

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glass Ionomer Cement

Glass ionomer cement diperkenalkan pertama kali oleh Smith pada tahun 1960 akhir (Bona, 2009). Bahan restorasi ini merupakan sekelompok bahan yang menggunakan bubuk kaca silikat dan larutan asam poliakrilat. Bahan ini mendapatkan nama dari formula yaitu suatu bubuk kaca dan asam ionomer yang menggunakan gugus karboksil. *Glass ionomer cement* juga disebut sebagai semen polialkenoat (Anusavice, 2003).

2.1.1 Komposisi *Glass Ionomer Cement*

Glass ionomer cement merupakan semen yang berbahan dasar air dengan bentuk reaksi asam basa, dimana asam polialkenoat sebagai asam dan kaca kalsium stronsium aluminosilikat sebagai basa. Komposisi bubuk serupa dengan semen silikat, seperti pada tabel 2.1.1

Tabel 2.1.1 Komposisi *Glass Ionomer Cement*

SiO ₂	35,2
Al ₂ O ₃	20,1
CaF ₂	20,1
AlF ₃	2,4
NaF	3,6
AlPO ₄	12,0

Cairan untuk *glass ionomer cement* pada awalnya adalah larutan dari asam poliakrilat dengan konsentrasi 50 %. Cairan ini cukup kental dan cenderung menjadi gel dengan berjalannya waktu. Pada *glass ionomer cement*

modern, cairan asamnya berada dalam bentuk kopolimer dengan asam itakonik, maleik, atau trikarbosilik. Asam-asam ini cenderung meningkatkan reaktivitas cairan, mengurangi kekentalan, dan mengurangi kecenderungan untuk menjadi gel (Anusavice, 2003).

2.1.2 Sifat Fisik *Glass Ionomer Cement*

Sifat fisik *glass ionomer cement* yang adhesif ke permukaan enamel dan dentin, melepaskan fluor ke jaringan gigi, biokompatibel pada jaringan pulpa, dan koefisien termal ekspansi sama dengan gigi membuat *glass ionomer cement* banyak digunakan. *Glass ionomer cement* melepaskan fluor dalam jangka waktu yang cukup lama sehingga dapat menghilangkan sensitivitas dan mencegah terjadinya karies sekunder (Armilia, 2006).

Bahan ini merupakan pilihan utama untuk merestorasi gigi-gigi anterior, bahkan untuk gigi-gigi posterior sekali pun. Setelah resin komposit diperkenalkan, *glass ionomer cement* masih tetap eksis dan kemampuannya terus berkembang seperti halnya resin komposit. Pemilihan bahan *glass ionomer cement* sebagai pengikat resin komposit dengan dentin pada restorasi *sandwich* didasari atas keunggulan sifat-sifat bahannya. *Glass ionomer cement* merupakan bahan yang tidak mengiritasi jaringan lunak dan memiliki kandungan fluor yang dapat dilepaskan ke lingkungan rongga mulut, serta menyerap fluor dari lingkungan disekitarnya sehingga berfungsi sebagai *reservoir*, sehingga dapat mencegah terbentuknya karies sekunder (Dharsono, 2007).

Glass ionomer cement mengandung air yang merupakan struktur paling penting. Air di sini kadang-kadang disebut berikatan "longgar" atau "ketat". Ikatan air yang longgar dapat diartikan unsur ini mudah dihilangkan dengan penguapan sedangkan ikatan ketat sukar dilepaskan. Ikatan air yang longgar cenderung

berkurang dengan berlalunya waktu, sedangkan proporsi ikatan yang ketat terus bertambah (Baum *et al*, 2002).

Air yang terikat secara erat adalah ketika air yang menghidrasi matriks dan tidak dapat dikeluarkan oleh proses pengeringan saat pengerasan berlanjut. Proses hidrasi ini sangat penting untuk menghasilkan struktur gel yang stabil dan untuk membangun kekuatan semen. Jika semen yang baru dicampur tetap diisolir dari udara ruangan, maka dengan berjalannya waktu, air yang terikat secara longgar akan perlahan-lahan berubah menjadi air yang terikat secara erat. Fenomena ini menghasilkan semen yang lebih kuat dan kurang peka terhadap kelembaban. Jika campuran yang sama tidak diberi penutup sehingga berkontak dengan udara ruangan, maka di permukaan akan terjadi retak-retak dan pecah akibat pengeringan (Anusavice, 2003).

Kontaminasi air yang terjadi pada tahap ini dapat melarutkan kation pembentuk matriks dan anion ke area sekitar. Proses ini menghasilkan semen yang lemah dan lebih mudah larut. Meskipun kerentanan terhadap kelarutan cenderung menurun dengan berjalannya waktu, tetapi belum diketahui waktu minimal dimana bahaya retak akibat kontak dengan udara sudah berlalu. *Glass ionomer cement* harus dilindungi terhadap perubahan air di dalam strukturnya selama ditempatkan ke kavitas dan jika mungkin, selama beberapa minggu setelah penempatan (Juwono, 2003).

2.1.3 Tipe-Tipe *Glass Ionomer Cement*

Glass ionomer cement sekarang tersedia dalam tiga tipe dasar yaitu *glass ionomer* konvensional, *resin modified glass ionomer*, dan *metal reinforced* (Nicholson, 2013).

2.1.3.1 Glass Ionomer Cement Konvensional

Glass ionomer cement dalam bentuk konvensional terdiri dari *fluoroaluminosilicate glass*, kalsium, cairan asam *polyalkenoic*, dan asam *poliakrilat*. Bahan konvensional dihasilkan oleh reaksi asam-basa antara cairan asam dan *powder* dasar (Tyas, 2006). Tipe ini mengkombinasikan keuntungan yang terlihat dari semen silikat awal (*chemically leachable* [ion fluoride], *fluoroaluminosilicate glass* [bubuk] dan asam fosfat [cair]) dan sifat adesif dari semen polikarboksilat seng (Zinc oxide-[bubuk] dan asam poliakrilat [liquid]) (Strassler, 2011). Menurut Craig (2012) menunjukkan bahwa *compressive strength glass ionomer cement* konvensional adalah sebesar 100-150 Mpa. Contoh produk dari bahan ini adalah Fuji XI GP.

2.1.3.2 Resin Modified Glass Ionomer Cement (RMGIC)

Untuk meningkatkan sifat fisik dan mengurangi sensitivitas air bahan konvensional, kini telah tersedia bahan yang disebut *resin modified glass ionomer cement* yang mengandung resin yang sudah dipolimerisasikan, umumnya *hydroxyethylmethacrylate* (HEMA) sehingga memungkinkan untuk *selfcure* dan atau *lightcure* (Tyas, 2006). Kelebihan *resin modified glass ionomer* adalah lebih resisten terhadap fraktur dan lebih tahan terhadap kelarutan dibandingkan dengan *autocure glass ionomer*. Ada 2 fase reaksi pengerasan pada bahan ini, fase pertama adalah reaksi asam basa antara *glass* dan *polyalkenoic acid*. Fase kedua adalah polimerisasi komponen resin setelah aktivasi sinar (Mount, 2010). *Compressive strength* dari bahan ini adalah 200-250 Mpa (Craig, 2012). Contoh produk dari bahan ini adalah Fuji II LC (GC America), Vitremer (3M ESPE), dan Photac-fil (3M ESPE).

2.1.3.3 Metal Reinforced Glass Ionomer Cement (Cermet)

Metal reinforced glass ionomer cement (cermet) diatur oleh proses asam basa, dan diperkuat oleh adanya kekuatan logam halus, paduan perak-timah dari amalgam (Nicholson, 2013). Tipe ini dikembangkan sebagai solusi untuk meningkatkan ketahanan terhadap abrasi. Dengan mengkombinasikan serbuk logam dan *glass ionomer* bersama-sama, ikatan yang kuat dari logam untuk *glass ionomer cement* dapat dicapai. Beberapa percobaan klinis, ditemukan bahwa emas dan perak merupakan bahan yang paling cocok. Ketahanan *cermet* semen ionomer terhadap abrasi sudah sangat meningkat bila dibandingkan dengan *glass ionomer cement* konvensional dan kekuatan lentur mereka juga lebih tinggi (Upadhy et al, 2005).

2.1.4 Klasifikasi Glass Ionomer Cement

Berdasarkan pada aplikasi klinis, *glass ionomer cement* diklasifikasi menjadi 3 tipe, antara lain tipe 1 adalah semen untuk bahan *luting (crown, bridges, orthodontic brackets)*, tipe 2 adalah untuk bahan restoratif. Tipe 2 dibagi lagi menjadi tipe 2.1 *aesthetic restorative cements* dan tipe 2.2 *reinforced restorative cements*. Tipe 3 adalah untuk *lining cement, base* dan *fisure sealant* (Upadhy et al, 2005). Menurut Craig (2012), bahwa basis (semen basis, umumnya ± 1 mm) digunakan untuk melindungi pulpa dari panas dan dukungan mekanik tambahan untuk restorasi.

2.2 Resin Komposit

Istilah bahan komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dua atau lebih bahan berbeda dengan sifat-sifat yang unggul atau lebih baik dari bahan itu sendiri. Perkembangan komposit sebagai bahan restorasi dimulai sejak akhir

tahun 1950-an dan pada awal 1960, Bowen memulai percobaan untuk memperkuat resin epoksi dengan partikel bahan pengisi. Kelemahan sistem resin epoksi, yaitu lamanya pengerasan dan kecenderungan berubah warna, mendorong Bowen mengkombinasikan keunggulan epoksi dan akrilat. Percobaan ini menghasilkan pengembangan molekul bis-GMA yang memenuhi persyaratan matriks resin suatu komposit gigi (Annusavice, 2003).

Resin komposit terdiri dari monomer dasar resin bis-GMA atau *Bowen's*, monomer pengencer seperti *triethylene* atau *tetraethylene glycol dimethacrylate* untuk kemudahan mengalir, dan monomer pengisi yang bersifat penguat seperti *crystalline quartz*, *lithium aluminosilicate*, *barium aluminoborate silica glass*, dan *fused silica* (Susanto, 2008).

Ada beberapa keadaan yang tidak dapat ditoleransi oleh bahan restorasi adhesif ini. Salah satunya adalah daerah operasi yang sulit dikontrol kelembabannya, seperti pada kavitas dengan dinding gingiva terletak di bawah *cemento-enamel junction* (CEJ). Dalam suasana yang lembab bahan restorasi komposit resin dapat mengalami degradasi hidrolisis yang akhirnya dapat menimbulkan kebocoran restorasi dan memicu terbentuknya *shrinkage*. Jika keadaan ini dibiarkan terjadi dalam waktu yang cukup lama akan mengakibatkan karies sekunder. Selain itu, kebocoran juga lebih tinggi pada dinding yang hanya terdiri dari dentin atau hanya terdapat sedikit email (Dharsono, 2007).

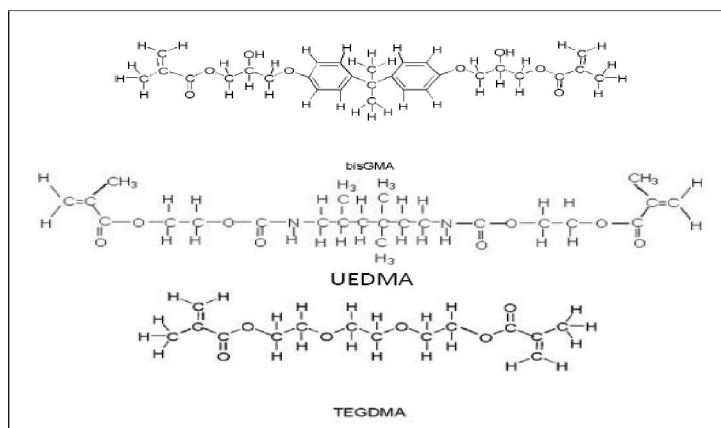
2.2.1 Komposisi Resin Komposit

Bahan resin komposit mengandung sejumlah komponen. Kandungan utamanya adalah matriks resin, bahan pengisi anorganik dan bahan *coupling*. Bahan aktivator-inisiator untuk polimerisasi resin, bahan tambahan lain untuk meningkatkan stabilitas warna dan bahan inhibitor seperti *hydroquinone* untuk

mencegah polimerisasi dini, dan pigmen untuk memperoleh warna yang sesuai dengan struktur gigi.

a. Matriks Resin

Bis-GMA, *urethane dimetacrylate* (UEDMA), dan *triethylene glycol dimetacrylate* (TEGDMA) adalah golongan dimetakrilat yang umumnya digunakan sebagai matriks resin komposit, dengan struktur kimia seperti pada Gambar 2.2.1. Bis-GMA merupakan derivat hasil reaksi antara *bisphenol-A* dan *glycidylmethacrylate*. Bis-GMA dan *urethane dimethacrylate* merupakan jenis monomer berviskositas (kekentalan) tinggi. Selain itu terdapat juga monomer berviskositas rendah seperti *methyl methacrylate* (MMA), *ethylene glycol dimethacrylate* (EDMA) dan *triethylene glycol dimethacrylate* (TEGDMA) (Noort, 2007).



Gambar 2.2.1 Struktur Kimia Bis-GMA, UEDMA, TEGDMA (repository.usu.ac.id ; 2008)

b. Partikel Bahan Pengisi

Dimasukkannya partikel bahan pengisi ke dalam suatu matriks secara nyata meningkatkan sifat bahan matriks bila partikel pengisi benar-benar berikatan dengan matriks. Bila tidak, partikel bahan pengisi dapat melemahkan bahan. Karena pentingnya bahan pengisi yang kuat, jelas terlihat bahwa

penggunaan bahan pengisi tambahan sangat diperlukan untuk keberhasilan suatu bahan komposit (Juwono, 2003).

c. Bahan *Coupling*

Ikatan partikel bahan pengisi dengan matriks resin memungkinkan matriks polimer lebih fleksibel dalam meneruskan tekanan ke partikel pengisi. Ikatan antara keduanya diperoleh dengan adanya bahan *coupling*. Aplikasi bahan *coupling* yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik serta memberikan kestabilan hidrolitik dengan mencegah air menembus sepanjang perlekatan bahan pengisi dan resin (Anusavice, 2003).

2.2.2 Sifat Resin Komposit

Sifat mekanis resin komposit dipengaruhi oleh jumlah partikel bahan pengisi, jenis partikel bahan pengisi, efisiensi proses berikatan partikel bahan pengisi dengan matriks resin, dan tingkat porositas dari material itu sendiri.

a. Kekerasan Permukaan

Kekerasan dapat didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan terhadap deformasi dari tekanan yang diberikan padanya. Kekerasan resin komposit hibrid adalah sekitar 20-30 VHN (kekerasan Vickers)

b. Kekuatan

Kekuatan adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan yang diberikan kepadanya tanpa terjadi kerusakan. Kekuatan masing-masing jenis komposit dapat dilihat pada tabel 2.2.2.

c. Kepadatan

Kepadatan bahan resin komposit bergantung pada jenis resin komposit berdasarkan bahan pengisi. Kepadatan partikel bahan pengisi ini menentukan

ketahanan komposit terhadap fraktur. Semakin banyak jumlah partikel bahan pengisi maka komposit tersebut semakin tahan terhadap fraktur.

d. Penyerapan Air

Penyerapan air oleh resin komposit dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang diserap oleh suatu material komposit ketika direndam dalam air selama jangka waktu tertentu. Jumlah air yang dapat diserap bergantung kepada jumlah matriks resin yang terdapat pada komposit dan kualitas ikatan antara matriks resin dengan bahan pengisi. Penyerapan air diukur dengan membandingkan antara berat air yang diserap oleh suatu material dengan berat material dalam keadaan kering. Jumlah air yang dapat diserap oleh resin komposit adalah sekitar 40-45 $\mu\text{m}/\text{mm}$ (Ferracane, 2001).

Tabel 2.2.2 Kekuatan Tipe-tipe Resin Komposit, Konvensional Glass Ionomer Cement, dan Resin Modified Glass Ionomer Cement

Property	Nano composite	Multipurpose composite	Microfill composite	Conventional glass ionomer	Resin Modified glass ionomer
Flexural strength (Mpa)	180	80-160	60-120	7-15.	50-60
Flexural modulus (Gpa)	-	8,8- 13	4-6,9	-	-
Compressive strength (Mpa)	460	240-290	240-300	10-15.	200-250
Compressive modulus (Gpa)	-	5,5-8,3	2,6-4,8	7,2-10,3	3,2-6,9
Diametral tensile strength (Mpa)	81	30-55	25-40	7-15.	30-40
Linear polymerization shrinkage (%)	-	0,7-1,4	2-3.	-	-

(Craig, 2012)



2.2.3 Jenis Resin Komposit

Berdasarkan ukuran partikel bahan pengisi resin komposit dibagi menjadi resin komposit tradisional (makrofiler), resin komposit mikrofiler, dan resin komposit hibrid. Resin komposit tradisional disebut juga komposit konvensional atau komposit makrofiler, karena ukuran partikel pengisi yang relatif besar. Bahan pengisi yang sering digunakan adalah *quartz* dengan ukuran rerata 8-12 μm . Komposit ini lebih tahan terhadap abrasi namun memiliki permukaan yang kasar, dan umumnya bersifat radiolusen. Pada resin komposit mikrofiller bahan pengisi yang digunakan adalah partikel silika berukuran rerata 0,04 μm . Dari segi estetis resin komposit ini lebih unggul, tetapi sangat mudah aus karena partikel silika koloidal cenderung menggumpal. Kekuatan tekan dan tensil komposit ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan resin komposit konvensional. Kelemahan dari komposit ini adalah lemahnya ikatan antara partikel komposit dan matriks sehingga restorasi lebih mudah pecah (Annusavice, 2003).

Komposit hibrid adalah komposit yang terdiri dari lapisan-lapisan penguat dapat berupa dua atau lebih jenis penguat yang berbeda-beda (Sukarja H, 2013). Komposit hibrid mempunyai sifat-sifat lebih baik daripada komposit yang terdiri dari satu jenis penguat. *Compressive strength* komposit hibrid berkisar antara 283-451 Mpa (Moezzyzadeh, 2012).

2.2.4 Polimerisasi Resin Komposit

a. Polimerisasi Secara Kimia

Bahan yang diaktivasi secara kimia diperdagangkan dalam bentuk 2 pasta, salah satunya berisi inisiator *benzoyl peroxide*, dan yang lain adalah *activator tertiary amine*. Bila kedua bahan ini diaduk, *amine* akan bereaksi

dengan *benzoyl peroxide* membentuk radikal bebas, dan pengerasan dimulai (Baum *et al*, 2002).

b. Polimerisasi Secara Penyinaran

Sistem yang pertama diaktifkan dengan sinar menggunakan sinar ultra violet untuk merangsang radikal bebas. Komposit yang diaktifkan dengan sinar ultra violet kini telah diganti karena efek cahayanya dapat mengiritasi retina. Sehingga diganti dengan sinar yang dapat dilihat dengan mata (sinar biru). Yang secara nyata meningkatkan kemampuan berpolimerisasi lebih tebal sampai 2 mm (Anusavice, 2003).

Resin komposit yang mengeras dengan sinar dipasok sebagai pasta tunggal dalam satu semprit. Radikal bebas memulai reaksi, terdiri atas molekul foto-inisiator dan aktivator amin, yang terdapat dalam pasta ini. Bila kedua komponen tidak terpapar oleh sinar, komponen tersebut tidak bereaksi. Pemamparan terhadap sinar dengan panjang gelombang yang tepat yaitu 468 nm yang dapat merangsang foto-inisiator dan interaksi dengan amin untuk membentuk radikal bebas yang mengawali polimerisasi tambahan (Noort, 2007).

Foto-inisiator yang umum digunakan adalah *camphoroquinone*, yang memiliki penyerapan berkisar 400 dan 500 nm yang berada pada region biru dari spektrum sinar tampak (Juwono, 2003).

2.3 Restorasi *Sandwich*

Restorasi *sandwich* ditemukan pertama kali oleh Wilson dan McLean di Inggris pada tahun 1965. Restorasi ini merupakan teknik restorasi yang menggunakan dua bahan restorasi yang berbeda dalam satu restorasi. Ada dua macam teknik restorasi *sandwich* yaitu teknik *closed* yang mana bahan restorasi

yang digunakan sebagai basis tidak terpapar di rongga mulut tetapi hanya terdapat di dasar kavitas, dan teknik *open* dimana bahan restorasi yang digunakan sebagai basis tersebut terpapar di rongga mulut (Nurliza, 2007).

Dengan mengaplikasikan teknik *sandwich* berarti menggunakan 2 jenis bahan tumpatan didalam sebuah kavitas, hal ini menyebabkan terjadinya 2 jenis ikatan. Ikatan yang terjadi adalah ikatan *glass ionomer cement* dengan email dan dentin (*ionic bond*) dan ikatan *glass ionomer cement* dengan material tumpatan (*mechanics bond*). Akibat adhesi dengan dentin, bahan cenderung mengurangi terbentuknya ruang pada tepi gingival yang berlokasi di dentin, sementum, atau keduanya akibat penyusutan polimerisasi dari resin. Permukaan semen yang sudah mengeras di etsa untuk menghasilkan permukaan yang lebih kasar sehingga menambah retensi, yang menjamin adhesi dengan bahan restorasi komposit. Ikatan *glass ionomer cement* dengan email dan dentin (*ionic bond*) terjadi melalui adhesi kimia (Manapphallil, 2003).

2.3.1 Indikasi Restorasi Sandwich

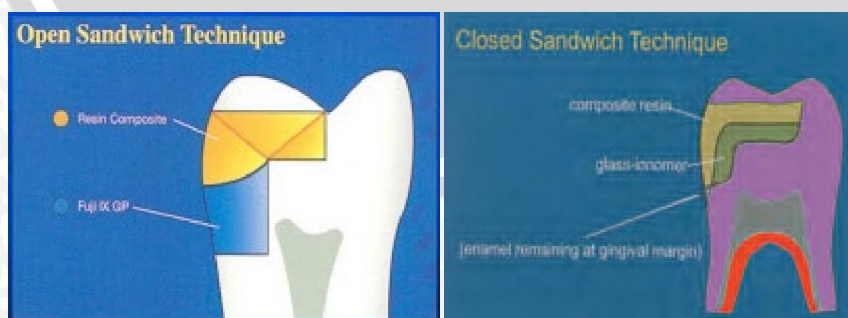
Tujuan dari restorasi *sandwich* adalah untuk mendapatkan fungsi estesis, pengunyahan, mencegah celah mikro serta menambah kekuatan gigi. Fungsi estetis didapat dari bahan resin komposit sebagai tempatan karena resin komposit memiliki translusensi yang lebih tinggi dibanding *glass ionomer cement*. Resin komposit juga dapat menerima tekanan kunyah yang besar. Untuk mencegah celah mikro digunakan *glass ionomer cement* sebagai basis karena dapat melepaskan flour untuk mencegah terjadinya sekunder karies (Fejerskov *et al*, 2008).

Teknik sandwich di aplikasikan dalam hal – hal berikut ini :

- Lesi dimana terdapat satu atau lebih *margins* pada dentin (misal pada *cervical lesions*)
- Karies yang disebabkan abrasi pada daerah servikal ataupun lesi kelas V, menurut klasifikasi G.V. Black, ditemukan pada manula, pada orang yang kurang baik dan benar cara menyikat giginya, serta pada kasus di mana preparasi jaringan sehat gigi kurang memungkinkan. Akibatnya, preparasinya diusahakan untuk tidak mengambil jaringan yang sehat.
- Restorasi komposit class II

Restorasi komposit kelas II digunakan sebagai bahan tumpatan khususnya untuk aplikasi gigi pada daerah yang memerlukan tekanan dan daya abrasi tinggi. Ukuran partikel dari beberapa komposit berbahan pengisi partikel kecil memungkinkan diperolehnya permukaan halus , akan tetapi bahan ini tidak sebaik komposit hibrid (Annusavice, 2003)

Restorasi *open sandwich* merupakan indikasi pada kavitas kelas II dan kelas V dengan batas dinding gingiva melewati *cemento-enamel junction* (CEJ). Sedangkan pada restorasi *close sandwich*, *glass ionomer cement* dibuat sebagai basis pengganti dentin pada kavitas yang cukup dalam.



Gambar 2.3 Restorasi Sandwich (www.allthingsdentistry.com)

2.3.2 Teknik Restorasi *Sandwich*

a. *Open Sandwich*

teknik *open sandwich* melibatkan penempatan *glass ionomer cement* ke dasar rongga bagian proksimal dan mengisi persiapan kavitas dengan *glass ionomer cement* sampai ke dental enamel *junction*. Bagian akhir restorasi ditempatkan resin komposit untuk memberikan ketahanan terhadap keausan dan estetika di permukaan oklusal. Manfaat utama teknik *open sandwich* adalah area permukaan *glass ionomer cement* yang besar untuk digunakan sebagai penyangga setiap perubahan pH asam. Ikatan *resin modified glass ionomer cement* secara kimia mengikat *glass ionomer cement* dengan resin komposit sebagai penutup restorasi. Masalah disini adalah dari waktu ke waktu *glass ionomer cement* rusak akibat gangguan asam di permukaan yang dihasilkan oleh *food packing* dan dapat mengakibatkan karies sekunder.

b. *Close Sandwich*

Teknik *close sandwich* tradisional melibatkan penempatan *glass ionomer cement* di dasar dinding proksimal. Setelah *setting*, *glass ionomer cement* di etsa menggunakan asam fosfat dan diolesi *bonding agent* dentin sebelum menempatkan resin komposit ke dalam dinding proksimal dan permukaan oklusal. Prosedur ini tidak menawarkan perlindungan dari karies proksimal sampai kegagalan *bonding agent* dentin. Penerapan ikatan *resin modified glass ionomer cement* yang meluas ke *cavo margin* bagian luar memungkinkan struktur gigi marginal untuk terus menerima manfaat ganda dari *glass ionomer cement*, yaitu, *fluoride release* serta kapasitas *buffer* meskipun sedikit berkurang (Knight, 2011).

2.3.3 Prosedur Klinis Restorasi *Sandwich*

Prosedur penumpatan pada restorasi *sandwich* sangat sederhana. Teknik preparasi pada semua kavitas sama tergantung lokasi karies. Pada restorasi *sandwich* ini dipergunakan prinsip preparasi minimal. Prosedur penumpatan harus dilakukan dalam keadaan kering agar didapat perlekatan resin komposit ke permukaan dentin yang dilapisi *glass ionomer cement* (McLean, 1985).

a. Preparasi dan Lining

Kavitas dipreparasi semua jaringan karies dibuang menggunakan bur bulat. *Diamond stone* yang rata atau *tungsten karbid* bertujuan untuk menyelesaikan tepi email. Linier kalsium hidroksida digunakan hanya apabila terlihat keadaan dentin yang hampir terbuka dengan perkiraan dentin yang menutupi hanya sekitar 1 mm atau kurang. Walaupun demikian, kalsium hidroksida tidak boleh menutupi daerah yang besar yang dapat mengganggu bonding (ikatan) *glass ionomer cement*. Setelah kavitas dipreparasi, kemudian tepi emai dibevel.

b. Perawatan Permukaan

Setelah kavitas dibersihkan, dikeringkan kemudian dioleskan kondisioner pada permukaan kavitas. Ikatan *glass ionomer cement* ke gigi dapat diperkuat dengan menggunakan larutan yang mengandung asam poliakrilik, asam tannik atau dodicin.

c. Pemberian Semen

Kavitas dibersihkan dan dikeringkan. *Glass ionomer cement* diinjeksikan ke dalam kavitas dan dibiarkan menutupi tepi *cavosurface*. Alternatifnya, pencampuran dengan tangan secara standar dapat digunakan dan semen tersebut diaduk sampai menyerupai plastik yang berkilau sebelum

digunakan. Warna semen harus dipilih agar sesuai dengan warna dentin.

Pengerasan semen yang dianjurkan adalah dalam waktu 5 menit.

d. Preparasi Semen Tepi Email

Setelah mengeras selama 5 menit, semen yang berlebihan dilepaskan dari tepi-tepi email dan dikontur sampai ke dinding dentin.

e. Pemberian Resin Bonding

Salah satu bonding yang dipakai adalah agen *bonding resin liquid* dioleskan segera ke basis semen dan dinding-dinding kavitas, harus hati-hati untuk memastikan bahwa lapisan tersebut tipis. Sistem *visible light cured* dianjurkan karena pengerasan yang cepat dari agen bonding adalah penting untuk menjamin semen dan permukaan email tidak terkontaminasi.

f. Pemberian Resin Komposit

Tumpatan resin dimasukkan dan dikontur ke posisinya. Bahan tersebut tidak boleh berlebihan, dan adaptasi yang tepat dapat dicapai dengan pemakaian matriks plastik bening. Kemudian disinari menggunakan *light cure unit* selama kurang lebih 40 detik.

g. Penyelesaian

Setelah disinari, restorasi tersebut diselesaikan dengan bur bulat rata atau bur karbid. Pemolesan restorasi dapat diselesaikan menggunakan *cup polishing* karet abrasif dan bubuk *aluminium oxida* yang halus.

2.4 Perlekatan Bahan

2.4.1 Etsa

Kekuatan ikatan resin komposit terhadap email dengan sistem etsa asam seperti yang diperkenalkan oleh Buonocore sejak tahun 1955 sudah terbukti

dapat bertahan untuk jangka waktu yang lama. Etsa asam pada email akan membentuk mikroporositas pada permukaan email yang dapat diisi dengan *bonding agent*, sehingga terbentuk ikatan mikromekanis antara resin komposit dengan email (*resin tag*) (Dharsono, 2007).

Menurut Anusavice (2003) bahwa salah satu cara yang paling efektif dalam meningkatkan perlekatan mekanis adalah dengan menggunakan teknik etsa asam. Asam fosfor adalah bahan etsa yang digunakan. Konsentrasi 35% hingga 50% adalah tepat, dan banyak pabrik yang memasok asam ini dalam bentuk larutan atau gel dalam sistem resin (Baum *et al*, 2002). Konsentrasi sebesar 37% merupakan konsentrasi terbanyak di pasaran. Prosedur etsa digunakan baik pada resin komposit maupun *glass ionomer cement*. Sebelum bahan restorasi resin komposit atau *glass ionomer cement* ditempatkan, permukaan harus dibersihkan (Juwono, 2003).

Glass ionomer cement yang sudah mengeras dapat dietsa untuk memperoleh kekasaran dan porositas permukaan, sehingga resin komposit dapat berikatan secara mekanis. Etsa dilakukan tidak lebih dari 20 detik untuk mencegah kerusakan lebih lanjut dari matriks *glass ionomer* (Dharsono, 2007). Menurut Anusavice (2003) bahwa pemilihan bahan etsa asam sebaiknya dalam bentuk gel agar perlekatan bahan dapat lebih dikendalikan.

2.4.2 Bonding

Bahan bonding adalah bahan berbasis resin yang digunakan dalam kedokteran gigi klinis untuk mencegah celah dan menimbulkan perlekatan antara bahan tambal ke email dan dentin (Ghani *et al*, 2009). Bahan bonding terdiri atas bahan matriks resin BIS-GMA yang encer tanpa pasi atau dengan hanya sedikit bahan pengisi (pasi). Salah satu bonding yang dipakai adalah agen bonding

yang dioleskan segera ke basis semen. Sistem *visible light cured* dianjurkan karena pengerasan yang cepat dari agen bonding adalah penting untuk menjamin semen tidak terkontaminasi. Polimerisasi dentin bonding akan melepaskan monomer yang dapat berinteraksi dengan jaringan pulpa (Baum *et al*, 2002). Larson (2005) menyatakan bonding dari bahan resin komposit sebagai bahan tambalan atau bahan *lutting* kompleks merupakan bahan dan teknik yang digunakan secara umum untuk membatasi terjadinya kebocoran tepi.

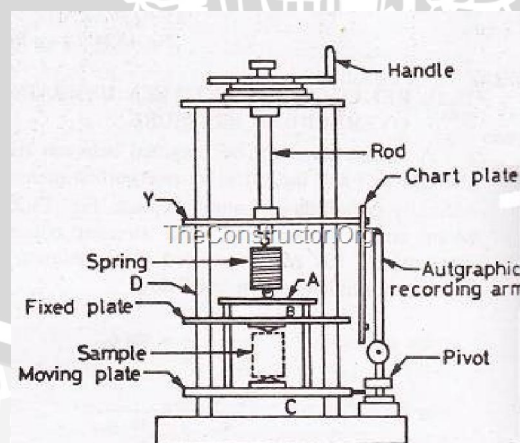
2.5 Compressive Strength

Merupakan suatu tes yang berguna untuk membandingkan kekuatan tekan suatu material dan diukur dengan menggunakan alat Autograph *Shimadzu Japan* (Banava, *et al*). Persyaratan utama untuk setiap bahan restorasi adalah mempunyai kekuatan yang cukup guna melawan fraktur. Patah di daerah yang kecil sekalipun, terutama pada bagian tepi, mempercepat terjadinya korosi, karies sekunder, dan kegagalan klinis lebih lanjut (Anusavice, 2003). Uji *compressive strength* merupakan tes yang biasa dilakukan untuk menentukan sifat-sifat mekanik dari semen *glass ionomer* (Mallman *et al*, 2007). Untuk bahan yang rentan pecah secara partikel, uji tarik sulit untuk dilakukan. Sebuah alternatif uji *compressive strength* lebih mudah dilakukan terhadap bahan yang rentan pecah (Mallmann *et al*, 2007).

Compressive strength atau kekuatan tekan merupakan sifat yang penting pada material restorasi, terutama dalam proses pengunyahan. Karena sifatnya yang dinamis, tekanan gigit selama pengunyahan sulit diukur. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk menentukan gaya pengunyahan. Gaya pengunyahan terbesar adalah 4337 N (975 pound) yang dapat bertahan selama

2 detik. Rata-rata gaya pengunyahan maksimal yang dapat ditahan adalah 756 N (170 pound). Namun hal itu cukup bervariasi dari seorang individu ke individu lainnya. Pada regio molar, besarnya bervariasi dari 400-890 N, pada regio premolar berkisar dari 222-445 N, pada regio kaninus dari 133-334 N, dan pada insisivus dari 89-111 N. Meskipun agak saling bertumpuk, gaya gigit umumnya lebih tinggi pria dibandingkan wanita dan lebih besar pada dewasa dibandingkan anak-anak (Anusavice, 2003).

Selain itu, beberapa bahan tambal gigi seperti amalgam, resin komposit, *glass ionomer cement*, *resin modified glass ionomer cement* dan komposer telah digunakan untuk prosedur *build-up* inti. *Compressive strength* bahan inti dianggap penting karena inti *build-up* biasanya mengganti sejumlah besar struktur gigi dan harus menahan kekuatan pengunyahan dalam segala arah selama bertahun-tahun. *Compressive strength* dianggap sebagai indikator penting dari keberhasilan karena *compressive strength* yang tinggi diperlukan untuk menahan kekuatan pengunyahan (Bayindir *et al*, 2007).



Gambar 2.5 *Compressive Strength* (www.theconstructor.org)

2.6 Analisis Statistik

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah populasi data berdistribusi normal atau tidak. Uji ini biasanya digunakan untuk mengukur data berskala ordinal, interval, ataupun rasio. Jika analisis menggunakan metode parametrik, maka persyaratan normalitas harus terpenuhi yaitu data berasal dari distribusi yang normal. Jika data tidak berdistribusi normal, atau jumlah sampel sedikit dan jenis data adalah nominal atau ordinal maka metode yang digunakan adalah statistik nonparametrik.

Kolmogorov–Smirnov *test* (K-S *test*) merupakan pengujian statistik *non-parametric* yang paling mendasar dan paling banyak digunakan, pertama kali diperkenalkan dalam makalahnya Andrey Nikolaevich Kolmogorov pada tahun 1933 dan kemudian ditabulasikan oleh Nikolai Vasilyevich Smirnov pada tahun 1948. K-S *test* dimanfaatkan untuk uji satu sampel (*one-sample test*) yang memungkinkan perbandingan suatu distribusi frekuensi dengan beberapa distribusi terkenal, seperti distribusi normal Gaussian.

Analisis *Independent T Test* adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji signifikansi beda rata-rata dua kelompok dimana kelompok didefinisikan oleh variabel independen yang ditentukan oleh jenis kelompok sampel. (Biswas *et al*, 2008).