

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU KURING TERHADAP KEKUATAN
IMPAK RESIN AKRILIK HEAT CURED JENIS CROSS-LINKED YANG
DIPOLIMERISASI MENGGUNAKAN METODE MICROWAVE**

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan Guna Memenuhi Syarat Untuk
Meraih Gelar Sarjana Kedokteran Gigi
pada Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember



Oleh :

Andi Kurniawan

NIM : 991610101088

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

**PENGARUH PERBEDAAN WAKTU KURING TERHADAP KEKUATAN
IMPAK RESIN AKRILIK *HEAT CURED* JENIS *CROSS-LINKED* YANG
DIPOLIMERISASI MENGGUNAKAN METODE *MICROWAVE***

**KARYA TULIS ILMIAH
(SKRIPSI)**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih
Gelar Sarjana Kedokteran Gigi
Di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Oleh :

Andi Kurniawan

NIM : 991610101088

Dosen Pembimbing Utama

Dosen pembimbing Anggota


FX Ady Soesetijo, Sp. Pros, drg

NIP. 131 660 770


R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, drg

NIP. 132 148 480

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

Diterima oleh :

Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Sebagai Karya Tulis Ilmiah (SKRIPSI)

Dipertahankan Pada :

Hari : Senin


Tanggal : 10 Januari 2005, Pukul : 13.00 WIB

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember

Tim Penguji,

Ketua


drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros

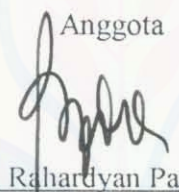
NIP.131 660 770

Sekretaris


drg. Dewi Kristiana, M. Kes

NIP.132 206 085

Anggota


drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes


NIP. 132 148 480

Mengesahkan,

Dean Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember




drg. Zahren Hamzali, M. S

NIP. 131 558 576

MOTTO-MOTTO

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri...”
(QS.13 :11)

“Dan janganlah kamu mengikuti apa yang kamu tidak mempunyai pengetahuan tentangnya. Sesungguhnya pendengaran, penglihatan dan hati, semuanya itu akan diminta pertanggungjawabannya”(QS. 17: 36)

“Kebenaran itu adalah dari Tuhanmu, sebab itu jangan sekali-sekali kamu termasuk orang yang ragu” (QS.2 : 147)

“Kegagalan dapat dibagi menjadi dua sebab. Yakni, orang yang berpikir tapi tidak pernah bertindak dan orang yang bertindak tapi tidak pernah berpikir
(Reverend W.A. Nance)

“Sesungguhnya kamu senantiasa dalam kebajikan selama kamu mengenal akan yang benar. Dan orang-orang berilmu dari kamu tidak meringan-ringankan yang benar itu.” (Hudzaifah ra)

“Tiada yang lebih baik dari ilmu dan ibadah. Janganlah kita menggunakan otak kita melainkan untuk ilmu dan ibadah. Pusatkan perhatian kita kepada ilmu dan ibadah. Kalau sudah terpusat, maka kita menjadi kuat, dan kalau sudah kuat berhasillah kita”.
(Imam Al Ghazali)

“Pengalaman menunjukkan bahwa sukses lebih disebabkan oleh semangat daripada kemampuan. Pemenang adalah orang yang memberikan segalanya untuk sukses, jasmani dan jiwani.” (Charles Buxton)

Kupersembahkan karya tulis ini kepada semua yang telah berpengaruh dalam kehidupanku, sebagai ungkapan syukur, rasa cinta yang mendalam dan rasa terima kasihku yang tak terhingga, karena keagungan, kemuliaan, kasih sayang, kebaikan, keikhlasan, dan keteladan yang luar biasa dalam perilaku dan tutur kata mereka. Mereka tiada lain dan tiada bukan :

Allah, Maha pengasih dan maha Penyayang, Pecipta alam semesta, Zat yang tidak pernah tidur dan lengah dalam mengatur Ciptaan-Nya, menghidupkan dari yang mati dan mematikan dari yang hidup, Allahlah yang mempergilirkan kekuasaan. Dia berikan kekuasaan kepada yang Dia kehendaki, dan Dia cabut kekuasaan dari yang dia kehendaki. Dialah penyandang kesucian, semua kebenaran berasal dari-Nya. Maha penerina taubat

Rosullullah, Muhammad, manusia agung yang diutus Allah mengajarkan kepada seluruh alam tentang cinta, keikhlasan, peradaban, ilmu, strategi, keimanan, ketaqwaan, hukum dan keadilan, dll. Yang semuanya akhlak beliau adalah Al-Quran. Amat cintanya kepada umatnya, semua tutur kata dan perbuatannya adalah kemuliaan. Yang tidak mengumbar kata-kata melainkan menunjukkan dengan perbuatan yang mulia.

Manusia-manusia hebat, yang tiada lebih membahagiakanku di dunia kecuali keikhlasan dan semangat mereka untuk mengutamakan kepentingan Saudaranya. Merekalah saudara-saudariku yang sejati, aku mencintai mereka dan mereka mencintaiiku. Jazakumullah khoiron katsiro kepada Ikhuwan dan akhwat fillah

Dan kupersembahkan pula kepada guru-guru yang luar biasa di SD Curug Sewu 03, SLTP 02 Patean. Kab. Kendal, SMU 01 Sukorejo, Kab. Kendal dan di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Teristemewa pula kepada orangtuaku terkasih (Bp Tasman S(Alm.) dan Ibunda Nurmiasih, S.Pd) dan teruntuk adikku tersayang Hesti Kurniawati (di FKG UGM)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah, Tuhan Semesta Alam, atas semua karunia, rahmat, petunjuk, fasilitas, kesempatan yang diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat serta salam tetap turunkan kepada Rosullullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, para tabiin, serta orang-orang yang konsisten dengan ajaran beliau sampai akhir zaman. Skripsi ini berjudul “Pengaruh Perbedaan Waktu Kuring terhadap Kekuatan Impak Resin Akrilik *Heat Cured* Jenis *Cross-linked* yang Dipolimerisasi menggunakan metode *Microwave*”.

Penghargaan yang setingginya kepada beliau-beliau yang telah mengikhlaskan dan mendahulukan kepentingan saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Semoga Allah SWT membalasnya. Penghargaan ini saya tujukan kepada :

1. drg. Zahreni Hamzah, selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember , atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
2. Pimpinan dan seluruh sivitas akademika Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
3. drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros (DPU), terima kasih atas semua kebaikan bimbingan, dukungan, ilmu yang telah diberikan kepada saya, serta kerja sama yang baik selama ini.
4. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M Kes (DPA), terima kasih atas semua kebaikan, motivasi, didikan, pengetahuan yang diberikan yang diberikan kepada saya, serta kerja sama yang baik selama ini.
5. Bapak dan ibu saya (Bp. Tasman S dan Ibu Nurmiasih, S.Pd), atas semua kebaikan, doa, kasih sayang, kucuran dana, keringat, dan air mata untuk saya. Saya akan selalu ingat dan berbakti pada kalian. Serta adikku Hesti Kurniawati yang selalu menyenangkanku, aku selalu bangga atas kemuliaan hatimu.

6. Saudara-saudaraku yang selalu kucintai karena Allah khususnya ikhwan dan akhwat keluarga besar *Islamic Dentistry* FKG UNEJ, KAMMI Daerah Jember, DPD PK Sejahtera Kab. Jember. Semoga kita tetap istikomah dalam berjuang.
7. Teman-temanku seangkatan (mahasiswa FKG UNEJ angkatan 1999), senior-senior saya, adik-adik angkatan saya, terima kasih atas semua pengertian dan bantuan yang luar biasa untuk saya selama ini.
8. Mbak Siti Irawati, dan Anna Setiawati yang telah suka rela membantu dalam penelitian dan penyelesaian skripsi saya.
9. Semua pihak yang belum saya sebutkan yang telah membantu saya, terima kasih atas semua yang telah diberikan kepada saya.

Akhirnya : Tiada gading yang tak retak, oleh karena itu penulis menyadari atas ketidaksempurnaan dalam penulisan skripsi ini. Kritik dan saran bagi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang, sangat saya harapkan. Terima Kasih

Jember, Oktober 2004

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengajuan	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Motto	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	vii
Ringkasan	viii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab I Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Permasalahan	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Hipotesis Penelitian	4
Bab II Tinjauan Pustaka	
2.1 Polimer	5
2.2 Polimerisasi	6
2.2.1 Kondensasi	6
2.2.2 Adisi	6
2.3 Komposisi Polimer <i>Heat-Curing</i>	9
2.3.1 Komposisi Bubuk dan Cairan	9
2.3.2 Cara Mengaktifkan Benzoil Peroksida	10
2.4 Macam-macam Kuring	10
2.4.1 Kuring Metode <i>Microwave</i>	11
2.5 Kekuatan Impak	12

Bab III Metodologi Penelitian

3.1	Jenis Penelitian	13
3.2	Variabel	13
3.2.1	Variabel Bebas.....	13
3.2.2	Variabel Terikat	13
3.2.3	Variabel Terkendali	13
3.3	Definisi Operasional	13
3.3.1	Resin Akrilik	13
3.3.2	Kuring	14
3.3.3	Lempeng Uji	14
3.3.4	Kekuatan Impak	14
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.4.1	Tempat Penelitian	14
3.4.2	Waktu Penelitian	14
3.5	Sampel	14
3.5.1	Bentuk Sampel	14
3.5.2	Kriteria Sampel	15
3.5.3	Jumlah Sampel	15
3.5.4	Pembagian Kelompok Sampel	15
3.6	Metode Sampling	16
3.6.1	Jenis Sampel	16
3.6.2	Cara Pemilihan Sampel	16
3.7	Pengujian Batang Uji terhadap Kekuatan Impak	17
3.8	Alat dan Bahan	18
3.9	Prosedur Penelitian	18
3.10	Analisa Data	20
3.11	Alur Penelitian	21

Bab IV Hasil Penelitian

RINGKASAN

(Andi Kurniawan, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, 991610101088, **“Pengaruh Perbedaan Waktu Kuring terhadap Kekuatan Impak Resin Akrilik Heat Cured Jenis Cross-linked yang Dipolimerisasi Menggunakan Metode Microwave”**, di bawah bimbingan drg. FX Ady Soesetijo, Sp. Pros dan drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes)

Polimetil metakrilat merupakan resin penyusun basis gigi tiruan. Sejak diperkenalkan enam dekade yang lalu, telah mengalami perkembangan melalui penelitian berlanjut yang bertujuan untuk memodifikasi prosedur pemrosesan resin dan memperbaiki sifat fisik, mekanik bahan, serta memudahkan pekerjaan di laboratorium dalam memanipulasinya (Barbosa *et al*, 2002). Protesa dental yang terbuat dari polimetil metakrilat ini harus mempunyai kekuatan yang adekuat, daya tahan dan stabilitas dimensional, serta bersifat biokompatibel dan sifat kimia yang stabil. Sampai saat ini resin akrilik dengan aktivator panas (*heat cured*) merupakan bahan basis gigi tiruan yang paling populer penggunaannya di klinik (Salim, 1995).

Beberapa metode yang digunakan dalam polimerisasi resin akrilik jenis *heat cured* selain dipanaskan di *waterbath*, dapat juga dilakukan dengan : uap, panas kering, pemanasan infra merah, panas kering dengan elemen listrik, oven udara kering, pemanasan induksi atau pemanasan dielektrik, radiasi *microwave*. Hasil dari variasi metode tadi secara klinis memberikan hasil yang sama dengan metode pemanasan dalam *waterbath*, dengan syarat temperatur dan tekanannya dikontrol (Craig *et al*, 2002).

Resin akrilik dapat diaktifkan dengan *microwave* pertama kali dilaporkan oleh Nishi dan Hashimoto *et al* (dalam Salim, 1995). Alat ini menghasilkan gelombang elektromagnetis dari energi listrik yang disebut *magnetron*. Oven *microwave* yang dipakai berfrekuensi 2.450 MHz yang panjang gelombangnya sekitar 12 cm. Pada molekul metil metakrilat yang menghadap ke lapangan elektromagnet *microwave* terjadi perubahan arah sekitar 5 miliar per detik. Hal tersebut menyebabkan banyak tabrakan intermolekuler yang menimbulkan panas dengan cepat. Metode kuring secara *microwave* mempunyai keuntungan menghemat waktu, bersih dibandingkan dengan proses secara konvensional (Barbosa *et al*, 2002). Menurut De Clerk (1987) bahwa polimerisasi dengan menggunakan *microwave* akan terjadi pemanasan dari dalam ke arah luar dengan cepat dan secara bersama akan mencegah terjadinya porositas dan meningkatnya derajat polimerisasi

De Clerk (1987) menyatakan bahwa pada proses polimerisasi dengan *microwave* sejumlah energi yang sama akan diserap oleh monomer yang makin lama makin berkurang, sehingga molekul monomer makin aktif bergerak. Akibatnya akan timbul panas yang tinggi, sehingga panas yang diserap pada akhir proses polimerisasi tersebut berlebihan dan menyebabkan *internal porosity*, yang akan memperlemah kekuatan transversa resin akrilik tersebut, *over heating* pada proses polimerisasi resin akrilik akan menurunkan kekuatan

transversa yang disebabkan oleh kurangnya kelembaban dari temperatur dalam oven, untuk mengurangi terjadinya *over heating* tersebut maka perlu diletakkan mangkuk berisi air di dalam *microwave* selama polimerisasi.

Kekuatan impak sebagai salah satu kekuatan fisik dan mekanik bahan diperlukan untuk menahan bahan gigi tiruan agar tidak fraktur apabila mendapatkan beban secara tiba-tiba. Dalam penggunaan klinis, kekuatan impak bahan diperlukan untuk menahan beban kunyah pada gigi tiruan secara tiba-tiba, sehingga tidak mudah patah.

De Clerk (1987) merekomendasikan waktu yang digunakan untuk curing (polimerisasi) dengan metode *microwave* adalah 15 – 20 menit. Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti ingin meneliti pengaruh waktu yang dikonversikan dengan suhu (dari mangkuk air) terhadap kekuatan impak resin akrilik jenis *heat-cured* yang dipolimerisasi menggunakan metode *microwave*.

Setelah dilakukan penelitian didapatkan hasil rata-rata kekuatan impak untuk waktu curing 15 menit adalah 0,800 cm-kg/cm, 17 menit adalah 0,772 cm-kg/cm, 19 menit adalah 0,800cm-kg/cm dan, 21 menit adalah 0,754 cm-kg/cm. Dilakukan pengujian untuk mengetahui masing-masing kelompok sampel tersebut homogen digunakan *Test of Homogeneity of variances* dan untuk mengetahui masing-masing kelompok sampel tersebut terdistribusi normal (normalitas data) dilakukan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*.

Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai 0,00, nilai ini $< 0,05$ maka ditafsirkan bahwa persebaran data tersebut tidak homogen, data tersebut tidak dapat dianalisa lebih lanjut menggunakan analisa data jenis parametrik. Sedangkan nilai uji normalitas untuk masing-masing kelompok sampel adalah 0,331 untuk curing 15 menit, 0,831 untuk kelompok curing 17 menit, 0,324 untuk kelompok curing 19 menit, dan 0,988 untuk kelompok curing 21 menit. Nilai uji normalitas keempat kelompok sampel $> 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat kelompok sampel terdistribusi normal, dengan demikian memenuhi syarat dilakukan analisa data statistik yang relevan. Analisa data statistik yang relevan untuk data penelitian ini adalah Kruskal Wallis.

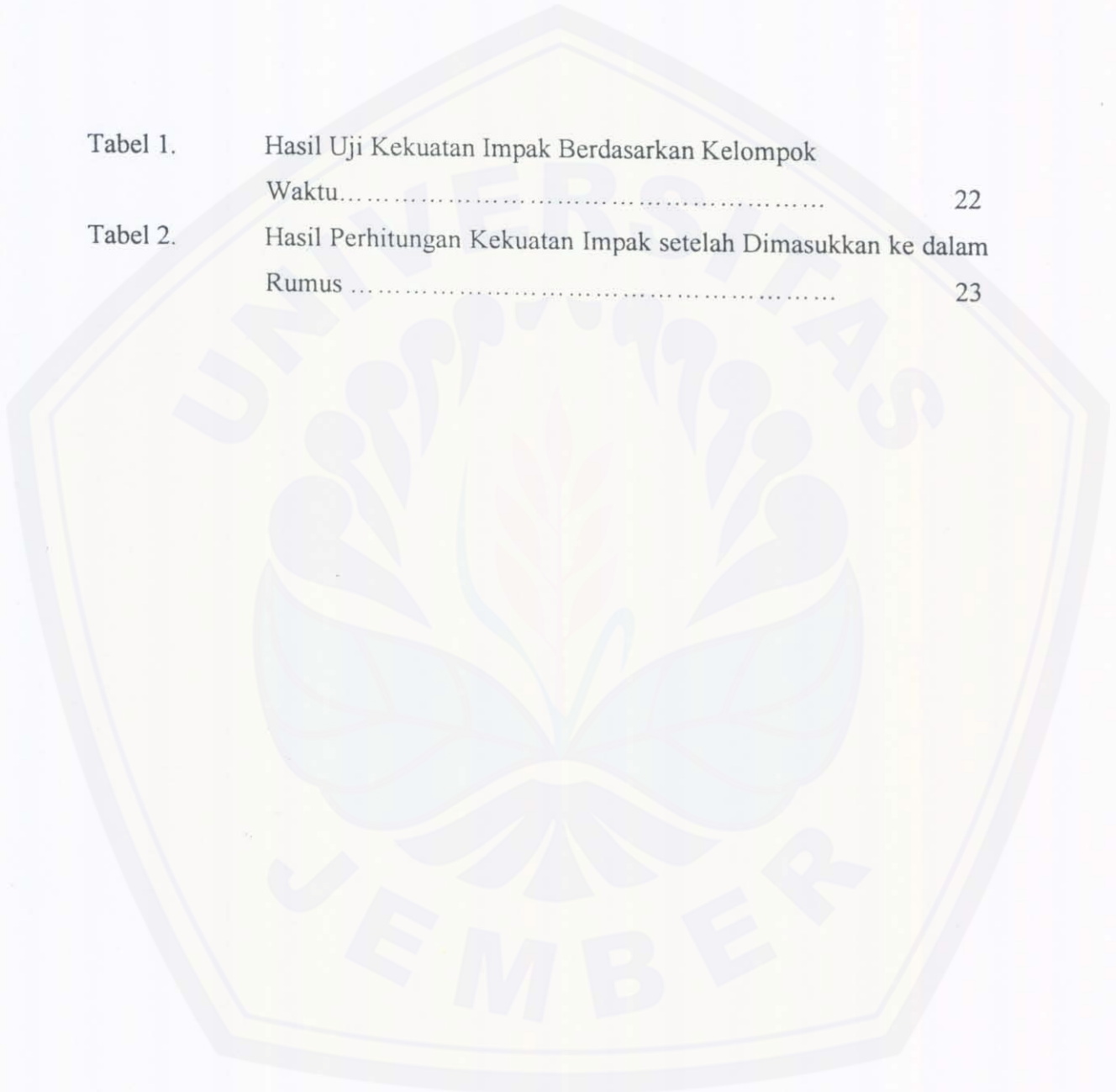
Berdasarkan pengujian Kruskal Wallis, dengan tingkat kepercayaan 95 % atau tingkat kesalahan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,776. Karena nilai probabilitas di atas 0,05 maka H_0 diterima, maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan (korelasi) yang signifikan antar variabel yang diuji, sehingga hipotesis sementara tertolak yaitu tidak terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara perbedaan waktu curing (polimerisasi) terhadap kekuatan impak resin akrilik *heat cured* yang dipolimerisasi menggunakan metode *microwave*

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Reaksi kimia Inisiasi	6
Gambar 2. Reaksi Kimia Propagasi	7
Gambar 3. Reaksi Kimia Terminasi	8
Gambar 4. Reaksi Kimia <i>Chains Transfere</i>	8
Gambar 5. Bentuk dan ukuran Spesimen Penelitian.....	15
Gambar 6. Gambar Dua Dimensi Alat Uji Kekuatan Impak Dan Bagian-bagian yang Diukur.....	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Hasil Uji Kekuatan Impak Berdasarkan Kelompok Waktu.....	22
Tabel 2.	Hasil Perhitungan Kekuatan Impak setelah Dimasukkan ke dalam Rumus	23



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Polimetil metakrilat merupakan resin penyusun basis gigi tiruan. Sejak diperkenalkan enam dekade yang lalu, telah mengalami perkembangan melalui penelitian berlanjut yang bertujuan untuk memodifikasi prosedur pemrosesan resin dan memperbaiki sifat fisik, mekanik bahan, serta memudahkan pekerjaan di laboratorium dalam memanipulasinya (Barbosa *et al*, 2002). Gigi tiruan yang terbuat dari polimetil metakrilat ini harus mempunyai kekuatan yang adekuat, daya tahan dan stabilitas dimensional, serta bersifat biokompatibel dan sifat kimia yang stabil. Sampai saat ini resin akrilik dengan aktivator panas (*heat cured*) merupakan bahan basis gigi tiruan yang paling populer penggunaannya di klinik (Salim, 1995).

Suhu dan lamanya pemanasan harus dikontrol, hal yang perlu diperhatikan bahwa bila bahan mengalami kuring tidak sempurna, protesa akan mengandung sisa monomer yang tinggi. Sisa monomer ini berpengaruh pada berat molekul rata-rata. Teknik kuring dalam suhu yang terlalu rendah dan dalam waktu yang terlalu singkat menghasilkan sisa monomer yang besar. Sisa monomer akan bertindak sebagai *plasticiser* yang menyebabkan resin menjadi lunak dan lebih fleksibel. Kecepatan peningkatan suhu harus tidak terlalu besar. Monomer mendidih pada suhu $100,3^{\circ}\text{C}$. Resin hendaknya juga mencapai suhu ini sewaktu masih terdapat sejumlah bagian monomer yang belum bereaksi. Maka apabila sejumlah besar masa akrilik yang belum terpolimerisasi sempurna tiba-tiba dimasukkan ke dalam air mendidih, suhu resin bisa naik sampai diatas $100,3^{\circ}\text{C}$, sehingga menyebabkan monomer menguap, sehingga terjadi *gaseous porosity* yang akan berpengaruh tidak menguntungkan pada kekuatan fisik dan sifat-sifat optis akrilik (Combe, 1992).

Beberapa metode yang digunakan dalam polimerisasi resin akrilik jenis *heat cured* selain dipanaskan di *waterbath*, dapat juga dilakukan dengan : uap, panas kering, pemanasan infra merah, panas kering dengan elemen listrik, oven

udara kering, pemanasan induksi atau pemanasan dielektrik, radiasi *microwave*. Hasil dari variasi metode tadi secara klinis memberikan hasil yang sama dengan metode pemanasan dalam *waterbath*, dengan syarat temperatur dan tekanannya dikontrol (Craig *et al*, 2002).

Resin akrilik dapat diaktifkan dengan *microwave* pertama kali dilaporkan oleh Nishi dan Hashimoto *et al* (dalam Salim, 1995). Alat ini menghasilkan gelombang elektromagnetis dari energi listrik yang disebut *magnetron*. Oven *microwave* yang dipakai berfrekuensi 2.450 MHz yang panjang gelombangnya sekitar 12 cm. Pada molekul metil metakrilat yang menghadap ke lapangan elektromagnet *microwave* terjadi perubahan arah sekitar 5 biliun per detik. Hal tersebut menyebabkan banyak tabrakan intermolekuler yang menimbulkan panas dengan cepat. Namun kuvet konvensional yang terbuat dari bahan metal tidak dapat dipakai, karena pemanasan dengan *microwave* tidak dapat menembus atau melewati bahan metal.

Kimura dan Teraoka (dalam Salim 1995) menyatakan bahwa untuk mengatasi hal tersebut menggunakan kuvet khusus yang terbuat dari serat gelas yang diperkuat resin poliester dan polikarbonat. Spesimen yang diproses secara *microwave* menunjukkan perubahan dimensi yang mirip dengan yang diproses secara konvensional. Metode kuring secara *microwave* mempunyai keuntungan menghemat waktu, bersih dibandingkan dengan proses secara konvensional. (Barbosa *et al*, 2002). Menurut De Clerk (1987) bahwa polimerisasi dengan menggunakan *microwave* akan terjadi pemanasan dari dalam ke arah luar dengan cepat dan secara bersama akan mencegah terjadinya porositas dan meningkatnya derajat polimerisasi. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Phillips (1991), menyatakan bahwa gelombang *micro (microwave)* dapat dipergunakan untuk polimerisasi resin akrilik dan dapat memberikan keuntungan :

- a. Waktu polimerisasi yang lebih singkat dibandingkan cara konvensional
- b. Mudah dan lebih sempurna hasil polimerisasi dibandingkan dengan cara konvensional.
- c. Meningkatkan kekuatan fisik dan mekanik resin akrilik.

Efek penggunaan *microwave* dilaporkan bahwa energi yang dipancarkan *microwave* menimbulkan, variasi kuring (*over* atau *under*), *micro-shrinkage* (porositas) pada protesa akrilik selama waktu kuring. Energi *microwave* pertama kali memanaskan air yang berlebihan disekitar *plaster mold*. Uap panas mengkonduksi panas disekitar matrik resin dan difokuskan pada matrik resin. Matrik resin terdiri dari variasi polimer, monomer, *cross-linked agent*, dan bahan aditif lain. Panas ini membuat jarak antar atom pada matrik resin semakin pendek. Monomer akan terpisah oleh adanya gaya Van der Waals, hal ini mengakibatkan perubahan pada ikatan kovalen pada matrik resin, dan dengan panas yang berlebihan akan menyebabkan monomer menguap sebelum proses polimerisasi, sehingga tidak semua monomer bergabung dalam rantai polimer ketika proses polimerisasi berlangsung. Keadaan inilah yang membuat terjadinya *micro-shrinkage* (porositas). Besarnya jumlah *micro-shrinkage* akan menyebabkan tidak tepatnya keadaan dimensional protesa dan sifat fisik dan mekanik lain (Wallace, 1991)

De Clerk (1987) menyatakan bahwa pada proses polimerisasi dengan *microwave* sejumlah energi yang sama akan diserap oleh monomer yang makin lama makin berkurang, sehingga molekul monomer makin aktif bergerak. Akibatnya akan timbul panas yang tinggi, sehingga panas yang diserap pada akhir proses polimerisasi tersebut berlebihan dan menyebabkan *internal porosity*, yang akan memperlemah kekuatan transversa resin akrilik tersebut, *over heating* pada proses polimerisasi resin akrilik akan menurunkan kekuatan transversa yang disebabkan oleh kurangnya kelembaban dari temperatur dalam oven, untuk mengurangi terjadinya *over heating* tersebut maka perlu diletakkan mangkuk berisi air di dalam *microwave* selama polimerisasi.

Kekuatan impak sebagai salah satu kekuatan fisik dan mekanik bahan diperlukan untuk menahan bahan gigi tiruan agar tidak fraktur apabila mendapatkan beban secara tiba-tiba. Dalam penggunaan klinis, kekuatan impak bahan diperlukan untuk menahan beban kunyah pada gigi tiruan secara tiba-tiba, sehingga tidak mudah patah (Combe, 1992).

De Clerk (1987) merekomendasikan waktu yang digunakan untuk kuring (polimerisasi) dengan metode *microwave* adalah 15 – 20 menit . Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti ingin meneliti apakah rentang waktu tersebut yang dikonversikan dengan suhu (dari mangkuk air) berpengaruh terhadap kekuatan impact yang merupakan salah satu ukuran kekuatan fisik dan mekanik resin akrilik.

1.2 Rumusan Permasalahan

Apakah dengan waktu polimerisasi yang berbeda akan berpengaruh pada perbedaan kekuatan impact pada resin akrilik yang dikuring menggunakan *microwave*.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan waktu polimerisasi terhadap kekuatan impact resin akrilik pada polimerisasi menggunakan *microwave*.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan informasi tentang kekuatan impact resin akrilik yang dikuring menggunakan *microwave* dengan suhu berbeda.

1.5 Hipotesis Penelitian

Terdapat pengaruh pada kekuatan impact dari resin akrilik dikuring dengan *microwave* pada waktu kuring yang berbeda, semakin lama waktu pada kuring dengan metode *microwave*, maka akan menurunkan kekuatan impact akrilik .

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Polimer

Polimer adalah suatu rantai panjang molekul yang terdiri dari ulangan banyak unit. Monomer adalah ulangan unit terkecil dalam sebuah rantai polimer. Polimerisasi adalah reaksi pembentukan polimer dari beberapa buah monomer (Combe, 1992). Polimer polimetil metakrilat adalah bahan yang keras, kaku serta bening yang merupakan salah satu keunggulan bahan ini. Polimer sangat sedikit menyerap cahaya, dan banyak meneruskan cahaya yang masuk, sehingga dapat digunakan untuk berbagai penerapan yang memerlukan perpindahan sinar yang sangat tinggi, seperti kaca mobil. Bahan ini mempunyai sifat mekanis yang baik serta dapat dibor, digergaji serta direkatkan tetapi bahan ini mudah tergores. Penggunaan lainnya antara lain untuk tempat lampu, alat peraga dan gigi palsu (Cowd and Stark dalam Salim, 1995)

Menurut Combe (2002) bahwa polimer terdiri dari molekul sederhana dan molekul yang kompleks, yang kemudian bergabung membentuk molekul besar atau makro molekul. Makro molekul atau disebut juga polimer dihasilkan oleh molekul tunggal yang disebut monomer melalui dua proses utama polimerisasi yaitu reaksi kondensasi dan adisi. O'Brein dan Ryge (1978) menyatakan bahwa proses polimerisasi terjadi secara kimiawi. Proses tersebut biasanya disertai panas, perubahan konsentrasi, penguapan, dan interaksi kimia.

Menurut Craig *et al* (2002) bahwa pada umumnya reaksi molekul monomer yang terjadi adalah molekul polimer yang lurus atau linier dan diharapkan rantai molekul bersama-sama membentuk anyaman silang atau *cross-linked*. Polimer *cross-linked* mungkin diproduksi oleh sejumlah kecil unit monomer yang berbeda dengan mengaktifkan kembali ikatan ganda pada setiap akhir molekul. Keuntungan dari polimer *cross-linked* ialah lebih tahan terhadap keretakan permukaan atau *crazing* seperti glikol dimetakrilat.

2.2 Polimerisasi

Dalam pembuatan gigi tiruan monomer harus dicampurkan dengan bubuk polimer untuk menghasilkan massa yang plastis. Menurut Combe (1992) bahwa proses polimerisasi ada dua macam yaitu sebagai berikut :

2.2.1 Kondensasi

Reaksi ini adalah reaksi kimia antara dua molekul atau lebih (yang berbeda), kemudian membentuk molekul yang lebih besar (yang berbeda dari sebelumnya), dengan penghilangan molekul yang lebih kecil.

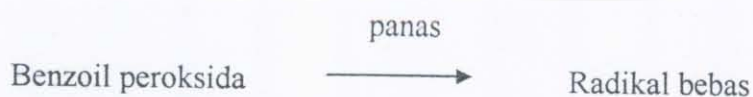
2.2.2 Adisi

Pada reaksi ini pembentukan molekul besar tanpa penghilangan molekul kecil. Berat molekul polimer yang terbentuk sama dengan jumlah berat molekul pembentuknya. Polimerisasi adisi ini yang digunakan pada bidang kedokteran gigi dan biasanya disebut polimetil metakrilat.

Proses polimerisasinya menurut Phillips (1991) melalui 4 tahap seperti tersebut di bawah ini :

a. Inisiasi

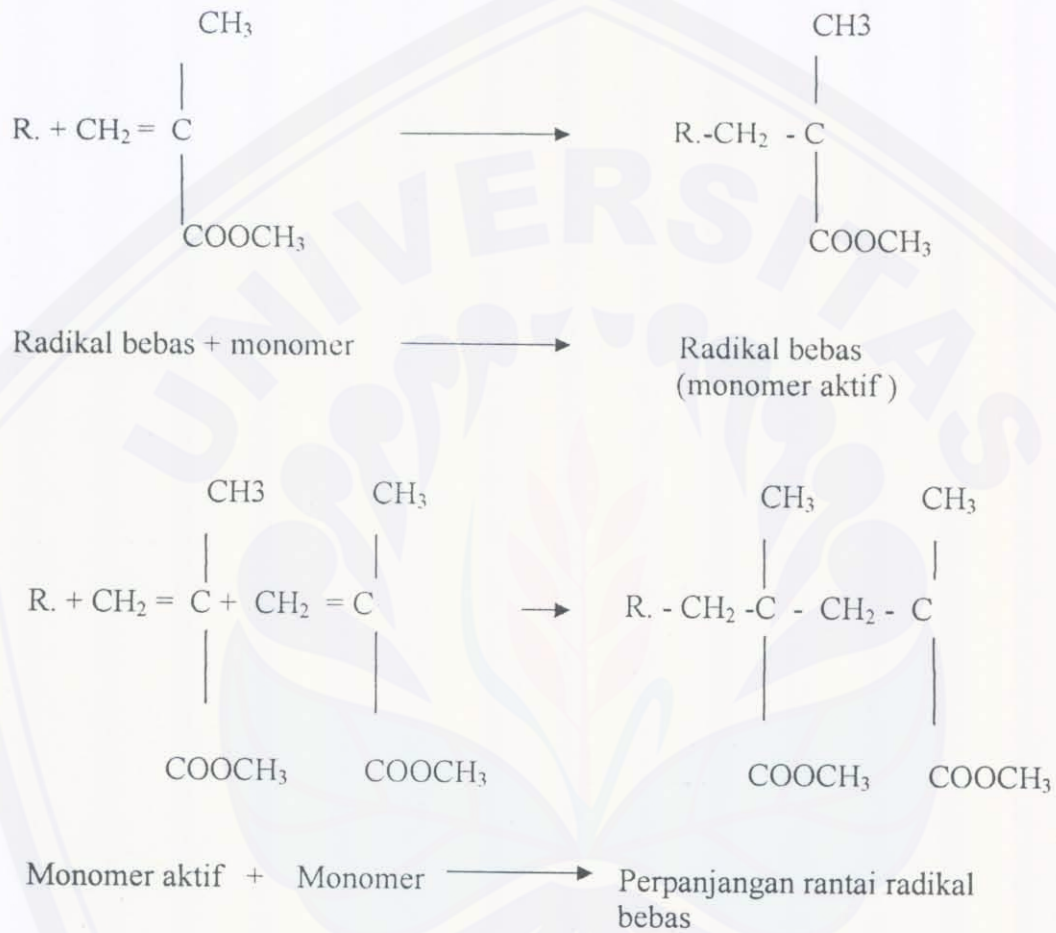
Proses polimerisasi membutuhkan penggerak berupa radikal bebas yang dapat terbentuk karena penguraian peroksida. Pada reaksi ini satu molekul benzoil peroksida dapat membentuk dua radikal bebas. Radikal bebas ini yang akan menggerakkan polimerisasi dan disebut inisiator yang diaktifkan dengan cara menguraikan peroksida melalui pemanasan atau dengan pemberian bahan kimia lain, misalnya dimetil -p- toluidin atau merkaptan, maupun penyinaran dengan sinar ultraviolet.



Gambar 1. Reaksi kimia inisiasi dikutip dari O'Brien dan Ryge (1978)

b. Propagasi

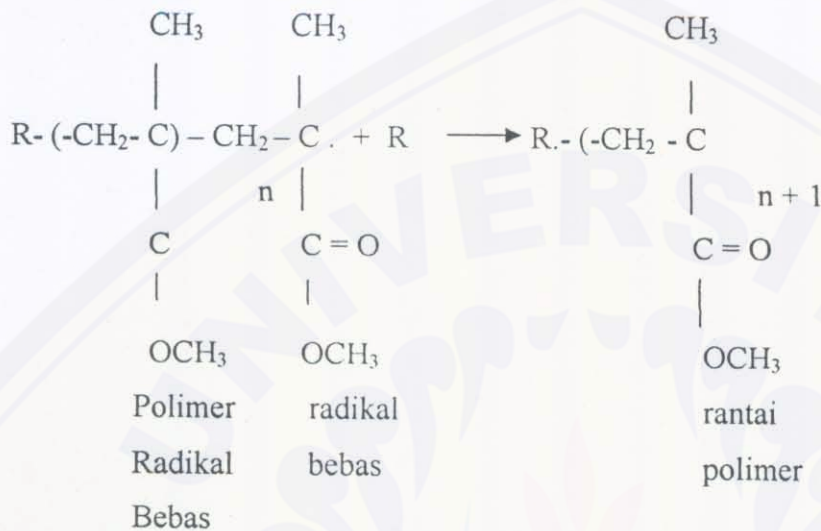
Formasi rantai terjadi karena monomer yang diaktifkan dan kemudian terjadi reaksi antar radikal bebas dengan monomer



Gambar 2. Reaksi Kimia propagasi dikutip dari O'Brien dan Ryge (1978)

c. Terminasi

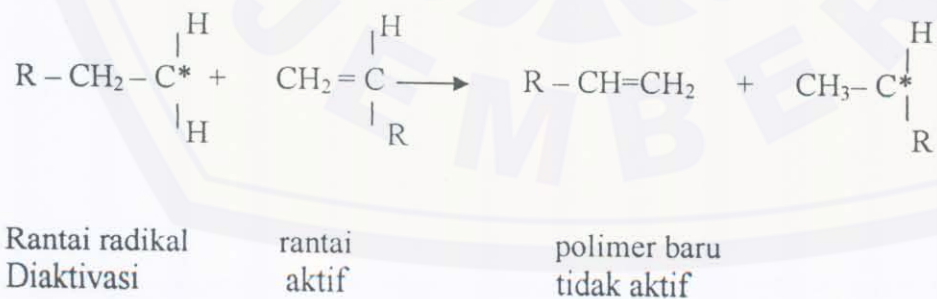
Rantai terminasi timbul dari adanya reaksi pada radikal bebas dua rantai yang sedang tumbuh sehingga terbentuk molekul stabil (Combe, 1992).



Gambar 3 : Reaksi kimia terminasi dikutip dari O'Brien dan Ryge (1978).

d. Chains Transfer

Walaupun rantai terminasi dapat dihasilkan dari *chains transfer*, tetapi memiliki proses yang berbeda dari reaksi terminasi, keadaan aktif ditransfer dari sebuah gugus radikal teraktivasi menjadi molekul yang tidak aktif, dan sebuah rantai baru terbentuk setelah penggabungan ini, contoh:



Gambar 4 : Reaksi Kimia *Chains Transfer* dikutip dari Phillips (1991)

Resin akrilik yang banyak dipakai saat ini dibidang kedokteran gigi adalah tipe polimerisasi adisi (*addition polymerization*) (Combe, 1992).

Menurut Phillips (1991) dikenal empat tahapan reaksi fisik selama proses pencampuran bubuk dan cairan polimer:

- Tahap 1: Polimer perlahan-lahan menyebar kedalam monomer, konsistensinya tampak agak cair. Tahap ini disebut *Sandy Stage* atau *Granular Stage*.
- Tahap 2: Monomer melarutkan butir-butir polimer, terjadi aktifitas penetrasi monomer ke dalam polimer. Tampak konsistensinya lunak, lekat dan berserabut. Tahap ini disebut *Stringy Stage*.
- Tahap 3: Monomer makin banyak merembes ke dalam polimer dan massa dipenuhi oleh polimer, konsistensinya menjadi plastis dan halus. Tahap ini disebut *dough* atau *Gel Stage*.
- Tahap 4: Monomer tidak kelihatan lagi karena sudah penetrasi ke dalam polimer dan sebagian menguap. Massa menjadi kohesif dan tampak seperti karet. Tahap ini disebut *Rubbery Stage*.

2.3 Komposisi Polimer *Heat-Curing*

2.3.1 Komposisi Bubuk dan Cairan

Bahan resin akrilik umumnya tersedia dalam bentuk bubuk cairan. Komposisi umum resin akrilik menurut Craig (1989) dan Combe (1992) pada *heat-curing* :

a. Bubuk (polimer), terdiri dari :

Komponen utama polimetil metakrilat , inisiator peroksida (benzoil peroksida) 0,2 –0,6 % berguna menghambat aksi inhibitor dan memulai aksi polimerisasi , pigmen 1 %, *plasticizers* yang sering digunakan adalah dibutil fosfat atau trifenil fosfat 2-7 % : fungsinya untuk membuat bahan lebih lunak, sehingga lebih mudah dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

b. Cairan (monomer)

Mengandung : metil metakrilat, *stabilizer* (0,006% hidrokuinon) untuk mencegah terjadinya polimerisasi selama penyimpanan dan bahan pemacu *cross link* seperti etilen glikol dimetakrilat.

2.3.2 Cara mengaktifkan Benzoil Peroksida

Polimerisasi pada resin metil metakrilat dapat terjadi karena pemanasan atau diaktifkan secara kimia. Resin untuk basis gigi tiruan dimulai dengan panas yang menyebabkan inisiator yaitu benzoil peroksida membentuk radikal bebas, awal reaksi polimerisasi adisi (Phillips, 1991).

Cara kuring yang digunakan merupakan faktor penting yang menentukan kualitas gigi tiruan, karena reaksi polimerisasi eksotermis sehingga panas bahan resin akrilik akan bertambah pada waktu mencapai temperatur polimerisasi. Sedangkan resin akrilik *microwave* menurut Craig (1989) termasuk jenis *heat-curing* yang polimerisasinya dipercepat dengan radiasi *microwave*.

2.4 Macam-macam Kuring

Beberapa teknik untuk memproses gigi tiruan resin akrilik telah diperkenalkan mulai tahun 1930. Menurut Polyzois *et al* (1987), bahwa dalam beberapa tahun terakhir bahan untuk pembuat basis gigi-tiruan tidak hanya dimodifikasi untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik saja tetapi juga untuk memudahkan pekerjaan di laboratorium dalam memanipulasinya. Polimerisasi resin akrilik selain dengan cara *heat-curing* dan *cold curing* polimer yang konvensional juga dapat dicapai dengan sistem *microwave* atau pun dengan cara tekanan injeksi seperti sistem *SR-Ivocap*. *Ivocap* memperkenalkan teknik memproses gigi-tiruan dengan sistem *SR-Ivocap* yang menghasilkan gigi-tiruan akrilik yang persis dengan model.

Polyzois *et al* (1987) menyatakan bahwa perbedaan cara kuring atau perbedaan waktu dan suhu kuring dapat menyebabkan perbedaan sifat resin akrilik. Menurut spesifikasi *American Dental Association* nomor 12 (1974) dan Craig (2002), resin akrilik yang digunakan di bidang kedokteran gigi ada dua tipe. Tipe 1 adalah polimer *heat-curing* dan tipe 2 yaitu polimer *cold-curing*. Pada saat ini dengan kemajuan teknologi yang begitu pesat, resin akrilik atau polimetil metakrilat juga ikut berkembang. Berbagai cara pemanasan untuk mempercepat reaksi polimerisasi telah digunakan. Termasuk penguapan, panas kering dengan tekanan, oven dengan udara kering, pemanasan dengan infra merah, induksi dan

radiasi *microwave*. Dari studi bermacam-macam proses polimerisasi menunjukkan hasil yang sama, tidak lebih baik dengan cara yang konvensional (Craig, 2002).

2.4.1 Kuring Metode *Microwave*

Menurut Al Doori dan Hugett (1998) bahwa *microwave* adalah suatu gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombangnya berkisar antara 300.000 *megacycles* sampai dengan 100 *megacycles* perdetik. Panjang gelombang antara 1 mm – 30 cm, lebih panjang dari gelombang infra merah tetapi lebih pendek dari pada gelombang radio dan televisi. Oven *microwave* yang dipergunakan adalah yang menghasilkan gelombang 2450 Hz, yang memberikan panjang gelombang ± 12 cm (De Clerck, 1987) ini berarti suatu medan elektrostatis yang timbul dengan adanya perubahan jurusan 5 bilion kali perdetik.

Pemanasan dengan *microwave* tidak tergantung dengan kondisi termal. Ini merupakan salah satu keuntungannya dibandingkan dengan pemanasan secara konvensional. Kenaikan temperatur terjadi pada makanan (bahan), tidak pada oven dan dibutuhkan waktu yang sangat singkat untuk memasak makanan. Hal ini sama juga pada gigi-tiruan, polimerisasi dengan *microwave* untuk resin akrilik diperlukan waktu yang sangat singkat (Al Doori dan Huggett, 1988).

Nishi dalam Salim (1995) melaporkan pertama kali mengenai penggunaan energi gelombang untuk polimerisasi bahan basis gigi-tiruan. Terdapat masalah mengenai refleksi *microwave* pada kuvet metal yang dipakai, namun hal ini dapat diatasi dengan membuat beberapa lubang pada kuvet dengan letak yang berbeda. Selain itu juga banyak didapatkan lubang atau *porosity* yang terjadi karena pemanasan yang terlalu cepat pada resin akrilik. Walaupun demikian dapat dihasilkan spesimen resin akrilik yang bebas porus dan mempunyai sifat fisik dan mekanik yang sama dengan resin akrilik yang polimerisasinya secara konvensional.

Polimerisasi dengan *microwave* ini dikembangkan oleh Kimura dan Teraoka dalam Polyzois (1993) yang memperkenalkan kuvet khusus untuk polimerisasi dengan oven *microwave*. Kemudian Reitz dalam Salim (1995) juga menjelaskan mengenai tipe kuvet dan membandingkan beberapa sifat fisik resin

akrilik yang polimerisasinya dengan *microwave* dan resin akrilik yang polimerisasinya dengan cara konvensional.

2.5 Kekuatan Impak

Kekuatan impak adalah daya tahan suatu bahan agar tidak patah bila mendapatkan daya yang besar dalam bentuk *tension* dan *compression* secara tiba-tiba. Tes Impak ini dapat diartikan sebagai uji yang mengukur kekenyalan suatu bahan, yaitu kemampuan bahan untuk menyerap energi sampai terjadi kepatahan. Energi ini di sini didapat dari suatu bandul yang mempunyai ketinggian tertentu dan berayun memukul benda uji merupakan energi yang diserap oleh benda uji tersebut.

Metode pengukuran kekuatan impak yang umum dipakai adalah metode *Charpy*, di mana batang uji diletakkan horisontal dan arah pukulan searah dengan cekungan. Sedangkan pada metode *Izod*, batang uji dijepit pada salah satu ujungnya, diletakkan vertikal dan arah cekungan (Combe, 1992).

Hal ini dapat diukur dengan cara sebagai berikut : spesimen dengan ukuran tertentu diletakkan pada alat uji impak yang mempunyai lengan pemukul yang diayun. Pemukul tersebut kemudian diayun hingga membentur dan mematahkan spesimen. Hasil pengurangan amplitudo ayunan pemukul tersebut kemudian diukur (Combe, 1992). Dari sini energi - energi yang dibutuhkan dapat diukur menggunakan rumus (Phillips, 1991) :

$$KI = \frac{W \times l \times (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

Di mana :

- KI = kekuatan impak (cm-Kg/cm²)
- W = berat bandul dan lengan bandul (Kg)
- l = panjang lengan bandul (cm)
- A = luas penampang batang uji pada cekungan (cm²)
- α = sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpul sebelum bandul diayun.
- β = sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpul setelah bandul diayun.

BAB III
METODELOGI PENELITIAN

3.1 JENIS PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratorik.

3.2 VARIABEL

3.2.1 Variabel Bebas

Waktu kuring dengan menggunakan *microwave* adalah: 15 menit, 17 menit, 19 menit, 21 menit (De Clerk, 1987).

3.2.2 Variabel Terikat

Kekuatan impak resin akrilik *heat-cured* jenis *cross-linked*.

3.2.3 Variabel Terkendali

- a. Resin akrilik *heat-cured* jenis *cross-linked*
- b. Spesimen logam ukuran (65 x 10 x 2,5) mm sebagai *master model*
- c. Alat uji kekuatan impak *Tokyo Testing Machine*, MFG. Co LTd/ Torsie's menggunakan cara Charpy)
- d. Metode pengukuran
- e. *Microwave oven*, daya, waktu.

3.3 DEFINISI OPERASIONAL

3.3.1 Resin Akrilik

Yang dimaksud dengan resin akrilik untuk basis gigi tiruan adalah PMMA (Polimetil metakrilat) yang telah selesai proses polimerisasi.

3.3.2 Kuring

Yang dimaksud dengan kuring adalah proses polimerisasi PMMA (Poli metil metakrilat) dengan pemanasan pada alat *microwave* setelah bubuk dan cairan PMMA dicampur dan dipress di press hidrolis. Pemanasan di *microwave* dilakukan dengan waktu 15 menit, 17 menit, 19 menit, 21 menit (De Clerk,1987)

3.3.3 Lempeng Uji

Yang dimaksud dengan lempeng uji disini ialah lempeng resin akrilik dengan ukuran (65 x 10 x 2,5) mm (Salim,1995) yang dipersiapkan untuk pengujian kekuatan impak.

3.3.4 Kekuatan Impak Resin Akrilik

Yang dimaksud dengan kekuatan impak resin akrilik adalah kekuatan bahan resin akrilik untuk menahan beban yang datang secara tiba - tiba dengan arah tegak lurus permukaan bahan (Combe,1992)

3.4 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

3.4.1 Tempat Penelitian

Tempat penelitian ini adalah :

- a. Laboratorium Ilmu Material dan Teknologi Kedokteran Gigi FKG UNEJ
- b. Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya

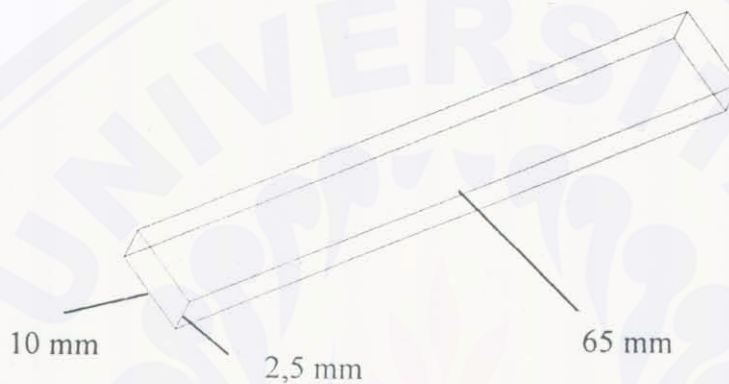
3.4.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan April 2004

3.5 SAMPEL

3.5.1 Bentuk Sampel

Spesimen berbentuk batang ukuran (65 x 10 x 2,5) mm (Salim,1995)



Gambar 5 : Bentuk dan Ukuran Spesimen Penelitian

3.5.2 Kriteria Sampel

- Bentuk dan ukuran sesuai dengan ketentuan di atas
- Permukaan halus
- Tidak porous

3.5.3 Jumlah Sampel

Tiap-tiap perlakuan terdiri dari 7 buah sampel sehingga jumlah sampel seluruhnya 28 buah. Jumlah sampel ini telah memenuhi syarat dari Daniel (1995) yaitu:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$$

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot (0,01)}{(0,008)^2}$$

$$n = 6$$

Keterangan :

- n = besarnya sampel
- σ = varians populasi 0,01
- Z = harga standar normal yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 1,96 ($\alpha = 0,05$)
- d = penyimpangan yang ditolerir dari penelitian sebelumnya

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas didapatkan jumlah sampel minimal adalah 6 , sehingga 7 buah sampel pada penelitian ini telah memenuhi syarat.

3.5.4 Pembagian Kelompok Sampel

- a. Kelompok I : Tujuh sampel dengan proses polimerisasi di *microwave* dengan waktu 15 menit.
- b. Kelompok II : Tujuh sampel dengan proses polimerisasi di *microwave* dengan waktu 17 menit.
- c. Kelompok III : Tujuh sampel dengan proses polimerisasi di *microwave* dengan waktu 19 menit.
- d. Kelompok IV : Tujuh sampel dengan proses polimerisasi di *microwave* dengan waktu 21 menit.

3.6 METODE SAMPLING

3.6.1 Jenis Sampel

Sampel yang digunakan dipilih berdasarkan kriteria sampel

3.6.2 Cara Pemilihan Sampel

Membuat jumlah tiap-tiap kelompok sampel satu-persatu sesuai jumlah yang ditetapkan pada tiap kelompok yaitu 7 buah. Masing-masing dibuat dari campuran bubuk dan cairan resin akrilik *heat-cured* jenis *cross-linked* yang sesuai dengan peraturan pabrik adalah 3:1 dalam satuan sisi (Combe, 1992).

Sampel yang dibuat langsung dilakukan pemilihan sampel yang memenuhi kriteria sampai jumlahnya mencapai 7 buah untuk setiap kelompok. Apabila dalam pembuatan sampel terdapat sampel yang tidak memenuhi kriteria diulang pembuatannya. Cara ini diulang sampai tercapai jumlah sampel total yaitu 28

buah, dengan perincian masing-masing kelompok memiliki 7 buah sampel yang representatif.

3.7 PENGUJIAN BATANG UJI TERHADAP KEKUATAN IMPAK

Lempeng uji berukuran (65 x 10 x 2,5) mm (Salim,1995). Sampel yang diuji diletakkan pada alat pengujian kekuatan impact dalam posisi horisontal (diuji dengan menggunakan metoda *Charpy*). Bandul diletakkan pada sudut 90° sebagai sudut awal (α) kemudian bandul dilepas sehingga membentur dan mematahkan sampel. Sudut yang ditunjuk oleh jarum penunjuk setelah mematahkan sampel dicatat sebagai sudut akhir (β). Dari hasil ini energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$KI = \frac{W \times l \times (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

Keterangan:

KI = Kekuatan impact (cm-kg/cm²)

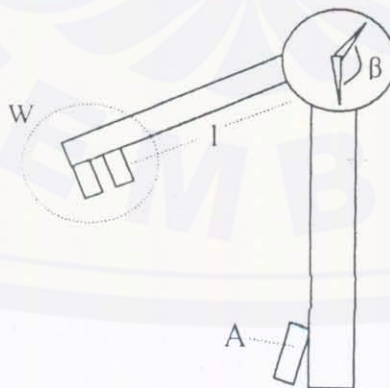
W = Berat bandul dan lengan bandul (kg)

l = Panjang lengan bandul (cm)

A = Luas penampang batang uji pada cekungan (cm²)

α = Sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal melalui titik tumpu sebelum bandul diayun. melalui

β = Sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpu setelah bandul mematahkan batang uji tersebut.



Gambar 6. Gambar Dua dimensi Alat Uji Kekuatan Impact dan Bagian-bagian yang diukur

3.8 ALAT DAN BAHAN

3.8.1 Alat dan Bahan

- a. Mangkuk karet dengan pengaduk
- b. Press hidrolik
- c. Gelas ukur
- d. Kuvet dari fiberglass/resin
- e. Kertas selopan
- f. *Microwave oven* dengan daya 500 watt
- g. Alat pulus
- h. *Impact Testing Machine (Tokyo Testing Machine, MFG. Co LTD/ Torsie's menggunakan cara Charpy)*
- i. Mangkok khusus untuk *microwave (pyrex)*
- j. Pisau malam
- k. Termometer skala *Celsius*
- l. PMMA merk QC 20, berisi bubuk dan cairan monomer
- m. Lempeng uji *stainlesstel* ukuran (65 x 10 x 2,5) mm
- n. Gelas keramik
- o. Kertas Gosok

3.9.1 PROSEDUR PENELITIAN

1. Pembuatan Cetakan Batang Uji / Sampel

Gips keras dengan perbandingan antara bubuk dan cairan sesuai aturan pabrik setelah diaduk diletakkan diatas *vibrator*. Setelah itu adonan diletakkan pada kuvet dari *fiber glass*, kemudian spesimen logam ditekankan ditengah adonan gips dan ditunggu sampai mengeras, lebih kurang 15 menit. Setelah mengeras gips diulasi bahan separasi vaselin. Dilakukan penanaman gips untuk kuvet atasnya. Apabila telah *setting*, kuvet dibuka, dan spesimen logam diangkat sehingga terbentuk *mould*, kemudian dibersihkan dan diulasi bahan separasi *could mould seal* (Munadzirroh, 2000).

2. Pembuatan Adonan Resin Akrilik

Bubuk dan cairan resin akrilik dengan perbandingan 3 : 1 (Combe, 1992). Sesuai dengan petunjuk pabrik, diaduk dalam tempat yang terbuat dari porselin. Setelah mencapai *dough stage* dimasukkan kedalam kuvet yang sebelumnya telah dilasi bahan separasi pada model gips keras. Kemudian kuvet ditutup dan dilakukan 3 kali pengepresan pada pres hidrolis sebesar 900 psi, 1200 psi, dan 1500 psi. Setiap kuvet diperlakukan dengan cara yang sama (Phillips, 1991)

3. Proses Polimerisasi

Pada metode kuring dengan *microwave oven*, *microwave oven* yang digunakan adalah *microwave oven* yang memiliki daya 500 watt. Kuvet dari *fiber-glass* dimasukkan kedalam *microwave* dan diletakkan tepat ditengah *turn table*, waktu diset berdasarkan kelompok sampel. Untuk mencegah terjadinya *over-heating* selama proses kuring, diletakkan sebuah mangkuk dari bahan *pyrex* yang berisi air disamping kuvet. Setelah proses kuring selesai, kuvet didiamkan sampai dingin, kemudian sampel dilepas untuk dilakukan penghalusan dan pemulasan (Salim,1995).

4. Menghaluskan Sampel

Sampel dilepas dari cetakan, dan dipulas pada bagian permukaan horisontal satu arah. Pemakaian kertas gosok kasar kemudian kertas gosok halus. Dalam pemulasan ini, dari awal hingga akhir dilakukan di bawah siraman air (Munadzirah, 2000).

5. Pengujian Batang Uji Terhadap Kekuatan Impak

Lempeng uji berukuran (65 x 10 x 2,5) mm (Salim, 2000). Sampel yang diuji diletakkan pada alat penguji kekuatan impak dalam posisi horisontal (diuji dengan menggunakan metoda *Charpy*). Bandul diletakkan pada sudut 90° sebagai sudut awal (α) kemudian bandul dilepas sehingga membentur dan mematahkan sampel. Sudut yang ditunjuk oleh jarum penunjuk setelah mematahkan sampel

dicatat sebagai sudut akhir (β). Dari hasil ini energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen tersebut dapat dihitung dengan rumus:

$$KI = \frac{W \times l \times (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

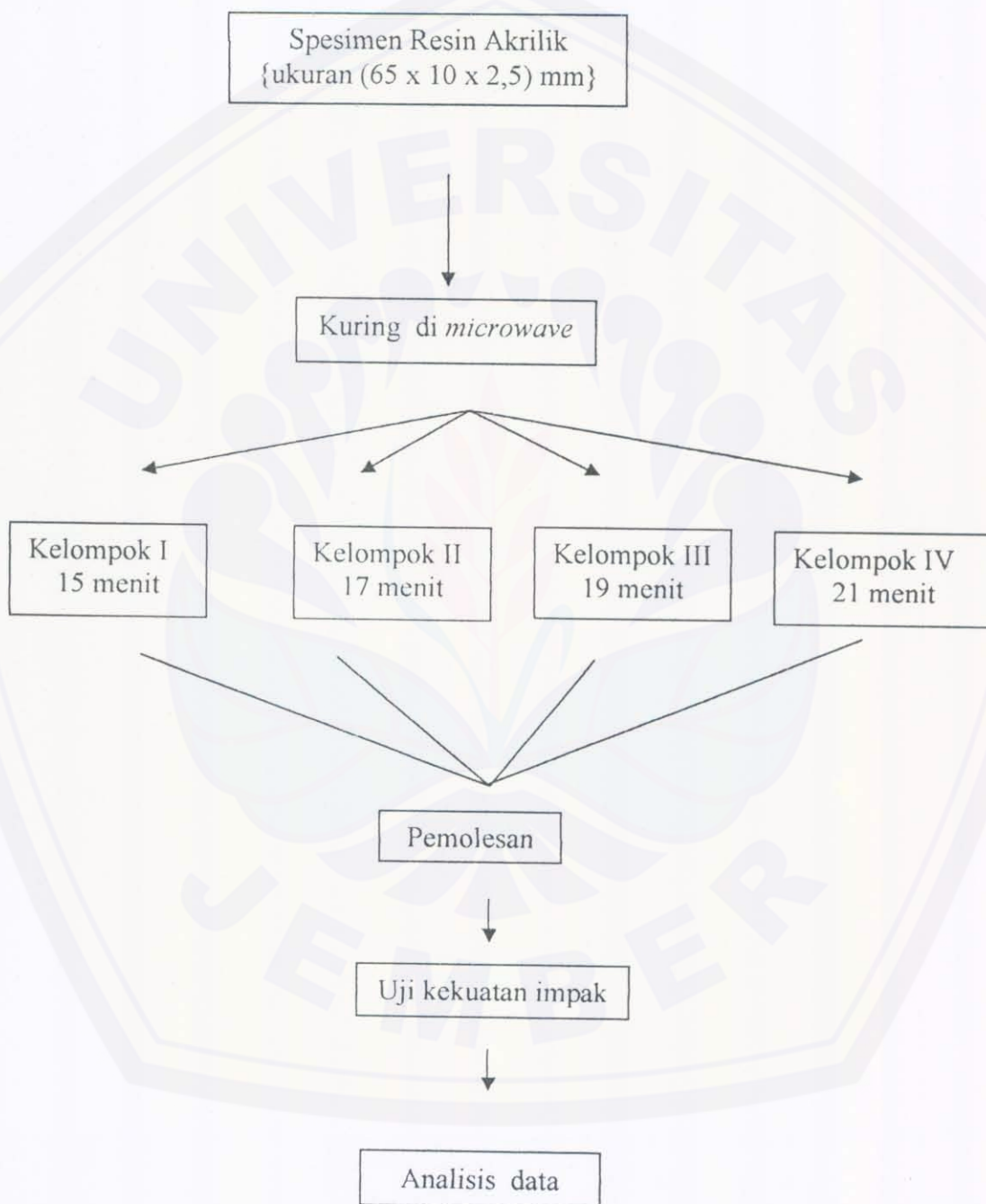
Keterangan:

- KI = Kekuatan impact (cm-kg/cm²)
- W = Berat bandul dan lengan bandul (kg)
- l = Panjang lengan bandul (cm)
- A = Luas penampang batang uji pada cekungan (cm²)
- α = Sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal melalui titik tumpu sebelum bandul diayun.
- β = Sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpu setelah bandul mematahkan batang uji tersebut.

3.10 Analisis Data

Untuk mengetahui perbedaan kekuatan impact resin akrilik *heat-cured* pada polimerisasi *microwave* dengan suhu berbeda di lakukan uji normalitas pada data ini dilakukan *Kolmogorov-Smirnov Goodness of fit Test* untuk menguji normalitas data. Selanjutnya digunakan *Test of Homogeneity Variances* untuk melihat homogenitas dari masing-masing kelompok sampel. Kemudian untuk mengetahui besarnya pengaruh perbedaan waktu curing terhadap kekuatan impact dari masing-masing kelompok sampel digunakan uji Non Parametrik Kruskal-Wallis.

3.11 ALUR PENELITIAN



BAB IV
HASIL PENELITIAN

Pengujian kekuatan impact keempat kelompok sampel menggunakan alat uji kekuatan impact, hasil pengujian berupa sudut β yaitu sudut yang dibentuk oleh lengan bandul (yang terdapat pada alat uji kekuatan impact) dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpu setelah bandul diayun dan mematahkan batang uji, sedangkan sudut α , yaitu sudut yang dibentuk oleh lengan bandul dengan sumbu vertikal yang melalui titik tumpu sebelum bandul diayun dan mematahkan batang uji, pada penelitian ini ditetapkan 90° .

Tabel 1. Hasil Uji Kekuatan Impact Berdasarkan Kelompok Waktu

Nomor Sampel	Waktu kuring 15 menit		Waktu kuring 17 menit		Waktu kuring 19 menit		Waktu kuring 21 menit	
	α^0	β^0	α^0	β^0	α^0	β^0	α^0	β^0
1	90	79	90	77,5	90	78	90	79
2	90	79	90	81	90	77,5	90	80
3	90	79	90	76	90	77,5	90	79
4	90	77	90	76,5	90	77,5	90	78
5	90	77	90	76	90	78	90	77,5
6	90	76,5	90	80	90	78	90	77
7	90	79	90	80	90	77,5	90	78,5

Hasil uji ini dimasukkan ke dalam rumus :

$$KI = \frac{W \times l (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

A

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kekuatan Impak setelah Dimasukkan Rumus

Nomer sampel	Kuring 15 mnt (cm-kg/cm ²)	Kuring 17 mnt (cm-kg/cm ²)	Kuring 19 mnt (cm-kg/cm ²)	Kuring 21 mnt (cm-kg/cm ²)
1.	0,718	0,814	0,782	0,718
2.	0,718	0,588	0,814	0,653
3.	0,718	0,910	0,814	0,718
4.	0,846	0,878	0,814	0,782
5.	0,878	0,910	0,782	0,814
6.	0,878	0,653	0,782	0,846
7.	0,718	0,653	0,814	0,750
rata-rata	0,800	0,772	0,800	0,754

Setelah dilakukan perhitungan didapatkan rata-rata kekuatan impak untuk waktu kuring 15 menit adalah 0,800 cm-kg/cm, 17 menit adalah 0,772 cm-kg/cm, 19 menit adalah 0,800cm-kg/cm dan, 21 menit adalah 0,754 cm-kg/cm. Dilakukan pengujian untuk mengetahui masing-masing kelompok sampel tersebut homogen digunakan *Test of Homogeneity of variances* dan untuk mengetahui masing-masing kelompok sampel tersebut terdistribusi normal (normalitas data) dilakukan uji *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test*.

Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai $P : 0,00$, nilai $P < 0,05$ maka ditafsirkan bahwa persebaran data tersebut tidak homogen, data tersebut tidak dapat dianalisa lebih lanjut menggunakan analisa data jenis parametrik. Sedangkan nilai uji normalitas untuk masing-masing kelompok sampel adalah 0,331 untuk kuring 15 menit, 0,831 untuk kelompok kuring 17 menit, 0,324 untuk kelompok kuring 19 menit, dan 0,998 untuk kelompok kuring 21 menit. Nilai uji normalitas keempat kelompok sampel $P > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa keempat kelompok sampel terdistribusi normal. Analisa data

yang relevan untuk data penelitian ini adalah uji Non Parametrik Kruskal-Wallis, karena data tidak homogen.

Tambahan data penelitian didapatkan dari hasil pengukuran suhu air dalam mangkuk *pyrex*, hasil pengukuran suhu air tersebut adalah : 93⁰ C untuk waktu polimerisasi 15 menit, 93⁰ C untuk waktu 17 menit, 93⁰ C untuk waktu 19 menit, 93⁰ C untuk waktu 21 menit.

Uji Hipotesis

Uji ini digunakan untuk mengetahui signifikansi pengaruh variabel bebas perbedaan waktu kuring(polimerisasi) terhadap variabel terikat kekuatan impak. Pengujian ini menggunakan uji Non Parametrik Kruskal-Wallis. Berdasarkan Uji Non Parametrik Kruskal-Wallis dengan tingkat kepercayaan 95 % atau tingkat kesalahan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai probabilitas sebesar 0,776, nilai probabilitas ini $> 0,05$ sehingga secara umum dapat dikatakan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan secara statistik antara perubahan waktu kuring terhadap kekuatan impak .

Ketidaksinifikan ini membuat H_0 diterima, dengan demikian hipotesis sementara yang menyatakan terdapat pengaruh pada kekuatan impak dari resin akrilik dikuring dengan *microwave* pada waktu kuring yang berbeda, semakin lama waktu pada kuring dengan metode *microwave*, maka akan menurunkan kekuatan impak tertolak, atau dengan kata lain tidak ada pengaruh pada kekuatan impak dari resin akrilik dikuring dengan *microwave* pada waktu kuring yang berbeda, semakin lama waktu kuring dengan metode *microwave*, maka tidak menurunkan kekuatan impak.

BAB V PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, resin akrilik yang dipolimerisasi menggunakan metode *microwave* dengan berbagai ukuran waktu kuring yaitu 15 menit, 17 menit, 19 menit, 21 menit, tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap kekuatan impaknya.

Analisis untuk menjelaskan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara waktu polimerisasi terhadap kekuatan impak adalah polimer polimetil metakrilat merupakan polimer yang proses polimerisasinya menggunakan reaksi kimia adisi dimana setelah dipanaskan dengan suhu minimal tertentu akan terjadi tahap polimerisasi inisiasi, pada tahap ini benzoil peroksida akan memicu molekul monomer-monomer serta polimer (dalam bubuk polimer) aktif membentuk radikal bebas, radikal-radaikal bebas ini akan mampu menggabungkan diri membentuk rantai polimer baru, dengan berat molekul akhir rantai polimer merupakan penjumlahan total molekul monomer dan polimer yang bergabung. Menurut Phillips (1991) suhu 60°C merupakan suhu minimal agar terjadi tahap inisiasi pada reaksi adisi polimetil metakrilat.

Polimerisasi berakhir apabila semua molekul polimer disisipi monomer, dan terbentuk rantai polimer tiga dimensi yang stabil, semua proses ini memerlukan waktu. Derajat rata-rata polimerisasi dapat dihitung dengan membagi berat resin akrilik sampel dibagi besarnya mol molekul penyusunnya. Kekuatan fisik dan mekanik sebanding derajat rata-rata polimerisasi (Phillips, 1991).

Semua kelompok sampel resin akrilik sebelum dipanaskan relatif mempunyai mol molekul yang sama, kemudian dipanaskan, dimungkinkan setelah mencapai suhu tertentu (di atas 60°C), waktu polimerisasi kelompok sampel 15 menit sudah cukup bagi semua monomer dan polimer bergabung membentuk rantai polimer tiga dimensi yang stabil. Dengan demikian penambahan waktu polimerisasi pada kelompok sampel yang lain tidak berpengaruh terhadap pembentukan rantai polimer baru. Dan hal ini berpengaruh pula terhadap derajat

rata-rata polimerisasi, sehingga membuat kekuatan impact sampel resin akrilik tidak berbeda secara statistik pada keempat kelompok sampel.

Analisis lain untuk menjelaskan bahwa dimungkinkan rentang waktu 15-21 menit pada penelitian ini, menggunakan suhu yang tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan kekuatan impact. Berdasarkan pengukuran suhu air dalam mangkuk *pyrex* pada rentang waktu kurang 15-21 menit didapatkan nilai suhu yang konstan sebesar 93°C . Hal ini disebabkan kontrol *microwave* untuk menjaga suhu di dalam *microwave*. Mekanisme ini berupa sistem *on-off* otomatis, dimana alat ini akan mati setiap 30 detik, mesin akan hidup selama 30 detik dan setelah itu akan mati selama 6 detik dan kemudian hidup lagi. Konstannya suhu pada rentang waktu 15-21 menit inilah yang menyebabkan tidak terjadi perubahan yang signifikan secara statistik pada kekuatan impact dalam rentang waktu tersebut.

Dapatlah ditarik kesimpulan penyebab tidak signifikannya pengaruh penambahan waktu kurang terhadap kekuatan impact resin akrilik adalah keempat kelompok waktu kurang suhunya telah melampaui suhu minimal untuk terjadi inisiasi reaksi adisi polimetil metakrilat yaitu 60°C , dan suhu dikontrol oleh mesin konstan sebesar 93°C sehingga tidak melampaui suhu kritis $100,3^{\circ}\text{C}$, dengan demikian keempat kelompok sampel diberi perlakuan suhu yang sama untuk terjadinya polimerisasi resin akrilik yang relatif sempurna. Apabila salah satu dari kelompok sampel tersebut suhunya telah melampaui $100,3^{\circ}\text{C}$ dimungkinkan suhu ini akan menguapkan monomer, hal ini yang menimbulkan porisitas pada resin akrilik, tentunya ini akan berpengaruh yang signifikan terhadap kekuatan impact.

Penambahan waktu kurang yang tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kekuatan impact akan membuat penggunaan watt yang sama yaitu 500 W dengan waktu kurang 15 menit sudah cukup memberikan hasil kurang yang relatif sama dengan waktu kurang yang lebih lama, yaitu 17, 19, 21 menit. Di samping itu juga menghilangkan dugaan bahwa bertambahnya waktu kurang dapat menurunkan kekuatan impact, sehingga dengan rentang waktu ini akan memberikan keleluasaan dalam pilihan penggunaan waktu kurang dalam

polimerisasi dengan metode *microwave*. Pilihan waktu curing yang lain menurut Frangou (1993) yaitu : 24 menit pada daya 70 W, 5 menit pada daya 400 W, dan 13 menit pada daya 90 W, 2 menit pada daya 500 W. Bila membandingkan dengan pernyataan Frangou (1993) tersebut tanpa melihat terhadap pengaruh impaknya menunjukkan bahwa daya 500 W tidak memerlukan waktu curing yang relatif lama untuk memproses resin akrilik pada metode *microwave*. Dengan demikian waktu curing yang sebanding dengan pemakaian energi listrik dapat dihemat.

Hematnya waktu curing dan energi listrik yang dipakai inilah menurut Philips (1991) sebagai salah satu keuntungan dari metode *microwave* dibandingkan metode yang lain. Hal ini menurut Nishi, dalam Salim, (1995) alat *microwave* menghasilkan gelombang elektromagnetik dari energi listrik yang disebut *magnetron*. *Microwave* yang digunakan berfrekuensi 2.450 MHz yang panjang gelombangnya sekitar 12 cm, akan menyebabkan molekul metil metakrilat yang menghadap ke lapangan elektromagnet *microwave* terjadi perubahan arah sekitar 5 biliun per detik. Hal tersebut menyebabkan banyak tabrakan intermolekuler yang menimbulkan panas dengan cepat, dan proses polimerisasi dapat terjadi dengan cepat. De Clerk (1987) menyatakan bahwa pada proses polimerisasi dengan *microwave* sejumlah energi yang sama akan diserap oleh monomer yang makin lama makin berkurang, sehingga molekul monomer makin aktif bergerak. Akibatnya akan timbul panas yang tinggi dengan cepat sehingga menguntungkan bagi waktu polimerisasi.

Kekuatan impak sebagai kekuatan bahan untuk menahan beban tiba-tiba sampai tercapai fraktur, sangat diperhitungkan, dalam prakteknya pada pemakaian gigi tiruan sangat diperlukan untuk menahan beban kunyah secara tiba-tiba agar tidak terjadi fraktur bahan (Craig *et al*, 2002). Diperlukan standar minimal kekuatan impak resin akrilik agar dapat tidak mudah fraktur.

Berbagai penelitian telah dilakukan dengan cara yang berbeda untuk menentukan standar minimal kekuatan impak resin akrilik. Menurut Craig *et al* (2002) menyatakan kekuatan impak resin akrilik yang diukur dengan cara Izod untuk metode konvensional adalah 12-15 J/m, metode *microwave* selama 3 menit

dengan daya 500 Watt adalah 14 J/m, dengan satuan lain (J) dengan cara Charpy akrilik *heat-cured* dengan cara konvensional kekuatan impact standarnya adalah 0,26 J. Smith *et al* (1995) menyatakan bahwa standar resin akrilik yang dipolimerisasi dengan metode konvensional selama 20 menit dengan suhu 100°C adalah 12,4 J/m dan dengan metode *microwave* adalah 13,7 J/m. Menurut Phillips (1991) bahwa kekuatan standar resin akrilik jenis *heat-cured* yang diukur dengan cara Charpy adalah 10-13 cm-kg/cm². Hal ini sangat berbeda dengan hasil penelitian ini yaitu sebesar 0,754-0,800 cm-kg/cm². Standar Phillips (1991) ini yang akan digunakan sebagai perbandingan, karena mempunyai cara pengukuran dan satuan yang sama dengan penelitian ini.

Berdasarkan hal tersebut diatas dapat dilihat bahwa tidak ada kesesuaian nilai kekuatan impact dari penelitian ini dengan standar Phillips (1991), idealnya dapat diketahui informasi kekuatan impact penelitian ini apakah di atas atau di bawah dari standar tersebut. Penyebab ketidaksesuaian ini adalah :

a. Ukuran Spesimen

Ukuran spesimen pada pernyataan Phillips (1991) tidak disebutkan dengan jelas, sehingga dimungkinkan berbeda dengan ukuran spesimen penelitian ini. Perbedaan ukuran spesimen ini berpengaruh terhadap hasil pengukuran fisik dan mekanik resin akrilik, hal ini disebabkan besar kekuatan impact berbanding terbalik dengan luas permukaan spesimen akrilik penelitian, sehingga bila ukuran spesimen berbeda akan menyebabkan perbedaan hasil pengukuran kekuatan impact. Ketebalan spesimen penelitian dimungkinkan akan mempengaruhi besarnya penyimpangan sudut β , sedangkan besar kosinus derajat penyimpangan sudut β berbanding lurus dengan besar ukuran kekuatan impact. Dengan demikian, ketebalan spesimen yang berbeda akan menyebabkan perbedaan pula pada besar ukuran kekuatan impact. Pendapat ini juga sesuai dengan pernyataan Phillips (1991) bahwa ketebalan spesimen berpengaruh terhadap kekuatan transversa polimetil metakrilat, ukuran spesimen penelitian yang lebih tebal akan mempunyai kekuatan transversa yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran spesimen yang lebih tipis.

b. Berat molekul Bubuk Polimer Resin Akrilik

Berat molekul polimer resin akrilik pada pernyataan Phillips (1991) tidak disebutkan dengan jelas, pada penelitian ini pun juga tidak diketahui, sehingga dimungkinkan berat molekul bubuk polimer resin akrilik berbeda. Mengingat terdapat berbagai variasi berat molekul pada bubuk polimer resin akrilik. Phillips (1991) menyatakan bahwa jumlah berat molekul bubuk polimer resin akrilik bervariasi : 3500-36000, berbagai produk lainnya menunjukkan berat molekulnya 8000-39000, dan ada yang dilaporkan di atas 600000. Berat molekul bubuk polimer resin akrilik ini berpengaruh terhadap kekuatan fisik dan mekanik bahan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Combe (1992) bahwa kekuatan bahan akrilik tergantung pada berat molekul polimer yang dipolimerisasi.

c. Besar Suhu

Penggunaan temperatur pada standar Phillips (1991) adalah 71°C , sedangkan pada penelitian ini hanya diketahui suhu air di mangkuk air *pyrex* yaitu sebesar 93°C , dan dimungkinkan adanya perbedaan penggunaan suhu, sehingga menjadi salah satu faktor yang menyebabkan perbedaan hasil ukuran kekuatan impact. Hal ini sesuai dengan pendapat Phillips (1991) bahwa kekuatan fisik bahan polimer resin akrilik paling banyak dipengaruhi oleh perbedaan suhu, lingkungan, komposisi bahan, atau berat molekul dan struktur bahan kekuatan impact.

d. Faktor-faktor Lainnya

Faktor lain yang dapat berpengaruh adalah : Penggunaan bahan polimer penyusun resin akrilik. Menurut Craig *et al* (2002) bahwa kekuatan impact tergantung dari jenis bahan penyusun resin akrilik, kekuatan impact jenis polivinil akrilat dua kali lebih besar dibandingkan dengan jenis polimetil metakrilat. Penelitian ini menggunakan polimetil metakrilat dengan bahan *cross-linked*. Dilaporkan oleh Phillips (1991) bahwa penggunaan akrilik *heat-cured* jenis *cross-linked* berpengaruh terhadap kekuatan mekanik bahan.

Untuk menghindari *over-heating* pada polimerisasi metode *microwave*, Salim (1995) menyarankan menggunakan air dalam mangkuk *pyrex* yang diletakkan di dekat kuvet selama proses polimerisasi dengan metode *microwave*, sehingga suhu dapat dikontrol, sedangkan De Clerk (1997) menyarankan penggunaan sensor suhu yang dimasukkan ke dalam kuvet, sensor suhu ini akan dihubungkan dengan *micro-processor* yang berbasis komputer yang berguna mengatur *input* daya listrik yang masuk ke dalam alat *microwave*, sehingga suhu di dalam alat dapat di kontrol.

Dengan demikian problem *over-heating* akibat cepatnya pemanasan pada alat *microwave* dapat teratasi. Pada akhirnya keuntungan metode *microwave* yaitu : hemat waktu dan energi dapat diperoleh tanpa harus berisiko terjadi *over-heating*. Walaupun terdapat kelemahan dalam informasi kekuatan impak yang tidak dapat diperbandingkan dengan standar yang ada.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Tidak ada perbedaan bermakna secara statistik antara perbedaan waktu kuring terhadap kekuatan impak resin akrilik yang dikuring menggunakan metode *microwave*.
2. Rentang waktu yang 15-20 menit dalam penelitian tidak merubah kekuatan impak resin akrilik yang dikuring menggunakan metode *microwave*.

Dari kesimpulan di atas peneliti mengajukan saran :

1. Perlu penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variabel suhu yaitu dengan menggunakan alat *microwave* yang mempunyai indikator suhu.
2. Perlu penelitian lain yang sejenis dengan ukuran spesimen, cara pengukuran, satuan, serta ukuran variabel lain yang sama dengan yang digunakan pada penelitian standar sebelumnya, agar nilai yang dapat dari penelitian diperbandingkan dengan nilai pada penelitian standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Doori, D , Hugget. 1988. *Comparison of Denture Base Acrylic Resin Polymerized by Microwave Irradiation and by Conventional Waterbath Curing System*. Dent Matter
- American Dental Association. 1975. *Guide to Dental Materials and Devices*, 7th ed. ADA. Chicago.
- Barbosa, Debora B. 2002. *Change in Occlusal Vertical Dimension in Microwave Processing of Complete Dentures*. Brazil Dental Journal 13 (3).
- Basiran, W dan M H, Dipoyono. 1992. *Pengaruh Cross-Linked Agent pada Uji Kelenturan Hasil reparasi Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik, dalam Kumpulan Makalah Ilmiah Konggres PDGI XVIII*. Semarang : PDGI
- Budiyanti. Ermin. 2000 . *Pengaruh perendaman Lempeng Akrilik dalam Seduhan Daun Teh Hijau terhadap Kekuatan Impak*. Surabaya : Universitas Airlangga
- Craig, R.G., 2002. *Restorative Dental Materials*. Missouri : Mosby Inc, 7th edition
- Combe, E.C. 1992. *Sari Dental Material*. Alih Bahasa Slamet Tarigan, *Notes on Dental Materials*. 1986. Jakarta: Penerbit Balai Pustaka
- Daniel, W .1995. *Biostatistics: Foundation for Analysis in The Health Science*. New York : John Willey and Sons
- De Clerk. 1987. *Microwave Polymerized of Acrylic Resin Used in Dental Protheses*. *J Prosthet Dent* 1987 ; 5
- Frangou, Mary J . 1993. *Effect of Microwave Polymerized on Indentation Creep, Recovery and Hardness of Acrylic Denture Base Materials*. Euro Journal Prostodont Restorative Dentistry vol 1 no 3
- JF, Mc Cabe, 1990. *Applied Dental Materials*. London : Blackwell Scientific Publication
- Munadzirah, E, 2000. *Biokompabilitas Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik*. dalam Journal Kedokteran Gigi Universitas Indonesia no.7. Jakarta : Universitas Indonesia

- O' Brien dan Ryge, 1978. *An Outline of Dental Materials*. W.B. Saunders Co: Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sidney, Tokyo
- Osborne, J. 1979. *Dental Technology and Materials For Students*. 7th ed, Blackwell Scientific Publications.
- Phillips, W. R. 1991. *Science of Dental Materials*. 4th ed, Philadelphia. W. B. Saunders Company.
- Polyzois , Gregory .1993 . *Bonding of Synthetic Resin Teeth to Microwave or Heat Activated Denture Base Resin*. Euro Journal Prosthodontics Restorative Dentistry.
- Salim, Sherman, 1995. **Pengaruh Humiditas dan Lama Penyimpanan Serta Kuring Akrilik Terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Mekanik Resin Akrilik**. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Smith L.T, 1992. *Mechanical Properties of New Denture Resins Polymerized by Visible Light, Heat, and Microwave Energy* dalam *The International Journal of Prosthodontic* vol. 5 no. 4.
- Wallace, PW *et al*, 1991. *Dimensional Acuracy of Denture Resin Cured By Microwave Energy*. Journal Prosteth Dent.

Oneway

Descriptives

Kekuatan Impak		95% Confidence Interval for Mean							
N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum		
Kuring 15	7	.78200	8.0532E-02	3.04E-02	.70752	.85648	.718	.878	
Kuring 17	7	.77229	.13740	5.19E-02	.64522	.89936	.588	.910	
Kuring 19	7	.80029	1.7105E-02	6.46E-03	.78447	.81610	.782	.814	
Kuring 21	7	.75443	6.5391E-02	2.47E-02	.69395	.81490	.653	.846	
Total	28	.77725	8.3284E-02	1.57E-02	.74496	.80954	.588	.910	

Test of Homogeneity of Variances

Kekuatan Impak

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
16.271	3	24	.000

ANOVA

Kekuatan Impak

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	7.691E-03	3	2.564E-03	.343	.795
Within Groups	.180	24	7.483E-03		
Total	.187	27			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kekuatan Impak

Tukey HSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Kuring 15	Kuring 17	9.7143E-03	4.62E-02	.997	-.11784	.13727
	Kuring 19	-1.829E-02	4.62E-02	.979	-.14584	.10927
	Kuring 21	2.7571E-02	4.62E-02	.932	-9.99828E-02	.15513
Kuring 17	Kuring 15	-9.714E-03	4.62E-02	.997	-.13727	.11784
	Kuring 19	-2.800E-02	4.62E-02	.929	-.15555	9.9554E-02
	Kuring 21	1.7857E-02	4.62E-02	.980	-.10970	.14541
Kuring 19	Kuring 15	1.8286E-02	4.62E-02	.979	-.10927	.14584
	Kuring 17	2.8000E-02	4.62E-02	.929	-9.95542E-02	.15555
	Kuring 21	4.5857E-02	4.62E-02	.755	-8.16970E-02	.17341
Kuring 21	Kuring 15	-2.757E-02	4.62E-02	.932	-.15513	9.9983E-02
	Kuring 17	-1.786E-02	4.62E-02	.980	-.14541	.10970
	Kuring 19	-4.586E-02	4.62E-02	.755	-.17341	8.1697E-02

Data Kekuatan Impak

Nomer Sampel	Kuring 15 Menit (cm-kg/cm ²)	Kuring 17 Menit (cm-kg/cm ²)	Kuring 19 Menit (cm-kg/cm ²)	Kuring 21 Menit (cm-kg/cm ²)
1	0.718	0.814	0.782	0.718
2	0.718	0.588	0.814	0.653
3	0.718	0.91	0.814	0.718
4	0.846	0.878	0.814	0.782
5	0.878	0.91	0.782	0.814
6	0.878	0.653	0.782	0.846
7	0.718	0.653	0.814	0.75
Rata-rata	0.782	0.7722857	0.8002857	0.7544286
sd	0.0805316	0.1373957	0.0171047	0.0653908

NPar Tests Kekuatan Impak

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kekuatan Impak
N		28
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.77725
	Std. Deviation	8.3284E-02
Most Extreme Differences	Absolute	.135
	Positive	.119
	Negative	-.135
Kolmogorov-Smirnov Z		.713
Asymp. Sig. (2-tailed)		.689

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

NPar Tests Kekuatan Impak

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kuring 15	Kuring 17	Kuring 19	Kuring 21
N		7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.78200	.77229	.80029	.75443
	Std. Deviation	8.05E-02	.13740	1.71E-02	6.54E-02
Most Extreme Differences	Absolute	.358	.236	.360	.146
	Positive	.358	.236	.286	.140
	Negative	-.215	-.208	-.360	-.146
Kolmogorov-Smirnov Z		.947	.624	.953	.386
Asymp. Sig. (2-tailed)		.331	.831	.324	.998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Uji Kehomogenan Kekuatan Impak

Test of Homogeneity of Variance

		Levene			
		Statistic	df1	df2	Sig.
Kekuatan Impak	Based on Mean	16.271	3	24	.000
	Based on Median	3.601	3	24	.028
	Based on Median and with adjusted df	3.601	3	14.984	.039
	Based on trimmed mean	15.448	3	24	.000

NPar Tests

Kruskal-Wallis Test

Ranks

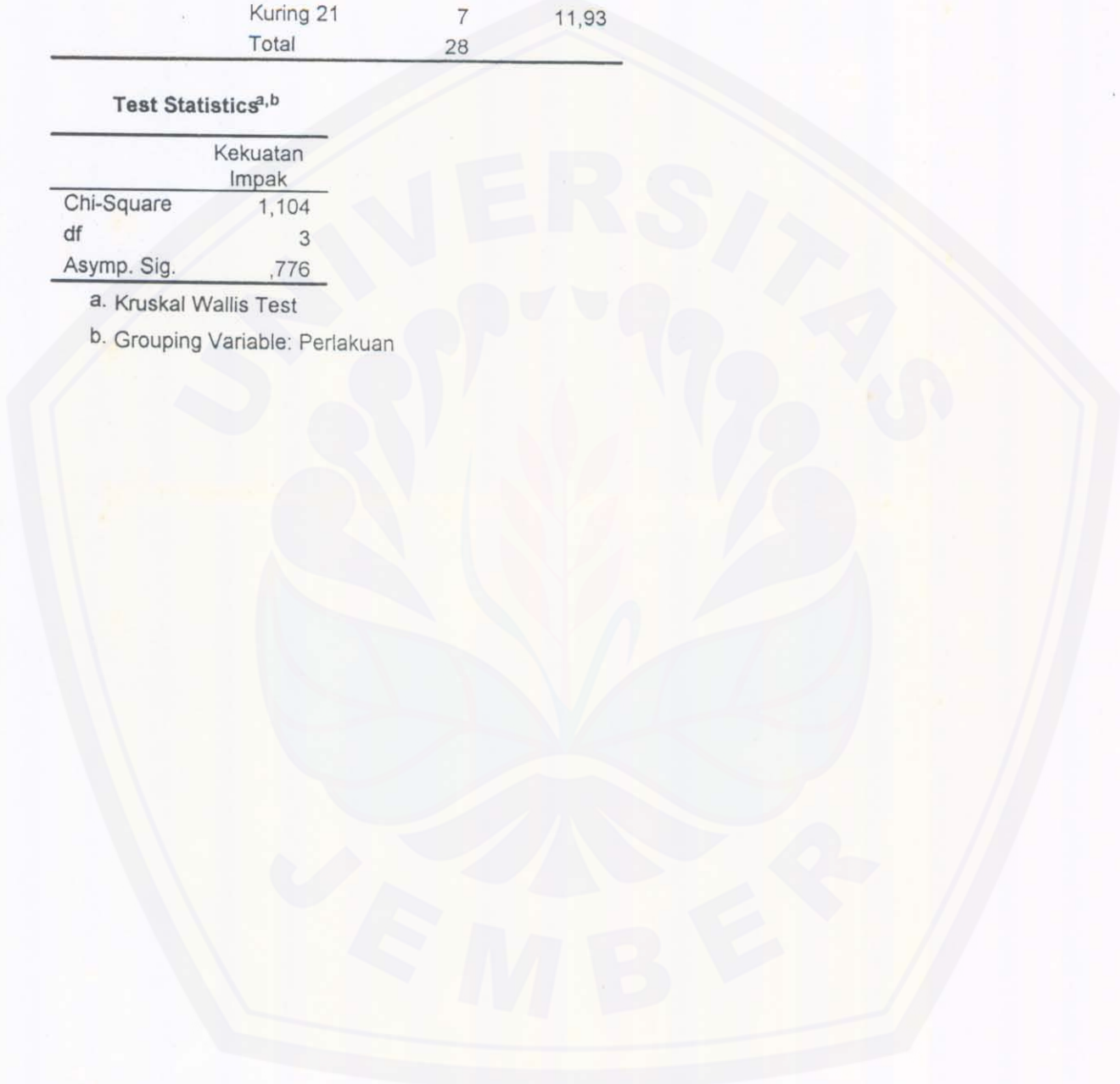
	Perlakuan	N	Mean Rank
Kekuatan Impak	Kuring 15	7	14,64
	Kuring 17	7	15,07
	Kuring 19	7	16,36
	Kuring 21	7	11,93
	Total	28	

Test Statistics^{a,b}

	Kekuatan Impak
Chi-Square	1,104
df	3
Asymp. Sig.	,776

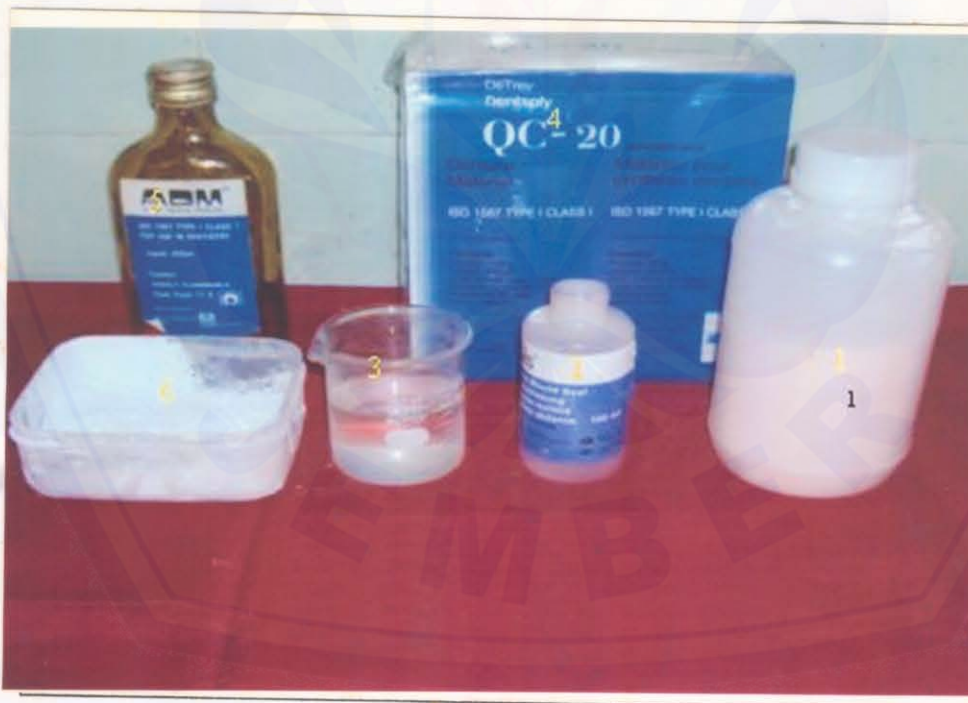
a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan





Gambar 8 : Alat dan Bahan, Keterangan : 1. Oven *Microwave*, 2. Press Hidrolik 3. Gelas Keramik (tempat mencampur bubuk dan cairan akrilik) 4. Kuvet *Fiberglass* 5. Mangkuk Karet, 6. Kertas Gosok 7. Spatula 8. Pisau Malam 9. Pisau gips 10. Mangkuk Air *Pyrex*



Gambar 9 : Bahan, Keterangan : 1. Bubuk Polimer Resin Akrilik, 2. Cairan CMS (Could Mould Seal), 3. Mangkuk Air, 4. Kotak berisi Bubuk polimer merk QC-20 5. Cairan monomer, 6. bubuk dental stone (Gips biru)



Gambar 10. Alat Uji Kekuatan Impak Resin Akrilik