

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

##### I. Resin Komposit

###### a. Pengertian

Resin komposit merupakan bahan restorasi sewarna gigi yang bisa digunakan untuk restorasi gigi anterior maupun gigi posterior (Carole, 2008). Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang dan memodifikasi warna serta kontur gigi yang mementingkan fungsi estetik (Powers and Sakaguchi, 2007).

###### b. Komposisi

###### 1) Matriks resin

Monomer yang sering digunakan dalam resin komposit adalah diakrilat aromatik atau alipatik. Sedangkan monomer dimetakrilat yang sering digunakan adalah *bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate* (Bis-GMA), *urethan dimetakrilat* (UEDMA) dan *triethilen glikol dimetakrilat* (TEGDMA). Monomer dengan berat molekul tinggi cenderung kental pada suhu ruang, terutama molekul Bis-GMA. Penggunaan monomer pengental dalam resin komposit sangat penting untuk mendapatkan konsistensi pasta yang dapat digunakan untuk kepentingan klinis. Bahan pengencer yang digunakan dapat berupa monomer

dimetakrilat lebih sering digunakan adalah monomer dimetakrilat, seperti TEGDMA. Penambahan jumlah monomer dimetakrilat dalam resin komposit harus dibatasi, karena dapat menyebabkan meningkatnya pengkerutan selama proses polimerisasi (Anusavice, 2004).

## 2) Partikel bahan pengisi

Partikel bahan pengisi yang digunakan dalam resin komposit harus dapat berikatan dengan matriks secara baik agar dapat meningkatkan sifat bahan matriks itu sendiri, jika tidak hal sebaliknya akan terjadi yaitu sifat matriks akan melemah. Partikel bahan pengisi akan meningkatkan sifat mekanis resin komposit, seperti kekuatan tarik, kekuatan kompresi dan modulus elastisitas serta kekuatan ausnya. Partikel yang dihasilkan dari penggilingan *quartz* atau kaca mempunyai ukuran kira-kira 0,1-100  $\mu\text{m}$ . Partikel silika yang diperoleh dari proses pengendapan berukuran kira-kira 0,04  $\mu\text{m}$  dan sering disebut dengan bahan pengisi mikro.

Untuk memaksimalkan jumlah bahan pengisi di dalam resin komposit diperlukan adanya penyebaran ukuran partikel agar tidak terjadi celah di antara partikel tersebut. Secara umum partikel pengisi anorganik membentuk 30 % dan 70 % vol atau 50 % - 85 % berat komposit. Untuk mendapatkan resin komposit yang berwarna

1. ... ini diarahkan transkripsi dan mediasi yang baik. Untuk

mendapatkan translusensi yang baik, indeks refraksi bahan pengisi harus sama dengan resin.

Campuran antara dua komponen bahan pengisi, seperti kaca dan *quartz* akan dapat memberikan indeks refraksi yang ideal yaitu 1,5. Radiopak bahan pengisi dihasilkan dari kaca dan porselen yang mengandung logam berat seperti *Barium (Ba)*, *Strontium (Sr)* dan *Zirconium (Zr)* yang mempunyai indeks refraksi menyerupai resin yaitu 1,5 (Anusavice, 2004).

### 3) Bahan coupling

Bahan coupling dalam resin komposit berfungsi untuk membentuk ikatan antara matriks resin dengan bahan pengisi. Aplikasi yang tepat dari bahan ini dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanis serta memberikan kestabilan hidrolitik dengan mencegah air menembus sepanjang pertemuan bahan pengisi dan matriks resin. Bahan coupling yang sering digunakan adalah organosilan seperti *γ-metakriloksipropiltrimetoksi silane*, selain itu juga terdapat bahan *titanat* dan *zirkonat* (Anusavice, 2004).

### 4) Sistem aktivator-inisiator

Monomer *metil metakrilat* dan *dimetil metakrilat* berpolimerisasi dengan mekanisme polimerisasi tambahan yang diawali oleh radikal bebas. Penggunaan resin komposit biasanya menggunakan aktivasi sinar atau kimia. Resin yang diaktifkan

inisiator *benzoyl peroksida* dan yang lainnya mengandung aktivator amin tersier (N,N-dimetil-*p-toluidin*). Bila kedua pasta ini diaduk maka amin akan bereaksi dengan *benzoyl peroksida* untuk membentuk radikal bebas sebagai awal polimerisasi tambahan.

Resin yang diaktifkan dengan sinar mengandung fotoinisiator *champroquinone* yang memiliki penyerapan sekitar 400 dan 500 nm dan berada pada regio biru dari spektrum sinar tampak. Aktivator dalam pasta resin komposit ini adalah amin. Kedua komponen ini akan bereaksi bila dipaparkan pada sinar dengan panjang gelombang 468 nm dan akan membentuk radikal bebas sebagai awal polimerisasi (Anusavice, 2004).

#### 5) Bahan penghambat

Bahan penghambat yang banyak dipakai untuk resin komposit adalah *butylated hydroxytoluene* dengan konsentrasi 0,01 % berat. Bahan ini berfungsi untuk mencegah polimerisasi spontan dari monomer. Radikal bebas yang terbentuk akibat pemaparan singkat terhadap sinar ketika resin komposit dikeluarkan dari kemasan dapat menyebabkan perpanjangan rantai dengan mengawali terjadinya proses polimerisasi. Untuk itu perlu ditambahkan bahan penghambat untuk mencegah terjadinya

- 2) Aktivasi sinar, proses polimerisasi diawali dengan penyinaran pada molekul fotoinisiator dan aktivator lain yang terdapat dalam satu pasta. Polimerisasi ini tergantung dari jarak dan durasi pencahayaan sinar (Powers dan Sakaguchi, 2007).

Resin komposit aktivasi sinar lebih banyak digunakan dibanding resin komposit aktivasi kimia karena waktu pengerasan cepat, hanya 40 detik sedangkan pada resin aktivasi kimia waktu pengerasan bisa sampai bermenit-menit. Kekurangan dari bahan ini adalah kecenderungan bahan mengkerut bila terpapar sumber sinar, sehingga menyebabkan bahan tertarik dari tepi yang terletak jauh dari sumber sinar (Anusavice, 2004).

#### d. Klasifikasi

Menurut ukuran rata-rata partikel bahan pengisi utama, resin komposit dibagi menjadi :

##### 1) Komposit tradisional

Komposit tradisional disebut juga komposit konvensional atau komposit berbahan pengisi makro karena ukuran partikel bahan pengisinya relatif besar yaitu *quartz* giling berukuran rata-rata 8-12  $\mu\text{m}$ , dengan partikel terbesar mencapai 50  $\mu\text{m}$ . Komposit ini mempunyai permukaan kasar yang muncul selama berlangsungnya keausan dari matriks resin lunak yang



% berat dari seluruh kandungan bahan pengisi dan partikel kaca yang mengandung logam berat dan telah dihaluskan antara 10-20 % berat dari seluruh kandungan bahan pengisi. Ukuran partikel rata-rata dari kaca adalah 0,6-1  $\mu\text{m}$ . Resin komposit ini mempunyai kehalusan permukaan dan sifat mekanis yang cukup baik sehingga bisa digunakan untuk restorasi gigi anterior maupun posterior (Anusavice, 2004).

#### d. *Polishing* dan *Finishing*

Proses *finishing* resin komposit bertujuan untuk mengoreksi kontur dan tepi restorasi yang tidak teratur dengan menghilangkan sisa-sisa bahan tumpatan dan disesuaikan dengan kontak oklusinya. Sedangkan *polishing* bertujuan untuk menghasilkan permukaan restorasi yang halus sehingga dapat mencegah retensi plak penyebab karies maupun periodontitis (Chan dkk, 2010).

## 2. Komposit *microhybrid*

Resin komposit *microhybrid* merupakan resin komposit yang bisa digunakan untuk gigi anterior maupun posterior. Resin komposit *microhybrid* merupakan perkembangan dari jenis resin komposit hybrid dengan komposisi partikel pengisi anorganiknya berukuran 0,01-3,5  $\mu\text{m}$  (Braun dkk, 2008) dengan rata-rata 0,6-0,8  $\mu\text{m}$ . Bahan pengisi mikronya berukuran 0,04  $\mu\text{m}$  dan kandungan bahan pengisi ini mencapai 78 % dari berat keseluruhan (Chan dkk, 2010). Indikasi penggunaan resin komposit

*sandwich* dengan semen ionomer kaca, *cuspl build up*, *core build up*, splinting dan restorasi *indirect* dalam *inlay*, *onlay* dan *veeners*.

**Tabel 1.** Sifat resin komposit *microhybrid* dan *microfilled* (Craig dkk, 2004).

Sifat	Microhybrid	Microfilled
Polymerization shrinkage (% linier)	1,0 – 1,7	2 – 3
Thermal conductivity ( $10^{-4}$ cal/sec/cm <sup>2</sup> [ <sup>0</sup> C/cm])	25 - 30	2 – 15
Linier coefficient of thermal expansion ( $\times 10^{-6}$ / <sup>0</sup> C)	25 - 38	55 - 68
Water sorption (mg/cm <sup>2</sup> )	0,3 – 0,6	1,2 – 2,2
Radiopacity (mm Al)	2,7 – 5,7	-
Compressive strength (MPa)	200 - 340	230 – 290
Diametral tensile strength (MPa)	34 - 62	26 – 33
Flexural strength (MPa)	90 - 140	-
Elastic modulus in compression (GPa)	8 - 14	3 – 5
Flexural modulus (GPa)	5 - 18	-
Knoop hardness (kg/mm <sup>2</sup> )	55 - 80	22 – 36
Bond strength to enamel and dentin with bonding agent (MPa)	14 - 30	14 - 30

Nanofilled composites have properties similar to microhybrid composites.

If advertised as radiopaque. Enamel is 4,0 mm Al (milimeters of Alumunium) and dentin is 2,5 mm Al (Craig dkk, 2004).

Menurut Craig (2004), sifat mekanis resin komposit *microhybrid* adalah yang paling baik dibanding dengan jenis resin komposit yang lain maupun

### 3. Bonding

#### a. Pengertian

Bonding adalah bahan yang digunakan untuk membantu perlekatan antara komposit dengan dentin atau email (Craig dkk, 2004) yang terdiri dari bahan etsa, primer dan *adhesive* (Powers and Sakaguchi, 2006).

#### b. Komposisi

Etsa terdiri dari bahan asam organik (*maleic, tartaric citric, EDTA*, dan *monomer acidic*), asam polymeric (asam *polyacrylic*) dan asam mineral (*hydrochloric, nitric* dan *hydrofluoric*). Larutan dan gel asam fosforik (37 %, 35 % dan 10 %) lebih sering digunakan oleh para produsen untuk membuat etsa. Bahan ini merupakan asam kuat dengan pH mencapai 1,0.

Primer adalah monomer hidrofilik yang biasanya dilarutkan dalam pelarut aseton, ethanol-air atau air. Bonding generasi IV dan V bahan primernya tidak dilarutkan. Bahan primer ini mempunyai laju penguapan yang berbeda, pola pengeringan dan karakteristik penetrasi yang berbeda pula, yang akan mempengaruhi kekuatan bonding.

*Adhesive* secara umum adalah hidrofobik, *dimethacrylate* oligomers yang cocok dengan monomer yang digunakan pada bahan primer dan komposit. Oligomer ini biasanya dilarutkan dengan



- 3) Generasi III, menggunakan etsa asam untuk menghilangkan *smear layer* (Bakar, 2012). Asam ini membuka tubulus dentin serta meningkatkan permeabilitasnya (Kugel dan Ferrari, 2000).
- 4) Bonding generasi IV, bahan etsa, primer dan *adhesive* dibuat dalam botol yang terpisah. Dalam mengaplikasikannya terdapat 3 langkah, pertama etsa untuk menghilangkan *smear layer*, membuka tubulus dentin, meningkatkan permeabilitas dentin dan dekalsifikasi intertubuler dan peritubuler dentin. Setelah dicuci diaplikasikan bahan primer yang terdiri dari dua komponen yaitu kelompok hidrofilik dan hidrofobik. Kelompok hidrofilik mempunyai daya tarik terhadap permukaan dentin dan kelompok hidrofobik mempunyai daya tarik terhadap resin. Bahan primer ini membasahi dan masuk ke dalam jala-jala serabut kolagen. Bahan ini juga mampu meningkatkan energi permukaan serta mempunyai kemampuan untuk membasahi permukaan dentin (Swift, 1998).

Langkah terakhir adalah aplikasi bahan bonding. Komposisi bahan etsa ini adalah asam fosforik 32 %-37 %, asam sitrat 10 % atau kalsium klorida 20 % dan *asam oxalic* atau *aluminium nitrat*. Komposisi bahan primer adalah NTG-GMA atau BPDM, HEMA atau GPDM 4-META atau glutaraldehyde. Komposisi bahan adhesive adalah Bis-GMA atau TEGMA. Cairan yang bisa

... bahan ini adalah ester, etanol dan

- 5) Bonding generasi V terdiri dari 2 botol, 1 untuk bahan etsa dan 1 untuk bahan primer dan *adhesive*. Bahan etsa diplikasikan pertama lalu dilanjutkan bahan primer - *adhesive*. Komposisi bahan etsa adalah asam fosforik. Komposisi bahan primer - *adhesivenya* adalah PENTA dan *methacrylated phosphonates*. Cairan yang bisa digunakan untuk melarutkan bahan ini adalah *aseton, ethanol* atau air dan *solvent-free* (Powers and Sakaguchi, 2007).
  - 6) Bonding generasi VI tipe I bahan etsa tidak diperlukan, bonding terdiri dari 2 botol primer dan *adhesive*. Sedangkan pada tipe II terdiri dari 2 botol, jika akan digunakan kedua bahan tersebut dicampurkan terlebih dahulu. Komposisi bahan etsa - primer - *adhesivenya* adalah *methacrylated phosphates*. Cairan yang bisa digunakan untuk melarutkan bahan ini adalah air (Powers and Sakaguchi, 2007).
  - 7) Bonding generasi VII semua bahan etsa, primer dan *adhesive* dijadikan satu. Komposisi bahan etsa - primer - *adhesivenya* adalah *methacrylated phosphates*. Cairan yang bisa digunakan untuk melarutkan bahan ini adalah air (Powers and Sakaguchi, 2007).
- 4. Kelebihan dan kekurangan bonding generasi V dan generasi VII**

a. Kelebihan bonding generasi V

- 1) Bahan primer yang dicampur dalam satu botol dengan bahan *adhesive* dapat mempersingkat waktu pengaplikasiannya.
- 2) Mengurangi resiko terjadinya *collagen collapse*.

- 3) Mengurangi resiko tertinggalnya gel asam (Kugel dan Ferrari, 2000).
- b. Kekurangan bonding generasi V
    - 1) Sering terdapat sisa *smear layer* di antara bahan bonding dan dentin gigi, karena keefektifannya dalam membersihkan *smear layer* tidak dapat diprediksi.
    - 2) Berdasarkan penelitian menunjukkan terdapat kebocoran restorasi pada tepi enamel (Kugel dan Ferrari, 2000).
  - c. Kelebihan bonding generasi VII
    - 1) Prosedur pengaplikasiannya mudah.
    - 2) Meminimalisasi terjadinya sensitifitas secara teknik melalui eliminasi tahap etsa, pencucian dan pengeringan struktur gigi (Gateva dan Dikov, 2012).

## 5. Klasifikasi kavitas (preparasi gigi) GV. Black

### a. Kelas I

Kavitas pada daerah pit dan fissure, meliputi restorasi pada permukaan oklusal gigi posterior, restorasi pada dua pertiga oklusal di permukaan lingual dan fasial gigi molar serta restorasi pada permukaan lingual gigi insisivus.

### b. Kelas II

Kavitas pada daerah interproksimal gigi posterior

c. Kelas III

Kavitas pada permukaan proksimal gigi anterior yang belum melibatkan permukaan insisal.

d. Kelas IV

Kavitas pada permukaan proksimal gigi anterior yang sudah melibatkan permukaan insisal.

e. Kelas V

Kavitas pada daerah sepertiga gingival pada permukaan fasial atau lingual gigi.

f. Kelas VI

Kavitas pada daerah tepi insisal gigi anterior atau di cusp oklusal gigi posterior (Roberson dkk, 2006).

## 6. Kebocoran tepi

### a. Pengertian

Menurut penelitian, semua komposisi kimia yang bahan restorasi gigi dapat menimbulkan kebocoran tepi (Rominu dkk, 2009). Proses polimerisasi resin komposit dapat mengakibatkan terjadinya pengerutan sehingga resin komposit kehilangan kontak dengan dinding kavitas. selain itu perbedaan koefisiensi termal antara resin komposit dan gigi juga dapat menimbulkan adanya perubahan volume yang dapat menyebabkan kebocoran tepi restorasi.

Kebocoran tepi ini dapat menjadi jalan masuknya bakteri, cairan

dirawat kondisi ini akan menyebabkan terjadinya hipersensitivitas gigi, karies rekuren dan penyakit pulpa (Nurliza & Yuni, 2007) serta terjadinya diskolorisasi pada tepi restorasi (Deliperi dkk, 2004).

b. Menurut Ferdianakis (1998), faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya kebocoran tepi adalah :

1) Sifat fisik bahan meliputi:

a) Kontraksi saat polimerisasi.

Tekanan kontraksi saat polimerisasi resin komposit sering berhubungan dengan kebocoran tepi dan permukaan dari perlekatan restorasi resin komposit (Braga and Ferrance, 2004).

b) Koefisien ekspansi termal.

Makanan dan minuman yang panas dan dingin jika dikonsumsi bersamaan akan menyebabkan ekspansi dan kontraksi pada gigi. Jika koefisien ekspansi termal bahan restorasi tidak cocok dengan gigi maka akan menimbulkan perbedaan kecepatan dan bila hal ini terjadi terus-menerus akan menyebabkan cairan terhisap masuk dan mendorong keluar tepi restorasi (Gladwin and Bagby, 2009).

c) Modulus elastisitas.

Modulus elastisitas adalah tingkat kekentalan dari suatu bahan. Sebuah bahan yang memiliki modulus elastisitas tinggi cenderung bersifat kaku, sebaliknya bahan yang mempunyai modulus

d) Ekspansi higroskopis.

Salah satu sifat resin komposit adalah kemampuannya menyerap cairan. Hal ini dapat menyebabkan beberapa efek seperti ekspansi dan pembentukan *microcrack*. Penyerapan air resin komposit dapat menyebabkan terjadinya perubahan dimensi selama proses polimerisasi sehingga menimbulkan kebocoran tepi (Powers dan Sakaguchi, 2007).

2) Kekuatan adhesi bahan bonding.

Bahan bonding digunakan untuk membantu perlekatan antara resin komposit dan email atau dentin (Craig dkk, 2004). Kekuatan perlekatan yang dapat menahan tekanan di dalam mulut adalah antara 20-25 mPa (Gladwin and Bagby, 2009).

3) Faktor konfigurasi kavitas atau C-faktor.

C-faktor adalah rasio perbandingan antara permukaan yang melekat dengan permukaan yang tidak melekat pada gigi yang dipreparasi. Semakin tinggi C-faktor maka semakin tinggi pula resiko terjadinya gangguan perlekatan akibat polimerisasi. Pada kavitas kelas V C-faktornya adalah 5, dan mempunyai resiko tinggi terhadap kebocoran tepi (Roberson dkk, 2006).

4) Penyinaran saat polimerisasi.

Metode polimerisasi resin komposit mempunyai dampak

c. Pengujian kebocoran tepi.

Penelitian mengenai kebocoran tepi dirancang untuk memberikan indikasi dari kemampuan suatu material untuk membentuk segel yang efektif terhadap cairan dan bakteri di gigi atau pertemuan permukaan kavitas dan bahan restorasi (Mc. Cabe & Walls, 2008). Pengujian kebocoran tepi menggunakan metode *dye penetration* dan dievaluasi menggunakan *stereomicroscope* (Kumari dkk, 2011).

**B. Hipotesis**

Terdapat kebocoran tepi pada restorasi resin komposit *microhybrid* kelas V pada bonding generasi V dan VII.

**C. Landasan Teori**

Resin komposit hingga saat ini belum mempunyai kemampuan untuk menahan kebocoran tepi. Kebocoran tepi restorasi dapat menjadi jalan masuknya bakteri, cairan maupun molekul di antara dinding kavitas dan restorasi. Jika tidak dirawat kondisi ini akan menyebabkan terjadinya hipersensitivitas gigi, karies rekuren dan penyakit pulpa serta terjadinya diskolorisasi pada tepi restorasi. Untuk mencegah terjadinya kebocoran tepi, perlekatan antara resin komposit dan email dibantu oleh bahan bonding. Bonding terdiri dari tiga komposisi utama yaitu etsa, primer dan *adhesive*. Perkembangan bahan bonding saat ini telah mencapai beberapa generasi dan bahan bonding yang banyak dipakai hingga saat ini adalah bonding generasi V dan bonding generasi VII.

#### D. Kerangka Konsep

