

**PENGARUH SUHU *MICROWAVE* TERHADAP KEKUATAN IMPAK  
RESIN AKRILIK *HEAT CURED***

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan**

**Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



**Oleh:**

**Nurani Atikasari**

**NIM. 125070400111039**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2016**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENGARUH SUHU *MICROWAVE* TERHADAP KEKUATAN IMPAK

RESIN AKRILIK *HEAT CURED*

Oleh :

Nurani Atikasari

125070400111039

Telah diuji pada

Hari : Selasa

Tanggal : 8 Maret 2016

Penguji I

drg. Delvi Fitriani, M.Kes  
NIP. 2009027012082001

Penguji II/ Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II

drg. Diwya Nugrahini, Sp.Pro  
NIP. 2010037806242001

drg. Citra Insany Irgananda., MMed.Ed  
NIP. 198606232015042001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Gigi KFUB

Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA  
NIP. 195306181979121005

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Suhu *Microwave* Terhadap Kekuatan Impak Resin Akrilik *Heat Cured*” dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Dr. dr. Sri Andarini, M.Kes, selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Dr. dr. Karyono Mintaroem, Sp PA, selaku mantan Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, yang telah memberi kesempatan penulis untuk menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
2. Dr. drg. M.Chair Effendi, SU., Sp.KGA, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
3. drg. Diwya Nugrahini, Sp.Pros selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, dengan sabar, telaten membimbing dan memberikan saran serta ilmu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. drg. Citra Insany Irgananda., MMed.Ed selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, dengan amat sabar membimbing dan memberikan saran serta ilmu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. drg. Delvi Fitriani, M.Kes selaku penguji yang dengan penuh kesabaran telah banyak memberikan masukan dan saran yang membangun sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
6. Segenap anggota Tim Pengelola Tugas Akhir Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

7. Bapak Budiono selaku laboran di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS.
8. Keluargaku terutama kedua orang tuaku, Drs. Prihadi Waskito, MM dan dr. Endang Retnoningsih, Sp. THT-KL(K) yang selalu menuntun<sub>u</sub> ku dengan segenap cinta, kasih sayang, diiringi doa, dan dukung<sub>an</sub>nya. Juga adik semata wayangku, Rakhmat Ramadhani yang selalu penuh pengertian mendukungku dengan kasih sayang.
9. Teman – teman seperjuangan yang selalu menemani dan mendukung penulisan Tugas Akhir ini.
10. Serta seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, .terlibat secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bantuan dan dukungan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini .

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi penyempurnaannya. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang memerlukan.

Malang, 2 maret 2016

Penulis

## ABSTRAK

Atikasari, Nurani. 2016. **Pengaruh Suhu Microwave Terhadap Kekuatan Impak Resin Akrilik Heat Cured**. Tugas Akhir, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing : (1) drg. Diwya Nugrahini, Sp.Pro (2) drg. Citra Insany Irgananda., MMed.Ed

Resin akrilik *heat cured* sebagai bahan paling umum untuk pembuatan basis gigi tiruan memiliki beberapa keunggulan, diantaranya biokompatibilitas terhadap jaringan rongga mulut dan nilai estetis yang baik, mudah untuk diproses, tidak mengiritasi, tidak toksik, tidak memiliki bau dan rasa, stabilitas warna baik, murah dan mudah di dapat. Permasalahan pada hasil akhir pembuatan basis gigi tiruan mudah patah (kekuatan impaknya perlu ditingkatkan). Penelitian sebelumnya, peningkatan suhu saat pembuatan resin akrilik dapat mempengaruhi kekuatan mekanik dari resin akrilik. Keunggulan *curing* menggunakan *microwave* adalah polimerisasi akrilik lebih cepat daripada menggunakan air mendidih. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Penelitian *post-test only control group design* dengan sampel sejumlah 25 lempeng plat resin akrilik berukuran 65 mm x 10mm x 2,5 mm terbagi dalam 5 kelompok, yaitu kelompok kontrol yang *dicuring* pada suhu konvensional 70°C, 4 kelompok perlakuan di *curing* pada suhu 40°C, 60°C, 80°C, dan 100°C. Hasil penelitian mendapatkan rata-rata kekuatan impak kelompok kontrol 0,0161  $\text{J}/\text{mm}^2$ , dan 4 kelompok perlakuan 0,0297  $\text{J}/\text{mm}^2$ ; 0,0181  $\text{J}/\text{mm}^2$ ; 0,0201  $\text{J}/\text{mm}^2$  dan 0,0277  $\text{J}/\text{mm}^2$  dengan menggunakan uji korelasi regresi Pearson didapatkan signifikansi = 0,771 ( $p > 0,05$ ). Kesimpulan tidak terdapat pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Kekuatan impak paling besar pada suhu 40°C. Suhu paling optimum pada suhu 100 °C karena pada suhu 100°C ikatan yang terbentuk lebih stabil.

Kata kunci : resin akrilik *heat cured*, suhu *microwave*, kekuatan impak

**ABSTRACT**

Atikasari, Nurani. 2016. **Effect of Temperature Microwave Against Impact Strength Heat Cured Acrylic Resin**. Final Assignment, School of Dentistry, Medical Faculty of Brawijaya University. Supervisors : (1) drg. Diwya Nugrahini, Sp.Pros (2) drg. Citra Insany Irgananda., MMed.Ed

Heat cured acrylic resin as the most common material used for the manufacture of denture base, has several advantages, which have good biocompatibility to oral tissues and aesthetic value, is easy to process, not irritating, non-toxic, no smell and taste, good color stability, inexpensive and accessible. Problems often arise in the final result denture base is easily broken (impact strength must be arise). A previous study, the increase in temperature when the manufacture of acrylic resins can affect the mechanical strength of acrylic resin. The advantages curing using microwaves is the speed of the polymerization of acrylic faster than using boiling water. The purpose of this study was to determine the effect of temperature impact strength microwave to heat cured acrylic resin. The post-test only control group design research with 25 pieces sample in the form of acrylic resin plate with each size of 65 mm x 10 mm x 2.5 mm. The samples were divided into five groups. The control group which curing at the conventional temperature 70°C, 4 treatment groups curing at 40°C, 60°C, 80°C, and 100°C. Results of the study, the average impact strength of control group was 0,0161  $\text{J}/\text{mm}^2$ , 4 treatment groups were 0,0297  $\text{J}/\text{mm}^2$ ; 0,0181  $\text{J}/\text{mm}^2$ ; 0,0201  $\text{J}/\text{mm}^2$  and 0,0277  $\text{J}/\text{mm}^2$ . Using Pearson's regression correlation test the significancy is 0,771 ( $p > 0.05$ ). The conclusion of this study is no effect of temperature microwave to impact strength of heat cured acrylic resin. The greatest impact strength at a temperature of 40°C. The optimum temperature at 100 ° C for at temperatures of 100°C to form more stable bonds.

Keywords : heat cured acrylic resin, temperature microwave, impact strength

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul.....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Kata Pengantar.....	iii
Abstrak .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel.....	x
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.3.1 Tujuan Umum .....	3
1.3.2 Tujuan Khusus .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.4.1 Manfaat Akademis .....	3
1.4.2 Manfaat Praktis .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Basis Gigi Tiruan .....	4
2.1.1 Basis Resin Akrilik .....	4
2.1.1.1 Resin Akrilik Polimerisasi Panas .....	6
2.1.1.2 Komposisi Resin Akrilik Polimerisasi Panas.....	6
2.1.1.3 <i>Cross-Linking</i> .....	9
2.1.1.4 Polimerisasi Resin Akrilik Polimerisasi Panas .....	9
2.1.1.5 Suhu .....	10
2.1.1.6 Manipulasi Resin Akrilik Polimerisasi Panas .....	11
2.2 <i>Microwave</i> .....	12
2.3 Sifat-Sifat Fisik Resin Basis Gigi Tiruan Akrilik.....	12
2.3.1 Kekuatan Impak.....	18
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>	
3.1 Kerangka Konsep Penelitian.....	21
3.2 Hipotesis Penelitian .....	22
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>	
4.1 Rancangan Penelitian .....	23
4.2 Sampel .....	23
4.2.1 Kriteria Sampel .....	23
4.2.3.1 Kriteria Inklusi .....	23
4.2.3.2 Kriteria Eksklusi .....	24
4.2.2 Bentuk Sampel .....	24
4.2.3 Jumlah Sampel .....	24
4.3 Variabel Penelitian .....	25
4.3.1 Variabel Bebas .....	25
4.3.2 Variabel Terikat.....	25
4.3.3 Variabel Kendali.....	25
4.4 Definisi Operasional.....	25
4.5 Bahan Penelitian.....	26
4.6 Alat Penelitian.....	26

4.7 Lokasi Penelitian.....	27
4.8 Waktu Penelitian.....	27
4.9 Prosedur Kerja.....	27
4.9.1 Persiapan Sampel.....	27
4.9.2 Pembuatan Sampel.....	28
4.9.3 Pengujian Kekuatan Impak.....	29
4.10 Alur Penelitian.....	30
4.11 Analisis Data.....	31
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA</b>	
5.1 Hasil Penelitian.....	32
5.2 Analisis Data.....	34
5.2.1 Uji Normalitas.....	34
5.2.2 Uji Hubungan Antara Suhu <i>Microwave</i> dengan Kekuatan Impak.....	34
5.2.3 Uji Homogenitas Varians.....	35
5.2.4 Analisis Perbedaan Kekuatan Impak Pada Masing-Masing Suhu <i>Microwave</i> .....	36
5.2.5 Uji <i>Post Hoc</i> Turkey-LSD ( <i>Least Significant Difference</i> ).....	36
<b>BAB 6 PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
<b>BAB 7 PENUTUP</b>	
7.1 Kesimpulan.....	41
7.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>



### DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Rumus struktur resin akrilik .....	5
Gambar 2.2 Reaksi polimerisasi resin akrilik polimerisasi panas.....	10
Gambar 2.3 Alat uji kekuatan impact .....	20
Gambar 5.1 Grafik Hasil Uji .....	33



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Mekanis Resin Akrilik PMMA <i>Heat-Cured</i> .....	17
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Kekuatan Impak <i>Heat Cured Acrylic Resin</i> ...	32
Tabel 5.2 Uji Normalitas Data .....	34
Tabel 5.3 Uji Hubungan Antara Suhu <i>Microwave</i> dengan Kekuatan Impak	35
Tabel 5.4 Uji Homogenitas Varian .....	36
Tabel 5.5 Uji Perbedaan Kekuatan Impak Pada Masing-Masing Suhu <i>Microwave</i> .....	36
Tabel 5.6 Uji <i>Post Hoc Multiple Comparison LSD</i> .....	37



## BAB 1

## PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang Masalah

Gigi tiruan secara garis besar dibagi menjadi dua, yaitu gigi tiruan cekat dan gigi tiruan lepasan. Komponen gigi tiruan terdiri dari anasir gigi dan basis. Bahan yang paling sering digunakan untuk basis gigi tiruan adalah resin akrilik. (Combe, 1992; Craig dkk., 2004). Jenis resin akrilik yang sering digunakan adalah resin akrilik polimerisasi panas (akrilik *heat cured*) karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya memiliki biokompatibilitas yang baik terhadap jaringan rongga mulut, mudah untuk diproses, tidak mengiritasi, tidak toksik, tidak memiliki bau dan rasa, nilai estetisnya baik, stabilitas warna baik, murah dan mudah di dapat (Anusavice et al., 2004).

Kekuatan dari gigi tiruan adalah memiliki kecenderungan untuk patah. Misalnya tidak sengaja jatuh ke lantai maupun tergigit benda yang keras. Daya tahan dari bahan terhadap kekuatan tekan ini disebut kekuatan impak (Noort, 2013). Permasalahan yang sering muncul pada hasil akhir basis gigi tiruan adalah basis gigi tiruan mudah patah. Hal ini menyebabkan basis gigi tiruan perlu untuk diperbaiki dan biaya bertambah menjadi kurang efisien. (Sedda, 2005)

Menurut Younis, 2013 peningkatan suhu saat pembuatan resin akrilik dapat mempengaruhi kekuatan mekanik dari resin akrilik. Semakin tinggi suhu yang digunakan dapat merusak bentuk plastis dari resin akrilik. Sedangkan

semakin rendah suhu yang digunakan dapat menyebabkan tidak terbentuknya resin akrilik dan mudah patah. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu berbanding terbalik dengan kekuatan impact, kekerasan permukaan dan kekuatan kompresi akrilik *cold cured*. Suhu yang digunakan pada curing akrilik *cold cured* pada penelitian tersebut adalah 20°C hingga 50°C dengan kekuatan impact awal 75,5 Kg.m dan 64,6 Kg.m pada suhu 50°C.

Menurut Rashid, 2013 semakin tinggi suhu yang diberikan maka kekerasan permukaan pada akrilik *heat cured* dan *cold cured* meningkat. Peningkatan yang paling signifikan dialami oleh akrilik *cold cured*, dimana saat akrilik *cold cured* bersuhu rendah, kekerasan permukaan jauh lebih lunak dibandingkan akrilik *heat cured* dengan proses konvensional, sedangkan saat suhu tinggi, kekerasan permukaan akrilik *cold cured* bernilai sama dengan akrilik *heat cured*. Suhu yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 23°C±5°C sebagai suhu kontrol dan suhu yang dibandingkan adalah pada suhu 40°C, 60°C, dan 80°C menggunakan alat *ivomat*. Beliau juga menyatakan perlu diadakan studi efek suhu terhadap kekuatan akrilik yang lainnya.

Menurut Ouda, 2011 kekuatan transversa akrilik *heat cured* dan *cold cured* menggunakan air mendidih dan *microwave* lebih tinggi daripada menggunakan *ivomat*. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa kekuatan transversa paling tinggi didapatkan pada akrilik *heat cured* dengan menggunakan air mendidih dengan suhu 74°C, dan pada akrilik *heat cured* menggunakan *microwave*. Keunggulan curing menggunakan *microwave* adalah kecepatan dari polimerisasi akrilik lebih cepat daripada menggunakan air mendidih. Sifat dari akrilik yang dicuring menggunakan *microwave* juga tidak berbeda jauh dengan yang menggunakan air mendidih.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis bermaksud untuk melakukan penelitian tentang pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impact akrilik *heat cured*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Apakah ada pengaruh suhu *microwave* resin akrilik *heat cured* terhadap kekuatan impact akrilik *heat cured*?

## 1.3. Tujuan Penelitian

### 1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impact resin akrilik *heat cured*.

### 1.3.2. Tujuan Khusus

- Mengetahui besar kekuatan impact untuk resin akrilik *heat cured* di beberapa suhu *microwave*.
- Mengetahui suhu paling optimal dengan kekuatan impact yang maksimal.

## 1.4. Manfaat Penelitian

### 1.4.1. Manfaat Akademis

Sebagai referensi untuk menambah pengetahuan di bidang kedokteran gigi khususnya bidang prostodonsia mengenai pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impact resin akrilik *heat cured*.

### 1.4.2. Manfaat Praktis

- Memberikan informasi dental lab mengenai suhu optimal curing dengan kekuatan impact maksimal.
- Penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

## BAB 2

## TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Basis Gigi Tiruan

Selama bertahun-tahun berbagai bahan telah digunakan untuk membuat basis gigi tiruan. Bahan yang paling umum digunakan adalah polimer seperti *polimetilmetakrilat* (PMMA) atau resin akrilik. *Polimetilmetakrilat* memiliki sifat mekanik dan estetika baik, dan mudah dikerjakan. Proses polimerisasi dari PMMA melibatkan konversi dari molekul monomer rendah ke molekul polimer tinggi (Anusavice et al., 2004).

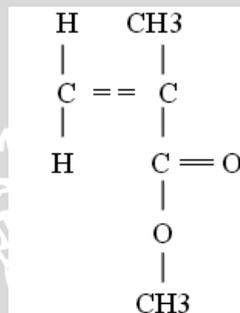
Basis gigi tiruan resin dibentuk oleh proses polimerisasi tambahan melalui pelepasan radikal bebas. Reaksi melewati tiga tahap, yaitu aktivasi dan inisiasi, propagasi, dan akhirnya penghentian. Inisiator seperti *benzoyl peroxide* menghasilkan radikal bebas yang memicu reaksi berantai. Aktivasi inisiator dapat dicapai melalui aktivasi panas, bahan kimia, seperti *aminatersier*, atau dengan sumber energi lainnya, seperti penyinaran menggunakan *light curing*, atau melalui radiasi elektromagnetik seperti aktivasi *microwave* (Anusavice et al., 2004).

## 2.1.1 Basis Resin Akrilik

Resin akrilik telah digunakan sebagai basis gigi tiruan lepasan selama lebih dari 60 tahun dan saat ini merupakan bahan yang paling umum digunakan untuk pembuatan basis gigi tiruan. Akrilik dipilih sebagai bahan dasar pembuatan gigi tiruan karena bahan tersebut mudah didapat,

teknik aplikasinya sederhana, hasil estetikanya memuaskan dan sudah sangat dikenal (Anusavice et al., 2004).

Resin akrilik adalah turunan etilen yang mengandung gugus vinil dalam rumus strukturnya. Ada 2 kelompok resin akrilik yang sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi, yaitu kelompok resin akrilik yang berasal dari turunan asam akrilik ( $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ ), dan yang berasal dari asam metakrilik [ $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ]. Kedua senyawa ini berpolimerisasi tambahan dengan cara yang sama (Anusavice et al., 2004).



Gambar 2.1 Rumus struktur resin akrilik (McCabe, 2008)

Resin akrilik digunakan di bidang kedokteran gigi mulai tahun 1946. Sebanyak 98% dari semua basis gigi tiruan dibuat dari polimer atau *kopolimer metilmetakrilat*. *Polimermetilmetakrilat* (PMMA) murni tidak berwarna, dan padat. Menurut *American Dental Association* (ADA) terdapat dua jenis resin akrilik yaitu *heat cured polymer* dan *self cured polymer*, yang masing-masing terdiri dari bubuk yang disebut polimer dan cairan yang disebut monomer (Craig, 2006).

Resin akrilik yang digunakan dalam kedokteran gigi terbagi dalam 5 tipe, yaitu: *heat cured acrylic*, *self cured acrylic*, *thermoplastic blank or powder*, *light cured acrylic resin*, dan *microwave-cured materials*. *Heat cured acrylic* membutuhkan pemanasan pada suhu tertentu untuk membantu proses polimerisasinya. *Self cured acrylic* dapat berpolimerisasi sendiri secara kimiawi

pada temperatur ruang. *Light cured acrylic* membutuhkan penyinaran *light curing* untuk proses polimerisasinya, sedangkan *microwave-cured materials* membutuhkan gelombang *microwave* untuk proses polimerisasinya (Anusavice et al., 2004).

#### 2.1.1.1 Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Resin ini biasanya diproses dalam kuvet menggunakan teknik pencetakan dan pengecoran. Polimer dan monomer yang dicampur dalam perbandingan yang tepat 3:1 berdasarkan volume atau 2,5:1 berdasarkan berat. Kebanyakan sistem resin PMMA terdiri atas komponen bubuk dan cairan. Bubuk terdiri atas butir-butir PMMA pra-polimerisasi dan sejumlah kecil *benzoilperoksida*. Cairan didominasi oleh *metilmetakrilat* tidak terpolimerisasi dengan sejumlah kecil *hidroquinolon*. *Hidroquinolon* ditambahkan sebagai suatu inhibitor karena dapat mencegah polimerisasi yang tidak diharapkan, atau pengerasan cairan selama penyimpanan (McCabe, 2008).

Secara umum, resin akrilik yang dipolimerisasi diaktifkan dengan menempatkan kuvet dalam suhu aquades 74°C (168°F) selama 8 jam atau lebih, atau dengan 2-3 jam air mendidih pada 100°C siklus pendek melibatkan pengolahan resin pada 74 °C selama sekitar 2 jam kemudian mendidih pada 100°C selama 1 jam (Anusavice et al., 2004).

#### 2.1.1.2 Komposisi Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Komposisi resin akrilik adalah sebagai berikut (Combe, 1992; Craig et al., 2006):

a. Bubuk, terdiri dari: (Craig, 2006)

1. Polimer (*polimetilmetakrilat*)

*Polimetilmetakrilat* dapat dimodifikasi dengan etil, butil, maupun alkil metakrilat lainnya untuk menghasilkan bubuk yang lebih tahan terhadap fraktur karena benturan.

2. Inisiator : 0,5 – 1,5 % *benzoilperoksida* atau *diisobutilazonitril*

Berguna untuk menghambat aksi inhibitor dan untuk memulai proses polimerisasi. Menurut McCabe (2008) fungsi aktivator adalah untuk bereaksi dengan peroksida dalam bubuk untuk menciptakan radikal bebas yang dapat memulai polimerisasi pada monomer.

3. Plasticizer

Plasticizer merupakan bahan kimia yang ditambahkan pada polimer untuk membuat resin akrilik lebih fleksibel sehingga lebih mudah dicetak. Hal ini menyebabkan kekuatan dan kekerasan resin akrilik berkurang. Resin akrilik biasanya mengandung 2-7% *dibutyl phthalate* sebagai plasticizer (Soratur, 2007).

4. Pigmen

Polimer murni seperti *polimetilmetakrilat* merupakan senyawa bening dan dapat beradaptasi dengan banyak pewarnaan (pigmentasi). Pigmen berfungsi untuk memberi warna seperti jaringan rongga mulut. Senyawa-senyawa yang digunakan seperti *merkurisulfid*, *cadmiumsulfid*, *cadmiumselenida*, *ferioksida*, atau karbon hitam dengan kadar sekitar 1%. Pigmen harus stabil selama pemrosesan dan pemakaian.

b. Cairan, terdiri dari: (Craig, 2006)

1. Monomer (*metilmetakrilat*) merupakan cairan yang jernih dan tidak berwarna pada suhu ruang, mempunyai titik didih 100,3°C, mudah menguap, dan terbakar. Menurut McCabe (2008) monomer memiliki viskositas yang rendah dan berbau sangat tajam yang dilepaskan oleh tekanan penguapan yang relatif tinggi pada suhu kamar.

2. Stabilizer atau inhibitor berupa 0,06% *hidroquinolon* yang berfungsi untuk mencegah terjadinya polimerisasi selama penyimpanan atau perpanjangan waktu penyimpanan. Menurut McCabe (2008) bila resin akrilik tidak mengandung inhibitor maka polimerisasi monomer dan cross-linking agent akan terjadi secara perlahan, bahkan pada atau di bawah suhu kamar tergantung munculnya radikal bebas pada monomer. Sumber radikal bebas ini masih belum dapat ditentukan, akan tetapi bila terbentuk radikal bebas, maka akan meningkatkan viskositas cairan (monomer) dan dapat pula mengakibatkan monomer menjadi solid (padat). Inhibitor bekerja secara cepat pada radikal yang terbentuk pada cairan (monomer) untuk membentuk radikal yang stabil dan tidak berpotensi untuk memulai proses polimerisasi. Cara lain untuk mengurangi radikal yang tidak diinginkan yaitu dengan menyimpan monomer dalam kaleng atau botol berwarna coklat gelap.

3. *Cross-linking agent: glikol dimetakrilat*

Bahan ini ditambahkan ke dalam cairan resin akrilik untuk mendapatkan *cross-linking* pada polimer. Ciri khas *cross-linking agent* adalah gugus reaktif — CR = CH — yang terletak pada ujung yang berlawanan dari molekul dan berfungsi untuk menghubungkan molekul-molekul polimer yang panjang. Penggunaan *cross-linking agent* dapat meningkatkan ketahanan resin

akrilik terhadap keretakan permukaan dan dapat menurunkan solubilitas dan penyerapan air.

### 2.1.1.3 Cross-Linking

*Cross-linking* memberikan sejumlah jembatan antara makromolekul linier untuk membentuk jalinan kerja 3 dimensi yang mengubah kekuatan, kelarutan, dan penyerapan air dari resin. Sebagai contoh, *cross-linking* yang telah digunakan secara luas dalam pembuatan gigi akrilik untuk meningkatkan ketahanannya terhadap pelarut dan tekanan permukaan. Efek *cross-linking* pada sifat fisik bervariasi dengan komposisi dan konsentrasi bahan *cross-linking* dan sistem polimer. Pada keadaan tertentu, *cross-linking* dalam polimer dengan berat molekul rendah mungkin meningkatkan temperatur transisi kaca ( $T_g$ ) dibandingkan dengan polimer dengan berat molekul tinggi. Penelitian lain menunjukkan bahwa *cross-linking* memiliki sedikit pengaruh pada kekuatan tarik, kekuatan transversal atau kekerasan (Anusavice et al., 2004).

### 2.1.1.4 Polimerisasi Resin Akrilik Polimerisasi Panas

Tahap-tahap polimerisasi menurut Phillips (1991) terdiri dari tiga tahap sebagai berikut:

#### a. Inisiasi

Masa inisiasi merupakan masa permulaan berubahnya molekul dari inisiator menjadi bertenaga atau bergerak dan memulai memindahkan energi pada molekul monomer. Tinggi rendahnya suhu mempengaruhi masa inisiasi.



Hasil penelitian Younis, 2013 bahwa peningkatan suhu saat pembuatan resin akrilik dapat mempengaruhi kekuatan mekanik dari resin akrilik. Semakin tinggi suhu yang digunakan dapat merusak bentuk plastis dari resin akrilik. Sedangkan semakin rendah suhu yang digunakan dapat menyebabkan tidak terbentuknya resin akrilik dan mudah patah. Pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu berbanding terbalik dengan kekuatan dampak, kekerasan permukaan dan kekuatan kompresi akrilik *heat cured*. Suhu yang digunakan pada curing akrilik *heat cured* pada penelitian tersebut adalah 20°C hingga 50°C dengan kekuatan dampak awal 75,5 Kg.m dan 64,6 Kg.m pada suhu 50°C.

Hasil penelitian Rashid, 2013 juga menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan maka kekerasan permukaan pada akrilik *heat cured* dan *cold cured* meningkat. Peningkatan yang paling signifikan dialami oleh akrilik *cold cured*, dimana saat akrilik *cold cured* bersuhu rendah, kekerasan permukaan jauh lebih lunak dibandingkan akrilik *heat cured*, sedangkan saat suhu tinggi, kekerasan permukaan setara dengan akrilik *heat cured*. Suhu yang digunakan pada penelitian tersebut adalah 23°C±5°C sebagai suhu kontrol. Suhu yang dibandingkan adalah pada suhu 40°C, 60°C, dan 80°C.

#### **2.1.1.6 Manipulasi Resin Akrilik Polimerisasi Panas**

Resin akrilik polimerisasi panas umumnya diproses dalam sebuah kuvet dengan menggunakan teknik compression-moulding. Perbandingan polimer dan monomer biasanya 3:1 berdasarkan volumenya atau 2:1 berdasarkan berat. Setelah bubuk dan cairan dicampur dengan perbandingan yang tepat, adonan atau campuran akrilik akan mengalami 4 tahap yaitu : (Combe, 1992)

- a. Tahap pertama : tahap basah, seperti pasir (*wet sand stage*)
- b. Tahap kedua : tahap lengket dan berserabut bila ditarik (*tacky fibrous*) selama polimer mulai larut dalam monomer (*sticky stage*).
- c. Tahap ketiga : tahap lembut, seperti adonan yang halus, homogen dan liat. Fase ini merupakan fase yang tepat untuk memasukkan adonan ke dalam mould. (*dough* atau *gel stage*).
- d. Tahap keempat : tahap kaku seperti karet (*rubbery-hard stage*)

## 2.2 Microwave

Gelombang mikro atau Mikrogelombang (microwave) adalah gelombang elektromagnetik dengan frekuensi super tinggi (Super High Frequency, SHF), yaitu di atas 3 GHz ( $3 \times 10^9$  Hz). Jika gelombang mikro diserap oleh sebuah benda, akan muncul efek pemanasan pada benda tersebut. Jika makanan menyerap radiasi gelombang mikro, makanan menjadi panas dan masak dalam waktu singkat. Proses inilah yang dimanfaatkan dalam oven microwave. Gelombang mikro juga dimanfaatkan pada RADAR (Radio Detection and Ranging). RADAR digunakan untuk mencari dan menentukan jejak suatu benda dengan gelombang mikro dengan frekuensi sekitar  $10^{10}$  (Pozar, 2012)

## 2.3 Sifat Resin Basis Gigi Tiruan Akrilik

- a. Suhu Transisi Kaca ( $T_g$ )

Dua sifat dasar yang menandai polimer adalah suhu transisi kaca (*glass transition temperature*/ $T_g$ ) dan suhu leleh (*melting temperature*/ $T_m$ ). Suhu transisi kaca adalah suhu saat ada pergerakan molekular menjadi sedemikian sehingga seluruh rantai dapat bergerak. Suhu ini hampir sama dengan suhu pelunakan (*softening temperature*). Suhu transisi kaca secara mekanikal dapat

diestimasi dengan mencatat suhu saat terjadinya suatu perubahan mendadak dari modulus elastik (McCabe, 2008).

Temperatur transisi gelas ( $T_g$ ) merupakan temperature dimana polimer mengalami perubahan fasa kedua polimer dari yang bersifat karet, *viscous amorphous solid* menjadi getas, *glassy amorphous solid*. Temperatur gelas terjadi pada sekitar  $0.5 \cdot T_m$ , dan terjadi akibat perubahan dari cabang atau *cross linking* pada polimer atau akibat penambahan *plasticizer* (Lidin, 2013). Berdasarkan sifat termalnya polimer dibedakan atas termoplastik dan termoset. Kedua sifat inilah yang merupakan pengklasifikasian dari bahan-bahan polimer. Polimer termoplastik biasanya berupa plastik, bersifat kenyal/dapat diregangkan. Sifat ini dapat terbentuk dengan dipanaskan, didinginkan, dapat dilelehkan dan berubah menjadi bentuk yang berbeda tanpa mengubah sifat bahan dari polimer tersebut. Bahan polimer termoplastik yang umum adalah acrylic, nilon (poliamide), selulosa, polisteren, polietilen, flurokarbon, dan vinil (Daryanto, 2003).

#### b. Stabilitas Dimensional dan Ketepatan

Stabilitas dimensional dari basis gigi tiruan selama pemrosesan dan pemakaian penting dalam kesesuaian pemakaian gigi tiruan dan kepuasan pasien. Secara umum, bila gigi tiruan diproses secara tepat, ketepatan original dan stabilitas dimensionalnya baik. Akan tetapi, panas berlebih yang dihasilkan selama *finishing* dari gigi tiruan dapat mempengaruhi basis gigi tiruan dengan melepaskan stress residual. Menurut penelitian, *heat cured acrylic resin* memiliki ketepatan yang kurang baik bila dibandingkan dengan akrilik yang diproses melalui *microwave* atau *visible light* (Craig, 2006).

c. Konduktivitas Termal

Konduktivitas termal dari PMMA rata – rata  $6 \times 10^{-4}$  cal/g/cm<sup>2</sup>. Nilai ini merupakan nilai yang sangat rendah dan dapat menimbulkan masalah pada pasien karena dengan konduktivitas termal yang rendah, gigi tiruan berperan sebagai bahan isolator di antara jaringan mulut dan material panas atau dingin yang diletakkan di dalam mulut (Craig, 2006). Apabila pasien mengkonsumsi minuman yang terlalu panas tanpa menyadarinya, dapat menimbulkan rasa panas di kerongkongan ataupun pada esofagus (Noort, 2013).

d. Penyerapan air

*Polimetilmetakrilat* menyerap air relatif sedikit ketika ditempatkan pada lingkungan basah. Namun, air yang terserap ini menimbulkan efek yang nyata pada sifat mekanis dan dimensi polimer. Umumnya mekanisme penyerapan air yang terjadi adalah difusi. Difusi adalah berpindahnya suatu substansi melalui rongga atau melalui substansi kedua. Dalam contoh ini, molekul air menembus massa *polimetilmetakrilat* dan menempati posisi di antara rantai polimer. Rantai polimer yang terganggu dipaksa memisah. Molekul air di dalam massa yang terpolimerisasi menimbulkan dua efek penting. Pertama, hal itu menyebabkan massa terpolimerisasi menjadi sedikit ekspansi. Kedua, molekul air mempengaruhi kekuatan rantai polimer dan karenanya bertindak sebagai bahan pembuat plastis. *Polimetilmetakrilat* memiliki nilai penyerapan air sebesar 0,69 mg / cm<sup>2</sup>. Meskipun jumlah ini nampak kecil, dapat menimbulkan efek nyata pada dimensi basis protesa yang terpolimerisasi. Diperkirakan bahwa setiap 1% peningkatan berat disebabkan karena penyerapan air, resin akrilik mengalami ekspansi linier sebesar 0,23%.

Molekul air juga mengganggu ikatan rantai polimer dan karenanya mengubah karakteristik fisik polimer tersebut. Bila hal ini terjadi, rantai polimer umumnya menjadi lebih mudah bergerak. Ini memungkinkan terjadinya relaksasi tekanan selama polimerisasi. Begitu tekanan (*stress*) dihilangkan, resin terpolimerisasi dapat mengalami perubahan bentuk. Untungnya perubahan ini relatif sedikit dan tidak berpengaruh nyata pada ketepatan atau fungsi basis.

Koefisien difusi dari air pada protesa resin akrilik teraktivasi panas umumnya adalah  $10,8 \times 10^{-12} \text{ m}^2 / \text{detik}$  pada  $37^\circ\text{C}$ . Karena koefisien difusi air dari resin protesa relatif rendah, waktu yang diperlukan basis protesa untuk menjadi jenuh cukup besar. Ini bergantung pada ketebalan resin, serta kondisi penyimpanan. Basis protesa umumnya memerlukan periode 17 hari untuk menjadi jenuh dengan air. Menurut spesifikasi ADA No.12, berat yang bertambah setelah perendaman tidak boleh melebihi  $0,8 \text{ mg} / \text{cm}^2$  (Anusavice et al., 2004)

e. Kelarutan

Meskipun resin basis protesa larut dalam berbagai pelarut dan sejumlah kecil monomer dilepaskan, resin basis umumnya tidak larut dalam cairan yang ditemukan dalam rongga mulut. Menurut Spesifikasi ADA No.12, kehilangan berat karena sifat kelarutan ini harus tidak melebihi  $0,004 \text{ mg} / \text{cm}^2$  dari permukaan lempeng. Kehilangan berat dalam jumlah tersebut dapat diabaikan dari pertimbangan klinis, tetapi reaksi jaringan yang merugikan jarang terjadi (Anusavice et al., 2004)

f. Estetik

Kualitas estetik dari basis gigi tiruan plastis meliputi warna dan stabilitas. Kemampuan bahan plastis untuk diberi warna dan kompatibilitasnya dengan

*dyed synthetic fiber* pada umumnya bagus. Produk gigi tiruan sekarang tidak berbau dan berasa bila diproses dengan benar (Craig, 2006)

g. Biokompatibilitas

Secara umum, PMMA memiliki biokompatibilitas yang tinggi dan memiliki tingkat permasalahan yang rendah pada pasien. Akan tetapi, beberapa pasien menunjukkan reaksi alergi. Hal ini disebabkan karena komponen pada gigi tiruan seperti sisa monomer dan *benzoic acid*. Reaksi alergi ini muncul tiba-tiba dan lebih banyak terjadi pada pemakai gigi tiruan dengan basis gigi tiruan berbahan *cold cured resin* karena residu monomer yang lebih tinggi (Noort, 2013).

h. Porositas

Adanya gelembung pada permukaan dan di bawah permukaan dapat mempengaruhi sifat fisik, estetika dan kebersihan basis gigi tiruan. Porositas cenderung terjadi pada bagian basis gigi tiruan yang lebih tebal. Porositas disebabkan oleh penguapan monomer yang tidak bereaksi dan berat molekul polimer yang rendah, disertai suhu resin yang mencapai atau melebihi titik didih bahan tersebut. Porositas juga dapat terjadi karena pengadukan yang tidak tepat antara komponen polimer dan monomer. Porositas dapat dikurangi dengan adonan resin akrilik yang homogen, penggunaan perbandingan polimer dan monomer yang tepat, proses pengadukan yang terkontrol dengan baik, dan waktu pengisian bahan ke *rongga cetakan* yang tepat (Anusavice et al., 2004).

i. Sifat Mekanis

Kekuatan tensil dari resin akrilik biasanya tidak lebih besar dari 50 MPa. Modulus elastiknya rendah, modulus fleksuralnya berada pada rentang 2200 – 2500 MPa. Oleh karena itu basis gigi tiruan dengan bahan ini cenderung mudah fraktur.

Kebanyakan fraktur terjadi karena adanya insiden traumatik pada gigi tiruan, akan tetapi mungkin tidak dapat secara mudah diketahui. Bila gigi tiruan tersebut jatuh ke lantai, gigi tiruan tersebut tidak secara langsung pecah, tetapi kemungkinan ada keretakan yang terbentuk yang bisa berlanjut terus menerus.

Fraktur juga bisa disebabkan oleh pemrosesan dengan kualitas yang rendah. Kurangnya *bonding* antara resin dengan gigi akrilik dapat menjadi kemungkinan awal terjadinya fraktur. Selain itu juga bisa terjadi pembentukan *craze* karena kegagalan pemrosesan atau *exposure* terhadap pelarut (Noort, 2013). Secara klinis, *crazing* terlihat sebagai garis retakan kecil yang nampak timbul pada permukaan protesa. Retakan permukaan merupakan predisposisi terhadap patahnya basis protesa (Anusavice et al., 2004). Angka KHN (*Knoop Hardness Number*) yang rendah juga menunjukkan bahwa *heat cured acrylic resin* dapat tergores dengan mudah dan terkelupas. Penggabungan filler dalam plastik mungkin dapat mempengaruhi resistensi terhadap abrasi, tetapi kekerasan terhadap matriks yang ada tidak berubah, sehingga bila akan melakukan *polishing*, *shell blasting*, dan pembersihan gigi tiruan dengan sikat harus diingat akan sifat ini. Resistensi *heat cured acrylic resin* terhadap abrasi juga termasuk rendah bila dibandingkan dengan bahan lainnya ( $530 \text{ mm} \times 10^{-3}$ ).

**Tabel 2.1 Sifat Mekanis Resin Akrilik PMMA Heat-Cured**

Indikator (satuan)	Besaran
Kekuatan tensil (MPa)	48,3 – 62,1
Kekuatan kompresi (MPa)	75,9
Elongasi (%)	1-2
Modulus elastic (GPa)	3,8
Kekuatan Impak, Izod (kg m/cm notch)	0,011
Uji kekerasan Knoop (kg/mm <sup>2</sup> )	15-17
Kekuatan transversa (MPa)	79-86

(Craig, 2006)

### 2.3.1 Kekuatan Impak

Kekuatan impak merupakan energi yang diperlukan untuk mematahkan suatu bahan dengan gaya benturan, sehingga resin akrilik sebagai basis protesa harus memiliki kekuatan impak yang tinggi untuk mencegah terjadinya patahan. Penambahan Plasticizer dapat meningkatkan kekuatan impak, namun beberapa penambahan tersebut dapat menurunkan sifat kekerasan, proporsional limit, modulus elastis dan compressive strength. Idealnya kekuatan impak harus cukup tinggi dan tidak mengorbankan sifat - sifat lainnya. Kekuatan impak yang direkomendasikan untuk resin basis protesa berkisar 0,98 sampai 1,27 J. Kekuatan impak didapat menggunakan sampel dengan ukuran tertentu diletakkan pada alat pengujian kekuatan impak dengan lengan pemukul yang dapat diayun. Pemukul tersebut kemudian diayun dan membentur sampel hingga patah, selanjutnya energi yang diserap akan tertera pada alat pengujian sehingga dapat dicatat dan dilakukan perhitungan kekuatan impak sampel tersebut. Perhitungan kekuatan impak ini menggunakan rumus energi serap yaitu (Callister, 2007)

$$\frac{W.L (\cos\beta - \cos\alpha)}{A} \quad (\text{gram/cm})$$

Keterangan rumus:

W = berat bandul + berat logam (gr)

L = panjang lengan (cm)

$\alpha$  = sudut awal bandul sebelum diayunkan

$\beta$  = sudut akhir bandul sesudah diayunkan

A = luas penampang lempeng uji (cm<sup>2</sup>)

Pada pengujian kekuatan impak ada dua cara pengujian yang dapat digunakan yaitu metode charpy dan metode izod. Pada metode izod sampel dijepit secara vertikal pada salah satu ujungnya, kemudian pemukul diayunkan dari ketinggian tertentu dan akan memukul ujung yang lain. Sedangkan pada metode charpy sampel diletakkan dengan posisi horizontal dan ujung - ujungnya ditahan oleh penahan yang bergerak 40 mm, Pemukul diayunkan dari arah belakang (Callister, 2007).

Perbedaan charpy dengan izod adalah dari peletakan spesimen. Pengujian dengan menggunakan charpy dapat dikatakan lebih akurat karena pada pengujian impact dengan metode izod pemegang spesimen juga turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu diserap oleh material seutuhnya (Balachandran, 2013). Alat yang digunakan untuk uji kekuatan impak pada penelitian ini adalah alat uji *Charpy*.

Langkah-langkah pengujian impak Charpy adalah sebagai berikut :

(Callister, 2007)

- a. Mengukur dimensi sampel uji yaitu tebal, lebar, luas penampang, sudut takikan, dan radius takikan.
- b. Mengangkat beban palu.
- c. Meletakkan sampel pada lempeng uji atau penumpu dengan bantuan penjepit.
- d. Lepaskan palu dan biarkan palu mematahkan benda uji
- e. Catat energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji impak.
- f. Hitung harga impak

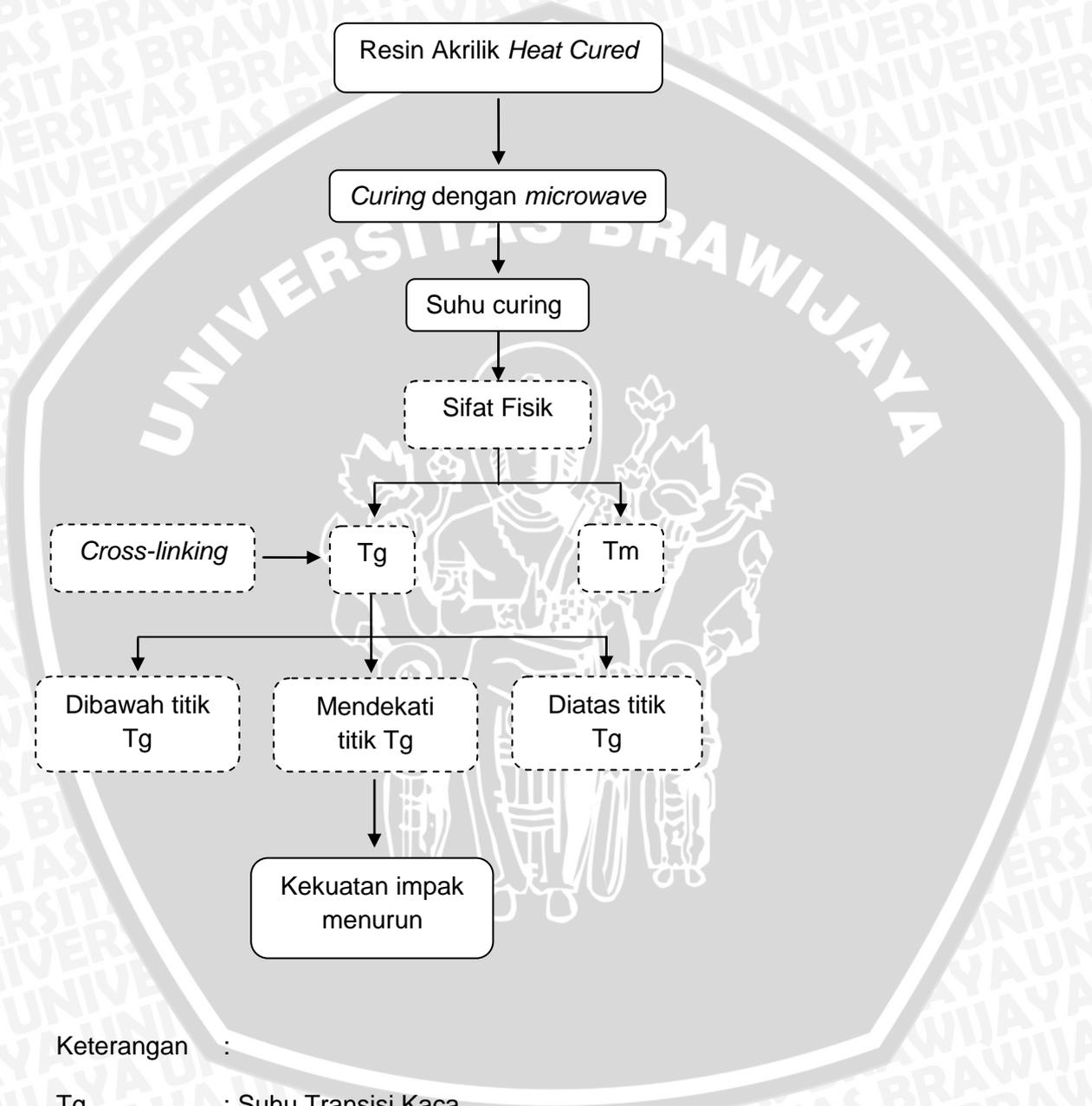


Gambar 3 : Alat uji kekuatan impak Charpy (Sumber : Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, jurusan Material Metalurgi ITS)



BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN



Keterangan :

Tg : Suhu Transisi Kaca

Tm : Suhu Leleh

: Diteliti

: Tidak diteliti



## 2.1 Kerangka Konsep

Akrilik adalah salah satu bahan yang sering digunakan sebagai basis gigi tiruan. Akrilik yang sering digunakan sebagai basis gigi tiruan adalah akrilik *heat cured*. Proses polimerisasi akrilik *heat cured* dibantu oleh panas. Suhu pada saat proses polimerisasi berpengaruh terhadap sifat fisik dari akrilik *heat cured*. Sifat fisik yang dimiliki akrilik diantaranya  $T_g$  atau suhu transisi kaca, dan  $T_m$  atau suhu leleh.  $T_g$  dipengaruhi oleh *cross-linking*. Suhu transisi kaca mempengaruhi dari sifat mekanik suatu akrilik. Ketika suhu berada dibawah suhu transisi kaca suatu akrilik akan kaku, namun ketika mencapai titik suhu transisi kaca maka suatu akrilik akan melunak dan menjadi seperti karet. Sedangkan ketika suatu akrilik diatas suhu akrilik menjadi getas seperti kaca. Akrilik yang melunak dan seperti karet mempengaruhi dari sifat mekanik, yaitu kekuatan impak yang mengalami penurunan.

## 2.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*.

## BAB 4

## METODE PENELITIAN

**4.1 Rancangan Penelitian**

Berdasarkan sifatnya, penelitian ini termasuk jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan penelitian uji lempeng akrilik yang tiap unitnya homogen. Ciri dari penelitian ini adalah mengkaji hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat dalam kondisi yang terkendalikan (Sugiyono, 2010). Sedangkan desain penelitian ini adalah *posttest only control group design*. Desain ini berasumsi bahwa populasi akrilik *heat cured* memiliki karakteristik yang sama sehingga tidak diperlukan penelitian awal (Notoatmodjo, 2010).

**4.2 Sampel****4.2.1 Kriteria Sampel**

## 4.2.2.1 Kriteria inklusi

- a. Resin akrilik *heat cured*
  - i. Resin akrilik harus homogen.
  - ii. Resin akrilik dalam fase *dough* yang dibuat pada cetakan yang berukuran sama.
  - iii. Ketika resin akrilik selesai dipress tidak boleh terdapat porus
- b. Lempeng resin akrilik *heat cured*
  - i. Lempeng resin akrilik berukuran sama
  - ii. Tidak terdapat porus pada lempeng resin akrilik
  - iii. Permukaan lempeng resin akrilik rata dan tidak bergelombang

#### 4.2.2.1 Kriteria eksklusi

1. Resin akrilik *heat cured*
  - i. Resin akrilik tidak homogen.
  - ii. Resin akrilik tidak dalam fase *dough* dan tidak dibuat pada cetakan yang berukuran sama
  - iii. Terdapat porus ketika resin akrilik selesai dipress
2. Lempeng resin akrilik *heat cured*
  - i. Lempeng resin akrilik tidak berukuran sama
  - ii. Terdapat porus pada lempeng resin akrilik
  - iii. Permukaan lempeng resin akrilik tidak rata dan bergelombang

#### 4.2.2 Bentuk Sampel

Bentuk sampel berupa plat resin akrilik berbentuk lempeng dengan ukuran 65 mm x 10 mm x 2,5 mm (American Dental Association, 2011)

#### 4.2.3 Jumlah Sampel

Dalam penelitian ini, banyaknya pengulangan ditentukan dengan menggunakan rumus dari Hulley (Notoatmodjo, 2010) yaitu:

$$(n - 1) \times (t - 1) \geq 15$$

n = jumlah replikasi

t = jumlah perlakuan

(5 perlakuan, yaitu 4 dengan perbedaan suhu, 1 kontrol)

$$(n - 1) \times (5 - 1) \geq 15$$

$$(n - 1) \times 4 \geq 15$$

$$4n - 4 \geq 15$$

$$4n \geq 19$$

$$n \geq 4,75, n = 5$$

Sampel berjumlah 25, dibagi dalam 5 kelompok yang setiap perlakuan terdiri dari 5 sampel:

- Kelompok 1 adalah kelompok kontrol yang di *curing* pada suhu konvensional 70°C
- Kelompok 2 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 40°C
- Kelompok 3 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 60°C
- Kelompok 4 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 80°C
- Kelompok 5 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 100°C

#### 4.3 Variabel Penelitian

##### 4.3.1 Variabel Bebas

Suhu *curing* akrilik *heat cured*

##### 4.3.2 Variabel Terikat

Kekuatan impak lempeng akrilik

##### 4.3.3 Variabel Terkendali

- Alat uji kekuatan impak lempeng akrilik
- Kecepatan tekanan alat (*cross head*)
- Ukuran lempeng akrilik

#### 4.4 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional
1.	Kekuatan impak	Kekuatan impak adalah ukuran kekuatan resin akrilik apabila mendapat tekanan yang besar dan

		spontan dalam bentuk benturan pada lempeng percobaan yang berbentuk batang persegi empat mempunyai ukuran 65x10x2.5 mm. Diuji dengan uji impak charpy. Dihitung dengan satuan $J/mm^2$ dengan skala data rasio.
2.	Suhu <i>microwave</i>	Suhu yang digunakan untuk curing akrilik <i>heat cured</i> . Dalam penelitian ini digunakan suhu 70°C, 40°C, 60°C, 80°C, 100°C selama 2 jam, menggunakan <i>microwave</i> dengan skala data rasio.

#### 4.5 Bahan Penelitian

- a. Akrilik *heat cured* (ADM)
- b. Master model ukuran 65 x 10 x 2,5 mm (*Dental Stone*)
- c. Vaseline (Kimia Farma)
- d. Gips lunak (Cepu, Indonesia)
- e. Separator resin akrilik *Cold Mould Seal* (CMS, Detrey, Inggris)
- f. Aquades

#### 4.6 Alat Penelitian

- a. Kuvet
- b. Alat pres
- c. Kuas
- d. Gelas porselen
- e. Gelas ukur

- f. Alat Universal Testing Machine (*Tensile Testing Machine Type PM 100 GALDABINI*)
- g. Mesin poles
- h. Kertas gosok
- i. Bur Poles
- j. Pisau gips dan pisau malam

#### 4.7 Lokasi Penelitian

- a. Laboratorium Material Kedokteran Gigi PSPDG FKUB sebagai tempat pembuatan sampel resin akrilik.
- b. Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS sebagai tempat dilakukannya uji kekuatan impak.

#### 4.8 Waktu Penelitian

Bulan November 2015 - Januari 2016

#### 4.9 Prosedur Kerja

##### 4.9.1 Persiapan Sampel

Sampel berjumlah 25, dibagi dalam 5 kelompok yang setiap perlakuan terdiri dari 5 sampel:

- a. Kelompok 1 adalah kelompok kontrol yang di *curing* pada suhu konvensional 70°C
- b. Kelompok 2 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 40°C
- c. Kelompok 3 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 60°C
- d. Kelompok 4 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 80°C
- e. Kelompok 5 adalah kelompok perlakuan yang di *curing* pada suhu 100°C

#### 4.9.2 Pembuatan Sampel

Langkah-langkah pembuatan resin akrilik adalah sebagai berikut :

(McCabe, 2008)

- a. Menyiapkan model master dengan ukuran 65 x 10 x 2,5 mm.
- b. Dilakukan pemendaman model master di dalam kuvet menggunakan gips lunak.
- c. Membuat adonan gips keras yang terdiri dari air 15 ml dan bubuk gips keras 50 gram dalam mangkok karet, setelah itu gips dimasukkan ke dalam kuvet besar diatas *vibrator*.
- d. Setelah bagian basis kuvet terisi penuh, plat dari bahan kuningan ditanam dalam kuvet sebanyak 3 buah untuk setiap kuvet, kemudian ditunggu hingga mengeras. Setelah permukaan gips keras diolesi selapis tipis vaselin hingga merata menggunakan kuas.
- e. Dilakukan pengisian kuvet lawan dengan gips lunak dan dilakukan pengepresan dengan menggunakan alat pres.
- f. Setelah gips lunak *setting*, kuvet bawah dan atas dipisahkan dengan cara mengungkit pertemuan kuvet dengan pisau gips. Master model diambil dan permukaan gips dibersihkan dari vaseline dengan air panas yang mengalir. Setelah kuvet dingin, permukaan gips diulasi *cold mould seal* secara merata menggunakan kuas dan ditunggu hingga kering.
- g. Membuat adonan resin akrilik yang terbuat dari bubuk polimer 4,8 gram dengan cairan monomer 2 ml dan diaduk dalam pot porselen pada suhu kamar  $\pm 20 - 25^{\circ}\text{C}$ .
- h. Setelah mencapai fase dough stage pada suhu kamar, mould diisi dengan adonan akrilik. Kuvet bagian atas dan bawah disatukan, dipres

dengan *hydraulic bench press*, lalu ditekan perlahan-lahan hingga rapat, kemudian kuvet dibuka. Kelebihan akrilik dipotong dengan pisau model, lalu kuvet ditutup dan diletakkan lagi pada *hydraulic bench press*.

- i. Lakukan cara yang sama seperti nomer 3 diatas sampai tidak terdapat kelebihan akrilik.
- j. Dilakukan proses *curing* menggunakan *microwave* dengan suhu 70°C untuk kelompok kontrol atau kelompok 1, 40°C untuk kelompok 2, 60°C untuk kelompok 3, 80°C untuk kelompok 4, 100°C untuk kelompok 5 ,kemudian dibiarkan hingga dingin.
- k. Kuvet dibedakan tempatnya sesuai dengan suhu *curing*.
- l. Setelah dingin, kuvet dibuka dan lempeng akrilik diambil. Kelebihan akrilik dirapikan dan dihaluskan menggunakan *straight hand piece*, bur *polish* dan kertas gosok.

#### 4.9.3 Pengujian Kekuatan Impak

Langkah-langkah pengujian impak Charpy adalah sebagai berikut :

(Callister, 2007)

- a. Lempeng uji diukur panjang kemudian diberi tanda pada garis tengah dengan menggunakan pensil.
- b. Lempeng uji yang telah diberi tanda diletakkan di tengah alat tekan supaya tekanan betul-betul tertuju pada satu garis uji.
- c. Mesin alat dihidupkan, pemberat alat akan turun menekan tepat pada tengah lempeng uji sampai terjadi patahnya lempeng uji, dan secara otomatis akan berhenti bekerja.
- d. Dengan rumus (Callister, 2007)

$$\text{Kekuatan Impak} = \frac{W.L (\cos\beta - \cos\alpha)}{A} \quad (\text{gram/cm})$$

Keterangan rumus:

W = berat bandul + berat logam (gr)

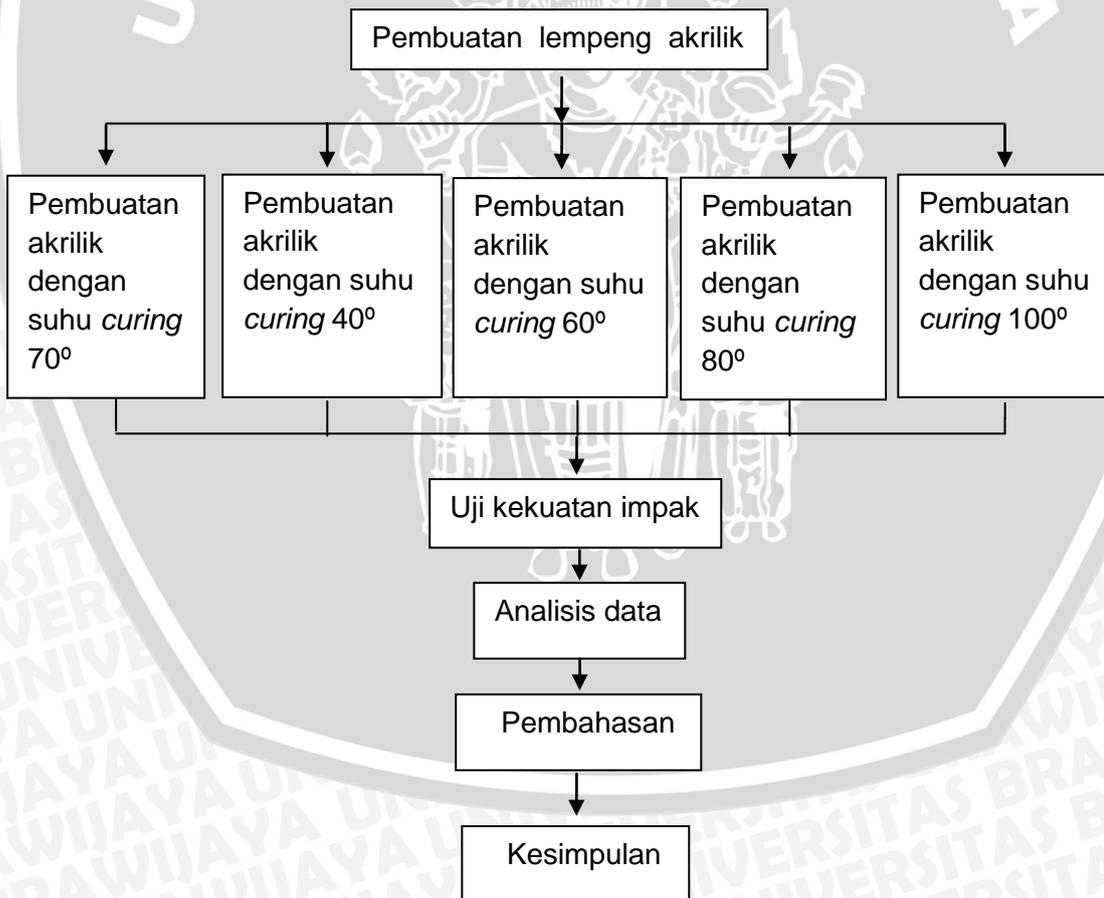
L = panjang lengan (cm)

$\alpha$  = sudut awal bandul sebelum diayunkan

$\beta$  = sudut akhir bandul sesudah diayunkan

A = luas penampang lempeng uji (cm<sup>2</sup>)

#### 4.10 Alur Penelitian



#### 4.11 Analisis Data

Analisa data statistik dengan menggunakan sistem komputer SPSS Ver.16.0 for Windows. Data tingkat kekerasan dari masing-masing sampel dicatat dan dimasukkan ke dalam tabel. Data berdistribusi normal dan homogen, maka selanjutnya hasil penelitian diuji dengan uji statistik parametrik regresi linear satu arah untuk mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat-cured*. Variabel data yang digunakan dalam penelitian ini adalah kategorik dan numerik.



## BAB V

## HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

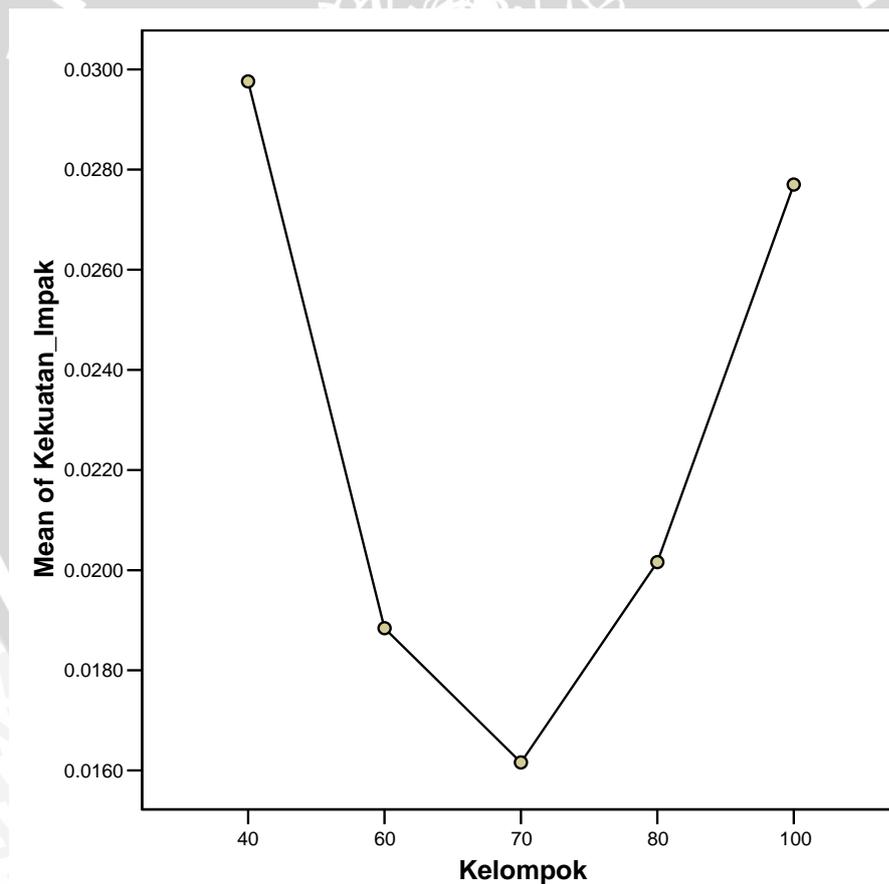
## 5.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian diperoleh dengan mengukur waktu pemanasan dan kekuatan impak sampel resin akrilik tipe *heat cured* menggunakan alat uji Alat Universal Testing Machine (*Tensile Testing Machine Type PM 100 GALDABINI*) dan hasilnya dinyatakan dalam satuan  $\text{J}/\text{mm}^2$ . Pengukuran kekuatan tekan dilakukan setelah resin akrilik *heat cured* mendapat perlakuan berbeda pada saat proses pemanasan (*curing*). Terdapat 25 sampel yang terbagi dalam 4 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol, yaitu pemanasan dengan *microwave* pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  sebagai kelompok kontrol, pemanasan pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  (kelompok perlakuan 1), pemanasan pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  (kelompok perlakuan 2) pemanasan pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  (kelompok perlakuan 3) dan pemanasan pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$  (kelompok perlakuan 4). Hasil penelitian ditunjukkan pada tabel 5.1

**Tabel 5.1** Hasil Perhitungan Kekuatan Impak *Heat Cured Acrylic Resin*

Kelompok	Suhu Pemanasan	Rata-rata nilai kekuatan tekan ( $\text{J}/\text{mm}^2$ )
Kelompok 1	$70^{\circ}$	0.0161
Kelompok 2	$40^{\circ}$	0.0297
Kelompok 3	$60^{\circ}$	0.0188
Kelompok 4	$80^{\circ}$	0.0201
Kelompok 5	$100^{\circ}$	0.0277

Hasil uji kekuatan tekan yang tercantum dalam table 5.1 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan tekan antar kelompok perlakuan. Rata-rata kekuatan tekan terkecil berada pada kelompok kontrol sebesar  $0.0161 \text{ J/mm}^2$ , sedangkan rata-rata kekuatan tekan terbesar berada pada kelompok A sebesar  $0.0297 \text{ J/mm}^2$ . Hasil pengukuran uji kekuatan dalam tabel 5.1 juga menunjukkan tidak terdapat pengaruh suhu microwave terhadap nilai kekuatan dampak resin akrilik *heat cured*. Untuk memperjelas pengaruh suhu pemanasan microwave dengan nilai kekuatan dampak resin akrilik *heat cured*, dapat dilihat pada diagram garis sebagaimana tertera pada gambar 5.1



**Gambar 5.1** Grafik Hasil Uji Kekuatan Impak *Heat Cured Acrylic Resin*

## 5.2 Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product of Service Solution*) for Windows untuk mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impact resin akrilik *heat cured*.

### 5.2.1 Uji Normalitas Data

Uji normalitas data digunakan dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena jumlah sampel kecil yaitu 25 sampel. Data dapat dikatakan normal apabila nilai signifikansi atau  $p > 0,05$ . Berdasarkan uji normalitas yang telah dilakukan, diperoleh nilai  $p = 0,517$ . Data tersebut menunjukkan bahwa  $p > 0,05$  sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal.

**Tabel 5.2** Uji Normalitas Data *Heat Cured Acrylic Resin*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekuatan_Impak	.146	25	.181	.965	25	.517

a. Lilliefors Significance Correction

### 5.2.2 Uji Hubungan Antara Suhu *Microwave* dengan Kekuatan Impact.

Uji korelasi merupakan teknik statistik yang digunakan untuk menguji ada/tidaknya hubungan serta arah hubungan dari dua variabel atau lebih. Besar kecilnya hubungan antara dua variabel dinyatakan dalam bilangan yang disebut koefisien korelasi. Besaran koefisien korelasi -1 dan 1 adalah korelasi yang sempurna, sedangkan koefisien korelasi 0 atau mendekati 0 dianggap tidak berhubungan antara dua variabel yang diuji. Dilihat dari tanda koefisien korelasi,

tanda (-) berarti apabila variabel X tinggi maka variabel Y rendah (tidak searah), dan tanda (+) berarti apabila variabel X tinggi maka variabel Y juga tinggi (searah). Pada signifikansi, bila nilai sig. < 0,05 maka ada korelasi yang signifikan tetapi jika nilai sig. > 0,05 maka tidak ada korelasi yang signifikan. Pada hasil penelitian nilai sig. > 0,05 yaitu 0.771, maka tidak ada korelasi yang signifikan, namun ketika dilakukan perhitungan antara suhu 40°C hingga 70°C nilai sig. 0.008, maka ada suhu 40°-70° terdapat hubungan yang signifikan dengan kekuatan impact namun terbalik. Pada suhu 70°-100° nilai sig. 0.056, maka terdapat hubungan namun kurang signifikan.

**Tabel 5.3** Uji Hubungan Antara Suhu *Microwave* dengan Kekuatan Impact

Suhu	N	Pearson Correlatian	Sig,
40°C - 100°C	25	-0.061	0.771
40°C - 70°C	15	-0.657	0.008
80°C -100°C	10	0.621	0.056

### 5.2.3 Uji Homogenitas Varian

*Levene Test* atau uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui varian dari spesimen penelitian homogen atau tidak. Homogenitas varian dipengaruhi oleh karakteristik spesimen. Apabila setiap spesimen secara umum memiliki karakteristik yang sama, maka akan dihasilkan varian yang homogen. Dalam penelitian ini, karakteristik spesimen dapat meliputi ukuran dan struktur lempeng akrilik. Hasil pengujian didapatkan nilai signifikansi (*p-value*) sebesar 0.050 (>0.05) sehingga varian tersebut dikatakan homogen. Data yang telah

berdistribusi normal dan homogen kemudian dapat diuji dengan *One Way ANOVA*.

**Tabel 5.4** Uji Homogenitas Varian Kekuatan Impak *Heat Cured Acrylic Resin*

Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
2.863	4	20	.050

#### 5.2.4 Analisis Perbedaan Kekuatan Impak Pada Masing-Masing Suhu Microwave

Uji *One Way ANOVA* digunakan untuk mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Berdasarkan hasil uji tersebut didapatkan nilai signifikansi (*p-value*) sebesar 0.016 ( $<0.05$ ) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kekuatan impak yang signifikan antara kelompok kontrol (suhu 70°C) dengan kelompok perlakuan (suhu 40°C).

**Tabel 5.5** Uji Perbedaan Kekuatan Impak Pada Masing-Masing Suhu *Microwave*

	Sum of Squares	df	Sig.
Between Groups	.001	4	.016
Within Groups	.001	20	
Total	.002	24	

#### 5.2.5 Uji *Post Hoc Tukey-LSD*

Uji *Post Hoc Tukey-HSD* yang dilakukan berfungsi sebagai uji beda lanjutan untuk mengetahui perbedaan nilai kekuatan impak antar masing-masing kelompok perlakuan. Dari hasil uji statistik, didapatkan nilai  $p < 0,05$  pada kelompok kontrol (suhu 70°C) dengan kelompok perlakuan (suhu 40°C) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai kekuatan signifikan antara kelompok kontrol (suhu 70°C) dengan kelompok perlakuan (suhu 40°C).

**Tabel 5.6** Uji Post Hoc Multiple Comparison LSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Sig.
40	60	.109
	70	.030
	80	.192
	100	.987
60	40	.109
	70	.967
	80	.998
	100	.256
70	40	.030
	60	.967
	80	.873
	100	.082
80	40	.192
	60	.998
	70	.873
	100	.405
100	40	.987
	60	.256
	70	.082
	80	.405

## BAB 6

## PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured*. Penelitian ini memerlukan 25 sampel resin akrilik *heat cured* yang dibagi dalam 4 kelompok perlakuan dan 1 kelompok kontrol yaitu pemanasan pada suhu 70°C sebagai kelompok kontrol, pemanasan pada suhu 40°C (kelompok perlakuan 1), pada suhu 60°C (kelompok perlakuan 2), pada suhu 80°C (kelompok perlakuan 3), pada suhu 100°C (kelompok perlakuan 4). Selanjutnya, masing-masing sampel resin akrilik *heat cured* akan diukur kekuatan impak (*impact strength*) berdasarkan suhu pemanasan (*curing*) yang telah dilakukan. Sampel resin akrilik *heat cured* pada penelitian dibuat dengan menggunakan *master model* yang terbuat dari logam karena pengerjaannya yang cepat dan praktis.

Berdasarkan sifat termalnya polimer dibedakan atas termoplastik dan termoset. Kedua sifat inilah yang merupakan pengklasifikasian dari bahan-bahan polimer. Polimer termoplastik biasanya berupa plastik, bersifat kenyal/dapat diregangkan. Sifat ini dapat terbentuk dengan dipanaskan, didinginkan, dapat dilelehkan dan berubah menjadi bentuk yang berbeda tanpa mengubah sifat bahan dari polimer tersebut. Bahan polimer termoplastik yang umum adalah acrylic, nilon (poliamide), selulosa, polisteren, polietilen, fluorkarbon, dan vinil (Daryanto, 2003). Polimer adalah suatu molekul dengan berat molekul tinggi, dan berbentuk seperti rantai. Suatu rantai polimer tidak terdiri dari suatu susunan atom secara random, tetapi adalah pengulangan tertentu dari gugus-

gugus atom, derivat atau berasal dari molekul-molekul kecil yang disebut monomer sehingga rantai tersebut terbentuk. Proses bagaimana monomer terubahkan menjadi polimer, disebut dengan proses polimerisasi (Mc Cabe, 2008). Pada umumnya pemrosesan PMMA mulai dari 40°C, sehingga untuk suhu dibawah 40°C belum terjadi polimerisasi (Sharudin, 2013).

Kekuatan impak yang tinggi pada kelompok perlakuan dengan suhu 40° diakibatkan *cross-linking* yang terjadi secara eksklusif pada suhu 32°C hingga 60° (Feller, 2008). *Cross-linking agent* biasanya digabungkan kedalam komponen cairan pada konsentrasi sebesar 1-2 % vol. Bahan yang biasa dipakai sebagai *cross-linking agent* adalah *glikol dimetakrilat* sehingga dapat digabungkan dalam rantai polimer yang bertumbuh. *Glikol dimetakrilat* dapat berfungsi sebagai jembatan atau bagian silang yang menyatukan 2 ikatan ganda permolekul. Bila *glikol dimetakrilat* dimasukkan ke dalam adukan, beberapa ikatan akan terbentuk dan polimer ini memberikan peningkatan ketahanan terhadap deformasi (Powers dan Sakaguchi, 2012).

Pada kelompok perlakuan dengan suhu 60° kekuatan impak mengalami penurunan dibandingkan kelompok perlakuan dengan suhu 40°, hal ini sesuai dengan penelitian Pasam (2012), bahwa pada suhu yang rendah rantai molekul pendek dari resin yang terbentuk tidak stabil. Pada hasil penelitian ini menunjukkan pada kelompok kontrol 70°C memiliki kekuatan impak yang paling rendah. Hal ini sesuai dengan McCabe (2008), suatu gigi tiruan dibentuk dari suatu polimer yang mempunyai nilai Tg 60°C, gigi tiruan akan menjadi kaku pada suhu mulut normal tetapi menjadi melunak dan fleksibel karena minuman panas dengan suhu 70°C. Nilai modulus elastisitas menurun, dan potensi untuk bergerak secara perlahan (*creep*) meningkat sekali pada suhu sekitar Tg.

Sehingga pada sekitar suhu 70°C dimana suhu 70° adalah T<sub>g</sub> akan mengalami penurunan kekuatan impak atau mudah patah.

Pada hasil penelitian pada suhu 80°C mengalami peningkatan hingga suhu 100°C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Younis (2013), mengenai energi patah yang meningkat disebabkan oleh peningkatan internal hambatan gesek dari pergerakan rantai polimer karena beban impak. Pada suhu tinggi, *metilmetakrilat* cepat berpolimerisasi. Perubahan temperatur resin basis protesa tidak berjalan mulus selama tahap awal proses pemanasan karena resin menempati posisi di tengah  *mold*, sehingga penembusan panas memerlukan periode lebih panjang. Begitu basis protesa mencapai temperatur sedikit di atas 70°C, temperatur resin mulai meningkat sengan cepat. Sebaliknya, kecepatan pemisahan *benzoielperoksida* secara nyata meningkat. Urutan kejadian ini meningkatkan kecepatan polimerisasi dan begitu pula peningkatan dalam reaksi panas eksotermal (Anusavice et al., 2004). Pada rentang suhu diatas 70°C hingga 100°C terjadi proses terminasi karena adanya reaksi pada radikal bebas 2 rantai yang sedang tumbuh, rantai gugus yang pada suhu 70°C belum berikatan akan mulai berikatan dengan gugus bebas lainnya sehingga terbentuk molekul stabil (Combe, 1992).

## BAB 7

## PENUTUP

## 7.1 Kesimpulan

- a. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh suhu *microwave* terhadap kekuatan impact resin akrilik *heat cured*.
- b. Kekuatan impact paling besar pada suhu 40°C
- c. Suhu paling optimum pada suhu 100 °C karena pada suhu 100°C ikatan yang terbentuk lebih stabil.

## 7.2 Saran

- a. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengembangkan penelitian ini dengan menambah rentang suhu.
- b. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan pengaruh perbedaan suhu menggunakan air mendidih.
- c. Perlu adanya penelitian lanjutan serupa dengan uji mekanik lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Dental Association, 2011, *ADA Specification No.12 Denture Base Polymers*. <http://www.ada.org/1317.aspx>. Diakses : 24 Oktober 2015
- Anusavice, K.J. dan Juwono, L Eds.2004. *Philips Buku ajar ilmu bahan kedokteran gigi* (edisi 10).Jakarta : EGC hal : 197-234.
- Balachandran, B. 2013. *Advances in Cryogenic Engineering* 44th ed. 2013. New York: Springer Science. Page : 213-215
- Basker, R.M. Davenport, D.C., Tomlin, H.R.1996. *Perawatan Prostodonsi Bagi Pasien Tidak Bergigi* (terj.), ed. III. EGC. Jakarta : 47-58
- Callister,WD. 2007. *Fundamentals of material science and Engineering*. McGraw-Hill, New York : 72-107
- Combe EC. 1992. *Sari Dental Material*. Alih Bahasa. Slamet Tarigan. Jakarta: Balai Pustaka. Hal : 270-301.
- Craig RG, Powers JM.2006. *Restorative Dental Materials*. St. Louis: Mosby, Inc. page : 636-649.
- Daryanto. 2003. *Dasar-dasar Teknik Mesin*. Jakarta: PT. Bhineka Cipta Jakarta
- DEPKES RI. 2013. *Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) Departemen Kesehatan Republik Indonesia*.
- Feller, R. 2008. Thoughts about "Crosslinking". WAAC Newsletter., page : 16-20
- Haryanto, G; dkk. 2013. *Buku Ajar Ilmu Geligi Tiruan Sebagian Lepas*. Hipokrates. Jakarta : 215-220
- Karelson, M., Katritzky, A.L., Lobanov, V. and Sild, S., 1997, Quantitative Structure-Property Relationship (QSPR) Correlation of Glass Transition Temperature of High Molecular Weight Polymers, *J. Chem. Inform. Comp. Sci.*, page : 98, 300-304
- Lidin, H. 2013. Pengaruh Struktur Polimer Terhadap Sifat Mekanik dan Termal Polimer. Jakarta : Departemen Metalurgi dan Material., page : 7-24

- Mc Cabe, J.F., Walls, A.W.G. 2008. *Applied Dental Materials* 9<sup>th</sup> Ed. British : Blackwell Publishing Ltd. page : 111-122
- Noort R. 2013. *Introduction to Dental Materials* 4<sup>th</sup> ed. Mosby Elsevier. USA, page : 196-208
- Notoatmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Cipta: hal. 156.
- Ouda L.M. 2011. *Effect of The Elevated Suhue on the Tensile Strength of Cold Cured Acrylic Denture Base in Comparison to Heat Cure Acrylic*. Journal of Kerbala University. College of Health and Medical Technologies., page : 126-133
- Pasam, N. 2012. Effect of different curing temperatures on the distortion at the posterior peripheral seal: An *in vitro* study. Department of Prosthodontics and Crown and Bridge, Gitam Dental College, Vishakapatnam. India
- Phillip R.W. 2013. *Science of Dental Material*. 12<sup>th</sup>ed. WB Saunders Co. Philadelphia, page: 275-306
- Powers JM, Wataha JC. . 2008. *Dental materials : Properties and manipulation*. 9th ed. Missouri: Mosby Inc.,page : 67-88
- Pozar, D. 2012. *Microwave Engineering* 4<sup>th</sup> Ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., page : 1-6
- Rashid A. A. 2013. *Suhue Effect on the Hardness of Different types of Resin Denture Base Materials*. MDJ. Preventive Dentistry. page : 69-76
- Rikmasari, R. 2009. *Pilih Gigi Palsu Sesuai Kondisi Anda*. (Online). (<http://www.pdgi-online.com/v2/index.php>., diakses 26 September 2015)
- Sedda, M., et al. 2005. Influence of The Polymerization Cycle on The Flexural Strength of Four Different PMMA-Based Heat-Polymerized Denture Base Resins. *International Dentistry South Africa* 8 (3): 20-26.
- Sharudin, R. W. 2013. *PP/PS/PMMA Ternary Blend Foaming Using Supercritical CO<sub>2</sub>*. Switzerland: Trans Tech Publication., page : 17-22
- Soratur. 2007. *Essentials of Dental Materials*. Jaypee Brothers Publishers. New Delhi, hal : 103 -123
- Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta, hal : 1-297

The Academy of Prosthodontics. 2014. Glossary of Prosthodontics Terms. *The Journal of Prosthetic Dentistry* 94 (1): 10-83

Younis E. G. 2013. *Study the Suhue Effects on Mechanical Properties of Cold Cured Denture Base Acrylic Material*. College of Dentistry, University of Mosul. Dept of Prosthetic Dentistry, page : 346-350



## LAMPIRAN

## Lampiran 1

## PERTANYAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawahini:

Nama : Nurani Atikasari

NIM : 125070400111039

Program Studi : Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul: "Pengaruh Suhu *Microwave* Terhadap Kekuatan Impak Resin Akrilik *Heat Cured*" yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 2 Maret 2016

Yang membuat pernyataan,

Nurani Atikasari

NIM. 125070400111039

Lampiran 2

Kelompok Suhu	Kekuatan Impak	Rata-rata nilai kekuatan tekan ( $J/mm^2$ )
40	0.0185 J/mm <sup>2</sup>	0.0297
	0.0188 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0319 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0402 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0394 J/mm <sup>2</sup>	
60	0.0254 J/mm <sup>2</sup>	0.0188
	0.0185 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0198 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0120 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0185 J/mm <sup>2</sup>	
70	0.0190 J/mm <sup>2</sup>	0.0161
	0.0132 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0125 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0242 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0119 J/mm <sup>2</sup>	
80	0.0175 J/mm <sup>2</sup>	0.0201
	0.0186 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0182 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0284 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0181 J/mm <sup>2</sup>	
100	0.0305 J/mm <sup>2</sup>	0.0277
	0.0334 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0303 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0181 J/mm <sup>2</sup>	
	0.0262 J/mm <sup>2</sup>	

Lampiran 3

Uji Normalitas

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kekuatan_Impak	.146	25	.181	.965	25	.517

a. Lilliefors Significance Correction

Correlations

Correlations

		Suhu	Kekuatan_Impak
Suhu	Pearson Correlation	1	-.061
	Sig. (2-tailed)	.	.771
	N	25	25
Kekuatan_Impak	Pearson Correlation	-.061	1
	Sig. (2-tailed)	.771	.
	N	25	25

Correlations

Correlations

		Suhu	Kekuatan_Impak
Suhu	Pearson Correlation	1	-.657**
	Sig. (2-tailed)	.	.008
	N	15	15
Kekuatan_Impak	Pearson Correlation	-.657**	1
	Sig. (2-tailed)	.008	.
	N	15	15

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Regression

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.657 <sup>a</sup>	.432	.388	.0071706

a. Predictors: (Constant), Suhu



**ANOVA<sup>b</sup>**

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.001	1	.001	9.879	.008 <sup>a</sup>
	Residual	.001	13	.000		
	Total	.001	14			

a. Predictors: (Constant), Suhu

b. Dependent Variable: Kekuatan\_Impak

**Coefficients<sup>a</sup>**

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.04803	.00861		5.576	.000
	Suhu	-.00047	.00015	-.657	-3.143	.008

a. Dependent Variable: Kekuatan\_Impak



## Correlations

Correlations

		Suhu	Kekuatan_ Impak
Suhu	Pearson Correlation	1	.621
	Sig. (2-tailed)	.	.056
	N	10	10
Kekuatan_ Impak	Pearson Correlation	.621	1
	Sig. (2-tailed)	.056	.
	N	10	10

## Oneway

Descriptives

Kekuatan\_ Impak

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
40	5	.029760	.0106467	.0047614	.016540	.042980	.0185	.0402
60	5	.018840	.0047690	.0021327	.012919	.024761	.0120	.0254
70	5	.016160	.0053154	.0023771	.009560	.022760	.0119	.0242
80	5	.020160	.0046231	.0020675	.014420	.025900	.0175	.0284
100	5	.027700	.0059477	.0026599	.020315	.035085	.0181	.0334
Total	25	.022524	.0081098	.0016220	.019176	.025872	.0119	.0402

## Test of Homogeneity of Variances

Kekuatan\_ Impak

Levene Statistic	df 1	df 2	Sig.
2.863	4	20	.050

## ANOVA

Kekuatan\_ Impak

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.001	4	.000	3.924	.016
Within Groups	.001	20	.000		
Total	.002	24			

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekuatan\_Impak

Tukey HSD

(I) Kelompok	(J) Kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
40	60	.0109200	.0042057	.109	-.001665	.023505
	70	.0136000*	.0042057	.030	.001015	.026185
	80	.0096000	.0042057	.192	-.002985	.022185
	100	.0020600	.0042057	.987	-.010525	.014645
60	40	-.0109200	.0042057	.109	-.023505	.001665
	70	.0026800	.0042057	.967	-.009905	.015265
	80	-.0013200	.0042057	.998	-.013905	.011265
	100	-.0088600	.0042057	.256	-.021445	.003725
70	40	-.0136000*	.0042057	.030	-.026185	-.001015
	60	-.0026800	.0042057	.967	-.015265	.009905
	80	-.0040000	.0042057	.873	-.016585	.008585
	100	-.0115400	.0042057	.082	-.024125	.001045
80	40	-.0096000	.0042057	.192	-.022185	.002985
	60	.0013200	.0042057	.998	-.011265	.013905
	70	.0040000	.0042057	.873	-.008585	.016585
	100	-.0075400	.0042057	.405	-.020125	.005045
100	40	-.0020600	.0042057	.987	-.014645	.010525
	60	.0088600	.0042057	.256	-.003725	.021445
	70	.0115400	.0042057	.082	-.001045	.024125
	80	.0075400	.0042057	.405	-.005045	.020125

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

## Homogeneous Subsets

Kekuatan\_Impak

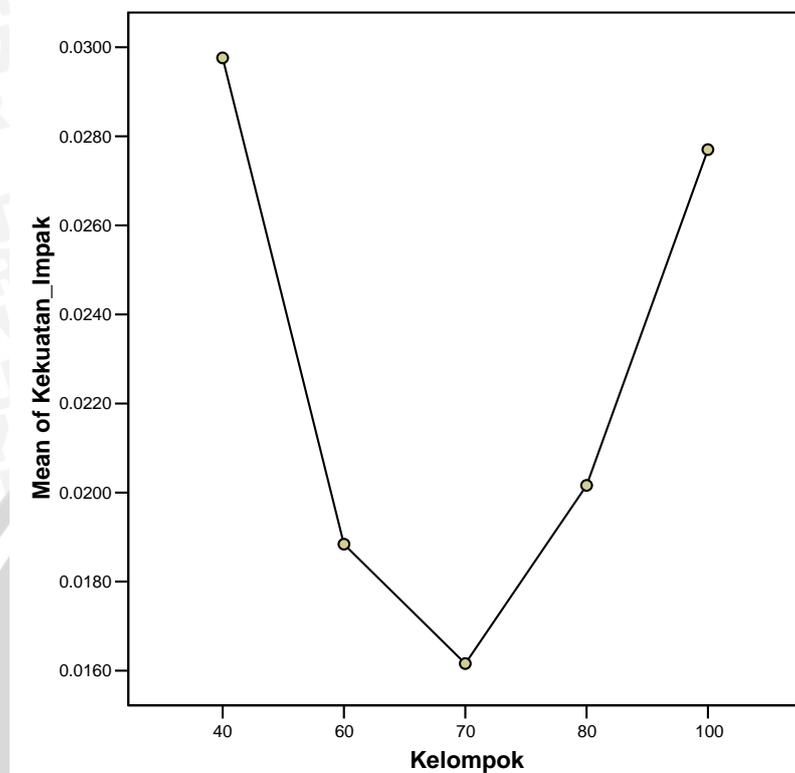
Tukey HSD<sup>a</sup>

Kelompok	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
70	5	.016160	
60	5	.018840	.018840
80	5	.020160	.020160
100	5	.027700	.027700
40	5		.029760
Sig.		.082	.109

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

### Means Plots



### Lampiran 4

Foto Alat dan Bahan Penelitian



Alat Universal Testing Machine (*Tensile Testing Machine Type PM 100 GALDABINI*)



### Lampiran 5 Foto Hasil Penelitian

Foto spesimen sebelum uji impak



Foto spesimen setelah uji tekan

