

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Resin komposit merupakan restorasi sewarna gigi yang telah berkembang pada akhir tahun 1950 dan awal 1960 dan diperkenalkan oleh Bowen. Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang serta memodifikasi warna dan kontur gigi, sehingga meningkatkan estetik. Pada umumnya resin komposit yang dipasarkan adalah bahan yang digunakan untuk restorasi gigi anterior maupun posterior. Beberapa resin komposit telah dioptimalkan untuk estetik, sedangkan resin komposit yang lain dirancang untuk beban yang tinggi. Komposit diklasifikasikan berdasarkan ukuran, bentuk dan distribusi ukuran partikel filler yang terdiri dari komposit *macrofill*, *hybrid*, *microhybrid*, *nanofill*, *nanohybrid*. Nanokomposit telah dioptimalkan untuk estetik yang sangat baik dan memiliki sifat mekanis yang tinggi untuk daerah yang terkena beban.<sup>1,2</sup>

Nanoteknologi merupakan area penelitian interdisipliner yang telah mendapat perhatian luas secara mendunia beberapa tahun belakangan ini. *Nanofiller* seperti *nanotube* karbon memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih tinggi daripada *microfiller* tradisional seperti *carbon microfiber*. Nanokomposit telah ditunjukkan untuk meningkatkan sifat mekanik, termal, listrik dan optik tergantung pada jenis, ukuran dan fraksi volume pengisi nano yang digunakan. Selain itu, resin komposit *nanohybrid* dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan perlekatan antara restorasi dan struktur gigi.<sup>3</sup>

Penggunaan bahan pengisi komposit beserta teknik adhesif telah berkembang pada praktik kedokteran gigi saat ini. Adhesi atau *bonding* adalah perlekatan dari suatu substansi ke substansi lainnya. Permukaan atau substansi yang berlekatan ini disebut *adherent*, sedangkan bahan yang melekatkan disebut adhesif. Sistem *bonding* mengandung monomer akrilik campuran yang menyerupai matrix komposit, yang ditempatkan pada permukaan gigi yang telah dietsa untuk membentuk film 1-5 $\mu$ m. Secara mikromekanis, sistem *bonding* berikatan dengan permukaan gigi yang dietsa untuk menutup dinding preparasi dan mengalami polimerisasi dengan bahan restorasi komposit yang mengisi preparasi gigi. Tambalan komposit dapat menggantikan jaringan gigi yang hilang tanpa terlihat, namun komposit yang baik tidak akan bertahan lama tanpa ikatan yang baik dengan struktur gigi yang tersisa.<sup>4,5</sup>

Konsep klasik kedokteran gigi operatif dalam dua dekade terakhir membahas mengenai teknik adhesif baru, yaitu pada enamel dan pada dentin. Meskipun begitu, adhesi pada dentin masih tergolong sulit dikarenakan struktur dentin yang kompleks dan terhidrasi. Dentin terdiri dari tubulus dentin yang berisi cairan dentin yang menyebabkan dentin menjadi suatu substrat yang dinamik sehingga sangat sulit untuk melekat pada bahan adhesif. Enamel merupakan jaringan dengan mineral tinggi (inorganik) dengan volume hidroksiapatit lebih dari 90%, sedangkan dentin terdiri dari 50% mineral kalsium fosfat (hidroksiapatit), 30% bahan organik (terutama kolagen tipe I), dan sejumlah besar air.<sup>4</sup>

Bahan adhesif dapat berinteraksi dengan dentin secara mekanis, kimia, atau keduanya. Adhesi yang baik dapat dicapai dengan kontak yang rapat antara bahan

adhesif dengan substrat (enamel atau dentin). Tegangan permukaan bahan adhesif harus lebih rendah dari tegangan permukaan enamel dan dentin. Masalah utama dalam ikatan resin terhadap struktur gigi adalah penyusutan dental resin berbasis *methacrylate* selama polimerisasi adisi, oleh karena itu bahan adhesif gigi harus memberikan ikatan awal yang kuat untuk menahan tekanan penyusutan resin. Meskipun ada perbaikan signifikan dari sistem adhesif, tetapi *dentin bonding* yang tahan lama dan baik belum tercapai dikarenakan permukaan antara resin komposit dengan gigi tetap merupakan daerah terlemah dari restorasi komposit.<sup>5,6</sup>

Teknik *total-etch* secara bersamaan menghilangkan *smear layer* dari permukaan enamel dan dentin, diikuti dengan aplikasi agen satu botol yang menggabungkan primer dan bahan adhesif dalam satu larutan. Menurut Fusayama 1992, dalam teknik *total etch* untuk restorasi komposit dengan bahan adhesif, asam fosfat hanya menembus 10  $\mu\text{m}$  atau kurang ke dentin vital dengan tubulus dentin diisi dengan prosesus odontoblas. Asam benar-benar dihilangkan dengan semprotan air. Lubang tubulus dengan sempurna ditutup oleh lapisan *bonding agent* dengan *resin tag* yang menempel pada dinding tubulus dan permukaan dentin yang diimpregnasi resin.<sup>7,8</sup>

Teknik tradisional *wet bonding* telah berkembang untuk meningkatkan kekuatan ikat awal dari bahan adhesif *etch and rinse* (etsa dan bilas) karena air merupakan pelarut yang baik untuk mengembalikan matriks dentin terdeminalisasi yang kolaps sebelum infiltrasi resin, namun kelebihan air sering menyebabkan polimerisasi suboptimal dari monomer resin. Air bukan merupakan pelarut yang tepat untuk monomer resin, karena daya campurnya terbatas pada air, menghasilkan fase terpisah dari resin hidrofobik. Kualitas lapisan hibrida yang buruk yang terbuat

dari teknik *water wet bonding* konvensional cukup rentan terhadap biodegradasi sepanjang waktu pada lingkungan mulut yang keras. Jaringan hidrofilik juga menghasilkan daya tahan ikatan dentin yang buruk karena bahan adhesif hidrofilik menyerap lebih banyak air dan memiliki daya tahan yang lebih kecil daripada bahan adhesif hidrofobik.<sup>6</sup>

Banyak klinisi tetap mengeringkan preparasi gigi setelah membilas bahan etsa untuk memeriksa tampilan enamel yang tertetsa. Karena tidak mungkin untuk mengeringkan enamel tanpa mengeringkan dentin secara bersamaan, kolagen dentin dengan mudah kolaps akibat pengeringan dengan udara dan menghasilkan mikroporus pada kolagen intertubular yang terkespos. Permukaan dentin yang telah dietsa harus dibasahi kembali sebelum aplikasi bahan adhesif pada sistem *bonding* dengan bahan dasar aseton. Membasahi ulang dentin yang kering dengan air atau *aqueous rewetting agents* telah ditunjukkan untuk mengembalikan nilai kekuatan ikat dan untuk menaikkan jaringan kolagen yang kolaps pada tingkat yang sama dengan teknik *wet bonding*. Beberapa penulis telah menyarankan bahwa penggunaan air dalam komposisi bahan adhesif dapat menghasilkan pembasahan kembali serat kolagen pada daerah yang tidak sepenuhnya lembab sehingga membuka ruang interfibilar untuk infiltrasi resin *priming*. Penggabungan pelarut organik dan air dapat menghasilkan infiltrasi terbaik untuk beberapa adhesif pada dentin yang terdeminalisasi. Hal ini dapat menghasilkan prosedur dengan sedikit teknik sensitif.<sup>5</sup>

Salah satu cara untuk mengevaluasi kekuatan perlekatan bahan kedokteran gigi adalah dengan uji kekuatan perlekatan. Meskipun nilai yang diperoleh dari uji

kekuatan perlekatan tidak bersifat absolut, namun hasil uji tersebut bisa digunakan untuk membantu membandingkan efektivitas adhesi suatu bahan adhesif. Kekuatan perlekatan didefinisikan sebagai beban mekanis inisial yang dapat mengakibatkan fraktur. Hampir semua uji kekuatan dikategorikan menjadi *tensile bond strength* dan *shear bond strength*.<sup>5</sup>

Dalam penelitian yang dilakukan oleh A Reis berjudul “ *Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long term resin-dentin bond strength*” membandingkan efek aplikasi bahan adhesif pada dentin yang kering dan dentin yang basah terhadap kekuatan ikat resin komposit *microfiller* sehingga penelitian ini dilakukan dengan menambahkan teknik rewetting dan menggunakan bahan yang lebih baru yaitu komposit *nanofiller*.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan dalam latar belakang, maka dapat dirumuskan identifikasi masalah penelitian ini adalah apakah terdapat perbedaan kekuatan ikat geser pada restorasi resin komposit *nanofiller* dengan teknik *dry bonding*, *wet bonding*, dan *rewetting bonding*.

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan kelembaban dentin dengan berbagai teknik *bonding* terhadap kekuatan ikat geser restorasi resin komposit *nanofiller* pada dentin.

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Membuktikan bahwa teknik *dry bonding* menyebabkan restorasi komposit mudah lepas dikarenakan dentin intertubular yang kolaps.
2. Mengetahui teknik *bonding* yang paling baik dalam memberikan kekuatan ikat geser restorasi resin komposit.
3. Menguji keberhasilan teknik *rewetting bonding* pada dentin terhadap restorasi resin komposit *nanofill*.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

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

##### **1.4.1 Manfaat Ilmiah**

Memberi pengetahuan mengenai pengaruh perbedaan kelembaban dentin dengan berbagai teknik bonding terhadap kekuatan ikat geser restorasi resin komposit *nanofill* dan sebagai pedoman dalam pemilihan teknik bonding yang tepat untuk mendapatkan kekuatan ikat geser yang paling tinggi.

##### **1.4.2 Manfaat Praktis**

Dengan mengetahui teknik bonding yang paling baik dalam meningkatkan kekuatan ikat geser, diharapkan dokter gigi dapat menggunakan teknik bonding yang tepat dan tingkat kegagalan restorasi resin komposit *nanofill* dapat berkurang dan sebagai pedoman dalam mempertahankan gigi selama mungkin di rongga mulut dalam usaha meningkatkan kesehatan gigi dan mulut masyarakat.

## 1.5 Kerangka Pemikiran

Pada awal tahun 1960 bahan resin komposit diperkenalkan dalam profesi kedokteran gigi. Penggunaan resin komposit berkembang pesat di bidang kedokteran gigi sebagai bahan restorasi yang mementingkan estetik. Komposit dan teknik etsa asam menghasilkan dua kemajuan, yaitu bahan adhesif yang lebih kuat terhadap ikatannya ke enamel dan dentin serta teknik restoratif yang lebih sederhana.<sup>9,10</sup>

*Dental bonding agents* dirancang untuk memberikan kekuatan *interface* yang cukup kuat antara komposit restoratif dan struktur gigi untuk menahan gaya mekanik dan tekanan penyusutan. Keberhasilan bahan adhesif tergantung pada sifat *bonding*, yaitu (1) *micromechanical interlocking*, ikatan kimia dengan enamel dan dentin, atau keduanya; dan (2) kopolimerisasi bahan komposit dengan matriks resin.<sup>11</sup>

Fusayama pada tahun 1992 menunjukkan bahwa retensi tidak hanya meningkat setelah di etsa tetapi kerusakan pulpa juga tidak terjadi. Sebuah studi berikutnya oleh Nakabayashi dkk pada tahun 1984 mengungkapkan bahwa resin hidrofilik dapat menginfiltrasi lapisan permukaan serat kolagen yang terdeminalisasi oleh asam yang dihasilkan dari prosedur etsa dan dapat membentuk sebuah lapisan infiltrasi dengan kekuatan kohesif yang tinggi, seperti struktur permukaan *hybrid* yang membentuk ikatan resin yang kuat melalui pengembangan penetrasi jaringan dari polimer dan kolagen dentin, bersamaan dengan beberapa *micromechanical interlocks* pada permukaan resin dengan lapisan *hybrid*. Teknik *total etch* biasanya

melibatkan etsa dengan asam diikuti dengan pembilasan untuk menghilangkan asam, maka teknik ini juga dikenal sebagai teknik *etch and rinse*.<sup>11</sup>

Etsa pada dentin memerlukan teknik sensitif dibanding dengan etsa pada enamel karena kompleksitas struktur dentin. Etsa asam menghilangkan hampir seluruh hidroksipatit, mengekspos jaringan kolagen yang tersuspensi air. Enamel yang telah teretsa harus kering secara sempurna untuk membentuk ikatan yang kuat dengan resin adhesif hidrofobik, sedangkan dentin yang telah teretsa harus lembab untuk menghasilkan lapisan *hybrid*. Jumlah air yang tersisa sangat sedikit di dalam dentin yang telah teretsa. Jika air tidak mencukupi, jaringan kolagen akan kolaps dan menghasilkan lapisan yang dapat mencegah infiltrasi resin dan hibridisasi. Jika terlalu banyak air, infiltrasi resin tidak dapat sepenuhnya menggantikan air pada jaringan kolagen, yang akan mengakibatkan kebocoran di lokasi tersebut.<sup>11</sup>

Adhesi dipengaruhi oleh kelembaban dentin yang berhubungan dengan ukuran dan massa jenis tubulus dentin, yang berkisar antara 20.000 sampai 50.000 tubulus per millimeter persegi, dengan massa jenis 30.000 tubulus per millimeter persegi pada jarak 2mm dari pulpa dengan diameter 1,1 mikron. Massa jenis tubulus paling besar adalah yang terletak dekat dengan pulpa, karena dentin dan tubulus dentin sangat konsentris ke pulpa sedangkan tubulus dentin yang dekat dengan pulpa merupakan tubulus yang paling tidak menyempit dikarenakan mineralisasi peritubular. Tubulus menunjukkan porsi volume dentin yang jauh lebih besar (4vol% pada DEJ dan 28% vol di sepanjang dinding pulpa) yang segera membasahi permukaan dentin yang dipotong. Kekuatan ikat dentin yang dalam lebih rendah karena gangguan kelembaban dari tubulus. Untuk memperbaiki masalah ini, agen

*dentin bonding* yang baru telah mengandung monomer hidrofilik yang dapat berpenetrasi ke lapisan lembab tersebut.<sup>11</sup>

*Buonocore* pada tahun 1963 menyimpulkan bahwa permukaan gigi yang kering penting untuk mendapatkan perlekatan yang baik karena gigi yang telah dietsa dan mengabsorpsi saliva akan mengurangi kekuatan perlekatan. Kanca pada tahun 1992 menunjukkan kekuatan perlekatan yang secara signifikan lebih tinggi pada permukaan dentin yang basah daripada permukaan dentin yang kering dengan menggunakan pelarut aseton. Tay, dkk. pada tahun 1996 menyebutkan bahwa sistem *bonding* menggunakan primer berpelarut air pada permukaan dentin yang basah akan menimbulkan fenomena “*over-wet*”. Chiba, dkk. pada tahun 2006 menyatakan bahwa pengeringan terhadap bahan adhesif dianjurkan untuk membantu polimerisasi, karena polimerisasi dapat dihambat oleh adanya air dan asam yang tersisa. Mathews, dkk. pada tahun 2008 menyatakan bahwa pengeringan dengan udara pada gigi yang telah dilakukan *bonding* telah direkomendasikan untuk menghilangkan air yang berlebihan. Air yang terperangkap antara permukaan adhesif dan komposit dapat menyebabkan ketidakmampuan adhesif melekat pada restorasi tersebut dan dispekulasikan bahwa pengeringan dengan udara tidak dapat menghilangkan air yang terperangkap secara keseluruhan dari permukaan adhesif.<sup>12</sup>

Infiltrasi yang baik dapat dicapai pada *wet bonding* jika bahan adhesif menggantikan seluruh air di dalam matrix terdemineralisasi yang sebelumnya terisi oleh mineral, tanpa kolaps. Air memiliki parameter kelarutan untuk ikatan hidrogen yang lebih tinggi dibandingkan ikatan hidrogen interpeptida yang dihasilkan oleh fibril kolagen dengan kontak yang rapat pada kondisi kering, oleh karena itu *wet*

*bonding* dapat menghasilkan ruang berukuran nano didalam kolagen fibril, yang dapat menghasilkan infiltrasi resin.<sup>13</sup>

Dalam praktiknya, terdapat masalah jika sistem adhesif *total etch* digunakan dengan teknik *wet bonding*, yaitu: jika proses pengeringan permukaan dentin terlalu singkat, terlalu banyak air yang tersisa didalam permukaan kavitas, sehingga mengurangi ikatan dentin dengan komposit hidrofobik. Di sisi lain, jika primer dikeringkan dengan udara terlalu lama, dentin akan kering secara berlebihan, mengakibatkan keruntuhan struktur kolagen yang terpapar dan hilangnya komponen fungsional adhesif. Pengeringan udara yang sangat berlebihan bahkan bisa menghilangkan *bonding agent*. Agen *dentin bonding* sangat sensitive terhadap kesalahan pemrosesan, yaitu waktu yang ditunjukkan oleh pabrik harus diperhatikan, terutama berkenaan dengan etsa, irigasi, pengeringan dan polimerisasi.<sup>11</sup>

Terdapat kesulitan dalam mencapai keseimbangan antara *overdrying* atau *overwetting* dentin, keduanya dapat memberikan efek yang tidak baik secara klinis pada hasil *bonding*. Perdigão, dkk pada tahun 1999 membuktikan bahwa membasahi kembali dentin yang telah teretsa dengan larutan *aqueous* HEMA membangun kembali tingkat kekuatan ikat kepada dentin yang lembab dan dapat membuka ruang interfibilar untuk penetrasi primer adhesif atau *priming-bonding resin*. Pada penelitian lain oleh Perdigão, aplikasi Aqua-Prep pada permukaan dentin yang kering ditemukan dapat mengembalikan atau meningkatkan kekuatan ikat dari bahan adhesif berbasis aseton bebas air (*OneStep, Prime & Bond 2.1*) ke tingkat yang sama seperti *bonding* pada substrat lembab.<sup>14</sup>

*Rewetting bonding* merupakan teknik membasahi kembali dentin kering yang telah teretsa dengan air atau *aqueous rewetting agents* untuk mengembalikan nilai kekuatan ikat dan meningkatkan serat kolagen yang telah kolaps pada tingkat yang sama dengan teknik *wet bonding*.<sup>5</sup>

Pilo, dkk. pada tahun 2001 menyimpulkan bahwa etsa pada dentin baik dengan desinfektan (*Consepsis 2% chlorhexidine digluconate, Tubulicid 2% EDTA* dan *1% bezyalkonium chloride*) atau dengan *rewetting agents* (*Aqua Prep 35% HEMA*) dapat memberikan efek positif pada kekuatan ikat geser antara resin terhadap dentin, tetapi larutan *aqueous HEMA* adalah bahan paling efektif dan dapat mengurangi teknik sensitive pada prosedur *bonding*.<sup>14</sup>

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas maka dilakukan penelitian untuk mengetahui teknik *bonding* yang paling baik dalam menghasilkan kekuatan ikat geser yang paling tinggi dan menguji keberhasilan teknik *rewetting bonding*.

### **1.6 Hipotesis Penelitian**

Terdapat perbedaan kekuatan ikat geser pada restorasi resin komposit *nanofiller* dengan teknik *dry bonding*, *wet bonding*, dan *rewetting bonding*.

### **1.7 Metodologi Penelitian**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium semu dengan menggunakan analisis statistik metode *one way ANOVA* dengan  $\alpha=0,05$ .

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

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Kristen Maranatha Bandung dan pengujian kekuatan ikat dilakukan di Laboratorium Struktur Ringan Aerodinamika, Institut Teknologi Bandung serta uji karakterisasi di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi, Institut Teknologi Bandung yang dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai Januari 2018.

