

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan dalam ilmu material dan biomekanik telah mengubah cara pandang untuk menggantikan komponen anatomi manusia. Ilmu kedokteran gigi telah melakukan pendekatan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang dan gigi secara keseluruhan. Penggantian struktur gigi yang hilang karena penyakit dan trauma telah menjadi bagian besar yang umum dalam praktik dokter gigi. Material restoratif gigi adalah dasar untuk menggantikan struktur gigi.<sup>1</sup>

Kedokteran gigi dalam beberapa tahun terakhir, mengalami peningkatan dalam perkembangan material estetik. Material restorasi gigi mencakup material logam, polimer, keramik, dan komposit. Terdapat dua kategori material restoratif yang sering digunakan dalam kedokteran gigi, yaitu material restorasi langsung yang digunakan secara langsung pada gigi dan material restorasi tidak langsung yang membutuhkan fabrikasi restorasi pada laboratorium gigi.<sup>1,2</sup>

Syarat suatu material restorasi yang ideal adalah memiliki sifat fisik dan mekanik yang setara dengan gigi, tidak larut dalam cairan mulut, berikatan dengan gigi, menstabilisasi permukaan gigi atau restorasi, stabil secara dimensional, tidak toksik, kariostatik dan bakteriostatik, sewarna gigi, mudah untuk ditangani, dan murah.<sup>3</sup>

Saat ini, sistem resin yang digunakan di kedokteran gigi adalah resin berbasis *methylmethacrylate* (MMA). Salah satu resin yang banyak digunakan adalah resin berbasis *polymethylmethacrylate* (PMMA). PMMA biasanya digunakan sebagai bahan restorasi gigi, dalam pembuatan gigi tiruan dan peralatan ortodontik. PMMA juga digunakan untuk mahkota sementara. Mahkota sementara digunakan untuk memberikan perlindungan kepada pulpa terhadap iritasi termal dan kimia yang disebabkan oleh makan dan cairan, untuk stabilitas posisi, pengunyahan, dan estetika. Suatu mahkota sementara secara mekanik harus memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan gaya pengunyahan. Keuntungan dari PMMA adalah harganya yang murah, kemampuan poles yang baik, stabilitas warna dan estetik yang baik, dan dapat bertahan dalam waktu yang cukup lama.<sup>3-8</sup>

Material restoratif resin akrilik (PMMA) memiliki sifat mekanik yang lebih rendah jika dibandingkan dengan resin komposit. Resin akrilik memiliki kekuatan kompresif yang rendah, kekuatan tarik yang rendah, modulus elastisitas yang rendah, dan memiliki kekerasan dan ketahanan abrasi yang rendah.<sup>8</sup>

Adanya perkembangan dalam memodifikasi material akrilik, maka kelemahan ini dapat diatasi. Resin dapat diperkuat dengan menggunakan material yang berbeda untuk meningkatkan kekuatannya. Material tambahan untuk komposit polimer dapat diklasifikasikan menjadi bahan penguat, bahan pengisi, atau bahan pengisi yang menguatkan.<sup>9,10</sup>

Penambahan partikel bahan pengisi ke dalam matriks resin dapat meningkatkan sifat material, apabila partikel bahan pengisi berikatan baik dengan

matriks. Tujuan utama dari penambahan partikel bahan pengisi adalah memperkuat komposit dan mengurangi sejumlah material matriks.<sup>11</sup>

Nanoteknologi adalah salah satu area penelitian yang populer saat ini dan telah dikembangkan dalam berbagai disiplin ilmu, termasuk dalam bidang material logam, polimer, keramik, dan komposit. Nanomaterial telah dikembangkan pada keempat material tersebut untuk aplikasi praktik perawatan kesehatan. Nanomaterial saat ini telah dikembangkan dan digunakan secara praktikal untuk berbagai aplikasi medis, seperti penghantar obat, pengiriman gen, dan diagnostik molekuler. Nanomaterial juga dikembangkan untuk aplikasi kedokteran gigi.<sup>12</sup>

Selulosa nanokristalin tampil sebagai kelas dari nanomaterial yang memiliki potensi sebagai penguat polimer dan formulasi nanokomposit. Selulosa nanokristalin secara teoritis memiliki kekuatan tarik antara 7,5-7,7 GPa, dimana jauh lebih besar dari kawat baja dan kevlar. Modulus elastisitas selulosa nanokristalin dapat mencapai 150 GPa. Selulosa nanokristalin juga memiliki densitas yang rendah ( $1,6 \text{ g cm}^{-3}$ )<sup>13,14</sup>

Bahan pengisi silika yang berukuran nano adalah jenis bahan pengisi yang digunakan dalam komposit di bidang kedokteran gigi yang populer. Kekerasan silika (fase *quartz*) berdasarkan skala kekerasan Mohs memiliki nilai 7 yang setara dengan 820 *knoop value* dan *vickers hardness number* sebesar 1100 VHN.<sup>15,16,17</sup>

Salah satu teknik penting yang digunakan untuk preparasi bahan pengisi silika adalah teknik *sol-gel*. Dengan teknik *sol-gel* ini dapat dibuat silika yang berbentuk bulat (*spherical*) dan berukuran nano dengan distribusi ukuran partikel yang

sempit. Ukuran nanopartikel yang sangat kecil memberikan opasitas visual yang rendah pada komposit dental yang tidak berpigmen dengan demikian menghasilkan suatu bahan restorasi yang estetik. Partikel nanosilika yang berbentuk bulat (*spherical*) dapat mendistribusikan beban mekanik lebih seragam daripada partikel yang berbentuk iregular, yang mengarah pada peningkatan sifat mekanik.<sup>15</sup>

Penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* ke dalam PMMA diharapkan dapat menghasilkan komposit untuk material restoratif gigi yang memiliki kekuatan tarik diametral dan kekerasan yang mendekati gigi asli.

## 1.2. Identifikasi Masalah

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

1. Apakah teknik hidrolisis dengan asam kuat ( $H_2SO_4$ ) dapat menghasilkan selulosa nanokristalin dari prekursor *palm kernel cake* berdasarkan hasil *Transmission Electron Microscope* (TEM) dan *X Ray Diffraction* (XRD)?
2. Apakah sintesis silika dengan teknik *sol-gel* dapat menghasilkan partikel dengan morfologi *nanosphere* berdasarkan hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM)?
3. Apakah penambahan bahan pengisi selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* dapat meningkatkan kekuatan tarik diametral nanokomposit dengan matriks PMMA?

4. Apakah penambahan bahan pengisi selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* dapat meningkatkan kekerasan nanokomposit dengan matriks PMMA?

### 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pengisi selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* terhadap sifat mekanik nanokomposit dengan matriks PMMA.

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mensintesis selulosa nanokristalin dengan teknik hidrolisis asam kuat sebagai bahan pengisi nanokomposit dengan matriks PMMA.
2. Mensintesis silika *nanosphere* dengan teknik *sol-gel* sebagai bahan pengisi nanokomposit dengan matriks PMMA.
3. Menguji ada tidaknya pengaruh penambahan bahan pengisi selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* terhadap kekuatan tarik diametral nanokomposit dengan matriks PMMA.
4. Menguji ada tidaknya pengaruh penambahan bahan pengisi selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* pada kekerasan nanokomposit dengan matriks PMMA.

### 1.4. Manfaat Penelitian

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

#### 1.4.1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penelitian bidang material kedokteran gigi, terutama dalam pengembangan material restoratif gigi, dengan menyumbangkan pengetahuan mengenai pengaruh penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* sebagai bahan pengisi dalam pembuatan nanokomposit dengan matriks PMMA sebagai material restorasi kedokteran gigi.

#### 1.4.2. Manfaat Praktis

Penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* sebagai bahan pengisi pada nanokomposit dengan matriks PMMA diharapkan dapat menjadi alternatif untuk bahan restorasi yang memiliki sifat kekuatan tarik diametral dan kekerasan yang baik.

#### 1.5. Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* swasintesis menyebabkan adanya peningkatan kekuatan tarik diametral pada nanokomposit dengan matriks PMMA.
2. Penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* swasintesis menyebabkan adanya peningkatan kekerasan pada nanokomposit dengan matriks PMMA.

## 1.6. Kerangka Pemikiran

Material restoratif gigi adalah dasar untuk menggantikan struktur gigi yang hilang. Bentuk dan fungsi merupakan pertimbangan penting dalam menggantikan struktur gigi yang hilang. Selain itu, penampilan juga dipertimbangkan. Saat ini terdapat empat kelompok material yang digunakan dalam kedokteran gigi, yaitu logam, keramik, polimer, dan komposit.<sup>1</sup>

Suatu material restorasi yang ideal harus memenuhi beberapa syarat, seperti memiliki sifat fisik yang setara dengan gigi, tidak larut dalam cairan mulut, berikatan dengan gigi, menstabilisasi permukaan gigi atau restorasi, stabil secara dimensional, tidak toksik, kariostatik dan bakteriostatik, sewarna gigi, mudah untuk ditangani, dan murah.<sup>3</sup>

Material restorasi berbasis resin dalam kedokteran gigi telah banyak digunakan. Salah satu resin yang paling banyak digunakan dalam kedokteran gigi adalah resin berbasis PMMA biasanya digunakan sebagai bahan restorasi gigi, dalam pembuatan gigi tiruan dan peralatan ortodontik. Selain itu, PMMA juga digunakan untuk pembuatan sendok cetak perorangan dan mahkota sementara. PMMA memiliki beberapa keuntungan sebagai material restorasi, seperti harga yang murah, estetik yang baik, kemampuan poles yang baik dan stabilitas warna yang baik.<sup>1,3-7</sup>

PMMA adalah resin transparan dengan kejernihan yang sangat baik. PMMA merupakan resin dengan angka kekerasan knoop antara 18 sampai 20, kekuatan tariknya kira-kira 60 MPa, densitasnya  $1,13 \text{ g/cm}^3$ , dan modulus elastisitas kira-kira 2,4 GPa.<sup>11</sup>

Menurut McCabe, PMMA memiliki modulus elastisitas sebesar 2 GPa dimana jauh lebih rendah dibandingkan dengan enamel dan dentin yang masing-masing sebesar 50 GPa dan 15 GPa, kekuatan kompresif PMMA sebesar 70 MPa, sedangkan enamel 250 MPa dan dentin 280 MPa, kekuatan tarik PMMA sebesar 30 MPa, enamel 35 MPa dan dentin 40-260 MPa, dan kekerasan PMMA sebesar 20 VHN, sedangkan email 350 VHN dan dentin 60 VHN.<sup>18</sup>

Adanya perkembangan dalam memodifikasi material akrilik, maka kelemahan ini dapat diatasi. Resin dapat diperkuat dengan menggunakan material yang berbeda untuk meningkatkan kekuatannya. Material tambahan ini menghasilkan suatu komposit. Material tambahan ini dapat diklasifikasikan menjadi bahan penguat, bahan pengisi, atau bahan pengisi yang menguatkan.<sup>9,10</sup>

Komposit adalah sistem multi fasa yang terdiri dari bahan matriks dan bahan penguat. Komposit merupakan kombinasi dua jenis bahan atau lebih untuk meningkatkan sifat mekanik suatu bahan. Semakin kecil partikel yang dihasilkan maka semakin baik sifat mekanik yang dimiliki suatu bahan. Saat ini, sintesis partikel dengan sistem nano telah banyak dikembangkan. Keuntungan dari nanopartikel adalah meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan fatik, kekerasan dan resistensi terhadap goresan. Nanokomposit adalah komposit dimana salah satu fasanya menunjukkan dimensi dalam rentang nanometer ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).<sup>19-21</sup>

Bahan pengisi yang digunakan adalah selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere*. Selulosa berukuran nano digunakan karena memiliki karakteristik kristalinitas, area permukaan spesifik yang tinggi, sebagai penguat mekanik,

toksisitas rendah, dan biokompatibel. Selulosa berukuran nano merupakan kandidat ideal sebagai penguat komposit polimer.<sup>22,23</sup>

Selulosa nanokristalin secara teoritis memiliki kekuatan tarik antara 7,5-7,7 GPa, dimana jauh lebih besar dari kawat baja dan kevlar dan silika (fase *quartz*) berdasarkan skala kekerasan Mohs memiliki nilai 7 yang setara dengan 820 *Knop value* dan *Vickers hardness number* sebesar 1100 VHN.<sup>13-17</sup>

Pada penelitian Evelyn, dilakukan penambahan bahan pengisi  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2$  ke dalam matriks PMMA. Pada penelitian ini juga ditambahkan *coupling agent methacryloxypropyltrimethoxysilane* (MPTMS) dan *chitosan*. Perbandingan bahan pengisi alumina, silika, dan zirkonia adalah 1:2:1 dalam konsentrasi bahan pengisi 50%. Penelitian ini juga menggunakan penambahan konsentrasi *coupling agent* yang berbeda, yaitu 5%, 30%, dan 60% untuk menguji kekerasan dan kekuatan (*diametral tensile strength*) PMMA. Hasil penelitian ini menunjukkan penambahan bahan pengisi 50% dan *coupling agent* 60% meningkatkan kekerasan PMMA dengan rata-rata 18,35 VHN, namun penambahan bahan pengisi dalam penelitian ini masih belum dapat meningkatkan kekuatan (*diametral tensile strength*) PMMA.<sup>24</sup>

Pada penelitian Dwifulqi, dilakukan pengujian spesimen dalam 4 kelompok uji, dimana kelompok uji pertama sebagai kontrol dengan 100% PMMA, sedangkan kelompok uji kedua sampai keempat merupakan matriks PMMA ditambahkan bahan pengisi kaolin dengan persen berat masing-masing 20%, 35% dan 50%. Penambahan bahan pengisi kaolin dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan bahan pengisi kaolin tersebut terhadap

kekerasan PMMA. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kekerasan paling signifikan terdapat pada kelompok uji dengan persen berat bahan pengisi 50%, yaitu rata-rata 10,4 VHN, sedangkan kelompok kontrol sebesar 6,8 VHN.<sup>25</sup>

Pada penelitian Nopriansyah, bahan pengisi *white carbon black* dan alumina ditambahkan pada PMMA. Terdapat dua kelompok uji, dimana kelompok pertama sebagai kontrol dengan 100% PMMA, dan kelompok kedua adalah PMMA dengan penambahan bahan pengisi sebesar 50% dimana persen berat *white carbon black* 25% dan alumina 25%. Penambahan bahan pengisi *white carbon black* dan alumina bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekerasan PMMA. Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi peningkatan kekerasan PMMA yang ditambahkan dengan bahan pengisi tersebut yaitu sebesar 13,04 VHN, sedangkan kelompok kontrol sebesar 9,2 VHN.<sup>26</sup>

Pada penelitian Talari, dkk, dimana melakukan evaluasi efek selulosa nanokristalin (CNC) yang ditambahkan pada PMMA autopolimerisasi terhadap kekuatan fleksural dan kekerasan permukaan. Terdapat empat kelompok uji, dimana kelompok pertama adalah PMMA tanpa penambahan CNC, kelompok kedua adalah PMMA dengan penambahan 1% CNC, kelompok ketiga adalah PMMA dengan penambahan 2,5% CNC, dan kelompok empat adalah PMMA dengan penambahan 5% CNC. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan kekuatan fleksural yang signifikan yang diobservasi dari kelompok uji dengan penambahan CNC 2,5%, namun tidak terdapat peningkatan kekerasan permukaan yang signifikan pada semua kelompok uji.<sup>27</sup>

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa nanokristalin dan silika *nanosphere* sebagai bahan pengisi terhadap sifat mekanik, khususnya kekuatan tarik diametral dan kekerasan dari nanokomposit dengan matriks PMMA sebagai material restorasi kedokteran gigi.

### **1.7. Metodologi Penelitian**

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratorium dengan menggunakan analisis statistik ANAVA satu arah dilanjutkan dengan Tukey HSD.

### **1.8. Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di *Advanced Material Processing Laboratorium* ITB (sintesis bahan pengisi), Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi ITB (SEM dan TEM), Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Bandung (XRD), Laboratorium Prostodontik Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha Bandung (pembuatan spesimen). Laboratorium Penelitian Terpadu Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Padjajaran Bandung (uji *diametral tensile strength*), dan Laboratorium Metalurgi Fisika dan Keramik, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan ITB (uji kekerasan) dari bulan Desember 2016-Februari 2017.