

BAB II

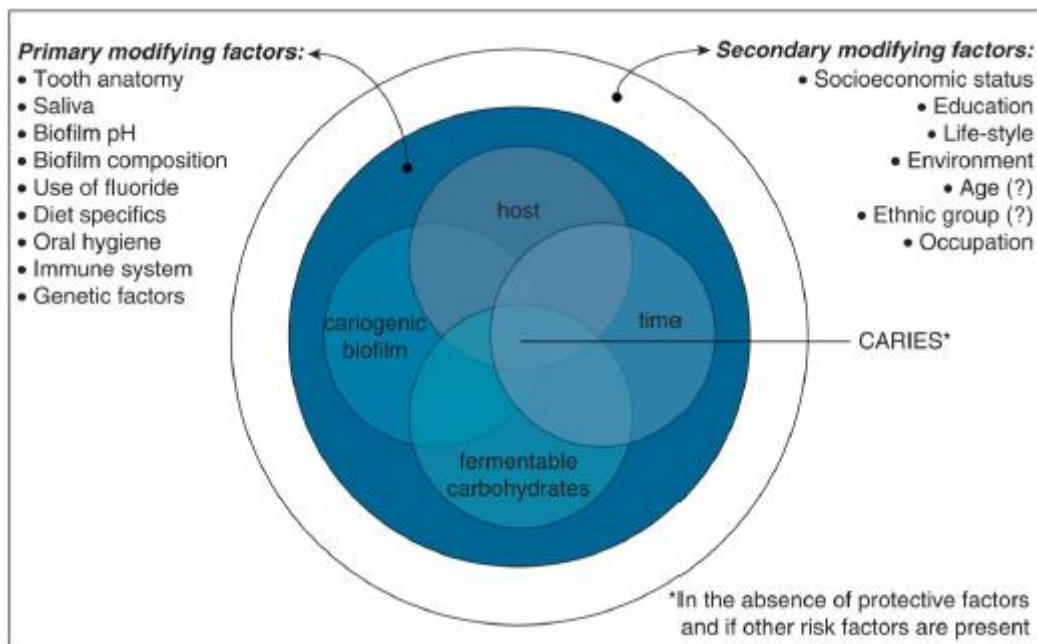
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Telaah Pustaka

2.1.1. Karies

A. Etiologi

Menurut Bechal *et al.*, karies gigi adalah pelarutan kimiawi yang terlokalisasi dari permukaan gigi yang disebabkan oleh aktivitas metabolik dalam deposit mikroba (dental biofilm) yang menutupi permukaan gigi pada waktu tertentu.¹² Penyebab karies berdasarkan diagram *modified* Keyes-Jordan disebabkan oleh 4 faktor utama, yaitu *host*, waktu, karbohidrat yang dapat terfermentasi, dan biofilm kariogenik. Faktor-faktor tersebut juga didukung oleh beberapa faktor pendukung primer dan sekunder. Faktor pendukung primer diantaranya adalah anatomi gigi, saliva, pH biofilm, komposisi biofilm, penggunaan *fluoride*, pola makan tertentu, kebersihan mulut, sistem imun, dan faktor genetic. Faktor pendukung sekunder adalah status sosial ekonomi, edukasi, gaya hidup, lingkungan, umur, suku, dan pekerjaan. Gambar 1 menunjukkan gambar diagram Keyes-Jordan tentang faktor karies.¹³



Gambar 1. Diagram *modified* Keyes-Jordan etiologi karies¹³

B. Patogenesis

Karies gigi adalah penyakit multifaktorial yang diakibatkan oleh interaksi beberapa faktor yaitu saliva, plak, diet dan kebersihan rongga mulut. Karies berawal dari plak yang ada di permukaan gigi. Plak terbentuk dari campuran saliva, sisa makanan, dan bakteri. Plak merupakan tempat tumbuh bakteri. Bakteri *S. mutans* dan *Lactobacillus* yang terdapat dalam plak akan langsung memetabolisme sukrosa, dan menghasilkan asam organik, seperti asam laktat. Hal tersebut mengakibatkan pH plak akan mengalami penurunan sehingga menjadi 5,5 dan menyebabkan demineralisasi permukaan gigi. Agar pH dapat kembali normal dibutuhkan waktu kurang lebih 20 menit hingga satu jam setelah terpapar sukrosa.¹³ Kavitas gigi belum terbentuk pada awal proses demineralisasi, tetapi mineral email sudah mulai larut sehingga dapat terjadi perubahan warna menjadi lebih putih. Lesi tersebut dapat kembali seperti semula melalui proses remineralisasi. Ion fluor yang digunakan pada saat proses remineralisasi akan memperbaiki email dan

memberikan ketahanan yang lebih baik daripada sebelumnya terhadap serangan karies.¹³

Kavitas gigi dapat terbentuk apabila terjadi demineralisasi bagian dalam email yang sudah semakin luas sehingga permukaan email tidak mendapat dukungan cukup dari jaringan di bawahnya. Apabila sudah terbentuk sebuah kavitas maka gigi tersebut tidak akan kembali normal dan perjalanan atau proses karies akan terus berlanjut. Proses demineralisasi yang tidak dilakukan perawatan, maka kerusakan gigi akan berlanjut dan dapat berpengaruh terhadap vitalitas gigi.¹⁴

C. Perawatan

Beberapa perawatan yang dapat dilakukan saat terjadi karies salah satunya adalah membatasi konsumsi diet kariogenik terutama yang menyebabkan paparan terhadap sukrosa terus-menerus, menggunakan obat kumur bakterisidal seperti *chlorhexidine*, rutin menyikat gigi dan melakukan *flossing*, menggunakan pasta gigi yang mengandung *fluoride*, perawatan *pit and fissure sealant* apabila terdapat karies non-kavitasi pada permukaan gigi, serta melakukan restorasi pada lesi karies.¹ Bahan yang digunakan untuk restorasi pada kavitas adalah amalgam, resin komposit, dan *glass ionomer cement*.¹⁵

2.1.2. GIC

A. Komposisi

GIC (*Glass Ionomer Cement*) merupakan material *restorative* yang berbasis air dan terdiri dari *filler* berupa kaca reaktif yang disebut *fluoroaluminosilicate glass* dan *matrix* berupa *polymer* atau *copolymer* dari asam karboksilat. GIC memiliki komposisi dengan fungsi sebagai berikut :³

a. Powder

1. Alumina (Al_2O_3)

Berfungsi meningkatkan opasitas.

2. *Silica* (SiO_2)

Berfungsi meningkatkan translucensi

3. *Fluoride*

Berfungsi meningkatkan kekuatan dan translusensi

4. *Calcium fluoride* (CaF_2)

Berfungsi meningkatkan opasitas.

5. *Aluminium phosphates*

Berfungsi meningkatkan translusensi.

6. *Cryolite* (Na_3AlF_6)

Berfungsi meningkatkan translusensi.

b. Liquid

1. *Polycarboxylic acid*

Terdiri atas *itaconic acid*, *maleic acid*, *acrylic acid*, dan *tricarboxylic*.

2. Air

Berfungsi menyediakan transport ion yang dibutuhkan untuk reaksi *setting* asam-basa.

3. *Tartaric acid*

Berfungsi memperpanjang *working time*, mempercepat *setting time*, membantu keluarnya ion dari *glass polyphosphates*.

4. *Metal oxides*

Berfungsi mempercepat *setting time*.

B. Sifat fisik dan kimia

Menurut Anusavice, GIC memiliki beberapa sifat yaitu:³

1. Fisik

a) *Strength*

- *Compressive Strength* dan *tensile strength* lebih kecil dari resin komposit dan amalgam
- *Flexural strength*: 45-50 MPa yang merupakan nilai paling rendah di antara bahan restorasi.
- *Fracture toughness*: lebih rendah daripada resin komposit & amalgam
- Modulus elastisitas: lebih rendah dari semen seng fosfat sehingga lebih tidak kaku dan mudah mengalami deformasi plastis
- Viskositas: lebih rendah dibanding semen fosfat, tetapi *working time* lebih rendah.

b) Adhesif (*calcium polycrylate bonds*) : GIC berikatan dengan struktur gigi melalui khelasi gugus grup *carboxyl* dari *polyacrylic acid* dengan kalsium dalam apatit email dan dentin.

c) Warna dan translusensi : sewarna gigi tetapi warna tidak sebaik resin komposit, memiliki gambaran radiograf translusensi yang tidak lebih baik dari resin komposit, dan GIC memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap perubahan warna daripada resin komposit.

d) Koefisien muai GIC hampir sama dengan gigi sehingga menurunkan resiko kebocoran tepi.³

2. Mudah Terpengaruh Cairan

GIC setelah pengaplikasiannya memiliki 2 fase perubahan molekul air yaitu *water in* dan *water out*. *Water in* merupakan fase yang dapat terjadi segera setelah penumpatan sampai 24 jam. *Water in* dapat dicegah menggunakan *varnish / cocoa butter*. GIC yang telah terkontaminasi air akan buram dan mudah lepas.

Fase kedua merupakan *Water out* yaitu mengalami dehidrasi 24 jam sampai 6 bulan pasca penumpatan. Dehidrasi akibat kehilangan molekul air sehingga secara klinis tampak retak dan permukaan lunak.³

3. *Fluoride Releasing*

GIC mampu melepaskan *fluoride* untuk meningkatkan resistensi terhadap plak yang dapat menghambat perkembangbiakan bakteri *S. mutans* sehingga menurunkan resiko karies sekunder. Pelepasan *fluoride* juga akan meningkatkan remineralisasi. Tingginya pelepasan *fluoride* pada beberapa hari pertama pasca penumpatan akan menurun tajam pada 1 minggu pertama dan stabil pada bulan ke-3.³

4. *Biokompatibilitas*

GIC *luting cements* bisa menyebabkan hipersensitivitas berkepanjangan dan bervariasi. Pada awal *mixing powder* dan *liquid*, pH akan sangat asam (pH 0.9-1,6), namun dentin dapat berfungsi sebagai *buffer* dan cukup mencegah penurunan pH dalam jaringan pulpa meski hanya tersisa selapis tipis dentin, selanjutnya akan ada respon inflamasi ringan dari pulpa sehingga pH akan kembali naik dalam 1 jam dan jaringan pulpa kembali pulih dalam 10-20 hari.³

5. **Working Time dan Setting Time**

Working time dan *setting time* dapat dikontrol dengan mengatur komposisi GIC, ukuran partikel, dan penggunaan asam tartaric. *Setting time* dapat diperpanjang dengan cara mengaduk GIC di atas *glass slab*.³

6. **Termal**

Ekspansi termal sama dengan gigi sehingga bahan ini banyak digunakan (antikariogenik).³

7. **Hardness**

Bahan resin komposit memiliki kekerasan yang lebih baik apabila dibandingkan dengan bahan GIC.³

C. Jenis-Jenis GIC

GIC juga memiliki beberapa tipe yaitu:³

Berdasarkan aplikasi klinis :

1. Type I - *Luting crowns, bridges, dan orthodontic brackets*
2. Type IIa - Semen restorasi estetik
3. Type IIb - Semen restorasi *reinforced*
4. Type III - *Lining cement*, basis
5. Type IV - *Fissure Sealant*
6. Type V - Semen Ortodonti
7. Type VI - *Core Build Up*
8. Type VII - *Fluoride Release*
9. Type VIII - *Atraumatic Restorative Technique*
10. Type IX - Restorasi Gigi Sulung

Berdasarkan komposisi:³

1. Semen Ionomer Kaca Konvensional

Berbahan dasar bubuk kaca alumunium fluoroaluminosilikat dan liquid asam poliakrilat

2. Semen Ionomer *Hybrid*

Penggunaan : *Liner and base*, restorasi, *fissure sealants*, *core buildup*, dan adhesif untuk *bracket* ortodonti

3. Semen Ionomer Kaca dengan Modifikasi Logam

Bersifat jauh lebih tahan terhadap keausan oklusal

4. Semen Ionomer Kaca dengan *Calcium Aluminate*

Digunakan untuk *luting fixed protheses*

5. Semen Ionomer Kaca dengan Viskositas Tinggi

Fungsi: *core build up*, pengisi gigi primer, restorasi *non-stress-bearing*, restorasi intermediet.

D. Kelebihan dan kekurangan

Kelebihan GIC sebagai bahan restorasi adalah memiliki kemampuan yaitu dapat melepaskan *fluoride*, memiliki koefisien ekspansi termal yang mirip dengan gigi, dapat berikatan secara kimia dengan email dan dentin, biokompatibel, dan estetika yang sangat baik.⁴ Penggunaan bahan restorasi dengan pelepasan *fluoride* jangka panjang lebih baik untuk digunakan pada pasien dengan aktivitas karies sedang hingga tinggi karena dapat mengurangi demineralisasi email dan dentin di sekitar restorasi.⁵

Kekurangan GIC yaitu rentan fraktur, *tensile strength* dan ketahanan aus yang rendah, serta *brittleness*. Kekurangan tersebut membuat penggunaan GIC

terbatas dan tidak cocok untuk restorasi yang memiliki *high-stress area* seperti kelas I dan kelas II.⁶ GIC juga tidak memiliki *marginal seal* yang utuh atau *complete*, yang dianggap sebagai penyebab utama kebocoran mikro.¹⁶ Berbagai modifikasi telah ditambahkan pada GIC untuk meningkatkan sifat mekanis salah satunya dengan menambahkan bahan lain pada GIC.⁶

2.1.3. *Ceramic-reinforced GIC*

Zirconia adalah bahan yang sangat baik untuk kekuatan dan ketangguhan dalam konteks komposit tertentu karena fase transformasi yang khas dari tetragonal ke monoklinik dalam tekanan. Transformasi ini menghasilkan perubahan volume sebesar 4% yang menghasilkan *compressive strength* lokal, yang kemudian mengimbangi tegangan bukaan retak dan meningkatkan ketahanan fraktur material gabungan. Efek ini pada keramik yang sangat rapuh mungkin mendorong penggunaannya dalam GIC. Selain itu, pabrikan mengklaim bahwa pengisi keramik mampu bereaksi sebagian dengan matriks, yang dapat menghasilkan beberapa ikatan (dan juga batasan matriks) dan mungkin juga mengubah matriks polisalt.⁶

A. Komposisi

Ceramic-reinforced GIC adalah GIC yang digabung dengan pengisi berbahan *zirconia* untuk mendapatkan sifat kekuatan amalgam dan ketahanan aus dan erosi yang sangat baik.^{6,17} *Ceramic-reinforced GIC* memiliki komposisi sebagai berikut :⁶

Powder

1. *Fluoro-aluminosilicate glass*
2. *Polyacrylic acid powder*
3. *Tartaric acid powder*

4. *Ceramic reinforcing powder*

Liquid

1. *Polyacrylic acid*
2. Air suling

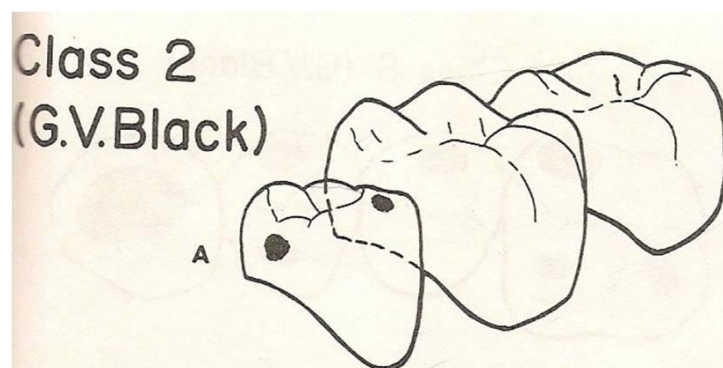
B. Indikasi

1. Kavitas kelas I dan kavitas kelas II
2. Perbaikan restorasi amalgam
3. Menjadi basis restorasi komposit
4. Kavitas yang perlu radiopasitas
5. Sebagai dasar di bawah mahkota
6. Pada permukaan akar untuk lokasi *overdentures*
7. Restorasi sementara jangka panjang untuk cusp dan pada margin mahkota.

2.1.4. Kavitas Kelas II

A. Morfologi.

Kavitas kelas II pada klasifikasi GV Black merupakan lesi atau kavitas yang berasal dari atau berada pada kontak proksimal area gigi posterior. Gambar 2 menunjukkan gambaran klasifikasi kavitas kelas II.



Gambar 2. Kavitas Kelas II menurut Klasifikasi GV Black.¹⁸

B. Prosedur

Preparasi kavitas kelas II dibutuhkan untuk perawatan lesi karies yang berkembang pada permukaan proksimal. Prosedur yang dilakukan terbagi menjadi tahap inisial dan tahap akhir. Pada tahap inisial atau awal, pertama-tama dilakukan pembuatan bentuk *outline* dan kedalaman preparasi kavitas. Selanjutnya dilakukan pembuatan bentuk resistensi dan retensi pada kavitas. Tahap berikutnya akan dilakukan pembuangan dentin lunak serta dilakukan proteksi pulpa, begitu pula dengan *finishing* dinding eksternal preparasi kavitas. Prosedur terakhir yang dilakukan adalah inspeksi dan *debridement*.¹

C. Kekurangan

Restorasi kavitas kelas II memiliki kekurangan, seperti akses terbatas ke permukaan proksimal akibatnya email dan dentin yang sehat sering dipreparasi untuk mendapatkan akses pembuatan kavitas kelas II.⁷ Tantangan pada restorasi kelas II adalah adanya kemungkinan kebocoran mikro pada daerah dinding gingival proksimal dikarenakan email yang tipis. Kebocoran mikro didefinisikan sebagai difusi bakteri, cairan mulut, ion dan molekul yang masuk di antara gigi dan bahan restorasi.⁸

2.1.5. Kebocoran Mikro

A. Etiologi

Restorasi gigi dapat melakukan ekspansi lebih dari gigi selama perubahan temperatur maka kebocoran mikro pada margin dapat terjadi pada restorasi, atau restorasi dapat melepaskan ikatannya dari gigi.³ Kebocoran mikro didefinisikan sebagai sebuah pergerakan yang tidak terdeteksi secara klinis dari cairan bakteri, molekul dan ion-ion pada celah mikro (10^{-6} μ) diantara dinding kavitas dan

restorasi bahan restorasi. Faktor yang menyebabkan terbentuknya celah tepi dan kebocoran di antara dinding kavitas dan bahan restorasi meliputi adhesi yang buruk, temperatur yang berubah-ubah, kekuatan kontraksi, penyusutan saat polimerisasi, kontrol kelembaban yang tidak adekuat dan tekanan otot-otot mastikasi.¹⁹

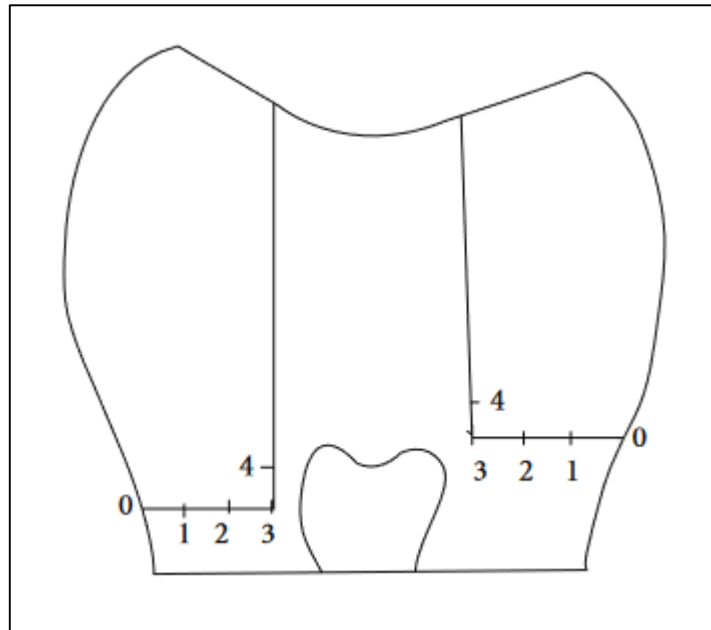
B. Cara ukur

Derajat dari kebocoran mikro pada restorasi gigi dapat dilihat melalui penetrasi *tracer* dan *staining agent*.³ Metode yang paling sering digunakan adalah metode pewarnaan untuk mengukur kedalaman kebocoran mikro. Lapisan pewarnaan bertujuan untuk membandingkan besarnya kebocoran. Beberapa pewarna umum digunakan adalah *methylene blue*, *crystal violet*, *india ink*, *eosin*, *erythrosin*, *fluorescein*, *basic fushin*, dan *rhodamine b*. Kelebihan dari teknik ini adalah menunjukkan kebocoran mikro yang memiliki warna tunggal tanpa membutuhkan pengantar dari reaksi kimia dan bahaya radiasi.²⁰

Methylene blue digunakan sebagai bahan pewarna atau *staining agent* karena biaya yang murah, mudah untuk dimanipulasi, dan berat molekul pewarna lebih rendah daripada bakteri sehingga dapat mendeteksi kebocoran di mana bakteri tidak dapat menembusnya.²¹

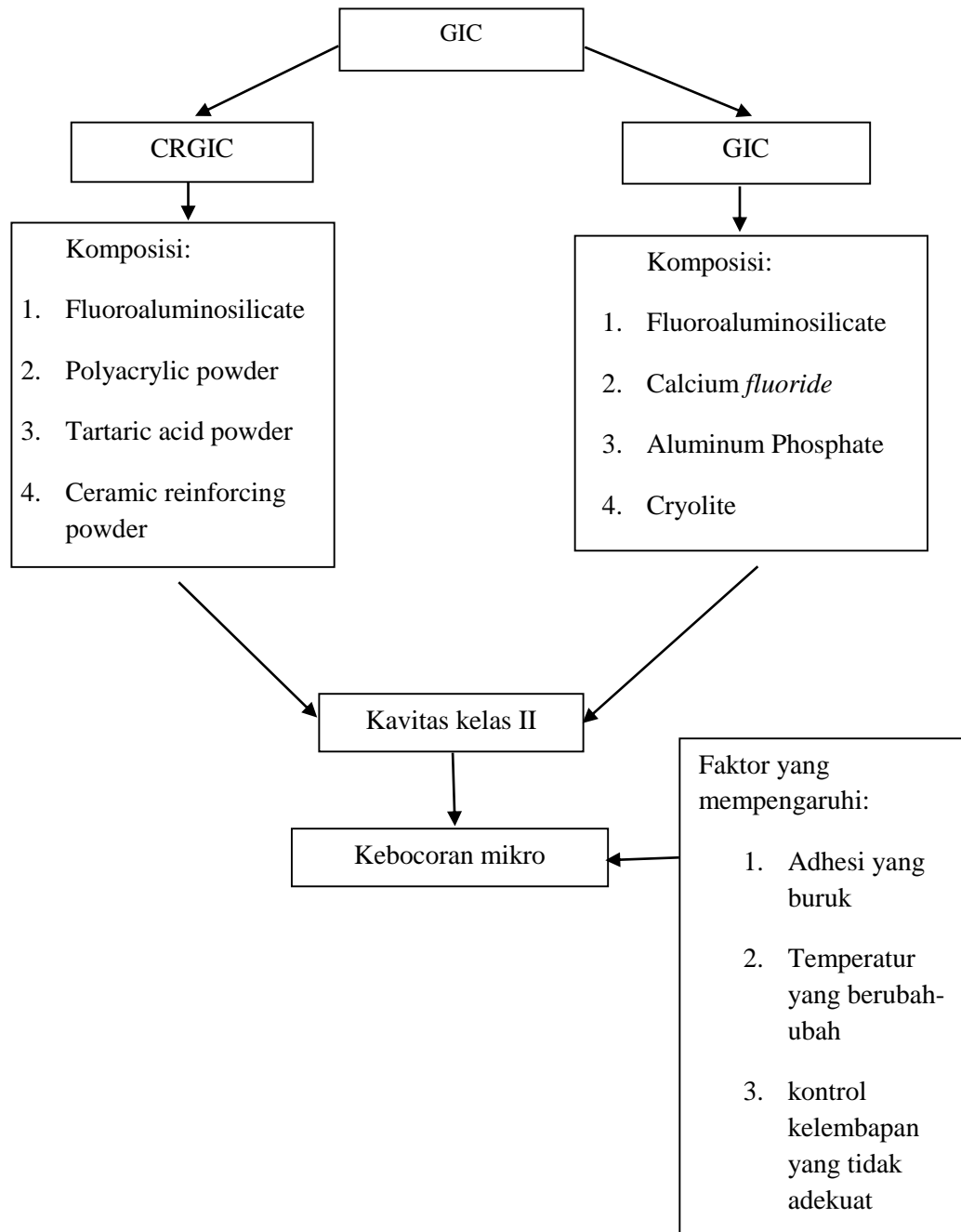
Digital microscope terdiri atas perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras mikroskop digital terdiri atas mikroskop analog, sumber cahaya, kamera, dan rumah kamera. Gambar objek yang difokuskan pada kamera ditampilkan dan diproses dengan komputer menggunakan perangkat lunak. Metode pemrosesan untuk mikroskop digital terbatas pada pemrosesan gambar dasar dan diatur dalam 6 unit, yaitu *viewer unit*, *brightness adjustment unit*, *histogram equalization unit*, *image scaling unit*, dan *image cropping unit*.²²

Kategori skor telah ada pedoman yang diberikan oleh The *International Organization for Standardization (ISO)* termasuk standarisasi kualitas gigi, tipe preparasi kavitas, dan metode untuk mengevaluasi kebocoran mikro pada tepi restorasi.²³ Kebocoran mikro yang digunakan adalah skor 0 = tidak ada pewarna yang masuk, skor 1 = pewarna masuk hingga email pada dinding axial, skor 2 = pewarna masuk hingga dentin pada dinding axial, skor 3 = pewarna masuk hingga dasar kavitas, dan skor 4 = pewarna masuk hingga menyentuh pulpa.²⁴ Gambar 3 menunjukkan kriteria skor kebocoran mikro.



Gambar 3. Kriteria skor untuk menilai kebocoran pewarna.²⁵

2.2. Kerangka Teori



2.3. Hipotesis

Kebocoran mikro pada restorasi kelas II dengan penggunaan CRGIC lebih rendah dibandingkan dengan GIC.