

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kebocoran Mikro (*Microleakage*)

Terdapat bukti bahwa material restoratif seringkali tidak melekat pada enamel atau dentin dengan kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan atau kontraksi dari polimerisasi, *wear*, atau siklus termal.¹⁴ Jika perlekatan tidak terbentuk atau perlekatan terlepas, maka bakteri, debris makanan atau saliva dapat masuk ke dalam celah antara restorasi dan gigi. Efek ini dikenal dengan sebutan kebocoran mikro (*microleakage*).^{11,14} Kebocoran mikro dapat menyebabkan hipersensitif pada gigi, diskolorasi restorasi, perubahan warna dentin, karies sekunder, cedera pulpa, dan akhirnya dapat mengakibatkan lepasnya restorasi atau protesa.^{1,11} Derajat kebocoran mikro dapat dimonitor dengan penetrasi dari agen pewarna.⁹

Karena adanya perubahan dimensional dari stimulasi panas dan dingin, adanya *setting shrinkage*, disolusi, serta paparan terhadap faktor luar; *marginal seal* yang baik sulit didapatkan.¹¹

Sifat-sifat fisik yang berpengaruh terhadap *marginal seal* berasal dari material itu sendiri, antara lain derajat perlekatan dengan struktur gigi, *setting shrinkage*, penyerapan air, kelarutan, dan koefisien ekspansi termal. Sementara faktor-faktor klinis yang dapat mempengaruhi kegagalan terbentuknya *marginal seal* antara lain stress oklusal, abrasi dan stimulasi termal.¹¹

Semakin kuat restorasi melekat pada gigi, *marginal seal* yang terbentuk akan semakin baik. Untuk memperolehnya, perlekatan yang terbentuk harus mampu bertahan terhadap berbagai stress intraoral yang diterima. GIC dapat melekat secara kimiawi terhadap struktur gigi yang tidak dipreparasi.¹¹

Reaksi *setting* dari GIC konvensional dibagi menjadi tiga tahap berdasarkan hubungannya dengan air. Tahap pertama, yaitu reaksi awal, merupakan tahap yang

sensitif terhadap air. Tahapan ini berlangsung sekitar 20-30 menit pertama, dan 5 menit pertama merupakan tahap yang paling penting dalam proses *setting* dari GIC, dimana pada periode ini berlangsung *setting* awal. Tahap kedua, yaitu kelanjutan reaksi *setting*, merupakan tahap yang stabil di dalam air, berlangsung sejak tahap pertama selesai sampai sekitar 4 bulan pertama. Pada tahap ini reaksi *setting* GIC akan berlanjut dan stabil di dalam lingkungan berair. Tahap ketiga, yaitu tahap akhir reaksi *setting*, merupakan tahap yang stabil di dalam air dan udara, berlangsung setelah tahap kedua selesai. Salah satu kekurangan dari GIC konvensional adalah memiliki tingkat penyerapan air yang tinggi saat terjadinya reaksi awal. Penyerapan air ini akan memperlemah ikatan antar molekul, mengurangi kemampuan sifat-sifat fisik dari semen dan memperburuk pembentukan *marginal seal*, karena kelarutan daerah margin akan meningkat. Selain itu, disolusi dan erosi yang terjadi pada permukaan restorasi GIC akan berkontribusi pada terjadinya kebocoran mikro. Oleh, karena itu, kontak dengan air harus dihindari selama reaksi awal ini.¹¹ Berkebalikan dengan tahap pertama, pada tahap kedua jika GIC dibiarkan pada kondisi kering, maka akan terjadi dehidrasi dan menyebabkan terbentuknya garis retakan, serta kegagalan pembentukan perlekatan adhesi dan kohesi.^{7,11} Kelarutan dari GIC restoratif dalam air murni adalah sebesar 0,1-0,3% dan 0,08-0,4% pada semen *luting*. Disolusi dan erosi dari permukaan semen pada restorasi GIC akan berpengaruh terhadap karakteristik permukaan dan *marginal seal* dari GIC.¹¹

GIC memperoleh kekuatan tambahan dalam menahan tekanan oklusal dengan adanya *mechanical interlocking*, dibandingkan bila kekuatan hanya diperoleh dari mekanisme kimiawi. Kekuatan ini dapat dipertahankan dalam jangka waktu yang lama, dan dengan adanya kekuatan ini *marginal seal* dapat dipertahankan.¹¹

Perubahan dimensional yang terjadi pada *dental cement* dapat dibagi menjadi tiga kategori: (1) kontraksi selama *setting*, (2) ekspansi dan kontraksi karena adanya kontak dengan lingkungan yang lembab, dan (3) ekspansi dan kontraksi karena adanya perubahan suhu. Pada GIC restoratif, ekspansi dan kontraksi karena adanya stimulasi termal dapat menimbulkan efek yang signifikan terhadap *marginal seal*.

Untungnya, koefisien ekspansi termal dari GIC ($13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) hampir sama dengan struktur gigi ($11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), sehingga ekspansi dan kontraksi mungkin hanya berpengaruh kecil terhadap *marginal seal* dari GIC.¹¹

Faktor lain yang mempengaruhi *marginal seal* dari GIC adalah adanya kontak dengan lingkungan yang lembab selama proses *setting*. Ketika proses *setting* terganggu, kelarutan daerah margin meningkat, hal ini dapat berpengaruh terhadap pembentukan *marginal seal*.¹¹

2.2 Glass Ionomer Cement (GIC)

2.2.1 Komposisi

Glass ionomer cement (GIC) merupakan nama generik dari grup material berdasarkan reaksi antara *silica glass powder* dan *polyacrylic acid*. Material ini memperoleh namanya dari formulasi antara bubuk kaca dan ionomer yang mengandung *carboxylic acid*. Pada awalnya, GIC digunakan untuk restorasi estetik pada gigi anterior, dan direkomendasikan untuk penggunaan pada restorasi gigi kavitas Kelas III dan Kelas V (Klasifikasi Black). Karena perlekatan adhesinya yang baik dengan struktur gigi dan potensinya untuk mencegah karies, jenis *glass ionomer* telah meluas pula penggunaannya sebagai *luting agent*, *orthodontic bracket adhesive*, *pit* dan *fissure sealants*, *liners* dan basis *core build-up*, dan juga sebagai material restoratif.³ GIC Tipe I, digunakan untuk *luting inlay*, *onlay*, *crown* dan *bridge*, memiliki ketebalan film 20 μm atau kurang. GIC Tipe II, digunakan untuk restorasi pada area yang memiliki *stress* rendah, ketebalan filmnya mencapai 45 μm . GIC Tipe III, digunakan untuk *pit* dan *fissure sealant*, memiliki ketebalan film 25-35 μm . Sedangkan GIC Tipe IV, termasuk *metal-reinforced ionomer*, digunakan untuk area yang memiliki *stress* tinggi, ketebalannya lebih dari 45 μm .⁹

Bubuk *glass ionomer* merupakan *acid-soluble calcium fluoroaluminosilicate glass*. Komposisi bubuk *glass ionomer* terdiri dari 15,7-20,1 % *calcium fluoride* (CaF_2); 35,2-41,9 % *silicon dioxide* (SiO_2); 20,1-28,6 % *aluminum oxide* (Al_2O_3); 3,8-

12,1 % *aluminum phosphate* (AlPO_4); 1,6-8,9 % *aluminum fluoride* (AlF_3) dan 4,1-9,3 % *sodium fluoride* (NaF). Bahan-bahan tersebut kemudian dipanaskan pada temperatur 1100°C - 1500°C supaya berfusi menjadi kaca yang homogen.^{9,10}

Cairan untuk GIC merupakan larutan encer dari asam *polyacrylic* dengan konsentrasi antara 40-50 %. Asam ini tersedia dalam bentuk *copolymer* yang terdiri dari *itaconic*, *maleic* atau *tricarboxylic acid*. Asam ini cenderung meningkatkan reaktivitas dari cairan, menurunkan viskositas, dan mengurangi kecenderungan untuk berubah menjadi gel. *Tartaric acid* juga terkandung di dalam cairan, yang berfungsi untuk meningkatkan *working time*, tetapi memperpendek *setting time*.^{9,10}

2.2.2 Reaksi *Setting* GIC

Setting dari GIC terdiri dari 3 fase, yaitu fase pelepasan ion, fase *hydrogel* dan fase *polysalt gel*.¹⁰

Fase pelepasan ion terjadi ketika bubuk dan cairan pertama kali dicampurkan. Larutan encer dari *polyacid copolymer* dan akselerator *tartaric acid* memecah bubuk *ion-leachable aluminofluoro-silicate* dan melarutkan permukaan luar kaca. Ion hidrogen dari *polyacid copolymer* dan *tartaric acid* menyebabkan pelepasan dari kation logam, seperti Ca^{2+} dan Al^{3+} , dari permukaan luar kaca, yang kemudian bereaksi dengan ion fluor untuk membentuk kompleks CaF_2 , AlF_2^- , dan AlF_2^- . Pada tahap awal dari fase ini, GIC akan melekat pada struktur gigi. GIC terlihat licin dan mengkilap hasil dari matriks yang belum bereaksi. Pada tahap lanjut dari fase ini, material akan kehilangan kilauannya, karena matriks bebas yang ada telah bereaksi dengan kaca.¹⁰

Fase kedua adalah fase *hydrogel*. Fase ini terjadi lima sampai sepuluh menit setelah pencampuran, menyebabkan terjadinya *initial set*. Selama fase ini ion kalsium positif akan dilepaskan lebih cepat dan bereaksi dengan rantai *polyacrylic acid* untuk membentuk ikatan silang. Fase *hydrogel* ini menurunkan mobilitas dari rantai polimer, menyebabkan gelasi awal dari matriks ionomer. Pada tahap ini, GIC akan terlihat kaku dan opak.¹⁰

Fase terakhir adalah fase *polysalt gel*. Pada fase ini material mencapai *final set*. Matriks mengalami proses maturasi ketika ion aluminium yang dilepaskan lebih lambat, membentuk *polysalt hydrogel* yang mengelilingi bahan pengisi kaca yang belum bereaksi. Pada tahap ini GIC akan terlihat lebih seperti gigi.¹⁰

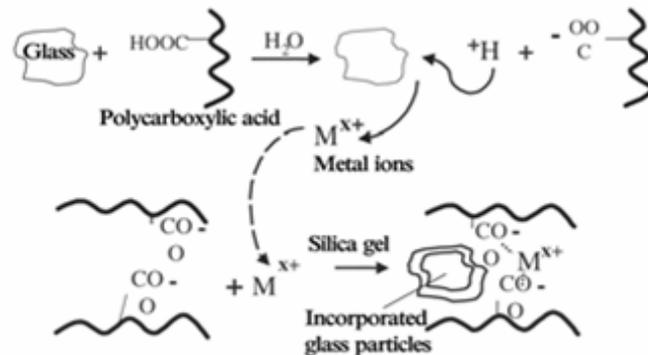
2.2.3 Mekanisme Adhesi GIC Konvensional

Daya tarik awal antara gigi yang telah dipreparasi dengan GIC yang baru ditempatkan disebabkan oleh adanya daya tarik kutub, yang didominasi oleh ikatan hidrogen yang lemah. Pada tahap ini, keasaman dari semen akan mengakibatkan semen dapat beraksi sebagai agen *self-etching* pada *smear layer* gigi. Ion hidrogen akan dibuffer dengan cepat oleh ion fosfat dari kristal-kristal hidroksiapatit. Bahkan jika semen relatif kental (*viscous*), lingkungan gigi yang berair dan semen yang bebas air akan memastikan terjadinya pertukaran ion pada *interface*. Dalam hal ini, pembasahan yang baik oleh substrat dapat tercapai.⁷

Perkembangan lanjutan dari perlekatan GIC dan struktur gigi diperkirakan terjadi karena adanya pergerakan ion-ion yang lebih jauh pada *interface*, kemungkinan disebabkan oleh difusi saat ion-ion fosfat digantikan oleh *polyalkenoic acid*. Teori ini mengemukakan bahwa untuk mempertahankan keseimbangan elektrolit, setiap ion fosfat harus berikatan dengan ion kalsium. Ikatan-ikatan ion ini nantinya akan diambil oleh semen yang berdekatan dengan struktur gigi untuk menghasilkan lapisan kaya ion (*ion-enriched layer*) yang berikatan secara kuat dengan email dan dentin.⁷

Kekuatan perlekatan yang maksimum dari GIC hanya dapat dicapai setelah semen mengalami proses maturasi.⁷

GIC mampu melepaskan sejumlah kecil ion fluor. Sejumlah survei menunjukkan bahwa pelepasan ion fluor oleh GIC bersifat bakteristatik dan dapat mencegah perkembangan dari karies sekunder.^{1,9,10,11}



Gambar 2.1. Reaksi Pengerasan *Glass Ionomer Cement*.¹⁵
 (Diunduh dari: <http://www.3m.com/intl/kr/medi5/product/mediawebserver9.pdf>
 pada tanggal 26 Agustus 2008)

2.2.4 Sifat-Sifat dan Karakteristik GIC

1. Sifat Fisik

Material ini memiliki kekuatan yang baik dalam menahan kompresi, tetapi resistensinya terhadap tegangan rendah. Material ini bersifat getas. GIC tidak baik digunakan pada permukaan oklusal atau tepi inisial dimana terdapat stimulus mekanis yang besar.¹¹

2. Perubahan dimensional yang kecil

Perubahan dimensi terutama terjadi saat proses *setting*, tetapi dapat juga terjadi setelah *setting* karena adanya perubahan kelembaban atau suhu.¹¹

3. Konduktivitas termal dan elektrik yang rendah

Jika konduktivitas termal dan elektrik material restoratif tinggi, pulpa akan mengalami iritasi setelah restorasi pada gigi. GIC merupakan material yang memiliki konduktivitas rendah.¹¹

4. Estetik

Warna, transparansi dan kilauan dari material restoratif harus sama dengan email alami, dan semua kriteria ini dapat ditemukan pada GIC. Masalah estetik juga dapat muncul, bergantung pada cara penanganan material. Teknik klinis yang baik akan menghasilkan estetik yang baik pula.¹¹

5. Kriteria tambahan

Kriteria lain yang diperlukan oleh suatu material restoratif adalah: material tersebut hanya mencederai secara ringan jaringan vital yang ada, seperti pulpa dan jaringan periodontal; memiliki perlekatan yang baik dengan struktur gigi; dan radiopak.¹¹

2.3 *Resin-Modified Glass Ionomer Cement*

Untuk mengatasi beberapa masalah yang ditemukan pada GIC konvensional, yakni ketahanan terhadap fraktur yang rendah, kecenderungan yang besar untuk terjadinya retak permukaan, waktu *setting* yang lama, serta keterbatasan dalam hal estetis, maka ditambahkan komponen resin pada material ini. Komponen ini mampu memperbaiki estetika awal, meningkatkan sifat fisik (seperti *tensile strength* dan *fracture toughness*), reaksi pengerasan dilakukan dengan *light curing* serta mudah dalam penggunaannya. Material ini melekat lebih kuat pada struktur gigi.^{1,10}

Resin-Modified Glass Ionomer Cement merupakan material *hybrid* dari GIC konvensional, dengan penambahan *light curing* resin, sehingga mampu meningkatkan sifat fisiknya.¹⁶ Hal ini dapat dicapai dengan penambahan monomer resin larut air ke dalam larutan *polyacrylic acid*. Komposisi dasar dari cairan *resin-modified* GIC adalah *polycarboxylic acid*, air dan 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA). Sementara komposisi dan struktur *fluoroaluminosilicate glass* pada dasarnya sama dengan GIC konvensional. Pada *resin modified* GIC, reaksi settingnya terdiri dari reaksi polimerisasi dan reaksi *acid-base*.⁷

Bergantung pada formulasi pabrik dan rasio bubuk cairan, aplikasi klinis *resin modified glass ionomer cement* digunakan sebagai *liner*, *fissure sealant*, basis, *core build-up*, restoratif, bahan adesif untuk *bracket* ortodontik, material reparatif untuk kerusakan pada *amalgam core* yang rusak atau *cusp*, dan material *retrograde root-filling*.⁹

Mekanisme perlekatannya dengan struktur gigi sama seperti GIC konvensional. Kekuatan perlekatan dari *resin-modified* GIC lebih baik dibandingkan dengan GIC konvensional, sehingga perlekatannya dengan struktur gigi lebih baik.⁹

Reaksi polimerisasi pada *resin-modified* GIC menyebabkan terjadinya *shrinkage* selama proses *setting* berlangsung. Kandungan air dan *carboxylic acid* yang rendah juga menurunkan kemampuan dari semen untuk membasahi substrat gigi, sehingga akan meningkatkan terjadinya kebocoran mikro.⁹

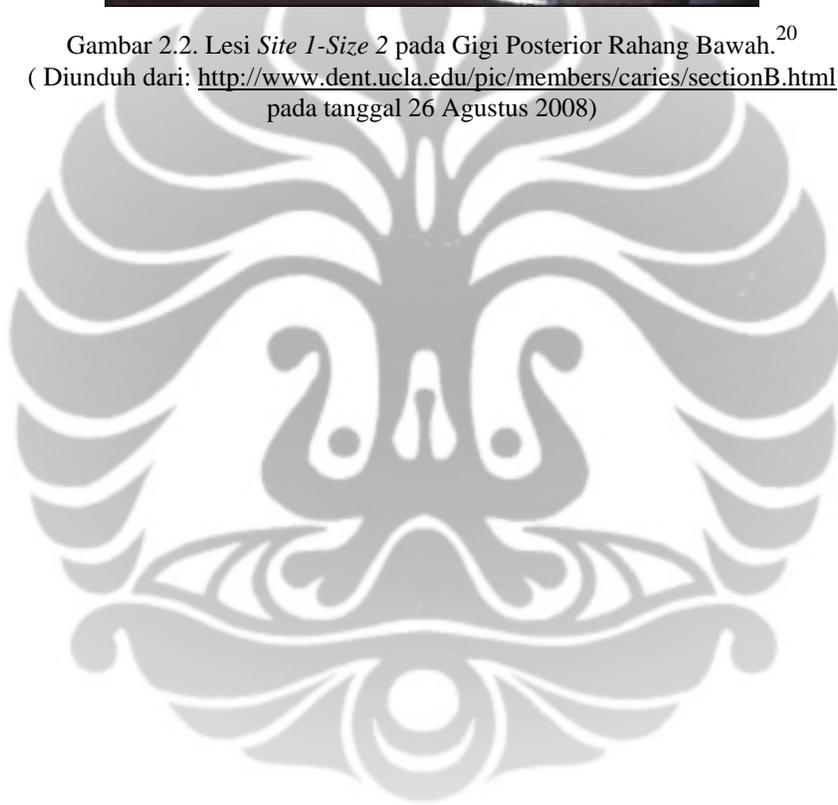
2.3 Kavitas *Site 1-Size 2* (Klasifikasi Mount)

Lesi *Site 1* umumnya dimulai pada pit dan fisur dari permukaan oklusal gigi posterior.^{17,18} Lesi ini merupakan defek yang terjadi pada *pit*, fisur dan email permukaan oklusal gigi posterior atau permukaan halus lainnya seperti pit singulum gigi anterior.¹⁹ Pit lingual dari gigi anterior rahang atas merupakan lokasi yang tidak umum dan dapat pula terjadi pada permukaan bukal dari gigi molar rahang bawah dan perluasan distal dari *groove* oklusal bagian distal gigi molar rahang atas. Lesi erosi dan atrisi pada permukaan oklusal gigi posterior dan tepi insisal gigi anterior juga termasuk dalam klasifikasi ini.¹⁷ Preparasi kavitas dilakukan dengan cara konservatif, yakni menggunakan *very fine tapered diamond bur* dengan kecepatan *intermediate high-speed* dibawah *air-water spray*.¹⁹

Lesi *site 1-size 2* merupakan lesi moderat dan umumnya hanya melibatkan satu bagian dari fisur.^{10,18} Preparasi kavitas akan menyisakan email yang sehat dan didukung dengan baik oleh dentin, sehingga kegagalan preparasi jarang terjadi di bawah tekanan oklusal normal. Struktur gigi yang tersisa cukup kuat untuk mendukung restorasi.¹³ Penggantian restorasi yang telah ada sebelumnya, seperti tumpatan amalgam yang sudah lama, dimana melibatkan seluruh fisur, juga termasuk dalam klasifikasi ini.¹⁰



Gambar 2.2. Lesi *Site 1-Size 2* pada Gigi Posterior Rahang Bawah.²⁰
(Diunduh dari: <http://www.dent.ucla.edu/pic/members/caries/sectionB.html>
pada tanggal 26 Agustus 2008)



2.5 Kerangka Teori

