelumnya menunjukkan nilai kekerasan terbaik didapatkan dari komposisi perbandingan *filler* Ca-PSZ, silika, dan metakaolin sebesar 60 : 20 : 20 dari antara perbandingan lainnya, yaitu 50 : 20 : 30 dan 40 : 20 : 40, sehingga didapatkan kesimpulan bahwa spesimen yang mengandung komposisi zirkonia terbanyak akan menghasilkan sifat mekanis terbaik, yaitu dalam penelitian ini adalah *filler* dengan perbandingan Ca,Sr-PSZ dan metakaolin 80 : 20.⁵

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pemanfaatan sumber daya alam di Indonesia, khususnya di bidang kedokteran gigi dengan dihasilkannya *dental implant body* buatan lokal sehingga Indonesia dapat mulai mengolah dan memproduksi alat dan bahan material kedokteran giginya sendiri dan menghentikan ketergantungan mengimpor alat dan bahan dari negara-negara lain.

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, maka hipotesis penelitian ini adalah kombinasi bahan kalsium, stronsium, dan zirkonia pada *filler* dengan perbandingan Ca,Sr-PSZ dan metakaolin 80 : 20 akan menghasilkan komposit dengan ukuran partikel nano dan memiliki sifat-sifat mekanis yang baik.

1.6 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *quasi experimental* atau eksperimental semu. Hasil penelitian dianalisis dengan uji *ANOVA one way* 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 pada bulan Desember 2015 – Mei 2016 yang terdiri dari :

Sintesis filler dan pembuatan sampel dilakukan di *Advanced Material Processing Laboratory*, Program Studi Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung.

Karakterisasi *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan di *Laboratorium Scanning Electron Microscope*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung dan *Laboratorium Pusat Survei Geologi*, Pusat Penelitian Geologi dan Kelautan (PPGL).

Karakterisasi *Scanning Electron Microscope – Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDS) dilakukan di *Laboratorium Pusat Survei Geologi*, Pusat Penelitian Geologi dan Kelautan (PPGL).

Karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan di *Laboratorium Metarlugi Fisika dan Keramik*, Program Studi Teknik Metarlugi, Institut Teknologi Bandung.

Uji kekerasan *Micro Vickers* dilakukan di *Laboratorium Metarlugi Fisika dan Keramik*, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung.

Uji kekuatan *Flexural Strength* dilakukan di Departemen Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.