

ACRYLIC RESINS

IR-PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

**PERUBAHAN WARNA RESIN AKRILIK *HEAT* DAN *COLD CURED*
DENGAN PENAMBAHAN *GLASS FIBER* SETELAH DIRENDAM
DALAM INFUSA DAUN SIRIH**

SKRIPSI



KG.39/10
Din
P.



Oleh :

Dina Saptarini S
(020513627)

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2009**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERUBAHAN WARNA RESIN AKRILIK *HEAT* DAN *COLD CURED*
DENGAN PENAMBAHAN *GLASS FIBER* SETELAH DIRENDAM
DALAM INFUSA DAUN SIRIH**

SKRIPSI

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

Oleh :

**Dina Saptarini S
(020513627)**

Mengetahui / Menyetujui:

Dosen Pembimbing I



Intan Nirwana, drg., M.Kes.
NIP: 130 608 151

Dosen Pembimbing II



Endanus Hariyanto, drg., M.Kes.
NIP: 130 290 057

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2009**

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah S.W.T. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi dengan judul : **“PERUBAHAN WARNA RESIN AKRILIK HEAT DAN COLD CURED DENGAN PENAMBAHAN GLASS FIBER SETELAH DIRENDAM DALAM INFUSA DAUN SIRIH“**, sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana kedokteran gigi.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan serta bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan dorongan serta telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Prof. Dr. Ruslan Effendi, drg., MS., SpKG selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
2. Prof. Dr. Latief Mooduto, drg., MS., SpKG selaku Wakil Dekan I bidang Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
3. Intan Nirwana, drg., M.Kes selaku Dosen pembimbing I yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.
4. Endanus H. drg, M.Kes selaku Dosen pembimbing II yang telah memberi masukan dan koreksi terhadap skripsi ini .
5. Orang tuaku tercinta, Istu Hari Subagio dan Marina yang selalu memberikan yang terbaik, yang selalu mendengarkan keluh kesahku dan

yang selalu menyemangatiku ketika aku merasa lelah dan bosan. Skripsi ini kupersembahkan khusus untuk kalian, semoga menjadi sesuatu yang dapat dibanggakan.

6. Adik-adikku tersayang Dian Dwi Pratiwi dan Dea Ayu Agatha Ningrum, yang karenanya hari-hari yang berat ini terasa jauh lebih ringan ketika bertemu dan melihat mereka tertawa.
7. Sahabat-sahabat Seventhku, “Ariesty Dewi” ”Rista Winahyu” “Bunga PS” “Mu’tyiah Ardhani” “Anindita Apsari” dan “Rika Nuraisyah” yang telah menemani disaat suka dan duka sejak awal perkuliahan hingga saat ini. Walaupun tidak selalu sejalan namun kalianlah yang membuatku bersemangat datang ke kampus.
8. Taufik Ismail, yang telah meluangkan sedikit waktu diantara kesibukannya untuk mendengarkan ceritaku dan yang telah membuat hari-hariku semakin berwarna karenanya.
9. Teman seperjuanganku pada pembuatan skripsi ini, Mba Citra, Danang, Erdi, Pambudi, Ve, Dita, Yusuf, Soraya, Intan dan Pak Tampan yang telah banyak membantu selama proses penelitian. Serta teman-temanku Angkatan 2005 mari kita berjuang agar lulus tepat waktu.

Akhir kata dengan segala kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam menambah wawasan bagi kita semua dan khususnya pihak-pihak yang berkepentingan.

Surabaya, Juli 2009

Penulis

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Kerja Rangkaian Alat Spektrometer Optik, Fotosel BPY-47 dan <i>Microvolt digital</i>	16
Gambar 2. Alat.....	24
Gambar 3. Bahan.....	24

DAFTAR ISI



HALAMAN DEPAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Resin Akrilik.....	5
2.1.1 Komposisi Resin Akrilik.....	6
2.1.2 Sifat-sifat Akrilik.....	7
2.2 Resin Akrilik Jenis <i>Cold Cured</i>	10
2.3 <i>Glass Fiber</i>	11
2.4 Daun Sirih.....	12
2.5 Infusa Daun Sirih.....	13
2.6 Perubahan Warna Resin Akrilik	14
2.7 Cara Pengukuran Perubahan Warna.....	15

BAB 3 LANDASAN KONSEPTUAL DAN HIPOTESA

3.1	Landasan Konseptual.....	17
3.2	Hipotesa.....	18

BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1	Jenis Penelitian.....	19
4.2	Lokasi Penelitian.....	19
4.3	Identifikasi Variabel.....	19
4.3.1	Variabel Bebas.....	19
4.3.2	Variabel Terikat.....	19
4.3.3	Variabel Terkendali.....	19
4.4	Sampel.....	20
4.4.1	Bentuk Sampel.....	20
4.4.2	Kriteria Sampel.....	20
4.4.3	Pembagian Kelompok Sampel.....	20
4.4.4	Jumlah Sampel.....	21
4.4.5	Metode sampling.....	21
4.4.6	Definisi Operasional.....	22
4.5	Alat dan Bahan.....	22
4.5.1	Alat-alat.....	22
4.5.2	Bahan.....	23
4.6	Cara Kerja.....	25
4.6.1	Pembuatan Infusa Daun Sirih 35%.....	25
4.6.2	Persiapan Menentukan Konsentrasi <i>Glass Fiber</i> 3% Dalam Bubuk Resin Akrilik.....	25

4.6.3	Pembuatan Sampel Akrilik.....	26
4.6.4	Cara Perendaman.....	28
4.6.5	Prosedur Pengukuran Perubahan Warna Lempeng Akrilik....	28
4.7	Cara Analisa Data.....	29
4.8	Alur Penelitian.....	30
BAB 5	HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA	
5.1	Hasil Penelitian.....	31
5.2	Analisa Data.....	33
BAB 6	PEMBAHASAN.....	35
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1	Kesimpulan.....	39
7.2	Saran.....	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40
	LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rata-rata dan Standart Deviasi Perubahan Intensitas Cahaya (mV) Resin Akrilik <i>Heat</i> dan <i>Cold Cured</i>	31
Tabel 2. Hasil uji Anova Satu Arah Perubahan Warna Akrilik <i>Heat Cured</i> dan <i>Cold Cured</i>	33
Tabel 3. Hasil Uji LSD Perubahan Warna Resin Akrilik <i>Heat Cured</i> dan <i>Cold Cured</i> Tiap Kelompok.....	34

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Resin akrilik sampai saat sekarang ini masih sering digunakan sebagai bahan untuk basis gigi tiruan, karena mempunyai banyak keuntungan antara lain memenuhi syarat estetik, tidak mengiritasi, tidak toksik, tidak larut dalam cairan dimulut meskipun dapat menyerap air, warna yang stabil, harga relatif terjangkau, pembuatan dan manipulasinya mudah serta mudah direparasi (Combe, 1992). Resin akrilik pada dasarnya cukup menunjang kondisi estetik dari suatu basis gigi tiruan akan tetapi resin akrilik mempunyai sifat yang kurang baik yaitu dapat mengalami perubahan warna setelah beberapa saat digunakan dalam mulut (Crispin and Caputo, 1979).

Resin akrilik sebagai basis gigi tiruan adalah jenis *heat cured* yang berpolimerisasi dengan bantuan panas. Saat ini sudah beredar bahan basis gigi tiruan yang berpolimerisasi tanpa membutuhkan bantuan panas. Bahan ini disebut dengan resin akrilik jenis *cold cured*, *autopolymerizing* atau *self cured* (Anusavice, 2003). Resin akrilik jenis *cold cured* ini lebih lunak, lebih porus dan warna kurang stabil dibandingkan dengan resin akrilik jenis *heat cured* (Hatrack et al, 2003). Sedang berkembang bahan jenis *cold cured* yang dipergunakan untuk basis gigi tiruan (*ProBase Cold*). Bahan ini memiliki beberapa keuntungan antara lain ketepatan dimensi yang sangat baik, mempunyai bentuk dan warna yang stabil, nyaman dipakai, tahan lama, serta sifat konsistensi bahan tersebut menunjukkan hasil yang optimum (*ProBase Manufacture's Introduction*).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menanggulangi kepatahan gigi tiruan akibat jatuh yaitu dengan cara menambahkan bahan penguat untuk meningkatkan kekuatan transversa. Salah satu bahan tersebut adalah *glass fiber* (M. Vojdani, 2006). *Glass fiber* dengan konsentrasi 3 % menunjukkan peningkatan kekuatan transversa resin akrilik secara optimal (Ayulistya, 2006).

Pemakai gigi tiruan resin akrilik perlu memperhatikan kebersihan gigi tiruan yang dipakai untuk peningkatan kesehatan rongga mulutnya. Pembersihan gigi tiruan resin akrilik dapat dilakukan secara mekanik dan kimia. Pembersihan secara mekanik dilakukan menggunakan sikat gigi, sedangkan pembersihan secara kimia dilakukan dengan merendam gigi tiruan kedalam larutan pembersih (Budzt-Jorgensen, 1979). Menurut Abelson (1981) pembersihan gigi tiruan resin akrilik dengan cara kimia lebih efektif dibandingkan dengan cara mekanik. Beberapa peneliti juga menganjurkan agar pemakai gigi tiruan resin akrilik berkumur dengan bahan desinfektan atau antiseptik untuk mempertahankan kebersihan rongga mulut. Oleh karena itu dibutuhkan bahan desinfektan yang mempunyai daya bakterisid dan fungisid (Reni, 2006).

Salah satu contoh bahan desinfektan tradisional yaitu daun sirih. Sirih digunakan karena mengandung minyak atsiri yang dapat membunuh kuman mikroorganisme. Sirih juga mempunyai khasiat sebagai antiseptik yang didapatkan dari kandungan fenol, bakterisida, fungisida, serta menghilangkan bau mulut, juga terdapat zat tanin yang dapat menyebabkan perubahan warna (Indrya, 2003). Kandungan fenol yang berkontak dengan lempeng resin akrilik akan bereaksi dengan ester dari polimetil metakrilat dalam lempeng resin akrilik, karena senyawa fenol bersifat asam. Ikatan rantai polimer dari resin akrilik

menjadi terganggu sehingga mengakibatkan banyaknya rongga-rongga pada lempeng resin akrilik. Hal ini merugikan karena dapat menyebabkan meningkatnya perubahan warna akibat peningkatan absorpsi zat tanin yang terkandung dalam infusa sirih (Beyli von Franhover dan Ishigami, 1986, cit Soebagio, 2001). Perlekatan antara *glass fiber* dengan resin akrilik *heat cured* tidak baik karena viskositas resin akrilik rendah sehingga didapatkan banyak rongga-rongga yang merupakan faktor penyebab absorpsi air meningkat akibatnya mengalami perubahan warna (Taner, 1998).

Menurut Penelitian, infusa daun sirih pada konsentrasi 35% mempunyai kemampuan desinfektan. Lama perendaman resin akrilik dalam infusa daun sirih paling sedikit 2 jam untuk membunuh seluruh mikroorganisme dan kemungkinan dapat menyebabkan perubahan warna (Indrya, 2003).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perubahan warna resin akrilik jenis *heat cured* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% setelah direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 34 jam dan 72 jam. Dengan asumsi 8 jam sama dengan perendaman satu malam yaitu pada saat pemakai gigi tiruan tidur. Sedangkan 24 jam adalah jumlah perendaman selama 3 hari (8 jam x 3) dan 72 jam (8 jam x 9) adalah jumlah perendaman selama 9 hari, keduanya untuk melihat efek yang signifikan dari perubahan warna yang terjadi (Indrya, 2003).

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terjadi peningkatan perubahan warna pada resin akrilik jenis *heat cured* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% setelah direndam dalam infusa daun sirih 35 % selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui peningkatan perubahan warna pada resin akrilik jenis *heat cured* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% setelah direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan wawasan tambahan mengenai peningkatan perubahan warna pada resin akrilik jenis *heat cured* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% setelah direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Resin Akrilik

Resin akrilik adalah salah satu bahan yang sangat sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi, diantaranya dapat sebagai basis gigi tiruan, pelapis muka pada restorasi mahkota dan gigi tiruan jembatan, anasir gigi tiruan dan mahkota gigi tiruan sementara (Craig, 1997).

Syarat-syarat bahan untuk pembuatan basis gigi tiruan menurut ADA spesifikasi no. 12 (1974) adalah :

1. Tidak beracun dan tidak mengiritasi
2. Tidak larut dalam cairan mulut
3. Estetik baik
4. Tidak mudah berubah warna
5. Tidak mudah berubah bentuk dan ukuran baik pada saat pembuatan maupun saat dipakai
6. Dapat direparasi bila patah
7. Mudah dibersihkan
8. Daya serap air rendah
9. Mempunyai kekuatan mekanis cukup yaitu elastisitas tinggi sehingga dengan ukuran yang tipis masih mempunyai kekuatan yang cukup
10. Proporsional limit tinggi sehingga tidak mudah berubah bentuk
11. *Fatigue strength* besar

12. Kekerasannya tinggi sehingga tidak mudah patah dan retak, serta tahan abrasi oleh karena pemakaian

Resin akrilik digunakan karena mempunyai beberapa kelebihan seperti estetik baik, tidak toksik, tidak mengiritasi jaringan, harga terjangkau dan mudah cara manipulasinya serta mudah direparasi (Combe, 1992).

Resin akrilik dibagi menjadi 2 yaitu *heat cured* dan *cold cured*. Keduanya memiliki komposisi bahan yang sama, hanya berbeda pada saat proses polimerisasinya saja. Polimerisasi *heat cured* menggunakan panas sedangkan polimerisasi *cold cured* menggunakan suhu ruangan.

Resin akrilik merupakan suatu bahan yang transparan, dapat diberi warna dengan hampir berbagai macam warna (Anusavice, 2003).

2.1.1 Komposisi Resin Akrilik

Komposisi resin akrilik terdiri dari bubuk (*powder*) dan cairan (*liquid*). Menurut McCabe (1990), komposisi bahan resin akrilik sebagai berikut:

a. Bubuk (*powder*) terdiri dari:

1. Polimer *polymethyl methacrylate* (PMMA)
2. Initiator peroxide: *benzoyl peroxide* / *diisobutylizonitrile*
3. Pigmen: cadmium sulfide atau zat warna organik (*mercuric sulfide*, *cadmium sulfide*, *ferric oxide*), ditambahkan hanya dalam jumlah kecil agar warna basis gigi tiruan sesuai dengan warna jaringan lunak dalam mulut. Zat warna organik lebih sering dipakai karena lebih permanen dan tahan lama.

b. Cairan (*liquid*) terdiri dari:

1. Monomer *Methyl methacrylate* (MMA)
2. Inhibitor : *Hydroquinone* 0,003-0,1%
3. *Cross linking agent* : *Ethylene Glicol Dimethacrylate* 2-14%

Resin akrilik mempunyai bahan yang bersifat menyerap air (senyawa polar) oleh karena itu dapat terjadi perubahan warna yang diakibatkan oleh penyerapan zat warna cairan dalam resin akrilik.

2.1.2 Sifat-sifat Akrilik

Resin Akrilik mempunyai sifat sebagai berikut:

a. Residual monomer (monomer sisa)

Akrilik yang digodok dengan baik masih tersisa monomer sebanyak 0,2-0,5 %. Prosesing pada temperatur yang rendah dan waktu yang kurang dapat meningkatkan monomer sisa. Hal ini harus dihindari karena:

1. Monomer sisa dapat terlepas dari denture dan mengiritasi jaringan mulut
2. Monomer sisa akan berfungsi sebagai *plasticiser* dan membuat akrilik lebih lemah dan fleksibel.

b. Porositas

Porositas adalah gelembung udara yang terjebak dalam massa akrilik yang telah mengalami polimerisasi. Porositas akan mempengaruhi kekuatan, estetika dan higienis dari *denture* akrilik (Anusavice, 2003).

Porositas dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti pengadukan yang kurang homogen, tekanan yang kurang atau bahan tidak cukup. Porositas dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. *Shrinkage porosity* : Terlihat seperti gelembung yang tidak beraturan dan bisa terdapat diseluruh massa resin akrilik baik dipermukaan ataupun didalam gigi tiruan.
2. *Gasseus Porosity* : Tampak gelembung kecil halus yang yang biasanya terdapat di bagian yang tebal dan bagian yang terletak jauh dari sumber panas luar.

Untuk menghindari terjadinya porositas tersebut maka polimerisasi harus dilakukan secara perlahan-lahan agar tidak terjadi *gasseus porosity* dan dengan tekanan agar tidak terjadi *shrinkage porosity*.

c. Absorpsi air

Resin akrilik dapat menyerap air sampai 2 % dalam setiap penggunaannya. Tiap 1 % peningkatan berat resin akrilik akibat absorpsi air menyebabkan ekspansi linier 0,23 %. Sama halnya apabila *denture* yang dikeringkan maka akan terjadi *shrinkage*. Karena alasan inilah gigi tiruan harus selalu direndam dalam air apabila tidak digunakan.

Akrilik menyerap air secara perlahan dalam jangka waktu tertentu. Mekanisme penyerapan melalui difusi molekul akrilik sesuai dengan hukum difusi. Difusi diduga terjadi antara makromolekul, yang memisahkan satu dengan yang lain (Anusavice, 2003). Resin mempunyai koefisien difusi yang rendah sehingga untuk mencapai kejenuhan kandungan air dalam resin diperlukan waktu dan juga tergantung pada ketebalan bahan tersebut. Resin akrilik memerlukan waktu kurang lebih 17 hari untuk mencapai kandungan air pada suhu kamar.

d. *Crazing*

Crazing adalah retak-retak halus yang tampak pada permukaan *denture*.

Hal ini disebabkan oleh (Combe, 1992):

1. *Mechanical stress* (tekanan mekanik) oleh karena pembasahan dan pengeringan gigi tiruan yang berulang-ulang sehingga menyebabkan kontraksi dan ekspansi.
2. Tekanan karena koefisien ekspansi suhu yang berbeda antara gigi porselen dengan akrilik *denture base*.
3. Peranan pelarut, ketika gigi tiruan direparasi, monomer kontak dengan resin dan dapat menyebabkan *crazing*.

Adanya *crazing* membuat kekuatan gigi tiruan menurun (*weakening effect*).

e. Ketepatan dimensi (Combe, 1992)

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap ketepatan dimensi adalah:

1. *Mould* ekspansi pada waktu *packing*
2. ekspansi suhu pada fase *dough*
3. *Shrinkage* pada polimerisasi
4. Panas yang berlebihan pada waktu *polishing*

f. Stabilisasi dimensi

Hal yang berpengaruh adalah:

1. Absorpsi air
2. *Relief* dari *internal stress* yang dapat terjadi selama gigi tiruan dalam perbaikan. Efek ini sangat kecil sehingga bukanlah hal yang signifikan secara klinis.

- g. Fraktur (kepatahan) yang keras atau *fatigue*.
- h. Sifat lainnya dari akrilik adalah tidak toksik (beracun), tidak larut, estetik bagus, radiolusen, konduktor suhu yang buruk, mudah diproses, mudah direparasi dan harganya terjangkau.

2.2 Resin Akrilik Jenis *Cold Cured*

Secara umum, resin akrilik jenis *cold cured* lebih lunak, lebih porus, dan warna kurang stabil dibandingkan dengan resin akrilik jenis *heat cured* (Hatrack et al, 2003). Bahan jenis *cold cured* yang khusus dipergunakan untuk basis gigi tiruan (*denture base*) yang berkembang saat ini menawarkan beberapa sifat antara lain ketepatan dimensi yang sangat baik, mempunyai bentuk dan warna yang stabil, nyaman dipakai, tahan lama, serta sifat konsistensi bahan tersebut menunjukkan hasil yang optimum (ProBase Manufacture's Introduction). Kriteria bahan yang disebutkan sesuai dengan standard ISO EN 1567 yang menyatakan spesifikasi untuk bahan basis gigi tiruan, antara lain: (1) dalam 5 menit setelah mencapai konsistensi yang tepat, bahan harus memiliki aliran yang adekuat (*pour type*); (2) penyerapan air tidak lebih dari 0,8 mg/cm² setelah perendaman dalam air selama 7 hari pada suhu 37°; (3) kelarutan tidak boleh lebih dari 0,04 mg/cm²; (4) warna dan bentuk stabil; (5) defleksi transversa harus dalam batas ketentuan yang ada (Craig & Powers, 2002).

Manipulasi resin akrilik *cold cured* untuk bahan basis gigi tiruan sangat mudah dan tidak memerlukan alat yang khusus, proses polimerisasi pada suhu kamar dan berlangsung cepat sehingga menghemat waktu. Pada proses

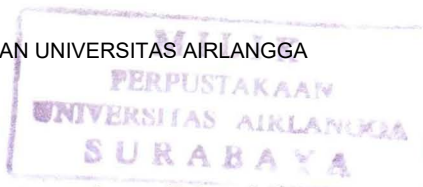
polimerisasi tersebut terjadi perubahan dimensi kurang 0,1% sehingga ketepatan dimensi lebih akurat dan lebih stabil dibanding dengan resin akrilik *heat cured* (Craig & Powers, 2002). Pada akhir polimerisasi, secara umum resin akrilik jenis *cold cured* didapatkan monomer sisa yang lebih banyak dibandingkan dengan resin akrilik *heat cured* yaitu berkisar antara 3-5% (Noort, 2002; Craig & Powers, 2002).

Polimerisasi dari resin *cold cured* terjadi pada suhu kamar karena adanya aktivator kimia dimetil-p-toluidin (Noort, 2002). Proses ini dimulai ketika dimetil-p-toluidin yang terdapat dalam cairan mengaktifkan *benzoyl peroxide* yang terdapat dalam bubuk untuk membentuk radikal bebas (Hatrack et al, 2003).

Terdapat 2 tehnik untuk memproses resin akrilik jenis ini. Pertama, *pouring tehniqe* dimana campuran antara bubuk dan cairan encer, konsistensinya cair dan dapat dituang dalam *mould*. Setelah fase tuang dilanjutkan ke tahap pembentukan bahan. Selama tahap ini bahan menjadi sangat mudah dibentuk sesuai kebutuhan. Kedua, *packing tehniqe* dimana campuran dimasukkan dalam *mould* pada saat bahan berada pada fase *dough*, dan selama polimerisasinya harus berada di bawah tekanan (ProBase Manufacture instruction; Hatrick et al, 2003).

2.3 Glass Fiber

fibers merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik resin akrilik. Selain itu dapat juga digunakan *carbon*, *aramid*, *glass*, *metal wire* atau *ultra high modulus polyethylene fibers*. *Carbon* dan *aramid fiber* dapat memperkuat polimetil metakrilat tetapi resin akrilik menjadi



sukar dipulas dan estetik menjadi jelek. Metode tradisional dengan menggunakan *metal wire* sebagai penguat basis gigi tiruan. Resin akrilik yang mengandung *glass fiber* menunjukkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan resin akrilik tanpa penambahan *glass fiber* (Intan Nirwana, 2005). Fiber dapat ditambahkan dalam resin akrilik dalam beberapa bentuk seperti *stick/continous/longitudinal* (serat), *stick net/wovwn fibers* (anyaman) atau *chopped/shortform* (potongan) (Tanner B., 1998). Pada penelitian ini digunakan bentuk *chopped/ shortform* dengan potongan 3 mm per *glass fiber*.

2.4 Daun Sirih

Sirih adalah nama sejenis tumbuhan merambat, daun dan buahnya dimakan orang dikunyah bersama gambir, pinang dan kapur. Sirih digunakan sebagai tanaman obat.

Tumbuhan merambat ini bisa mencapai tinggi 15 m. Batang sirih berwarna coklat kehijauan, berbentuk bulat, beruas dan merupakan tempat keluarnya akar. Daunnya yang tunggal berbentuk jantung, berujung runcing, tumbuh berselang-seling, bertangkai, dan mengeluarkan bau yang sedap bila diremas. Panjangnya sekitar 5 - 8 cm dan lebar 2 - 5 cm. Bunganya majemuk berbentuk bulir dan terdapat daun pelindung \pm 1 mm berbentuk bulat panjang. Pada bulir jantan panjangnya sekitar 1,5 - 3 cm dan terdapat dua benang sari yang pendek sedang pada bulir betina panjangnya sekitar 1,5 - 6 cm dimana terdapat kepala putik tiga sampai lima buah berwarna putih dan hijau kekuningan. Buahnya buah buni berbentuk bulat berwarna hijau keabu-abuan. Akarnya tunggang, bulat dan berwarna coklat kekuningan. (wikipedia, 2008)

<u>Klasifikasi ilmiah</u>	
Regnum:	<u>Plantae</u>
Divisio:	<u>Magnoliophyta</u>
Kelas:	<u>Magnoliopsida</u>
Ordo:	<u>Piperales</u>
Familia:	<u>Piperaceae</u>
Genus:	<u><i>Piper</i></u>
Spesies:	<i>P. betle</i>

Daun sirih memiliki banyak kegunaan. Selain sebagai bahan desinfektan, daun sirih memiliki kegunaan sebagai obat antiseptik (Indrya, 2003). Zat-zat yang berkhasiat dari daun sirih yaitu minyak atsiri yang mengandung senyawa-senyawa fenol dan terpene yang mempunyai daya yang menyembuhkan berbagai jenis penyakit (wikipedia, 2008). Daun sirih juga mengandung zat tanin yang dapat menyebabkan perubahan warna.

2.5 Infusa Daun Sirih

Proses pengolahan daun sirih dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain penyeduhan, perebusan, dan infusa. Menurut penelitian yang dilakukan untuk membandingkan teknik pengolahan daun sirih secara penyeduhan, perebusan, dan infusa didapatkan hasil bahwa pengolahan daun sirih dengan teknik infusa hasilnya lebih baik daripada teknik penyeduhan dan perebusan (Supartinah, 1985).

Infusa daun sirih dapat dibuat dengan cara menimbang sirih sesuai berat yang diinginkan untuk 100ml *aquades*, kemudian dipanaskan sampai mencapai suhu 90°C, infusa dibiarkan selama 15 menit. Setelah 15 menit api dimatikan dan panci diangkat, infusa didinginkan kemudian disaring dengan memakai kain kasa steril. Volume infusa diperiksa, *aquades* steril ditambahkan hingga volume 100 ml (Depkes, RI, 1979).

2.6 Perubahan Warna Resin Akrilik

Warna merupakan salah satu sifat bahan restorasi gigi yang cukup penting. Sebuah basis gigi tiruan yang ideal seharusnya memiliki warna yang mendekati warna alami jaringan lunak rongga mulut (McCabe, 1990).

Warna suatu benda tergantung pada intensitas gelombang cahaya yang dipantulkan atau yang diteruskan. Suatu benda translusen akan meneruskan beberapa berkas cahaya, menyerap berkas yang lain, membiaskan dan memantulkan cahaya (Noort, 1994).

Persepsi warna suatu obyek merupakan respon fisiologis dari stimulus cahaya. Salah satu cara untuk mengamati intensitas cahaya yang terjadi adalah dengan menggunakan rangkaian alat spektrometer optik, fotosel BPY-47 dan mikrovolt digital yang dapat mengukur besarnya intensitas cahaya yang diteruskan oleh suatu benda (Pudjianto, 1996).

Perubahan warna yang terjadi pada bahan restorasi gigi merupakan salah satu masalah yang sering dikeluhkan pasien. menurut Horn (1976), faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan warna yaitu :

1. Selama pemakaian baik didalam dan diluar mulut

2. Selama proses *Manufacturing* dan masa *formulation* dalam pabrik
3. Selama masa *fabrication* dan *manipulation* dalam laboratorium.

Perubahan warna dapat disebabkan oleh beberapa faktor (Crispin and Caputo, 1979) yaitu:

1. Pencemaran bahan pada waktu proses pembuatan atau pengolahannya.
2. Kemampuan penyerapan (permeabilitas) cairan pada bahan. Proses absorpsi dan adsorpsi cairan tergantung pada keadaan lingkungannya.
3. Akibat reaksi kimia didalam bahan itu sendiri dan berbagai teknik pengolahan yang mengakibatkan terjadinya liang renik (porositas) pada permukaannya sehingga memudahkan penumpukan kotoran.
4. Lingkungan sekitar tempat gigi tiruan didalam mulut yang kurang baik. Kebiasaan makan dan minum sesuatu yang banyak mengandung zat warna sehingga terjadi kontak gigi tiruan dengan zat warna makanan dan minuman tersebut.

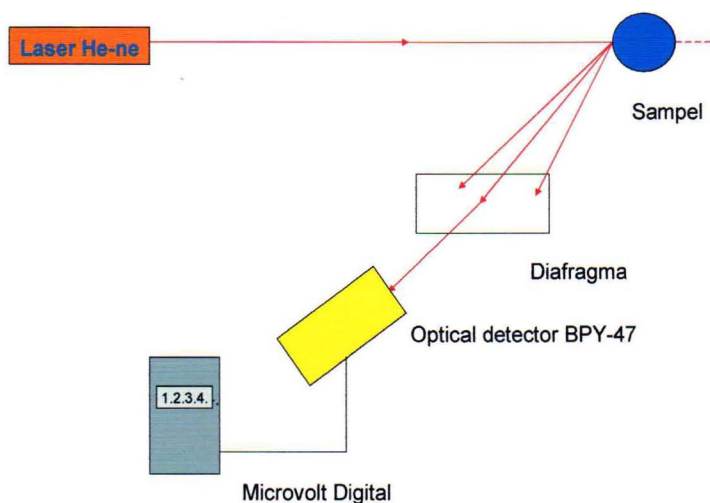
2.7 Cara Pengukuran Perubahan Warna

Menurut Pudjanto (1996), benda yang memantulkan gelombang cahaya tertentu akan terlihat (berwarna) seperti cahaya yang dipantulkan. Benda yang berwarna hitam menyerap semua warna sedangkan putih akan memantulkan semua sinar yang datang.

Prinsip pengukuran perubahan warna yang terjadi pada percobaan ini adalah menggunakan perbedaan intensitas cahaya yang diasumsikan sebanding dengan nilai voltmeter (pudjianto, 1996). Bila besar cahaya yang dipantulkan lebih banyak dari cahaya yang diteruskan, maka nilai voltmeter akan menurun.

Sebaliknya bila besar cahaya yang dipantulkan lebih sedikit dari cahaya yang diteruskan maka nilai voltmeter akan meningkat (David & Elly, 2005).

Salah satu cara untuk mengamati perubahan warna yang terjadi adalah menggunakan rangkaian alat spektrometer optik, fotosel BPY-47 dan *microvolt digital*. Cara kerja alat yaitu Laser He-ne berwarna biru sebagai sumber cahaya dinyalakan dan dilemahkan terlebih dahulu intensitas cahayanya menggunakan celah dari spektrometer optik. Kemudian cahaya tersebut dijatuhkan tepat di tengah permukaan sampel dan akan memantulkan berkas cahaya tersebut. Sebelum masuk ke fotosel tipe BPY-47, berkas cahaya diperkecil oleh diafragma. Tegangan yang keluar dari fotosel tipe BPY-47 terbaca oleh mikrovolt digital (Pudjianto,1996).

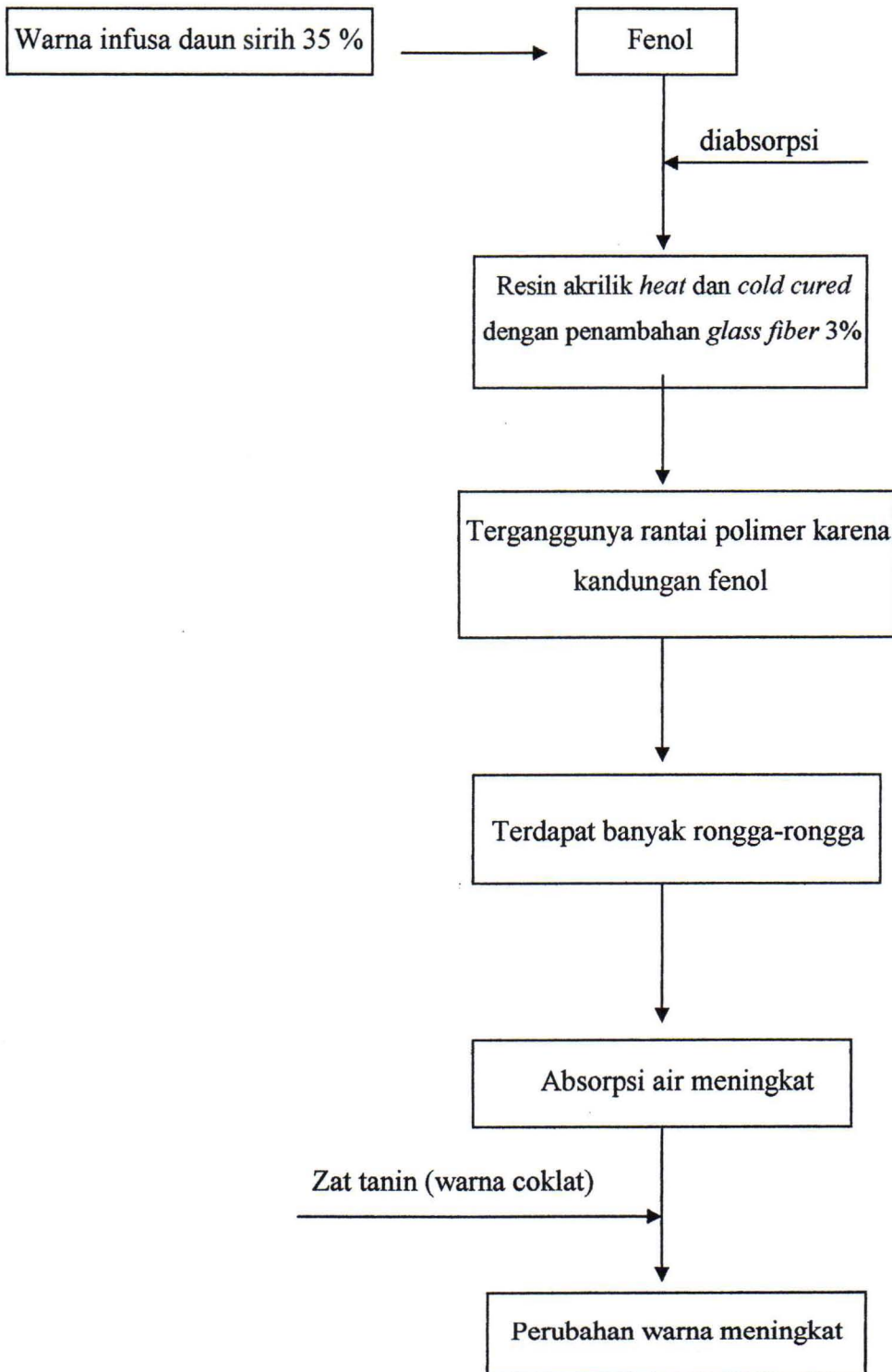


Gambar 1. Skema Kerja Rangkaian Alat Spektrometer Optik, Fotosel BPY-47 dan *Microvolt digital*.

BAB III
LANDASAN KONSEPTUAL
DAN HIPOTESA

BAB III
LANDASAN KONSEPTUAL DAN HIPOTESA

3.1 Landasan Konseptual



Resin akrilik pada dasarnya memiliki sifat mudah menyerap air. Infusa daun sirih 35% berwarna coklat karena mengandung zat tanin sehingga dapat menyebabkan perubahan warna pada resin akrilik *heat* dan *cold cured* setelah direndam dalam infusa daun sirih 35%. Sedangkan penambahan *glass fiber* 3% pada resin akrilik *heat* dan *cold cured* terjadi peningkatan perubahan warna yang disebabkan peningkatan absorpsi air serta terganggunya rantai polimer karena kandungan fenol pada infusa daun sirih mengakibatkan adanya rongga-rongga secara mikro di sekeliling *glass fiber* (Taner,1988).

3.2 Hipotesa

Resin akrilik jenis *heat cured* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35% akan mengalami peningkatan perubahan warna.

BAB IV
METODE PENELITIAN

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan suatu penelitian eksperimental laboratoris.

4.2 Lokasi Penelitian

1. Laboratorium Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
2. Laboratorium Fisika Optik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga Surabaya.

4.3 Identifikasi Variabel

4.3.1 Variabel Bebas

Lama perendaman resin akrilik *heat* dan *cold cured* dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam, dan 72 jam.

4.3.2 Variabel Terikat

Peningkatan perubahan warna resin akrilik *heat* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% dalam perendaman infusa daun sirih 35%.

4.3.3 Variabel Terkendali

- Resin akrilik tipe *heat* dan *cold cured*

- Bentuk dan ukuran akrilik
- Bentuk dan ukuran *glass fiber* 3%
- Cara kerja

4.4 Sampel

4.4.1 Bentuk Sampel

Lempeng akrilik *heat* dan *cold cured* berbentuk tablet dengan diameter 26 mm dan tebal 1 mm (McNeme SJ, Von Gonten AS, Woolsey GD).

4.4.2 Kriteria Sampel

Sampel harus tidak porus, warna homogen, permukaan halus, tidak berbintil dan tidak berubah bentuk.

4.4.3 Pembagian Kelompok Sampel

1. Kelompok I : Lempeng akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam.
2. Kelompok II : Lempeng akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 8 jam.
3. Kelompok III : Lempeng akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 24 jam.
4. Kelompok IV : Lempeng akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 72 jam.
5. Kelompok V : Lempeng akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam.

6. Kelompok VI : Lempeng akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 8 jam.
7. Kelompok VII : Lempeng akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 24 jam.
8. Kelompok VIII : Lempeng akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 72 jam.

4.4.4 Jumlah Sampel

Besar sampel (n) minimal dihitung dengan rumus Daniel (1991):

$$n = \frac{(Z_{\alpha})^2 \times \delta^2}{d^2}$$

δ = Simpang baku (1.85), nilai diambil dari penelitian sejenis yang dilakukan oleh Nur (2000).

$$\delta^2 = 3.58$$

d = kesalahan yang dapat ditolerir (1,51)

$$d^2 = 2.28$$

Z_{α} = harga standar normal pada α tertentu (1.96)

$$Z_{\alpha}^2 = 3.84$$

Dari hasil perhitungan diperoleh $n = 6,04$ sehingga besar sampel minimal untuk tiap-tiap perlakuan terdiri dari 6 sampel. Jumlah sampel seluruhnya 48 sampel didapatkan dari 8 perlakuan dikalikan 6 sampel.

4.4.5 Metode sampling

Sampel dipilih sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan.

4.4.6 Definisi Operasional

1. Plat resin akrilik adalah campuran polimer dan monomer yang telah mengalami proses polimerisasi.
2. Lama perendaman 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam adalah 2 jam merupakan waktu paling sedikit yang diperlukan untuk membunuh seluruh mikroorganisme dan kemungkinan dapat menyebabkan perubahan warna lempeng resin akrilik, 8 jam sama dengan perendaman pada satu malam yaitu saat pemakai sedang tidur (Indrya D.Y., 2003), 24 jam adalah jumlah perendaman selama 3 hari (8 jam x 3) dan 72 jam (8 jam x 9) adalah jumlah perendaman selama 9 hari, keduanya ini untuk melihat efek signifikan dari perubahan warna yang terjadi (Indrya D.Y.,2003)
3. Pembuatan infusa daun sirih 35% adalah dengan perbandingan berat daun sirih 35 gram yang telah diris kecil-kecil untuk setiap 100 ml *aquades* yang dipanaskan dengan suhu 90°C kemudian disaring dan dilakukan penambahan *aquades* hingga volume 100 ml untuk setiap 35 gram daun sirih.
4. Perubahan warna resin akrilik adalah perubahan warna yang terjadi akibat perendaman infusa daun sirih diukur menggunakan alat spektrometer optik, fotosel tipe BPY-47 dan mikrovolt digital buatan Jerman, sehingga dapat diketahui intensitas cahaya yang datang dengan yang dipantulkan.

4.5 Alat dan Bahan

4.5.1 Alat-alat

1. Master model dari *stainless steel* dengan diameter 26 mm dan tebal 1 mm
2. Pot porselin

3. *Bowl* dan spatula gips
4. Vibrator (NEY, C.A., USA)
5. *Hidrolic bench press*
5. Pisau model, pisau malam, pisau gips
6. Kuvet metal
7. *Straight hand piece*
8. Plastik
9. Jangka sorong
10. Alat untuk mengukur perubahan warna : Spektrometer optik, fotosel tipe
BPY-47 dan *microvolt digital*
11. Kuas
12. *Pumice*
13. Kertas gosok
14. Tali senar
15. Kawat
16. Kaca pemberat
17. Tempat perendam yang tertutup



Gambar 2. Alat-alat

4.5.2 Bahan

1. Resin akrilik jenis *heat cured* (QC-20) dan *cold cured* (ProBase Cold)
2. Daun sirih
3. Gypsum keras
4. Bahan Separator / *could mould seal*
5. Vaseline
6. *Aquades*



Gambar 3. Bahan

4.6 Cara Kerja

4.6.1 Pembuatan Infusa Daun Sirih 35%

1. Daun sirih segar diiris sekecil mungkin, kemudian ditimbang dengan ukuran 35 gram untuk setiap 100 ml *aquades*
2. *Aquades* diukur hingga 100 ml untuk setiap 35 gram daun sirih
3. Daun sirih dan *aquades* dimasukkan dalam panci lalu dipanaskan selama 15 menit terhitung saat suhu telah mencapai 90°C
4. Setelah 15 menit panci diangkat, ditunggu hingga infusa dingin kemudian disaring memakai kasa steril. Volume infusa diperiksa, *aquades* steril ditambahkan hingga volumenya 100 ml untuk setiap 35 gram daun sirih
5. Infusa sirih dimasukkan ke dalam botol kaca berwarna gelap lalu ditutup rapat dan disimpan di tempat sejuk

4.6.2 Persiapan Menentukan Konsentrasi *Glass Fiber* 3% Dalam Bubuk Resin Akrilik

Pada *heat cured* perbandingan polimer dan monomer dalam penelitian ini adalah 2,3 gr bubuk : 1 ml cairan (sesuai aturan pabrik), maka apabila ditambahkan *glass fiber* 3% disediakan *glass fiber* sebesar 0,069 (penghitungan 3% dari 2,3 gr) dicampur 2,231 gr bubuk resin akrilik. Sehingga komposisinya sesuai dengan aturan pabrik yaitu 2,3 gr bubuk.

Sedangkan pada *cold cured* perbandingan polimer dan monomer dalam penelitian ini adalah 2,05 gr bubuk : 1 ml cairan (ProBase Manufacture's Instruction), maka apabila ditambahkan *glass fiber* sebesar 3% disediakan *glass fiber* sebesar 0,0615 gr (perhitungan 3% dari 2,05 gr) dicampur 1,9885 gr bubuk

resin akrilik sehingga komposisinya sesuai dengan yang tanpa penambahan *glass fiber* yaitu 2,05 gr bubuk.

4.6.3 Pembuatan Sampel Akrilik

Pada resin akrilik *heat cured* pembuatannya pertama kali adalah pembuatan cetakan sampel lalu pengadukan adonan resin akrilik dan terakhir proses perebusan.

1. Pembuatan cetakan sampel

- a. Persiapan *mould* untuk pembuatan lempeng.
- b. Menyediakan lempeng yang terbuat dari logam *stainless steel* bentuk tablet dengan diameter 26 mm dan tebal 1 mm.
- c. Gips keras dengan perbandingan air : bubuk = 15 ml : 20 gr (sesuai aturan pabrik) diaduk diatas vibrator selama 0,5 menit, kemudian dimasukkan kedalam kuvet besar yang telah disiapkan diatas vibrator, lempeng dari logam diletakkan ditengah kuvet, masing-masing kuvet diisi 3 buah lempeng, didiamkan sampai mengeras (*setting*) kira-kira 15 menit.
- d. Setelah gips mengeras, permukaan gips diolesi dengan vaselin dan kuvet bagian atas diisi dengan adonan gips keras diatas vibrator. Setelah gips mengeras, lempengan diambil.

2. Pengadukan adonan resin akrilik dengan penambahan *glass fiber* 3%

- a. *Powder* 2,231 gr dicampur dengan *glass fiber* sebesar 0,069 gr dan *liquid* 1 ml dimasukkan kedalam pot perselen kemudian diaduk. Setelah 3 menit, adonan menjadi *dough stage* pada suhu kamar 29-30°C. Pada *mould*

diulasi *could mould seal* terlebih dahulu, setelah itu diisi dengan adonan resin akrilik yang dalam keadaan *dough stage*.

- b. Kemudian kuvet ditutup dan dipress dengan *hydrolic press*, setelah itu kuvet dibuka kembali dan kelebihan akrilik dipotong, diulang sampai 3 kali, kuvet ditutup kembali dan dipress dengan *press* kuvet. Setiap kuvet dilakukan dengan cara yang sama.

3. Proses Curing

- a. *Mould* yang sudah terisi dengan resin akrilik heat cured direbus dalam air mendidih dengan temperatur 100°C selama 20 menit (sesuai aturan pabrik).
- b. Hasil akrilik diambil dan dilakukan penghalusan dengan menggunakan *frazzer* untuk menghilangkan bintil kemudian dihaluskan dengan kertas gosok dibawah air mengalir sampai sesuai ukuran sampel yang diinginkan.

Sedangkan pada *cold cured* pembuatannya dengan cara lempeng *stainless steel* yang telah diolesi vaselin ditanam dalam kuvet bawah yang telah diisi dengan gipsum keras (perbandingan gipsum dan air sesuai petunjuk pabrik). Setelah gipsum *setting*, gipsum diulasi vaselin, kuvet lawan dipasang kemudian dituangi gipsum yang telah disediakan sampai penuh dan ditutup, ditekan dan dibiarkan sampai gipsum mengeras. Setelah gipsum mengeras kuvet dibuka dan lempengan diambil. Cetakan yang didapat dibersihkan dengan air sampai bersih. Setelah kering diolesi bahan separator dan tunggu sampai kering. Kuvet diisi dengan resin akrilik jenis *cold cured* (komposisi 1,9885 gr bubuk resin akrilik dicampur 0,0615 gr *glass fiber* dan 1 ml cairan) menggunakan *packing tehniqye*. Setelah adonan mencapai fase *dough*, *mould* yang telah disiapkan diisi penuh

dengan resin akrilik. Sebelum kuvet ditutup, akrilik dilapisi dengan plastik dan ditekan dengan *hydraulic press*, kuvet dibuka lagi dan kelebihan dipotong kemudian ditutup dan ditekan kembali. Prosedur diulangi tiga kali dan dibiarkan 30 menit (ProBase Manufacture's instruction) dalam tekanan pada suhu ruangan. Sampel diambil dari kuvet, kemudian dirapikan menggunakan *frazzer* untuk menghilangkan bintil atau bagian yang tajam, setelah itu dihaluskan dengan menggunakan kertas gosok dibawah air mengalir sampai sesuai ukuran sampel yang diinginkan.

4.6.4 Cara Perendaman

Tali senar dimasukkan dan diikatkan pada 2 lubang yang terdapat pada lempeng akrilik, tali senar bagian atas diikatkan pada kawat sedangkan tali senar bagian bawah pada pemberat. Lempeng akrilik digantung vertikal pada tempat perendam dan antar akrilik digantung memutar agar tidak terjadi kontak antar lempeng tersebut dan meminimalkan akumulasi lempeng pada permukaan lempeng akrilik (Crispin dan Caputo, 1979). Sampel direndam sampai semua bagian lempeng akrilik tercelup, setelah itu tempat perendam ditutup. Infusa daun sirih harus diganti setiap kelipatan waktu 8 jam dan harus dibersihkan dahulu dengan cara disikat (diasumsikan sama dengan pemakaian sehari-hari oleh penderita).

4.6.5 Prosedur Pengukuran Perubahan Warna Lempeng Akrilik

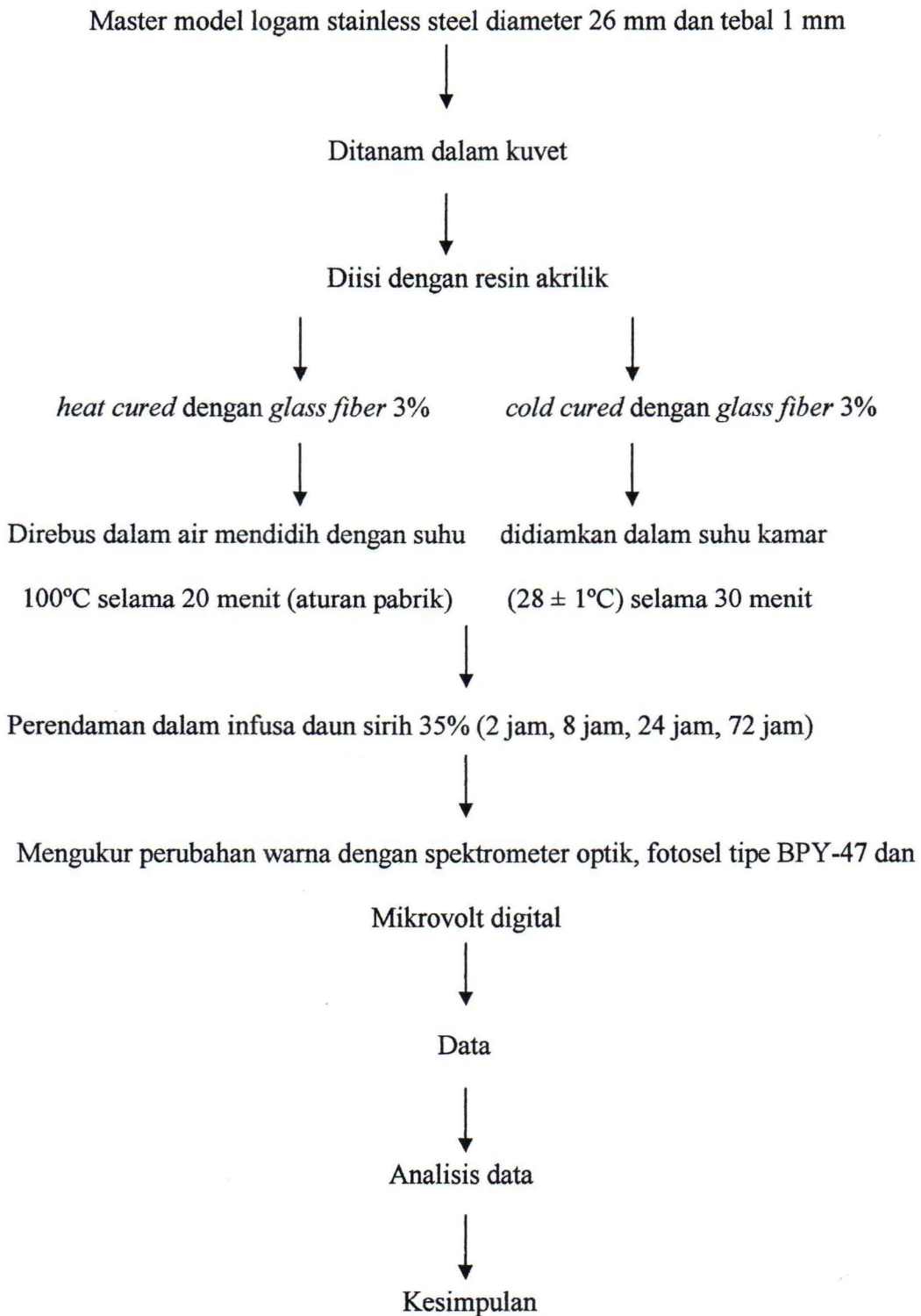
Sebelum dilakukan pengukuran, sampel dibersihkan dengan menggunakan sikat gigi halus, kemudian dibilas dengan air dan dikeringkan (Crispin dan

Caputo, 1979). Lempeng resin akrilik diletakkan pada alat ukur kemudian dilakukan pengukuran melalui sinar yang datang dari lampu gas Natrium diperkecil ukuran berkas cahayanya memakai celah dari *Spectrometer optic*. Lalu berkas cahaya tersebut dijatuhkan pada sampel dan dilakukan pengukuran perbedaan intensitas cahaya yang datang pada sampel serta intensitas cahaya yang keluar dari sampel. Pengukuran dilakukan menggunakan fotosel tipe BPY-47 dan *microvolt digital*. Dengan demikian akan diketahui besarnya perbedaan intensitas cahaya yang diserap sampel dengan intensitas cahaya yang dipantulkan sampel dengan melihat nilai yang tertera dalam *microvolt digital* (Pudjianto, 1996).

4.7 Cara Analisa Data

Hasil pengukuran dikumpulkan dan ditabulasi menurut kelompok masing-masing, kemudian dianalisis serta dibandingkan hasilnya berdasarkan uji hipotesa dengan menggunakan One-way Anova yang dilanjutkan dengan uji LSD. Sebelumnya terlebih dahulu dilakukan tes distribusi dengan menggunakan *Kolmogrov-Smirnov Goodness of fit Test*.

4.8 Alur Penelitian



BAB V
HASIL PENELITIAN
DAN ANALISA DATA

BAB V**HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA****5.1 Hasil Penelitian**

Pada hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata dan standart deviasi dari perubahan warna pada resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam dan resin akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam. Nilai rata-rata dan standart deviasi untuk setiap perlakuan adalah sebagai berikut:

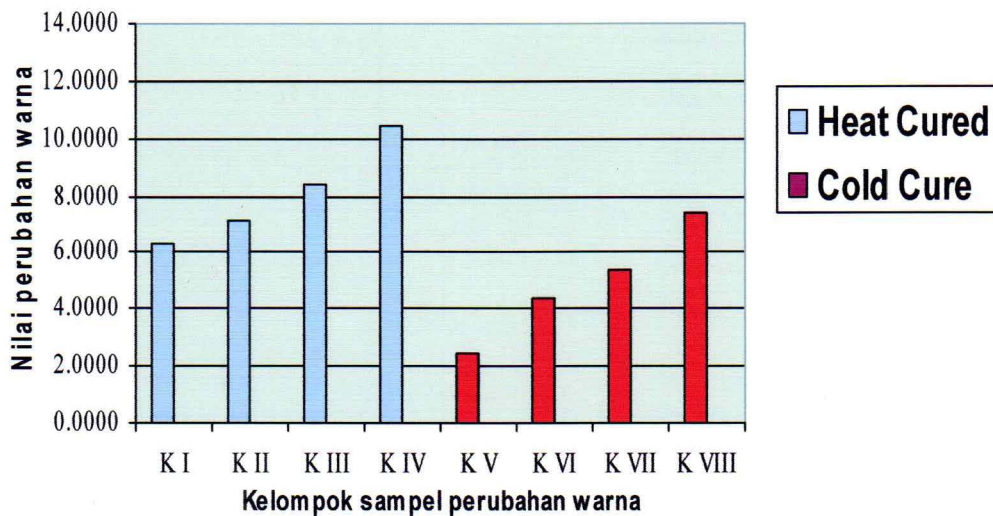
Tabel 1. Rata-rata dan Standart Deviasi Perubahan Intensitas Cahaya (mV) Resin Akrilik *Heat* dan *Cold Cured*

Perendaman	n	x	SD
heat cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 2 jam (K I)	6	6.3500	0.32711
heat cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 8 jam (K II)	6	7.1500	0.25884
heat cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 24 jam (K III)	6	8.4500	0.18708
heat cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 72 jam (K IV)	6	10.4167	0.14720
cold cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 2 jam (K V)	6	2.5000	0.25298
cold cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 8 jam (K VI)	6	4.3500	0.28810
cold cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 24 jam (K VII)	6	5.4333	0.30111
cold cured yang direndam dalam infusa daun sirih 35% ditambah glass fiber 3% selama 72 jam (K VIII)	6	7.4500	0.37283

Keterangan: n = jumlah sampel

x = rata-rata besar intensitas cahaya yang dipantulkan

SD = Standart Deviasi



Grafik 1 : Grafik nilai rata-rata perubahan warna resin akrilik *Heat Cured* dan *Cold Cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35%

Berdasarkan tabel 1 diketahui bahwa nilai rata-rata perubahan warna resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam lebih besar dari rata-rata perubahan resin akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% yang direndam dalam infusa daun sirih 35% selama 2 jam, 8 jam, 24 jam dan 72 jam. Nilai rata-rata yang lebih besar menunjukkan warna lempeng akrilik lebih gelap sedangkan nilai rata-rata yang lebih kecil menunjukkan warna lempeng resin akrilik yang lebih terang.

Digunakan uji anova satu arah karena terdapat 8 kelompok yang akan dibandingkan. Sebelum diuji menggunakan Anova harus dipenuhi dahulu asumsi kenormalan data dan homogenitas ragam data.

5.2 Analisa Data

Data yang diperoleh setelah dilakukan perendaman dalam infusa daun sirih 35% diuji normalitas dan homogenitasnya. Hasil pengujian homogen dan berdistribusi normal dengan $p > 0,05$ (pada lampiran).

Selanjutnya dilakukan uji anova satu arah untuk mengetahui perbedaan perubahan warna antar kelompok sampel. Hasil dari uji Anova dapat kita lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji Anova Satu Arah Perubahan Warna Akrilik *Heat Cured* dan *Cold Cured*

	DK	JK	MK	F hit	P
Antar Kelompok	7	253.496	36.214	477.019	0.000
Dalam Kelompok	40	3.037	0.076		
Total	47	256.532			

Keterangan :

DK : derajat kebebasan

JK : jumlah kuadrat

MK : mean kuadrat

Fhit : F hitung

P : nilai signifikansi Fhit

Dari hasil analisis Anova satu arah dengan taraf kesalahan 0.05 diperoleh nilai signifikansi (*p-value*) sebesar 0.000, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar kelompok perubahan warna akrilik *heat cured* dengan *cold cured*.

Untuk mengetahui kelompok mana saja yang berbeda dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significance Difference*) dengan taraf kesalahan 0.05.

Tabel 3. Hasil Uji LSD Perubahan Warna Resin Akrilik *Heat Cured* dan *Cold Cured* Tiap Kelompok

K	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	-	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
II		-	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.067
III			-	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
IV				-	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
V					-	0.000*	0.000*	0.000*
VI						-	0.000*	0.000*
VII							-	0.000*
VIII								-

Keterangan :

(*) : ada perbedaan yang signifikan

K I : heat cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 2 jam

K II : heat cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 8 jam

K III : heat cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 24 jam

K IV : heat cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 72 jam

K V : cold cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 2 jam

K VI : cold cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 8 jam

K VII : cold cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 24 jam

K VIII : cold cured direndam dalam infusa daun sirih 35% + glass fiber 3% 72 jam

Pada tabel 3 dapat diketahui bahwa semua kelompok bila dibandingkan dan terdapat tanda * berarti antara kelompok yang satu dengan kelompok yang lainnya menunjukkan perbedaan rata-rata yang signifikan perubahan warna akrilik *Heat Cured* dan *Cold Cured*.

BAB VI
PEMBAHASAN

BAB VI

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan rangkaian alat *Spectrometri optic*, *Fotosel BPY-47* dan *Microvolt digital (Mv)* untuk mendeteksi adanya perubahan warna pada resin akrilik *heat cured* dan *cold cured*. Perubahan warna yang diamati pada penelitian ini adalah warna coklat. Warna coklat terletak pada panjang gelombang antara 620 nm (orange) sampai 700 (merah), oleh sebab itu maka digunakan panjang gelombang (λ) = 632,8 nm. Panjang gelombang ini dipilih karena sesuai dengan panjang gelombang untuk mendeteksi kecenderungan warna coklat.

Hasil penelitian pada resin akrilik baik *heat cured* maupun *cold cured* yang ditambahkan *glass fiber 3%* menunjukkan bahwa terjadi peningkatan perubahan warna seiring dengan semakin lamanya perendaman. Pada penelitian ini juga didapatkan hasil bahwa perendaman *heat cured* dengan penambahan *glass fiber 3%* menunjukkan nilai rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan perendaman *cold cured* dengan penambahan *glass fiber 3%*. Nilai rata-rata yang lebih besar menunjukkan warna lempeng akrilik lebih gelap sedangkan nilai rata-rata yang lebih kecil menunjukkan warna lempeng akrilik yang lebih terang.

Pada perendaman akrilik dapat terjadi perubahan warna karena disebabkan adanya penyerapan air diantara makromolekul menyebabkan makromolekul lebih mudah bergerak yang berdampak melemahnya ikatan rantai polimer. Melemahnya ikatan makromolekul tersebut kemungkinan menyebabkan terlepasnya pigmen dari lempeng resin akrilik *heat cured* sehingga memudahkan warna lempeng resin akrilik *heat cured* (Anusavice, 2003). Apabila resin akrilik *heat cured* tersebut

ditambahkan *glass fiber* 3% maka dapat lebih meningkatkan perubahan warna. Hal ini terjadi oleh karena konsistensi resin akrilik *heat cured* yang rendah mengakibatkan perlekatan yang kurang baik sehingga banyak didapatkan rongga-rongga antara polimer matriks resin dengan *glass fiber*, akibatnya absorpsi dapat meningkat dengan adanya rongga-rongga tersebut (Taner, 1998). Peningkatan absorpsi air tersebut yang menyebabkan perubahan warna yang terjadi lebih banyak.

Kandungan fenol dalam infusa sirih bersifat asam, apabila sirih berkontak dengan resin akrilik dapat mengakibatkan reaksi hidrolisis antara fenol dengan ester dari polimetil metakrilat, sehingga ikatan rantai polimernya menjadi terganggu. Hal ini menyebabkan timbulnya rongga-rongga di dalam lempeng akrilik. Kandungan fenol dan zat tanin pada sirih dapat menimbulkan perubahan warna karena kandungan fenol dan zat tanin mempunyai struktur polar yang menyebabkan terjadinya ikatan kimia fisik yang terjadi lebih kuat, disamping itu fenol dan zat tanin mudah teroksidasi oksigen baik di udara bebas maupun dalam lingkungan air sehingga akan mudah mengakibatkan perubahan warna yang lebih gelap (Soebagio, 2001).

Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa peningkatan perubahan warna resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% lebih besar dibandingkan dengan peningkatan perubahan warna resin akrilik *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3%. Kemungkinan hal ini dapat disebabkan oleh karena beberapa faktor, salah satunya adalah viskositas dari *cold cured* yang rendah sehingga lebih encer. Ketika *cold cured* tersebut ditambahkan dengan *glass fiber* maka keduanya dapat melekat lebih baik sehingga tidak didapatkan

rongga-rongga. Diketahui bahwa rongga-rongga tersebut dapat meningkatkan perubahan warna oleh karena absorpsi yang terjadi lebih besar. Kemungkinan lainnya adalah pada umumnya *cold cured* memiliki warna tidak stabil oleh karena rentan terhadap faktor oksidasi yang dapat meningkatkan perubahan warna, namun pada *cold cured (ProBase Cold)* ini peningkatan perubahan warna itu dapat diminimalisasi karena terdapat *stabilized agent* pada monomer yang dapat menyebabkan faktor oksidasi berkurang. Selain itu adanya *softening agent* pada *ProBase Cold* dapat meningkatkan kehalusan pada resin akrilik, sehingga perlekatan dengan *glass fiber* semakin baik.

Berdasarkan uji anova satu arah menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelompok perendaman resin akrilik *heat cured* dengan resin akrilik *cold cured*.

Pada kelompok perendaman *heat cured* terdapat perbedaan yang signifikan antara K I dengan K II ($p=0,000$), kemudian antara K I dengan K III ($p=0.000$) serta antara K I dengan K IV ($p=0.000$).

Pada kelompok perendaman *cold cured* juga terdapat perbedaan yang signifikan yaitu antara K V dengan K VI ($p=0.000$), kemudian antara K V dengan K VII ($p=0.000$) serta antara K V dengan K VIII ($p=0.000$).

Dari hasil diatas maka dapat dikatakan perbedaan rerata yang signifikan terjadi di tiap kelompok perendaman. Perubahan warna resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% mempunyai nilai rerata lebih besar dibandingkan dengan perubahan warna resin akrilik *cold cured* yang ditambahkan *glass fiber* 3%, disebabkan intensitas cahaya yang diteruskan lebih besar dari cahaya yang dipantulkan. Hal ini menunjukkan semakin gelap warna lempeng

akrilik akibat perendaman infusa daun sirih 35% (Jorgensen, 1979) semakin sedikit cahaya yang dipantulkan, semakin banyak cahaya yang diteruskan maka nilai voltmeter naik.

BAB VII
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian laboratorik ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan *glass fiber* 3% pada resin akrilik *heat cured* dan *cold cured* yang direndam dalam infusa daun sirih 35% lebih meningkatkan perubahan warna resin akrilik tersebut seiring lamanya perendaman
2. *Cold cured* lebih baik daripada *heat cured* oleh karena perubahan warna yang terjadi pada *cold cured* lebih rendah dibandingkan perubahan warna pada *heat cured* yang direndam dalam daun sirih.

7.2 Saran

Sedangkan saran-sarannya adalah:

1. Sebaiknya pengguna gigi tiruan resin akrilik *heat cured* atau *cold cured* memakai daun sirih hanya untuk membersihkan gigi tiruannya saja, tidak untuk merendam gigi tiruannya oleh karena lebih cepat menyebabkan perubahan warna pada gigi tiruan tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut apakah terdapat perubahan kekerasan dari resin akrilik *heat* dan *cold cured* setelah direndam dalam infusa daun sirih selama 9 hari.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abelson D.G. 1981. *Denture Plaque and Denture Clenser*. J. Prosthet Dent. 45(1): 367-379.
- American Dental Association, 1974. *Guide to Dental Materials and Devices*. 7th ed. Chicago : American Dental Association.
- Anusavice KJ, 2003. *Philips Science of Dental Material*. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders co.
- Ayulistya P., 2006. *Perbedaan Konsentrasi Penambahan Glass Fiber Pada Resin Akrilik Tipe Heat Cured Terhadap Kekuatan Transversa*. Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
- Budtz-Jorgensen E., 1979. *Materials and methods for cleansing dentures*. J Prosthet. 42 : P : 619-23.
- Combe, E.C., 1992. *Note on Dental Material*. 6th ed. Churchill Livingstone, New York.
- Craig R G & Powers JM, 2002. *Restorative Dental Material*, 11th ed. St. Louis: Mosby co.
- Crispin B.J., Caputo A.A. 1979. *Color Stability of Temporary Restorative Materials*. J. Prosthet. Dent. 42 (1) : 27-33.
- David, Elly M., 2003. *Perubahan Warna Lempeng Akrilik Yang Direndam Dalam Larutan Desinfektan Sodium Hipoklorit dan Khlorhexidin Glukonat*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Hatrick C.D., Eakle, W.S., Bird, W.F., 2003. *Dental Materials. Clinical*

- Application for Dental Assistants and Dental Hygienists*. Elsevier Science, USA.
- Horn, H. 1976. *Practical Consideration Successful Crown and Bridge Therapy*. W.B Saunders Company. Philadelphia.
- Intan nirwana, R. Helal. 2005. *Sitotoksitas Resin Akrilik Hybrid Setelah Penambahan Glass fiber Dengan Metode Berbeda*. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Indrya D. Y., 2003. *Pengaruh Lama Perendaman Resin Akrilik Heat Cured Dalam Infusa Daun Sirih 35% Terhadap Perubahan Warnanya*. Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Mc. Cabe, John F., 1990. *Applied Dental Materials*, 7th ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- McNeme SJ, Von Gonten AS, Woolsey GD. 1991. *Effect of laboratory disinfecting agents on color stability of denture acrylic resins*. J Prosthet dent.
- Noort, R.V. 1994. *Introduction to Dental Material*. Mosby Inc. London.
- Noort, Van, 2002. *Dental Material*, 2nd ed. British : Mosby.
- Pudjianto. 1996. *Karakteristik Detektor Cahaya Fotosel*. Petunjuk Praktikum Fisika Optik, Jurusan Fisika. Surabaya, FMIPA UNAIR.
- Reni Meutia, 2006. *Perubahan Warna Resin Akrilik Heat Cured Setelah Perendaman Dalam Perasan Daun Jinten*. Skripsi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga.
- Soebagio, 2001. *Efektivitas Lama Perendaman Lempeng Resin Akrilik dalam Berbagai Konsentrasi Seduhan Teh Hitam Terhadap Kekuatan Tranversa*,

Perubahan Warna, dan Perlekatan Candida Albicans. Tesis Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.

Supartinah, A. L., 1985. *Pengaruh Teknik Pengolahan Daun Sirih Terhadap Pertumbuhan Bakteri Streptococcus Sanguis dari Plak Gigi.* Kumpulan Karya Ilmiah Lustrum V. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Taner B., Dogan A., Tincer T., Akinay A.E., 1998. *A Study on Impact and Tensile Strength of Acrylic Resin Filled with Short Ultra-high Molecular Weight Polyethylene Fibers.* Department of prosthodontics, Faculty of Dentistry, Gazi University, Ankara, Turkey Department of Chemistry, Middle East Technical University, Ankara, Turkey.

Vojdani M., Khaledi AAR., 2006. *Transverse Strength of Reinforced Denture Base Resin with Metal Wire and E-Glass.* Journal of Dentistry, Teheran University of Medical Science, Shiraz, Iran. Vol : 3, No : 4.

Anonymous. *Sirih.* Available from : www.wikipedia.com. Accesced : 23-11-2008.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Penelitian perubahan intensitas cahaya resin akrilik *heat* dan *cold cured* dengan penambahan *glass fiber* 3% (mV)

<i>Heat Cured</i> (mV)				<i>Cold Cured</i> (mV)			
Rendam 2 jam	Rendam 8 jam	Rendam 24 jam	Rendam 72 jam	Rendam 2 jam	Rendam 8 jam	Rendam 24 jam	Rendam 72 jam
6.1	6.8	8.2	10.5	2.9	4.6	5.6	7.6
6.8	7.3	8.6	10.3	2.3	4.1	5.0	7.0
6.2	6.9	8.5	10.6	2.5	4.7	5.6	7.1
6.7	7.4	8.3	10.4	2.7	4.2	5.1	7.8
6.3	7.4	8.7	10.5	2.3	4.5	5.6	7.3
6	7.1	8.4	10.2	2.3	4.0	5.7	7.9

Lampiran 2. Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit*

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Cold cured 2 jam	Cold cured 8 jam	Cold cured 24 jam	Cold cured 72 jam
N		6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2.5000	4.3500	5.4333	7.4500
	Std. Deviation	.25298	.28810	.30111	.37283
Most Extreme Differences	Absolute	.285	.199	.377	.159
	Positive	.285	.199	.199	.159
	Negative	-.215	-.199	-.377	-.159
Kolmogorov-Smirnov Z		.699	.487	.923	.390
Asymp. Sig. (2-tailed)		.713	.972	.362	.998

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Heat cured 2 jam	Heat cured 8 jam	Heat cured 24 jam	Heat cured 72 jam
N		6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	6.3500	7.1500	8.4500	10.4167
	Std. Deviation	.32711	.25884	.18708	.14720
Most Extreme Differences	Absolute	.227	.219	.122	.214
	Positive	.227	.167	.122	.119
	Negative	-.191	-.219	-.122	-.214
Kolmogorov-Smirnov Z		.557	.536	.299	.525
Asymp. Sig. (2-tailed)		.916	.936	1.000	.946

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran 3. Uji homogenitas, uji Anova Satu Arah dan uji LSD**Test of Homogeneity of Variances**

Perubahan warna

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.021	7	40	.076

ANOVA

Perubahan warna

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Group	253.496	7	36.214	477.019	.000
Within Groups	3.037	40	.076		
Total	256.532	47			

Descriptives

Perubahan warna

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
Cold cured 2 jam	6	2.5000	.25298	.10328	2.2345	2.7655	2.30	2.90
Cold cured 8 jam	6	4.3500	.28810	.11762	4.0477	4.6523	4.00	4.70
Cold cured 24 jam	6	5.4333	.30111	.12293	5.1173	5.7493	5.00	5.70
Cold cured 72 jam	6	7.4500	.37283	.15221	7.0587	7.8413	7.00	7.90
Heat cured 2 jam	6	6.3500	.32711	.13354	6.0067	6.6933	6.00	6.80
Heat cured 8 jam	6	7.1500	.25884	.10567	6.8784	7.4216	6.80	7.40
Heat cured 24 jam	6	8.4500	.18708	.07638	8.2537	8.6463	8.20	8.70
Heat cured 72 jam	6	10.4167	.14720	.06009	10.2622	10.5711	10.20	10.60
Total	48	6.5125	2.33627	.33721	5.8341	7.1909	2.30	10.60

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Perubahan warna

LSD

(I) kelompok	(J) kelompok	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Cold cured 2 jam	Cold cured 8 jam	-1.8500*	.15908	.000	-2.1715	-1.5285
	Cold cured 24 jam	-2.9333*	.15908	.000	-3.2548	-2.6118
	Cold cured 72 jam	-4.9500*	.15908	.000	-5.2715	-4.6285
	Heat cured 2 jam	-3.8500*	.15908	.000	-4.1715	-3.5285
	Heat cured 8 jam	-4.6500*	.15908	.000	-4.9715	-4.3285
	Heat cured 24 jam	-5.9500*	.15908	.000	-6.2715	-5.6285
	Heat cured 72 jam	-7.9167*	.15908	.000	-8.2382	-7.5952
Cold cured 8 jam	Cold cured 2 jam	1.8500*	.15908	.000	1.5285	2.1715
	Cold cured 24 jam	-1.0833*	.15908	.000	-1.4048	-.7618
	Cold cured 72 jam	-3.1000*	.15908	.000	-3.4215	-2.7785
	Heat cured 2 jam	-2.0000*	.15908	.000	-2.3215	-1.6785
	Heat cured 8 jam	-2.8000*	.15908	.000	-3.1215	-2.4785
	Heat cured 24 jam	-4.1000*	.15908	.000	-4.4215	-3.7785
Cold cured 24 jam	Heat cured 72 jam	-6.0667*	.15908	.000	-6.3882	-5.7452
	Cold cured 2 jam	2.9333*	.15908	.000	2.6118	3.2548
	Cold cured 8 jam	1.0833*	.15908	.000	.7618	1.4048
	Cold cured 72 jam	-2.0167*	.15908	.000	-2.3382	-1.6952
	Heat cured 2 jam	-.9167*	.15908	.000	-1.2382	-.5952
	Heat cured 8 jam	-1.7167*	.15908	.000	-2.0382	-1.3952
Cold cured 72 jam	Heat cured 24 jam	-3.0167*	.15908	.000	-3.3382	-2.6952
	Heat cured 72 jam	-4.9833*	.15908	.000	-5.3048	-4.6618
	Cold cured 2 jam	4.9500*	.15908	.000	4.6285	5.2715
	Cold cured 8 jam	3.1000*	.15908	.000	2.7785	3.4215
	Cold cured 24 jam	2.0167*	.15908	.000	1.6952	2.3382
	Heat cured 2 jam	1.1000*	.15908	.000	.7785	1.4215
Heat cured 2 jam	Heat cured 8 jam	.3000	.15908	.067	-.0215	.6215
	Heat cured 24 jam	-1.0000*	.15908	.000	-1.3215	-.6785
	Heat cured 72 jam	-2.9667*	.15908	.000	-3.2882	-2.6452
	Cold cured 2 jam	3.8500*	.15908	.000	3.5285	4.1715
	Cold cured 8 jam	2.0000*	.15908	.000	1.6785	2.3215
	Cold cured 24 jam	.9167*	.15908	.000	.5952	1.2382
Heat cured 8 jam	Cold cured 72 jam	-1.1000*	.15908	.000	-1.4215	-.7785
	Heat cured 8 jam	-.8000*	.15908	.000	-1.1215	-.4785
	Heat cured 24 jam	-2.1000*	.15908	.000	-2.4215	-1.7785
	Heat cured 72 jam	-4.0667*	.15908	.000	-4.3882	-3.7452
	Cold cured 2 jam	4.6500*	.15908	.000	4.3285	4.9715
	Cold cured 8 jam	2.8000*	.15908	.000	2.4785	3.1215
Heat cured 24 jam	Cold cured 24 jam	1.7167*	.15908	.000	1.3952	2.0382
	Cold cured 72 jam	-.3000	.15908	.067	-.6215	.0215
	Heat cured 2 jam	.8000*	.15908	.000	.4785	1.1215
	Heat cured 24 jam	-1.3000*	.15908	.000	-1.6215	-.9785
	Heat cured 72 jam	-3.2667*	.15908	.000	-3.5882	-2.9452
	Cold cured 2 jam	5.9500*	.15908	.000	5.6285	6.2715
Heat cured 72 jam	Cold cured 8 jam	4.1000*	.15908	.000	3.7785	4.4215
	Cold cured 24 jam	3.0167*	.15908	.000	2.6952	3.3382
	Cold cured 72 jam	1.0000*	.15908	.000	.6785	1.3215
	Heat cured 2 jam	2.1000*	.15908	.000	1.7785	2.4215
	Heat cured 8 jam	1.3000*	.15908	.000	.9785	1.6215
	Heat cured 72 jam	-1.9667*	.15908	.000	-2.2882	-1.6452
Heat cured 2 jam	Cold cured 2 jam	7.9167*	.15908	.000	7.5952	8.2382
	Cold cured 8 jam	6.0667*	.15908	.000	5.7452	6.3882
	Cold cured 24 jam	4.9833*	.15908	.000	4.6618	5.3048
	Cold cured 72 jam	2.9667*	.15908	.000	2.6452	3.2882
	Heat cured 2 jam	4.0667*	.15908	.000	3.7452	4.3882
	Heat cured 8 jam	3.2667*	.15908	.000	2.9452	3.5882
	Heat cured 24 jam	1.9667*	.15908	.000	1.6452	2.2882

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

