

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Semen Ionomer Kaca (SIK)**

Semen Ionomer Kaca (SIK) pertama kali diperkenalkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1971, yang terdiri dari bubuk kaca fluoroaluminosilikat dan larutan asam polikarboksilat.<sup>3</sup> Merupakan semen yang berbahan dasar air dengan bentuk reaksinya asam basa, dimana asam polialkenoat sebagai asam dan kaca kalsium stronsium aluminosilikat sebagai basa.<sup>6</sup>

Keunggulan SIK adalah dapat melekat pada email dan dentin secara khemis, biokompatibel, dapat melepas fluor, dan koefisien ekspansi termalnya sama dengan struktur gigi.<sup>7</sup>

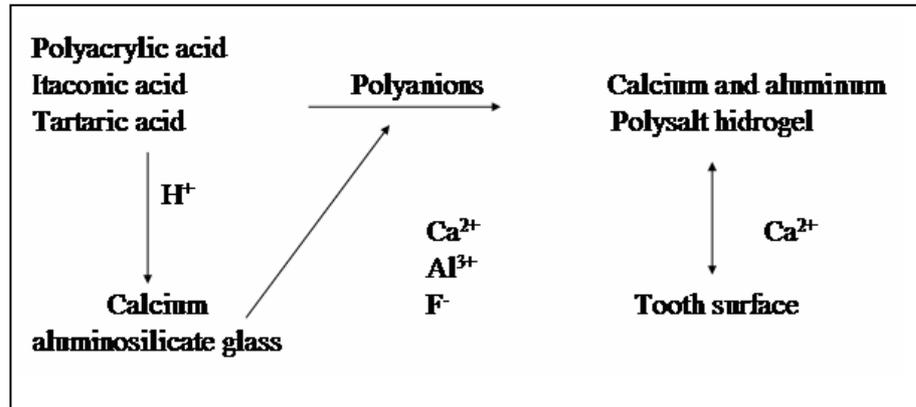
Komposisi bubuknya terdiri dari kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), aluminium fluorida ( $\text{AlF}_3$ ), kalsium fluorida ( $\text{CaF}_2$ ), natrium fluorida ( $\text{NaF}$ ), kriolit ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), dan aluminium fosfat ( $\text{AlPO}_4$ ), yang digabung dengan cara dipanaskan hingga suhu 1100–1500°C sehingga membentuk kaca yang homogen dengan bentuk ikatan  $\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3\text{CaF}_2\text{Na}_3\text{AlF}_6\text{AlPO}_4$ .<sup>8</sup> Untuk memberikan sifat radiopak maka ditambahkan lantanum oksida ( $\text{La}_2\text{O}_3$ ) dan stronsium oksida ( $\text{SrO}$ ).<sup>3</sup>

Cairannya mengandung 40-50% larutan 2:1 kopolimer asam akrilik-asam itakonik atau kopolimer asam maleik/ asam akrilik.<sup>6</sup> Asam itakonik atau asam maleik meningkatkan reaktivitas cairan, mengurangi kekentalan, dan mengurangi kecenderungan menjadi gel.<sup>7</sup> Penambahan komponen asam tartarik untuk memudahkan pelepasan ion dari bubuk kaca, memperbaiki karakteristik manipulasi, meningkatkan waktu manipulasi, dan memperpendek waktu pengerasan.<sup>6</sup>

Kekurangan SIK adalah rentan terhadap desikasi, sensitif terhadap air saat proses pengerasan, resistensi yang buruk terhadap abrasi, kurang estetik, dan kekuatan tensilnya kurang.

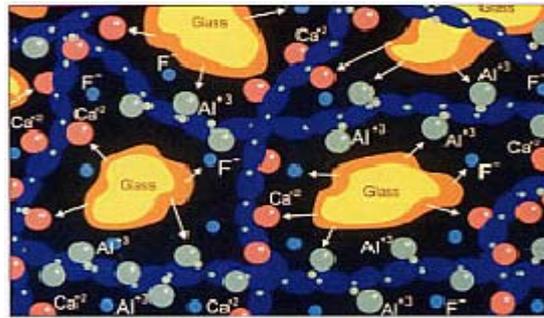
### 2.1.1. Reaksi Pengerasan SIK

Reaksi pengerasan dimulai saat cairan asam polielektrolit berkontak dengan permukaan kaca aluminosilikat yang kelak akan menghasilkan pelepasan sejumlah ion.



Gambar 2.1. Reaksi pengerasan pada SIK.  
(Sumber: Craig's Restorative Dental Materials<sup>8</sup>)

SIK mengalami 3 fase reaksi pengerasan yang berbeda dan saling *overlapping*. Fase pertama adalah fase pelepasan ion yang diawali reaksi ionisasi radikal karboksil (COOH) yang terdapat dalam rantai asam (asam poliakrilat) menjadi ion COO<sup>-</sup> (ion karboksilat) dan ion H<sup>+</sup>.<sup>9,10</sup> Ion H<sup>+</sup> bereaksi pertama kali pada permukaan partikel kaca menyebabkan terlepasnya ion-ion seperti Ca<sup>2+</sup> dan Na<sup>+</sup> ke dalam cairan. Kemudian ion H<sup>+</sup> tersebut berpenetrasi kembali hingga mencapai struktur yang kurang terorganisasi menyebabkan terlepasnya ion Al<sup>3+</sup>.<sup>9</sup> Saat fase ini, dilepaskan panas dengan suhu berkisar antara 3°C sampai 7°C. Semakin besar rasio bubuk dan cairan SIK maka panas yang dilepaskan akan semakin besar.<sup>11</sup> Fase pertama ini dapat diilustrasikan pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Diagram reaksi awal asam-basa diantara komponen- komponen bubuk kaca dan cairan poliasam. Permukaan partikel kaca terlarut oleh asam-asam, sehingga melepaskan ion Ca, Al, dan F.

(Sumber: An Atlas of Glass-Ionomer Cement. A Clinician's Guide<sup>12</sup>)

Selama tahap awal tersebut terjadi, SIK berikatan dengan struktur gigi. Secara fisik SIK terlihat berkilau. Penempatan pada struktur gigi harus dilakukan pada fase ini karena matriks poliasam bebas yang dibutuhkan untuk perlekatan ke gigi tersedia dalam jumlah yang maksimum. Pada tahap akhir dari fase pelepasan ion ini, yang ditandai dengan hilangnya tampilan berkilau SIK, matriks poliasam bebas bereaksi dengan kaca sehingga kurang mampu berikatan dengan struktur gigi atau struktur lainnya.<sup>11</sup>

Fase kedua dari reaksi pengerasan SIK adalah fase hidrogel. Fase hidrogel terjadi 5 sampai 10 menit setelah pencampuran dilakukan. Selama fase ini, ion-ion kalsium yang dilepas dari permukaan kaca akan bereaksi dengan rantai poliasam polianionik yang bermuatan negatif untuk membentuk ikatan silang ionik. Pada fase hidrogel ini mobilitas rantai polimer berkurang sehingga menyebabkan terbentuknya gelasi awal matriks ionomer.<sup>11</sup> Selama fase hidrogel berlangsung, permukaan SIK harus dilindungi dari lingkungan yang lembab dan kering<sup>11</sup> karena ion kalsium yang bereaksi dengan rantai poliasam polianionik mudah larut dalam air. Jika SIK tidak dilindungi, maka ikatan silang ionik yang mudah larut tersebut akan melemahkan SIK secara keseluruhan dan terjadi penurunan derajat translusensi sehingga turut mempengaruhi estetika.

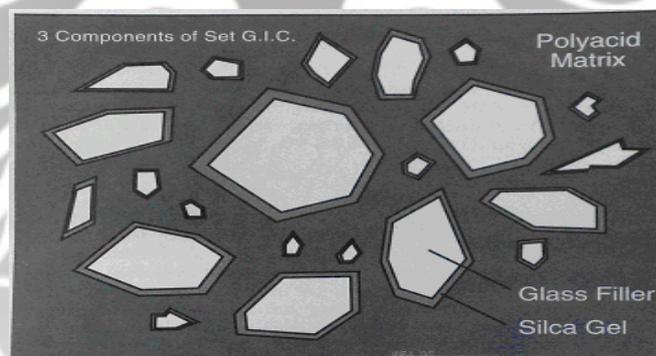
Pada fase hidrogel ini, SIK memiliki bentuk yang keras dan opak. Opaksitas tersebut disebabkan adanya perbedaan yang besar pada indeks refraksi antara filler kaca dan matriks. Opaksitas SIK ini sifatnya sementara dan akan menghilang selama reaksi pengerasan akhir terjadi.<sup>11</sup>

**Universitas Indonesia**

Fase terakhir adalah gel poligaram, yang terjadi ketika SIK mencapai pengerasan akhir, dapat berlanjut selama beberapa bulan. Matriks yang terbentuk akan menjadi *mature* ketika ion-ion aluminium, yang pelepasannya dari permukaan kaca lebih lambat, terikat ke dalam campuran semen membantu membentuk hidrogel poligaram yang menyebabkan semen menjadi lebih kaku.<sup>11</sup>

Fase gel poligaram ini menyebabkan SIK terlihat lebih menyerupai gigi, disebabkan indeks refraksi gel silika yang mengelilingi filler kaca hampir sama dengan matriks. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya penyebaran cahaya dan opaksitas.<sup>11</sup> Jika SIK masih terlihat opak, maka hal tersebut mengindikasikan bahwa gel poligaram tidak terbentuk disebabkan karena adanya kontaminasi air.<sup>11</sup>

SIK yang telah mengeras secara sempurna terdiri atas tiga komponen, yaitu kaca pengisi, gel silika, dan matriks poliasam.<sup>10</sup> Kaca pengisi yang dilapisi oleh gel silika akan terendam di dalam matriks poliasam seperti diilustrasikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Potongan melintang yang menunjukkan perbedaan komponen dari SIK yang telah mengeras sempurna.

(Sumber: Tooth-Colored Restoratives Principles and Techniques<sup>11</sup>)

### 2.1.2. Keseimbangan Air SIK

SIK merupakan material yang berbahan dasar air. Air memegang peranan penting pada saat proses pengerasan. Air merupakan medium reaksi di dalam kation- kation pembentuk semen (kalsium dan aluminium) yang dilepaskan dan ditransportasikan untuk bereaksi dengan poliasam untuk membentuk suatu

matriks poliakrilat. Air juga berperan untuk menghidrasi hidrogel silika dan garam-garam poliakrilat metal yang terbentuk.<sup>2</sup>

Sekitar 11% sampai 24% dari semen yang telah mengeras adalah air, sehingga SIK dapat dikatakan sebagai material yang berbahan dasar air.<sup>12</sup> Air yang terdapat di dalam SIK dikelompokkan menjadi “air ikatan kuat” dan “air ikatan longgar” yang dibedakan berdasarkan dapat atau tidaknya air keluar dari semen akibat desikasi pada gel silika atau pemanasan pada suhu 105<sup>0</sup>C.<sup>13</sup>

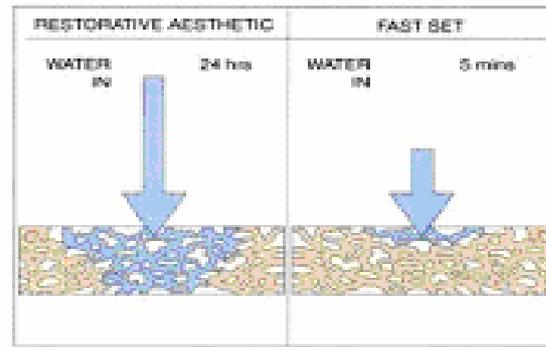
Air dengan mudahnya hilang dan didapatkan kembali karena adanya ikatan longgar yang sifatnya labil. Semen dapat stabil dalam udara dengan kelembaban relatif 80% sehingga pada kondisi kelembaban yang tinggi, semen akan mengabsorpsi air dan sebagai konsekuensinya ekspansi hidroskopik dapat melebihi *setting shrinkage*.<sup>2</sup>

Kontak awal semen dengan air dapat mengakibatkan kerusakan. SIK menyerap air secara cepat terutama pada hari pertama. Jika semen tidak cukup *mature*, hal ini dapat mengakibatkan rusaknya permukaan SIK akibat adanya pembengkakan atau hilangnya substansi ke lingkungan mulut yang mengakibatkan kasarnya permukaan. Tetapi jika SIK terlindungi selama antara 10 dan 30 menit masalah tersebut dapat diminimalkan.<sup>2</sup>

Klinisi harus menjaga agar lingkungan tetap stabil untuk restorasi yang baru ditempatkan dan melapisinya paling tidak satu jam dan lebih baik lagi jika dilakukan pada satu hari pertama (Causton, 1982).<sup>12</sup> Hal ini dilakukan untuk mencegah absorpsi air ke dalam semen yang dapat menguraikan ikatan kalsium poliakrilat yang mudah larut. Jika absorpsi air terjadi pada tahap di mana pembentukan rantai kalsium poliakrilat sedang terjadi, maka ikatan divalen kalsium poliakrilat yang tidak stabil ini akan larut dan terjadi penurunan sifat fisik dan translusensi semen. Kalsium poliakrilat, lebih rentan terhadap air dibandingkan dengan aluminium poliakrilat, yang jumlahnya lebih dominan pada semen yang baru mengalami pengerasan, oleh karena itu dibutuhkan adanya proteksi pada semen yang baru saja mengeras.<sup>2</sup>

Absorpsi air berbeda untuk setiap tipe SIK. Pada SIK tipe II yang konvensional, kerentanan terhadap air terjadi paling tidak selama 1 hari setelah dilakukan penempatan pada struktur gigi, sedangkan pada tipe SIK yang *fast set*,

contohnya SIK modifikasi resin, kerentanan terhadap air terjadi dalam waktu 5 sampai 6 menit setelah pencampuran antara bubuk dan cairan SIK dilakukan. Perbedaan absorpsi air pada tiap tipe SIK ini diilustrasikan pada gambar 2.4.

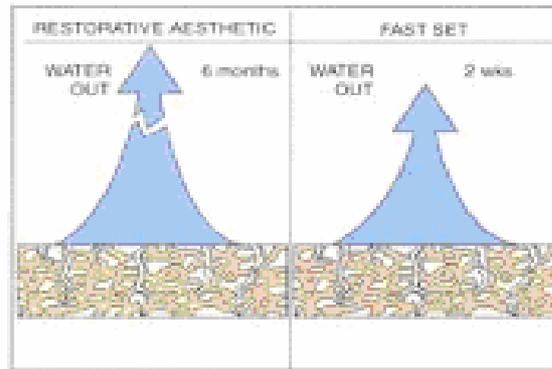


Gambar 2.4. Diagram absorpsi air pada SIK konvensional dan SIK *fast set*  
(Sumber: An Atlas of Glass-Ionomer Cement. A Clinician's Guide<sup>12</sup>)

Semen dapat kehilangan air di bawah kondisi yang kering, jika restorasi yang belum *mature* dibiarkan terekspos ke udara, maka restorasi ini berpotensi mengalami desikasi pada 6 bulan pertama setelah penempatan.

Desikasi akibat hilangnya air tersebut akan menyebabkan keretakan. Selain itu, hilangnya air akan menghambat pembentukan semen karena air merupakan medium reaksi dan akan mencegah kekuatan semen berkembang secara sempurna dikarenakan air dibutuhkan untuk menghidrasi garam-garam matriks. Oleh karena itu, restorasi tersebut harus dilapisi dengan lapisan yang kedap air untuk membantu menjaga keseimbangan air.

Walaupun resistensi terhadap absorpsi air pada SIK yang *fast set* lebih cepat dibandingkan SIK konvensional, tetapi maturitas sempurna dan resistensi kehilangan air masih belum tersedia paling tidak selama 2 minggu pertama, sehingga baik SIK konvensional maupun SIK yang *fast set* masih dapat mengalami dehidrasi jika dibiarkan terpajan ke udara selama periode 2 minggu tersebut. Masalah kehilangan air ini diilustrasikan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Diagram kehilangan air pada SIK konvensional dan SIK *fast set*  
(Sumber: An Atlas of Glass-Ionomer Cement. A Clinician's Guide<sup>12</sup>)

## 2.2. Bahan Pelindung SIK

Keluar masuknya air dari SIK dalam 24 jam pertama akan menurunkan sifat fisik dan estetik, sehingga diperlukan lapisan pelindung yang kedap air. Beberapa lapisan pelindung yang saat digunakan adalah varnis dan bonding agent.

### 2.2.1. Varnis

Varnis merupakan larutan resin, shellac, copal, sandarac, dan medikamen lain dalam pelarut yang mudah menguap seperti eter atau alkohol. Pada penguapannya, varnis membentuk lapisan tipis yang lengket atau film yang merupakan barrier terhadap efek berbahaya dari cairan atau bahan pengiritasi.<sup>14</sup>

Varnis yang diaplikasikan di atas permukaan SIK bertujuan untuk mencegah kontaminasi air dan saliva selama 24 jam pertama setelah penempatan tumpatan SIK di dalam kavitas.<sup>15</sup> Selain itu, varnis juga digunakan untuk melindungi SIK yang belum mengeras secara sempurna dari pengeringan akibat perubahan mekanisme hilangnya air.<sup>14</sup>

Komposisi yang terdapat di dalam varnis yang digunakan sebagai bahan pelindung SIK digambarkan dalam tabel 2.1. di bawah ini:

Tabel 2.1. Komposisi varnis.

Komposisi	% komponen kimia berdasarkan berat
Asetat isopropyl	60-70%
Aseton	14%
Kopolimer kloride vinil dan asetat vinil	14%

(Sumber: <http://www.halas.com.au/pdfs/MSDS/GC/FujiVarnis.pdf> <sup>4</sup>)

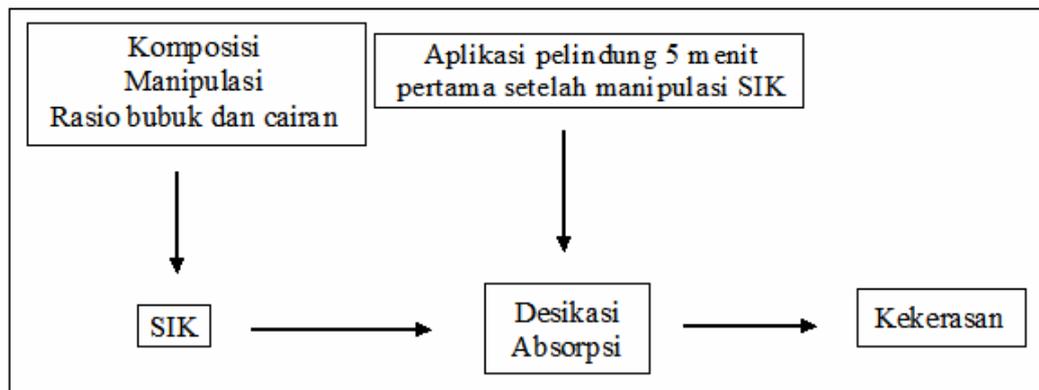
### 2.2.2. Bonding Agent

Lapisan pelindung dapat pula diperoleh dengan menggunakan resin bonding agent yang diaktifkan sinar. Resin bonding agent merupakan material resin yang digunakan untuk membuat bahan tambal komposit menempel untuk berikatan baik ke dentin maupun ke email.<sup>16</sup> Bonding agent ini memiliki viskositas yang sangat rendah. Viskositas yang rendah akan memberikan adaptasi yang lebih baik antara resin dan permukaan semen, sehingga terbentuk lapisan yang lebih baik.<sup>10</sup>

Komposisi bonding agent yang digunakan sebagai bahan pelindung SIK antara lain silika sebagai filler, BisGMA, HEMA, dimetakrilat, etanol, air, *novel photoinitiator system*, dan kopolimer fungsional metakrilat dari asam poliakrilik dan poliitakonik.<sup>17</sup>

### 2.3. Kerangka Teori

Sifat fisik, seperti kekerasan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain komposisi, manipulasi dan rasio bubuk dan cairan. Sifat kekerasan SIK ini dapat mengalami perubahan akibat proses desikasi dan/ atau absorpsi sehingga pada permukaan SIK perlu diaplikasikan suatu bahan pelindung untuk mempertahankan kekerasan SIK tersebut.



Gambar 2.6. Skema Kerangka Teori

Keterangan: Walaupun komposisi, manipulasi, dan rasio bubuk serta cairan pada SIK telah diperhitungkan dengan cermat, namun bahan tambal SIK ini tetap rentan terhadap absorpsi dan desikasi terhadap air pada tahap awal setelah dilakukan pengadukan, sehingga diperlukan aplikasi pelindung SIK yang kedap air seperti varnis dan bonding agent pada 5 menit pertama setelah manipulasi SIK. Dengan aplikasi pelindung SIK ini maka penurunan sifat fisik, seperti kekerasan dapat dicegah.