

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Perubahan komposisi dan struktur gigi pasca PSA

Gigi pasca perawatan saluran akar memiliki perbedaan dari gigi yang masih vital, yaitu perubahan sifat fisik jaringan, kehilangan struktur gigi dan perubahan warna gigi (Hargreaves and Cohen, 2011). Komposisi dentin pada gigi vital yaitu 75% zat anorganik, 20% zat organik dan 5% air, sedangkan email memiliki komposisi 95%-98% zat anorganik, 1%-2% zat organik dan 4% air (Roberson *et al.*, 2002). Jaringan gigi yang telah dilakukan PSA mengandung kadar air 9% lebih sedikit dibandingkan dengan jaringan gigi yang masih vital. Penurunan kadar air hanya terjadi pada air yang bebas berikatan dengan ion anorganik sedangkan air yang terikat kuat dengan kristal hidroksiapatit tidak mengalami perubahan (Hargreaves and Cohen, 2011). Perubahan kadar air ini meningkatkan kekakuan dan menurunkan fleksibilitas dentin, namun tidak menurunkan kekuatan tekan dan tarik (Huang *et al.*, 1992).

Penurunan kekuatan struktur gigi pasca PSA dapat disebabkan oleh pengaruh bahan irigasi dan proses penuaan dentin. Bahan irigasi seperti sodium hipoklorit dan *chelator* berinteraksi dengan kandungan mineral serta komponen organik dinding dentin pada saluran akar. Sodium hipoklorit melakukan aksi proteolitik dengan fragmentasi pada rantai peptida seperti kolagen. *Chelator* seperti *ethylenediamine tetra acetic acid*

(EDTA), cyclohexane-1,2- *diamine tetra acetic acid* (CDTA), ethylene glycol-bis-(β -amino-ethyl eter) N,N,N',N'-tetra-acetic acid (EGTA) dapat menurunkan kandungan kalsium dengan membentuk ikatan kompleks serta mempengaruhi *noncollagenous proteins* (NCP), menyebabkan erosi dan perlunakan pada dentin. Perubahan yang terjadi menyebabkan dentin dan struktur akar menjadi rapuh, dan menurunkan adhesi material kedokteran gigi terhadap struktur gigi. Bertambahnya usia gigi vital maupun gigi pasca PSA menurunkan volume pulpa akibat terbentuknya dentin sklerosis. Penurunan volume pulpa ini menjelaskan penurunan ketahanan fraktur seiring bertambahnya usia gigi (Hargreaves and Cohen, 2011). Terbentuknya dentin sklerosis menyebabkan penyusutan pulpa, pengurangan diameter tubuli dentin akibat deposisi dentin peritubular terus-menerus, penurunan kadar cairan dentin serta mereduksi kandungan seluler, vaskuler dan neural pulpa (Grossman, 1995).

Perubahan biomekanik struktur gigi pasca PSA juga berkaitan dengan kehilangan jaringan keras gigi akibat karies, fraktur atau preparasi kavitas dan dinding saluran akar. Pengaruh preparasi saluran akar menyebabkan sedikit penurunan ketahanan fraktur (Hargreaves and Cohen, 2011). Kehilangan jaringan gigi pada daerah tertentu seperti marginal ridge, isthmus dan atap pulpa menyebabkan gigi menjadi kurang tahan terhadap tekanan mekanik dan cenderung mudah fraktur. Perubahan-perubahan ini yang menyebabkan gigi pasca PSA memiliki resiko fraktur lebih besar daripada gigi vital (Brenna *et al.*, 2009).

2. *Orifice Barrier*

Orifice barrier adalah metode alternatif yang efisien untuk mengurangi kebocoran koronal pada gigi yang dilakukan perawatan endodontik. Prosedur ini mencakup penempatan material tambahan ke dalam *orifice* segera setelah pengambilan sisa gutta percha dan sealer (Aboobaker *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan Aboobaker *et al.* (2015) menyatakan penempatan *orifice barrier* dapat meningkatkan ketahanan fraktur gigi pasca perawatan saluran akar. Tujuan utama penggunaan *orifice barrier* adalah untuk mencegah re-kontaminasi pada saluran akar. Indikasi penggunaan *orifice barrier* adalah sebagai material tambahan untuk mencegah kegagalan restorasi sementara serta sebagai barrier pada gigi yang memiliki lebih dari satu saluran akar (Perdigão, 2016). Saunders and Saunders (1994) menjelaskan gigi molar memiliki kanal aksesori pada dasar kamar pulpa, sehingga memerlukan penutupan yang baik. Penggunaan *orifice barrier* dengan ketebalan 1-2 mm signifikan menurunkan kebocoran mikro koronal (Perdigão, 2016).

Material kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah *cavit*, amalgam, *Intermediate Restorative Material (IRM)*, *Super-EBA*, resin komposit, semen ionomer kaca (SIK), *Mineral Trioxide Aggregate (MTA)* dan *Calcium Enriched Mixture (CEM) cement* (Yavari *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan (Aboobaker *et al.*, 2015) menjelaskan penggunaan material restorasi *adhesive* dapat meningkatkan ketahanan fraktur gigi pasca perawatan saluran akar. Kriteria material

kedokteran gigi yang dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah penempatan material mudah dilakukan oleh operator, mempunyai ikatan dengan struktur gigi, tidak mengganggu perlekatan restorasi permanen, dapat dibedakan dengan struktur gigi, serta memiliki kebocoran mikro yang rendah (Wolcott *et al.*, 1999).

2.1 Semen Ionomer Kaca (SIK)

a. Definisi

Semen ionomer kaca merupakan campuran larutan asam poliakrilat dengan serbuk alumino-silicat. Semen ionomer kaca memiliki adhesi yang relatif baik jika dibandingkan dengan resin komposit serta memiliki kemampuan melepaskan flouride (Roberson *et al.*, 2002).

b. Sejarah

Semen ionomer kaca (SIK) konvensional telah tersedia sejak tahun 1970-an dan berasal dari silikat dan semen polikarboksilat (McCabe and Walls, 2008). SIK konvensional digunakan dalam bentuk campuran serbuk aluminosilikat yang berasal dari silikat dan larutan asam poliakrilat yang berasal dari polikarboksilat. Produk pertama yang dibuat diberi nama *aluminosilicate polyacrylic acid* (ASPA). Pengembangan material dengan cara memodifikasi kandungan serbuk dan larutan bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik, kimia dan mekanik.

Modifikasi yang dilakukan dengan cara menambahkan asam maleat, asam itakonat, dan asam tartarat pada larutan asam poliakrilat untuk meningkatkan stabilitas larutan dan memodifikasi proses reaktivasinya. Pengurangan ukuran partikel serbuk dan menggabungkan partikel tambahan bertujuan untuk meningkatkan kekuatan SIK. Salah satu contoh, pada tahun 1980 dilakukan pencampuran partikel Ag-Sn yang merupakan partikel amalgam ke dalam SIK. Namun, material tersebut tidak dapat digunakan sebagai bahan restorasi karena partikel Ag-Sn tidak dapat secara kuat berikatan dengan matrik. Perkembangan selanjutnya, dengan menambahkan Ag-Pd (paladium-perak) pada SIK. Campuran ini disebut campuran keramik-logam (cermets). Material ini lebih kuat dibanding SIK konvensional namun memiliki sifat estetik yang buruk. Kekurangan tersebut menyebabkan SIK hanya digunakan sebagai *liner*, *base*, *core*, dan bahan pengisi saluran akar. Pada tahun 1990, diperkenalkan semen ionomer kaca modifikasi resin. Material ini memiliki komposisi partikel pengisi dan matrik yang menyerupai komposit serta terpolimerisasi dengan *light-cure*. Semen ionomer kaca modifikasi resin tetap mengalami reaksi asam basa selama proses pengerasan, walaupun, komposisi dan struktur material ini menyerupai komposit. Perkembangan SIK yang terbaru yaitu kompomer. Kompomer mengandung komponen utama dari

komposit dan semen ionomer kaca, namun tidak mengandung air. Hal ini, bertujuan untuk mencegah pengerasan dini dan meyakinkan bahwa pengerasan hanya melalui proses polimerisasi. Sifat mekanik kompomer lebih baik dibanding semen ionomer kaca modifikasi resin dan semen ionomer kaca konvensional. (Roberson *et al.*, 2002)

c. Jenis

Semen ionomer kaca dibagi menjadi: (Anusavice, 2004)

1) Berdasarkan formula dan potensi penggunaannya, yaitu:

Tipe I : bahan perekat (luting)

Tipe II : bahan tumpatan (restorasi)

Tipe III: bahan pelapis (lining atau base)

2) Berdasarkan cara penggunaannya, yaitu:

Tipe I : bahan perekat (luting)

Tipe II : bahan tumpatan (restorasi)

Tipe III : bahan pelapis (lining atau base)

Tipe IV : *fissure sealant*

Tipe V : *orthodontic cement*

Tipe VI : bahan *core build up*

Tipe VII : *fluoride release*

Tipe VIII : ART (Atraumatic Restorative Treatment)

Tipe XI : restorasi gigi desidui

d. Komposisi

Serbuk semen ionomer kaca adalah partikel kaca kalsium fluoroaluminosilikat yang dapat larut dalam asam. Partikel kaca tersebut memiliki ukuran 15-50 μm . Lantanum, strontium, barium dan seng oksida ditambahkan untuk memberikan sifat radiopak. Larutan Semen Ionomer Kaca adalah larutan asam poliakrilat dengan konsentrasi 40%-50%. Saat ini, larutan tersebut terbentuk dari kopolimer dengan asam itakonat, asam maleat dan asam tricarboxylic. Larutan asam tersebut meningkatkan reaktivasi cairan, mengurangi viskositas serta mengurangi kecenderungan untuk mengalami gelasi. Penambahan asam tartarat bertujuan untuk meningkatkan *working-time* dan memperpendek *setting-time* (Anusavice, 2003).

e. Proses pengerasan

Proses pengerasan semen ionomer kaca terjadi ketika serbuk dan cairan dicampur hingga membentuk pasta. Larutan asam dengan pH 1 melarutkan permukaan partikel kaca dan melepaskan kalsium, fluoride, aluminium dan natrium. Ion kalsium membuat ikatan *cross linked* dengan gugus karboksilat pada rantai asam poliakrilat membentuk gel. 24-72 jam kemudian ion kalsium digantikan oleh ion aluminium yang dilepaskan lebih lambat untuk menghasilkan ikatan *cross linked* yang lebih kuat secara mekanis (Anusavice, 2003). Proses ini merupakan

maturasi sifat fisik material. Sebelum tahap ini berlangsung, sifat fisik material sangat lemah dan mudah larut. Perlindungan material terhadap kontaminasi air yang berlebihan sangat penting saat proses maturasi berlangsung. Kontaminasi air tersebut dapat mengganggu proses maturasi sifat fisik material. Asam tartarat pada semen ionomer kaca dapat meningkatkan *working time* semen ionomer kaca dengan cara dengan cepat melepaskan ion aluminium dan membentuk ikatan kompleks, sehingga aluminium tidak segera bereaksi dengan asam poliakrilat (McCabe and Walls, 2008).

f. Proses adhesi

Proses adhesi semen ionomer kaca konvensional pada enamel dan dentin menghasilkan kekuatan ikatan sebesar 6-12 MPa, sedangkan material bonding dapat menghasilkan kekuatan ikatan sebesar 22-35 MPa (Roberson *et al.*, 2002). Semen ionomer kaca berikatan dengan dengan struktur gigi melalui ikatan antara gugus karboksilat pada asam poliakrilat dengan ion kalsium dalam apatit pada dentin dan enamel. Ikatan pada enamel lebih kuat dibandingkan pada dentin karena enamel mengandung lebih banyak ion anorganik (Anusavice, 2003). Semen ionomer kaca (sebelum *setting*) dapat beradaptasi dengan baik pada struktur gigi yang memiliki kandungan air karena bersifat hidrofilik. Namun, semen ionomer kaca memiliki viskositas yang

tinggi, sehingga tidak dapat mengalir dan beradaptasi pada ruang mikromekanik dengan mudah. Material bonding bersifat hidrofobik dan digunakan bersama dengan primer yang bersifat hidrofilik untuk meningkatkan kemampuan mengalir dan adaptasi dengan permukaan yang basah. Ikatan semen ionomer kaca dicapai dengan retensi mekanis dan ikatan kimia. Kerapatan ikatan persatuan luas permukaan lebih tinggi pada ikatan mekanis dibanding ikatan kimia. Ikatan yang baik tidak bisa dicapai dengan ikatan kimia saja. Kemampuan ikatan kimia pada semen ionomer kaca hanyalah keuntungan dalam situasi di mana sulit atau tidak mungkin menghasilkan retensi mikromekanik yang efektif (Roberson *et al.*, 2002).

g. Indikasi

Pada awalnya semen ionomer kaca digunakan sebagai restorasi kavitas kelas III dan V. Karena ikatan dengan struktur gigi yang baik serta berpotensi mencegah karies sehingga semen ionomer kaca diindikasikan sebagai bahan perekat pada perawatan orthodontik, pit dan fissure sealant, *liner* dan *base* serta *core build up* (Anusavice, 2003).

2.2 Resin Komposit

a. Definisi

Resin komposit merupakan campuran partikel kaca silikat dalam monomer akrilik yang mengalami polimerisasi saat di aplikasikan. Partikel silikat memberikan kekuatan mekanis dan menghasilkan transmisi cahaya yang memberikan efek translusensi menyerupai enamel. Matrik mengalir masuk ke ruang mikromekanis yang terbentuk setelah dentin dan enamel di etsa. Resin komposit memiliki sistem *bonding* yang menyebabkan ikatan mikromekanis dengan permukaan dentin dan email serta berikatan dengan material restorasi. Sistem *bonding* merupakan monomer akrilik yang tidak mengandung bahan pengisi (Roberson *et al.*, 2002) .

b. Komposisi

Resin komposit mengandung sejumlah komponen seperti matriks resin, partikel pengisi anorganik, bahan *coupling*, penghambat serta pigmen. Matriks resin yang terdapat dalam resin komposit merupakan monomer dimetakrilat seperti bis-GMA, trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) dan urethan dimetakrilat (UEDMA). Bis-GMA merupakan monomer dengan berat molekul tinggi dan berfungsi menghasilkan resin komposit dengan tingkat konsistensi pasta. Penambahan TEGDMA dapat mengurangi viskositas material karena TEGDMA merupakan monomer dengan berat molekul rendah. Namun, penambahan TEGDMA ini dapat meningkatkan polimerisasi *shrinkage*.

Partikel pengisi berfungsi untuk meningkatkan kekuatan resin komposit jika berikatan dengan resin matriks. Partikel pengisi dihasilkan dari pengolahan quartz atau kaca untuk menghasilkan partikel dengan ukuran 0,1-100 μm . Ikatan antara bahan pengisi dan matriks resin diperoleh dengan bahan coupling. Bahan coupling yang sering digunakan dalam resin komposit adalah γ -metakriloksipropiltrimetoksi silane (Anusavice, 2004).

Bahan lain yang ditambahkan pada resin komposit yaitu penghambat, sistem aktivator inisiator, pigmen serta peredam sinar UV. Bahan penghambat seperti *butylated hydroxitoluene* 0,01% ditambahkan pada resin untuk meminimalkan polimerisasi spontan dari monomer. Bahan penghambat polimerisasi ini dapat memperpanjang waktu penyimpanan resin komposit serta meningkatkan *working time*. Sistem aktivator-inisiator diperlukan untuk membantu proses polimerisasi resin komposit. Reaksi polimerisasi dapat terjadi dengan aktivasi sinar, aktivasi kimia atau aktivasi sinar-kimia. Pigmen yang terkandung dalam resin komposit menyesuaikan dengan warna struktur gigi. Peredam ultraviolet (UV) dapat menjaga stabilitas warna resin komposit (Sakaguchi and Powers, 2012).

c. Klasifikasi

- 1) *Packable* resin komposit merupakan komposit yang memiliki viskositas tinggi. Komposit ini digunakan untuk

restorasi kavitas kelas I dan II. Komposisi *packable* resin komposit adalah *light-activated*, matriks resin dimetakrilat, dan bahan pengisi (66%-70%). Sifat dari komposit ini yaitu polimerisasi *shrinkage* yang rendah, radiopasitas dan keausan yang rendah.

- 2) *Flowable* resin komposit merupakan komposit yang memiliki viskositas rendah. Komposisi *flowable* resin komposit adalah *light-activated*, matriks resin dimetakrilat dan bahan pengisi yang memiliki ukuran partikel 0,4-3,0 μm dan kandungannya sebesar 42%-53%. Kandungan bahan pengisi yang rendah menyebabkan polimerisasi *shrinkage* yang tinggi dan keausan yang rendah. *Flowable* resin komposit memiliki modulus elastisitas yang rendah sehingga dapat digunakan didaerah servikal. Generasi terbaru dari *flowable* resin komposit mengandung partikel *nano filler* dan memiliki kandungan bahan pengisi lebih rendah dibandingkan resin komposit konvensional. Viskositas yang rendah pada *flowable* resin komposit menyebabkan bahan ini dapat diaplikasikan menggunakan *syringe* dan *needle tip*. Indikasi komposit ini adalah restorasi lesi servikal, restorasi gigi desidui dan kavitas yang kecil (Sakaguchi and Powers, 2012).

d. Indikasi

Resin komposit sejak tahun 1970 an telah digunakan sebagai restorasi estetik untuk gigi depan. Material ini juga digunakan sebagai restorasi gigi posterior, pit dan fissure sealent dan material sementasi (Anusavice, 2003).

2.3 *Smart Dentin Replacement*

a. Definisi

Smart dentin replacement (SDR) merupakan material yang memiliki kandungan flouride dan mengalami proses polimerisasi dengan bantuan sinar selama 20 detik. SDR memiliki karakteristik menyerupai flowable komposit, namun dapat diaplikasikan pada ketebalan 4 mm dengan *polymerization stress* dan *shrinkage* yang minimal. SDR dapat digunakan dengan semua bahan adhesif yang di produksi oleh Dentsply (Dentsply, 2011). Material SDR memiliki kemampuan adaptasi yang baik dengan dinding kavitas sehingga mengurangi kemungkinan porusitas pada tepi restorasi (Vyver, 2011).

b. Komposisi

SDR mengandung urethane di-methacrylate yang dapat mengurangi polimerisasi *shrinkage* dan stress. SDR mengalami polimerisasi *shrinkage* yang sangat rendah (3,5%) dibanding dengan *flowable* komposit konvensional. SDR juga mengandung

resin di methacrylate, di-functional diluents, barium, strontium serta kaca alumino flouro silicate (Dentsply, 2011).

c. Indikasi

Smart dentin replacement digunakan sebagai material base pada kavitas class I dan II, material liner pada restorasi langsung. SDR kontraindikasi jika digunakan untuk pasien yang memiliki riwayat alergi terhadap resin methacrylate (Dentsply, 2011).

3. Kebocoran mikro

Kebocoran mikro adalah keadaan ketika material restorasi tidak berikatan cukup kuat dengan enamel dan dentin untuk menahan tekanan kontraksi selama polimerisasi, oklusi dan *thermal cycling*. Jika ikatan tidak terbentuk menyebabkan bakteri, sisa makanan dan saliva masuk ke dalam celah antara material restorasi dengan sruktur gigi (Sakaguchi and Powers, 2012). Etiologi kebocoran mikro material restorasi adalah adhesi yang tidak adekuat dengan sruktur gigi akibat terbentuknya *smear layer* yang menghalangi ikatan material restorasi dengan struktur gigi (Anusavice, 2003). Faktor yang juga berkaitan dengan terjadinya kebocoran mikro adalah perubahan dimensi material restorasi akibat penyusutan saat polimerisasi (polimerisasi *shrinkage*), kontraksi termal, penyerapan air, tekanan mekanik serta perubahan dimensi pada struktur gigi (Fabianelli *et al.*, 2007). Kebocoran mikro restorasi pada gigi pasca PSA dapat

mengakibatkan kegagalan perawatan saluran akar akibat saluran akar terpapar oleh cairan rongga mulut dan menyebabkan kontaminasi bakteri (AAE, 2002). Beberapa metode *in vitro* telah digunakan untuk mengevaluasi kebocoran mikro seperti penetrasi zat pewarna, pemindaian dengan mikroskop elektron, teknik penyaringan fluida, radioisotop dan bakteri (Verissimo and Vale, 2006).

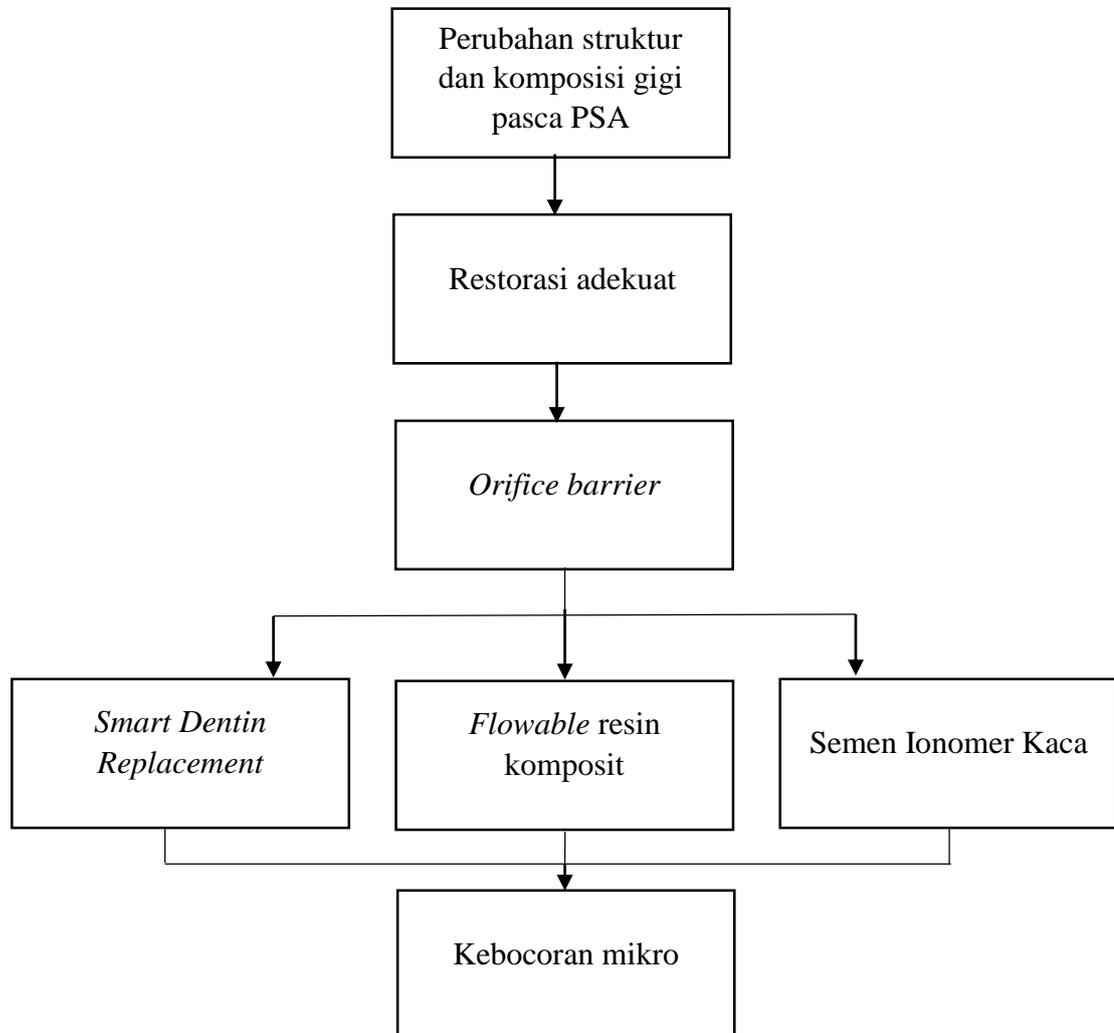
B. Landasan Teori

Gigi pasca perawatan saluran akar mengalami perubahan struktur dan komposisi gigi yang menyebabkan gigi kehilangan kadar air sehingga mudah rapuh. Perubahan ini berpengaruh terhadap pemilihan restorasi yang akan dilakukan. Restorasi adekuat diperlukan untuk menunjang keberhasilan perawatan saluran akar. Gigi pasca PSA yang tidak dilakukan restorasi lebih mudah mengalami fraktur. Kanal aksesori yang terdapat pada dasar kamar pulpa gigi molar juga dapat mempengaruhi keberhasilan perawatan jika tidak direstorasi secara adekuat.

Penggunaan *orifice barrier* dapat meningkatkan ketahanan fraktur gigi pasca perawatan saluran akar serta dapat menjadi pertahanan kedua jika terjadi kebocoran koronal pada restorasi akhir gigi pasca perawatan. Bahan-bahan yang saat ini dapat digunakan sebagai *orifice barrier* adalah semen ionomer kaca, *flowable* resin komposit dan *Smart Dentin Replacement*. Salah satu kriteria *orifice barrier* adalah memiliki kebocoran mikro yang rendah. Kebocoran mikro pada material kedokteran gigi tersebut dapat disebabkan oleh

adhesi yang tidak adekuat dengan struktur gigi akibat terbentuknya *smear layer*, penyerapan air serta perubahan dimensi material. Semen ionomer kaca memiliki adhesi yang relatif baik jika dibandingkan dengan resin komposit. Resin komposit memiliki sistem bonding yang berikatan kuat dengan struktur gigi. SDR memiliki kemampuan adaptasi yang baik dengan dinding kavitas dan mengalami polimerisasi *shrinkage* yang rendah jika dibandingkan dengan resin komposit konvensional sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan *orifice barrier*. Polimerisasi *shrinkage* yang rendah dapat mengurangi kebocoran koronal sehingga mendukung keberhasilan perawatan saluran akar.

C. Kerangka Konsep



Gambar 1. Kerangka konsep

D. Hipotesis

Terdapat perbedaan kebocoran mikro antara *Smart Dentin Replacement*, *Flowable Resin Komposit* dan *Semen Ionomer Kaca* sebagai *orifice barrier* pada gigi pasca perawatan saluran akar.