

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Elastomer

Elastomer merupakan istilah yang mengacu pada bahan cetak elastomerik tanpa air. Suatu bahan elastomer terdiri atas molekul atau polimer besar yang diikat oleh sejumlah kecil ikatan. Ikatan silang tersebut mengikat rantai polimer yang melingkar pada titik tertentu untuk membentuk jalinan 3 dimensi yang sering disebut sebagai gel (Anusavice, 2003).

Anusavice (2003) membagi elastomer menjadi 4 kelas kekentalan:

a. *Light body*

Material dengan viskositas yang rendah. Kandungan polimernya tinggi sehingga kemampuan *shringkagenya* besar.

b. *Medium* atau *regular body*

Material dengan tingkat viskositas yang cukup, konsentrasinya sedikit lebih kental dibandingkan dengan *light body*.

c. *Heavy body*

Material dengan tingkat konsentrasi yang cukup tinggi. Memiliki bentuk padat namun tidak sekeras *putty*. Material ini memiliki kandungan polimer yang rendah.

d. *Putty*

Material dengan viskositas yang tinggi dan memiliki kandungan polimer yang rendah sehingga kemampuan *shringkagenya* kecil.

McCabe (2008) menggolongkan elastomer menjadi 4 tipe yang digunakan secara umum, yaitu:

a. Polisulfida

Suatu polimer yang mengandung merkaptan polifungsional. Polimer ini mengandung  $\pm 1$  mol% cabang untuk memberikan gugus merkaptan yang cukup sebagai tempat rantai berikatan silang. Polimer ini biasanya berikatan dengan bahan oksidasi seperti timah dioksida dan memberinya karakteristik warna coklat.

b. Silikon polimerisasi kondensasi (silikon kondensasi)

Polimer mengandung  *$\alpha$ - $\omega$ -hydroxy-terminated polydimethyl siloxane*.

c. Silikon polimerisasi tambahan (*polyvinylsiloxane*)

Kebalikan dengan silikon kondensasi, polimer reaksi tambahan berujung kelompok vinil dan berkaitan dengan kelompok hidrid, diaktifkan oleh katalis garam platinum. Tidak ada produk samping selama proporsi yang tepat antara silikon vinil dan silikon hidrid dipertahankan dan tidak ada gangguan. Bila proporsi tidak seimbang atau terdapat gangguan, reaksi sampingan akan menghasilkan gas hidrogen.

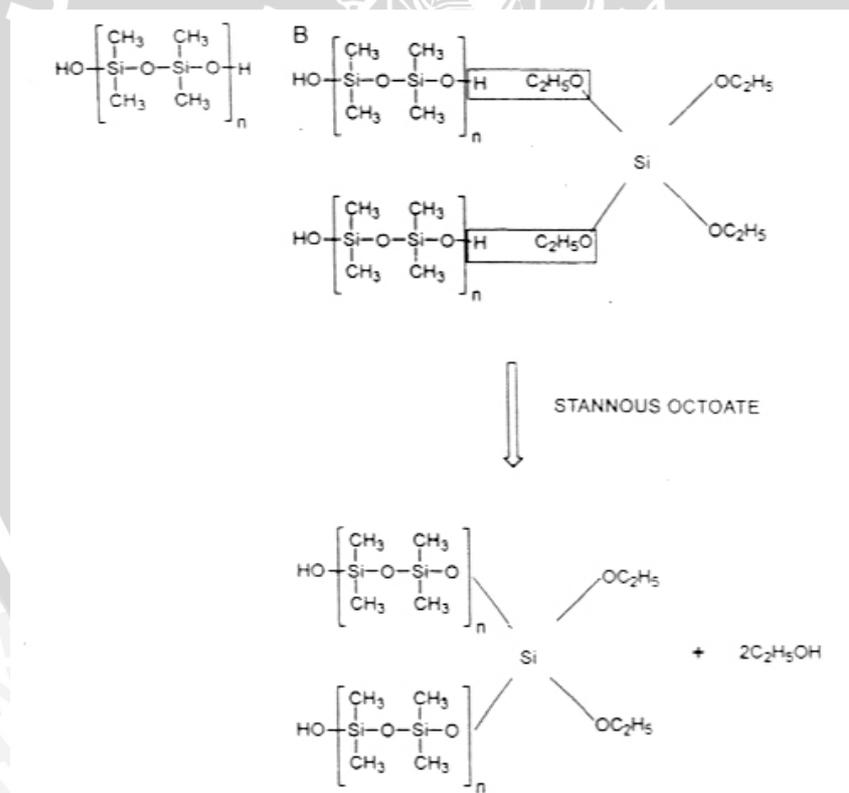
d. Polieter

Polimer berbasis polieter yang diperkeras dengan reaksi antara cincin aziridin, yang merupakan ujung cabang molekul polieter. Rantai utama dapat merupakan suatu kopolimer etilen oksida dan tetrahidrofurana. Ikatan silang, dan kemudian pengerasan, terjadi oleh jenis ester sulfonat aromatik dimana R adalah gugus alkil. Ini menghasilkan ikatan silang oleh polimerisasi kationik melalui ujung kelompok imin. Bahan ini merupakan elastomerik pertama yang dikembangkan terutama untuk berfungsi sebagai bahan cetak.

## 2.2 Bahan Cetak Silikon Kondensasi

### 2.2.1 Susunan Kimia

Polimer mengandung *α-w-hydroxy-terminated polydimethyl siloxane*. Polimerisasi kondensasi dari bahan ini melibatkan reaksi dengan trifungsi dan tetrafungsi alkil silikat, biasanya tetraetil orthosilikat, dengan adanya rantai oktoat mengandung timah. Reaksi ini dapat terjadi pada temperature rata-rata; jadi bahan ini sering disebut silikon vulkanisasi temperature ruangan (RTV). Pembentukan elastomer terjadi melalui ikatan silang antara kelompok terminal dari polimer silikon dan alkil silikat untuk membentuk jalinan kerja 3 dimensi (Anusavice, 2003).



**Gambar 2.1 Rantai Ikatan Kimia Silikon Kondensasi**

Keterangan: A. Rumus struktur molekul *α-w-hydroxy-terminated polydimethyl siloxane*. B. Reaksi antara ujung OH gugus *α-w-hydroxy-terminated polydimethyl siloxane* dengan tetraetil orthosilikat pada keadaan ada oktoat yang mengandung timah. Reaksi menghasilkan pelepasan 2 molekul etanol (Anusavice, 2003 : 127).

### 2.2.2 Komposisi

Bahan cetak silicon kondensasi dikemas sebagai pasta basis dan suatu pasta katalis atau cairan dengan kekentalan rendah. Basis mengandung sebuah silikon linear yang disebut *polydimethylsiloxane* yang memiliki grup terminal *hydroxyl* reaktif. Isian (*filler*) dapat berupa kalsium karbonat atau *silica* yang memiliki ukuran partikel 2 hingga 8  $\mu\text{m}$ , dan dalam konsentrasi 35% untuk konsistensi rendah hingga 75% untuk konsistensi *putty*. Katalis dapat berupa cairan yang mengandung suspensi *stannous octoate* dan alkil silikat, atau berupa pasta dengan menambahkan agen pengental (Powers, 2006).

### 2.2.3 Manipulasi

Hussain (2008) membagi manipulasi elastomer menjadi manipulasi sistem 2 pasta dan manipulasi material *putty*, sementara teknik impresinya dapat berupa *putty-wash* atau *recline technique*.

#### a. Tahapan manipulasi sistem 2 pasta:

Pasta basis dan pasta katalis diambil dengan takaran yang sama lalu diletakkan pada *paper pad* yang sudah disediakan. Kemudian pasta diaduk sampai tidak ada perbedaan warna sehingga campuran tersebut menjadi homogen. Sendok cetak yang sudah dilapisi bahan adhesive disiapkan. Aplikasikan 2 lapis bahan adhesif dan biarkan mengering. Campuran material yang telah dipersiapkan dapat dimasukkan dalam *syringe* atau langsung dimasukkan ke sendok cetak.

#### b. Tahapan manipulasi material *putty*:

Material *putty* biasa dilengkapi dengan *scoop* sebagai takaran sedangkan katalisnya dapat berupa cairan atau pasta. Satu *scoop* material *putty*

ditambahkan dengan satu *scoop* katalis. Biasanya katalis memiliki warna yang berbeda dengan *putty*. *Putty* dan katalis dicampurkan dengan menggunakan tangan sampai tidak ada warna yang terpisah atau menjadi adonan yang homogen. Material *putty* dapat digunakan dengan diletakkan pada sendok cetak.

#### 2.2.4 Teknik Impresi

Menurut Hussain (2008), teknik impresi yang sering digunakan pada pencetakan elastomer jenis silikon kondensasi adalah teknik *putty-wash* atau *recline*, yaitu menggunakan kombinasi dari *putty* dan *light body*. *Putty* sebagai tempat dan penyangga *light body*, sedangkan *light body* mencetak detail dengan baik. Teknik *putty-wash* terdiri atas:

##### a. *Single mix technique*

*Single mix technique* merupakan teknik impresi yang dilakukan dengan mencetakkan bahan cetak baik *putty* maupun *light body* secara bersamaan ke daerah yang akan dicetak.

Tahapan *single mix technique*, yaitu pasta basis dan pasta katalis dengan takaran yang sama diambil, lalu kedua bahan dicampurkan, baik *putty* maupun *light body*. Lalu, bahan tersebut diletakkan pada tray dengan susunan *putty* kemudian *light body*. Kemudian dicetakkan dan dibiarkan *setting*.

##### b. *Multiple mix technique*

*Multiple mix technique* merupakan teknik impresi yang dilakukan dengan mencetakkan bahan cetak *putty* terlebih dahulu pada daerah yang akan dicetak, kemudian setelah cetakan *putty* jadi barulah dilakukan pencetakan dengan *light body* yang dilakukan dengan menggunakan cetakan *putty* yang telah tersedia.

Tahapan *multiple mix technique*, yaitu pertama dilakukan manipulasi pada *putty* untuk mendapatkan impresi pertama kemudian dengan *cellophane spacer* cetakan *putty* diregangkan untuk mendapatkan ruang bagi *light body*. *Light body* yang telah dimanipulasi diletakkan di tempat yang telah dipersiapkan untuk dilakukan pencetakan.

#### c. *Triple Tray Technique*

*Triple Tray Technique* merupakan teknik pencetakan dengan menggunakan cetakan khusus yang mampu menghasilkan cetakan gigi di kedua sisi rahang. Tahapan *Triple Tray Technique* adalah material yang telah dimanipulasi diletakkan kedua sisi cetakan kemudian cara mencetak dalam rongga mulut adalah dengan menginstruksikan pasien untuk mengoklusikan giginya pada material dengan cetakan berada di antara kedua rahang.

### 2.2.5 Waktu Kerja dan Pengerasan

Waktu kerja dan pengerasan elastomer berbeda pada tiap jenisnya, baik pada polisulfid, silikon kondensasi, silikon tambahan, maupun polieter. Demikian pula pada konsistensi yang berbeda terdapat perbedaan waktu kerja dan pengerasan. Berikut adalah tabel waktu kerja dan pengerasan pada elastomer dan gips:

**Tabel 2.1 Waktu Kerja dan Pengerasan untuk Silikon Kondensasi dan Gips**

Material	Waktu Pengadukan (detik)	Waktu Kerja (menit)	Setting time (menit)	Total Waktu (menit)
Silikon Kondensasi	30 – 60	2 – 4	3 - 8	7 - 14
Gips (Stone tipe III)	60	3	30 - 60	35 – 65

Keterangan: silikon kondensasi membutuhkan waktu pengadukan 30-60 detik, waktu kerja 2-4 menit, dan *setting time* 3-8 menit, sehingga total waktu yang dibutuhkan 7-14 menit. Material gips (*stone* tipe III) membutuhkan waktu pengadukan 1 menit, waktu kerja 3 menit, dan *setting time* 30-60 menit, sehingga total waktu yang dibutuhkan 35-65 menit.

**Tabel 2.2 Waktu Kerja dan Pengerasan Elastomer**

Material	Konsistensi	Kenaikan Suhu (°C)	Viskositas 45s setelah Pengadukan	Working Time (min)	Setting Time (min)	Perubahan Dimensi dalam 24 jam (%)
Polisulfid	Rendah	3,4	60.000	4 s/d 7	7 s/d 10	-0,4
	Sedang			3 s/d 6	6 s/d 8	-0,45
	Tinggi			3 s/d 6	6 s/d 8	-0,44
Silikon Kondensasi	Rendah	1,1	70.000	2,5 s/d 4	6 s/d 8	-0,6
	Sangat Tinggi			2 s/d 2,5	3 s/d 6	-0,38
Silikon Tambahan	Rendah	1,1	150.000	2 s/d 4	4 s/d 6,5	-0,15
	Sedang			2 s/d 4	4 s/d 6,5	-0,17
	Tinggi			2,5 s/d 4	4 s/d 6,5	-0,15
	Sangat Tinggi			1 s/d 4	3 s/d 5	-0,14
Polieter	Rendah	4,2	130.000	3	6	-0,23
	Sedang			2,5 s/d 3	6	-0,24
	Tinggi			2,5	5,5	-0,19

Keterangan: Silikon kondensasi memiliki 2 macam konsistensi, yaitu rendah dan sangat tinggi. Memiliki viskositas (tingkat kepekatan) 70.000 cp setelah pengadukan selama 45 detik. Waktu kerja dan *setting time* berbeda untuk tiap konsistensi, konsistensi rendah memiliki waktu kerja 2,5 – 4 menit dan *setting time* 6 – 8 menit, sedangkan konsistensi sangat tinggi mempunyai waktu kerja yang lebih singkat yaitu 2 – 2,5 menit dan *setting time* 3 – 6 menit. Perubahan dimensi setelah 24 jam untuk konsistensi rendah -0,60% dari ukuran asal, sedangkan untuk konsistensi sangat tinggi -0,38% (Powers, 2006 : 293).

Perbandingan waktu kerja dan pengerasan dapat dilihat dalam tabel.

Mengubah perbandingan basis dan katalis adalah metode yang efektif dan praktis dalam mengubah kecepatan pengerasan bahan cetak ini (Anusavice, 2003).

### 2.2.6 Definisi Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan elastomer untuk kembali ke bentuk dan ukuran asal setelah diregangkan. Sifat elastis bahan cetak silikon kondensasi lebih ideal dibandingkan polisulfid. Bahan cetak ini menunjukkan deformasi permanen minimal dan dapat kembali ke bentuk semula dengan cepat bila diregangkan. Bahan ini tidak terlalu kaku sehingga tidak sulit mengeluarkannya dari *undercut* tanpa menyebabkan distorsi (Anusavice, 2003).

### 2.2.7 Definisi Energi Robek

Energi robek adalah faktor yang berasal dari luar yang dapat menyebabkan terjadinya robekan pada elastomer. Ketahanan robek adalah kemampuan yang dimiliki oleh elastomer untuk melawan energi robek. Semua jenis elastomer memiliki ketahanan terhadap energi robek yang berbeda-beda. Ketahanan robek untuk bahan ini rendah. Memberi gaya secara cepat menjamin ketahanan robek yang tinggi, jadi penting untuk mengeluarkan cetakan dengan cepat begitu segel udara dibuka (Anusavice, 2003).

### 2.2.8 Definisi Stabilitas Dimensi

Stabilitas dimensi adalah kemampuan elastomer untuk mempertahankan bentuknya setelah selang waktu tertentu. Elastomer dengan stabilitas dimensi yang baik akan menghasilkan cetakan yang baik dan akurat. Pada elastomer berjenis silikon kondensasi, pengerutan polimerisasi yang berlebihan dari silikon kondensasi memerlukan suatu modifikasi teknik pembuatan cetakan supaya menghasilkan cetakan yang akurat. Teknik *putty-wash* digunakan untuk silikon kondensasi (Anusavice, 2003).

### 2.2.9 Recovery Time

*Recovery time* adalah waktu yang dibutuhkan oleh elastomer untuk kembali ke bentuknya semula setelah dilepaskan dari rongga mulut. Elastomer memiliki sifat akan berubah bentuk setelah dilepas dari rongga mulut yang disebabkan oleh tekanan yang terjadi saat proses pelepasan tersebut (Bradna, 2012).

Sifat elastomer yang mempunyai modulus elastisitas yang akan meningkat setelah pengadukan sehingga polimerisasi bahan tetap berlangsung

setelah *setting time* maka diperlukan *recovery time* (penundaan pengisian). Sebagai akibat adanya tekanan pada cetakan saat melepas dari model, penundaan pengisian pada waktu tertentu mencegah terjadinya perubahan dimensi pada model yang dihasilkan karena memberi waktu bagi elastomer untuk kembali ke dimensi asal. Pemberian waktu yang tepat akan meminimalkan perubahan dimensi dari elastomer (Rosenstiel,2006).

### 2.3 Gypsum

Gypsum adalah mineral yang ditambang dari berbagai belahan dunia. Gypsum juga merupakan terjadi secara natural, bubuk mineral berwarna putih dengan nama kimia *kalsium sulfat dihidrat* ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) (McCabe, 2008). Gypsum adalah salah satu material yang paling sering digunakan dalam dental laboratorium. Bahan ini biasa digunakan untuk menghasilkan replika positif dari jaringan. Untuk mendapatkan replika positif, bahan ini dituangkan dalam suatu cetakan. Terdapat tiga tipe replika yang dapat dibuat berdasarkan tujuan penggunaannya, yaitu *study model / diagnostic cast* yang berfungsi dalam perencanaan perawatan dan sebagai catatan perkembangan sebuah perawatan, *cast* yang digunakan dalam pembuatan protesa, dan *die* yang merupakan model kerja dari satu gigi. Manipulasi gipsium dapat dilakukan dengan mencampurkan bubuk gipsium ke dalam air dan dilakukan pengadukan hingga mendapatkan suatu produk gipsium yang keras (Hussain, 2008).

Plaster adalah produk gipsium yang digunakan untuk pembuatan cast. Memiliki nama kimia  $\beta$ -kalsium sulfat hemihidrat. Kekuatan dari plaster umumnya lebih rendah dari jenis produk gipsium yang lainnya dan lebih mudah porus karena memiliki bentuk kristal yang ireguler. Model plaster memiliki 2 tipe, yaitu

tipe I Impression Plaster (Modified model plaster) dan tipe II Plaster of Paris / Model Plaster (Hussain, 2008).

Stone gigi adalah produk gipsum yang digunakan untuk pembuatan master cast dalam pembuatan final prosthesis. Memiliki nama kimia  $\alpha$ -kalsium sulfat hemihidrat. Kekuatannya lebih besar dan ketahanan abrasinya lebih baik daripada model plaster (Hussain, 2008).

Kalsium sulfat hemihidrat merupakan hasil pengapuran sulfat dihidrat atau gipsum. Secara komersial, gipsum dihaluskan dan dipaparkan terhadap temperatur  $110^{\circ}$ – $120^{\circ}$ C untuk mengeluarkan bagian air dari kristalisasi (Anusavice, 2003). Kandungan utama plaster atau stone gigi adalah kalsium sulfat demihidrat ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ). Bergantung pada metode pengapuran, bentuk demihidrat yang berbeda dapat diperoleh.

### 2.3.1 Waktu Kerja dan Pengerasan

Anusavice (2003) menjelaskan reaksi pengerasan dapat dimengerti sebagai berikut yaitu, ketika hemihidrat diaduk dengan air, terbentuk suatu suspensi cair dan dapat dimanipulasi kemudian hemihidrat melarut sampai terbentuk larutan jenuh. Larutan jenuh hemihidrat ini amat jenuh dengan dihidrat sehingga dihidrat mengendap. Begitu dihidrat mengendap, larutan tidak lagi jenuh dengan hemihidrat, jadi terus melarut. Kemudian proses berlanjut, yaitu pelarutan hemihidrat dan pengendapan dihidrat terjadi baik dalam bentuk kristal baru atau pertumbuhan yang lebih lanjut pada keadaan yang sudah ada. Reaksi terus berlanjut sampai tidak ada lagi dihidrat mengendap dari larutan. Anhidrat tidak terbentuk dalam media air.

Waktu pengadukan dimulai dari penambahan bubuk pada air sampai pengadukan sempurna. Pengadukan secara mekanik biasanya tercapai dalam 20-30 detik. Pengadukan tangan dengan spatula umumnya memerlukan sedikitnya 1 menit untuk memperoleh adukan yang halus (Anusavice, 2003).

Waktu yang tersedia untuk menggunakan adukan, dimana konsistensi yang merata dipertahankan untuk dilakukan satu atau beberapa manipulasi. Umumnya, waktu kerja sekitar 3 menit adalah cukup (Anusavice, 2003). Waktu yang terentang antara mulai pengadukan sampai bahan mengeras. Dapat diukur dengan beberapa jenis uji penetrasi dengan menggunakan instrument (Anusavice, 2003). Secara teknis, dianggap sebagai waktu dimana kekuatan kompresi sedikitnya 80% dari kekuatan yang diperoleh selama 1 jam. Kebanyakan produk modern mencapai keadaan siap untuk digunakan dalam 30 menit (Anusavice, 2003).

### 2.3.2 Jenis Produk Gypsum

McCabe (2008) membagi menjadi 6 tipe sesuai standar ISO untuk produk dental gypsum, yaitu:

a. Tipe 1 : *Dental plaster, impression*

Gips tipe 1 merupakan bahan cetak yang terdiri dari *plaster of Paris* yang ditambahkan untuk mengatur waktu pengerasan dan ekspansi pengerasan. Plaster cetak jarang digunakan lagi karena telah tergantikan oleh bahan cetaki hidrokoloid dan elastomer.

b. Tipe 2 : *Dental plaster, model*

*Plaster model* yang biasa digunakan untuk mengisi kuvet dalam pembuatan protesa bila ekspansi pengerasan tidaklah penting dan kekuatan cukup. Biasa dikenal sebagai gips putih.

c. Tipe 3 : *Dental stone, die, model*

Gips tipe 3 merupakan gips yang biasa digunakan untuk pengisian bahan cetakan. Memiliki ekspansi pengerasan yang dapat ditolerir pada model yang memproduksi jaringan lunak.

d. Tipe 4 : *Dental stone, die, model, high strength, low expansion*

*Stone* gigi dengan kekuatan yang tinggi yang memenuhi kriteria utama bagi bahan *stone* untuk pembuatan *die*. Gips tipe 4 memiliki tingkat kekerasan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tipe 3.

e. Tipe 5 : *Dental stone, die, model, high strength, high expansion*

Produk gipsium dengan kekuatan kompresi yang tinggi namun memiliki ekspansi pengerasan yang besar.

f. Tipe 6: Gipsium sintetik

Produk sampingan atau produk sisa dari pembuatan asam fosforik. Produk sintetik biasanya lebih mahal dan sifatnya sebanding atau lebih tinggi dibanding *stone* alami.

### 2.3.2.1 Gips Tipe III

*Stone* III memiliki kekuatan kompresi minimal 1 jam sebesar 20,7 MPa(3000psi), tetapi tidak melebihi 34,5 MPa (5000 psi). Bahan ini ditujukan untuk pengecoran dalam membentuk gigi tiruan penuh yang cocok dengan jaringan lunak.

*Stone* III lebih disukai untuk pembuatan model yang digunakan pada konstruksi protesa, karena *stone* tersebut memiliki kekuatan yang cukup untuk tujuan itu serta protesa lebih mudah dikeluarkan setelah proses selesai (Anusavice, 2003)

### 2.3.2.2 Pembuatan Gips Tipe III

Gips tipe III harus dibuat dengan mempertimbangkan pemberian waktu *recovery time* yang cukup bagi elastomer. Umumnya silikon kondensasi dapat menerima semua produk gipsum (McCabe and Walls, 2008).

Sebuah model harus memenuhi kriteria, yaitu memiliki kekuatan yang tinggi sehingga mencegahnya mengalami kerusakan (pecah) selama pengerjaan dan prosedur flasking, pertahanan terhadap abrasi sehingga tidak mudah rusak selama pembuatan malam, mampu memberikan detail yang baik dan margin yang jelas, memiliki keakuratan dimensional dan stabilitas saat setting terus terjaga, harus mudah dikeluarkan dari bahan cetak, mudah dibedakan dengan malam atau porselen, tidak memerlukan banyak peralatan dalam pembuatannya, dan tidak mengandung bahan yang berbahaya (Hussain, 2008).