

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karies Gigi

Karies gigi adalah penyakit mikrobial yang progresif pada jaringan keras gigi, ditandai dengan demineralisasi bagian inorganik dan destruksi bahan organik gigi yang sering menyebabkan kavitas (Shafer *et al.*, 2009). Karies gigi dapat terjadi pada semua permukaan gigi dimana gigi tersebut terbentuk biofilm yaitu kumpulan bakteri karsinogenik yang melekat pada permukaan gigi dan melekat dalam waktu yang lama. Lesi karies terbentuk akibat perubahan etiologi dan aktivitas metabolisme dari biofilm, dimana tidak seimbang antara mineral pada gigi dan biofilm yang terbentuk. Bakteri dapat mengubah semua makanan, terutama gula menjadi asam. Bakteri, asam, sisa makanan, dan ludah akan membentuk lapisan lengket yang melekat pada permukaan gigi. Lapisan lengket inilah yang disebut plak (Laksmingsih, 2000).

2.1.1 Proses Terjadinya Karies Gigi

Proses karies ditandai dengan terjadinya demineralisasi, diikuti dengan kerusakan bagian organiknya, kerusakan karies gigi dimulai dari enamel dan berlanjut ke dentin. Banyak faktor yang saling berhubungan dan mempengaruhi terjadinya karies gigi. Keberadaan bakteri dalam mulut merupakan suatu hal yang normal. Bakteri dapat mengubah semua makanan, terutama gula menjadi asam. Banyak sekali faktor yang dapat memicu proses terjadinya karies, yaitu faktor *host* (struktur gigi, saliva), *diet* (pola makan), mikroorganisme dan waktu (Kidd, 2008; Samaranayake, 2006). Teori Miller mengatakan bahwa permulaan karies disebabkan oleh terjadinya proses dekalsifikasi substansi keras gigi

karena adanya produk asam. Asam menjadi sumber aktifitas bakteri yang memfermentasi karbohidrat. Rongga mulut memiliki banyak jenis mikroorganismе yang merupakan flora normal, dan mikroorganismе ini hidup dalam keseimbangan dengan hospesnya (Kidd, 2008; Samaranayake, 2006). Proses terjadinya karies oleh plak merupakan rantai biologis yang tidak terputus, bila karbohidrat memasuki plak yang ada pada permukaan gigi, mikroorganismе yang terdapat dalam plak akan mengeluarkan enzim sehingga terjadi proses fermentasi karbohidrat yang menghasilkan asam sehingga terjadi proses demineralisasi yang menyebabkan jaringan organik gigi yang lunak akan mudah rusak, dengan demikian proses karies mulai terjadi (Tarigan, 1991).

2.1.2 Kavitas Klas V

Teori G.V Black karies klas V ini terdapat pada bagian servikal (1/3 leher gigi) baik gigi anterior maupun pada gigi posterior pada bagian labial, lingual, palatal maupun bukal, pada kavitas klas V selain mengenai enamel juga dapat mengenai sementum, dan tidak menjelaskan adanya perbedaan lesi yang terjadi.

Menurut Mount & Hume karies terbagi atas *size* dan *site* nya. Pada karies kelas V ini bagian yang rusak adalah bagian pada servikal gigi geligi yang disebut karies permukaan halus, namun karies ini dapat meluas ke daerah akar dan disebut karies akar (Mount and hume, 2005).

2.2 Resin Komposit

Bahan resin komposit diperkenalkan dalam profesi kedokteran gigi pada awal tahun 1960. Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang, memodifikasi warna dan kontur gigi, serta menambah estetik. Bahan resin komposit sudah sangat luas digunakan dibidang kedokteran gigi sebagai bahan tumpatan yang mementingkan estetik (*restorative esthetic material*).

Umumnya resin komposit yang dipasarkan adalah bahan universal yang berarti dapat digunakan untuk restorasi gigi anterior maupun posterior. Akhir tahun 1996 diperkenalkan resin komposit *packable* atau resin komposit *condensable*. Resin komposit *packable* merupakan resin komposit dengan viskositas yang tinggi (Sensi *et al.*, 2004).

The American Dental Association (ADA) mengindikasikan kelayakan resin komposit untuk digunakan sebagai *pit* dan *fissure sealant*, resin preventif, lesi awal klas I dan II yang menggunakan modifikasi preparasi gigi konservatif, restorasi klas I dan II yang berukuran sedang, restorasi klas V, restorasi pada tempat-tempat yang memerlukan estetik, dan restorasi pada pasien yang alergi atau sensitif terhadap logam (Andreina, 2011).

Pertimbangan estetik penggunaan resin komposit sebagai bahan tumpatan sewarna gigi semakin populer dan berkembang dengan pesat. Bahan ini dapat digunakan pada hampir semua kasus restorasi dan pengerjaannya proses pengerjaannya relatif mudah dan cepat. Penggunaan resin komposit semakin berkembang karena kekuatannya yang meningkat dengan hadirnya nano partikel. *Stress* yang terjadi akibat kontraksi selama polimerisasi dari resin komposit dapat menyebabkan perlekatan tepi tambalan menjadi terganggu, sehingga kebocoran mikro masih sering ditemui antara tepi kavitas dengan bahan restorasi. Resiko kebocoran mikro antara tepi restorasi di bagian dentin lebih tinggi dibandingkan pada bagian enamel. Kebocoran mikro dapat memicu adanya karies sekunder, sensitivitas pulpa dan diskolorasi (perubahan warna) tepi tumpatan. Kebocoran mikro merupakan jalan masuk bakteri, cairan, atau molekul melalui celah diantara dinding kavitas dan bahan restorasi yang akan menyebabkan karies sekunder (Yalcin *et al.*, 2006).

Resin komposit material kompleks dan mengandung komponen resin organik yang membentuk matriks, *inorganic filler*, *coupling (interfacial) agent* untuk menyatukan resin dengan *filler*, *initiator* untuk mengaktifkan mekanisme *setting* resin komposit, stabilisers dan pigmen. Klasifikasi resin komposit berdasarkan ukuran partikel *filler* ada 4 yaitu *Macrofiller*, *Microfiller*, *Hybrid* dan *nanofiller* resin komposit (Anusavice *et al.*, 2004).

Resin komposit merupakan monomer dimetakrilat, oleh karena itu bahan ini mengeras melalui mekanisme tambahan yang diawali oleh radikal bebas yang dapat diperoleh melalui dua cara, yaitu :

a. Diaktivasi secara kimiawi

Resin yang diaktifkan secara kimiawi terdiri dari dua pasta yang mengandung inisiator *benzoyl peroksida* dan aktivator *amin tersier*. Kedua pasta diaduk, *amin tersier* akan bereaksi dengan *benzoyl peroksida* membentuk radikal bebas dan polimerisasi adisi dimulai.

b. Diaktivasi dengan cara penyinaran

Resin yang diaktifkan dengan sinar tampak terdiri dari satu pasta saja. Sistem pembentuk radikal bebas yang terdiri atas molekul-molekul fotoinisiator *champroquinone* dan aktivator *amin* terdapat dalam pasta tersebut, bila kedua komponen ini tidak disinari, maka keduanya tidak akan bereaksi. Sebaliknya, bila disinari dengan panjang gelombang yang tepat akan merangsang fotoinisiator bereaksi dengan aktivator *amin tersier* membentuk radikal bebas (Anusavice *et al.*, 2004).

2.2.1 Macam resin komposit

Resin komposit juga diklasifikasikan berdasarkan persentase muatan *filler*, yaitu:

a. Resin komposit *flowable*

Pada pertengahan tahun 1990, diperkenalkan resin komposit *flowable* sebagai bahan tambalan alternatif untuk restorasi kavitas klas V. Resin komposit ini memiliki ukuran partikel *filler* yang berkisar antara 0,04-1 μm dan persentase komposisi atau muatan *fillernya* berkurang hingga 44-54 %. Komposisi *filler* inorganik yang rendah dan komposisi resin yang lebih banyak menyebabkan resin komposit tipe ini memiliki daya alir yang sangat tinggi dan viskositas atau kekentalannya cukup rendah, sehingga dapat dengan mudah untuk mengisi atau menutupi celah kavitas yang kecil. Resin komposit *flowable* memiliki modulus elastisitas yang rendah menyebabkan bahan ini lebih *flexible*, penumpatan bahan yang lebih mudah, cepat, teliti, mudah beradaptasi, sangat mudah dipoles, radiopak, dan mengandung *fluoride* serta pengurangan sensitivitas setelah penumpatan. Resin komposit *flowable* juga dapat membentuk sebuah lapisan elastis yang dapat mengimbangi tekanan pengerutan polimerisasi. Indikasi bahan restorasi ini ditujukan untuk kavitas dengan invasif minimal seperti restorasi klas I dan klas II dengan tekanan oklusal yang ringan, restorasi kavitas klas V, juga dapat digunakan sebagai *liner* (Roberson, 2002).

b. Resin komposit *packable*

Akhir tahun 1996 diperkenalkan resin komposit *packable* atau resin komposit *condensable*. Resin komposit *packable* memiliki ukuran partikel *filler* berkisar antara 0,7-2 μm dan persentase komposisi atau muatan *filler* berkisar antara 48-65 % volume. Komposisi *filler* yang tinggi dapat menyebabkan

kekentalan atau viskositas bahan menjadi meningkat sehingga sulit untuk mengisi celah kavitas yang kecil, tetapi dengan semakin besarnya komposisi *filler* menyebabkan bahan ini dapat mengurangi pengerutan selama polimerisasi, memiliki koefisien ekspansi termal yang hampir sama dengan struktur gigi, dan adanya perbaikan sifat fisik terhadap adaptasi tepi. Resin komposit ini juga diharapkan dapat menunjukkan sifat-sifat fisik dan mekanis yang baik karena memiliki kandungan *filler* yang tinggi. Resin komposit *packable* diindikasikan untuk gigi posterior karena daya tahannya terhadap tekanan dapat mengurangi masalah kehilangan kontak. Resin komposit ini diindikasikan untuk restorasi klas I, klas II dengan luas kavitas yang kecil, dan klas V (Powers, 2012).

Lutz dan Philips (1983) mengklasifikasikan resin komposit berdasarkan ukuran partikel *filler* dan distribusinya, yaitu:

a. Resin komposit *macrofiller*

Resin komposit *macrofiller* mempunyai ukuran *filler* 1-5 μm . Resin komposit tipe ini mempunyai daya tahan yang baik terhadap fraktur, dapat dipoles tetapi hasilnya tidak begitu baik (*semipolishable*) dan warnanya lebih stabil. Bahan ini diindikasikan untuk restorasi kavitas klas IV, untuk gigi posterior dan pembuatan *core*.

b. Resin komposit *microfiller*

Resin komposit *microfiller* mempunyai ukuran *filler* 0,04 μm . Resin komposit tipe ini mempunyai daya tahan yang rendah terhadap fraktur, dapat dipoles dengan sangat baik serta mengkilat dan warnanya stabil. Bahan ini diindikasikan untuk restorasi kavitas klas III, kavitas klas V, kavitas klas IV yang kecil dan untuk labial *veneers*. Resin tipe ini bahan dasarnya adalah BISGMA, sebagai hasil reaksi dari *bisphenol a* dan *glycidil methacrylate*. Resin tersebut merupakan

suatu bahan yang kental dan mudah melekat sehingga sesaat sebelum digunakan perlu diencerkan dengan penambahan monomer yang mempunyai berat molekul rendah untuk mempermudah proses manipulasi (Ferrecane, 2001).

c. Resin komposit *hybrid*

Resin komposit *hybrid* mempunyai ukuran *filler* 0,04-5 μm . Resin komposit tipe ini mempunyai daya tahan yang lebih baik terhadap fraktur, dapat dipoles dengan baik dan warnanya stabil. Resin komposit *hybrid* mengandung dua macam *filler* yaitu partikel *macrofiller* dengan penambahan partikel *microfiller*. Resin komposit *hybrid* kurang baik pada pemolesan dibanding dengan resin komposit *microfiller*, tetapi tipe ini lebih tahan terhadap abrasi sehingga dapat digunakan sebagai bahan restorasi klas IV (Powers, 2012).

d. Resin komposit *nanofiller*

Berkembangnya *nanotechnology* telah diperkenalkan tipe resin komposit terbaru yaitu resin komposit *nanofiller*. Ukuran partikel *filler* resin ini yaitu 20-75 μm . Resin komposit ini mengandung dua jenis partikel *filler* yaitu *nanomer* dan *nanocluster*. Partikel *nanomer* mengandung *silica* dengan ukuran yang sangat kecil yaitu 25-70 μm dengan penambahan *silane* dan secara sempurna dapat berikatan dengan matriks resin, dan partikel *nanocluster* mengandung SiO_2 *nanocluster* dengan ukuran 0,4-1 μm . Kombinasi partikel *filler nanomer* dan *nanocluster* dapat mengurangi celah *interstitial* dari partikel *filler* sehingga dapat meningkatkan muatan *filler*, sifat fisik yang lebih baik dan juga dapat dipoles lebih baik (Rina, 2008).

Resin komposit berbahan pengisi kecil dikembangkan dalam usaha memperoleh kehalusan permukaan dari resin komposit *microfiller* dengan tetap atau mempertahankan atau bahkan meningkatkan sifat mekanis dan fisik resin

komposit tradisional. Tujuan ini dapat dicapai bila, bahan pengisi anorganik ditumbuk menjadi ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan yang biasa digunakan dalam resin komposit tradisional. Secara klinis ditemukan kelemahan resin komposit yaitu *shrinkage* dan menurunnya kekerasan (Annette Alexandra, 2009). Menurut Sensi tekanan pengerutan resin komposit selama polimerisasi akan menghasilkan kekuatan yang bersaing dengan kekuatan perlekatan, sehingga dapat mengganggu pengikatan terhadap dinding kavitas, hal ini merupakan salah satu penyebab utama kerusakan tepi sehingga terjadi kebocoran mikro (Sensi *et al.*, 2004).

2.2.2. Sifat-sifat Resin Komposit

Resin komposit memiliki sifat mekanis antara lain yaitu kekuatan dan kekerasan dan salah satu sifat fisiknya adalah kekasaran permukaan (Kidd, 2008; Van ende *et al.*, 2012).

a. Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan yang diberikan kepada bahan tanpa ada terjadi kerusakan. Kekuatan terdiri dari kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan kompresi (*compressive strength*) dan modulus elastik. Resin komposit memiliki kekuatan yang berbeda-beda.

b. Kekerasan (*Hardness*)

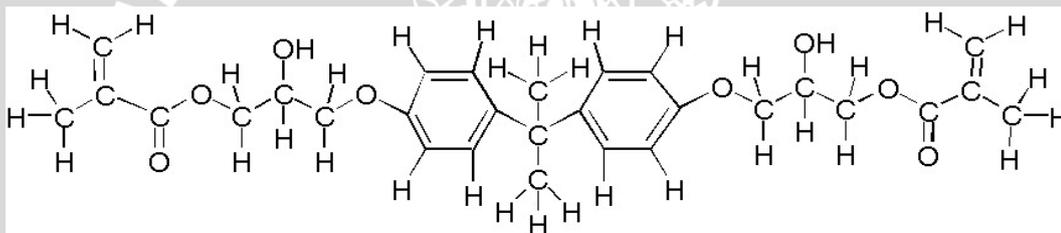
Kekerasan adalah suatu ketahanan bahan terhadap deformasi tekanan yang diberikan padanya. Kekerasan permukaan *dental material* dapat menjadi alat untuk mengetahui teknik dan nilai kekerasan bisa digunakan untuk membandingkan resin komposit yang berbeda. Kekerasan bisa menjadi indikator terbaik dari ketahanan pemakaian resin komposit.

c. Kekasaran

Kekasaran adalah ukuran dari tekstur permukaan yang tidak teratur.

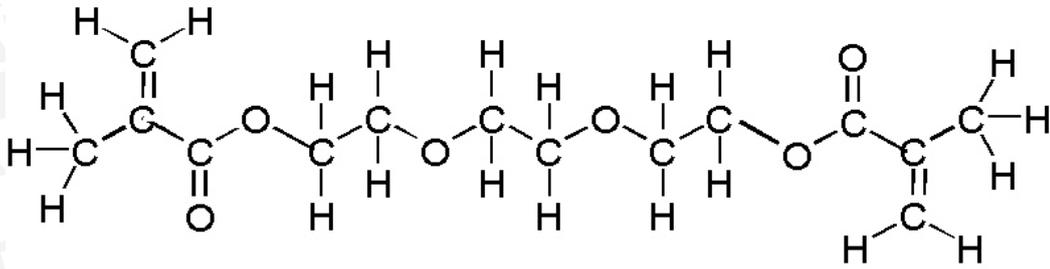
2.2.3 Matriks Resin

Resin adalah komponen aktif kimia dalam komposit. Kebanyakan bahan komposit kedokteran gigi yang merupakan diakrilat aromatik atau alipatik. Bentuknya adalah monomer cair. *Bisphenol-A-Glycidyl Methacrylat* (BIS-GMA). *Urethane Dimethacrylate* (UEDMA) dan *Trietilen Glycol Dimethacrylate* (TEGDMA) merupakan Dimetrakrilat yang umum digunakan dalam resin komposit (Baum, 1997).



Gambar 2.1 Struktur Kimia BISGMA

Kegunaan matriks resin ini adalah untuk membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan resin komposit dan mengontrol konsistensi pada resin komposit. Matriks resin mengandung monomer dengan viskositas tinggi (kental) yaitu BIS-GMA yang disintesis melalui reaksi antara *bisphenol A* dan *glycidyl methacrylate* oleh Bowen. Monomer dengan viskositas rendah juga terkandung didalamnya yaitu TEGDMA dan UDMA. Matriks resin memiliki kandungan ikatan ganda karbon reaktif yang dapat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas (Baum, 1997).



Gambar 2.2 Struktur Kimia TEGDMA

2.2.4 Polimerisasi Resin Komposit

Salah satu kelemahan resin komposit yaitu terjadinya pengerutan selama polimerisasi, sehingga menimbulkan *stress* yang terkonsentrasi pada daerah interfasial. *Stress* yang terjadi pada daerah interfasial diakibatkan oleh kompetisi gaya yang dihasilkan antara *stress* pengerutan polimerisasi resin komposit dan gaya adhesi terhadap substrat gigi. Pengerutan polimerisasi merupakan masalah terbesar pada semua bahan restorasi berbahan dasar resin. Pengerutan yang terjadi bervariasi antara 1-5 % volume, pengerutan polimerisasi berkaitan dengan *c-factor* yang merupakan perbandingan antara permukaan yang berikatan dengan permukaan yang bebas. Semakin tinggi *c-factor* maka semakin tinggi potensi terjadinya pengerutan polimerisasi. Resin komposit aktivasi sinar, pengerutan terjadi kearah sumber sinar, sedangkan pada resin komposit aktivasi kimiawi, pengerutan terjadi kearah tengah dari massa resin. Adanya kontraksi polimerisasi menyebabkan terjadinya kehilangan kontak antara resin komposit dan dinding kavitas sehingga mengakibatkan terbentuknya celah (*gap*) pada tepi restorasi. Resin komposit juga memiliki koefisien ekspansi termal tiga atau empat kali lebih besar dari pada koefisien ekspansi termal struktur gigi. Perbedaan koefisien ekspansi termal antara struktur gigi dan resin komposit ini dapat

menyebabkan terjadinya perbedaan perubahan volume yang mengakibatkan timbulnya kebocoran mikro (resin), dan komponen inorganik (*filler*) disatukan ke dalam suatu sistem yang akan mempengaruhi polimerisasi. Partikel-partikel *filler* biasanya dilapisi dengan suatu *agent* penghubung yang dapat mengikat komponen organik (resin). Kebanyakan matriks resin mengandung monomer aromatik dengan viskositas tinggi yaitu bis-GMA (*bisphenol-A diglycidyl dimethacrylate*) yang disintesis oleh Bowen di USA pada tahun 1960. Monomer dengan viskositas rendah juga tergabung di dalamnya, seperti TEGDMA (*triethylene glycol dimethacrylate*), EGMA (*ethylene glycol dimethacrylate*) dan HEMA (*hydroxyl-ethyl methacrylate*) (Power, 2006; Yalcin *et al.*, 2006).

2.2.5 Teknik Etsa Asam

Sebelum memasukan resin, enamel pada permukaan struktur gigi yang akan ditumpat diolesi etsa asam. Asam tersebut akan menyebabkan hydroksiapatit larut dan hal tersebut berpengaruh terhadap hilangnya prisma enamel di bagian tepi, inti prisma dan menghasilkan bentuk yang tidak spesifik dari struktur prisma. Kondisi tersebut menghasilkan pori-pori kecil pada permukaan enamel, tempat kemana resin akan mengalir bila ditempatkan kedalam kavitas. Bahan etsa yang diaplikasikan pada enamel menghasilkan perbaikan ikatan antara permukaan enamel-resin dengan meningkatkan energi permukaan enamel. Kekuatan ikatan terhadap enamel teretsa sebesar 15-25 MPa. Alasan salah satunya adalah bahwa asam meninggalkan permukaan enamel yang bersih, yang memungkinkan resin membasahi permukaan dengan lebih baik. Proses pengasaman pada permukaan enamel akan meninggalkan permukaan yang secara mikroskopis tidak teratur atau kasar. Bahan etsa membentuk lembah dan puncak pada enamel, yang memungkinkan resin

terkunci secara mekanis pada permukaan yang tidak teratur tersebut. Resin *tag* kemudian menghasilkan suatu perbaikan ikatan resin pada gigi. Panjang *tag* yang efektif sebagai suatu hasil etsa pada gigi anterior adalah berkisar 7-25 μm (Soratur, 2002).

Bahan etsa menggunakan asam fosfor, konsentrasi asam fosfor yang tepat adalah 35%-50 %, tetapi pada konsentrasi lebih dari 50% menyebabkan pembentukan monokalsium fosfat monohidrat pada permukaan teretsa yang sehingga menghambat kelarutan lebih lanjut. Asam ini tersedia dalam bentuk cair dan gel dan umumnya dalam bentuk gel agar lebih mudah dikendalikan. Asam diaplikasikan dan dibiarkan tanpa proses perlekatannya dengan enamel minimal selama 15-20 detik (Koudi dan Patil, 2007).

Setelah pemberian etsa, asam harus dibilas dengan air selama 20 detik dan dikeringkan. Enamel yang sudah kering, harus terlihat permukaan berwarna putih seperti bersalju hal tersebut menunjukkan bahwa etsa berhasil. Permukaan ini harus terjaga tetap bersih dan kering sampai resin diletakan untuk membuat ikatan yang baik, karena enamel yang dietsa meningkatkan energi permukaan enamel (Soratur, 2002).

2.2.6 Bahan Bonding

Dentin adhesif harus bersifat hidrofilik untuk menggeser cairan dentin dan juga membasahi permukaan, memungkinkan berpenetrasi ke dalam pori-pori dentin dan akhirnya bereaksi dengan komponen organik atau anorganik. Matriks resin bersifat hidrofobik, karena itu bahan *bonding* juga harus mengandung hidrofilik maupun hidrofobik. Bagian hidrofilik harus bersifat dapat berinteraksi pada permukaan yang lembab, sedangkan bagian hidrofobik harus berikatan dengan restorasi resin (Van, 2008).

a. Bahan *bonding* enamel

Enamel merupakan jaringan yang paling padat dan keras pada tubuh manusia. Enamel terdiri atas 96 % mineral, 1 % organik material, dan 3 % air. Mineral tersusun dari jutaan kristal hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) yang sangat kecil. Tersusun secara rapat sehingga membentuk prisma enamel secara bersamaan berikatan dengan matriks organik, pada prisma yang panjang bentuknya seperti batang dengan diameter sekitar 5 μm . Kristal hidroksiapatit bentuknya heksagonal yang tipis, karena struktur seperti itu tidak memungkinkan mendapatkan susunan yang sempurna. Celah diantara kristal dapat terisi air dan material organik. Bahan *bonding* biasanya terdiri atas bahan matriks resin BIS-GMA yang encer tanpa pasi atau hanya dengan sedikit bahan pengisi (pasi). Bahan *bonding* enamel dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan membasahi enamel yang teretsa. Umumnya, kekentalan bahan ini berasal dari matriks resin yang dilarutkan dengan monomer lain untuk menurunkan kekentalan dan meningkatkan kemungkinan membasahi. Bahan ini tidak mempunyai potensi perlekatan tetapi cenderung meningkatkan ikatan mekanis dengan membentuk resin tag yang optimum pada enamel. Beberapa tahun terakhir bahan *bonding* tersebut telah digantikan dengan sistem yang sama seperti yang digunakan pada dentin. Peralihan ini terjadi karena manfaat dari *bonding* simultan pada enamel dan dentin dibandingkan karena kekuatan *bonding* (Powers, 2006).

b. Bahan *bonding* dentin

Dentin adalah bagian terbesar dari struktur gigi yang terdapat hampir diseluruh panjang gigi dan merupakan jaringan hidup yang terdiri dari odontoblas dan matriks dentin. Tersusun dari 75 % materi inorganik, 20 % materi organik

dan 5 % materi air. Matriks dentin di dalamnya terdapat tubuli berdiameter 0,5-0,9 mm di bagian dentino *enamel junction* dan 2-3 mm di ujung yang berhubungan dengan pulpa. Jumlah tubuli dentin sekitar 15-20 ribu/mm² didekat *dentino enamel junction* dan sekitar 45-65 ribu dekat permukaan pulpa (Powers, 2006).

Penggunaan asam pada etsa untuk mengurangi terbentuknya *microleakage* atau kehilangan tahanan tidak lagi menjadi resiko pada resin dipermukaan enamel. Permasalahan timbul pada resin dipermukaan dentin atau sementum (Ferrecane, 2001). Pengetsaan asam pada dentin yang tidak sempurna dapat melukai pulpa. Dentin *bonding* terdiri dari :

- I. *Dentin Conditioner*

Fungsi dari *dentin conditioner* adalah untuk memodifikasi *smear layer* yang terbentuk pada dentin selama proses preparasi kavitas, yang termasuk *dentin conditioner* antara lain asam *maleat*, EDTA, asam *oxalic*, asam *phosric* dan asam *nitric*. Pengaplikasian bahan asam kepermukaan dentin akan menghasilkan reaksi asam basah dengan hidroksiapatit, hal ini akan mengakibatkan larutnya hidroksiapatit yang menyebabkan terbukanya tubulus dentin serta terbentuknya permukaan demineralisasi dan memiliki kedalaman 4 mm. Semakin kuat asam yang digunakan semakin kuat pula reaksi yang ditimbulkan. Beberapa dari *dentin conditioner* mengandung glutaraldehid. Glutaraldehid dikenal sebagai bahan untuk penyambung kolagen. Proses penyambungan ini untuk menghasilkan substrat dentin yang lebih kuat dengan meningkatkan kekuatan dan stabilitas dari struktur kolagen (Van Ende, 2012).

II. Primer

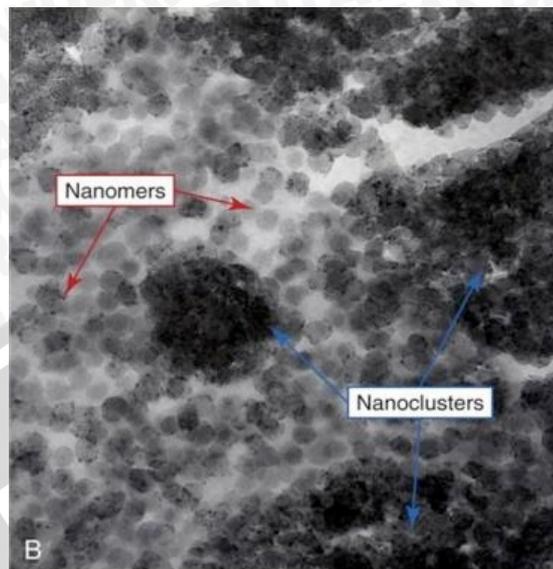
Primer bekerja sebagai bahan adhesif pada *dentin bonding agent* yaitu menyatukan antara komposit dan kompommer yang bersifat hidrofobik dengan dentin yang bersifat hidrofilik, oleh karena itu primer berfungsi sebagai perantara, dan terdiri dari monomer bifungsional yang dilarutkan dalam larutan yang sesuai. Monomer bifungsional adalah bahan pengikat yang memungkinkan penggabungan antara dua material yang berbeda (Van Ende, 2012).

2.3 Resin komposit *Nanofiller*

Resin komposit *nanofiller* merupakan bahan restorasi universal yang diaktifasi oleh *visible light* yang dirancang untuk keperluan merestorasi gigi anterior maupun posterior. Memiliki sifat kekuatan dan ketahanan hasil poles yang sangat baik. Dikembangkan dengan konsep *nanotechnology* yang biasanya digunakan untuk membentuk suatu produk yang dimensi komponen kritisnya adalah sekitar 0.1 hingga 100 nanometer. Secara teori *nanotechnology* digunakan untuk membuat suatu produk baru yang lebih ringan, lebih kuat, lebih murah dan lebih tepat. Produk dengan konsep *nanotechnology* ini jika digunakan untuk membuat badan pesawat udara sebagai pengganti metal, maka berat badan pesawat udara ini akan 50 kali lebih ringan, tetapi memiliki kekuatan yang sama dengan yang dibuat dari metal. Salah satu tujuan utama dari *technology* ini adalah menciptakan nilai tambah suatu produk. Resin komposit bersifat universal, dapat digunakan untuk gigi anterior maupun posterior. Indikasi resin komposit ini cukup luas, meliputi restorasi direk gigi anterior maupun posterior, *sandwich technique* bersama dengan bahan resin *glass ionomer*, *culp build up*, *core build up*, *splinting*, restorasi indirek gigi anterior maupun posterior termasuk *inlay*, *onlay* dan *veneer* (Rina, 2008).

Komposisi bahan resin komposit ini terdiri dari sistem resin yang bersifat dapat mengurangi pengerutan, yaitu BIS-GMA, BIS-EMA (*Bisphenol Apolyethylene glycol diether dimethacrylate*), UDMA (*Urethane dimethacrylate*) dan sejumlah kecil TEGDMA (*Trietilen Glikol Dimetakrikat*), sedangkan fillernya berisi kombinasi antara *filler nanosilica 20* nanomer yang tidak berkelompok, dan *nanocluster zirconia/silica* yang mudah berikatan membentuk kelompok, dimana kelompok tersebut terdiri dari partikel *zirconia/silica* dengan ukuran 2-20 nanomer. Ukuran partikel satu *cluster* adalah berkisar antara 0.6 – 1.4 mikron (Ertan, 2006).

Resin Komposit *nanofiller* memiliki *filler* yang tinggi, juga memiliki estetik yang baik, serta kekuatan dan ketahanan yang hampir sama dengan *microfiller*. Resin komposit *nanofiller* sangat bagus estetikanya oleh karena mempunyai partikel yang lebih halus dibanding dengan tipe *microhybrid*. Resin komposit *nanofiller* mempunyai kecenderungan untuk berubah warna, terutama bila pasien mempunyai kebiasaan minum minuman yang berwarna seperti sirup, kopi atau minuman lainnya. Sifat perubahan warna ini karena kemampuan resin komposit untuk menyerap cairan. Cairan yang terabsorpsi ini akan masuk diantara matriks sehingga menyebabkan perubahan struktur resin yang diikuti dengan perubahan fisiknya. Resin komposit jenis *nanofiller* lebih banyak mengalami perubahan warna dibanding dengan tipe *microhybrid*. Hal ini disebabkan *nanofiller* mempunyai partikel yang lebih kecil sehingga mempunyai interaksi kelistrikan yang lebih besar dibanding dengan resin komposit tipe *microhybrid*, selain itu *nanofiller* mempunyai kemampuan meresap yang lebih banyak dibanding dengan *microhybrid* (Carol, 2011).

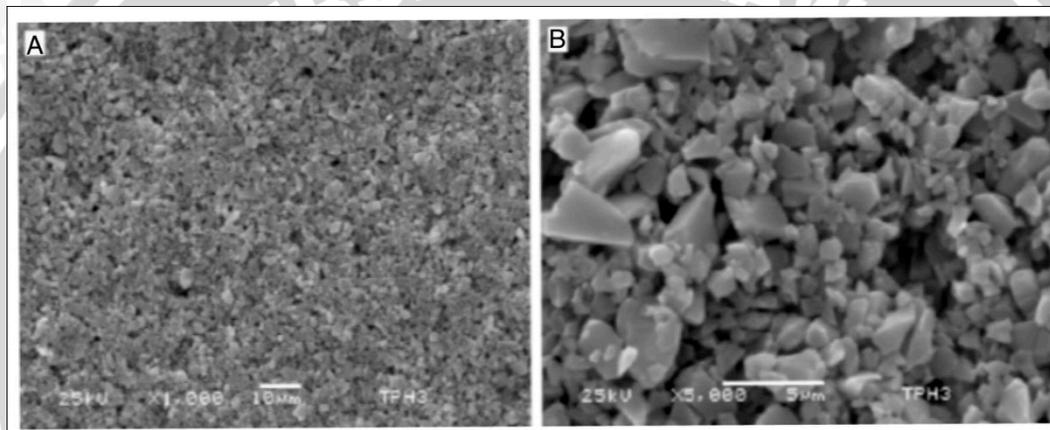


Gambar 2.3 Resin Komposit *Nanofiller* (Sakaguchi *et al.*, 2012).

2.4 Resin Komposit *Nanohybrid*

Resin komposit *nanohybrid* merupakan salah satu jenis resin komposit *hybrid* yang mengandung partikel *filler* berukuran nano (0.005-0.01 mikron) pada matriks resinnya. Resin komposit *nanohybrid* dapat dikategorikan sebagai resin komposit dengan kemampuan penanganan dan kemampuan poles dari *microfiller* komposit, serta kekuatan dan ketahanan pemakaian seperti komposit *macrohybrid* sehingga resin komposit *nanohybrid* dapat digunakan sebagai restorasi pada gigi bagian anterior dan sekaligus dapat dipakai sebagai restorasi pada gigi bagian posterior. Sifat-sifat resin komposit *nanohybrid* memiliki *compressive strength* yang cukup bagus sehingga bahan ini juga dapat digunakan sebagai tambalan pada gigi posterior yang memerlukan tekanan yang besar. Bahan ini juga memiliki ketahanan pemakaian yang cukup bagus karena ukuran partikelnya yang kecil. Resin komposit *nanohybrid* ini adalah bahan yang dapat digunakan sebagai tumpatan estetik pada gigi anterior dan tambalan pada gigi posterior yang membutuhkan ketahanan pemakaian. Resin komposit

nanohybrid juga dapat dipakai sebagai *core build up*, perbaikan *veneer*, komposit *inlay*, estetik odontoplasti, serta perbaikan komposit dan porcelain yang rusak. Resin komposit *nanohybrid* terbukti dapat digunakan pada setiap kavitas dibandingkan dengan resin komposit lainnya, walaupun demikian bahan resin komposit *nanohybrid* ini masih mempunyai beberapa kelemahan yaitu polimerisasi *shrinkage* yang masih didapatkan dari bahan ini membuat operator harus memiliki teknik yang baik (Mulyani, 2011; Vincent, 2011).

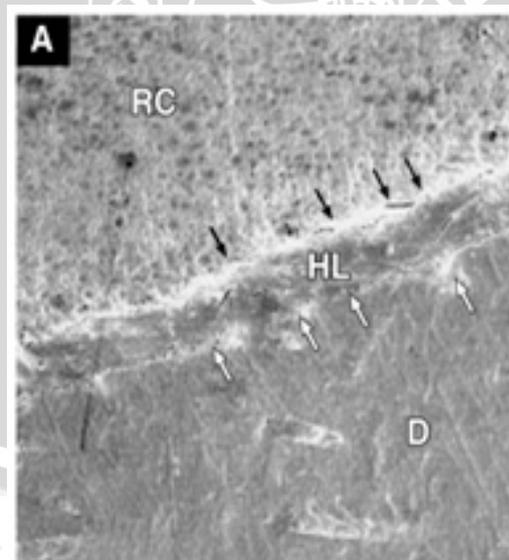


Gambar 2.4 Resin Komposit *Nanohybrid*. A. Gambaran resin komposit *nanohybrid* dengan pembesaran 1000X. B. Gambaran resin komposit *nanohybrid* dengan pembesaran 5000X (Moraes *et al.*, 2008).

2.5 Kebocoran mikro

Salah satu kekurangan restorasi menggunakan resin komposit adalah kebocoran mikro. Restorasi resin komposit akan mengalami kontraksi saat polimerisasi sehingga terdapat celah yang mengganggu pengikatan antara tepi restorasi dan kavitas, hal ini merupakan salah satu penyebab utama kerusakan tepi sehingga terjadi kebocoran mikro. Kontraksi polimerisasi dapat menyebabkan terbentuknya celah yang dapat mengurangi kerapatan tepi, tidak didapatnya titik kontak, dan menimbulkan kebocoran mikro sehingga menyebabkan bakteri, cairan, molekul dan ion masuk ke dalamnya. Perbedaan

koefisien ekspansi termal antara struktur gigi dan resin komposit juga dapat menyebabkan terjadinya perbedaan perubahan volume yang dapat mengakibatkan timbulnya kebocoran mikro. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk mencegah terjadinya kebocoran mikro antara permukaan gigi dan resin komposit, salah satunya adalah penggunaan *dentin bonding agents* yang efektif untuk mengurangi kebocoran mikro pada tepi gingiva, tetapi bahan ini tidak dapat mengeliminasi kebocoran mikro seluruhnya. Vargas *et al* tahun 2006 mengatakan bahwa bahan adhesif dentin digunakan untuk mengatasi kekurangan resin komposit dalam membentuk ikatan antara struktur gigi dengan resin komposit. Ikatan tersebut diharapkan lebih kuat dari kontraksi polimerisasi sehingga dapat mengurangi terbentuknya celah, untuk memperoleh suatu perlekatan yang baik, maka perlekatan monomer-monomer dentin harus berpenetrasi ke dalam jaringan kolagen (Vargas *et al.*, 2006; Sensi *et al*, 2004).



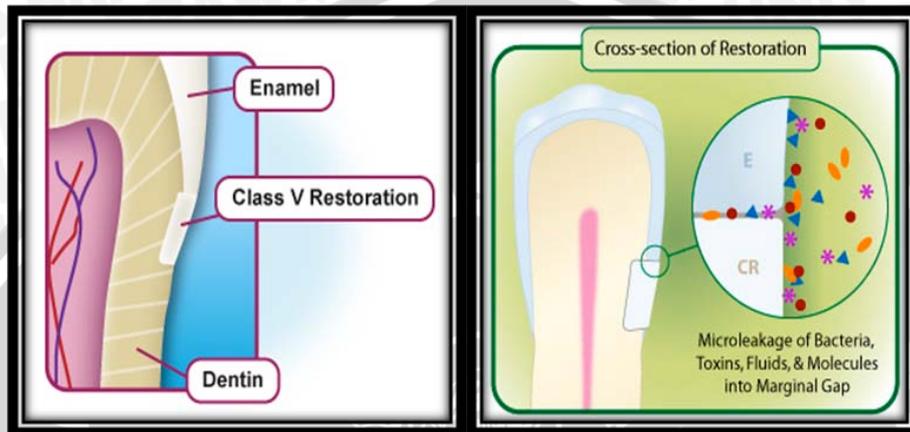
Gambar 2.5 Kebocoran Mikro pada Resin Komposit (A) Tumpatan komposit indirek.
D – dentin; HL – Hybrid Layer; RC – Resinous Cement (Carlos J, 2005).

2.6 Kebocoran mikro pada Kavitas Klas V

Kegagalan restorasi resin komposit pada gigi karies sering terjadi pada kavitas klas V (Ozel *et al.*, 2008). Kebocoran mikro paling banyak terjadi pada gingiva yaitu bagian dentin atau sementum yang disebabkan oleh sulitnya adaptasi tepi resin komposit pada kavitas klas V karena sedikit atau tidak adanya enamel pada tepi servikal, hal ini menyebabkan kekuatan perlekatan resin komposit terhadap dentin lebih lemah dibandingkan dengan perlekatan resin komposit terhadap enamel sehingga dapat terjadi kebocoran mikro diantara permukaan gigi dan material restorasi. Adanya cairan sulkus gingiva juga merupakan penyebab kegagalan lainnya pada restorasi resin komposit pada klas V (Chimello *et al.*, 2002), oleh karena itu diperlukan suatu material dengan sifat adhesif yang baik.

G.V Black menggambarkan kavitas klas V yaitu kavitas yang terdapat pada permukaan labial atau bukal dan lingual dari gigi anterior maupun posterior dan mengenai sementum. Restorasi kavitas klas V sering mengalami kegagalan karena sedikitnya enamel yang terdapat pada servikal gigi. Daerah yang sangat rentan terhadap kebocoran mikro adalah dinding gingiva pada restorasi klas II dan klas V. Pada kavitas klas V, sebagian dari restorasi menutupi enamel dan sebagian lagi menutupi dentin. Enamel dan dentin memiliki karakteristik komposisi yang berbeda, yaitu dentin mengandung air yang lebih banyak sehingga dentin menjadi lembab, sedangkan enamel mempunyai kandungan enamel yang tinggi membuat enamel mempunyai sifat yang keras. Adanya air di dalam dentin akan menurunkan tenaga permukaan dan mencegah bahan adhesif untuk membentuk suatu retensi mekanis yang baik, oleh karena itu kebocoran mikro dapat terjadi pada restorasi klas V. Kebocoran mikro dapat menyebabkan

masuknya asam, enzim, ion dan produk bakteri melalui celah restorasi sehingga terjadi diskolorasi tepi tumpatan, sensitivitas pasca perawatan, karies sekunder dan kerusakan pulpa (Chimello *et al.*, 2002).



Gambar 2.6 Kebocoran Mikro pada Resin Komposit Klas V (Chimello *et al.*, 2002).