

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glass Ionomer Cement

Pada tahun 1965 – 1966 Alan Wilson dan Kent di *British Laboratory of Government Chemist (BLGC)* melakukan sebuah penelitian dengan mencampurkan bubuk kaca silikat dengan berbagai macam cairan asam organik termasuk salah satunya polyacrylic acid (Albers, 2002). Kemudian mulai tahun 1970 Glass Ionomer cement (GIC) sebuah bahan restoratif di perkenalkan yang berasal dari semen silikat dan semen polycaboxylate (McCabe and Walls, 2009). Semen ini biasanya digunakan sebagai restorasi estetik gigi anterior dan juga direkomendasikan untuk digunakan sebagai restorasi gigi dengan karies klas III dan klas V. Karena sifat ikatan adhesive dengan gigi yang cukup baik dan memiliki potensi sebagai agent pencegah karies material ini juga digunakan sebagai luting agent, orthodontic bracket adhesive, pit dan fissure sealants, liner dan basis *core buitdups* dan restorasi intermediet. (Anusavice, 2003).

2.1.1 Komposisi

Glass ionomer cement terdiri dari bubuk dan cairan yang membutuhkan pencampuran dalam penggunaannya. GIC telah banyak mengalami modifikasi namun pada dasarnya semua GIC memiliki komponen penting yakni Polycarboxylic acid, fluoroaluminosilicate (FAS) glass, air dan asam tartaric. Bubuk dari GIC merupakan calcium fluoroaluminosilicate glass yang dapat larut dalam cairan asam. Kandungan

bubuk GIC komersial terdiri dari silica (SiO_2), alumina (Al_2O_3), aluminium fluoride (AlF_3), calcium fluoride (CaF_2), natrium fluoride (NaF), dan aluminium phosphate (AlPO_4). Bahan utama tersebut dipanaskan dengan temperature suhu 1100°C atau 1500°C agar menyatu menjadi kaca yang sejenis. Lanthanum, strontium, barium atau zinc oxide ditambahkan untuk memberikan *radiopacity*. Ukuran partikel bubuk GIC berkisar antara 15 – 50 μm . Pada awalnya cairan untuk GIC merupakan larutan air dari asam poliakrilat dalam konsentrasi sekitar 40% sampai 50%. Cairan tersebut cukup kental dan cenderung gel dari waktu ke waktu. Namun sebagian besar semen saat ini, asam yang digunakan merupakan bentuk kopolimer dengan *itaconic, maleic, atau tricarboxylic acid*. Asam ini cenderung meningkatkan reaktivitas cairan menurunkan viskositas, dan mengurangi pembentukan gel. Tartaric acid ditambahkan untuk mengontrol kerja dan pengaturan karakteristik bahan seperti meningkatkan *working time* namun memperlambat proses *setting time* (Anusavice, 2003; Sakaguchi and Power, 2012)

2.1.2 Proses Pengerasan

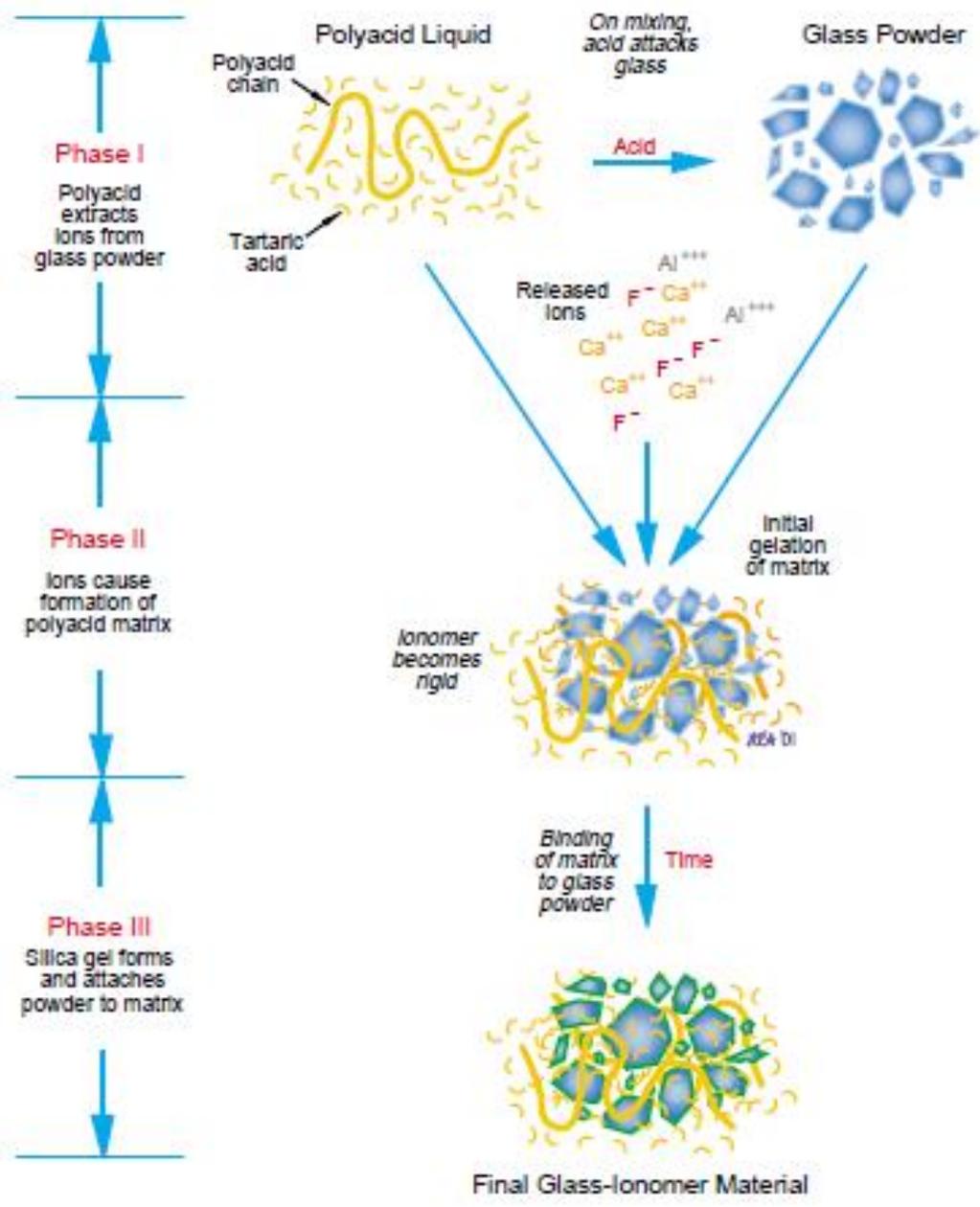
Reaksi Pengerasan dari GIC konvensional berupa reaksi asam – basa yang dimulai saat asam polyalkenoic bertemu dengan kation yang dilepaskan dari permukaan kaca. Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengerasan cukup lama. Sebuah set awal dicapai dalam 3 sampai 4 menit dari pencampuran, tetapi reaksi ionic terus selama setidaknya 24 jam atau lebih sehingga pematangan dicapai jauh kemudian (Mount, 2002; Sakaguchi and Power, 2012).

Proses pengerasan GIC melalui 3 tahap. Tahap pertama yakni *Ion-leaching phase* saat proses pencampuran bubuk dan cairan, asam perlahan mendegradasi

lapisan terluar dari partikel kaca sehingga terlepasnya ion Ca^{2+} dan Al^{3+} . Selama tahap awal ini ion Ca^{2+} dilepaskan lebih cepat dan ion Ca^{2+} inilah yang akan berikatan dengan polyacid. Al^{3+} dilepaskan lebih lambat dan dilibatkan dalam proses pengerasan di tahap selanjutnya, yang biasa disebut tahap reaksi sekunder. Ca^{2+} dan Al^{3+} akan bereaksi dengan ion fluoride membentuk CaF_2 dan AlF_2 . Dengan meningkatnya tingkat keasaman ikatan CaF_2 menjadi tidak stabil dan terbentuklah ikatan kopolimer akrilik untuk membentuk sebuah senyawa kompleks yang lebih stabil. Pada saat memasuki fase awal campuran glass ionomer cement akan tampak mengkilap namun pada akhir fase ini kilap akan berkurang (Albers, 2002; McCabe and Walls, 2009).

Fase yang kedua merupakan fase Hydrogel, dimulai dari 5 sampai 10 menit setelah proses pencampuran. Ion Ca^{2+} yang dilepaskan lebih cepat dan bereaksi dengan ikatan polyanionic polyacid chains yang bermuatan negative untuk membentuk ikatan silang. Pada fase ini menyebabkan gelasi pada ionomer silikat. Pada fase ini GIC harus dilindungi dari kelembaban. Gelasi tersebut akan terus mengalami pengerasan dan pematangan, kation akan semakin berikatan dengan rantai polyanion (Albers, 2002)

Fase terakhir adalah fase *polysalt fase*, dimana material GIC mencapai tahap akhir. Tahap ini berlanjut hingga beberapa bulan. Proses pengerasan semen didasari oleh hidrogel kalsium, aluminium, dan fluoro aluminium poliakrilat yang menyebabkan partikel kaca tidak bereaksi dan dilapisi oleh lapisan ikatan lemah hydrogel silica. Pada fase ini glass ionomer cement akan semakin menyerupai gigi (Albers, 2002).



Gambar 2. 1 Proses Pengerasan GIC konvensional (Albers, 2002)

2.1.3 Perlekatan GIC terhadap Gigi

GIC memiliki keunikan sifat yakni dapat berikatan dengan dentin dan email secara kimiawi (Mount, 2002). Dari penelitian yang dilakukan dibawah scanning electron microscope (SEM) memperlihatkan pertukaran ion dan perlekatan kimia dari GIC terhadap gigi (Mount, 2002). Mekanisme perlekatan GIC terhadap jaringan keras gigi sangatlah kompleks. Singkatnya, terjadi ikatan ion antara ion carboxyl (COO) yang terdapat pada asam yang terkandung dalam semen dan ion kalsium (Ca^{2+}) yang terdapat pada enamel dan dentin (MJ Tyas and MF Burrow, 2004)

Perlekatan tersebut terjadi karena adanya pertukaran dari ion fosfat dan ion kalsium. Penelitian yang dilakukan dengan menggunakan scanning electron mikroskop menunjukkan bahwa rantai polyalenoik acid menyebabkan penetrasi dari permukaan enamel dan dentin dan menggeser ion fosfat sehingga terlepas ke dalam semen. Untuk menjaga keseimbangan elektrolit maka terjadi ikatan antara calcium dan ion fosfat. Hal tersebut menghasilkan lapisan kaya ion (ion – enriched layer) yang berikatan secara kuat dengan dentin dan enamel. Lapisan pertukaran ion tersebut terdiri dari kalsium dan ion fosfat dari GIC, dan aluminium, silikat, fluoride dan kalsium dan atau strontium ion (MJ Tyas and MF Burrow, 2004; Mount, 2002)

Walaupun perlekatan GIC terhadap gigi terbilang cukup kuat namun dalam praktiknya untuk menjaga ketahanan restorasi dari erosi juga perlu dilakukan pembersihan permukaan gigi terlebih dahulu. Bahan pembersihan lapisan permukaan gigi yang umum digunakan adalah pasta poles seperti pumice. Namun penggunaan pasta poles seperti pumice justru dapat meninggalkan smear layer pada lapisan gigi penggunaan instrument sebelum dilakukannya aplikasi material tumpatan juga dapat

membuat permukaan gigi menjadi kasar, nyatanya material tumpatan akan lebih adhesive jika ditempatkan pada permukaan yang halus. Alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan larutan mineralisasi seperti tannic acid 25 % (Mount, 2002).

2.1.4 Klasifikasi

Penggunaan GIC telah meluas antara lain sebagai perekat, pelapik dan bahan restoratif terutama untuk restoratif kavitas kelas I dan II, core built – up, dan sebagai pit and fissure. Berdasarkan formulanya GIC digolongkan menjadi 3 jenis yakni Tipe I sebagai perekat, Tipe II sebagai bahan restoratif, Tipe II sebagai basis atau pelapik. Untuk menutupi kekurangan GIC konvensional munculah klasifikasi baru yakni Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC) dan selanjutnya dikembangkan kembali menjadi nano filled Resin Modified Glass Ionomer Cement (Anusavice, 2003).

Berdasarkan dengan penggunaannya GIC dapat diklasifikasikan 9 jenis diantaranya tipe I (luting) digunakan sebagai luting agen, tipe II (restoratif GIC) digunakan sebagai bahan restoratif, perbedaan utama antara luting dan ionomer kaca restoratif adalah restoratif memiliki warna yang lebih baik, memiliki kandungan filler yang lebih tinggi, dan memiliki ketebalan film yang jauh lebih tinggi. Kemudian tipe III campuran ionomer kaca-logam dimaksudkan untuk basis dan buildups. Tipe IV sebagai Fissure sealant, tipe V sebagai *Orthodontic cement*, tipe VI sebagai core build up, tipe VII merupakan fluoride release GIC, tipe VIII digunakan pada *atraumatic restoration* (ART), tipe IX sebagai restorasi gigi desidui. Selanjutnya jenis lainnya terdapat Cermet-ionomer yang mengandung ionomer *metal-fused-to-glass particles*, dan GIC Resin-ionomer campuran dari GIC dengan resin (Albers, 2002).

Untuk meningkatkan sifat mekanisnya dan retensinya maka GIC terus dikembangkan hingga ditemukannya GIC modifikasi resin yang juga dikenal dengan nama ionomer hybrid, digunakan untuk merestorasi daerah *low stress – bearing* dan juga direkomendasikan untuk pasien yang memiliki tingkat resiko terhadap karies yang tinggi. Hasil restorasi dari material ini lebih estetik dibandingkan dengan GIC konvensional dikarenakan kandungan resin yang terdapat pada RMGIC. Reaksi pengerasan yang terjadi nantinya pada RMGIC yakni penggambungan antara reaksi asam - basa dan reaksi polimerisasi *light – cured*. Bahan material memiliki kelebihan ketahanan terhadap patah yang tinggi, ketahanan terhadap aus dan lebih mengkilap dibanding dengan GIC konvensional (Sakaguchi and Power, 2012).

2.2 Resin Modifikasi GIC

Pada tahun 1989 mulai diperkenalkan sebuah *lightcure* GIC oleh Antonnuci dan rekan kerjanya. Vitrebond menjadi semen pertama yang dikomersilkan dan dikembangkan oleh Mitra tahun 1989. Semen ini merupakan semen pertama yang memodifikasi proses pengerasan GIC dengan resin yakni melalui reaksi asam basa dan polimerisasi (*dual cured*) . Pada tahun 1992 Mitra mengembangkan kembali semen ini sehingga memungkinkan semen ini dapat mengeras melalui proses kimia tanpa tanpa tambahan cahaya (*tricured*) (Albers, 2002)

Penambahan resin diharapkan dapat memperbaiki kekurangan dari GIC konvensional. Jika dibandingkan dengan GIC konvensional terdapat beberapa perbedaan yang cukup besar seperti fleksibilitas yang tinggi dengan penambahan ionomer hybrid resin modifikasi GIC memiliki daya fleksibilitas dua kali lebih besar dibanding dengan GIC konvensional, estetika yang baik karena kandungan resin,

memiliki sifat fisik yang baik seperti kekuatan tarik yang lebih besar dan kekerasan lebih baik sehingga tahan terhadap fraktur dan juga permasalahan hidrasi bahan ini lebih rendah dibanding dengan GIC konvensional sehingga waktu setting tidak terlalu memiliki banyak kendala. (Albers, 2002; O'Brien, 2002).

2.2.1 Komposisi

Sama seperti GIC konvensional GIC modifikasi resin terdiri atas bubuk dan cairan. Kandungan bubuknya juga sama dengan GIC konvensional hanya saja ditambahkan *ion-leachable glass* yang membuat proses pengerasannya memerlukan sinar. Sementara cairannya mengandung 4 bahan utama yakni Sebuah resin metakrilat yang memungkinkan proses pengerasan dengan polimerisasi, Polyacid yang akan beresaksi dengan ion – leachable glass yang akan berperan dalam proses pengerasan melalui mekanisme reaksi asam – basa, *Hydroxyethyl methacrylate* (HEMA) merupakan sebuah hidrofilik metakrilat yang dapat menyebabkan kedua komponen yakni resin dan asam dapat menyatu di dalam larutan selain itu juga HEMA mengambil bagian dalam reaksi polimerisasi. Dan yang terakhir adalah air, yang merupakan komponen penting diperlukan untuk memungkinkan ionisasi komponen asam sehingga reaksi asam-basa dapat terjadi (McCabe and Walls, 2009; Sakaguchi and Power, 2012).

2.2.2 Reaksi Pengerasan

Reaksi pengerasan yang terjadi pada GIC modifikasi resin ini dikendalikan oleh 2 reaksi yang terkadang berlangsung secara bersamaan. Reaksi asam-basa terjadi relatif lambat sementara polimerisasi radikal bebas terjadi sangat cepat dan

menjadi reaksi dominan yang terjadi dalam proses pengerasan terutama pada material yang pengaktifannya menggunakan cahaya. (McCabe and Walls, 2009).

Saat bubuk dan cairan dicampur bersama, reaksi asam – basa segera terjadi dengan cepat antara kelompok asam yang bereaksi dengan silikat kaca. Polimerisasi mengambil alih proses pengerasan segera setelah radikal bebas tersedia untuk memulai reaksi (Anusavice, 2003).

2.2.3 Perlekatan Terhadap Gigi

Semua material yang termasuk kedalam kelompok resin modified GIC mengandung polyacid dari berbagai jenis serta konsentrasi yang bervariasi. Semua bahan memiliki potensi untuk saling berikatan dengan permukaan gigi seperti GIC konvensional. Namun, besarnya keefektifan perlekatan dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti kurangnya konsentrasi dari kelompok asam untuk membentuk ikatan, kurangnya memadainya karakteristik ionic yang dapat menyebabkan ikatan tersebut terjadi dan mobilitas yang kurang dari spesimen asam aktif yang memungkinkan untuk terjadinya interaksi dengan permukaan gigi. Oleh karena itu banyak bahan, walaupun memiliki potensi untuk berikatan dengan permukaan gigi memerlukan penggunaan perantara agen dalam rangka mencapai efektif (McCabe and Walls, 2009).

Namun penelitian analisis klinis retrospektif *in vivo* menunjukkan bahwa GIC modifikasi resin memiliki retensi yang sangat baik. Hal ini disebabkan karena adanya keringanan tegangan eksternal yang diberikan oleh reaksi dual curing dari material ini (Sakaguchi and Power, 2012).

2.3.1 Komposisi

Glass ionomer cement modifikasi resin nano terdiri dari bubuk dan cairan. Komposisi cairan yakni resin metakrilat, polacid, *hydroxyetil methacrylate* dan air. Komposisi utama dari bubuk GIC resin modifikasi nano ini tidak berbeda dengan GIC resin modifikasi yakni *fluoroaluminosilicate glass* (FAS) dan *ion-leachable glass* (Sakaguchi and Power, 2012).

Yang membedakan dengan GIC modifikasi resin hanyalah filler yang digunakan adalah yang berukuran nano. Kandungan filler yang terdapat pada material ini mencapai 69 % yang terdiri atas 27 % FAS dan 42 % *Metacrylate* yang berfungsi sebagai *nanofiller*. Komponen dari material ini juga mengandung nanofiller dengan ukuran 5 – 25 nm dan nanofiller – clusters berukuran 1 – 1,6 μm (Eronat et al., 2014; “Independent non - profit dental product testing laboratory,” 2007).

2.3.2 Reaksi Pengerasan

Reaksi pengerasan dari GIC resin modifikasi nano ini juga sama dengan reaksi pengerasan GIC resin modifikasi nano yakni melalui proses reaksi asam – basa glass ionomer semen dan proses polimerisasi menggunakan light cure (“Independent non - profit dental product testing laboratory,” 2007)

2.3.3 Perekatan Terhadap Gigi

GIC resin modifikasi nano memiliki kandungan resin sehingga dalam mekanisme perlekatan terhadap struktur gigi yaitu dengan tag resin ke dalam enamel dan pembentukan lapisan hybrid ke dentin (MJ Tyas and MF Burrow, 2004). Sebuah penelitian terbaru telah menunjukkan bahwa penggunaan agent conditioner untuk

beberapa jenis GIC seperti RMGI (Fuji II LC) dan Ketac, primer dapat meningkatkan perlekatan bahan restoratif terhadap dentin (Shafiei *et al.*, 2015). Teori ini diterima karena boading agent diketahui mempengaruhi pembentukan lapisan hybrid pada dentin sehingga dapat menampah kekuatan ikat yang lebih baik (Kasraei *et al.*, 2009)

2.3.4 Primer

Primer merupakan sebuah sistem bonding dengan kandungan monomer yang memiliki sifat hidrofilik yang berguna untuk membuka serat kolagen dan sifat hidrofobik yang berguna untuk perekatan resin. Primer yang biasa digunakan memiliki kandungan HEMA (2 Hydroxyethyl methacrylate) dan 4 – META (4 – Methacyloxyethyl trimellitate anhydride) monomers yang dilarutkan dalam pelarut organik. Primer ini biasanya digunakan bersama dengan conditioner primer digunakan untuk meningkatkan difusi sehingga menjadi permukaan dentin lebih lembut dan untuk mendemineralisasi dentin dan sehingga menyebabkan ikatan mikromekanikal dapat terjadi dengan baik. Untuk mendapatkan penetrasi yang optimal sampai terjadinya demineralisasi dentin, butuh pengaplikasian hingga beberapa lapis (Chandra, 2007).

2.3 Kebocoran Mikro

Telah terbukti bahwa bahan restoratif seringkali tidak berikatan dengan enamel dan dentin dengan cukup kuat untuk menahan kekuatan kontraksi atau kekuatan tekan saat polymerisasi, pemakaian dan siklus termal. Jika ikatan tidak terbentuk maka akan menyebabkan bakteri, sisa makanan, atau bahkan saliva dapat terjebak di ruang antara material restorasi dengan lapisan gigi. Keadaan ini disebut dengan kebocoran tepi, kebocoran ini dapat menyebabkan invasi bakteri, karies sekunder, gigi

hipersensitif, diskolorasi warna bahan tumpatan, cedera pulpa hingga terlepasnya bahan tumpatan (Rao, 2011; Sakaguchi and Power, 2012).

Kebanyakan bahan restoratif menunjukkan berbagai tingkat kebocoran marjinal karena dimensi perubahan dan kurangnya kemampuan beradaptasi dengan rongga pada permukaan gigi. Kebocoran mikro juga ditemukan pada bahan adhesive GIC. Dari ketiga generasi GIC ini kebocoran tepi terbesar berasal dari GIC modifikasi resin hal tersebut terjadi karena adanya perubahan dimensi (*shrinkage*) saat proses pengerasan terjadi (Halim and Zaki, 2011).

Beberapa metode untuk mengurangi kebocoran mikro selama prosedur restorasi meliputi penerapan kombinasi perbandingan material, teknik *direct* atau *indirect* dan perbedaan teknik *curing*. (Fabianell *et al.*, 2007). Pada material GIC kebocoran mikro dapat dicegah dengan penggunaan bonding agent yang dapat meningkatkan perlekatan. Kemudian ketepatan proses manipulasi dimana rasio perbandingan antara cairan dan bubuk harus tepat agar kelarutan semen terjadi dengan baik. Penggunaan instrument putar pada proses *finishing* sangat dianjurkan karena penggunaan instrument tangan dapat menyebabkan *marginal ditching*. Dan cara lainnya dengan penggunaan Vaseline atau petroleum jelly untuk melapisi permukaan restorasi selama proses finishing. Hal tersebut dapat mencegah kontaminasi yang dapat menyebabkan terjadinya kebocoran mikro. (Chandra, 2007).

2.4 Evaluasi Kebocoran Mikro

Pengujian kebocoran mikro telah digunakan untuk mengetahui sifat klinis dari bahan restoratif. Banyak metode digunakan untuk meneliti kebocoran mikro telah

dikembangkan dan dilakukan selama bertahun-tahun. Namun belum ada kesepakatan untuk yang metodologi pengujian akan memberikan hasil yang paling akurat (Gonzalez *et al.*, 1997).

Metode penelitian pertama yakni metode Dye, merupakan metode pengujian intergitas marginal dengan cara merendam gigi yang telah dilakukan restorasi ke berbagai jenis *dye solution* dengan menggunakan variable waktu. Penilaian *marginal steal* dilakukan disekitas tumpatan dan tempat masuknya *dye solution*. Berikut ini merupakan Dye solution yang sering digunakan antara lain (a) Methylene Blue (b) Crystal Violet (c) India Ink (d) Eosin (e) Erythrosin (f) Fluoroscein (g) Basic Fuschin (h) Rhodamine B. Kekurangan metode ini adalah sebagai berikut (a) Hasil diperoleh tidak konsisten (b) Dye mungkin tidak memiliki stabilitas warna yang baik (c) Jika dye berikatan dengan gigi atau restorasi hal tersebut adalah sumber kesalahan. Metode kedua dan juga merupakan metode yang diyakini lebih sensitif yakni metode isotop radioaktif diyakini lebih sensitif karena bisa menembus celah yang terbenruk dan dapat mendeteksi bahkan sampai dengan jumlah menit kebocoran mikro yang ada. Radio isotop yang sering digunakan antara lain a) ^{14}C , (b) ^{32}P , (c) ^{35}S (d) ^{45}Ca (e) ^{86}Rb dan (f) ^{131}I . Walupun memiliki sensitifitas yang tinggi namun metode ini memiliki beberapa kekurangan antara lain (a) hasil yang dihitung haruslah bersifat objektif, (b) Isotop merupakan bahan yang mahal dan seensitif (c) Beberapa isotop seperti misalnya ^{45}Ca mungkin dapat berikatan dengan struktur gigi sehingga hasil yang didapat dapat diragukan (d) dibutuhkan ruangan khusus dalam melakukan penelitian karena tindakan kewaspadaan harus diperhatikan. Metode ketiga yakni *chemical tracer*. Metode ini melibatkan penggunaan senyawa tidak berwarna yang nantinya

akan bereaksi dan membentuk endapan opak. Senyawa yang biasa digunakan yakni larutan perak nitrat 50 % yang direaksikan dengan Hydroquinon (benzene 1,4 – diol). Terkadang juga dapat digunakan perak klorida 1% (Chandra, 2007).

Metode yang juga populer dalam pengujian kebocoran mikro adalah dengan menggunakan *scanning electron microscopy* (SEM). Pengamatan dilakukan dengan observasi secara langsung pada struktur gigi yang bedekatan dengan material restorasi. Penggunaan SEM pada penelitian kebocoran mikro memberikan visualisasi gambar struktur dentin dengan pembesaran yang tinggi (50x – 10.000x bahkan lebih) tanpa mengubah focus gambar. Selain itu, karena data yang ditampilkan SEM berupa *gray scale*, warna dari dentin tidak mempengaruhi dalam perolehan focus, dimana kekurangan tersebut yang dapat membuat SEM lebih unggul dibanding dengan optical stereo microscopes terdahulu (Paradela and Buttino, 2012).

Gambaran yang diperoleh dalam pengamatan menggunakan SEM merupakan gambaran topografi dari penangkapan electron sekunder yang dipancarkan oleh specimen. Pada dasarnya prinsip kerja SEM dimulai dari berkas electron yang berinteraksi dengan sampel yang nantinya akan menghasilkan secondary electron (SE) yang akan masuk kedalam detector dan selanjutnya akan diubah menjadi sinyal listrik yang akan menghasilkan gambar pada monitor. Semakin banyak elektron yang dihasilkan maka akan mempengaruhi kecerahan dari gambar yang dihasilkan (Lábár, 2002). Pengamatan kebocoran mikro sendiri dilakukan melalui potongan sampel dentin dari gigi yang telah di ekstraksi. Gigi yang digunakan tersebut ditempatkan pada larutan 0.5 % chloramines pada suhu 4^o C, gigi yang baik

digunakan adalah gigi yang disimpan dalam jangka waktu kurang dari satu bulan setelah ekstraksi (Kubinek *et al.*, 2007).

Selain keempat cara diatas, terdapat cara lain antara lain *neutron activation analysis, bacteriological methode, air Pressure technique, electrochemical study, reverse diffuse metohe dan pain perception* (Chandra, 2007).

2.5 GIC Modifikasi Resin Nano

Kemajuan terbaru dalam material resin-dimodifikasi ionomer adalah nanoionomer atau dapat dikatakan merupakan modifikasi dari resin yang memiliki partikel nano tersedia secara komersial sejak tahun 2007. GIC modifikasi nano yang pertama kali dikeluarkan yakni Ketac Nano (Ketac N100). GIC resin-dimodifikasi terdiri dari beberapa nanopartikel seperti monomer dan nanoclusters yang ditambahkan ke dalam bubuk kaca *fluoroaluminosilicate glass* (FAS). Seperti semua RMGIC, material ini memiliki Komponen air dengan asam polikarboksilat dan monomer metakrilat larut air (Sakaguchi and Power, 2012)



Gambar 2. 2 Produk komersial glass ionomer modifikasi resin nano

Penambahan komponen nanopartikel pada material berguna untuk meningkatkan *polishability* dan memperbaiki karakteristik optik dari ionomer. Luas

penampang FAS yang dimiliki material ini sangatlah luas sehingga tidak memiliki permasalahan dalam pelepasan fluor. Indikasi dari penggunaan GIC modifikasi resin nano ini sendiri antara lain sebagai restorasi gigi sulung, restorasi kavitas kecil kelas I, restorasi kavitas kelas III dan V, restorasi transisi misalnya sebelum persiapan untuk pembuatan mahkota dan restorasi sementara, mengisi defek dan *undercut*, sebagai Laminare / teknik Sandwich dan *core build-up* di mana setidaknya 50% dari struktur gigi koronal yang tersisa untuk dukungan ("Independent non - profit dental product testing laboratory," 2007; Sakaguchi and Power, 2012).

2.6 Saliva Buatan

Saliva merupakan cairan yang disekresikan ke dalam rongga mulut oleh kelenjar ludah yakni kelenjar parotis, submandibularis dan sublingual. Saliva memiliki beberapa peran penting dalam rongga mulut antara lain membantu pengunyahan makanan dan pencernaannya dengan bantuan enzyme amilase. Saliva juga berperan dalam berbicara, mengecap, dan pembersihan mulut dan jaringan secara alamiah. Saliva juga memberikan perlindungan bagi gigi geligi dan mukosa mulut gingiva (Harty and Ogston, 2013). Saliva mengandung 99% air, ion organik, mucus, glycoprotein, enzyme, senyawa antibakteria (Steinmeyer, 2014).

Dalam dunia kedokteran gigi khususnya dalam bidang penelitian penggunaan saliva buatan sebagai media penyimpanan gigi sementara sering menjadi pilihan. Hal tersebut dikarenakan saliva buatan memiliki kemampuan untuk menjaga gigi tetap dalam keadaan vital. Saliva buatan memiliki komposisi campuran dari air, agen buffering, derivat selulosa dan tambahan bahan lainnya seperti sorbitol. Banyak metode yang dapat digunakan dalam pembuatan saliva buatan salah satunya yakni

dengan metode Afnor dan disebut dengan AFNOR standard S90-701. Dimana kandungan dari larutan Afnor terdiri atas NaCl – 0.7 g/L, KCl – 1.2 g/L, Na₂HPO₄ – 0.26 g/L, NaHCO₃ – 1.5 g/L, KSCH – 0.33 g/L, carbamide – 1.35 g/L (Brett and Trandafir, 2004; Steinmeyer, 2014).

