

FIBRE GLASS  
ACRYLIC RESIN

ADLN - Perpustakaan Universitas Airlangga

**PERBEDAAN KONSENTRASI PENAMBAHAN GLASS FIBER PADA  
RESIN AKRILIK HEAT CURED TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN  
(Penelitian Laboratoris)**

K6 80 07

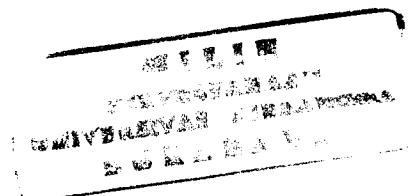
**SKRIPSI**



Oleh :

**HANUM URFANI**  
020413367

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2007**



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PERBEDAAN KONSENTRASI PENAMBAHAN GLASS FIBER PADA  
RESIN AKRILIK HEAT CURED TERHADAP KEKERASAN  
PERMUKAAN  
(Penelitian Laboratoris)**

**SKRIPSI**

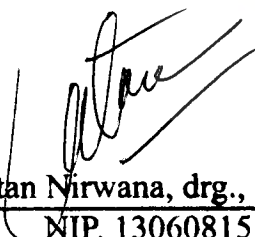
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Menyelesaikan Pendidikan Dokter Gigi  
Pada Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Airlangga

Oleh :

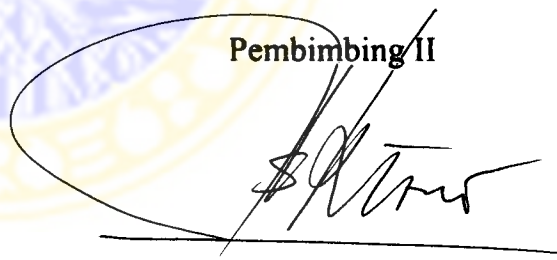
**HANUM URFANI**  
**020413367**

DISETUJUI OLEH:

Pembimbing I

  
( Intan Nirwana, drg., M.Kes )  
NIP. 130608151

Pembimbing II

  
( R. Helal Soekartono, drg., M.Kes )  
NIP. 131417200

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2007**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala curah nikmat, karunia, pertolongan dan penjagaannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.

Sehubungan dengan selesainya karya ini, penulis ingin menyampaikan penghargaan disertai ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Ruslan Effendy, drg. MS., SpKG selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
2. Asti Meizarini, drg., MS selaku Kepala Bagian Ilmu Material dan Teknik Kedokteran Gigi Universitas Airlangga sekaligus ketua tim penguji skripsi yang telah memberikan kesempatan penulis untuk mengambil tema skripsi di Lab.IMTKG.
3. Intan Nirwana, drg., M.Kes selaku pembimbing utama yang telah memberikan banyak bantuan dan bimbingan selama penyusunan skripsi dengan penuh kesabaran hingga skripsi ini selesai dengan baik.
4. R. Helal Soekartono, drg., M.Kes selaku pembimbing kedua yang telah memberikan dukungan dan saran yang sangat berarti bagi penulis.
5. Dr. R. Darmawan Setijanto, drg., M.Kes selaku Dosen Wali yang telah membantu melancarkan studi selama di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.

6. Soebagio, drg., M.Kes dan Endanus Harijanto, drg., M.Kes selaku dosen penguji skripsi atas saran yang telah diberikan kepada penulis
7. Bapak Bambang Sumantri, ST. selaku Kepala Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin FTI-ITS atas bantuannya selama penelitian.
8. Pak Sadoyo selaku sekretaris Lab.IMTKG yang telah membantu selama proses penulisan skripsi ini.
9. Abah dan mama, serta saudara dan keluarga besar penulis atas dukungan, doa, dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
10. Rendra, Rahmat, Ria, Sisil, Riska, Hafsah, Adi, Ardi, Billy, Adelene, Arzleen, Rina, Komang, Ayulistya, dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini hingga selesai.

Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak.

Surabaya, 21 Juni 2007

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Hipotesis	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>4</b>
2.1 Resin Akrilik	4
2.1.1 Jenis Resin Akrilik	4
2.1.2 Komposisi	5
2.1.3 Polimerisasi	6
2.1.4 Proses Kuring	8
2.1.5 Sifat Resin Akrilik	9
2.2 <i>Glass Fiber</i>	10
2.3 Kekerasan Permukaan	11
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>13</b>
3.1 Jenis Penelitian	13
3.2 Variabel Penelitian	13
3.2.1 Variabel Bebas	13
3.2.2 Variabel Terikat	13
3.2.3 Variabel Terkendali	13

3.3 Sampel	13
3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel	13
3.3.2 Kriteria Sampel	14
3.2.3 Besar Sampel	14
3.4 Definisi Operasional	15
3.5 Bahan	15
3.6 Alat	16
3.7 Lokasi Penelitian	16
3.8 Alur Penelitian	17
3.9 Cara kerja	18
3.9.1 Persiapan Menentukan Konsentrasi <i>Glass Fiber</i> dan Resin Akrilik	18
3.9.2 Pembuatan Sampel Dari Bahan Resin Akrilik <i>Heat Cured</i>	19
3.9.3 Uji Kekerasan permukaan	20
3.10 Uji Statistik	21
<b>BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA</b>	22
<b>BAB 5 PEMBAHASAN</b>	25
<b>BAB 6 KESIMPULAN</b>	28
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	29
<b>LAMPIRAN</b>	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hasil Bekas Penekanan Indentor	21
Gambar 4.1 Rata-rata dan Uji Beda Nilai Kekerasan Permukaan Resin Akrilik Antar Kelompok	23



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rerata dan Standar Deviasi Nilai Kekerasan Permukaan Resin Akrilik	22
Tabel 4.2 Uji <i>One-way</i> ANOVA Resin Akrilik Tipe <i>Heat Cured</i> Setelah Penambahan <i>Glass Fiber</i> Dengan Konsentrasi 1%, 3%, dan 5%	23
Tabel 4.3 Uji Beda Nilai Kekerasan Permukaan Resin Akrilik Antara Masing-masing Kelompok Menggunakan Uji LSD	24





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Kekerasan Permukaan Resin Akrilik Tipe <i>Heat Cured</i> Setelah Penambahan <i>Glass Fiber</i> 1%, 3%, dan 5%	31
Lampiran 2 : Penghitungan Statistik Nilai Kekerasan Permukaan	33



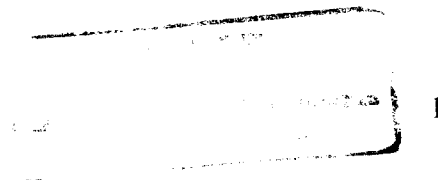
## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Resin akrilik atau *polimetilmetakrilat* merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan di bidang kedokteran gigi, terutama dalam pembuatan basis gigi tiruan. Resin akrilik banyak digunakan karena harganya murah, mudah direparasi, dimanipulasi, stabilitas dimensi dan estetik cukup baik, dan proses pembuatannya mudah namun memenuhi syarat estetik (Craig & Power, 2002). Walaupun demikian resin akrilik juga memiliki kerugian yaitu mudah patah dan mudah tergores (Gutteridge, 1988; Craig & Powwer, 2002). Untuk memperbaiki kekurangan dari resin akrilik tersebut, maka dapat dilakukan penambahan salah satu bahan penguat yaitu bahan fiber (Aydin et al,2002; Uzun & Keyf, 2003).

Jenis fiber yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan basis gigi tiruan, diantaranya adalah *aramid fiber*, *carbon fiber*, *ultra high molecular weight polyethylene fiber* dan *glass fiber* (Babur et al,1999). *Glass fiber* dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik dan dapat beradhesi baik dengan matrik polimer (Craig & Powers,2002). Disamping itu, menurut Van Noort (2002), *glass fiber* adalah tipe yang paling menjanjikan dan dapat ditambahkan pada resin akrilik dalam bentuk potongan pendek atau tertanam dalam bentuk anyaman atau dalam bentuk serabut lepas.



Akrilik memiliki beberapa sifat fisik dan salah satunya adalah kekerasan permukaan. Kekerasan permukaan didefinisikan secara umum sebagai ketahanan suatu bahan terhadap indentasi dan penetrasi pada permukaan (Craig, 2002). Sedangkan menurut Anusavice (2003), kekerasan permukaan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan abrasi dan pengikisan. Kekerasan permukaan sangat diperlukan untuk melindungi basis gigi tiruan akrilik dari pengikisan dan goresan-goresan yang timbul akibat pembersihan gigi tiruan dengan menggunakan sikat (Craig, 2002)

Semakin rendah kekerasan permukaan suatu bahan, maka semakin mudah pula terjadi goresan di permukaan bahan tersebut. Adanya goresan mikroskopik kecil atau kerusakan mikrostruktur pada permukaan atau dalam struktur internal suatu bahan dapat menyebabkan penurunan kekuatan bahan tersebut (Anusavice, 2003). Oleh karena itu, untuk memperbaiki kekurangan tersebut maka dalam penelitian ini dilakukan penambahan fiber pada resin akrilik pada resin akrilik tipe *heat cured*.

Beberapa penelitian telah menunjukkan gigi tiruan yang ditambah fiber ternyata lebih tahan terhadap fraktur, lebih sedikit mengalami kepatahan dibandingkan dengan gigi tiruan yang tidak ditambahkan fiber (Cisneros et al, 2004). Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ayulistya (2006), penambahan konsentrasi *glass fiber* sebesar 1%, 3%, dan 5% pada resin akrilik tipe *heat cured* memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan transversal akrilik tersebut. Tetapi informasi mengenai pengaruh

penambahan konsentrasi *glass fiber* hingga 5% pada resin akrilik tipe *heat cured* terhadap kekerasan permukaan sejauh ini belum diketahui.

Berdasarkan uraian tersebut diatas, maka perlu diteliti lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan *glass fiber* pada resin akrilik tipe *heat cured* dengan konsentrasi berbeda yaitu 1%, 3%, dan 5% terhadap kekerasan permukaan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Apakah perbedaan konsentrasi penambahan *glass fiber* pada resin akrilik tipe *heat cured* akan mempengaruhi kekerasan permukaan.

## **1.3 Hipotesis**

Terdapat perbedaan kekerasan permukaan resin akrilik jenis *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* konsentrasi berbeda

## **1.4 Tujuan penelitian**

Mengetahui kekerasan permukaan dari resin akrilik jenis *heat cured* setelah penambahan *glass fiber* dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5%.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk memberi informasi tentang kekerasan permukaan akrilik tipe *heat cured* setelah penambahan *glass fiber* dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5% sebagai kelengkapan data untuk aplikasi klinis.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Resin Akrilik

Resin akrilik adalah polimer yang merupakan rantai panjang terdiri dari unit *metil metakrilat* yang berulang. Sampai sekarang resin akrilik masih merupakan bahan pilihan untuk pembuatan gigi tiruan lepasan. (Anusavice 2003). Hal tersebut karena resin akrilik mempunyai kekuatan fisik dan estetika yang baik, daya serap air rendah, perubahan dimensi kecil dan mudah dipreparasi (ADA, 1974; Combe 1992). Walaupun resin akrilik juga mempunyai beberapa kelemahan yaitu: mudah patah bila jatuh atau akibat kelelahan bahan karena lamanya pemakaian.

##### 2.1.1 Jenis Resin Akrilik

Menurut Anusavice (2003) resin akrilik dibagi dalam 3 macam yaitu:

1. Bahan resin akrilik tipe *heat cured* adalah resin yang polimerisasinya dengan bantuan pemanasan.
2. Bahan resin akrilik tipe *cold cured*. Bahan resin ini sering juga disebut dengan *self cured* atau *autopolimerising*. Resin akrilik *cold cured* komposisinya sama dengan bahan *heat cured* kecuali cairan *cold cured* mengandung bahan aktivator sehingga dapat berpolimerisasi langsung pada suhu kamar.
3. Bahan resin akrilik tipe *light cured* yang polimerisasinya menggunakan sinar tampak atau sinar yang bias dilihat oleh mata.

Bahan resin akrilik yang umum dipakai sebagai bahan basis gigi tiruan adalah resin akrilik *polimetilmetakrilat* tipe *heat cured*.

### 2.1.2 Komposisi

Menurut Combe (1992) dan Craig & Powers (2002), bentuk fisik dan komposisi umum bahan resin akrilik dari:

a) Bubuk (polimer) terdiri dari :

1. *Polimetil metakrilat*, sebagai komponen utama
2. *Benzoyl Peroxide* 0,5 - 1,5 % sebagai initiator.
3. *Mercuric sulfide, Cadmium Sulfide, Ferric Acid, Carbon Black* sebagai pigmen. Pigmen  $\pm 1$  % terdapat dalam partial polimer agar diperoleh warna yang sesuai dengan jaringan rongga mulut terutama giginya.

b) Cairan (monomer) terdiri dari:

1. Monomer *metil metakrilat* sebagai komponen utama.
2. *Inhibitor Hydroquinone* 0,003 - 0,1% sebagai penghambat polimerisasi selama penyimpanan monomer.
3. *Cross Linking Agent*, senyawa organik yaitu *ethylene glycoldimethacrylate*  $\pm 10\%$  yang berfungsi sebagai bahan pembentuk jembatan antara 2 molekul yang panjang sehingga polimer menjadi lebih kuat, keras, tahan terhadap goresan dan keretakan.

Pencampuran polimer dengan monomer dalam pembuatan basis gigi tiruan menjadi bentuk adonan dengan perbandingan bubuk (polimer) dan cairan (monomer) sebesar 3:1 dalam satuan isi dan 2:1 dalam satuan berat (Combe, 1992) akan menghasilkan massa yang plastis melalui beberapa fase (Combe 1992) dan Anusavice (2003).

1. *Sandy stage* atau *wet sand stage* :

Terbentuknya campuran menyerupai pasir basah.

2. *Stringy stage* :

Bahan mulai merekat dan berserabut pada saat polimer mulai larut di dalam monomer.

3. *Dough stage* :

Bahan tidak lagi melekat di dinding mangkok porselen. Fase ini merupakan fase yang tepat untuk memasukkan bahan kedalam cetakan.

4. *Rubbery stage* :

Bahan akan menjadi elastis kemudian kaku bila didiamkan lama.

5. *Stiff stage* :

Campuran akan menjadi kaku, keras dan tahan terhadap perubahan bentuk.

### 2.1.3 Polimerisasi

Polimerisasi adalah proses pembentukan dari beberapa molekul yang lebih kecil atau molekul-molekul yang bergabung antara satu

dengan yang lain. Terjadi 2 proses reaksi kimia utama dalam polimerisasi yaitu reaksi kondensasi dan reaksi adisi (Combe, 1992)

#### A. Reaksi Kondensasi

Reaksi kondensasi merupakan reaksi antara dua molekul yang kemudian membentuk molekul yang lebih besar dengan menghilangkan molekul yang kecil.

#### B. Reaksi Adisi

Reaksi adisi merupakan reaksi penambahan yang terjadi antara 2 molekul atau lebih tanpa menghilangkan molekul yang kecil.

Berdasarkan mekanismenya, proses polimerisasi terjadi 3 tahapan (Combe 1992, Anusavice 2003), yaitu:

##### a. Inisiasi

Adalah tahapan polimerisasi dengan penggerak berupa radikal bebas yang dapat terbentuk karena penguraian *peroxide*. Satu molekul *benzoyl peroxide* dapat membentuk 2 radikal bebas. Radikal bebas inilah yang akan menyebabkan terjadinya polimerisasi dan disebut *inisiator*. Inisiasi dapat diartikan sebagai proses penguraian peroxide melalui panyinaran dengan ultra violet, sinar tampak radiasi elektromagnetik seperti sinar gamma atau dengan cara pemanasan maupun dengan pemberian bahan kimia lain seperti *dimethyl-p-toluidine*, *tersieriamin*, atau *merkaptan*.



b. Propagasi

Tahap pembentukan rantai polimer dari reaksi radikal bebas dengan monomer.

c. Terminasi

Tahapan ini tercapai jika dua radikal bebas bergabung membentuk satu molekul yang stabil.

#### 2.1.4 Proses kuring

Proses polimerisasi dimulai pada suhu  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  dengan mekanisme radikal bebas karena terurainya *benzoyl peroxide* yang kemudian diikuti terbukanya ikatan rangkap pada monomer. Proses polimerisasi dengan pemanasan air terjadi karena adanya kenaikan suhu berupa panas yang diterima dari molekul lain, dengan arti lain polimerisasi terjadi pergerakan molekul secara pasif karena panas dari luar. Pada proses polimerisasi secara konvensional, akrilik harus direbus dalam waktu dan suhu tertentu.

Menurut Combe (1992) ada 3 prinsip yang harus diperhatikan selama proses kuring dengan pemanasan air, yaitu :

- A. Jika waktu penggodokkan kurang maka dapat menyebabkan meningkatnya jumlah monomer sisa, hal ini harus dihindari.
- B. Peningkatan suhu sebaiknya tidak terlalu cepat, dikarenakan monomer ini mendidih pada suhu  $100,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Annusavice, 2003). Resin akrilik tidak mencapai suhu tersebut ketika masih terdapat sejumlah besar dari monomer sisa yang belum bereaksi hal ini

menyebabkan porositas, untuk mengurangi hal tersebut terdapat 2 alternatif yaitu :

1. Suhu 72 °C selama 16 jam, atau
2. Suhu 72 °C selama 2 jam, sebagian besar monomer telah bereaksi, kandungan monomer sisa masih dibawah batas penerimaan, kemudian naik 100 °C selama 2 jam.

C. Pendinginan perlahan karena terdapat perbedaan koefisien ekspansi termal antara bahan cetakan gips dan bahan resin akrilik yang dapat menyebabkan *internal stress* dalam polimer.

Menurut Mc Cabe (1990) bahan resin akrilik dapat digodok pada suhu 70°C selama 7 jam kemudian suhu tersebut ditingkatkan sampai dengan 100 °C selama 3 jam, kemudian didinginkan perlahan-lahan sampai didapatkan sama dengan suhu kamar. Pada metode ini akan dihasilkan plat resin akrilik dengan kandungan monomer sisa yang minimal tanpa adanya porositas.

Pada saat ini berkembang resin akrilik jenis *rapid heat cured* yang mempunyai 2 aktivator yaitu *chemical (dimethyl p-toluidine)* dan *heat activator* serta hanya memerlukan waktu 20 menit pada proses polimerisasi dengan menggunakan pemanasan air pada suhu 100 °C (Craig, 2002).

#### 2.1.5 Sifat Resin Akrilik

Resin akrilik memiliki sifat fisik berupa kekuatan mekanis seperti kekuatan impak, kekuatan transversa, kekerasan permukaan,

modulus elastisitas, dan lain-lain. Kekuatan akrilik tergantung dari berat molekul polimer, porositas, dan penambahan bahan tertentu pada resin akrilik (Combe, 1992)

Menurut Anusavice (2003) dan Craig & Powers (2002), resin akrilik banyak digunakan sebagai bahan basis gigi tiruan karena mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan, yaitu dari segi estetik cukup baik yang ditandai dengan warna yang menyerupai gingival, mudah dimanipulasi dan direparasi, harga relatif murah, tidak mempunyai rasa dan bau, berat jenis rendah, dan mempunyai kekuatan yang adekuat untuk aplikasi.

Selain beberapa sifat yang menguntungkan, resin akrilik juga mempunyai sifat yang kurang menguntungkan. Sifat tersebut antara lain adalah mudah patah bila jatuh pada tempat yang keras, atau fraktur karena *fatigue* dalam rongga mulut (Gutteridge, 1998) dan dapat patah pada pemakaian dengan beban kunyah besar (Mc.Cabe,1990).

## 2.2 Glass fiber

Fiber merupakan suatu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kekuatan dari basis gigi tiruan, dalam hal ini adalah basis gigi tiruan dengan bahan resin akrilik (Valittu,1996; Babur et al, 1999).

Fiber dapat ditambahkan dalam resin akrilik dalam beberapa bentuk yaitu anyaman, serabut atau dipotong menjadi bentuk yang pendek. Bentuk

yang paling bagus untuk meningkatkan kekuatan resin akrilik adalah bentuk serabut (Uzun & Keyt,2001).

Fiber memiliki beberapa tipe yaitu : (Valittu,1996; Babur et al, 1999)

1. *Carbon Fiber*, yang memiliki kesulitan dalam karakteristik dan rendahnya estetik
2. *Aramid Fiber* (polyaraphenylene terephthamide), yang memiliki kekurangan dalam perlekatan resin akrilik.
3. *UHMPE* (Ultra High Molecular Weight Polyethylene) yang memiliki warna yang netral, berat jenis yang rendah, biokompatibilitas yang baik dan memiliki perlekatan dengan resin yang baik, tetapi proses pembuatannya menghabiskan waktu yang cukup lama.
4. *Glass Fiber*, adalah tipe yang paling menjanjikan dan dapat juga ditambahkan pada resin akrilik dalam bentuk potongan pendek atau tertanam dalam bentuk anyaman atau dalam bentuk serabut lepas.

Menurut Valittu (1994) *glass fiber* adalah bahan yang sering digunakan untuk memperkuat resin akrilik sebab mempunyai estetik dan perlekatan dengan matrik polimer baik dan menurut penelitian yang dilakukan Narva et al (2001), *glass fiber* yang ditambahkan pada resin akrilik tidak mengiritasi mukosa rongga mulut.

### **2. 3. Kekerasan Permukaan**

Secara umum, kekerasan permukaan didefinisikan sebagai ketahanan suatu bahan terhadap indentasi dan penetrasi pada permukaan (Craig, 2002).

Sedangkan menurut Anusavice (2003), kekerasan permukaan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan abrasi dan pengikisan. Kekerasan juga digunakan sebagai indikasi ketahanan terhadap indentasi oleh bahan yang keras (Mc Cabe, 1990). Tingginya kekerasan permukaan dapat mengurangi resiko tergoresnya permukaan akrilik, sehingga dapat pula mengurangi resiko kepatahan dan kekasaran permukaan yang dapat menyebabkan penempelan plak pada basis gigi tiruan.

Kekerasan dimasukkan dalam sejumlah spesifikasi ADA untuk bahan kedokteran gigi. Ada beberapa jenis uji kekerasan permukaan. Kebanyakan berdasarkan pada kemampuan permukaan suatu bahan untuk menahan penetrasi benda tajam di bawah beban tertentu. Uji yang paling sering digunakan dalam menentukan kekerasan bahan gigi dikenal dengan nama *Brinell*, *Rockwell*, *Vickers* dan *Knoop*. Uji yang dipilih bergantung pada materi yang akan diukur (Anusavice, 2003).

Uji Vickers menerapkan prinsip uji kekerasan menggunakan intan berbentuk piramid beratas bujur sangkar. Alat penguji ini memiliki ujung penguji yang akan meninggalkan lekukan pada permukaan benda yang diuji. Semakin kecil lekukan, semakin keras permukaan benda yang diuji (Anusavice, 2003).

Oleh karena akrilik merupakan bahan yang rapuh, maka pada penelitian ini digunakan *Vickers Hardness Tester*. Pengujian ini cocok untuk menentukan kekerasan bahan rapuh, karenanya digunakan pula untuk mengukur kekerasan struktur gigi (Anusavice, 2003).

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Eksperimental laboratorik

#### **3.2 Variabel Penelitian**

##### **3.2.1 Variabel Bebas**

Konsentrasi *glass fiber* sebesar 1%, 3%, dan 5%

##### **3.2.2 Variabel Terikat**

Kekerasan permukaan resin akrilik

##### **3.2.3 Variabel Terkendali**

1. Resin akrilik tipe *heat cured*
2. Cara pembuatan sampel
3. Bentuk dan kriteria sampel
4. Perbandingan monomer dan polimer resin akrilik
5. Bentuk dan ukuran *glass fiber*
6. Alat dan cara uji kekerasan permukaan resin akrilik

#### **3.3 Sampel**

##### **3.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel**

Sampel pada penelitian ini berbentuk lempeng dengan ukuran panjang 10 mm, lebar 10 mm, dan tebal 2,5 mm (Minagi et al,1985).

### 3.3.2 Kriteria Sampel

- Bentuk dan ukuran sampel sesuai (10 x 10 x 2,5 mm)
- Permukaan halus dan tidak porus
- Tidak ada perubahan bentuk

### 3.3.3 Besar Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel minimal, dihitung dengan menggunakan rumus Daniel (1991) :

$$n = \frac{(Za)^2 \cdot d^2}{d^2}$$

Keterangan :

n : Besarnya sampel

Za : Harga standar normal pada a tertentu (a = 0,05) = 1,96

d : SD terbesar dari penelitian sejenis sebelumnya (Ratwita, 2001)

d<sup>2</sup> : 3.0276

d : penyimpangan rata-rata hitung yang diharapkan ½ atau ¼ SD

Dari penelitian sebelumnya (Ratwita, 2001) didapatkan SD terbesarnya 1,74 sehingga diperoleh n = 5,14 dibulatkan menjadi 6.

Sehingga besar sampel untuk tiap-tiap perlakuan adalah 6 buah sehingga jumlah total sampel adalah 24 buah.

Jumlah sampel seluruhnya akan dibagi menjadi 4 kelompok:

Kelompok 1 : Lempeng resin akrilik tanpa penambahan *glass fiber* (kontrol).

Kelompok 2 : Lempeng resin akrilik dengan penambahan *glass fiber* pada konsentrasi 1%

Kelompok 3 : Lempeng resin akrilik dengan penambahan *glass fiber* pada konsentrasi 3%

Kelompok 4 : Lempeng resin akrilik dengan penambahan *glass fiber* pada konsentrasi 5%

### 3.4 Definisi Operasional

- a. Konsentrasi *glass fiber* pada resin akrilik tipe *heat cured* adalah penentuan banyaknya *glass fiber* dalam berat bubuk resin akrilik yang dihitung berdasarkan persentase berat *glass fiber* yang ditambahkan ke dalam resin terhadap berat bubuk resin akrilik untuk 1 ml cairan akrilik menurut aturan pabrik yaitu 2 gr, sehingga :
- 1% *glass fiber* adalah  $1\% \times 2 \text{ gr} = 0,02 \text{ gr}$
  - 3% *glass fiber* adalah  $3\% \times 2 \text{ gr} = 0,06 \text{ gr}$
  - 5% *glass fiber* adalah  $5\% \times 2 \text{ gr} = 0,10 \text{ gr}$
- b. Kekerasan permukaan resin akrilik adalah ketahanan suatu bahan terhadap indentasi dan penetrasi pada permukaan (Craig, 2002).

### 3.5 Bahan

1. Resin akrilik jenis *heat cured* (Biocryl)
2. *Glass fiber* bentuk anyaman
3. Gips keras
4. Vaseline
5. Cold Mould Seal



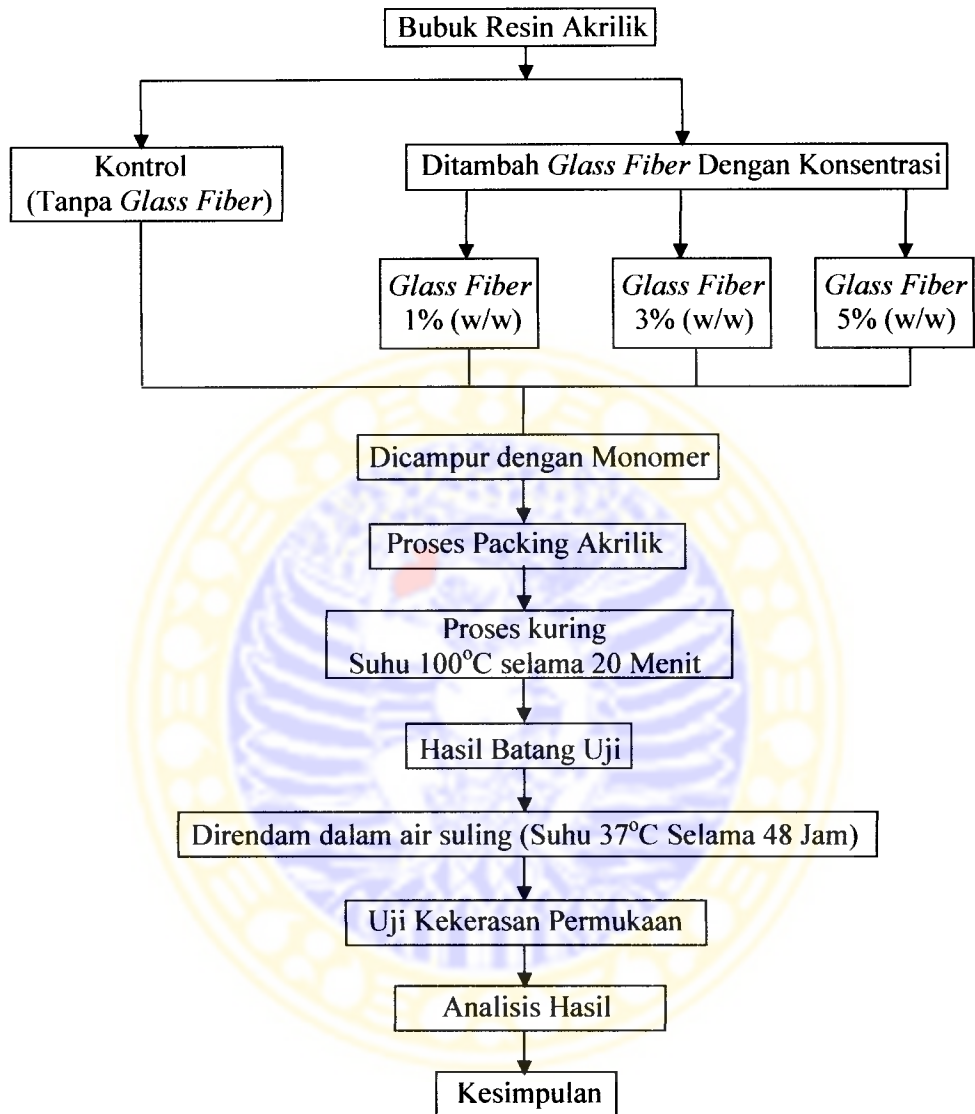
### 3.6 Alat

1. Master model logam dari bahan kuningan dengan ukuran 10x10x 2,5mm
2. Kuvet
3. Press tangan / klem
4. *Bench press hydrolic* merk Yoshida, Jepang
5. Mangkok karet (bowl)
6. Spatula gips
7. Neraca elektrik
8. Gelas ukur
9. Alat pengaduk akrilik dan pot tempat pengaduk
10. Pisau gips, pisau model dan pisau malam
11. Kuas
12. Gunting
13. Kertas gosok ukuran 1000
14. Kertas selopahan
15. Straight hand piece merk W & H
16. Alat uji kekerasan permukaan, *Vickers Hardness Tester*

### 3.7 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ilmu Material dan Kedokteran Gigi Universitas Airlangga dan Laboratorium Metallurgi Fakultas Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

### 3.8 Alur Penelitian



### 3.9 Cara Kerja

#### 3.9.1 Persiapan Menentukan Konsentrasi *Glass Fiber* dan Resin Akrilik

- a. Kelompok 1 tanpa penambahan *glass fiber* (kontrol)

Menyediakan bubuk dan cairan resin akrilik dengan perbandingan 2 gr : 1 ml sesuai aturan pabrik, kemudian diaduk dalam pot porselen.

- b. Kelompok 2 dengan penambahan *glass fiber* sebesar 1%

Menyediakan *glass fiber* bentuk anyaman yang dipotong sepanjang 4 mm (Chen et al, 2001) dari anyamannya kemudian ditimbang seberat 0,02 gr dan dicampur dengan 1,98 gr bubuk resin akrilik.

- c. Kelompok 3 dengan penambahan *glass fiber* sebesar 3%

Menyediakan *glass fiber* bentuk anyaman yang dipotong sepanjang 4 mm (Chen et al, 2001) dari anyamannya kemudian ditimbang seberat 0,06 gr dan dicampur dengan 1,94 gr bubuk resin akrilik.

- d. Kelompok 4 dengan penambahan *glass fiber* sebesar 5%

Menyediakan *glass fiber* bentuk anyaman yang dipotong sepanjang 4 mm (Chen et al, 2001) dari anyamannya kemudian ditimbang seberat 0,10 gr dan dicampur dengan 1,9 gr bubuk resin akrilik.

### 3.9.2 Pembuatan Sampel Dari Bahan Resin Akrilik *Heat Cured*

Menyiapkan kuvet besar dan master model dari logam kuningan dengan ukuran 10 x 10 x 2,5 mm. Gips keras dengan perbandingan 100 gram gips dan 24 ml air (sesuai aturan pabrik) dan diaduk diatas *vibrator*. Kemudian adonan gips keras dimasukkan kedalam kuvet besar bagian bawah yang telah disiapkan diatas vibrator, setelah terisi penuh kemudian master model dari kuningan diletakkan di tengah kuvet (6 buah logam kuningan dalam 1 kuvet) dan didiamkan sampai gips mengeras. Setelah gips mengeras kuvet bagian atas dan bawah dipisahkan (dibuka) dan master model dari logam kuningan diambil. Selanjutnya vaselin yang menempel pada permukaan kuvet dibersihkan dengan menggunakan air panas yang mengalir, dan ditunggu hingga dingin.

Permukaan cetakan dalam kuvet diolesi dengan bahan separasi *cold mould seal* (CMS) secara merata dan tunggu hingga kering. Bubuk yang mengandung *glass fiber* 1% dicampur monomer dan diaduk merata dalam pot dari poselen (Taner et al, 1999), ditunggu sampai *fase dough* kemudian adonan dimasukkan ke dalam cetakan. Bagian atas dari adonan ditutup kertas selophan kemudian kuvet lawan dipasang, dan ditekan dengan menggunakan press hidrolis secara perlahan-lahan (tekanan 2 atm), supaya kelebihan akrilik dapat mengalir keluar. Kemudian press dibuka dan kelebihan akrilik dipotong, kemudian kuvet ditutup kembali dan ditekan secara

perlahan-lahan dengan menggunakan press hidrolis. Kemudian press dibuka dan kelebihan akrilik dipotong, kemudian kuvet ditutup kembali dan dilakukan penekanan yang terakhir dan dibiarkan 15 menit (sesuai petunjuk pabrik).

Selanjutnya dilakukan proses kuring pada suhu 100° C selama 20 menit (aturan pabrik). Selanjutnya dibiarkan sampai dingin (temperatur kamar). Setelah dingin kuvet dibuka dan batang uji dikeluarkan dari dalam kuvet dan dihaluskan dengan kertas gosok dibawah air mengalir sampai sesuai dengan kriteria sampel.

### 3.9.3 Uji Kekerasan permukaan

Sebelum dilakukan uji kekerasan permukaan, sampel dikeluarkan dari perendam dan dikeringkan dengan tissue. Penyetelan waktu penekanan indentor dan beban yang akan digunakan (disesuaikan dengan kekerasan sampel yaitu 100 gr selama 15 detik). Mesin uji dinyalakan (*switch "ON"*). Sampel yang akan diuji diletakkan pada anvil (landasan). Mendekatkan permukaan sampel yang akan diuji di bawah indentor  $\pm 1$  mm. Ditekan tombol penekanan (*push button*), lampu merah akan menyala. Penekanan indentor ke permukaan benda uji akan berlangsung dengan sendirinya selama waktu yang telah ditentukan. Proses penekanan selesai lampu merah padam. Dilanjutkan dengan proses pengamatan dan pengukuran. Hasil bekas penekanan berupa belah ketupat (gambar 3.1), kemudian diukur panjang kedua

diagonalnya. Penekanan indenter pada permukaan sampel dilakukan pada tiga tempat kemudian dicatat hasilnya. Hasil pengukuran panjang diagonal dimasukkan dalam rumus *Vickers Hardness Tester* sebagai berikut :

Penghitungan hasil uji kekerasan :

$$HV = 1,8544 \times \frac{L}{D^2}$$

HV = Hardness Vickers (nilai kekerasan Vickers) (kg/mm<sup>2</sup>)

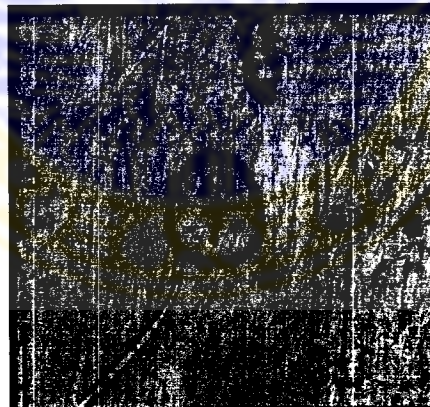
L = Beban yang digunakan

D = panjang diagonal (mm)

$$= \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$$1,8544 = 2 \sin a/2$$

a = sudut yang dibentuk ujung penguji (136°)



Gambar 3.1. Hasil Bekas Penekanan Indentor

### 3.10 Uji Statistik

Analisa data dilakukan dengan uji statistic *One-Way ANOVA* dengan taraf kemaknaan 0,05.

## BAB 4

### HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

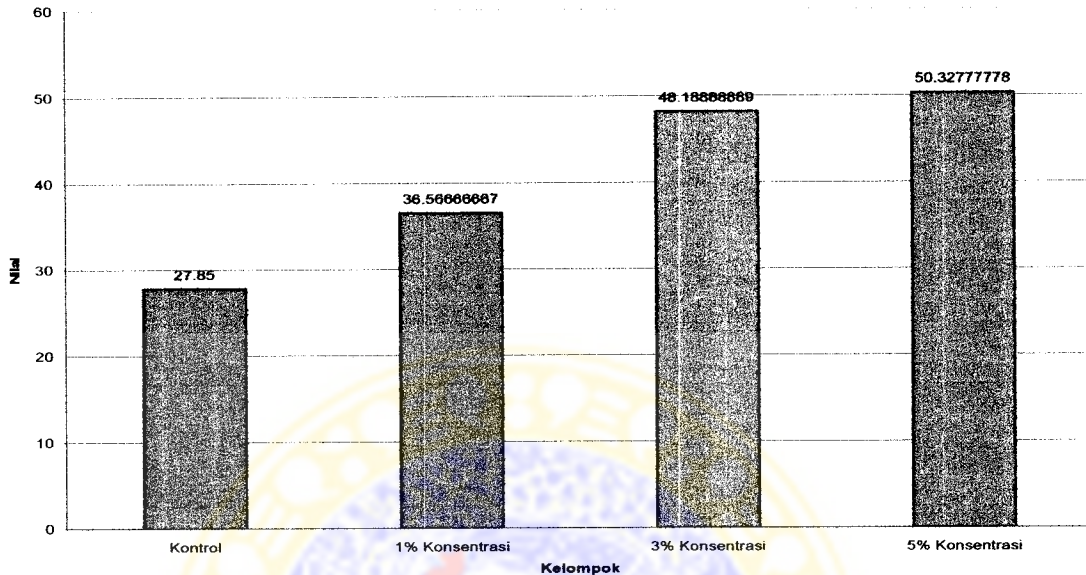
Berdasarkan hasil pengukuran kekerasan permukaan resin akrilik dalam, yang terbagi atas 4 kelompok masing-masing 6 sampel, yaitu kelompok tanpa *glass fiber* (kontrol), dan kelompok dengan *glass fiber* pada 1% konsentrasi, 3% konsentrasi, 5% konsentrasi, didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1. Rerata dan standar deviasi nilai kekerasan permukaan resin akrilik.

Kelompok	N	Rerata	Standar deviasi	Prosentase (%)
Kontrol	6	27,8500	7,73051	-
Konsentrasi 1%	6	36,5667	8,66046	31,48 %
Konsentrasi 3%	6	48,1889	18,25833	73,03 %
Konsentrasi 5%	6	50,3278	12,66694	80,71 %

Dari tabel 4.1. terlihat adanya peningkatan rerata nilai kekerasan permukaan resin akrilik dari kelompok kontrol hingga pada kelompok dengan 5% konsentrasi, kemudian sebelum dilakukan uji analisis dengan *One-Way ANOVA* antar kelompok penelitian, dilakukan uji normalitas pada masing-masing kelompok dengan menggunakan uji *Kolmogorov Smirnov*, hasilnya seluruh kelompok penelitian mempunyai nilai lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ) yang berarti data pada seluruh kelompok penelitian berdistribusi normal, kemudian dilanjutkan dengan uji *One-Way ANOVA* untuk melihat signifikansi antar kelompok penelitian.

Hasil peningkatan kekerasan permukaan dalam tabel 4.1 dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti di bawah ini :



Gambar 4.1. Rata-rata dan uji beda nilai kekerasan permukaan resin akrilik antar kelompok

Pada gambar 4.1. dapat dilihat rata-rata nilai kekerasan permukaan resin akrilik tertinggi didapatkan pada lama kelompok konsentrasi 5%, dan paling rendah pada kelompok kontrol, kemudian pada hasil analisa data dengan menggunakan uji *One-Way* ANOVA dapat dilihat secara keseluruhan terdapat perbedaan yang bermakna untuk perbandingan antara keempat kelompok dengan taraf kemaknaan 0,018.

Tabel 4.2. Uji *One-way ANOVA* resin akrilik tipe *heat cured* setelah penambahan *glass fiber* dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5%

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1985.880	3	661.960	4.212	.018
Within Groups	3142.911	20	157.146		
Total	5128.791	23			



Kemudian, untuk mengetahui perbedaan bermakna antara kelompok dilakukan uji LSD seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.3. Uji beda nilai kekerasan permukaan resin akrilik antara masing-masing kelompok menggunakan Uji LSD.

	Kontrol	1% Konsentrasi	3% Konsentrasi	5% Konsentrasi
Kontrol	-	0,243	0,011*	0,006*
1% Konsentrasi		-	0,124	0,072
3% Konsentrasi			-	0,771
5% Konsentrasi				-

\* = ada perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ )

Pada tabel 4.3 diatas dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang bermakna dengan menggunakan uji LSD pada perbandingan antara kelompok kontrol dengan 3% dan 5% konsentrasi ( $p < 0,05$ ), sedangkan untuk kelompok yang lain tidak didapatkan perbedaan yang bermakna pada kekerasan permukaan.

## BAB 5

### PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, resin akrilik tipe *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* dengan konsentrasi 1%, 3%, 5% dan kelompok kontrol (tanpa penambahan *glass fiber*) dilakukan uji kekerasan permukaan. Hasil uji kekerasan permukaan pada kelompok sampel dengan penambahan *glass fiber* 1%, 3%, dan 5% menunjukkan kekerasan permukaan 36,5667; 48,1189; 50,3278 yang semuanya lebih tinggi dari kelompok kontrol (tanpa penambahan *glass fiber*) yaitu 27,8500.

Berdasarkan data yang didapat dari hasil penelitian ini, terbukti bahwa penambahan *glass fiber* pada resin akrilik tipe *heat cured* dengan konsentrasi 1% dapat meningkatkan kekerasan permukaan sebesar 31,48%, pada konsentrasi 3% terjadi peningkatan kekerasan permukaan sebesar 73,93%, dan pada konsentrasi 5% peningkatan kekerasan permukaan sebesar 80,71% dibandingkan dengan kelompok kontrol (tanpa penambahan *glass fiber*).

Uji LSD pada kelompok sampel dengan konsentrasi 1% dibandingkan dengan kelompok kontrol tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada kekerasan permukaannya. Hal ini dapat disebabkan karena jumlah *glass fiber* yang ditambahkan pada resin akrilik belum cukup untuk meningkatkan kekerasan permukaan secara bermakna, sehingga penyebaran dari *glass fiber* tersebut kemungkinan tersebar tidak merata dan sedikit yang terkonsentrasi di

permukaan. Pada kelompok sampel 3% dan 5% menunjukkan peningkatan kekerasan permukaan secara bermakna. Pada penambahan *glass fiber* 3% menunjukkan peningkatan kekerasan permukaan yang cukup signifikan dan pada penambahan *glass fiber* 5% terjadi peningkatan kekerasan permukaan yang lebih besar lagi. Hal ini dapat disebabkan karena semakin besar konsentrasi *glass fiber* yang ditambahkan, maka kemungkinan jumlah *fiber* yang tersebar di permukaan semakin banyak pula, sehingga ketahanan terhadap indentasi juga meningkat. Kekerasan permukaan pada kelompok 5% terhadap kelompok 3% tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan. Sehingga penambahan *glass fiber* sebesar 3% dapat dikatakan cukup untuk meningkatkan kekerasan permukaan yang bermakna.

Pada penelitian sejenis sebelumnya (Ayulistya,2006), diperoleh data tentang penambahan *glass fiber* pada resin akrilik tipe *heat cured* terhadap kekuatan transversa bahwa hasil optimum didapat pada akrilik dengan penambahan *glass fiber* sebesar 3%. Sedangkan pada penambahan *glass fiber* sebesar 5% kekuatan transversa dari akrilik tersebut menurun. Hal ini dimungkinkan karena pada penambahan *glass fiber* sebesar 3% terjadi penyebaran *fiber* yang lebih merata, baik di permukaan maupun di bagian dalam akrilik. Sedangkan pada penambahan akrilik sebesar 5% dimungkinkan terjadi ketidakhomogenan pada proses pengadukan karena jumlah *glass fiber* yang ditambahkan terlalu banyak sehingga jumlah *fiber* terkonsentrasi tinggi di permukaan dan sedikit di bagian dalam. Hal inilah yang dapat menjadi

penyebab meningkatnya kekerasan permukaan namun menurunnya kekuatan transversa dari akrilik tersebut (Ayulistya, 2006).

Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas, maka dapat dikatakan bahwa penambahan *glass fiber* yang paling baik untuk mendapatkan akrilik dengan sifat fisik yang optimum adalah sebesar 3%. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Craig & Power (2002) yang mengatakan bahwa *glass fiber* dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik dan dapat beradhesi baik dengan matrik polimer.



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini terbukti bahwa penambahan *glass fiber* dengan konsentrasi 3% cukup untuk mendapatkan kekerasan permukaan akrilik tipe *heat cured* yang optimum.

#### 6.2 Saran

Untuk menambah kelengkapan data maka perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang porositas akrilik tipe *heat cured* setelah penambahan *glass fiber*, pola penyebaran *glass fiber* dalam akrilik dilihat dengan Scanning Elektro Microscope (SEM), dan konsentrasi optimum penambahan *glass fiber* pada akrilik tipe *heat cured*.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Dental Association. *Guide to Dental Materials and Devices*. 7<sup>th</sup> ed. Chicago: American Dental Association; 1974, Pp: 97-105.
- Anusavice KJ. *Phillip's Science of Dental Material*. 11<sup>th</sup> ed. WB Saunders Corp; 2003, Pp: 27,55-9,197-205,218.
- Aydin C, Yilmas H, Caglar A. *Effect of Glass Fiber Reinforcement on the flexural Strength of Different Denture Base Resin*. Quintessence Int, 2002; 33 (6), Pp: 457 – 463.
- Ayulistya P. *Perbedaan Konsentrasi Penambahan Glass Fiber Pada Resin Akrilik Tipe Heat Cured Terhadap Kekuatan Transversa : Penelitian Laboratorik*. Skripsi Program Pendidikan S1 Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. 2006. hal: 26-8.
- Babur T, Arife D, Teoman T, Ali Erkan A. *A study on Impact and Tensile Strength of Acylic Resin Filled with Short Ultra-High Molecular Polyethylene fibers*. Journal of Oral Science, 1999; 41 (1), 15-8.
- Cisneros VC, Stevenson GC, Engelmeier RL, Flaitz CM, Nichols CM, Powers JM, Rives TE. *Glass Fiber Reinforcement in Acrylic Resin Removable Partial Denture*. 2004. Available from : URL : [www.iadr.confex.com/iadr/2004Hawaii/technoprogram/index.html](http://www.iadr.confex.com/iadr/2004Hawaii/technoprogram/index.html).
- Combe RG. *Notes on Dental Material*. 6<sup>th</sup> ed. Churchill Livingstone; 1992, Pp: 26-8, 157-65.
- Craig RG & Powers JM. *Restorative Dental Materials*. 11<sup>th</sup> eddd. St.Louis: Mosby; 2002, Pp: 87-9, 636-551.
- Daniel WW. *Biostatistics, A Foundation For Analysis in The Health sciences*. 5<sup>th</sup> ed. New York: John Willey and Son Inc; 1991, p: 15
- Gutteridge DL. *The Effect of Including Ultra-High-Modulus Polyethylene Fibre on The Impact Strength of Acrylic Resin*. British Dental Journal, 1998; 164 (2), 177–80.
- Mc Cabe. *Applied Dental Material*. 7<sup>th</sup> ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1990, Pp: 87–96

- Narva KK, Valiyyu PK, Helenius H, Yli-Urpo. *A Clinical Survey of acrylic Resin Removable Denture Repairs with Glass Fiber Reinforcement*. *Int J Prosthodont*. 2001; 14 (3), 219–44.
- Ratwita DF. *Pengaruh Bahan Penguat Serat Gelas Terhadap Kekuatan Impak, Kekuatan Transversa dan Perubahan Dimensi Lempeng Akrilik Penelitian : Eksperimental Laboratoris*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga. 2001, hal: 35-48
- Uzun G, Keyt F. *The Effect of Woven, Chooped and Longitudinal Glass Fibers Reinforcement on The Transverse Strength of a Repair Resin*. *J Biomater Appl*. 2001; 15 (4), 351–8.
- Uzun G, Keyf F. *The Effect of Fiber Reinforcement Type and Water Storage on Strength Properties of a Provisional Fixed Partial Denture Resin*. *J Biomater Appl*. 2003; 17 (4), 277–86.
- Valittu PK, Lasilla VP, Lappalainen R. *Acrylic Resin-Fiber Composite Part I: The Effect of Fiber Concentration on Fracture Resistance*. *J Prosthodont Dent*. 1994; 71 (1), 607-12.
- Valittu PK. *A Review of Fiber Reinforced Denture Base Resins*. *J Phrosthodont*. 1996; 5 (4), 270-6.
- Van Noort, Richard. *Introduction to Dental Materials*. 2<sup>nd</sup> ed. 2002. Mosby : Edinburgh

**LAMPIRAN**

Lampiran 1: Hasil Kekerasan Permukaan Resin Akrilik Tipe *Heat Cured* Setelah Penambahan *Glass Fiber* 1%, 3%, dan 5% (Nilai Kekerasan HV 0,2 Mpa)

<b>Kode Spesimen</b>	<b>Nilai Kekerasan HV 0,2</b>		
<b>K1</b>	<b>34.5</b>	<b>27.5</b>	<b>26.4</b>
<b>K2</b>	<b>17.4</b>	<b>16.5</b>	<b>21.9</b>
<b>K3</b>	<b>29.0</b>	<b>30.9</b>	<b>34.4</b>
<b>K4</b>	<b>19.6</b>	<b>21.9</b>	<b>17.3</b>
<b>K5</b>	<b>27.4</b>	<b>32.9</b>	<b>26.1</b>
<b>K6</b>	<b>40.8</b>	<b>41.20</b>	<b>35.6</b>

<b>Kode Spesimen</b>	<b>Nilai Kekerasan HV 0,2</b>		
<b>1% K1</b>	<b>21.2</b>	<b>21.9</b>	<b>25.5</b>
<b>1% K2</b>	<b>44.4</b>	<b>39.5</b>	<b>31.90</b>
<b>1% K3</b>	<b>28.5</b>	<b>31.8</b>	<b>28.20</b>
<b>1% K4</b>	<b>44.5</b>	<b>45.2</b>	<b>44.50</b>
<b>1% K5</b>	<b>36.7</b>	<b>44.3</b>	<b>51.50</b>
<b>1% K6</b>	<b>37.40</b>	<b>39.7</b>	<b>41.50</b>



<b>Kode Spesimen</b>	<b>Nilai Kekerasan HV 0,2</b>		
<b>3% K1</b>	<b>40.4</b>	<b>37.6</b>	<b>38.6</b>
<b>3% K2</b>	<b>37.5</b>	<b>46.0</b>	<b>34.4</b>
<b>3 % K3</b>	<b>82.6</b>	<b>83.4</b>	<b>87.2</b>
<b>3% K4</b>	<b>38.3</b>	<b>39.1</b>	<b>40.00</b>
<b>3% K5</b>	<b>49.8</b>	<b>51.8</b>	<b>47.00</b>
<b>3% K6</b>	<b>34.7</b>	<b>37.2</b>	<b>41.8</b>

<b>Kode Spesimen</b>	<b>Nilai Kekerasan HV 0,2</b>		
<b>5% K1</b>	<b>49.8</b>	<b>45.7</b>	<b>48.8</b>
<b>5% K2</b>	<b>46.1</b>	<b>51.3</b>	<b>41.3</b>
<b>5% K3</b>	<b>86.20</b>	<b>78.1</b>	<b>61.9</b>
<b>5% K4</b>	<b>52.4</b>	<b>42.8</b>	<b>51.3</b>
<b>5% K5</b>	<b>40.8</b>	<b>42.5</b>	<b>43.7</b>
<b>5% K6</b>	<b>40.5</b>	<b>40.9</b>	<b>41.8</b>

## Lampiran 2: Penghitungan Statistik Nilai Kekerasan Permukaan

**NPar Tests****One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		nilai
N		24
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	40.7333
	Std. Deviation	14.93288
Most Extreme Differences	Absolute	.194
	Positive	.194
	Negative	-.133
Kolmogorov-Smirnov Z		.953
Asymp. Sig. (2-tailed)		.324

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**Oneway****Descriptives**

	nilai	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
						K	6		
1% K	6	36.5667	8.66046	3.53562	27.4781	45.6553	22.87	44.73	
3% K	6	48.1889	18.25833	7.45393	29.0279	67.3498	37.90	84.40	
5% K	6	50.3278	12.66694	5.17126	37.0346	63.6209	41.07	75.40	
Total	24	40.7333	14.93288	3.04816	34.4277	47.0389	18.60	84.40	

**Test of Homogeneity of Variances**

nilai			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.797	3	20	.510

## ANOVA

nilai

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1985.880	3	661.960	4.212	.018
Within Groups	3142.911	20	157.146		
Total	5128.791	23			

## Post Hoc Tests

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: nilai

LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
K	1% K	-8.71667	7.23753	.243	-23.8139	6.3806
	3% K	-20.33889*	7.23753	.011	-35.4361	-5.2417
	5% K	-22.47778*	7.23753	.006	-37.5750	-7.3806
1% K	K	8.71667	7.23753	.243	-6.3806	23.8139
	3% K	-11.62222	7.23753	.124	-26.7194	3.4750
	5% K	-13.76111	7.23753	.072	-28.8583	1.3361
3% K	K	20.33889*	7.23753	.011	5.2417	35.4361
	1% K	11.62222	7.23753	.124	-3.4750	26.7194
	5% K	-2.13889	7.23753	.771	-17.2361	12.9583
5% K	K	22.47778*	7.23753	.006	7.3806	37.5750
	1% K	13.76111	7.23753	.072	-1.3361	28.8583
	3% K	2.13889	7.23753	.771	-12.9583	17.2361

\*. The mean difference is significant at the .05 level.