

**PERENDAMAN RESIN AKRILIK *HEAT CURED* DALAM BERBAGAI
KONSENTRASI ASAM ASETAT DAPAT MENURUNKAN KEKUATAN
TRANVERSAL
(Penelitian Laboratoris)**

**TUGAS AKHIR
Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



Oleh:
Farichah Septiana Arindani
(NIM : 0910740031)

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER GIGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2013

i

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PERENDAMAN RESIN AKRILIK *HEAT CURED* DALAM BERBAGAI
KONSENTRASI ASAM ASETAT DAPAT MENURUNKAN KEKUATAN
TRANVERSAL

(Penelitian Laboratoris)

Oleh:

Farichah Septiana Arindani

NIM: 0910740031

Telah diuji pada

Hari : Kamis

Tanggal : 3 Januari 2013

Dan dinyatakan lulus oleh:

Penguji I

drg. Delvi Fitriani, M.Kes
NIP. 19701208 0712 0018

Penguji II/Pembimbing I

Dr.drg. Nur Permatasari,MS
NIP. 19601005 199103 2 001

Penguji III/Pembimbing II

drg. Miftakhul Cahyati,Sp.PM
NIP. 19770803 201012 2 001

Mengetahui,
Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Gigi

Dr. drg. M. Chair Effendi, SU, Sp.KGA
NIP. 19530618 197912 1 005

UNIVERSITAS



Ku persembahkan karya ini kepada :
kedua orang tua ku,
Alí Arifin dan Indah Suwarni,
Saudara - saudaraku tercinta,
Guru - guru ku semenjak kecil hingga
akhir usiaku,
teman - temanku sesama pecinta ilmu,
calon pendamping dan anak - anak ku kelak,

Januari 2013

Farichah Septiana Arindani

KATA PENGANTAR

Segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberi petunjuk dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perendaman Resin Akrilik *Heat Cured* Dalam Berbagai Konsentrasi Asam Asetat Dapat Menurunkan Kekuatan Tranversal”.

Ketertarikan penulis akan topik ini didasari oleh fakta semakin banyak pengguna gigi tiruan yang berbasis Resin Akrilik *Heat Cured* namun tidak memahami bagaimana pengaruh dari zat lain seperti asam asetat terhadap kualitasnya. Salah satu tolak ukur dari kualitas resin akrilik yang baik adalah daya tahan kekuatan tranversalnya. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan asam asetat yang banyak dijumpai pada makanan yang dikonsumsi oleh pengguna gigi tiruan berbasis resin akrilik berpengaruh terhadap kekuatan tranversal resin akrilik tersebut. Adanya asam tersebut dapat menurunkan kekuatan tranversal resin akrilik.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Dr. dr. Karyono Mintaroem, Sp.PA, dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya yang telah memberikan saya kesempatan menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya.
2. Dr.drg. Nur Permatasari,MS, sebagai pembimbing pertama yang telah memberikan bantuan ilmu, pengalaman serta diskusi–diskusi yang selalu memberi saya ide baru sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. drg. Miftakhul Cahyati,Sp.PM, sebagai pembimbing kedua yang dengan sabar telah membimbing penulisan dan analisis data dan senantiasa memberi semangat, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

4. Drg. Delvi Fitriani, M.Kes., sebagai ketua tim penguji Tugas Akhir.
5. Segenap anggota Tim Pengelola Tugas Akhir FKUB.
6. Para Analis di Laboratorium Kimia FMIPA UB dan Laboratorium Material PSPDG FKUB yang membantu saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ir. Anggit selaku Kepala Laboratorium Uji Material Fakultas Teknik POLTEK Malang atas bantuan pembuatan alat untuk pengujian.
8. Yang tercinta ibunda Indah Suwarni dan ayahanda Ali Arifin serta adik-adikku Zakiyah Nafsah, Gilbrania Affa, Jauhar Tanthowi, serta si kecil Emilia Egypt Mursy atas segala pengertian, kasih sayang, bantuan doa dan semangat untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
9. Bayu Aji Harsanto, seseorang yang selalu memberi ide dan semangat besar ketika saya sedang kecil hati, yang selalu mengubah rasa jenuh dan lelah menjadi berseri dan mampu berfikir jernih menghadapi segala kesulitan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Sahabat-sahabat tersayang fita, ika, novita, iin, dita yang selalu sabar mendengarkan keluh kesah, dan juga seluruh teman seperjuangan di Kedokteran Gigi FKUB.
11. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun.

Akhirnya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Januari 2013

Penulis

ABSTRAK

Arindani, Farichah Septiana. 2013. *Perendaman Resin Akrilik Heat Cured Dalam Berbagai Konsentrasi Asam Asetat Dapat Menurunkan Kekuatan Tranversal (Penelitian Laboratoris)*. Tugas Akhir, Program Studi Pendidikan Dokter Gigi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Pembimbing: (1) Dr. drg. Nur Permatasari, M.S. (2) drg Miftakhul Cahyati, Sp.PM.

Asam asetat banyak ditemukan dalam makanan yang kita konsumsi sehari-hari dengan kandungan yang bervariasi. Asam asetat mengandung ion $[H_3O^-]$ yang bersifat asam yang dapat bereaksi dengan gugus ester rantai panjang polimetil metakrilat (resin akrilik). Reaksi ini menyebabkan rantai panjang tersebut terputus sehingga melemahkan kekuatan transversal dari resin akrilik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal. Metode penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental laboratorium. Sampel yang digunakan adalah resin akrilik *heat cured* merk QC-20 berukuran 65 x 10 x 2,5 mm. Sampel berjumlah 20 buah dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu kelompok kontrol (perendaman dalam aquades) dan kelompok perlakuan (perendaman dalam asam asetat 0,1%, 1%, 10%) masing-masing direndam selama 840 menit. Kekuatan transversalnya diukur menggunakan alat uji *bending* Tarno Grocky. Hasil dari penelitian ini didapatkan rerata kekuatan transversal resin akrilik pada perendaman aquades sebesar 83,25MPa, pada perendaman asam asetat 0,1% sebesar 78,33 MPa, pada perendaman asam asetat 1% sebesar 72,13 MPa dan sebesar 66,47 Mpa pada perendaman asam asetat 10%. Hal tersebut menunjukkan terjadi penurunan secara bermakna kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* ($p < 0,05$) terhadap perendaman asam asetat. Data hasil penelitian dianalisis dengan uji One Way ANOVA, uji Post Hoc Multiple Comparison, uji Korelasi Pearson dan uji Regresi Linear. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perendaman resin akrilik *heat cured* dalam asam asetat dapat menurunkan kekuatan transversal. Penurunan ini seiring dengan meningkatnya keasaman dalam asam asetat.

Kata Kunci : Porositas, Resin Akrilik *Heat Cured*, Asam Asetat, Kekuatan Transversal

ABSTRACT

Arindani, Farichah Septiana. 2013. *Effect of soaking heat cured acrylic resin in many various concentration of acetate acid to decrease the transverse strength (Laboratory Research)*. Final Assignment, Dentistry Program, Faculty of Medicine, Brawijaya University. Supervisors: (1) Dr. drg. Nur Permatasari, M.S. (2) drg Miftakhul Cahyati, Sp.PM.

Acetate acid is the material found in many foods we consume every day with various concentration. Acetate acid containing acid [H₃O⁻] that can react with an esteric substance of long chain poly-methyl methacrylate (acrylic resin). This reaction could broke there long chain and weakened the transverse strength. The purpose of this study to determine the effect of soaking *heat cured* acrylic resin in many various concentration of acetate acid to the transverse strength. This research used a true experimental laboratory method. It was carried out on the QC-20 *heat cured* acrylic resin samples of 65 x 10 x 2,5 mm. There were 20 samples divided into 4 groups: control group (soaked in aquades) and treatment groups (soaked in 0,1%, 1%, 10% acetate acid). Each group would be soaked for 840 minutes. Test for transverse strength was done using Tarno Grocky bending testing machine. The result of this study showed the transverse strength average in control group was 83,25 MPa, soaked in 0,1% acetate acid was 78,33 MPa, soaked in 1% acetate acid was 72,13 MPa and soaked in 10% acetate acid was 66,47 MPa. There was a decrease in transverse strength of *heat cured* acrylic resin with significance degree of acetate acid soaked ($p < 0,05$). The analysis using One Way ANOVA, Post Hoc Multiple Comparison Test, Korelation Person Test and Linear Regression Test. In conclusion, *heat cured* acrylic resin after being soaked in acetate acid had effect on the decrease of transverse strength. Such decrease was due to the increase of acidity in acetate acid.

Keywords: Porosity, *Heat Cured* Acrylic Resin, Acetate Acid, Transverse Strength

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Peruntukan	iii
Kata Pengantar	iv
Abstrak	vi
Abstract	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Konsep Dasar Resin Akrilik	
2.1.1 Definisi Resin Akrilik	6
2.1.2 Klasifikasi Resin Akrilik	6
2.1.3 Komposisi Resin Akrilik	8
2.1.4 Proses Manipulasi Resin Akrilik	8



2.1.5	Polimerisasi Resin Akrilik	9
2.1.6	Sifat-Sifat Resin Akrilik	10
2.1.7	Keuntungan dan Kerugian Resin Akrilik	16
2.2	Asam Asetat	
2.2.1	Sifat Kimia Asam Asetat	16
2.2.2	Asam Asetat Dalam Beberapa Makanan	19
2.3	Kekuatan Tranversal Resin Akrilik	21
2.4	Kerangka Teori	23
 BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS		
3.1	Kerangka Konsep	24
3.2	Hipotesis	25
 BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN		
4.1	Jenis Penelitian	26
4.2	Identifikasi Variabel	26
4.3	Penentuan Sampel	26
4.4	Lokasi dan Waktu Penelitian	28
4.5	Bahan dan Alat Penelitian	28
4.6	Cara Kerja	29
4.7	Definisi Operasional	31
4.8	Prosedur Penelitian	33
4.9	Analisis Data	34

BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian	36
5.2 Analisis Data	37

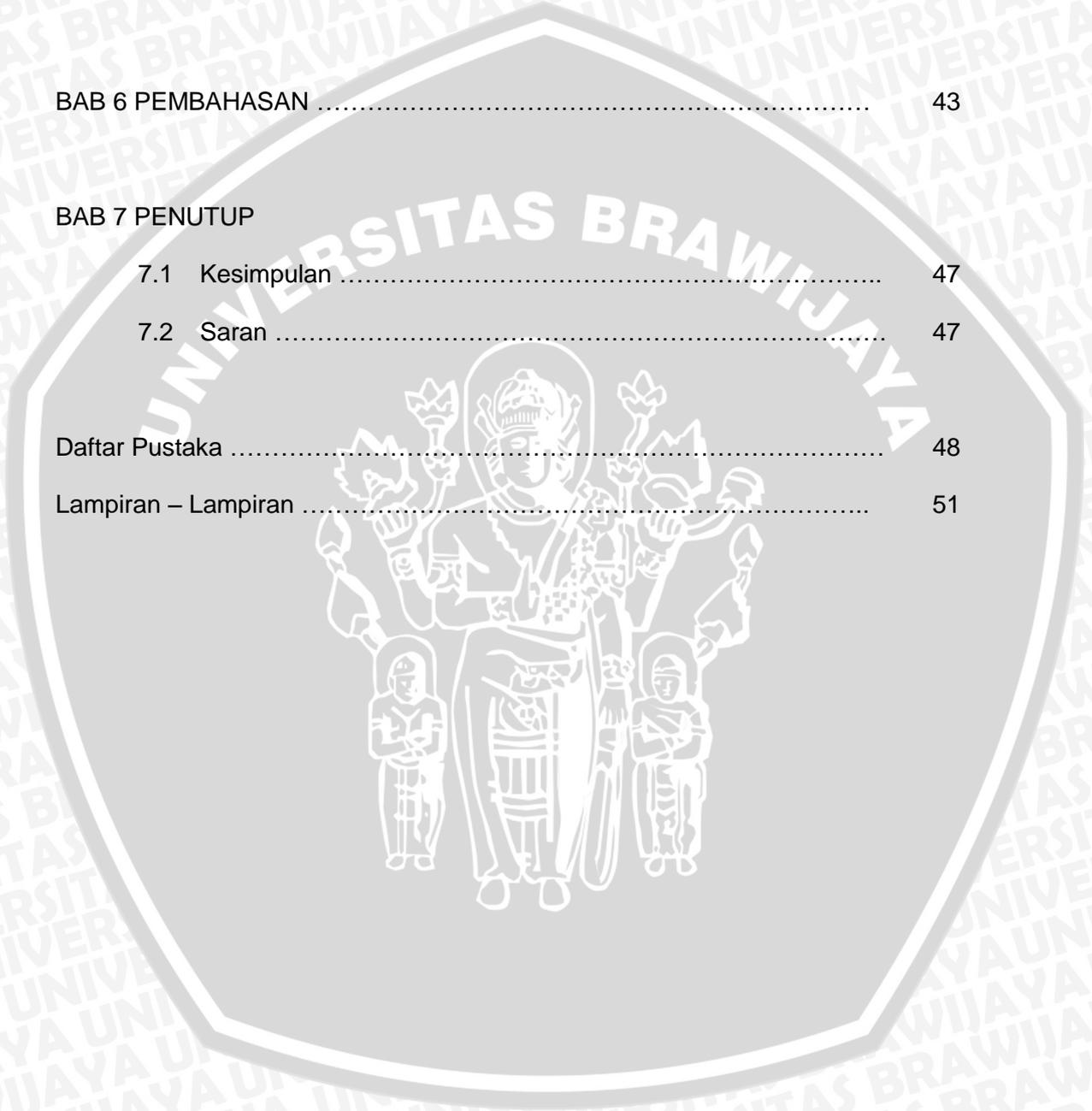
BAB 6 PEMBAHASAN 43

BAB 7 PENUTUP

7.1 Kesimpulan	47
7.2 Saran	47

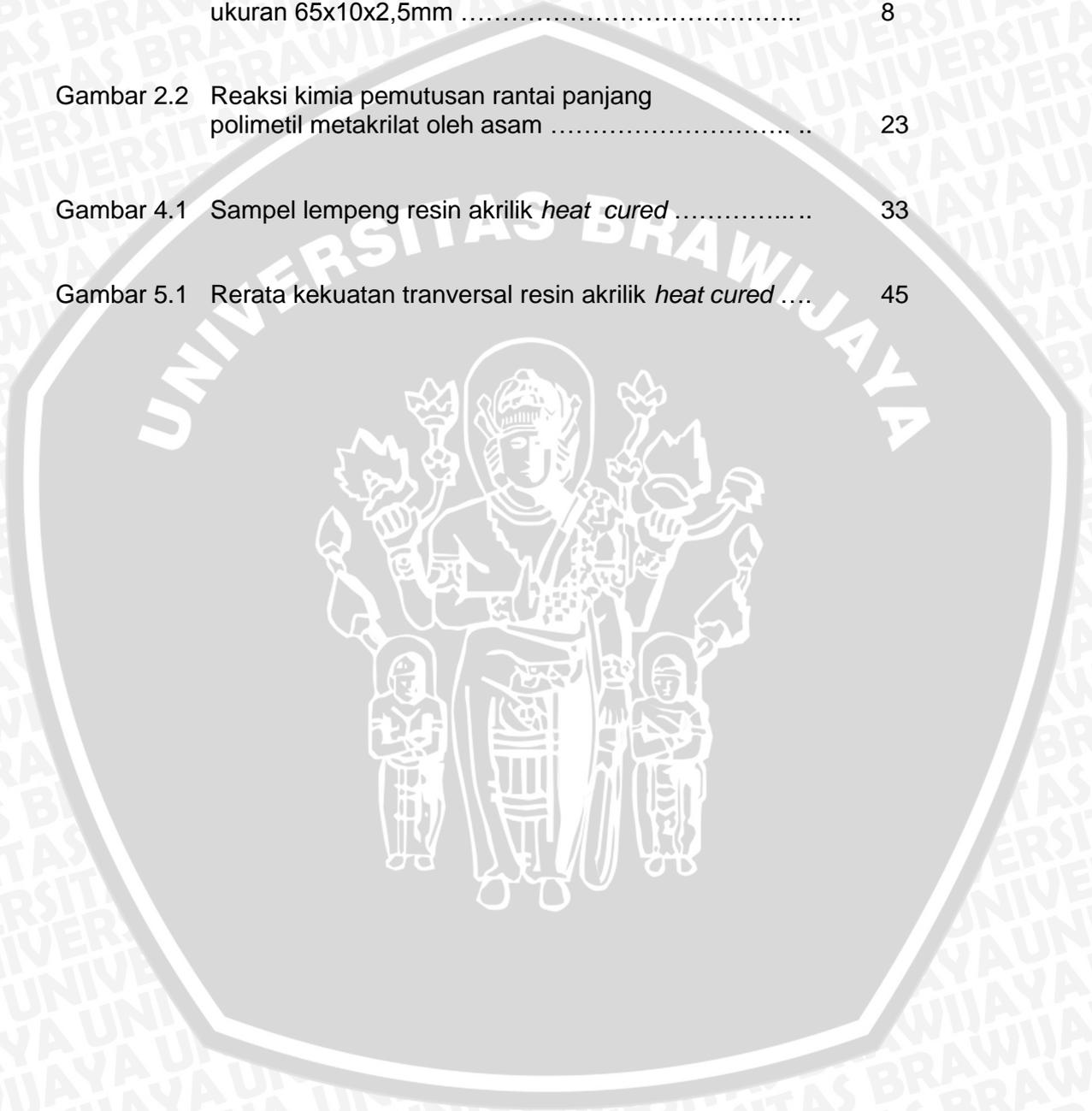
Daftar Pustaka 48

Lampiran – Lampiran 51



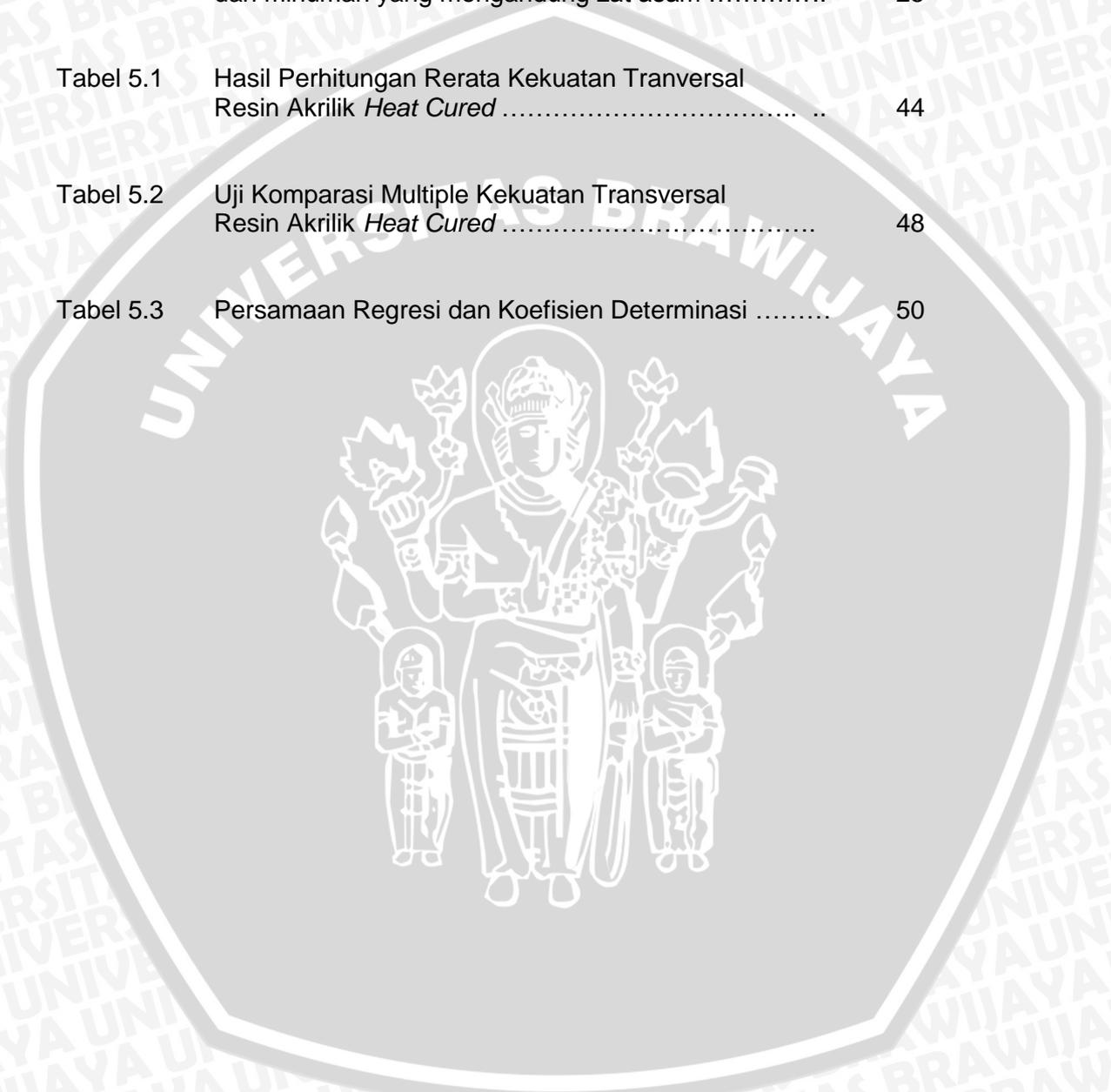
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Lempengan resin akrilik <i>Heat Cured</i> ukuran 65x10x2,5mm	8
Gambar 2.2 Reaksi kimia pemutusan rantai panjang polimetil metakrilat oleh asam	23
Gambar 4.1 Sampel lempeng resin akrilik <i>heat cured</i>	33
Gambar 5.1 Rerata kekuatan transversal resin akrilik <i>heat cured</i>	45



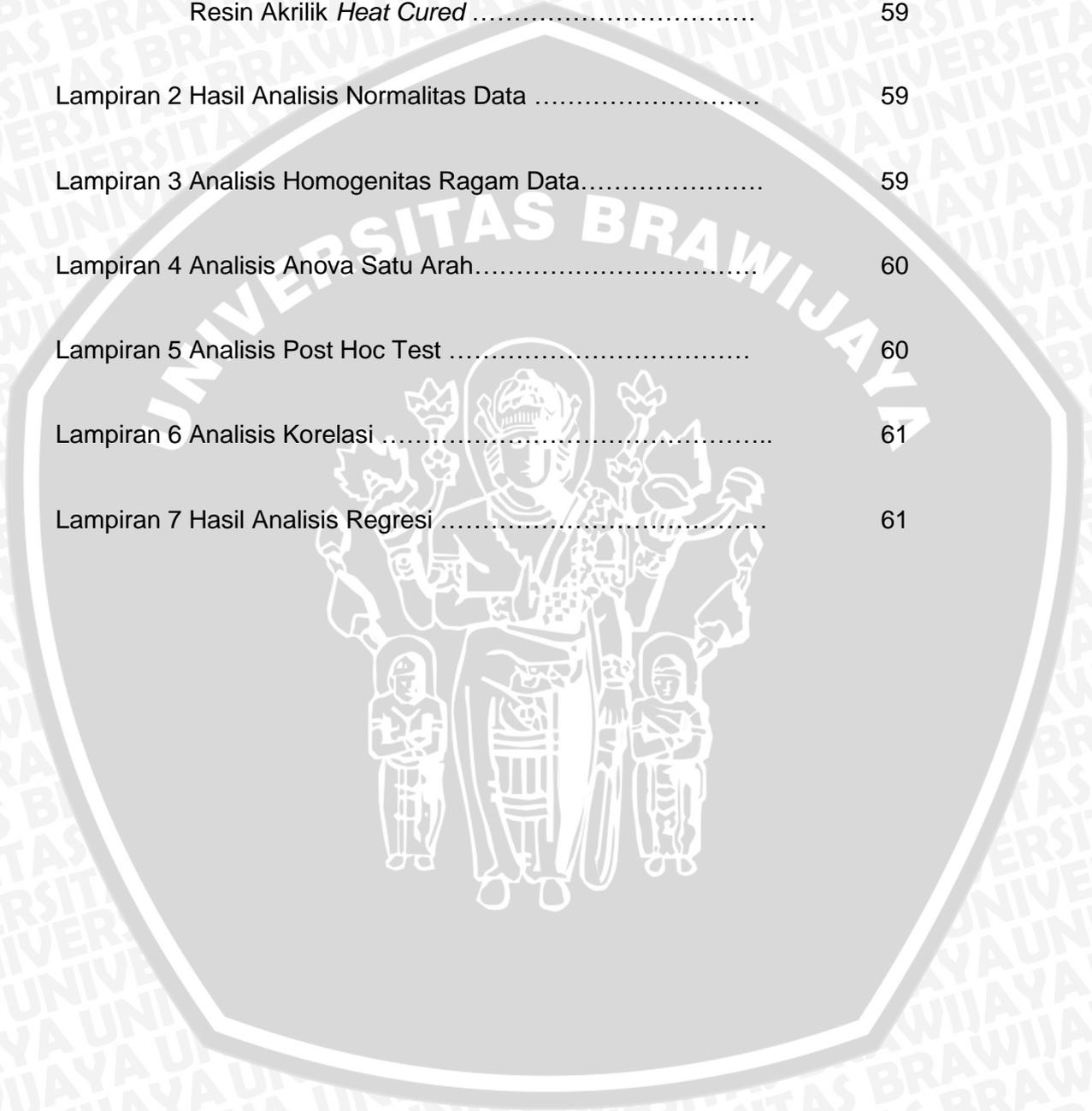
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Nilai pH pada beberapa jenis makanan dan minuman yang mengandung zat asam	25
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Rerata Kekuatan Tranversal Resin Akrilik <i>Heat Cured</i>	44
Tabel 5.2 Uji Komparasi Multiple Kekuatan Transversal Resin Akrilik <i>Heat Cured</i>	48
Tabel 5.3 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi	50



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Data hasil Pengujian Kekuatan Tranversal Resin Akrilik <i>Heat Cured</i>	59
Lampiran 2 Hasil Analisis Normalitas Data	59
Lampiran 3 Analisis Homogenitas Ragam Data.....	59
Lampiran 4 Analisis Anova Satu Arah.....	60
Lampiran 5 Analisis Post Hoc Test	60
Lampiran 6 Analisis Korelasi	61
Lampiran 7 Hasil Analisis Regresi	61



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Glaxo Smith Kline (GSK), terungkap bahwa 14% masyarakat Indonesia adalah pengguna gigi tiruan berusia 15 tahun ke atas. Sementara 54% dari pengguna gigi tiruan tersebut berusia 65 tahun ke atas (Zatnika, 2011). Gigi tiruan yang dikembangkan saat ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, salah satunya adalah resin akrilik yang digunakan sebagai basis gigi tiruan (Widowati, 2004). Resin akrilik adalah bahan yang paling sering digunakan dalam pembuatan gigi tiruan karena bahan ini mempunyai sifat antara lain tidak toksik, mudah manipulasinya, tidak iritasi dan tidak larut dalam cairan mulut meskipun menyerap air, estetik baik, warna dapat dibuat mirip dengan gingiva dan stabil, mudah reparasinya dan murah harganya (Combe, 1992). Lebih dari 60% gigi tiruan siap pakai yang dijual di Amerika Serikat dibuat dari resin akrilik (Anusavice, 2003). Namun resin akrilik juga mempunyai sifat yang kurang menguntungkan yaitu mudah fraktur bila jatuh pada permukaan yang keras, menimbulkan macam-macam porositas, mudah aus dan dapat menimbulkan alergi (Yusuf, 2011).

Meskipun teknologi kedokteran gigi terus meningkat dengan pesat, masalah fraktur basis gigi tiruan masih menjadi masalah yang belum terselesaikan. Hal ini dapat dilihat dari jumlah kasus fraktur basis gigi tiruan yang terus bertambah. Menurut survei yang dilakukan oleh *National Health Service*, dari tahun 1948 sampai pada tahun 1990 terdapat 34,9 juta gigi tiruan yang fraktur (Christo, 2011). Fraktur pada basis gigi tiruan dihasilkan dari dua

kekuatan berbeda yakni kekuatan impak dan kekuatan transversal (fleksural) (Christo, 2011). Kekuatan transversal merupakan kombinasi dari kekuatan kompresi, kekuatan tarik dan kekuatan geser. Kekuatan-kekuatan ini secara berulang-ulang terjadi di dalam mulut yang dapat menyebabkan fraktur khususnya fraktur pada daerah *midline* (Gurbuz *et al*, 2008).

Produksi total asam asetat dunia diperkirakan 5 Mt/a (juta ton per tahun), setengahnya diproduksi di Amerika Serikat. Eropa memproduksi sekitar 1 Mt/a dan terus menurun sedangkan Jepang memproduksi sekitar 0.7 Mt/a. Sehingga total pasar asam asetat mencapai 6.51 Mt/a (Suresh, 2003). Asam asetat, asam etanoat atau asam cuka adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan (Adi, 2003). Banyak makanan yang kita konsumsi sehari-hari mengandung asam asetat seperti saus tomat, saus sambal, mayonais, cuka dapur, cuka makan, acar maupun salad. Kandungan asam asetatnya pun bervariasi (Supriadi, 2003). Kandungan asam asetat yang bervariasi itu menghasilkan pH makanan yang bervariasi pula.

Makanan yang mengandung asam asetat biasa dikonsumsi sebagai sarapan pagi, sebagai contoh saus tomat. Saus tersebut akan menempel pada permukaan resin akrilik selama 14 jam atau 840 menit sampai resin akrilik tersebut dilepas untuk dibersihkan pada malam harinya. Masyarakat Indonesia telah mengenal makanan tersebut sejak beberapa tahun yang lalu. Jika kita pergi ke sebuah restoran yang menyediakan masakan cina, terutama para penggemar mie bakso, biasanya di meja makan telah tersedia berbagai botol atau tempat yang digunakan untuk mawadahi saus tomat, sambal dan cuka.

Batasan penggunaan bahan makanan berdasarkan resiko adalah ADI (*Acceptable Daily Intake*) yaitu batasan yang tidak menimbulkan resiko/bahaya

jika dikonsumsi oleh manusia menyatakan bahwa tidak ada batasan penambahan asam asetat ke dalam makanan, namun dalam beberapa produk makanan seperti cuka dapur dibatasi dalam SNI konsentrasinya sebesar 12,5% (pH 2,4 – 3,4) (SNI, 1995). Sedangkan pH makanan yang mengandung asam asetat berkisar antara 2,4 – 4,0 (Gandara dan Truelove, 1999). Apabila makanan tersebut diencerkan maka kemungkinan pH nya akan meningkat.

Dalam beberapa penelitian disebutkan bahwa kandungan fenol dan alkohol dapat mempengaruhi kekuatan resin akrilik (Soebagio, 2001). Selain itu asam asetat juga dapat mempengaruhi kekuatan transversal resin akrilik (Yusuf, 2011). Asam asetat mengandung ion $[H_3O^-]$ yang bersifat asam dapat berkontak dengan resin akrilik dan akan bereaksi dengan gugus ester dari polimetil metakrilat dalam resin akrilik. Hal ini menyebabkan ikatan rantai polimer resin akrilik terganggu dan mengakibatkan sifat mekanik resin akrilik melemah sekaligus mempengaruhi kekuatan transversalnya (Soebagio, 2001). Makin besar kadar asam asetat yang berpenetrasi ke celah-celah resin akrilik, bersamaan dengan lamanya waktu perendaman mengakibatkan terjadinya perubahan fisik yang akan mempengaruhi kekuatan dan struktur permukaan resin akrilik bila terjadi kontak antar keduanya (Craig, 2002). Dari latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversalnya.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat dapat menurunkan kekuatan transversal?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengetahui pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal.

1.3.2 Tujuan khusus

1. Menghitung kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* setelah perendaman dalam asam asetat 0,1%, 1%, 10% dan aquades.
2. Mengetahui hubungan antara konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi peneliti

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan pengetahuan peneliti mengenai pengaruh asam asetat terhadap kekuatan resin akrilik *heat cured*.

2. Bagi pengguna basis gigi tiruan resin akrilik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan baru mengenai makanan yang mengandung asam asetat seperti saus tomat yang dapat mempengaruhi kualitas resin akrilik yang dipakai oleh pengguna basis gigi tiruan resin akrilik.

3. Bagi Kedokteran Gigi

Penelitian ini diharapkan dapat menambah kajian pengetahuan baru di bidang ilmu material kedokteran gigi maupun ilmu prostodonti serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

4. Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan wawasan untuk masyarakat mengenai pengaruh asam terhadap kesehatan gigi dan mulut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Resin Akrilik

2.1.1 Definisi Resin Akrilik

Resin akrilik atau disebut juga *polymethyl methacrylate* $[\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3]^n$ merupakan turunan etilen yang mengandung gugus vinil dalam rumus strukturnya (Anusavice, 2003). Resin akrilik sendiri merupakan gabungan dari beberapa monomer metil metakrilat atau disebut dengan polimer (Fessenden, 1989; Steven, 2001). Sedikitnya ada 2 kelompok resin akrilik yang menarik bagi kedokteran gigi. Satu kelompok adalah turunan asam akrilik ($\text{CH}_2=\text{CHOOH}$) dan kelompok lain yaitu asam metakrilik ($\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$). Kedua senyawa ini berpolimerisasi tambahan dengan cara yang sama (Anusavice, 2003).

Bahan ini biasanya digunakan sebagai pilihan utama untuk basis gigi tiruan dalam kedokteran gigi (Yusuf, 2011). Basis gigi tiruan (bagian dari protesa yang terletak pada jaringan lunak mulut) dengan elemen gigi tiruan dapat dibuat untuk memperbaiki kemampuan kunyah bila gigi telah hilang (Anusavice, 2003).

2.1.2 Klasifikasi Resin Akrilik

Resin akrilik dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

a. Resin akrilik polimerisasi sinar (*Light Cured*)

Yaitu resin yang diaktivasi menggunakan sinar yang terlihat oleh mata. Menggunakan empat buah lampu halogen tungsten yang menghasilkan gelombang cahaya sebesar 400-500 nm. Bahan ini digambarkan sebagai suatu komposit yang memiliki matriks urutan dimetakrilat, silika ukuran mikro dan

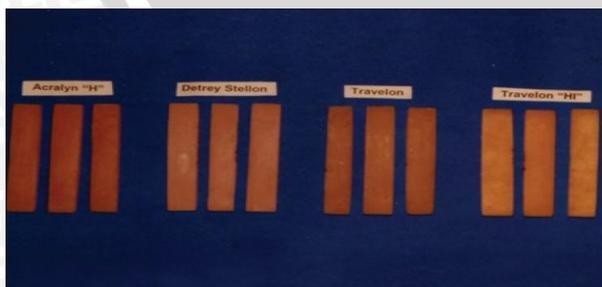
monomer resin akrilik berberat molekul tinggi. Butir-butir resin akrilik dimasukkan sebagai bahan pengisi organik. Sinar yang terlihat oleh mata adalah aktivator sementara *camphoroquinone* bertindak sebagai aktivator polimerisasi.

b. Resin akrilik swapolimerisasi

Yaitu sering disebut juga resin *cold-curing*, *self-curing* atau autopolimerisasi. Proses polimerisasi resin ini menggunakan aktivator kimia sehingga tidak memerlukan energi termal dan dapat dilakukan pada temperatur ruangan. Komposisinya sama dengan resin akrilik polimerisasi panas kecuali pada komponen cairannya mengandung bahan aktivator seperti *dimetil-para-toluidin*.

c. Resin akrilik polimerisasi panas (*Heat Cured*)

Yaitu resin yang polimerisasinya menggunakan energi panas lewat pemanasan air atau oven gelombang mikro (*microwave*). Pada umumnya disediakan dalam bentuk bubuk dan cairan. Resin akrilik polimerisasi panas digunakan dalam pembuatan hampir semua basis gigi tiruan karena estetisnya yang baik, mudah dimanipulasi dan ekonomis. Namun resin ini memiliki kelemahan yakni mudah fraktur. Kebanyakan sistem resin *poli (metil-metakrilat)* terdiri atas komponen bubuk dan cairan. Resin jenis ini diproses dan dibentuk dengan teknik molding-tekanan (Christo, 2011).



Gambar 2.1 Lempengan resin akrilik *Heat Cured* ukuran 65x10x2,5mm (sumber: Chand, 2011)

2.1.3 Komposisi Resin Akrilik

Komposisi resin akrilik polimerisasi panas (*Heat Cured*) terdiri dari :

- a. Bubuk (*Powder*), yang tersusun atas polimer : butiran poli(metil-metakrilat), Inisiator peroksida : berupa 0,2-0,5 % benzoil peroksida, Pigmen/pewarna : garam cadmium atau besi atau pigmen organik sekitar 1% tercampur dalam partikel polimer (Anusavice, 2003).
- b. Cairan (*Liquid*), yang tersusun atas Monomer : metil metakrilat, Cross-linking agent : etilen glikoldimetakrilat, Inhibitor : sekitar 0,006 % hidroquinon untuk mencegah berlangsungnya polimerisasi selama penyimpanan (Anusavice, 2003).

Perbandingan antara polimer dan monomer biasanya adalah 3-3,5 : 1 dalam volume atau 2,5 : 1 dalam berat. Perbandingan yang tepat sangat penting. Jika terlalu banyak polimer dan tidak semua polimer terbasahi oleh monomer maka akan terjadi butiran-butiran sehingga permukaan akrilik menjadi kasar. Sedangkan bila terlalu banyak monomer akan menyebabkan penyusutan atau pengkerutan (Anderson, 1985).

2.1.4 Proses Manipulasi Resin Akrilik

Resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured*) pada umumnya diproses dalam sebuah kuvet dengan menggunakan teknik molding-tekanan (Anusavice, 2003). Pada awalnya dilakukan pencampuran terlebih dahulu antara monomer dan polimer (Anusavice, 2003). Pada saat pencampuran ada empat tahap yang terjadi yaitu :

- a. *Sandy stage* adalah terbentuknya campuran yang menyerupai pasir basah.
- b. *Sticky stage* adalah saat bahan akan melekat ketika bubuk mulai larut dalam cairan dan berserat ketika ditarik.

- c. *Dough stage* adalah tahap dengan konsistensi adonan mudah diangkat dan tidak melekat lagi, serta merupakan waktu yang tepat memasukkan adonan ke dalam mould dan kebanyakan dicapai dalam waktu 10 menit.
- d. *Rubber hard stage* adalah berwujud seperti karet dan tidak dapat dibentuk dengan tekanan konvensional.

Setelah adonan resin akrilik mencapai *dough stage*, adonan diisikan dalam mold gips. Setelah pengisian adonan dilakukan tekanan pres pertama sebesar 1000 psi untuk mencapai mold terisi dengan padat dan kelebihan resin dibuang kemudian dilakukan tekanan press terakhir mencapai 2200 psi lalu kuvet dikunci. Selanjutnya kuvet dibiarkan pada temperatur kamar kemudian dipanaskan pada suhu 70°C dipertahankan selama 30 menit. Kemudian suhu dinaikkan menjadi 100°C dan dipertahankan selama 90 menit. Setelah itu pelan-pelan diturunkan hingga sama dengan suhu ruangan (Anusavice, 2003).

2.1.5 Polimerisasi Resin Akrilik

Polimerisasi merupakan reaksi penggabungan dari molekul-molekul monomer menjadi suatu polimer atau merupakan proses pembentukan suatu makromolekul dari mikromolekul (Anusavice, 2003). Polimerisasi akrilik jenis *heat cured* berlangsung di atas suhu 60°C. Pada suhu tersebut *benzoyl peroxide* akan mengalami reaksi dekomposisi menjadi radikal bebas yang bereaksi dengan molekul-molekul monomer dan terjadi reaksi berantai (Craig, 2002). Menurut Combe (1992) reaksi kimia yang terjadi pada reaksi polimerisasi yaitu :

- a. Reaksi Kondensasi

Yaitu reaksi antara 2 molekul yang kemudian membentuk molekul yang lebih besar dengan menghilangkan molekul yang kecil biasanya molekul air.

b. Reaksi Adisi

Yaitu reaksi tambahan yang terjadi antara 2 molekul baik sama atau tidak membentuk molekul yang lebih besar tanpa menghilangkan molekul yang lebih kecil.

Proses polimerisasi terjadi dalam 3 tingkatan (Anusavice, 2003) yaitu :

1. Inisiasi

Reaksi penggerak berupa radikal bebas yang dapat terbentuk karena penguraian peroxide. Radikal bebas ini akan menggerakkan terjadinya polimerisasi dan disebut inisiator. Inisiasi dapat diartikan dengan menguraikan peroksida melalui penyinaran dengan sinar ultraviolet atau dengan cara pemanasan maupun dengan memberikan bahan kimia.

2. Propagasi

Pada tahap ini terjadi reaksi antara radikal bebas dengan monomer mengawali terbentuknya rantai polimer. Secara teoritis reaksi ini terus berlanjut dengan terbentuknya panas sampai semua monomer telah diubah menjadi polimer.

3. Terminasi

Tahap ini terjadi ketika 2 radikal bebas bereaksi membentuk molekul yang stabil.

2.1.6 Sifat-Sifat Resin Akrilik

2.1.6.1 Sifat fisik

Sifat fisik resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured*) sangat penting untuk ketepatan dan fungsi protesa lepasan (Anusavice, 2003). Sifat-sifat yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Pengerutan polimerisasi

Merupakan perubahan kepadatan yang terjadi pada saat monomer metil metakrilat terpolimerisasi membentuk poli(metil metakrilat). Besar pengerutan volumetrik adalah sekitar 7% (Anusavice, 2003).

2. Monomer sisa

Setelah akrilik melalui proses *curing* masih akan tersisa monomer sebanyak 0,2%-0,5%. Proses polimerisasi pada temperatur yang terlalu rendah atau pada waktu yang terlalu pendek dapat menimbulkan monomer sisa yang lebih banyak. Hal ini harus dihindari karena monomer sisa dapat dilepaskan dari gigi tiruan dan mengiritasi jaringan mulut. Selain itu monomer sisa juga berperan sebagai *plasticizer* dan membuat resin lebih lemah dan fleksibel (Anusavice, 2003).

3. Porositas

Resin akrilik yang porous akan mempengaruhi kekuatan, estetik dan kebersihan dari *denture*. Porous dapat disebabkan karena:

- a. Pengadukan tidak homogen sehingga bagian tertentu mengandung monomer banyak. Akibatnya *shrinkage* menjadi besar maka hasilnya porous.
- b. Tekanan kurang atau bahan tidak cukup maka terjadi *shrinkage* yaitu gelembung tidak teratur di permukaan.
- c. Gaseous porosity yaitu gelembung udara yang teratur terdapat pada bagian tertebal dari *denture*.
- d. Shrinkage porosity yaitu gelembung udara yang tidak teratur terdapat pada permukaan *denture*.

Untuk menghindari terjadinya porositas maka polimerisasi harus dilakukan secara perlahan-lahan untuk mencegah timbulnya *gaseous porosity* dan dengan tekanan untuk mencegah timbulnya *shrinkage porosity* (Anusavice, 2003).

4. Penyerapan air

Resin akrilik mempunyai sifat dapat mengabsorpsi air. Dalam penggunaannya absorpsi air lanjutan dapat meningkatkan hingga 2%. Tiap 1% peningkatan berat resin karena absorpsi air menyebabkan ekspansi linear sebanyak 0,23%. Sama halnya dengan kekeringan yang terjadi pada material berhubungan dengan *shrinkage*. Karena alasan inilah gigi tiruan harus selalu dijaga agar tetap basah selama tidak dalam penggunaan (Craig, 2002).

5. Kelarutan

Resin akrilik umumnya tidak larut dalam cairan yang ditemukan dalam rongga mulut. Meskipun resin larut dalam berbagai pelarut lain sehingga sejumlah kecil monomer dilepaskan. Jika hal ini terjadi maka tidak boleh melebihi 0,04 mg/cm dari permukaan lempeng resin karena hal tersebut dapat menimbulkan reaksi jaringan yang merugikan (Anusavice, 2003).

6. Ketepatan dimensi

Tahap-tahap pembuatan gigi tiruan lepasan dapat menyebabkan ketidaktepatan dimensi misalnya saat membuat cetakan, mengecor dengan gips dan penanaman model malam. Faktor yang dapat berpengaruh terhadap ketepatan dimensi antara lain Ekspansi cetakan pada saat *packing*, Ekspansi termal pada saat fase dough, *Shrinkage* polimerisasi 7%, *Shrinkage* termal pada saat pendinginan sebesar 0,44% dari temperatur 75-20 derajat celsius dapat menyebabkan diskrepansi palatal pada rahang atas, Panas yang berlebihan pada saat *polishing* (Anusavice, 2003).

7. Stabilitas dimensi

Stabilitas dimensi dari gigi tiruan selama pembuatan dan saat dipakai adalah penting karena berhubungan dengan ketepatan gigi tiruan dan kepuasan pemakainya. Pada umumnya jika gigi tiruan diproses dengan benar maka ketepatan dan stabilitas dimensinya akan baik. Tapi panas yang berlebihan selama *finishing* dapat menyebabkan distorsi (Combe, 1992).

8. Crazing

Secara klinis crazing nampak sebagai garis retakan kecil yang timbul pada permukaan protesa. Hal ini disebabkan karena beberapa hal seperti Tekanan mekanik karena pembasahan dan pengeringan secara berulang-ulang menyebabkan kontraksi dan ekspansi, Tekanan karena koefisiensi ekspansi suhu yang berbeda antara porselen dan bahan tautan lainnya sehingga keretakan dapat muncul di sekitar tautan dan yang terakhir adalah peranan pelarut. Ketika gigi tiruan direparasi monomer berkontak dengan resin dan dapat menyebabkan *crazing*. Selain itu juga kontak dengan cairan seperti etil alkohol yang terlalu lama (Anusavice, 2003).

9. Kekuatan

Kekuatan resin akrilik bergantung pada beberapa faktor termasuk komposisi resin, teknik pembuatan dan kondisi-kondisi yang ada dalam lingkungan rongga mulut. Untuk memberikan sifat fisik yang dapat diterima, resin akrilik harus memenuhi standar yang disajikan dalam spesifikasi ADA No. 12 (Anusavice, 2003).

10. Sifat lainnya

Tidak beracun, estetik baik, *radiolucent*, konduktor suhu yang buruk, mudah diproses dan mudah dipreparasi (Yusuf, 2011).

2.1.6.2 Sifat mekanik

Sifat-sifat mekanis adalah respon yang teratur, baik elastik (reversibel/dapat kembali ke bentuk semula bila tekanan dilepaskan) maupun plastis (ireversibel/tidak dapat kembali ke bentuk semula) dari bahan bila terkena gaya atau distribusi tekanan (Anusavice, 2003). Sifat mekanik dari resin akrilik antara lain :

1. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik adalah ukuran kekuatan suatu bahan ketika bahan tersebut menerima beban yang cenderung merenggangkan atau memperpanjang bahan tersebut. Kekuatan tarik umumnya ditentukan dengan meletakkan suatu bahan berbentuk panjang, kawat atau bentuk *dumbbell* terhadap gaya tarik (uji tarik satu sumbu). Uji ini hanya dapat digunakan pada bahan yang umumnya menunjukkan deformasi elastik dan sedikit atau tanpa deformasi plastis. Uji kekuatan tarik cukup mudah dilakukan namun penggunaan uji ini pada bahan yang menunjukkan kecenderungan mengalami deformasi plastis sebelum terjadi fraktur menghasilkan kesalahan dalam penentuan kekuatan tarik yang tinggi.

2. Kekuatan Geser

Kekuatan geser adalah beban maksimal yang masih dapat ditahan oleh suatu bahan sebelum bahan itu fraktur ketika mendapatkan tekanan geser. Tekanan geser dapat dihasilkan dengan memberikan gerak memutar atau memilin pada suatu bahan. Kekuatan geser menjadi sangat penting ketika meneliti hubungan antara dua bahan misalnya keramik dengan logam atau implan dengan jaringan mulut (Anusavice, 2003).

Salah satu metode untuk mengukur kekuatan geser suatu bahan kedokteran gigi adalah dengan metode pukulan dimana beban aksial diberikan

untuk mendorong bahan yang satu ke bahan yang lain. Menurut Jhon dkk (2006) besar kekuatan geser basis gigi tiruan resin akrilik adalah sekitar 1244,05 Kg/cm² (Power, 2006).

3. Kekuatan Fatigue

Kekuatan *fatigue* adalah ukuran kekuatan suatu bahan ketika bahan tersebut menerima beban yang diberikan secara berulang-ulang hingga dapat menyebabkan fraktur pada bahan tersebut. Kekuatan *fatigue* diuji di laboratorium dengan cara memberi sebanyak-banyaknya gerakan menekuk atau memilin terhadap suatu sampel dan menghitung jumlah putaran (N) yang dapat diterima oleh bahan tersebut pada besar *stress* (S) yang diketahui (Combe, 1992). Basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas di dalam mulut menerima beban pengunyahan secara berulang-ulang sehingga dapat menyebabkan kelelahan pada basis hingga menyebabkan fraktur (Anderson, 1985).

4. Kekuatan Impak

Kekuatan impak adalah ukuran kekuatan dari suatu bahan ketika bahan tersebut patah akibat benturan yang terjadi secara tiba-tiba misalnya pada basis gigi tiruan resin akrilik yang fraktur apabila jatuh ke lantai. Kekuatan impak dapat diukur dengan dua tipe alat pengujian kekuatan impak yaitu *Charpy* dan *Izod*. Pada alat pengujian *Charpy* kedua ujung spesimen diikat dalam posisi horizontal, sedangkan pada alat *Izod* spesimen dipegang oleh alat hanya pada salah satu ujungnya dan spesimen diletakkan pada posisi vertikal (Combe, 1992).

Pengukuran kekuatan impak dilakukan menggunakan sampel dengan ukuran tertentu yang diletakkan pada alat pengujian kekuatan impak yang mempunyai lengan pemukul yang dapat diayun. Pemukul tersebut kemudian diayun hingga membentur dan mematahkan sampel. Hasil pengukuran

amplitudo ayunan pemukul tersebut diukur dan energi yang dibutuhkan untuk mematahkan bahan tersebut dapat dihitung (Combe, 1992).

5. Kekuatan Tranversal

Kekuatan transversal atau fleksural adalah beban yang diberikan pada sebuah benda berbentuk batang yang terdukung pada kedua ujungnya dan beban tersebut diberikan ditengah-tengahnya, selama batang ditekan maka beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. Kekuatan transversal juga merupakan kombinasi dari kekuatan kompresi, kekuatan tarik dan kekuatan geser (Anusavice, 2003).

2.1.7 Keuntungan dan Kerugian Resin Akrilik

Keuntungan bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured*) adalah estetis yang optimum, mudah dimanipulasi, mudah dipoles, mudah direparasi, harga relatif murah, stabil dalam lingkungan rongga mulut, tidak larut dalam cairan rongga mulut, perubahan dimensinya kecil, tidak mengiritasi jaringan (Combe, 1992).

Kerugian bahan basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured*) adalah Kekuatan terhadap benturan rendah, kekuatan fleksural rendah, monomer bebas dapat lepas dari gigi tiruan dan mengiritasi jaringan mulut, tidak tahan abrasi, konduktivitas termal rendah (Craig, 2002).

2.2 Asam Asetat

2.2.1 Sifat Kimia Asam Asetat

Merupakan senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam asetat memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana

setelah asam format. Larutan asam asetat dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman pada industri makanan (Yusuf,2011). Larutan asam asetat dengan konsentrasi lebih dari 25% harus ditangani di sungkup asap (*fume hood*) karena uapnya yang korosif dan berbau. Asam asetat encer seperti pada cuka tidak berbahaya. Namun konsumsi asam asetat yang lebih pekat adalah berbahaya bagi manusia maupun hewan. Hal itu dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan.

Sifat kimia yang dimiliki oleh asam asetat antara lain (Adi, 2011) :

1. Keasaman

Atom hidrogen (H) pada gugus karboksil ($-COOH$) dalam asam karboksilat seperti asam asetat dapat dilepaskan sebagai ion H^+ (proton) sehingga memberikan sifat asam. Asam asetat adalah asam lemah monoprotik dengan nilai $pK_a=4.8$. Basa konjugasinya adalah asetat (CH_3COO^-).

Bila asam asetat dilarutkan dalam air maka ion hidrogen berpindah dari asam asetat ke air. Secara kimia dapat diperlihatkan reaksinya sebagai berikut (Oxtoby *et al*, 2001) :



Asam Basa Asam Basa

pH merupakan skala logaritma keasaman dimana rumusnya adalah $pH = -\text{Log}_{10} [H_3O^+]$. pH dipengaruhi oleh konsentrasi $[H_3O^+]$ dalam larutan. Semakin banyak konsentrasi $[H_3O^+]$ dari asam asetat maka pH semakin rendah sehingga larutan semakin asam (Oxtoby *et al*, 2001). Diketahui bahwa pH dari beberapa makanan yang mengandung asam asetat berkisar 2,90-4,84 (Radiyah dkk,2000).

Sedangkan dalam Gandara & Truelove menyatakan bahwa pH makanan yang mengandung asam asetat berkisar 2,4-4,0 (Gandara & Truelove, 1999).

Menurut Craig and Payton, resin akrilik dapat dipengaruhi oleh asam asetat yaitu dengan konsentrasinya yang meningkat sehingga pH nya semakin rendah akan melemahkan ikatan polimer resin akrilik. Makin tinggi kandungan asam asetat yang berpenetrasi ke celah-celah resin akrilik mengakibatkan terjadinya perubahan fisik dan mekanik resin akrilik (Craig, 2002).

2. Dimer siklis

Struktur kristal asam asetat menunjukkan bahwa molekul-molekul asam asetat berpasangan membentuk dimer yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen. Dimer dapat dideteksi pada uap bersuhu 120 °C. Dimer juga terjadi pada larutan encer di dalam pelarut tak-berikatan-hidrogen dan kadang-kadang pada cairan asam asetat murni. Dimer dirusak dengan adanya pelarut berikatan hidrogen (misalnya air).

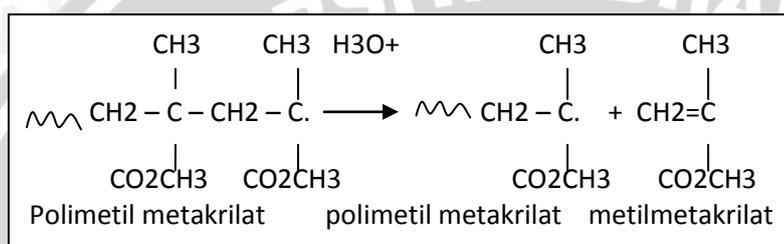
3. Sebagai Pelarut

Asam asetat cair adalah pelarut protik hidrofilik (polar) mirip seperti air dan etanol. Asam asetat memiliki konstanta dielektrik yang sedang yaitu 6,2 sehingga ia bisa melarutkan baik senyawa polar seperti garam anorganik dan gula maupun senyawa non-polar seperti minyak dan unsur-unsur seperti sulfur dan iodin. Asam asetat bercampur dengan mudah dengan pelarut polar atau nonpolar lainnya seperti air, kloroform dan heksana.

Asam asetat dapat menghidrolisis dengan mudah senyawa poliester pada resin akrilik. Ion $[H_3O^+]$ dalam asam asetat akan memecah ikatan gugus ester dalam resin akrilik. Konfigurasi ikatan polimer dari resin akrilik akan semakin lemah karena konsentrasi $[H_3O^+]$ asam asetat meningkat dan berdifusi ke celah-

celah resin akrilik yang akhirnya menyebabkan ikatan polimer resin akrilik menjadi terganggu. Hal itu mengakibatkan sifat mekanik resin akrilik menjadi lemah sekaligus mempengaruhi kekuatan transversal dari resin akrilik (Kusdarjanti, 2003).

Secara kimia asam asetat menyebabkan depolimerisasi pada resin akrilik yang dimulai terutama pada ujung-ujung rantai (Steven,2001). Reaksinya dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 2.2 Reaksi kimia pemutusan rantai panjang polimetil metakrilat oleh asam (sumber: Steven, 2001)

Keterangan:
 . : radikal bebas yang mudah mengalami depolimerisasi

2.2.2 Asam Asetat dalam Beberapa Makanan

Asam asetat banyak digunakan pada produk makanan antara lain saus tomat, saus sambal, mayonais dan cuka putih atau cuka dapur. Saus tomat sendiri merupakan produk yang dihasilkan dari campuran bubuk tomat yang dimasak dan diolah dengan bumbu-bumbu dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan yang diizinkan (Samosir, 2009). Bahan tambahan yang diizinkan tersebut seperti bahan pengental (CMC/*carboxymethyl cellulose*), bahan pengawet (natrium benzoat), garam, air maupun bahan pengasam (asam asetat) (Suprapti, 2000).

Menurut Trisnawati (1993) fungsi pengatur keasaman pada makanan adalah untuk membuat makanan menjadi lebih asam, lebih basa atau

menetralkan makanan. Pada pH rendah pertumbuhan kebanyakan bakteri akan tertekan dan sel generatif serta spora bakteri sangat sensitif terhadap panas. Gandara dan Truelove (1999) menunjukkan nilai pH pada beberapa jenis makanan dan minuman yang mengandung zat asam seperti tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Nilai pH pada beberapa jenis makanan dan minuman yang mengandung zat asam (Gandara dan Truelove, 1999).

JENIS MAKANAN/MINUMAN	NILAI pH
1. Buah-buahan <ul style="list-style-type: none"> • Apel • Aprikot • Anggur • Peach • Plum • Jeruk • Nenas • Lemon, Limau/jus 	2,9-3,5 3,5-4,0 3,3-4,5 3,1-4,2 2,8-4,6 2,8-4,0 3,3-4,1 1,8-2,4
2. Minuman ringan dan minuman soda <ul style="list-style-type: none"> • Kopi • Teh • Bir • Minuman Anggur • Pepsi • Coca-cola • Nutrisari 	2,4-3,3 4,2 4,0-5,0 2,3-3,8 2,7 2,7 2,0-4,0
3. Bahan makanan <ul style="list-style-type: none"> • Mayonase • Cuka • Salad • Saos tomat 	3,8-4,0 2,4-3,4 3,3 3,7
4. Lain-lain <ul style="list-style-type: none"> • Yogurt • Acar • Tomat • Selai buah-buahan 	3,8-4,2 2,5-3,0 3,7-4,7 3,0-4,0

Dari tabel 2.1 dapat diketahui bahwa dalam bahan makanan yang mengandung asam asetat memiliki nilai pH berkisar 2,4 sampai 4,0. Dalam Luwihana mengatakan bahwa penambahan asam asetat sebesar 0,1% sebagai zat pengasam dalam makanan sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Dalam tabel tersebut juga menunjukkan bahwa pH saus tomat sebesar 3,7 dengan konsentrasi asam asetat kurang lebih 1%. Cuka yang memiliki pH 2,4-3,4 memiliki konsentrasi minimal 12,5% (SNI, 1995).

Dalam pembuatan saus tomat dan mayonais digunakan bahan pengasam jenis asam asetat. Asam asetat pada saus tomat juga berfungsi sebagai penyedap atau memberi rasa asam dan mampu menghambat pertumbuhan mikroba sehingga produk lebih awet (Hambali dkk., 2010). Cuka putih atau biasa disebut cuka dapur yang biasa dikonsumsi berasal dari fermentasi alkohol dan diproduksi oleh pabrik. Dalam penggunaannya di masyarakat cuka putih tidak hanya digunakan untuk tambahan makanan tertentu seperti bakso atau pempek Palembang namun juga untuk pembersih porselen dan pemutih pakaian.

2.3 Kekuatan Transversal Resin Akrilik

Kekuatan transversal atau fleksural atau tekan adalah beban yang diberikan pada sebuah benda berbentuk batang yang terdukung pada kedua ujungnya dan beban tersebut diberikan ditengah-tengahnya, selama batang ditekan maka beban akan meningkat secara beraturan dan berhenti ketika batang uji patah. *Load* (beban) yang diperoleh dimasukkan ke dalam rumus kekuatan transversal. Kekuatan transversal juga merupakan kombinasi dari kekuatan kompresi, kekuatan tarik dan kekuatan geser dimana uji kekuatan transversal sering digunakan untuk mengukur sifat mekanis dari suatu basis gigi

tiruan karena cukup mewakili tipe-tipe gaya yang terjadi selama proses pengunyahan (Anusavice, 2003).

Dalam menentukan kekuatan transversal atau kekuatan fleksural dapat dilakukan uji *bending* dengan menggunakan mesin uji *bending* "Tarno Grocky" maupun mesin uji transversal lain yang sesuai standart. Perhitungan kekuatan transversal digunakan rumus (Anusavice, 2003):

$$S = \frac{3IP}{2bd^2}$$

Keterangan:

S = kekuatan transversal (kg/cm²)

I = jarak pendukung (cm)

P = beban (kg)

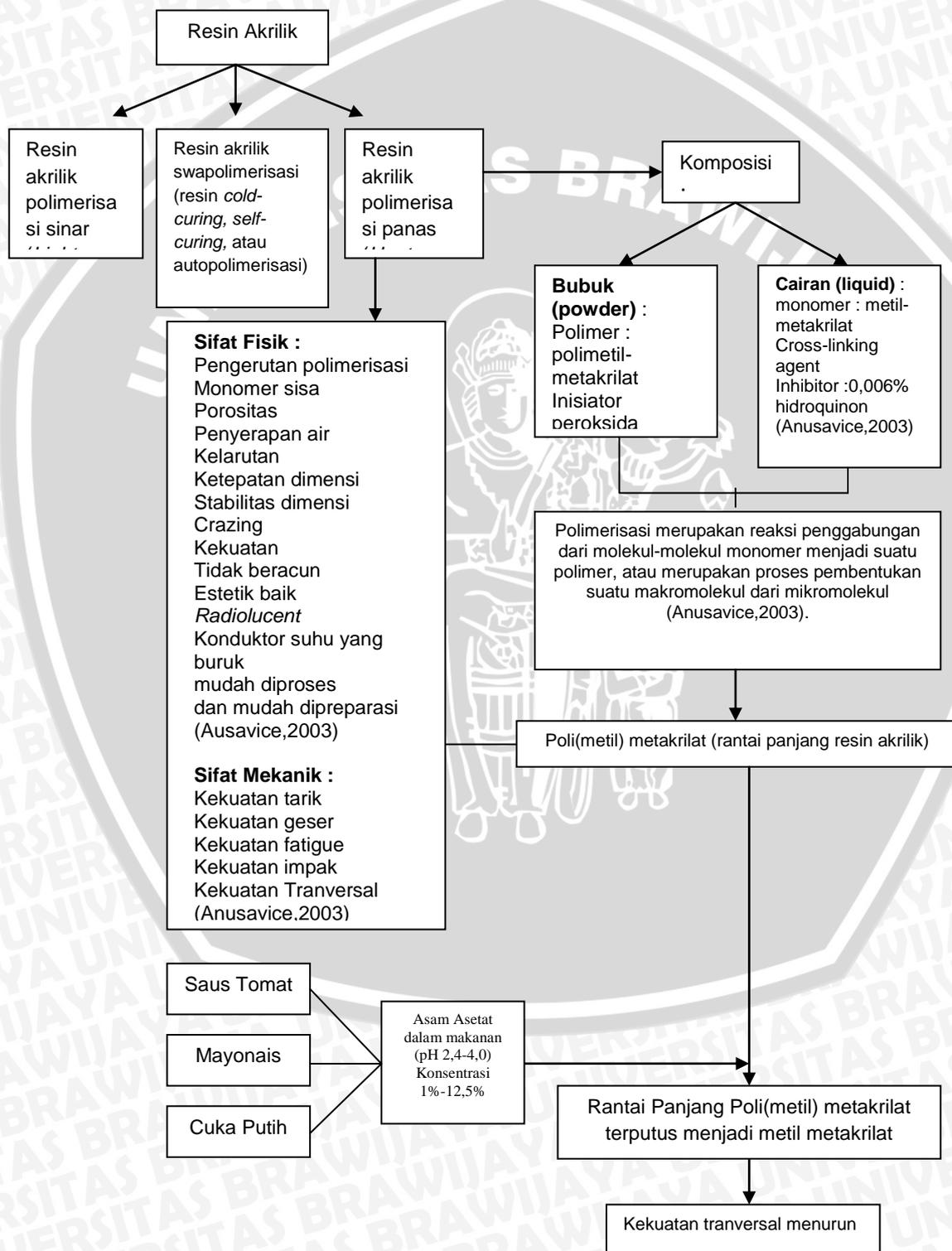
b = lebar batang uji (cm)

d = tebal batang uji (cm)

Nilai kekuatan transversal minimal suatu bahan basis gigi tiruan adalah sekitar 652,618 Kg/cm². Ozlem dkk (2008) dalam penelitiannya mencoba membandingkan kekuatan transversal dari enam jenis resin akrilik yakni *Meliodent HC* (resin akrilik polimerisasi panas), *Acron HC* (resin akrilik polimerisasi panas), *Lucitone 199* (resin akrilik polimerisasi panas *high impact*), *Acron MC* (resin akrilik pemanasan mikro), *Meliodent SC* (resin akrilik swapolimerisasi) dan *Triad VLC* (resin polimerisasi sinar). Didapatkan rata-rata nilai kekuatan transversal berturut turut adalah 1223,65 Kg/cm², 1155,33 Kg/cm², 1054,38 Kg/cm², 1267,50 Kg/cm², 863,08 Kg/cm² dan 818,01 Kg/cm².

Hasil penelitian Lee dkk (2001) menyatakan kekuatan transversal resin akrilik polimerisasi panas merek *Vertex RS* adalah 840,24 Kg/cm² (Yusuf,2011).

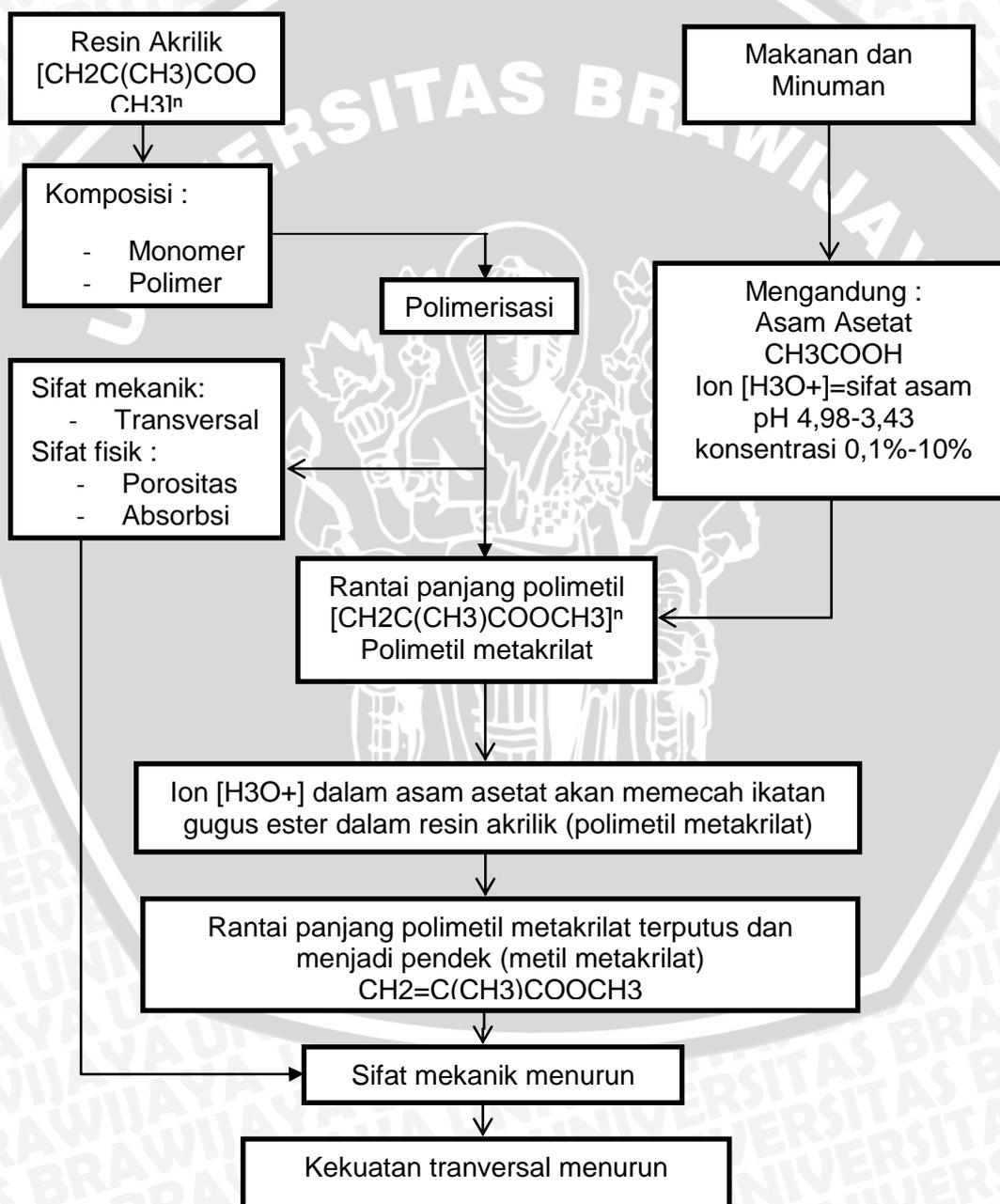
2.4 Kerangka Teori



BAB III

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konsep



Resin akrilik memiliki komposisi yang terdiri dari polimer dan monomer. Polimer dan monomer keduanya mengalami proses polimerisasi untuk membentuk rantai poliester panjang yang terdiri dari unit polimetil metakrilat yang berulang ($[\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3]_n$). Komposisi yang mengalami polimerisasi itu mempengaruhi sifat mekanik dan sifat fisik resin akrilik. Pada konsumen saus tomat, saus sambal, mayonais dan cuka putih yang sekaligus pemakai gigi tiruan resin akrilik, ion $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dari asam asetat dalam makanan tersebut akan berdifusi ke dalam resin akrilik dan bereaksi dengan ester dari rantai panjang polimetil metakrilat ($[\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_3]_n$) dalam lempeng akrilik sekaligus menempati posisi di antara rantai polimer. Semakin banyak konsentrasi $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dari asam asetat maka pH semakin rendah sehingga larutan semakin asam (Oxtoby *et al*, 2001). Konfigurasi ikatan polimer dari resin akrilik akan semakin lemah karena konsentrasi $[\text{H}_3\text{O}^+]$ asam asetat meningkat dan berdifusi ke celah-celah resin akrilik yang akhirnya menyebabkan ikatan polimer resin akrilik terganggu. Hal itu mengakibatkan sifat mekanik resin akrilik menjadi lemah sekaligus mempengaruhi kekuatan tranversal dari resin akrilik (Kusdarjanti, 2003).

3.2 Hipotesis

Perendaman resin akrilik *heat cured* dalam asam asetat dapat menurunkan kekuatan tranversal.

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah eksperimental laboratoris. Karena peneliti dapat mengendalikan variabel-variabel lain yang diduga ikut berpengaruh terhadap variabel-variabel terikat. Dalam penelitian ini terdapat kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kelompok eksperimen diberi perlakuan sedangkan kelompok kontrol tidak diberi perlakuan.

4.2 Identifikasi Variabel

- Variabel bebas : Konsentrasi asam asetat sebesar 0,1%, 1% dan 10% untuk perendaman resin akrilik *heat cured*
- Variabel terikat : Kekuatan transversal
- Variabel terkontrol : pembuatan sampel resin akrilik, cara uji kekuatan transversal resin akrilik dan lama perendaman selama 840 menit.

4.3 Penentuan Sampel

4.3.1 Bentuk dan Ukuran Sampel

Bentuk sampel adalah lempeng akrilik *heat cured* merk QC-20 dengan ukuran 65 x 10 x 2,5 mm (Craig, 2002).



Gambar 4.1 Sampel lempeng resin akrilik *heat cured*

4.3.2 Kriteria Inklusi dan Eksklusi Sampel

- Kriteria Inklusi meliputi permukaan halus, tidak porous, tidak berbintil dan tidak ada perubahan bentuk.
- Kriteria Eksklusi meliputi material akrilik yang dipakai bukan resin akrilik *heat cured* QC-20 dan tidak sesuai dengan ukuran yang ditetapkan.

4.3.3 Besar Sampel

Menentukan jumlah sampel dihitung dengan menggunakan rumus Hulley dan Cummings (cit. Sastroasmoro *et al*, 1995).

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{2\sigma^2(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2} \\
 &= \frac{2(0,0248)^2 \times (1,960 + 0,84)^2}{(0,05)^2} \\
 &= 3,85
 \end{aligned}$$

Keterangan :

- σ : Standart deviasi kelompok (0,0248) didapat dari penelitian sejenis (Yusuf, 2011)
- Z_{α} : Nilai normal standart pada ($\alpha = 0,05$) = 1,96
- Z_{β} : Nilai normal standar pada ($\beta = 0,05$) = 0,84
- $\mu_1 - \mu_2$: Selisih rata kelompok yang diteliti = 0,05

Dengan demikian maka besar sampel yang dibutuhkan tiap kelompok minimal adalah 4 buah. Peneliti memilih sampel 5 buah maka total sampel yang digunakan sebanyak 20 buah sampel.

4.3.4 Pembagian Kelompok Sampel

- Kelompok P_1 : lempeng akrilik yang direndam aquades selama 840 menit

- b. Kelompok P₂ : lempeng akrilik direndam asam asetat 0,1% selama 840 menit
- c. Kelompok P₃ : lempeng akrilik direndam asam asetat 1% selama 840 menit
- d. Kelompok P₄ : lempeng akrilik direndam asam asetat 10% selama 840 menit

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April sampai Juni 2012 berlokasi di 3 tempat yaitu Laboratorium IMKG PSPDG FK Universitas Brawijaya Malang untuk pembuatan sampel dan proses penelitian, Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang untuk uji kekuatan transversal dan Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang untuk pembuatan larutan perendaman.

4.5 Bahan dan Alat Penelitian

4.5.1 Bahan

Bahan yang digunakan antara lain Resin akrilik *heat cured* merk QC 20, Aquades, Could mould seal dan vaselin, Gips keras tipe 3 merk Moldano dan gips lunak, Asam asetat 0,1%, 1% dan 10%.

4.5.2 Alat

Alat yang diperlukan antara lain Kuvet, alat *press*, dan *brush*, Mangkok karet dan pengaduk, Pisau model, Pot porselen, Master model kuningan dengan ukuran 65 x 10 x 2 mm, Vibrator, Jangka sorong, Amplas no 400 dan no 600 Grid, Gelas ukur, *Hydraulic bench press* merk Wasserman, Alat uji *Bending* Tarno Grocky, Kompor dan Panci, Toples kaca besar untuk perendaman.

4.6 Cara Kerja

4.6.1 Cara Pembuatan Sampel Lempeng Resin Akrilik

- a. Membuat model master dari bahan kuningan dengan ukuran 65 x 10 x 2,5 mm.
- b. Pertama dilakukan penanaman master tersebut dalam kuvet dengan menggunakan gips keras dengan perbandingannya 100 gr gips keras dengan 30 ml air.
- c. Gips diaduk selama 30 detik kemudian dimasukkan dalam kuvet dan diletakkan di atas vibrator untuk menghilangkan gelembung udara yang terjebak dalam adonan gips. Setelah kuvet terisi penuh, master dari bahan kuningan tadi diulasi vaselin kemudian ditanam dalam kuvet yaitu setengah dari kuvet sebanyak 1 lempeng untuk masing-masing kuvet lalu ditunggu sampai *setting*. Setelah keras, permukaan gips dihaluskan dengan kertas gosok sampai halus kemudian diolesi vaselin sampai merata.
- d. Selanjutnya dilakukan pengisian kuvet pasangannya dengan menggunakan gips keras tipe III dan dilakukan pengepresan dengan *bench press hydraulic*, tunggu sampai *setting*.
- e. Setelah *setting* dilakukan pembukaan kuvet dengan jalan mengungkit pada pertemuan antara kuvet atas dan bawah dengan pisau gips. Master dikeluarkan dari kuvet dan permukaan gips dibersihkan dari vaselin dengan air panas yang mengalir. Setelah kuvet dingin permukaan gips diulas *could mould seal* secara merata dan ditunggu sampai kering.
- f. Selanjutnya dilakukan pengisian resin akrilik dengan perbandingan powder dan liquid sesuai petunjuk pabrik yaitu 4,8 gram dengan 2 ml. Pengadukan dilakukan pada pot porselen. Setelah mencapai fase doughy adonan akrilik

tersebut dimasukkan ke dalam kuvet dan dilakukan pengepresan agar kelebihan akrilik dapat mengalir keluar. Kuvet dibuka dan kelebihan akrilik dipotong dengan menggunakan pisau malam atau pisau model. Selanjutnya kuvet ditutup kembali dan dilakukan pengepresan.

- g. Setelah itu kuvet dipindahkan ke dalam alat press dan dilakukan proses *curing*. Dimulai dengan suhu kamar sampai mendidih kira-kira 30 menit kemudian dibiarkan selama 20 menit. Kemudian api dimatikan dan dibiarkan mendingin sampai suhu kamar. Selanjutnya lempeng akrilik dikeluarkan dari dalam kuvet dan dilakukan pemolesan menggunakan kertas amplas No. 400 dan 600 di bawah air mengalir.

4.6.2 Perendaman Sampel Uji

Sebelum dilakukan perendaman, semua sampel terlebih dahulu direndam dalam aquades selama 2 x 24 jam supaya semua sampel dalam keadaan yang sama. Perendaman dilakukan dalam toples kaca besar yang tertutup untuk menghindari kontaminasi. Semua sampel direndam dalam satu toples yang sama untuk tiap-tiap kelompoknya. Bahan perendaman adalah asam asetat 0,1%, 1% dan 10%. Perendaman dilakukan dalam 4 kelompok, yang terdiri dari satu kelompok sebagai kontrol dan tiga kelompok perlakuan.

- a. Kelompok P_1 : lempeng akrilik yang direndam aquades selama 840 menit (Kontrol)
- b. Kelompok P_2 : lempeng akrilik yang direndam asam asetat 0,1% selama 840 menit
- c. Kelompok P_3 : lempeng akrilik yang direndam asam asetat 1% selama 840 menit

- d. Kelompok P₄ : lempeng akrilik yang direndam asam asetat 10% selama 840 menit

4.6.3 Pengujian Kekuatan Tranversal Resin Akrilik

- a. Pengujian kekuatan transversal resin akrilik menggunakan alat uji *bending universal testing machine* "Tarno Grocky" yang dikalibrasi dengan kecepatan 5 mm/menit dan beban 500kgf. Pengujian sesuai dengan spesifikasi ISO 178:2003 standart.
- b. Sampel lempeng resin akrilik diukur panjangnya kemudian diberi tanda pada garis tengahnya dengan menggunakan pensil.
- c. Sampel lempeng resin akrilik yang sudah diberi tanda diletakkan di tengah alat tekan supaya tekanan benar-benar tertuju pada satu garis uji.
- d. Kemudian mesin alat dihidupkan dan pemberat alat akan turun menekan tepat pada tengah lempeng resin akrilik sampai terjadi patahnya lempeng resin akrilik. Secara otomatis alat akan berhenti bekerja. Monitor akan menunjukkan nilai tegangan yang didapatkan dari hasil uji yang telah dilakukan. Nilai tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus kekuatan transversal.

4.7 Definisi Operasional

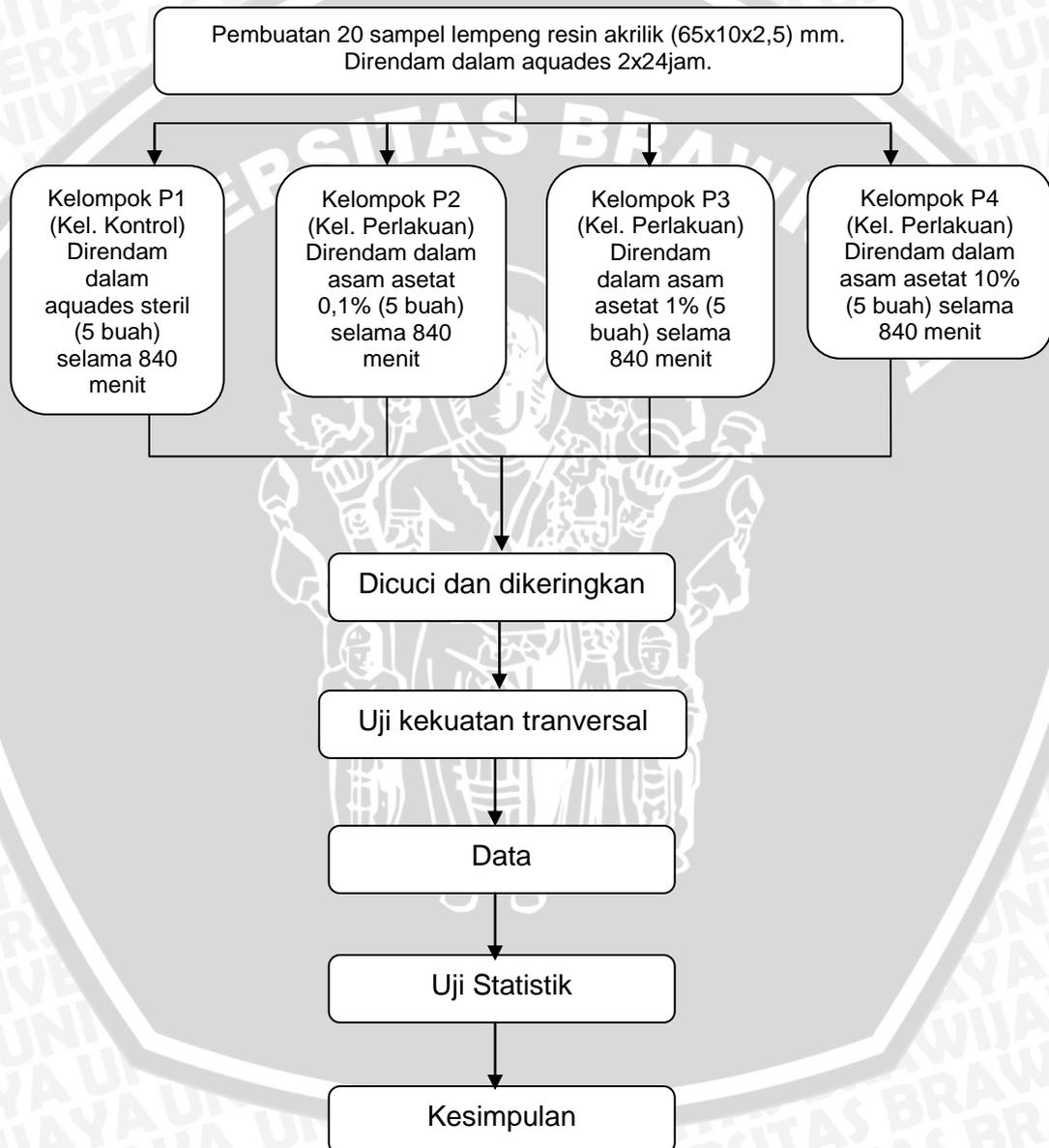
- a. Asam asetat : merupakan bahan pengasam yang biasanya ditambahkan pada saus tomat, saus sambal, mayonais maupun cuka putih. Asam asetat memiliki rumus $\text{CH}_3\text{-COOH}$, CH_3COOH atau $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$. Pada penelitian ini asam asetat didapatkan dari laboratorium kimia MIPA UB.
- b. Konsentrasi asam asetat : konsentrasi asam asetat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 0,1%, 1% dan 10%. Pemilihan konsentrasi

pada penelitian ini berdasarkan pertimbangan pH dan konsentrasi asam asetat dalam beberapa makanan tertentu. ADI (*Acceptable Daily Intake*) menyatakan bahwa tidak ada batasan dalam penambahan asam asetat, dalam SNI juga hanya membatasi kadar asam asetat dalam makanan tertentu seperti dalam cuka makan sebesar minimal 12,5%. Oleh karena itu peneliti memilih konsentrasi 0,1% karena dalam Luwihana menyatakan bahwa penambahan asam asetat 0,1% saja sebagai zat pengasam dalam makanan sudah mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Konsentrasi asam asetat 0,1% memiliki pH 4,98. Konsentrasi 1% dipilih karena pada konsentrasi ini yang mempunyai pH 3,66 mendekati pH pada saos tomat yaitu sebesar 3,7. Konsentrasi 10% dalam penelitian ini dipilih karena memiliki pH 3,43 yang sesuai dengan pH dari cuka makan dengan konsentrasi asam asetat minimal 12,5%. Hasil perhitungan konsentrasi dan pH pada penelitian ini didapatkan dari penelitian pendahuluan di laboratorium kimia.

- c. Kekuatan Tranversal : Pada penelitian ini kekuatan transversal merupakan kekuatan mekanik pada resin akrilik yang didapatkan dari pengukuran dengan menggunakan alat uji *bending* "Tarno Grocky".
- d. Sampel lempeng resin akrilik *heat cured* : pada penelitian ini digunakan lempeng resin akrilik *heat cured* merk QC 20 yang berukuran 65 x 10 x 2,5 mm (Craig, 2002).
- e. Lama perendaman: lama perendaman resin akrilik dalam asam asetat 0,1%; 1% dan 10% pada penelitian ini adalah selama 840 menit. 840 menit didapatkan dari waktu kontak awal asam asetat pada saos tomat, saos sambal ataupun cuka putih dengan resin akrilik saat sarapan pagi (jam 7

pagi) sampai saat resin akrilik itu dilepas untuk dibersihkan pada malam harinya (jam 9 malam).

4.8 Prosedur Penelitian



4.9 Analisis data

Hasil pengukuran kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* setelah direndam asam asetat dan aquades dianalisis secara statistik dengan menggunakan program SPSS 16.0 for Windows XP dengan tingkat signifikansi 0,05 ($p = 0,05$) dan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Langkah-langkah uji hipotesis adalah sebagai berikut :

- a. Uji normalitas data : bertujuan untuk menginterpretasikan apakah suatu data memiliki sebaran normal atau tidak. Karena pemilihan penyajian data dan uji hipotesis tergantung dari normal tidaknya distribusi data. Untuk penyajian data yang terdistribusi normal maka digunakan mean dan standar deviasi sebagai pasangan ukuran pemusatan dan penyebaran. Untuk uji hipotesis jika sebaran data normal maka digunakan uji parametrik. Uji normalitas yang digunakan adalah *KOLMOGOROV-Smimov Goodness of Fit Test*.
- b. Uji homogenitas varian data (*Levene Test*): bertujuan untuk menguji berlaku atau tidaknya asumsi ANOVA, yaitu apakah data yang diperoleh dari setiap perlakuan memiliki varian yang homogen. Jika didapatkan varian yang homogen maka analisa dapat dilanjutkan dengan uji ANOVA.
- c. Uji One-way ANOVA : bertujuan untuk membandingkan nilai rata-rata dari masing-masing kelompok perlakuan dan mengetahui bahwa minimal ada dua kelompok yang berbeda signifikan.
- d. Post hoc test : bertujuan untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda secara signifikan dari hasil tes ANOVA. Uji Post Hoc yang digunakan adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significant Difference* (LSD) dengan tingkat kemaknaan 95% ($p < 0,05$).

- e. Uji korelasi-regresi : Untuk mengetahui besarnya hubungan dari perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka digunakan uji korelasi Pearson.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan larutan uji asam asetat dengan konsentrasi 0,1%, 1%, 10% sebagai kelompok kontrol serta aquades sebagai kontrol negatif. Penentuan pengaruh larutan asam asetat terhadap resin akrilik *heat cured* dilakukan dengan mengukur kekuatan tranversal resin akrilik *heat cured* menggunakan mesin uji *bending* (kelenturan) Tarno Grocky. Hasil perhitungan rerata kekuatan tranversal resin akrilik *heat cured* kelompok kontrol dan perlakuan disajikan sebagai berikut :

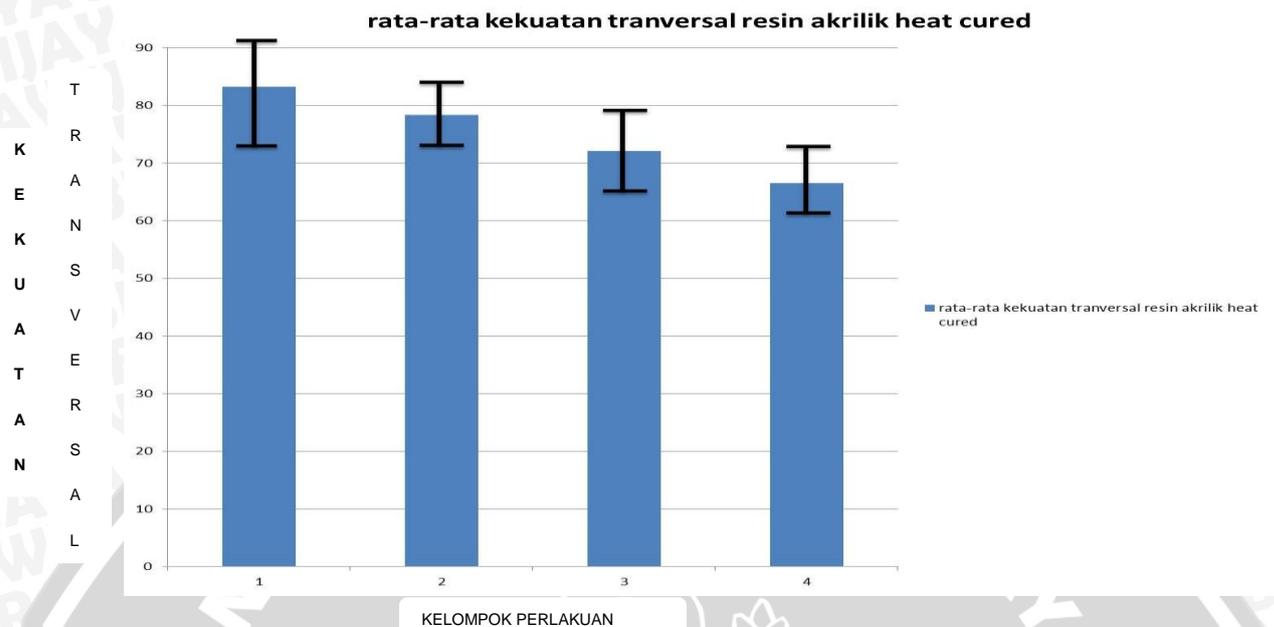
Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Rerata Kekuatan Tranversal Resin Akrilik Heat Cured

No	Perlakuan	pH	Rerata Kekuatan Tranversal (MPa)	Standart Deviasi
1	P ₁	7.00	83.25	9.44
2	P ₂	4.98	78.33	6.09
3	P ₃	3.66	72.13	7.67
4	P ₄	3.43	66.47	6.54

Keterangan :

P₁: Aquades ; P₂: Asam Asetat 0.1%; P₃: Asam Asetat 1%; P₄: Asam Asetat 10%

Berdasarkan tabel 5.1 dibuat grafik yang menunjukkan hubungan kekuatan tranversal dengan konsentrasi asam asetat.



Gambar 5.1 Rerata kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*

Keterangan :

1: Aquades ; 2: Asam Asetat 0.1%; 3: Asam Asetat 1%; 4: Asam Asetat 10%

Dari grafik tersebut dapat diamati adanya penurunan kekuatan transversal pada masing – masing kelompok seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat.

5.2 Analisis Data

Data hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan software SPSS *for Windows release 16*. Dalam perhitungan hasil penelitian ini digunakan batas kepercayaan 95% dengan uji statistik yang digunakan adalah Anova satu arah, uji *post hoc* serta uji korelasi dan regresi.

5.2.1 Uji Asumsi Data

Sebelum melakukan analisis data kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* dari hasil penelitian dengan menggunakan Anova satu arah maka diperlukan pemeriksaan untuk mengetahui apakah data tersebut dapat dianalisis dengan Anova atau tidak dengan menggunakan uji normalitas. Syarat untuk

memenuhi uji Anova satu arah yaitu data harus mempunyai sebaran normal dan mempunyai varian yang homogen.

a. Normalitas Data

Dalam pengujian hasil penelitian berdistribusi normal atau tidak digunakan *KOLMOGOROV-Smimov Goodness of Fit Test* terhadap masing-masing variabel. Dari hasil pengujian normalitas data dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smimov Test* (lihat lampiran 2) diperoleh p-value ($=0.602$) lebih besar dari α ($=0.05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi normalitas data terpenuhi. Hasil uji *Kolmogorov-Smimov Test* didapatkan nilai signifikansi masing-masing kelompok konsentrasi yaitu $p > 0.05$ sehingga dapat disimpulkan data-data pada variabel tersebut menyebar mengikuti sebaran normal.

b. Homogenitas Ragam Data

Uji homogenitas ragam (*Levene Test*) digunakan untuk mengetahui data yang diperoleh mempunyai ragam yang homogen atau tidak. Berdasarkan uji homogenitas ragam (lihat lampiran 3) didapatkan nilai signifikansi sebesar 0.777 ($p > 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa ragam data relatif homogen. Oleh karena data penelitian telah memenuhi syarat pengujian dengan *one way ANOVA* berupa sebaran (distribusi) normal dan ragam yang homogen, maka dapat dilakukan pengujian dengan analisis statistik dengan menggunakan *one way ANOVA*.

5.2.2 Analisis One Way Anova

Penelitian ini menggunakan variabel numerik dengan faktor yang ingin diketahui pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal.

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka dilakukan uji One way ANOVA. Pengambilan keputusan berdasarkan nilai signifikansi (p -value). H_0 diterima jika nilai signifikansi yang diperoleh > 0.05 . H_0 dari penelitian ini adalah tidak ada perbedaan yang nyata perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal. Sedangkan H_1 dalam penelitian ini yaitu terdapat perbedaan yang nyata perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal. Hasil uji One way ANOVA dapat dilihat pada lampiran 4.

Berdasarkan hasil uji One way ANOVA didapatkan nilai signifikansi sebesar 0.016 ($p < 0,05$) sehingga H_0 ditolak dan dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal dengan taraf kepercayaan 95%.

5.2.3 Uji Post Hoc

Selanjutnya untuk mengetahui perbedaan yang bermakna / signifikan dari pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka dilakukan *Post Hoc Test* atau Uji Lanjutan. Uji lanjutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Least Significant Difference (LSD)* (lihat lampiran 5). Pada uji *Post Hoc Test* atau LSD suatu data dikatakan berbeda secara bermakna apabila memiliki nilai signifikansi $p < 0,05$ serta pada interval kepercayaan 95%. Berdasarkan uji tersebut didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 5.2 Uji Komparasi Multiple Kekuatan Transversal Resin Akrilik *Heat Cured*

	P1	P2	P3	P4
P1	-	0.318	0.033*	0.003*
P2	0.318	-	0.212	0.024*
P3	0.033*	0.212	-	0.253
P4	0.003*	0.024*	0.253	-

Keterangan :

*Nilai $p < 0,05$ = terdapat perbedaan yang bermakna antara dua kelompok

Berdasar tabel 5.2 tentang uji komparasi multiple kekuatan transversal resin akrilik dapat diamati:

- Kelompok resin akrilik *heat cured* pada perendaman asam asetat (P2 = 78.33 ± 6.09 MPa ; P3 = 72.13 ± 7.67 MPa ; P4 = 66.47 ± 6.54 MPa) mengalami penurunan kekuatan transversal yang bermakna dibandingkan dengan kekuatan transversal kelompok kontrol yang direndam dalam aquades (P1 = 83.25 ± 9.44 MPa).
- Kelompok resin akrilik *heat cured* pada perendaman asam asetat 1% (P3 = 72.13 ± 7.67 MPa) mengalami penurunan kekuatan transversal yang tidak bermakna dibandingkan kelompok resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam asam asetat 0,1% (P2 = 78.33 ± 6.09 MPa).
- Kelompok resin akrilik *heat cured* pada perendaman asam asetat 10% (P4 = 66.47 ± 6.54 MPa) mengalami penurunan kekuatan transversal yang tidak bermakna dibandingkan kelompok resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam asetat 1% (P3 = 72.13 ± 7.67 MPa).

- d. Kelompok resin akrilik *heat cured* pada perendaman asam asetat 10% (P4 = 66.47 ± 6.54 MPa) mengalami penurunan kekuatan transversal yang bermakna dibandingkan kelompok resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam asetat 0,1% (P2 = 78.33 ± 6.09 MPa).

5.2.4 Pengujian Korelasi dan Regresi

Untuk mengetahui besarnya hubungan dari perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka digunakan uji korelasi Pearson (lihat lampiran 6). Signifikansi hubungan dua variabel dapat dianalisis dengan ketentuan jika probabilitas atau signifikansi lebih kecil dari 0,05 ($<0,05$) maka hubungan kedua variabel signifikan. Namun jika probabilitas atau signifikansi lebih besar dari 0,05 ($>0,05$) maka hubungan kedua variabel tidak signifikan.

Dari hasil uji korelasi Pearson dapat diketahui bahwa perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal ($R = -0.570$, $p = 0.009$) mempunyai hubungan korelasi yang signifikan dengan arah korelasi yang negatif (karena koefisien korelasi bernilai negatif). Artinya semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang diberikan cenderung akan mengurangi kekuatan transversal.

Pengaruh larutan asam asetat terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* dapat diketahui dengan menggunakan analisis bentuk hubungan (regresi) karena dari uji korelasi belum dapat menjelaskan hal tersebut. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi asam asetat dengan kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* serta mengetahui besarnya pengaruh asam asetat terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.

Uji regresi terbukti signifikan secara statistik, dapat juga digunakan untuk meramalkan nilai y dalam hal ini kekuatan transversal berdasarkan nilai x yaitu konsentrasi asam asetat. Hasil pengujian dengan menggunakan analisis regresi linier (lampiran 7) menghasilkan persamaan regresi pada setiap konsentrasi sebagai berikut.

Tabel 5.3 Persamaan Regresi dan Koefisien Determinasi

Persamaan Regresi	R square
$Y = 78.540 - 1,258 X$	0.287

dari persamaan di atas diinterpretasikan sebagai berikut:

- $a = 78.540$ artinya kekuatan transversal rata-rata 78.540 MPa jika tidak ada variabel X (konsentrasi asam asetat)
- $b_1 = -1.258$ artinya kekuatan transversal akan menurunkan sebesar 1.258 MPa untuk setiap tambahan satu % X (konsentrasi). Jadi apabila konsentrasi mengalami peningkatan, maka kekuatan transversal akan mengalami penurunan.

Koefisien determinasi (*R square*) digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh atau kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat. Dari analisa pada tabel 5.3 diperoleh hasil R^2 (koefisien determinasi) sebesar 0.287 yang berarti bahwa 28.7% variabel kekuatan transversal dipengaruhi oleh variabel bebasnya yaitu konsentrasi asam asetat. Sedangkan sisanya 71,3% variabel kekuatan transversal dipengaruhi oleh variabel-variabel lain yang tidak dihitung dalam penelitian ini.

BAB VI

PEMBAHASAN

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam asam asetat terhadap kekuatan transversal dari resin akrilik tersebut. Terdapat empat kelompok sampel pada penelitian ini. Satu kelompok kontrol dan tiga kelompok perlakuan. Kelompok kontrolnya adalah resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam aquades. Kelompok perlakuan terdiri dari resin akrilik *heat cured* yang direndam dalam larutan asam asetat 0,1%, 1% dan 10%. Dari hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan nilai rerata antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Berdasar hasil analisis statistik didapatkan nilai rerata kekuatan transversal kelompok resin akrilik yang direndam dalam aquades sebesar (83.25 ± 9.44) MPa kemudian seiring dengan meningkatnya konsentrasi asam asetat maka kekuatan transversal resin akrilik menurun hingga menunjukkan nilai rerata kekuatan transversal pada kelompok perendaman asam asetat 10% sebesar (66.47 ± 6.54) MPa. Hal ini sependapat dengan Yusuf yang menyatakan bahwa asam asetat juga dapat mempengaruhi kekuatan transversal resin akrilik (Yusuf, 2011).

Penurunan kekuatan transversal dari resin akrilik tersebut disebabkan oleh adanya ion $[H_3O^+]$ dari asam asetat yang berdifusi ke dalam resin akrilik dan bereaksi dengan ester dari rantai panjang polimetil metakrilat $([CH_2C(CH_3)COOCH_3]_n)$ dalam lempeng akrilik sekaligus menempati posisi di antara rantai polimer. Semakin banyak konsentrasi $[H_3O^+]$ dari asam asetat maka pH semakin rendah sehingga larutan semakin asam (Oxtoby *et al*,2001).

Konfigurasi ikatan polimer dari resin akrilik akan semakin lemah karena $[H_3O^+]$ asam asetat meningkat dan berdifusi ke celah-celah resin akrilik yang akhirnya menyebabkan ikatan polimer resin akrilik menjadi terganggu. Hal itu mengakibatkan kekuatan transversal resin akrilik menjadi lemah (Kusdarjanti,2003). Hal ini sesuai dengan pendapat Soeprpto, bahwa gigi tiruan resin akrilik yang dipakai peminum minuman tuak yang mengandung asam asetat akan menjadi rapuh dan kekuatannya berkisar 7 sampai 8 bulan (Kusdarjanti,2003).

Berdasarkan hasil uji One way ANOVA dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan bermakna pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Bilmeyer, Craig dan Payton yang menyatakan bahwa asam asetat dapat memecah senyawa gugus ester yang terdapat pada resin akrilik sehingga dapat merubah konfigurasi ikatan polimer resin akrilik (Craig,2002). Konfigurasi yang melemah itu sekaligus menurunkan kekuatan transversal resin akrilik (Kusdarjanti,2003).

Dari Uji *Post Hoc* atau Uji Lanjutan dapat diketahui bahwa perlakuan yang menunjukkan perbedaan bermakna antara lain: antara perlakuan aquades dengan asam asetat 1%, antara aquades dengan asam asetat 10%, antara asam asetat 0,1% dengan asam asetat 10%, dan antara asam asetat 1% dengan asam asetat 10%. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Soebagio yang menyatakan bahwa makin pekat konsentrasi asam maka dapat melarutkan atau menurunkan daya tarik antar molekul lempeng akrilik sehingga dapat menurunkan kekuatan transversal (Soebagio,2001). Sedangkan antara perendaman aquades dengan asam asetat 0,1% menunjukkan penurunan kekuatan transversal namun besar

penurunan tersebut memberi perbedaan yang kurang bermakna dikarenakan jumlah konsentrasi asamnya kurang banyak. Hal ini diperkuat oleh pendapat Orsi dan Andrade yang menyatakan bahwa kekuatan transversal resin akrilik tidak hanya dipengaruhi oleh agen kimia seperti asam asetat namun juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti level monomer sisa dan porositas (Orsi dan Andrade,2004). Akrilik dapat dipengaruhi oleh kebanyakan makanan yang mengandung antara lain beberapa asam organik seperti asam asetat. Namun akrilik masih bertahan untuk waktu yang relatif lama dalam temperatur kurang dari 120' F (49'C) apabila terpapar asam asetat 5% (Kaysons,2000).

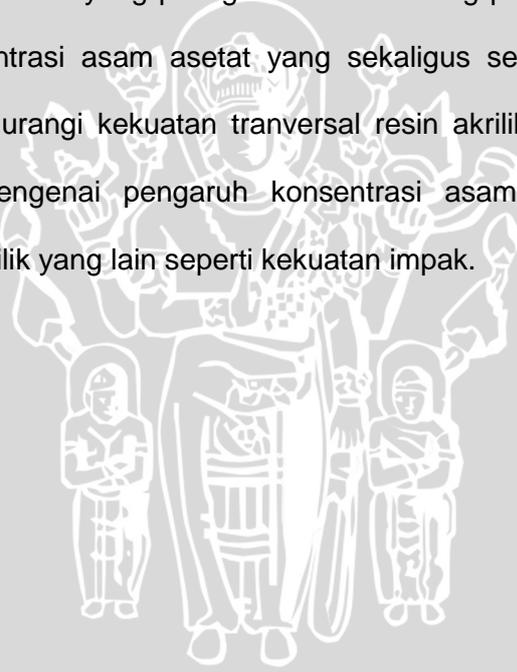
Untuk mengetahui besarnya hubungan dari perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka digunakan uji korelasi Pearson. Hasil uji korelasi ini menunjukkan hubungan korelasi yang kuat (0,570) dan signifikan (0.009) dengan arah korelasi negatif yang artinya semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang diberikan cenderung akan mengurangi kekuatan transversal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusdarjanti maupun Soebagio (Kusdarjanti,2003; Soebagio,2001). Kusdarjanti menyimpulkan bahwa konsentrasi asam asetat dalam tuak dapat menyebabkan perubahan struktur kimia resin akrilik sehingga kekuatan transversal resin akrilik yang direndam dalam minuman tuak akan menurun (Kusdarjanti,2003). Perubahan struktur kimia yang terjadi seperti sudah dijelaskan dalam uraian sebelumnya.

Uji regresi dilakukan untuk meramalkan besar kekuatan transversal berdasarkan konsentrasi asam asetat. Analisis ini didapatkan hasil bahwa 28,7% variabel kekuatan transversalnya dipengaruhi oleh konsentrasi asam asetat. Sedangkan sisanya sebesar 71,3% dipengaruhi oleh faktor lain seperti proses

pengadukan/polimerisasi, porositas dan monomer sisa (Orsi dan Andrade,2004).

Monomer residu atau monomer sisa dalam level yang tinggi dapat memberi pengaruh negatif terhadap kekuatan tranvesal resin akrilik (Orsi dan Andrade,2004). Selain itu penurunan juga bisa terjadi karena sifat absorpsi atau penyerapan zat cair oleh resin akrilik (Anusavice,2003).

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa asam asetat berpengaruh terhadap kekuatan tranversal resin akrilik *heat cured*. Resin akrilik yang direndam selama 840 menit dalam larutan asam asetat 10% (pH 3,43) memiliki kekuatan tranversal yang paling rendah dibanding perlakuan yang lain. Semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang sekaligus semakin rendah pH cenderung akan mengurangi kekuatan tranversal resin akrilik. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengaruh konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan fisik resin akrilik yang lain seperti kekuatan impak.



BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai pengaruh perendaman resin akrilik *heat cured* dalam berbagai konsentrasi asam asetat terhadap kekuatan transversal maka dapat disimpulkan bahwa :

- Perendaman resin akrilik *heat cured* dalam asam asetat dapat menurunkan kekuatan transversal.
- Kekuatan transversal resin akrilik *heat cured* dalam perendaman asam asetat mengalami penurunan yang signifikan dibanding dengan kelompok tanpa perlakuan.
- Terdapat korelasi yang signifikan dengan arah negatif antara konsentrasi asam asetat dengan kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*, yang berarti semakin meningkat konsentrasi asam asetat maka semakin menurun kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.

7.2 Saran

Guna mengembangkan keilmuan, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai :

- Pengaruh faktor lain seperti struktur dan jumlah residual monomer terhadap kekuatan transversal resin akrilik *heat cured*.
- Pengaruh asam asetat terhadap sifat dan karakteristik lain resin akrilik *heat cured* seperti perubahan warna.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi. 2011. Cuka (Asam Asetat). <http://www.adipedia.com/2011/04/larutan-kimia-cuka-asam-asetat.html>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2012
- Anderson, J.N. 1985. *Applied Dental Material 6th ed.* Blackwell Scientific Publication, London. p. 68
- Anusavice, K.J. 2003. *Philips Buku Ajar Ilmu Kedokteran Gigi*. Trans. Johan Suci Purwoko, Lilian Juwono, ed. 10. EGC, Jakarta. p. 51, 197-207
- Casemiro, Luciana A., Martins, Carlos H.G., Panzeri, Fernanda D.C. Panzeri, Heitor. 2008. *Antimicrobial and mechanical properties of acrylic resins with incorporated silver-zinc zeolite – part I*. University of Saõ Paulo, Ribeirao Preto, SP, Brazil.
- Chand, P, Patel CB, Singh BP, Singh RD, Singh K. *Mechanical properties of denture base resins: An evaluation*. Indian J Dent Res 2011;22:180
- Christo, B.S. 2011. *Perbedaan Kekuatan Transversal Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerasi panas Dengan Ketebalan Yang Berbeda Dengan Dan Tanpa Penambahan Serat Kaca*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara, Medan
- Combe, E.C. 1992. *Notes on Dental Material*. 6th ed. Edinburg. Churchill Livingstone. p. 146
- Craig, R.G. 2002. *Restorative Dental Materials*. 11th ed. St Louis, MO: Mosby
- Dagar, S.R., Pakhan, A.J., Thombare, R.U. 2008. *The evaluation of flexural strength and impact strength of heat polymerized polymethyl methacrylate denture base resin reinforced with glass and nylon fibers : An in vitro study*. J Ind Pros Soc, p. 8(2):98-105
- Direktorat Pengolahan Hasil Pangan. 2006. SPO Pengolahan Cabe. Jakarta
- Dwiyono. 2008. *Pengolahan Saus Tomat*. <http://ilmupangan.com/index.php/>. Diakses pada tanggal 10 februari 2012
- Fessenden, R.J., Fessenden, J.S. 1989. *Kimia Organik*. Alih Bahasa Aoysius. Penerbit Erlangga. Jakarta. p. 87
- Gandara BK, Truelove EL. *Diagnosis And Management Of Dental Erosion*. *J. of Contemporary Dental Practice* 1999; 1(1): 1-17

- Gurbuz, O., Unalan, F. & Dikbas, I. 2008. *Comparison of transverse strength of six acrylic denture resins*. University of Istanbul. Turkey. p 21-24
- Hambali,E., Suryani,A., Ihsanur,M. 2010. *Membuat Saus Cabai dan Tomat*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta. p. 4
- Kaysons. 2000. *Physical Properties of Acrylic Sheets*. Akrilik Furniture and Accessories. p. 6
- Kusdarjanti, Endang. 2003. *The Transverse Strenght of The Heat-cured Acrylic Resin After Immersion in Tuak*. Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Airlangga. Surabaya
- Orsi,lara Augusta., Andrade,Vanessa Gomes. 2004. *Effect Of Chemical Disinfectants On The Transverse Strength Of Heat-Polymerized Acrylic Resins Submitted To Mechanical And Chemical Polishing*. Dental School of Ribeirão Preto, University of Saõ Paulo, Ribeirão Preto, Brazil
- Oxtoby,D.W.,Gillis,H.P.,Nachtrieb,N.H. 2001. *Prinsip-Prinsip Kimia Modern*. Alih Bahasa Suminar Setiati. Penerbit Erlangga. Jakarta. p. 346
- Powers,J.M., Sakaguchi,R.L. 2006. *Restorative Dental Materials*.12th ed. Mosby, Missouri. p. 64-70
- Samosir,J. 2009. *Isolasi Dan Isomerisasi Likopen Dari Saus Tomat*. Thesis. Universitas Sumatera Utara, Medan
- Soebagio. 2001. *Efektifitas Lama Perendaman Lempeng Resin Akrilik dalam Berbagai Konsentrasi Seduhan Teh Hitam Terhadap Kekuatan Tranversa*. Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya
- Steven,M.P. 2001. *Kimia Polimer*. Alih Bahasa Iis Sopyan. Penerbit Pratnya Paramita. Jakarta. p. 166
- SNI. 1995. Pustan.bpkimi.kemenperin.go.id. Diakses pada tanggal 2 agustus 2012
- Suprapti,L. 2000. *Membuat Saus Tomat*. Trubus Agrisana, Surabaya. p. 74
- Supriyadi,G. 2003. *Mencampur Bahan Pangan Basah dan Semi Basah*. Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta. p. 12
- Suresh,B. 2003. "Acetic Acid". CEH Report 602.5000, SRI International
- Trisnawati,Y. 1993. *Tomat: Pembudidayaan Secara Komersial*. Penebar Swadaya, Jakarta. p. 43

Widowati,K. 2004. *Pengaruh Lama Perendaman Coca Cola Terhadap Kekuatan Tranversal Plat Akrilik Jenis Heat Cured (Penelitian Laboratoris)*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya

Yusuf,M.R. 2011. *Dampak Perendaman Resin Akrilik Head Cured Dalam Kuah Pempek Pada Kekuatan Impaknya*. Skripsi. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga, Surabaya

Zatnika,I. 2011. 14% Masyarakat Indonesia Pengguna Gigi Tiruan.
<http://www.pdpersi.co.id/content/news.php?mid=5&catid=1&nid=649>.
Diakses pada tanggal 20 Januari 2012



Lampiran 1

Tabel 1 Data hasil Pengujian Kekuatan Transversal Resin Akrilik *Heat Cured*

Perlakuan	Ulangan					Standart Deviasi
	1	2	3	4	5	
P ₁	99.72	80.82	81.18	75.88	78.67	9.443832908
P ₂	72.66	84.25	83.79	79.68	71.29	6.090790589
P ₃	75.28	64.59	63.2	78.53	79.07	7.675326052
P ₄	65.64	72.03	72.15	66.45	56.12	6.538109054

Keterangan :

P₁: Aquades ; P₂: Asam Asetat 0.1%; P₃: Asam Asetat 1%; P₄: Asam Asetat 10%

Lampiran 2

Tabel 2 Hasil Analisis Normalitas Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Galat
N		20
Normal Parameters ^a	Mean	.0000
	Std. Deviation	6.92731
Most Extreme Differences	Absolute	.135
	Positive	.108
	Negative	-.135
Kolmogorov-Smirnov Z		.602
Asymp. Sig. (2-tailed)		.862

a. Test distribution is Normal.

Lampiran 3

Tabel 3 Analisis Homogenitas Ragam Data

Test of Homogeneity of Variances

Kekuatan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.369	3	16	.777

Lampiran 4

Tabel 4 Analisis Anova Satu Arah

ANOVA					
Kekuatan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	800.363	3	266.788	4.682	.016
Within Groups	911.765	16	56.985		
Total	1712.127	19			

Lampiran 5

Tabel 5 Analisis *Post Hoc Test*

Multiple Comparisons						
Kekuatan LSD						
(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1	2	4.92000	4.77432	.318	-5.2011	15.0411
	3	11.12000*	4.77432	.033	.9989	21.2411
	4	16.77600*	4.77432	.003	6.6549	26.8971
2	1	-4.92000	4.77432	.318	-15.0411	5.2011
	3	6.20000	4.77432	.212	-3.9211	16.3211
	4	11.85600*	4.77432	.024	1.7349	21.9771
3	1	-11.12000*	4.77432	.033	-21.2411	-.9989
	2	-6.20000	4.77432	.212	-16.3211	3.9211
	4	5.65600	4.77432	.253	-4.4651	15.7771
4	1	-16.77600*	4.77432	.003	-26.8971	-6.6549
	2	-11.85600*	4.77432	.024	-21.9771	-1.7349
	3	-5.65600	4.77432	.253	-15.7771	4.4651

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



Keterangan :

Perlakuan 1: perendaman resin akrilik dalam aquades; Perlakuan 2: perendaman resin akrilik dalam larutan asam asetat 0.1 %; Perlakuan 3: perendaman resin akrilik dalam larutan asam asetat 1%; perlakuan 4: perendaman resin akrilik dalam asam asetat 10%.

Lampiran 6

Tabel 6 Analisis Korelasi

Correlations			
		Asam_Asetat	KekuatanTransversal
Asam_Asetat	Pearson Correlation	1	-.570**
	Sig. (2-tailed)		.009
	N	20	20
	<hr/>		
KekuatanTransversal	Pearson Correlation	-.570**	1
	Sig. (2-tailed)	.009	
	N	20	20

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

Lampiran 7

Tabel 7 Hasil Analisis Regresi

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	78.540	2.150		36.529	.000
	Asam_Asetat	-1.258	.428	-.570	-2.940	.009

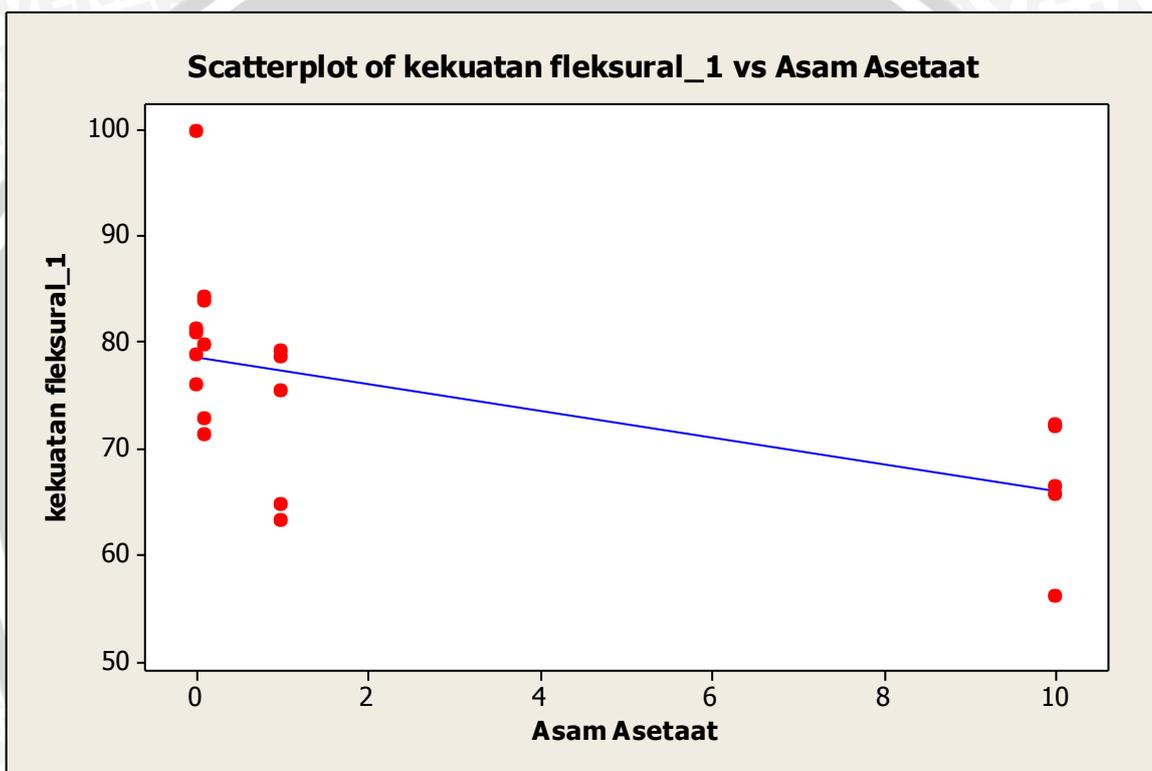
a. Dependent Variable: KekuatanTransversal



Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.570 ^a	.324	.287	8.01650

a. Predictors: (Constant), Asam_Asetat



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Farichah Septiana Arindani

NIM : 0910740031

Program Studi : Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran

Universitas Brawijaya Malang

menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir 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 di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Januari 2013

Yang membuat pernyataan,

(Farichah Septiana Arindani)

NIM. 0910740031

DOKUMENTASI :



Proses pembuatan larutan asam asetat konsentrasi 0,1%;1%;10%.



Hasil penelitian pendahuluan larutan asam asetat 0,1%;0,5%;1%;10% dan 20%



Hasil sampel resin akrilik *heat cured* merk QC-20



Perendaman resin akrilik selama 480 menit



Sampel diletakkan pada mesin uji *bending*, sampel diletakkan tepat di tengah – tengah 2 tumpuan dan diberi beban di tengahnya.



Seperangkat mesin uji *bending* tarno grocky.