

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Komposit

Resin komposit adalah gabungan dari partikel pengisi (*filler*) anorganik yang keras dengan matriks polimer organik resin yang lunak. Umumnya matriks resin dijumpai dalam bentuk Bis-GMA (bisphenol A-glycidyl methacrylate), UDMA (urethane dimethacrylate), dan TEGDMA (thiethylene glycol dimethacrylate) sedangkan partikel pengisinya dapat berupa barium, stronsium, zirconium dan ytterbium.⁴

Selain mengandung matriks dan partikel pengisi sebagai kandungan utama, resin komposit juga memiliki kandungan lain untuk meningkatkan efektifitas dan ketahanan bahan, yaitu coupling agent, inisiator dan akselerator, pigmen, inhibitor polimerisasi dan stabilisator. *Coupling agent* (bahan pengikat) yang digunakan adalah *silane* (3-methacryloxypropyltrimethoxysilane). Silane diperlukan untuk mengikat partikel pengisi dengan matriks resin sehingga memungkinkan terjadinya distribusi tekanan saat resin komposit menerima beban. Inisiator dan akselerator dibutuhkan untuk memungkinkan terjadinya proses polimerisasi. Bahan inisiator dan akselerator pada resin komposit yang aktivasinya dengan sinar tampak adalah *camphoroquinone* dan amin alifatik, sedangkan pada resin komposit yang aktivasinya secara kimiawi, inisiator dan akseleratornya adalah peroksida organik dan amin tertier. Komposisi lainnya pada resin komposit meliputi pigmen, inhibitor polimerisasi dan stabilisator. Resin komposit amat peka terhadap cahaya yang dapat menyebabkan terjadinya polimerisasi, sehingga dibutuhkan adanya inhibitor polimerisasi dan stabilisator untuk memperpanjang umur penyimpanan bahan. Selain itu pigmen juga sangat diperlukan sebagai komposisi tambahan, mengingat resin komposit merupakan bahan restorasi sewarna gigi yang memerlukan pilihan warna yang bervariasi.^{1,4}

Resin komposit dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe seperti yang dikemukakan oleh Carol Dixon sebagai berikut⁵:

- *Macrofilled composites*

Bahan ini merupakan resin komposit generasi pertama. Ukuran partikelnya relatif besar, berkisar antara 10-100 μm sehingga *macrofilled*

composite menjadi sulit dipoles dan menghasilkan permukaannya yang kasar. Oleh karena itu, kini *macrofilled composite* sudah jarang digunakan.

- *Microfilled composites*

Microfilled composite dikembangkan untuk memperbaiki sifat *macrofilled composite*. Besar partikelnya lebih kecil, yaitu sekitar 0.04 μm sehingga lebih mudah dipoles. Namun volume partikel pengisinya hanya berkisar 35-50 % sehingga kekuatan fisiknya rendah dan mudah aus.

- *Small-Particle composites*

Ukuran partikel pengisi komposit ini berkisar antara 1-5 μm dengan berat partikel pengisi mencapai 80-85 % sehingga kekuatan fisiknya berada di antara *macrofilled composite* dan *microfilled composite*. Resin komposit ini pada awalnya digunakan untuk gigi posterior, namun kini fungsinya telah digantikan oleh *hybrid composite*.

- *Hybrid composites*

Berat partikel pengisi komposit ini mencapai 75-80 % dengan ukuran partikel 0.4-1 μm . Bahan ini mengandung *macrofiller* dan *microfiller* untuk menghasilkan resin komposit dengan kekuatan yang lebih besar dan dapat dipoles dengan baik sehingga *hybrid composite* baik digunakan pada gigi anterior maupun posterior.

- *Flowable composites*

Flowable composite menggunakan partikel kecil berukuran antara 0.07-1 μm dengan volume partikel pengisi yang bervariasi antara 40-70 % sehingga komposit ini memiliki viskositas yang rendah. *Flowable composite* mudah mengalir dengan bebas ke dalam kavitas dan dapat beradaptasi dengan baik terhadap dinding kavitas. Bahan ini umumnya digunakan sebagai bahan *pit and fissure sealant*, *liner*, dan bahan restorasi pada bagian gigi dengan beban ringan.

- *Pit and Fissure sealant*

Pada dasarnya bahan ini serupa dengan *flowable composite* dengan ukuran partikel pengisi yang bervariasi mulai dari tanpa partikel pengisi

sampai yang mengandung partikel pengisi. Bahan ini digunakan untuk mencegah karies pada pit dan fissure gigi.

- *Packable composites*

Packable composite mengandung partikel pengisi dalam jumlah besar sehingga resin komposit ini memiliki viskositas yang sangat tinggi. Umumnya bahan ini digunakan untuk merestorasi gigi posterior karena sifatnya yang sangat kuat dan lebih tahan aus bila dibandingkan dengan *hybrid composite*.

- *"Smart" composites*

Pada tahun 1998 *"smart" composite* dikembangkan. Bahan ini memiliki keunggulan dapat bereaksi terhadap lingkungan mulut untuk mencegah karies gigi. *"Smart" composite* bekerja dengan mengeluarkan fluoride, kalsium dan ion hidroksil pada saat tingkat keasaman dalam mulut meningkat.

- *Core build up composites*

Core build up composite memiliki kandungan partikel pengisi yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai *core* pada restorasi gigi tiruan. *Core composite* sangat kuat dan dapat berikatan dengan struktur gigi sehingga dapat mengurangi kemungkinan masuknya bakteri ke dalam struktur gigi.

- *Provisional composites*

Bahan ini digunakan sebagai pengganti penggunaan resin akrilik untuk membuat onlay, gigi tiruan jembatan dan mahkota tiruan. Namun *provisional composite* bersifat getas sehingga menjadi kontraindikasi bila digunakan untuk membuat gigi tiruan jembatan dengan *span* yang panjang.

Resin komposit memiliki sifat hidrofili sehingga dapat menyerap air dan substansi kimia dari lingkungannya serta dapat juga mengeluarkan komponen-komponen yang terdapat pada resin komposit itu sendiri (*deleterious effects*). Efek ini berupa perubahan volume seperti pembengkakan, perubahan fisik seperti plastisasi dan pelunakan, serta perubahan kimia seperti oksidasi dan hidrolisis.

Dengan adanya perubahan-perubahan di atas dapat berakibat pada berkurangnya ketahanan dan lama penggunaan resin komposit di dalam mulut.⁶

Banyaknya penyerapan cairan oleh resin komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain⁶ :

>> sifat kimia ; meliputi sifat hidrofilik polimer dan tingkat kelarutan polimer dan pelarutnya

- hidrofilik.

Sifat ini dipengaruhi oleh adanya unsur O dalam matriks resin komposit. Unsur ini bersifat elektronegatif sehingga cenderung menarik elektron dari air, yaitu gugus OH.⁷ Air dapat masuk ke dalam polimer melalui area berporus dan ruangan antarmolekul. Banyaknya air yang diserap bergantung pada kepadatan jaringan polimer itu sendiri. Semakin padat suatu jaringan polimer, maka semakin kecil volume air yang diserap

- tingkat kelarutan polimer dan pelarut

polimer dan pelarut memiliki tingkat kelarutan masing-masing. Makin kecil perbedaan tingkat kelarutan, maka makin besar jumlah cairan yang dapat diabsorpsi oleh polimer.

>> parameter struktur ; meliputi kepadatan ikatan cross-link

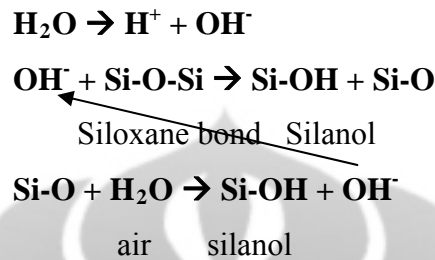
- kepadatan ikatan silang (*cross-link*)

makin padatnya ikatan silang dalam suatu polimer, maka makin sedikit penyerapan pelarut yang terjadi. Hal ini erat kaitannya dengan berkurangnya ruang kosong pada jaringan polimer yang berakibat pula pada berkurangnya pembengkakan. Dengan demikian fenomena pembengkakan dapat dijadikan indikator kepadatan relatif jaringan polimer. Bila ditemukan porus, maka hal ini dapat mempermudah terjadinya transportasi monomer untuk masuk dan keluar dari polimer, serta dapat meningkatkan tingkat penyerapan pelarut.

Proses penyerapan air atau pelarut oleh polimer dapat menyebabkan terjadinya pembengkakan yang berpengaruh pada dimensi bahan restorasi. Air atau pelarut tersebut dapat berdifusi ke dalam jaringan polimer. Pada saat yang sama proses penyerapan air dapat mengganggu ikatan silane dengan partikel pengisi (*siloxane bond*). Elektron dari air tertarik ke dalam matriks sehingga memutus ikatan

Si-O-Si pada *siloxane bond*. Reaksi ini dinamakan hidrolisis. Hal ini pada akhirnya dapat menyebabkan lepasnya partikel pengisi dari resin komposit yang tergambar pula pada penurunan kekerasan permukaan.^{6,7}

Pada proses hidrolisis terjadi reaksi autokatalitik yang menyebabkan terlepasnya partikel pengisi. Reaksi ini dipicu oleh molekul dari air, yaitu OH⁻. Adapun reaksi autokatalitik adalah sebagai berikut⁷ :



Pada reaksi ini air terurai menjadi H⁺ dan OH⁻. Karena adanya unsur O dalam matriks resin, maka OH⁻ dari air diserap masuk ke dalam matriks serta menyerang ikatan siloksan (*siloxane bond*), yaitu ikatan yang menghubungkan matriks dan partikel pengisi. Hal ini mengakibatkan terputusnya ikatan siloksan sehingga terbentuk senyawa silanol dan Si-O. Pada Si-O terjadi disorientasi elektron sehingga Si-O dapat bereaksi bila bertemu dengan air. Reaksi ini menghasilkan silanol dan OH⁻. Kemudian OH⁻ kembali akan memutuskan ikatan siloksan sehingga reaksi ini pun terjadi terus menerus selama resin komposit berada dalam perendaman air. Semakin lama reaksi ini terjadi, semakin banyak pula partikel pengisi yang terlepas dari resin komposit sehingga semakin besar penurunan kekerasan yang terjadi.⁷

2.2 Obat Kumur (*Mouthwash*)

Obat kumur merupakan suatu larutan yang dapat menghantarkan bahan aktif tertentu pada gigi dan gingiva.¹ Bahan aktif pada obat kumur bermacam-macam bergantung dari efek yang diharapkan. Obat kumur dapat menghilangkan plak seperti yang dilakukan oleh saliva, yaitu sebagai pembersih. Adanya fungsi pembersih ini dapat mengurangi jumlah bakteri. Di malam hari ketika tidur, produksi saliva menurun sehingga fungsi pembersih pun berkurang. Namun bila menggunakan obat kumur, jumlah bakteri dapat mengalami penurunan.⁹

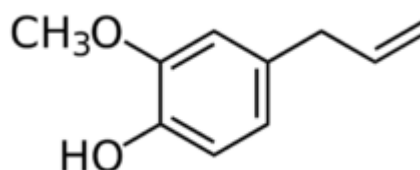
Obat kumur terdiri dari tiga bagian utama, yaitu bahan aktif untuk meningkatkan kesehatan mulut seperti klorheksidin, eugenol dan fluoride, pelarut berupa air atau alkohol, serta surfaktan (*surface acting agent*) yang berfungsi menghilangkan debris dari permukaan gigi dan melarutkan kandungan-kandungan lain dalam obat kumur.¹

2.3 *Eugenia caryophyllata* oil

Eugenia caryophyllata adalah salah satu dari banyak spesies genus *eugenia*, dan merupakan nama latin dari cengkeh (*clove* atau *clavero*).¹⁰ Cengkeh dalam jumlah sedikit digunakan pada produksi makanan sebagai pengawet makanan, penambah rasa dan aroma, serta sebagai antiseptik^{11,12}. Bila tanaman ini diekstraksi, maka akan dihasilkan eugenol (*clove oil*). Eugenol merupakan turunan guaikol dengan rantai tambahan alil dikenal dengan nama 2-metoksi-4-(2-propenil)fenol (gambar 2.2).³ Warnanya bening hingga kuning pucat, konsistensinya kental seperti minyak, aromanya menyegarkan dan pedas sehingga sering digunakan untuk menyegarkan mulut.¹² Eugenol termasuk dalam golongan fenol yang memiliki ciri-ciri strukturnya memiliki gugus hidroksil (-OH) yang berikatan dengan cincin aromatik. Fenol memiliki kelarutan yang terbatas dalam air, yakni 8,3 gram/100 ml. Fenol cenderung bersifat asam, artinya ia dapat melepaskan ion H⁺ dari gugus hidroksilnya. Pengeluaran ion tersebut menjadikan anoksida fenoksida C₆H₅O⁻ yang dapat dilarutkan dalam air.²⁰



Gambar 2.1. *Eugenia caryophyllata*



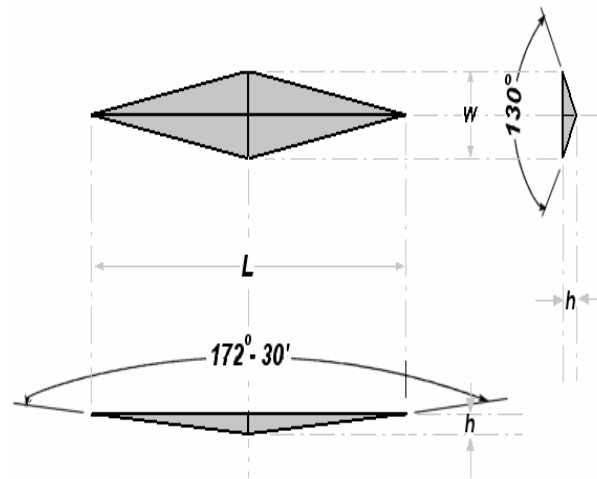
Gambar 2.2. Struktur kimia Eugenol

Eugenol memiliki gugus aromatik dan hidroksi fenol yang membuatnya dapat larut dalam air dan pelarut organik dalam jumlah kecil sehingga terjadi proses hidrolisis yang stabil. Proses ini mengurangi lama penggunaan suatu material sehingga menjadi tidak tahan lama.³ Namun lain halnya bila eugenol bertemu dengan alkohol (etanol). Eugenol dapat larut secara sempurna dalam alkohol sehingga efek eugenol tidak nampak kembali.^{12,13}

Eugenol telah banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi, antara lain sebagai bahan anestetik lokal dan antimikroba atau antibakteri yang terdapat dalam bentuk obat kumur dan semen zinc oxide.³ Namun eugenol dalam ZOE (zinc oxide eugenol) dapat bereaksi terhadap resin komposit dengan menghambat polimerisasinya. Proses polimerisasi resin komposit hanya dapat terjadi bila ada radikal bebas yang dapat meningkatkan jumlah ikatan silang (*cross-link*) pada resin komposit. Namun dengan adanya eugenol, radikal bebas menjadi berkurang. Hal ini menyebabkan terhambatnya proses inisiasi polimerisasi sehingga polimerisasi yang terjadi tidak sempurna dan berat molekul polimer pun menurun.^{1,13} Dengan demikian, apabila semen ZOE digunakan sebagai basis restorasi resin komposit, maka proses pengerasan pada bagian bawah restorasi tidak terjadi.³ Selain itu, eugenol juga dapat melarutkan resin dan menyebabkan diskolorasi sampai warna kuning gelap. Melarutnya resin berakibat pada lepasnya partikel pengisi, hal dan akan berpengaruh secara langsung terhadap penurunan kekerasan resin komposit dan kekasaran permukaan.^{3,13}

2.4 Kekerasan Permukaan (*Surface Hardness*)

Kekerasan adalah ketahanan terhadap deformitas plastis yang pengujiannya dengan melakukan indentasi. Pengukuran kekerasan dapat dilakukan dalam berbagai skala bergantung pada besar gaya yang diaplikasikan.¹⁴ *Microhardness* merupakan teknis uji kekerasan dengan beban tidak lebih dari 1 kgf. Salah satu teknik indentasi yang biasa digunakan adalah *Knoop elongated diamond pyramid* (Gambar.2.3).¹⁵



Gambar 2.3. Indentasi indenter *Knoop Hardness*.¹⁵

Indenter yang digunakan adalah indenter *Knoop* yang menggunakan indenter intan dengan sudut $172^{\circ} - 30'$. Indentasi yang diberikan kecil sehingga indenter ini baik digunakan pada material yang sangat getas dan pada potongan yang sangat tipis. Pengukuran dilakukan dengan menjejaskan permukaan resin komposit (bahan uji) melalui indentasi sehingga terbentuk suatu jejas yang berbentuk layang-layang simetris.¹⁵

Knoop Hardness Number (KHN) adalah rasion beban yang diindentasikan pada bahan uji yang dapat dihitung dengan rumus¹ :

$$\text{KHN} = L / l^2 C_p$$

L = beban indentasi (kgf)

l = panjang diagonal indentasi (mm)

C_p = kontanta relatif l terhadap area indentasi

2. 5. Kerangka Teori

