

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. *Fissure Sealant*

Fissure sealant merupakan tindakan pencegahan non-invasif pada permukaan *pit* dan *fissure* agar gigi tidak mudah terserang karies (Fernandes et al., 2012). *Pit* dan *fissure sealant* adalah metode yang paling efektif untuk mencegah karies pada permukaan oklusal. Hal ini didasarkan pada isolasi *fissure* yang ketat dari lingkungan luar yang bersifat kariogenik (Kouzima et al., 2009).

Fissure sealant dianggap sebagai langkah preventif karies yang paling efektif yang dapat ditawarkan untuk pasien. Untuk mencapai manfaat terbesar *sealant* harus berikatan dengan tepat ke permukaan enamel. Telah disepakati bahwa retensi memadai *sealant* akan tercapai jika gigi memiliki luas permukaan yang luas, mendalam, *pit* dan *fissure* tidak teratur (irreguler) (Ansari et al., 2004).

Seperti yang telah dinyatakan sebelumnya, *fissure sealant* yang diaplikasikan pada *pit* dan *fissure* permukaan oklusal gigi, berfungsi untuk menciptakan penghalang fisik yang melindungi permukaan gigi dari karies. Berikut ini merupakan indikasi *fissure sealant* berdasarkan ciri spesifik secara klinis dan kebutuhan pasien, yaitu 1) gigi yang baru erupsi, dengan *fissure* yang dalam dan secara klinis bebas karies, 2) pasien dengan disabilitas motorik yang menyebabkan kesulitan dalam menjaga *oral hygiene*, dan 3)

pasien dewasa yang sedang dalam perawatan medis yang menyebabkan menurunnya aliran saliva (Veiga *et al.*, 2014).

Berikut ini merupakan indikasi *fissure sealant* pada pasien berdasarkan pada kebutuhan perawatan, yaitu 1) pasien dengan *low need*, yaitu setelah dievaluasi terdapat anatomi *pit* dan *fissure* yang dalam pada permukaan oklusal gigi permanen sehingga sesuai dengan indikasi klinis aplikasi *fissure sealant*, 2) pasien dengan *moderated need*, yaitu prioritas diberikan pada gigi molar permanen yang baru erupsi, karena memiliki kerentanan tinggi terhadap karies, dan 3) pasien dengan *high need*, yaitu memiliki kecenderungan untuk meningkatkan kejadian karies gigi, sehingga gigi molar dan premolar perlu diberi *sealant* (Veiga *et al.*, 2014).

Cara untuk menetapkan apakah pasien membutuhkan perawatan *fissure sealant* atau tidak, didasarkan pada tiga kriteria berikut: 1) pasien, yaitu a) anak yang memiliki kebutuhan khusus seperti anak yang memiliki penyakit medikal kompromis, cacat mental maupun fisik, b) anak memiliki karies yang meluas pada gigi desidunya, c) pasien yang kooperatif, sehingga memungkinkan untuk dilakukannya isolasi area kerja yang adekuat. 2) Gigi, yaitu a) pada permukaan gigi molar permanen yang telah erupsi dan dapat di isolasi dengan baik, b) anak dengan gigi molar pertama permanen yang terkena karies, sehingga diperlukan pencegahan segera terhadap karies pada gigi molar kedua permanennya. 3) Radiograf, yaitu a) radiograf bitewing diindikasikan untuk mengetahui integritas permukaan oklusal dalam pemeriksaan klinis, b) apabila tidak melibatkan struktur dentin setelah

pemeriksaan pada radiograf, maka permukaan oklusal gigi dapat diaplikasikan bahan *sealant* (Combe *et al.*, 2013).

2. Bahan *Fissure Sealant*

Bahan atau bahan yang dapat digunakan dalam perawatan *fissure sealant* adalah resin *based-sealant*, *compomer*, *resin-modified glass ionomer cement*, *glass ionomer cement*. Bahan yang digunakan dalam perawatan *fissure sealant* harus memiliki viskositas yang rendah agar dapat mengalir dengan mudah ke dalam *pit* dan *fissure* gigi (Combe *et al.*, 2013; Pardi *et al.*, 2005).

a. Resin *Based Sealant*

Resin yang biasa digunakan sebagai bahan *fissure sealant* adalah Bis-GMA atau Bowen's Resin dan dimetakrilat lainnya seperti *urethane dimethacrylate* (UDMA). Kedua jenis resin tersebut memiliki sifat yang kental sehingga terkadang diperlukan penambahan monomer lain seperti *triethyleneglycol dimethacrylate* (TEGDMA) untuk menghasilkan bahan yang dapat mengalir di atas permukaan gigi yang dietsa (Casamassimo *et al.*, 2013; Combe *et al.*, 2013).

Beberapa bahan mengandung partikel inorganik seperti silika untuk meningkatkan ketahanan terhadap keausan. Selain itu, penambahan *filler* ini juga membuat *fissure sealant* ini lebih mudah terlihat di permukaan gigi. Berikut ini merupakan keuntungan dari *sealant* yang berwarna: 1) memudahkan dalam pengaplikasian *sealant*, 2) gelembung udara yang terbentuk lebih mudah terlihat, 3) defek pada daerah tepi lebih mudah

terlihat, 4) Orang tua dan pasien dapat melihat perawatan yang telah dilakukan (Combe *et al.*, 2013).

Kerugian dari bahan *sealant* yang berwarna adalah dapat menutupi lesi karies pada permukaan oklusal yang berada di bawah *sealant*. Selain itu beberapa bahan *fissure sealant* juga mengandung *filler* berupa *fluoride* (Combe *et al.*, 2013).

1) Resin Based Sealant Filled

Resin based sealant filled merupakan salah satu bahan *fissure sealant* dengan penambahan *filler* ke dalam resin matrik. Sebagai contoh resin based sealant filled yang digunakan dalam perawatan *fissure sealant* adalah resin komposit (Combe *et al.*, 2013).

a) Komposisi Resin Komposit

Berikut ini merupakan komposisi dari resin komposit (Anusavice *et al.*, 2014; Bird & Robinson, 2015; Lessage, 2007):

(1) Resin matriks

Resin adalah komponen aktif kimia dalam komposit, berbentuk monomer cair. *Bisphenol-a-glycidyl dimethacrylate* (Bis-GMA), trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA), dan *urethane dimethacrylate* (UEDMA) adalah matriks resin yang umum digunakan dalam resin komposit. Fungsi matriks resin untuk membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan komposit dan mengontrol konsistensi pasta resin komposit. Monomer ada yang memiliki viskositas tinggi (*bisphenol A-glycidyl*

methacrylate/Bis-GMA) dan viskositas rendah (TEGMA dan UEDMA yang berfungsi untuk meningkatkan daya alir). Matriks resin memiliki kandungan ikatan ganda karbon reaktif yang dapat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas (Anusavice *et al.*, 2014).

Monomer dengan berat molekul tinggi, khususnya Bis-GMA amatlah kental pada temperatur ruang (25°C). Monomer dengan berat molekul lebih tinggi dari pada metilmetakrilat yang membantu mengurangi pengerutan polimerisasi. Nilai polimerisasi pengerutan untuk resin metil metakrilat adalah 22 % V dimana untuk resin Bis-GMA 7,5 % V (Anusavice *et al.*, 2014; Lessage, 2007).

(2) *Filler*

Filler inorganik yang terkandung dalam resin komposit adalah *quartz*, *glass*, silika, dan *colorant* (pewarna). Penambahan *filler* kedalam resin matrik akan meningkatkan kekuatan dan sifat mekanik lainnya. Jumlah dan ukuran *filler* akan mempengaruhi kekuatan dan ketahanan terhadap keausan (Bird & Robinson, 2015).

(3) *Coupling agent*

Coupling agent merupakan komposisi penting dalam resin komposit, karena *coupling agent* mempengaruhi kekuatan ikat antara *filler* dan resin matrik. *Coupling agent* yang terkandung

dalam resin komposit adalah *organosilane*. Mekanisme ikatan antara *filler* dan resin matrik dapat dijelaskan sebagai berikut : (a) Komponen silane akan berikatan dengan *quartz*, *glass* dan silika, (b) Komponen organik akan berikatan dengan resin matrik, kemudian komponen organik ini akan mengikat *filler* ke resin matrik (Bird & Robinson, 2015; Garg & Gard, 2015).

(4) *Pigment*

Untuk membuat resin komposit memiliki warna yang sesuai dengan warna gigi diperlukan adanya penambahan *pigment* (pewarna). *Pigment* (pewarna) ini biasanya berasal dari *filler* inorganik (Bird & Robinson, 2015; Noortz, 2013).

b) Sifat Resin Komposit

Berikut ini merupakan sifat dari resin komposit (1) *Polymerization shrinkage*: stres yang terjadi akibat kontraksi saat polimerisasi dari resin komposit akan menyebabkan integritas dari tepi restorasi akan menjadi terganggu. Akibatnya terjadi kebocoran tepi restorasi. (2) *Water absorption*: kemampuan resin komposit dalam menyerap air sebesar 0,2– 0,6 % dari berat molekul. Penyerapan air yang terlalu banyak dapat menyebabkan kerusakan pada restorasi. (3) *Wear*: ketahanan terhadap keausan dipengaruhi oleh ukuran *filler*. *Filler* dengan ukuran yang besar (*macrofilled*) akan memiliki ketahanan terhadap keausan tinggi (Bonsor & Pearson, 2013; Irawan, 2005).

2) Resin Based Sealant Unfilled

a) Komposisi Resin Based Sealant Unfilled

Resin based sealant unfilled sesuai dengan namanya resin based sealant tipe ini tidak mengandung filler melainkan hanya mengandung resin matrik, optical modifier, pigment, dan stabilizer (Combe *et al.*, 2013). Bahan fissure sealant yang digunakan dalam penelitian ini yang berbahan dasar Resin Bis-GMA adalah Halioseal. Berikut ini merupakan komposisi dalam Halioseal (Fisher, 2011):

(1) Halioseal

Berikut ini merupakan komposisi halioseal: Bis-GMA: 58.3, TEGDMA: 38.1, UDMA: tidak ada, fluorosilicate glass, silicon dioxide: tidak ada, titanium dioxide: 2.0, stabilizer, catalyst: 1.6.

(2) Halioseal F

Berikut ini merupakan komposisi halioseal F: Bis-GMA: 11.8, TEGDMA: 23.4, UDMA: 23.4, fluorosilicate glass, silicon dioxide: 40.5, titanium dioxide: 0.6, stabilizer, catalyst: 0.3.

(3) Halioseal Clear

Berikut ini merupakan komposisi halioseal clear: Bis-GMA: 60.0, TEGDMA: 39.3, UDMA: tidak ada, fluorosilicate glass, silicon dioxide: tidak ada, titanium dioxide: tidak ada, stabilizer, catalyst: 0.7.

Halioseal merupakan bahan fissure sealant tanpa filler dari Ivoclar Vivadent. Mengandung sejumlah kecil titanium dioxide yang

memberikan warna putih khas pada bahan ini, memiliki retensi yang baik. Heliouseal memiliki sifat yang berbeda dari bahan *fissure sealant* yang mengandung *filler* yaitu kemampuan aliran yang baik (Fisher, 2011).

b) Sifat Resin *Based Sealant Unfilled*

Sifat resin *unfilled* sebagai bahan *fissure sealant* dijelaskan berdasarka bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu Heliouseal. Berikut ini merupakan sifat fisik dari Heliouseal (Fisher, 2011):

(1) Heliouseal

Berikut ini merupakan sifat heliouseal, yaitu *vickers hardness* 0.5/30: 180 N/mm², *refractive index*: tidak ada, *flexural strength*: 88 Mpa, *modulus of elasticity*: 3200 Mpa, *depth of cure*: 3.3 mm, *sensitivity to light*: 48 s, *film thickness*: tidak ada, *fluoride release*: tidak ada, *shear bond strength on etched bovine enamel*: 16,9 Mpa, *water solubility*: 3.4 µg/mm³.

(2) Heliouseal F

Berikut ini merupakan sifat heliouseal F, yaitu *vickers hardness* 0.5/30: 240 N/mm², *refractive index*: 1,5122, *flexural strength*: 77 Mpa, *modulus of elasticity*: 2400 Mpa, *depth of cure*: 2.4 mm, *sensitivity to light*: 80 s-, *film thickness*: tidak ada, *fluoride release*: 7 ng/cm²/d, *shear bond strength on etched bovine enamel*: 20.6 Mpa, *water solubility*: 4.4 µg/mm³.

(3) Helioseal Clear

Berikut ini merupakan sifat helioseal clear, yaitu *vickers hardness* 0.5/30: tidak ada, *refractive index*: tidak ada, *flexural strength*: 95 Mpa, *modulus of elasticity*: 2700 Mpa, *depth of cure*: 5.5 mm, *sensitivity to light*: 29 s, *film thickness*: tidak ada, *fluoride release*: tidak ada, *shear bond strength on etched bovine enamel*: tidak ada, *water absorption*: tidak ada, *water solubility*: tidak ada (Fisher, 2011).

b. Resin-modified GIC

1) Komposisi Resin-modified GIC

Bahan RMGIC terdiri atas *powder* dan *liquid*. *Powder* berisi partikel *glass* fluoro-alumino silikat yang radiopak. *Powder* RMGIC terutama terdiri dari *glass* sedangkan *liquid* terdiri dari 4 bahan utama, yaitu 1) resin metakrilat yang memungkinkan pengaturan terjadinya polimerisasi, 2) *polyacid* yang bereaksi dengan *glass* untuk memulai reaksi setting melalui mekanisme asam-basa, 3) HEMA, suatu metakrilat hidrofilik yang memungkinkan resin dan komponen asam dapat berdampingan di air; HEMA juga mengambil bagian dalam reaksi polimerisasi, 4) Air, merupakan komponen penting yang diperlukan untuk memungkinkan ionisasi dari komponen asam sehingga reaksi asam-basa dapat terjadi, 5) Inisiator radikal bebas (McCabe & Walls, 2008; Sakaguchi & Powers, 2012).

2) Sifat RMGIC

Dengan tambahan bahan resin secara signifikan dapat meningkatkan berbagai sifat dari bahan *glass ionomer*. RMGIC memiliki sifat mekanis yang lebih rendah dibandingkan dengan resin komposit tetapi lebih baik dari GIC. Berbagai kelebihan seperti kemampuan ikatan dalam jaringan dentin dan email, fluor yang dilepaskan dan kombinasi waktu kerja yang lebih lama dalam waktu pengerasan yang lebih singkat. Disamping itu karena dilakukan hanya satu kali penyinaran akan mengurangi radiasi yang mungkin timbul dari sumber sinar seperti yang dilakukan pada penambalan dengan resin komposit dengan aktivasi penyinaran (Mahyudin & Hermawan, 2016; Sosrosoedirdjo, 2004).

Restorasi yang dibentuk juga dapat segera dipoles, selain itu kekuatan daya tahan terhadap lingkungan kelembaban seperti keadaan kering dan pada serangan asam akan tetap menjadi lebih baik. Berikut ini merupakan sifat-sifat yang dimiliki oleh RMGIC, yaitu a) waktu kerja: 3 menit 45 detik, b) waktu pengerasan: 20 detik, c) kekuatan kompresi: 242 Mpa, d) *diamertral tensile strength*: 37 pa, e) *shear bond strength* email: 11,3 pa, f) *shear bond strength* dentin: 8,2 pa (Sosrosoedirdjo, 2004).

3) Reaksi Polimerisasi

Reaksi polimerisasi RMGIC terjadi melalui reaksi asam basa dan aktivasi sinar. Pada dasarnya kedua reaksi polimerisasi ini dapat dijelaskan sebagai berikut (1) tahap pertama, reaksi asam basa akan

segera terjadi ketika *fluoroaluminosilicate* kaca dengan cairan asam (polialkenoat) dicampurkan, (2) Kedua, aktivator dan inisiator kimia akan teraktivasi untuk memicu reaksi polimerisasi kimia (asam basa), (3) Ketiga, reaksi polimerisasi dipercepat dengan aktivasi sinar karena terjadi polimerisasi dari HEMA dan kopolimer yang ada akan membantu reaksi reaksi silang (*cross-linking*) diantara gugus metakrilat (McCabe & Walls, 2008; Sosrosoedirdjo, 2004).

c. *Glass Ionomer Cement*

Glass Ionomer Cement yang dikembangkan oleh Wilson dan Kent pada tahun 1972, itu menarik perhatian peneliti dan praktisi dokter gigi, karena dilaporkan dapat membentuk ikatan kimia dengan struktur gigi. GIC merupakan bahan sewarna gigi yang memiliki kompatibilitas jaringan, radiopak, melepaskan *fluoride* dari waktu ke waktu, menghambat demineralisasi, dan berkontribusi untuk remineralisasi dentin yang berdekatan. Penggunaan semen ionomer kaca telah berkembang sejak diperkenalkan pada 1970-an karena keuntungan mereka (Rekha *et al.*, 2012).

1) Komposisi GIC

Berikut ini merupakan komposisi GIC, yaitu a) *powder/liquid* bahans: (1) *powder* (*sodium aluminosilicate glass* dengan 20% CaF dan *aqueous solution* aditif minor), (2) *liquid* (Asam akriliat/asam itakonik kopolimer dalam bentuk *aqueous solution* atau asam *maleic* polimer dalam bentuk *aqueous solution* atau *maleic*/akrilik kopolimer dan asam tartarat). (b)

powder/water: (1) *powder* (*glass + vacuum-dried polyacid (acrylic, maleic or copolymer)*), (2) *liquid* (menyediakan botol penetes yang dapat diisi dengan air atau produsen memasok larutan encer asam tartarat) (McCabe & Walls, 2008).

2) Sifat GIC

Berikut ini merupakan sifat-sifat yang dimiliki oleh GIC, yaitu a) waktu kerja: 2 menit, b) waktu pengerasan: 4 menit, c) kekuatan kompresi: 202 Mpa, d) *diametral tensile strength*: 16 Mpa, (e) *shear bond strength* email: 4,6 Mpa, (f) *shear bond strength* dentin: 4,3 Mpa (Sosrosoedirdjo, 2004).

d. *Compomer*

Compomer atau disebut juga *polyacid-modified resin composite* merupakan bahan yang mengandung resin komposit kemudian dimodifikasi dengan penambahan GIC. Dimana pada *compomer* kandungan resin komposit lebih banyak dibandingkan GIC. Penambahan GIC membuat *compomer* mampu melepas *fluoride*, walaupun tidak sebanyak pelepasan *fluoride* pada RMGIC (Noortz, 2013).

1) Komposisi *Compomer*

Berikut ini merupakan komposisi dan fungsi bahan penyusun *compomer*, yaitu: a) *Fluoro-alumino-silicate glass*, berfungsi sebagai *filler* dan melepas *fluoride*, b) *dimethacrylate* monomer (contoh UDMA), berfungsi untuk membentuk resin matriks, c) monomer hidrofilik, berfungsi membantu distribusi air dan pelepasan *fluoride*, d)

photoactivators/photoinitiators, memicu polimerisasi melalui pembentukan radikal bebas (Bonsor & Pearson, 2013; Noortz, 2013).

2) Sifat *Compomer*

Berikut ini merupakan beberapa sifat *compomer*: a) adesi yaitu kemampuan adesi pada struktur gigi melalui ikatan mekromekanikal dan membutuhkan pengetsaan, b) sifat fisik yaitu seperti kekuatan, *fracture toughness* sama seperti resin komposit, c) *bond strength* yaitu sama seperti resin komposit, d) adaptasi margin servikal sama seperti resin komposit, e) *fluoride release* yaitu pelepasan *fluoride* lebih besar dari pada resin komposit namun lebih kecil dari pada *glass ionomer*, f) *compomer* memiliki kesesuaian dengan warna gigi lebih baik dari pada GIC (Garg & Gard, 2015).

3. *Microleakage (Marginal Gap)*

Menurut Nakabayashi dan Pashley, *microleakage* didefinisikan sebagai bagian dari cairan dan zat yang melalui kesenjangan minimal pada *interface* restorasi gigi. Dalam teori *microleakage* dianggap sebagai indikasi kegagalan karena mengurangi efektivitas penyegelan, dan meningkatkan kemungkinan karies sekunder dan pasca operasi sensibilitas (Pontes *et al.*, 2014).

Microleakage merupakan celah mikroskopik antara dinding kavitas dan tumpatan yang dapat dilalui mikroorganisme, cairan, molekul dan. *Microleakage* dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu, penyusutan akibat polimerisasi, kontraksi termal, penyerapan air, rongga mulut yang asam,

mekanikal *stress* dan perubahan dimensi pada struktur gigi (Dhurohmah dkk., 2014).

Microleakage dapat dipengaruhi oleh *stress* eksternal yang dihasilkan oleh *thermocycling* yang menyebabkan variasi termal yang memungkinkan pembentukan *gap* dan *stress* internal yang disebabkan oleh *polymerization shrinkage* dan perbedaan karakteristik ekspansi termal dari bahan dan gigi (Arias *et al.*, 2004). Sifat fisik seperti *bond strength* dan *microleakage* diketahui mempengaruhi ketahanan bahan restorasi (Cenci *et al.*, 2008).

Pada dasarnya *microleakage* dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu a. perbedaan koefisien ekspansi termal yang besar antara struktur gigi dan bahan restorasi akan menghasilkan *microleakage* yang besar pula, b. *polimerization shrinkage*, bahan restorasi yang berbahan dasar resin akan cenderung mengalami pengkerutan ketika proses polimerisasi terjadi. Hal ini akan meningkatkan terjadinya *microleakage*, dan c. adesi, sifat adesi bahan mempengaruhi terjadinya *microleakage* karena bahan dengan sifat adesi rendah akan cenderung menimbulkan *microleakage* yang lebih besar dibandingkan bahan dengan sifat adesi yang baik. Pada dasarnya *microleakage* yang terbentuk pada tepi restorasi dapat dicegah dengan beberapa cara (Bansal, 2015; Chandra *et al.*, 2007):

a. *Glass ionomer cement*

Berikut ini merupakan cara mencegah *microleakage* pada tumpatan GIC: 1) tahap *conditioning* gigi dengan asam tanik, asam poliakrilik atau asam sitrat akan meningkatkan kekuatan ikat antara bahan restorasi dan

permukaan gigi serta dapat mengurangi pembentukan *microleakage*, 2) tahap *finishing* dengan menggunakan instrumen putar (bur) diperlukan untuk menghasilkan tepi restorasi yang baik, dan 3) aplikasi vaselin atau *petroleum jelly* pada restorasi GIC diperlukan ketika melakukan *finishing* untuk menjaga restorasi agar tidak terkontaminasi oleh saliva yang dapat menyebabkan timbulnya *microleakage* (Bansal, 2015; Chandra *et al.*, 2007).

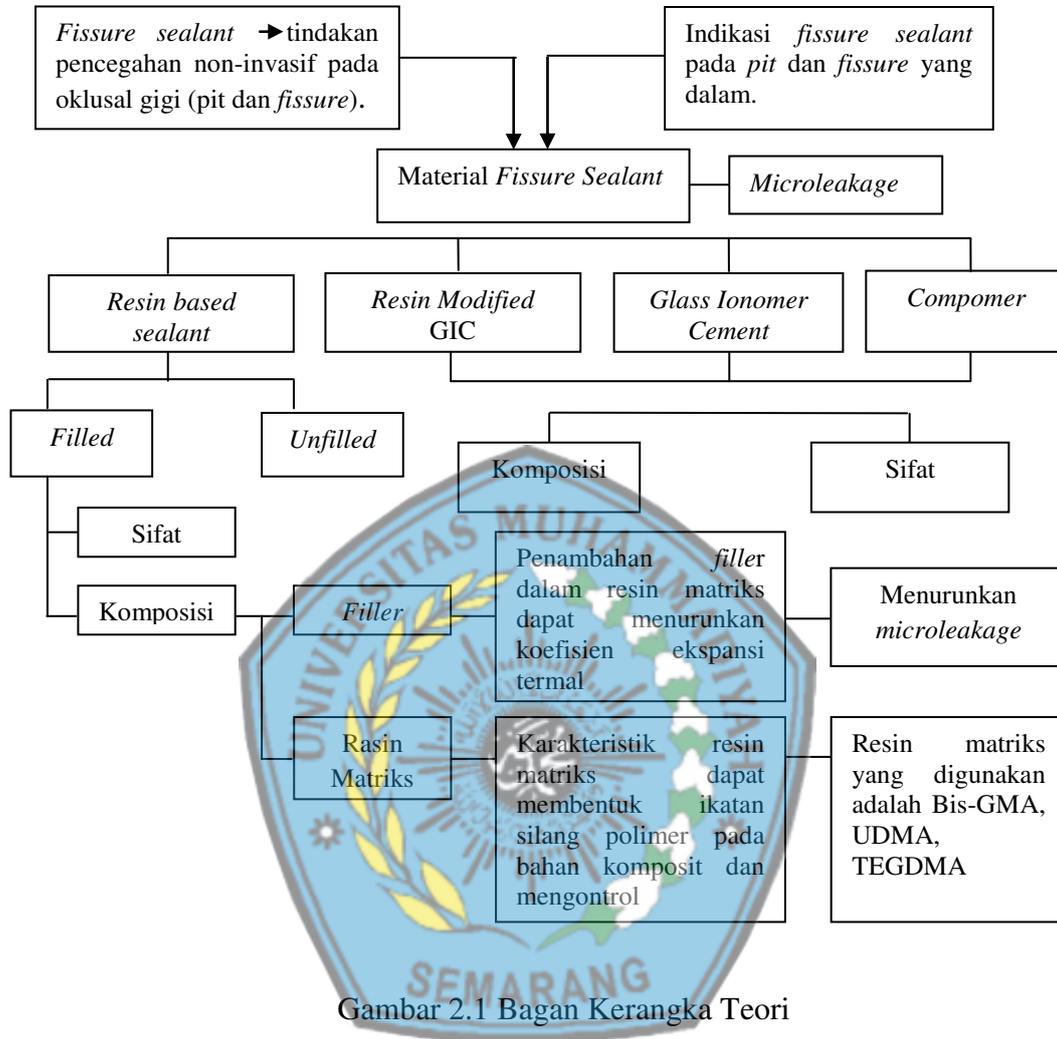
b. Resin Komposit

Berikut ini merupakan cara mencegah *microleakage* pada tumpatan resin komposit: 1) pemilihan ukuran *filler*: resin komposit *microfilled* memiliki *microleakage* yang lebih sedikit dibandingkan dengan resin komposit *macrofilled*, 2) *acid etching* dan *bonding*: proses pengetsaan pada enamel yang tebal dapat meningkatkan ikatan *interlocking* secara *micromechanical* yang akan menurunkan pembentukan *microleakage*. Aplikasi *bonding* akan meningkatkan kekuatan ikat antara resin komposit dan permukaan gigi, 3) teknik aplikasi *incremental*: aplikasi resin komposit dengan menggunakan teknik *incremental* akan mempermudah operator dalam mengontrol *polymerization shrinkage* sehingga mengurangi timbulnya *microleakage*. Resin komposit diaplikasikan ke dalam kavitas dengan ketebalan 1,0 hingga 1,5 mm, dan 4) penambahan *filler* ke dalam resin matrik dapat menurunkan *polymerization shrinkage* sehingga pembentukan *microleakage* dapat diminimalkan (Bansal, 2015; Chandra *et al.*, 2007).

4. Hubungan Koefisien Ekspansi Termal dengan *Microleakage*

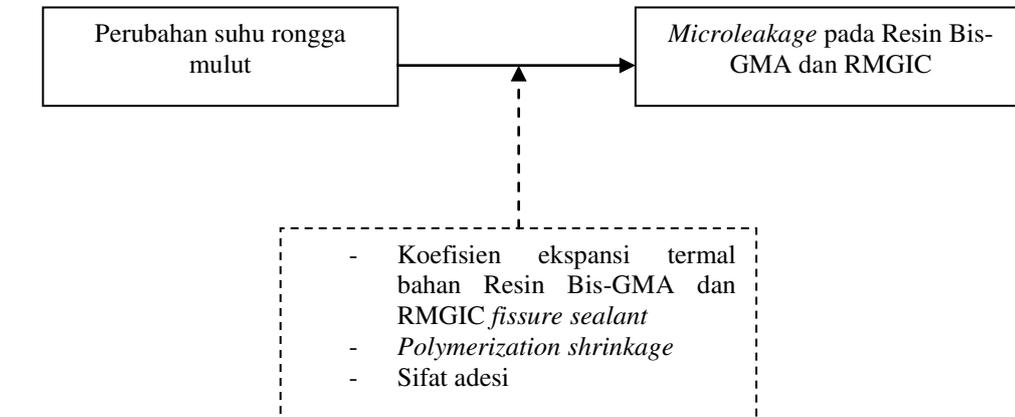
Koefisien ekspansi termal merupakan perubahan panjang dari suatu bahan restorasi bila temperatur di sekitar lingkungannya dinaikkan 1°C. Setiap bahan restorasi memiliki koefisien ekspansi termal yang berbeda-beda (Anusavice et al. 2014). Ketika bahan restorasi mengalami perubahan volume karena adanya ekspansi dan kontraksi akibat perubahan suhu rongga mulut yang berkisar antara 4°C-60°C. Suhu rongga mulut dapat terjadi fluktuasi, hal ini dapat dipengaruhi oleh suhu makanan dan minuman yang di konsumsi sehari-hari. Makanan dingin seperti es krim dapat menyebabkan kontraksi pada bahan restorasi dan makanan panas dapat menyebabkan ekspansi. Kontraksi dan ekspansi yang terjadi pada bahan restorasi menyebabkan adanya *gap* antara struktur gigi dan bahan restorasi sehingga memungkinkan cairan dan bakteri dalam rongga mulut merembes ke dalam celah restorasi (Christiono 2011; Hatrick & Eakle 2016). Berikut ini merupakan koefisien ekspansi termal dari bahan-bahan kedokteran gigi, yaitu porselen aluminous: 6,6 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), dentin: 8,3 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), titanium murni komersial: 8,5 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), ionomer kaca tipe II: 11,0 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), logam campur paladium-emas untuk mahkota: 13,5 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), emas murni: 14,0 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), komposit berbasis resin: 14-50 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$), amalgam gigi: 25,0 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$) (Anusavice et al., 2014).

B. Kerangka Teori

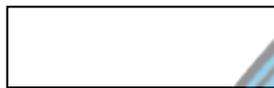


Gambar 2.1 Bagan Kerangka Teori

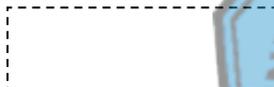
C. Kerangka Konsep



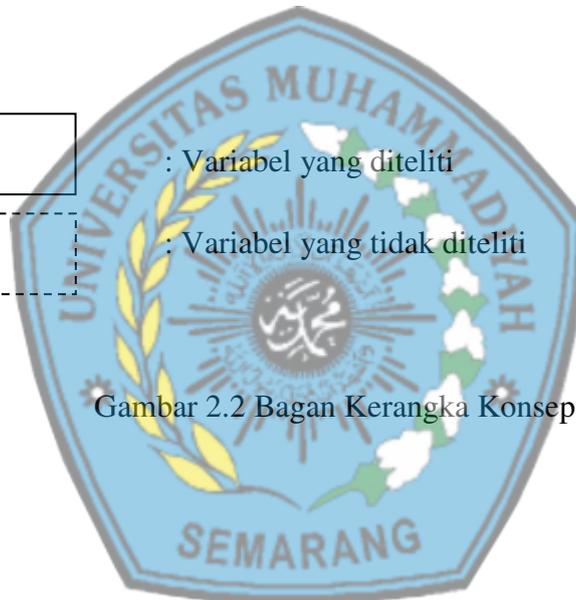
Keterangan :



: Variabel yang diteliti



: Variabel yang tidak diteliti



Gambar 2.2 Bagan Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Berdasarkan koefisien ekspansi termal, resin bis-GMA menunjukkan *microleakage* lebih besar dibanding RMGIC *sealant*.

