



**PERUBAHAN DIMENSI DAN WARNA PADA RESIN  
KOMPOSIT *NANOFILLER* DAN *MICROHYBRID* AKIBAT  
PEMANASAN SUHU TINGGI SEBAGAI REFERENSI  
IDENTIFIKASI FORENSIK**

**SKRIPSI**

Oleh

**Rachel Marcelia Hamada**

**NIM 121610101071**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Dwi Kartika A., M.Kes.

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Erawati Wulandari, M.Kes.

Penguji

Dosen Penguji Ketua : Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF.

Dosen Penguji Anggota : drg. Hengky Bowo A., M.D.Sc.

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**



**PERUBAHAN DIMENSI DAN WARNA PADA RESIN  
KOMPOSIT *NANOFILLER* DAN *MICROHYBRID* AKIBAT  
PEMANASAN SUHU TINGGI SEBAGAI REFERENSI  
IDENTIFIKASI FORENSIK**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

oleh:

**Rachel Marcelia Hamada**

**NIM 121610101071**

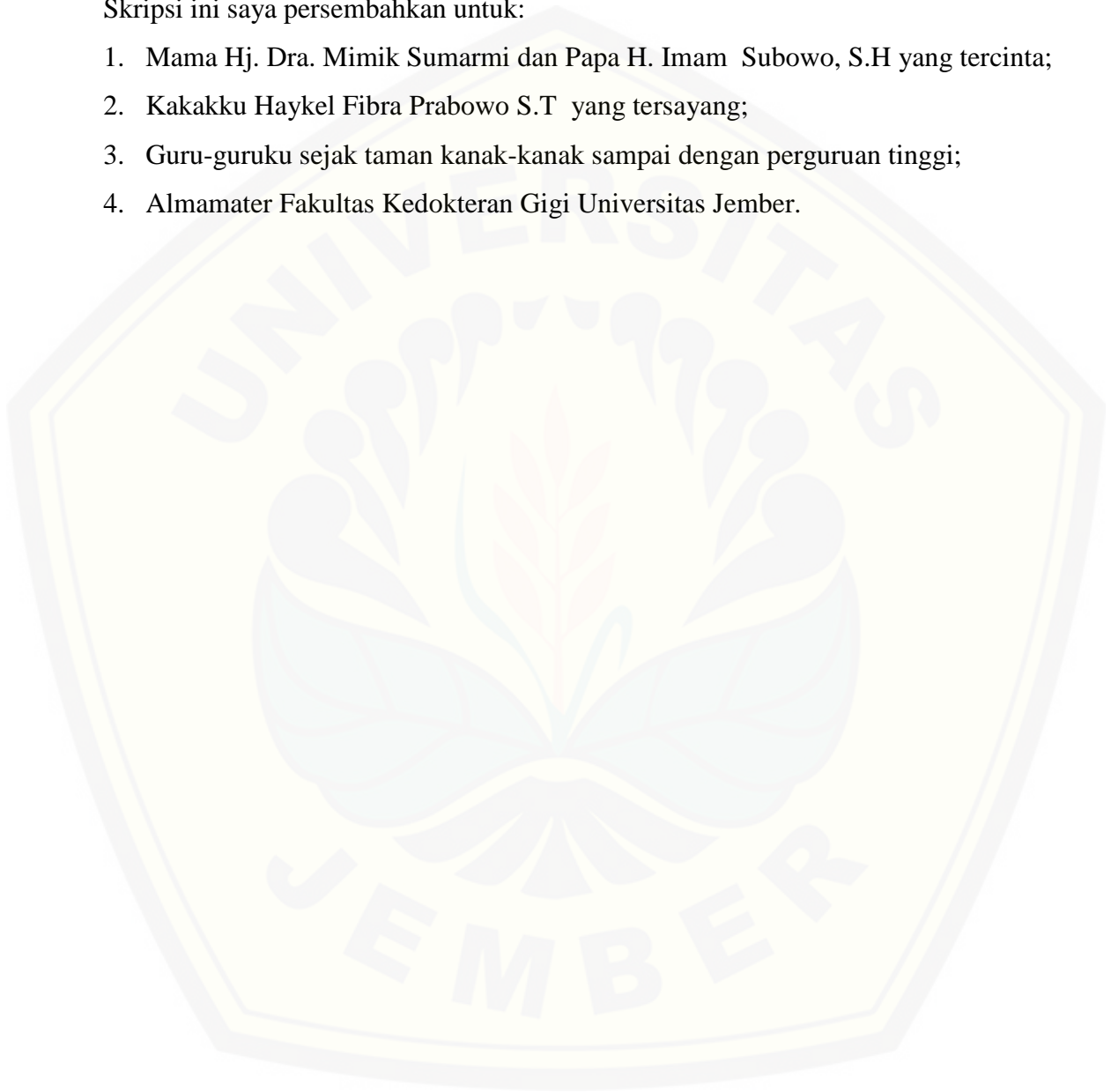
**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2016**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Mama Hj. Dra. Mimik Sumarmi dan Papa H. Imam Subowo, S.H yang tercinta;
2. Kakakku Haykel Fibra Prabowo S.T yang tersayang;
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



**MOTO**

*Berjuanglah terus hingga akhir, jangan pernah mengenal kata menyerah, karena bila Allah berkata Kun Fayakun, maka yang terjadi, terjadilah*



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rachel Marcellia Hamada

NIM : 121610101071

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perubahan Dimensi dan Warna pada Resin Komposit Resin Komposit *Nanofiller* dan *Microhybrid* Akibat Pemanasan Suhu Tinggi Sebagai Referensi Identifikasi Forensik” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Agustus 2016

Yang menyatakan,

(Rachel Marcellia Hamada)

NIM 121610101071

**SKRIPSI**

**PERUBAHAN DIMENSI DAN WARNA PADA RESIN KOMPOSIT  
NANOFILLER DAN MICROHYBRID AKIBAT PEMANASAN SUHU TINGGI  
SEBAGAI REFERENSI IDENTIFIKASI FORENSIK**

Oleh

**Rachel Marcelia Hamada**

**NIM 121610101071**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Dwi Kartika A., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : drg. Erawati Wulandari, M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Perubahan Dimensi dan Warna pada Resin Komposit Resin Komposit *Nanofiller* dan *Microhybrid* Akibat Pemanasan Suhu Tinggi Sebagai Referensi Identifikasi Forensik” telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : 24 Agustus 2016

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Utama

Penguji Pendamping

Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF.  
196811251999032001

drg. Hengky Bowo A., M.D.Sc.  
197905052005011005

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

drg. Dwi Kartika A., M.Kes.  
197812152005012016

drg. Erawati Wulandari, M.Kes.  
1967081191993032001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prost.  
196901121996011001

## RINGKASAN

**PERUBAHAN DIMENSI DAN WARNA PADA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER DAN MICROHYBRID AKIBAT PEMANASAN SUHU TINGGI SEBAGAI REFERENSI IDENTIFIKASI FORENSIK**; Rachel Marcellia Hamada, 121610101071; 2016: 53 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penentuan identitas korban kecelakaan dalam skala besar sangat sulit ditentukan. Odontologi forensik merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mengungkap identitas korban melalui gigi geligi. Gigi memiliki sifat individual serta tahan terhadap trauma mekanis, asam dan panas yang tinggi. Bahan restorasi juga dapat digunakan sebagai penentu identitas korban yang tidak dapat dikenali secara visual selain menggunakan tes DNA ataupun sidik jari. Resin komposit merupakan salah satu bahan restorasi yang memiliki keunggulan sifat bahan dalam kedokteran gigi. Material ini mempunyai nilai estetik yang lebih baik dibanding restorasi lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna pada resin komposit akibat pemanasan suhu tinggi sebagai referensi identifikasi forensik.

Jenis penelitian ini merupakan eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Sampel berjumlah 48, yang dibagi menjadi dua kelompok sampel yaitu 24 sampel resin komposit *nanofiller* (A) dan 24 sampel *microhybrid* (B). Masing-masing resin komposit dibagi lagi menjadi 3 kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari 8 sampel untuk setiap kelompok penelitian. Penelitian dilakukan dengan cara memanaskan tiga kelompok resin komposit dalam tiga suhu yang berbeda, yaitu 319°C, 412°C, dan 800°C untuk dilihat perubahan fisiknya.

Analisa statistik yang digunakan adalah *two way anova* untuk pengurangan berat dan analisa deskriptif untuk perubahan warna. Hasil uji *two way anova* untuk kelompok menunjukkan nilai  $p < 0,05$ , yang artinya terdapat perbedaan perubahan



dimensi yang bermakna antar suhu pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*, serta terdapat perbedaan perubahan dimensi yang bermakna antara resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* pada suhu yang sama.

Perubahan dimensi berupa pengurangan berat pada resin komposit *nanofiller* lebih banyak dibandingkan *microhybrid* setelah dipanaskan pada suhu 319°C, 412°C, dan 800°C. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan komposisi jumlah matrik resin yang berbeda, semakin banyak jumlah matrik dalam resin komposit, maka kemungkinan untuk terdegradasi semakin besar. Faktor lain yang menyebabkan perubahan dimensi berupa pengurangan berat, yakni peningkatan suhu, semakin tinggi suhu, maka semakin besar pengurangan berat yang terjadi pada resin komposit. Perubahan warna juga terjadi pada resin komposit yang dilakukan pemanasan. Perubahan warna terjadi akibat adanya hasil proses pemanasan dan proses oksidasi dari monomer atau matriks resin serta kerusakan pigmen resin komposit yang terdegradasi sehingga berubah menjadi warna kuning kecokelatan, hitam, dan putih. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemanasan suhu tinggi dapat menyebabkan perubahan dimensi berupa pengurangan berat yaitu pengurangan berat pada *nanofiller* lebih banyak dibandingkan resin komposit *microhybrid* serta terjadi perubahan warna menjadi kuning kecokelatan, hitam, dan putih. Perubahan dimensi dan perubahan warna dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan identitas korban yang tidak dikenali melalui karakteristik resin komposit yang dipanaskan.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perubahan Dimensi dan Warna pada Resin Komposit Resin Komposit *Nanofiller* dan *Microhybrid* Akibat Pemanasan Suhu Tinggi Sebagai Referensi Identifikasi Forensik”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tuaku tercinta, Mama Hj. Dra Mimik Sumarmi dan Papa H. Imam Subowo, S.H atas segala kasih sayang, untaian doa, motivasi dan semangat sepanjang masa;
2. Kakakku tercinta, Haykel Fibra Prabowo, S.T yang selalu tulus mendoakan adiknya.
3. drg. Dwi Kartika A., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah meluangkan atas waktu bimbingan dan motivasi dengan penuh kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. drg. Erawati Wulandari, M.Kes., sebagai Dosen Pembimbing Pendamping dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu, bimbingan dan motivasi dengan penuh kesabaran sehingga skripsi ini dapat terselesaikan serta selalu memberikan bimbingan dalam perjalanan sebagai mahasiswa;
5. Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes., Sp.OF., selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Hengky Bowo A., M.D.Sc., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan saran dan bimbingan untuk kesempurnaan skripsi ini;
6. Staf Laboratorium *Bio Science* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
7. Staf Laboratorium Konservasi Gigi Universitas Jember, Pak Sugi;
8. Sahabat seperjuangan penelitian Rakoto Nirina Joarison;

9. Sahabat seperjuangan yang senantiasa ada disaat membutuhkan bantuan, Galis, Anindya, Indira, Gita, Hayyu, Mahardika, Gadiola, Ilona, Nazala, Balqis, Ceha, Eno, Tutut, Arum, Annasa, Nidha, Defath, Anis, Herlin, Varin, Puspita,;
10. Teman dekatku Reza Permana Putra, S.T yang selalu memotivasi demi kelancaran skripsiku tanpa lelah;
11. Teman-teman FKG 2012 atas kebersamaan dan kerjasamanya selama ini;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, 24 Agustus 2016

Penulis

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang Penelitian.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Manfaat Penelitian.....</b>	<b>3</b>
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Odontologi Forensik .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Resin Komposit .....</b>	<b>5</b>
2.2.1 Komposisi Resin Komposit .....	5
2.2.2 Klasifikasi Resin Komposit .....	7
2.2.3 Perubahan Warna Resin Komposit.....	10
2.2.4 Pengurangan Berat .....	11
2.2.5 Proses Pemanasan .....	11
2.2.6 Derajat Luka Bakar .....	12

2.3 Kerangka Konsep.....	13
2.4 Hipotesis.....	13
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian.....	14
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	14
3.3 Variabel Penelitian.....	14
3.3.1 Variabel Bebas.....	14
3.3.2 Variabel Terikat.....	14
3.3.3 Variabel Terkendali.....	14
3.4 Definisi Operasional.....	15
3.4.1 Pemanasan.....	15
3.4.2 Perubahan dimensi.....	15
3.4.3 Perbedaan warna.....	15
3.4.4 Pengurangan Berat.....	15
3.5 Sampel Penelitian.....	15
3.5.1 Kriteria Sampel.....	15
3.5.2 Besar Sampel.....	15
3.5.3 Pembagian Kelompok Sampel.....	16
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.6.1 Alat.....	16
3.6.2 Bahan.....	17
3.7 Prosedur Penelitian.....	17
3.7.1 Tahap Persiapan Cetakan.....	17
3.7.2 Tahap Pembuatan Sampel Resin Komposit.....	18
3.7.3 Tahap Pemanasan Sampel.....	20
3.7.4 Tahap Penghitungan Berat Resin Komposit.....	22
3.7.5 Tahap Pengamatan Warna Resin Komposit.....	23
3.8 Analisis Data.....	23
3.9 Alur Penelitian.....	24

<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
<b>4.1 Hasil</b> .....	25
4.1.1 Perubahan Dimensi Resin Komposit .....	25
4.1.2 Hasil Perubahan warna.....	25
<b>4.2 Analisis data</b> .....	38
<b>4.3 Pembahasan</b> .....	33
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	37
<b>5.1 Kesimpulan</b> .....	37
<b>5.2 Saran</b> .....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	38
<b>LAMPIRAN</b> .....	41

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
4.1 Rerata selisih berat resin komposit <i>nanofiller</i> dan resin komposit <i>microhybrid</i> setelah dipanaskan dalam persen .....	25
4.2 Hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov kelompok resin komposit <i>nanofiller</i> .....	28
4.3 Hasil uji normalitas menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov kelompok resin komposit <i>microhybrid</i> .....	29
4.4 Hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene's Test .....	29
4.5 Hasil analisa <i>two way annova</i> .....	30
4.6 Hasil analisa uji <i>Post Hoc LSD</i> resin komposit <i>nanofiller</i> .....	31
4.7 Hasil analisa uji <i>Post Hoc LSD</i> resin komposit <i>microhybrid</i> .....	32
4.8 Hasil analisa uji <i>Post Hoc LSD</i> antara resin komposit <i>nanofiller microhybrid</i> .....	32

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Resin matriks organik .....	6
3.1 (a) Pemotongan cetakan sampel menggunakan tutup syringe insulin .....	18
(b) Cetakan yang sudah dipotong .....	18
(c) Cetakan sampel dimasukkan kedalam lubang plat kuningan .....	18
3.2 Resin komposit dimasukkan dalam plat kuningan .....	19
3.3 Cetakan yang terisi ditimpa dengan anak timbangan seberat 1 kg .....	19
3.4 Penyinaran resin komposit dengan <i>light-emiting diode</i> (LED) .....	20
3.5 (a) Penimbangan seluruh sampel sebelum dipanaskan .....	21
(b) Kelompok sampel resin komposit <i>nanofiller</i> (A1) dan resin komposit <i>microhybrid</i> (B1) .....	21
(c) Pemanasan dimulai dengan suhu ruang yaitu 32°C .....	21
(d) Pemanasan pertama hingga suhu 319°C .....	21
3.6 (a) Kelompok sampel resin komposit <i>nanofiller</i> (A2) dan resin komposit <i>microhybrid</i> (B2) .....	22
(b) Pemanasan hingga suhu 412°C .....	22
3.7 (a) Kelompok sampel resin komposit <i>nanofiller</i> (A3) dan resin komposit <i>microhybrid</i> (B3) .....	22
(b) Pemanasan hingga suhu 800°C .....	22
4.1 (a) Resin komposit <i>nanofiller</i> sebelum dipanaskan ( <i>Shade Guide</i> nomor A2) .....	26
(b) Perubahan warna resin komposit <i>nanofiller</i> kelompok A1 setelah pemanasan suhu 319°C .....	26
(c) Perubahan warna resin komposit <i>nanofiller</i> kelompok A2 setelah pemanasan suhu 412°C .....	26
(d) Perubahan warna resin komposit <i>nanofiller</i> kelompok A3 setelah pemanasan suhu 800°C .....	26
4.2 (a) Resin komposit <i>microhybrid</i> sebelum dipanaskan ( <i>Shade Guide</i> nomor A2) .....	27
(b) Perubahan warna resin komposit <i>microhybrid</i> kelompok A1 setelah pemanasan suhu 319°C .....	27
(c) Perubahan warna resin komposit <i>microhybrid</i> kelompok A2 setelah pemanasan suhu 412°C .....	27
(d) Perubahan warna resin komposit <i>microhybrid</i> kelompok A3 setelah	



pemanasan suhu 800°C.....27



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian.....	41
B. Tabel selisih Berat Resin Komposit.....	42
C. Analisis Data .....	45
C.1 Hasil Uji Normalitas Data (Kolmogorov Smirnov) .....	45
C.2 Hasil Uji Homogenitas Data (Levene-Test) .....	45
C.3 Uji <i>two way annova</i> .....	46
C.4 Uji <i>Post Hoc LSD</i> .....	47
D. Foto Alat dan Bahan Penelitian.....	49
D.1 Alat Penelitian .....	49
D.2 Bahan Penelitian .....	50
E. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian.....	51

## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Odontologi forensik merupakan bagian dari bidang forensik yang menggunakan ilmu kedokteran gigi untuk mengungkap identitas korban melalui gigi geligi. Odontologi forensik merupakan salah satu metode identifikasi primer yang telah terbukti menjadi metode identifikasi yang efektif terutama dalam bencana skala besar (Pittayapat dkk., 2012:9). Bencana yang menyebabkan korban mengalami kerusakan fisik total, seperti kebakaran ataupun mengalami pembusukan, umumnya sulit untuk dikenali secara visual, sehingga dapat menimbulkan kesulitan dalam identifikasi (Gazali, 2014:12). Untuk mengatasi kesulitan dalam mengenali korban, metode identifikasi melalui gigi geligi terbukti cepat dan akurat untuk mengungkap identitas korban mati (Murniwati, 2012:164).

Gigi geligi dalam rongga mulut merupakan bagian tubuh yang terlindungi oleh otot pipi, bibir dan lidah, serta selalu dibasahi oleh air liur, sehingga apabila terjadi kebakaran ataupun trauma maka otot pipi, bibir dan lidah terlebih dahulu mengalami kerusakan (Budi, 2014:43). Pada korban terbakar, didapatkan tubuh dengan posisi *pugilistic*. *Pugilistic* merupakan kontraksi otot-otot fleksor yang mengakibatkan ekstermitas atas mengambil sikap seperti posisi seorang petinju dengan posisi tangan terangkat, paha dan lutut yang juga fleksi sebagian atau seluruhnya. Pada posisi *pugilistic* bagian yang akan terbakar adalah posisi tangan melindungi wajah, sehingga bagian rongga mulut hanya akan terpapar suhu panas dari kobaran api (Murakami, dkk 2015:3). Gigi memiliki sifat individual serta tahan terhadap trauma, mekanis, asam dan panas yang tinggi. Suhu yang tinggi dapat mempengaruhi bentuk gigi, pada suhu 300<sup>0</sup>C (*Celcius*) menyebabkan enamel retak, suhu 400<sup>0</sup>C dapat mengakibatkan dentin retak dan mahkota pecah, hingga pada panas 500<sup>0</sup>C menyebabkan enamel mengelupas, namun gigi tidak akan hancur. Gigi akan menjadi abu bilamana dilakukan kremasi pada 1000<sup>0</sup>-1200<sup>0</sup>C. Sifat tersebut

merupakan sarana yang baik untuk identifikasi dan dapat dipercaya apabila rekam medis dibuat secara baik dan benar (Budi, 2014:43).

Identifikasi dengan sarana gigi dilakukan dengan cara membandingkan antara data gigi yang diperoleh dari pemeriksaan gigi jenazah dengan data gigi yang pernah dibuat sebelumnya dari orang yang diperkirakan, seperti ada tidaknya gigi yang ditambal, klasifikasi restorasi, serta jenis bahan restorasi pada korban yang dicurigai (Gazali, 2014:22). Bahan restorasi yang digunakan dapat dijadikan sebagai bantuan untuk mempercepat proses identifikasi korban selain menggunakan sidik jari dan DNA (Budi, 2014:45). Macam-macam restorasi yang digunakan, antara lain logam, keramik, amalgam serta komposit yang memiliki sifat tahan terhadap mekanis, kimia serta mencair pada panas yang tinggi (Anusavice, 2013:1).

Berdasarkan sifat mekanik, fisik, dan estetik, resin komposit lebih unggul dibanding dengan bahan tumpatan lainnya (Anusavice, 2013:177). Resin komposit semakin sering digunakan sebagai bahan restorasi karena memiliki kemampuan membangun ikatan dengan enamel dan dentin yang baik, serta memiliki stabilitas warna dan memiliki kemiripan warna dengan struktur gigi asli sehingga dapat digunakan di gigi anterior dan posterior (Hamouda dkk., 2012:238). Keunggulan lainnya adalah resin komposit tidak mudah abrasi, absorpsi cairan rendah, tekstur permukaannya dapat dipoles, dan ketahanan pemakaian sama dengan struktur gigi, namun selama pemakaian dapat mengalami perubahan warna (Dewi dkk., 2012:6).

Resin komposit terdiri dari beberapa tipe antara lain *microhybrid* dan *nanofiller* (Margeas, 2009:2; dan Goldfogel, 2004:1-4). *Microhybrid* dan *nanofiller* diperkenalkan dengan ukuran *filler* yang lebih kecil, namun keduanya memiliki perbedaan. Perbedaan dari kedua resin komposit tersebut terletak pada ukuran *filler* dan jumlah matrik resin (Sideridou dkk., 2011:606). Menurut Santana, dkk (2011:54), resin komposit *nanohybrid* dan *nanofiller* yang dipanaskan menggunakan alat *Thermogravimetric Analysis* (TGA) mengalami perubahan fisik berupa pengurangan berat pada resin komposit tersebut, hal ini terjadi akibat adanya efek degradasi berupa penguapan monomer yang tidak bereaksi pada resin komposit saat dipanaskan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis ingin mengetahui perbedaan perubahan dimensi dan perubahan warna resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* setelah dipanaskan pada suhu tinggi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- 1.2.1 Apakah terjadi perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* yang dilakukan pemanasan pada suhu tinggi?
- 1.2.2 Apakah ada perbedaan perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* yang dilakukan dengan pemanasan pada suhu tinggi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

- 1.3.1 Mengetahui perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna antara resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* akibat pemanasan suhu tinggi sebagai referensi identifikasi forensik.
- 1.3.2 Mengetahui perbandingan perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna antara resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* akibat pemanasan suhu tinggi.

## 1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan dan informasi bagi dokter gigi dibidang Odontologi Forensik dalam penentuan identitas korban terbakar.
- 1.4.2 Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan dan informasi bagi dokter gigi di bidang Konservasi Gigi.
- 1.4.3 Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pengetahuan dan informasi bagi dokter gigi dibidang Ilmu Bahan Kedokteran Gigi.

1.4.4 Sebagai data untuk penelitian lebih lanjut.



## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Odontologi forensik

Odontologi forensik tersusun dari paduan kata-kata yang berasal dari bahasa Yunani *odons* yang berarti gigi dan *logos* yang berarti ilmu pengetahuan, serta bahasa Romawi forensik yang berarti berhubungan dengan peradilan. Dengan demikian odontologi forensik berarti ilmu pengetahuan mengenai gigi untuk kepentingan peradilan (Gadro, 1999:196). Odontologi forensik adalah salah satu metode penentuan identitas individu yang telah dikenal sejak era sebelum masehi. Keandalan teknik identifikasi ini bukan saja disebabkan karena ketepatannya yang tinggi sehingga nyaris menyamai ketepatan teknik sidik jari, akan tetapi karena kenyataan bahwa gigi dan tulang adalah material biologis yang paling tahan terhadap perubahan lingkungan dan terlindung. Gigi merupakan sarana identifikasi yang dapat dipercaya apabila rekam medis dibuat secara baik dan benar (Muthi'ah, 2012:3).

Gigi geligi dalam rongga mulut merupakan bagian tubuh yang terkeras, memiliki sifat individual serta tahan terhadap suhu, kimia dan trauma. Posisi gigi geligi dalam mulut memiliki rangkaian jaringan yang secara anatomis, antropologis dan morfologis terlindungi dengan baik oleh otot pipi, bibir, lidah serta selalu dibasahi oleh air liur, sehingga jaringan tersebut yang terlebih dahulu mengalami kerusakan apabila terjadi kebakaran ataupun traum. Hal semacam ini dapat menjadi bagian yang sangat baik untuk sarana identifikasi, sehingga metode odontologi forensik memiliki derajat ketepatan sangat tinggi hampir sama dengan sidik jari (Budi, 2014:41).

Geligi yang rusak dapat dirawat melalui tambalan atau pembuatan restorasi gigi. Macam-macam restorasi yang digunakan, antara lain logam, keramik dan komposit. Diantara bahan-bahan tersebut, komposit memiliki sifat tahan terhadap mekanis, kimia serta mencair pada suhu yang tinggi yang paling baik (Anusavice, 2013:1). Identifikasi dengan sarana gigi dilakukan dengan cara membandingkan data *dental*

*record* seperti ada tidaknya gigi yang ditambal, klasifikasi restorasi, serta bahan restorasi pada korban yang dicurigai (Sara, 1999:197).

## 2.2. Resin komposit

Resin komposit merupakan tumpatan sewarna gigi yang merupakan gabungan atau kombinasi dua atau lebih bahan kimia berbeda dengan sifat-sifat unggul atau lebih baik dari pada bahan itu berdiri sendiri (Masdy, 2014:6). Resin komposit semakin sering digunakan untuk pemulihan fungsi gigi karena memiliki estetika yang baik dan memiliki kemampuan yang baik untuk membangun ikatan dentin dan enamel (Hamouda, 2012:238). Resin komposit umumnya terdiri dari tiga bahan utama, antara lain yaitu matrik resin atau fase organik, *filler* (bahan pengisi), dan bahan *coupling* untuk menyatukan *filler* ke matrik resin (Zimmerli dkk., 2010:973). Selain bahan utama tersebut, diperlukan tambahan komponen lain untuk meningkatkan efektivitas dan ketahanan. Aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin, serta komposit harus mengandung pigmen untuk memperoleh warna yang cocok dengan struktur gigi (Annusavice, 2013:279).

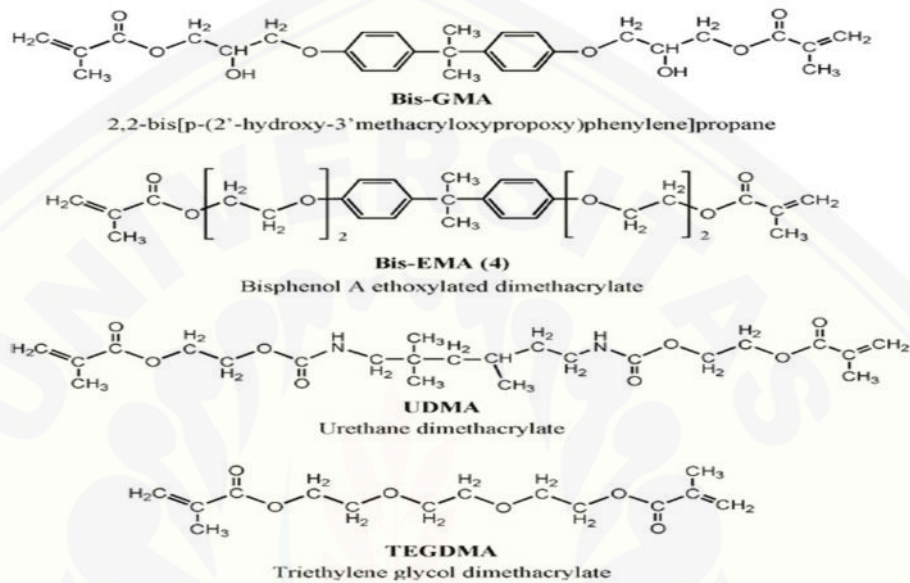
### 2.2.1 Komposisi Resin komposit

#### a. Matrik resin

Resin adalah komponen aktif dalam komposit yang berbentuk monomer cair (Endang, 2014:6). Monomer yang umumnya dipakai adalah *bisphenol-Aglycidyl dimethacrylate* (Bis-GMA) dan *urethane dimethacrylate* (UDMA) karena dapat meningkatkan kekakuan dan kekuatan tekan, serta menurunkan penyerapan air (LeSage, 2007:360). Karena sangat kental, Bis-GMA dicampur dengan Short-chaine seperti *triethylenglycol-dimethacrylate* (TEGDMA) yang merupakan *comonomer* yang berfungsi untuk mengontrol viskositas material yang tidak tercampur (McCabe dkk., 2008:197). Monomer lain yang dianggap sebagai pengendali viskositas, seperti *etilen glikol dimetakrilat* (EGDMA), *metil metakrilat* (MMA) atau *urethane dimetakrilat* (UDMA). Penurunan konten Bis-GMA dan kenaikan proporsi



TEGDMA maka akan menaikkan penyusutan polimerisasi yang tinggi (Brigitte dkk., 2010:973). Selain monomer, bahan tambahan lain ditambahkan dalam matrik resin termasuk sistem aktivator-inisiator, pigmen dan penghambat (Annusavice, 2013:279)



Gambar 2.1. Resin matrik organik

b. *Filler*

Partikel *filler* (bahan pengisi) adalah material anorganik yang ditambahkan pada matrik resin (Andari, 2014:9). *Filler* yang dimasukkan dalam matrik resin, secara nyata dapat meningkatkan sifat bahan matrik bila partikel benar-benar berikatan baik dengan matrik. Partikel Pengisi umumnya dihasilkan dari penggilingan atau pengolahan kaca dan *quartz* untuk menghasilkan partikel silika koloidal kira-kira 0,04  $\mu\text{m}$  dan partikel yang berkisar dari 0,1-100  $\mu\text{m}$  (Annusavice, 2013:281). Penambahan *filler* sebagian besar untuk menentukan sifat mekanik dari bahan restorasi. Dengan adanya peningkatan konten *filler* maka penyusutan polimerisasi, koefisiensi linier ekspansi dan absorpsi air akan berkurang, kekuatan tekan, modulus elastisitas dan daya tahan keausan umumnya meningkat (Zimmerli dkk., 2010:973). Pengisi utama dalam *filler* adalah *quartz* berupa silikon dioksida, silikat boron dan

lithium silikat aluminiu. Dalam banyak komposit, bahan *quartz* sebagian digantikan oleh kaca yang mengandung partikel logam berat seperti barium, strontium, seng, aluminium atau zirkonium (García dkk., 2006:217). Adanya barium, strontium, seng, aluminium atau zirkonium akan membuat komposit lebih radiopak (O'Brien dkk., 2002:115).

c. Bahan *coupling*

Bahan *coupling* merupakan bahan pengikat antara dua komposit yaitu resin matrik dan *filler*. Aplikasi bahan *coupling* yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanik dan fisik serta memberikan kestabilan hidrolitik dengan mencegah air menembus sepanjang antar-muka bahan pengisi dan resin (Anusavice, 2013:231). Untuk mendapatkan sifat komposit yang baik, ikatan yang baik harus membentuk antara pengisi organik dan anorganik oligmer selama pembentukannya (Sakaguchi dkk., 2012:169). Bahan *coupling* digunakan untuk memperkuat ikatan yang terjadi antara *filler* dan matrik resin dengan cara bereaksi secara kimia dengan keduanya (Masdy, 2008:8). Bahan *coupling* yang umumnya digunakan adalah senyawa silika organik yang biasa disebut dengan silane (Sakaguchi dkk., 2012:169).

d. Inisiator dan Aktivator

Monomer metil metakrilat dan dimetil metakrilat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas. Radikal bebas dapat berasal dari pengaktifan energi eksternal (sinar atau panas) dan aktivasi kimia (Annusvience, 2013:290). Resin komposit yang diaktifkan dengan sinar menggunakan sinar biru dengan panjang gelombang 465 nm dan diabsorpsi oleh *photo-sensitizer* seperti *chomporoquinone*. Reaksinya dipercepat oleh aktivator *amine* yang mengandung ikatan karbon ganda (Sakaguchi dan Powers, 2012:170).

### 2.2.2 Klasifikasi Resin Komposit

Resin komposit dibagi oleh beberapa klasifikasi resin komposit. Klasifikasi yang sangat populer sampai sekarang, yaitu didasarkan pada ukuran partikel *filler*. Para penulis ini membagi resin komposit ke komposit *macrofiller* (partikel 0,1- 100

$\mu$ ), komposit *microfiller* (0,04  $\mu$  partikel) dan komposit *hybrid* (pengisi dengan ukuran yang berbeda). Klasifikasi yang lebih rinci dikemukakan oleh Willems dkk, didasarkan pada sejumlah parameter seperti Modulus Young, berdasarkan jumlah (berdasarkan volume) *filler*, ukuran partikel utama, kekasaran permukaan dan tegangan tekanan (Masdy, 2008:9). Dari sejumlah klasifikasi yang telah ada, resin komposit *microhybrid* dan resin komposit *nanofiller* memiliki keunggulan dibanding dengan komposit yang lain (Moezzyzadeh, 2012:24). Baru-baru ini dengan pengenalan nanoteknologi dalam kedokteran gigi, dikenalkan resin komposit baru yang sudah meluas dipasar kedokteran gigi, yang disebut *nanocomposites* atau *nanofiller* (Silva dkk.,2008:161). Resin komposit *nanofiller* diperkenalkan karena memiliki banyak keuntungan dari segi aplikasi dan prognosis jangka panjang (Moezzyzadeh, 2012:25).

a. Resin komposit *microhybrid*

Resin komposit *microhybrid* adalah hasil perkembangan dari resin komposit *hybrid* (Masdy, 2014:2). *Microhybrid* merupakan kombinasi dari *microfiler* dan *fine* partikel. Komposit ini disebut demikian karena partikelnya mengandung sejumlah logam berat yang dihaluskan dan bahan tersebut lebih radiopak dibandingkan email (Annusavice, 2003:243). Komposit ini mengandung *filer* 77%-84% dari berat total (LeSage, 2007:361). *Microhybrid* mengandung silika dioksida dengan ukuran partikel 0,04-0,1  $\mu\text{m}$ , dan mengandung 0,4-0,6  $\mu\text{m}$  gelas partikel (Margeas, 2009). Ukuran dan jumlah *filler* dalam resin komposit ini dapat meningkatkan sifat mekanisnya dan mengurangi *shrinkage* saat polimerisasi (Masdy, 2014:3). Komposit *microhybrid* menunjukkan banyak keuntungan secara fisik maupun sifat mekaniknya (Moezzyzadeh, 2012:24). *Microhybrid* memiliki kekuatan yang tinggi dibandingkan dengan *microfiler* yang lebih rentan terhadap fraktur (Goldfogel, 2004:2).

Sifat karakteristik *microhybrid* adalah adanya ketersediaan berbagai macam warna dan kemampuan untuk meniru struktur gigi, berkurangnya penyusutan saat penyinaran, penyerapan air rendah, polishing dan texturing yang sangat baik, abrasi

dan keausan sangat mirip dengan struktur gigi, memiliki ekspansi koefisien thermal yang sama dengan gigi dan formula universal untuk kedua sektor yaitu anterior dan posterior (Adela dkk., 2006:218). *Microhybrid* memiliki penyusutan polimerisasi rendah yaitu 0,6 %-1.4%, koefisien ekspansi termal yaitu 20-40 ( $^{\circ}\text{C}\times 10^6$ ), nilai penyerapan air rendah, kekuatan lentur yang lebih tinggi (150 MPa), dan kekerasan *Knoop* lebih tinggi (50-60). Penambahan pengeras resin membuat resin komposit *microhybrid* memiliki derajat kehalusan dan kemampuan polis yang lebih baik dibanding *hybrid*. Restorasi resin komposit *microhybrid* umumnya bertahan selama 10 tahun dan warnanya stabil. Resin komposit *microhybrid* merupakan bahan klinis yang sangat baik karena kekuatan, warna, kemampuan polis dan metamorfosisnya. Selain resistensi yang sangat baik, bahan ini juga mudah dipolis dan resisten terhadap plak dan *stain* (O'Brien, 2002:118).

b. Resin komposit *Nanofiller*

Dikemajuan di bidang nanoteknologi, jenis bahan baru dari resin komposit bernama nanokomposit telah diperkenalkan ke pasar bahan gigi (Khurshid dkk., 2015:721). *Nanofiller* merupakan nanokomposit yang memiliki kombinasi sifat menguntungkan dari resin komposit *hybrid* dan resin komposit *mikrofiller*. Bahan tersebut juga menunjukkan sifat estetika yang optimal dan karena itu adalah kombinasi yang baik bila digunakan untuk restorasi anterior. Di saat yang sama, bahan tersebut menunjukkan keserasian di sifat mekanik yang membuat mereka menjadi alternatif yang baik untuk restorasi posterior. Gabungan resin komposit tersebut diproduksi menggunakan nanoteknologi yang memiliki kemampuan polish dan retensi polish yang mirip dengan *mikrofiller*. Sifat fisik dan ketahanan aus sebanding dengan resin komposit *hybrid* (Moezzyzadeh, 2012:25).

Resin komposit *nanofiller* terdiri dari partikel bahan pengisi nanomer dan *nanocluster*. Nanomer adalah partikel *non-agglomerated* yang berukuran 20-75 nm, sedangkan *nanocluster* adalah ikatan longgar partikel agglomerated ukuran nano (Hamouda dan Elkader, 2012:238). Banyak *filler* adalah 63% vol dari keseluruhan

volumenya, yaitu kombinasi dari agregat zirconia/silica cluster dengan ukuran partikel 0,6-1,4 $\mu$ m dengan ukuran partikel utama 5-20nm dan *non-agglomerat* dengan ukuran partikelnya yaitu 20nm, yang selebihnya yaitu berisi polimeric matrik berupa Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, dan TEGDMA (Silva dkk., 2008:161-162). *Filler* dalam resin komposit *nanofiller* ini mengisi 78,5% wt dari seluruh beratnya dengan komposisi (Sakaguchi dkk, 2012:163). Dengan dimensi partikel yang lebih kecil, kandungan *filler* dapat ditingkatkan sehingga mengurangi penyusutan pada saat polimerisasi dan meningkatkan sifat mekanis resin komposit (Mozartha dkk., 2010:30). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa komposit resin ini memiliki sifat mekanik yang baik (Silva dkk., 2008:161-162).

Pada resin komposit *nanofiller*, peningkatan sifat fisik dipengaruhi oleh peningkatan interaksi antara matrik resin dan partikel *filler* (Mirsasaani dkk., 2011:462). Resin komposit *nanofiller* memiliki kekuatan tekan hampir sama dengan enamel, serta sifat mekanis dan fisiknya juga lebih baik daripada resin komposit dengan bahan pengisi lain (Andari, 2014:11). Resin komposit *nanofiller* memiliki kekuatan lentur 150-165 Mpa dan memiliki kekuatan tekan sebesar 350-400 Mpa, hampir sama dengan kekuatan tekan enamel yaitu sebesar 384 Mpa dan resin komposit *nanofiller* ini memiliki kekuatan patah sebesar 1,5-1,9 K1c (3M ESPE, 2005:23-25). Kekuatan tekan resin komposit dipengaruhi oleh jumlah dan jenis partikel *filler* (Moezzyzadeh, 2012:25). Karena kekuatan tekan dan berkurangnya penyusutan dari resin komposit *nanofiller* baik, maka resin komposit *nanofiller* kini sudah banyak digunakan untuk tumpatan gigi posterior (Keith, 2010:1213).

### 2.2.3 Perubahan warna resin komposit

Warna memiliki peran penting untuk mendapatkan tingkat estetik yang optimum. Syarat bahan tambal estetik salah satunya adalah harus sesuai dengan gigi asli. Bahan tambal estetik juga harus mampu menjaga stabilitas warna dalam jangka waktu yang lama. Kekurangan resin komposit adalah dapat berubah warna bila terpapar zat pewarna (Hermanegara, 2014:3)

Perubahan warna pada resin komposit dapat terjadi karena faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik berasal dari material resin komposit itu sendiri, berupa perubahan warna yang terjadi pada matrik resin atau pada celah penghubung matrik dan filler. Faktor ekstrinsik berasal dari terakumulasinya plak dan *staining* akibat penetrasi zat warna dari kontaminasi eksogen. Derajat perubahan warna eksogen dipengaruhi oleh kebersihan mulut, makanan dan minuman yang dikonsumsi, dan kebiasaan merokok (Dewi dkk., 2011:5-6).

Perubahan warna juga bisa terjadi karena oksidasi dan akibat dari penggantian air dalam polimer matrik. Matrik resin mempunyai kemampuan untuk menyerap zat warna sehingga dapat mempengaruhi stabilitas warna dari resin komposit. Selain itu matrik resin juga dapat menyerap warna dari zat pewarna makanan atau minuman sehingga dalam jangka waktu yang lama resin komposit dapat mengalami perubahan warna. Perubahan warna restorasi resin komposit juga dapat disebabkan karena faktor – faktor yang berhubungan dengan perlakuan akhir pada permukaan bahan restorasi. Sejumlah peneliti sebelumnya melaporkan bahwa stabilitas warna resin komposit dapat dipengaruhi oleh tindakan *polishing* permukaan yang berbeda (Suratman, 2014:18).

#### 2.2.4 Pengurangan berat

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Santana dkk., (2011:54), menyebutkan bahwa pada resin komposit yang dilakukan pemanasan terjadi perubahan fisik berupa pengurangan berat akibat adanya degradasi. Degradasi yang terjadi merupakan penguapan monomer yang tidak bereaksi dari resin komposit. Monomer (matrik resin) komposit yang sering dipakai adalah Bis-GMA dan bis-EMA, TEGDMA, dan UDMA. Kedua resin Bis-GMA dan UDMA digunakan sebagai basis, sementara TEGDMA dan UDMA digunakan sebagai pengencer untuk mengurangi kekentalan terutama bis-GMA. Perbedaan struktur kimia dari resin dapat mempengaruhi perilaku degradasi resin komposit (Achilias dkk., 2008:82). Bis-GMA dan bis-EMA menunjukkan satu langkah mekanisme degradasi, dengan masing-

masing pada suhu  $415^{\circ}\text{C}$  dan  $424^{\circ}\text{C}$ , sedangkan pada TEGDMA dan UDMA bertentangan, kedua resin ini menunjukkan dua langkah degradasi dengan tingkat maksimum pada  $306^{\circ}\text{C}$  dan  $403^{\circ}\text{C}$  untuk TEGDMA dan  $357^{\circ}\text{C}$  dan  $444^{\circ}\text{C}$  untuk UDMA (Sideridou dkk., 2011:606).

#### 2.2.5 Proses pemanasan

Pemanasan merupakan proses memanaskan bahan. Pemanasan suatu bahan yang melibatkan oksigen disebut pembakaran. Proses pembakaran adalah reaksi yang sangat cepat antara bahan bakar dengan oksider untuk menghasilkan produk. Dalam hal ini oksider adalah udara. Udara terdiri atas 21 % oksigen dan 79 % nitrogen (basis molal). Persyaratan terjadinya pembakaran sempurna apabila:

- a. Semua Carbon C yang terdapat di dalam bahan bakar menjadi  $\text{CO}_2$  di dalam produk
- b. Semua Hidrogen H yang terdapat dalam bahan bakar menjadi  $\text{H}_2\text{O}$  di dalam produk

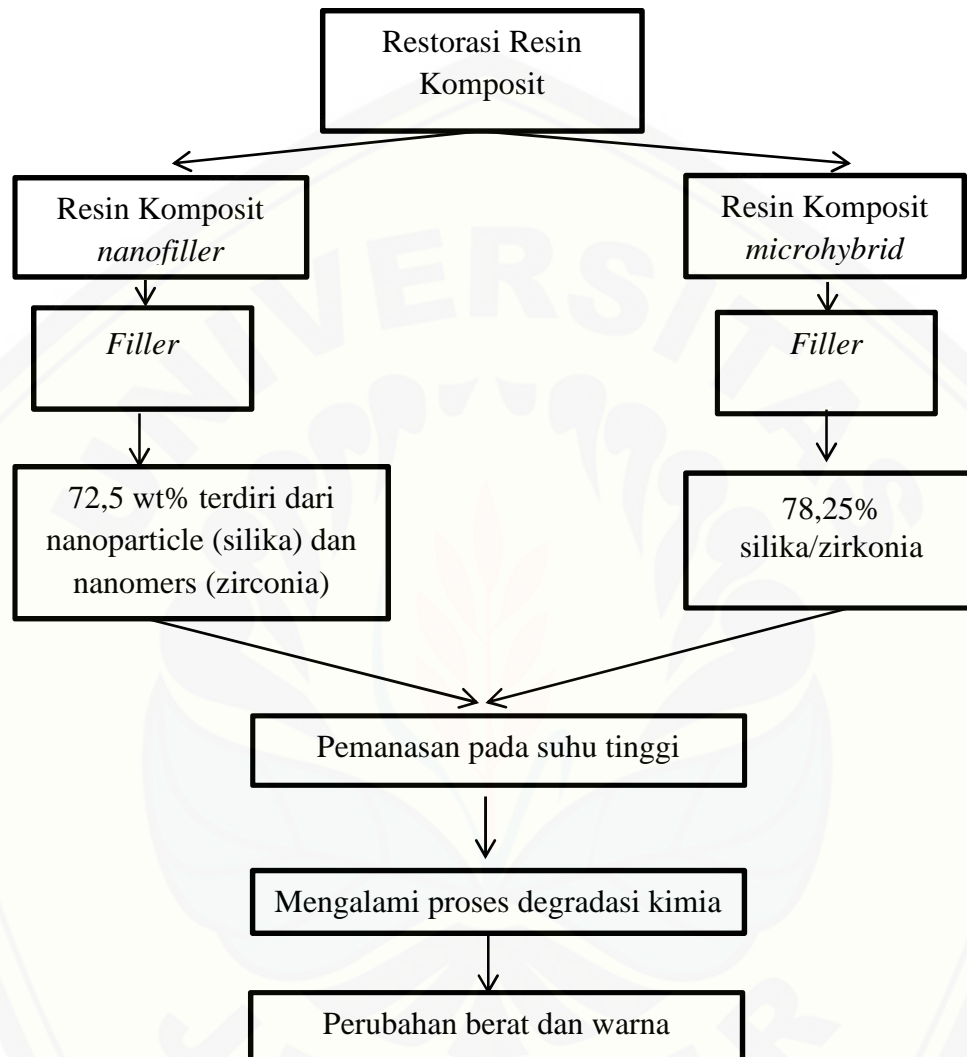
Berdasarkan keterangan tersebut terlihat bahwa unsur karbon dan hidrogen yang terkandung dalam bahan bakar sangat menentukan kebutuhan udara pembakaran. Zat-zat ada yang mempunyai sifat dapat terbakar, dan sifat tidak dapat terbakar. Setiap zat yang dapat terbakar akan memiliki titik bakarnya masing-masing. Suatu zat akan terbakar dengan sendirinya apabila zat mencapai titik bakarnya karena pemanasan. Zat yang terbakar sesungguhnya melibatkan reaksi antara zat itu dengan gas oksigen ( $\text{O}_2$ ). Oleh karena itu peristiwa pembakaran hanya dapat terjadi karena adanya dua faktor, yaitu faktor bahan (zat) yang dapat terbakar dan faktor adanya gas oksigen. Zat apa saja yang dapat terbakar (atau teroksidasi) dengan melepaskan sejumlah kalor disebut bahan bakar. Bahan bakar akan terbakar setelah mencapai titik bakarnya (Patabang, 2009:279).

### 2.2.6 Derajat Luka Bakar

Luka bakar dapat di klasifikasikan berdasarkan luas luka bakar dan derajat luka bakarnya. Luka bakar dapat diklasifikasikan menjadi IV derajat luka bakar. Pada luka bakar derajat I, kerusakan hanya terjadi pada permukaan kulit. Kulit akan tampak kemerahan, tidak ada bulla, sedikit oedem dan nyeri, serta tidak menimbulkan jaringan parut setelah sembuh. Luka derajat II mengenai sebagian dari ketebalan kulit yang melibatkan sebagian dan semua epidermis. Pada kulit bakar III, kerusakan terjadi pada semua lapisan kulit dan nekrosis. Lesi tampak putih dan kulit kehilangan sensasi rasa, dan akan menimbulkan jaringan parut setelah luka sembuh. Luka bakar derajat IV disebut *Charring Injury*. pada kulit bakar ini akan tampak hitam seperti arang karena terbakarnya jaringan. Terjadi kerusakan seluruh kulit dan jaringan subkutan begitu pula pada tulang akan gosong (Sabiston, 1995:442).



### 2.3. Kerangka Konsep



### 2.4. Hipotesis

Terdapat perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan perubahan warna pada resin komposit yang dipanaskan pada suhu tinggi.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan penelitian *the post test only control group design*.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2016, bertempat di:

- a. Klinik Konservasi Gigi Fakultas kedokteran Gigi Universitas Jember untuk tempat pembuatan sampel.
- b. Laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember untuk pemanasan bahan dengan oven dan penimbangan berat sampel.

### 3.3 Variabel Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Perubahan dimensi berupa perubahan berat dan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*

#### 3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Proses *curing* selama 20 detik
- b. Bentuk sampel (bulat) dan ukuran sampel (diameter 3 mm dan ketebalan 2 mm)
- c. Suhu pemanasan sampel
- d. Resin komposit *nanofiller* dan resin komposit *microhybrid* dengan shade A2.

### 3.4 Definisi Operasional

#### 3.4.1 Pemanasan

Pemanasan merupakan proses memanaskan resin komposit pada resin komposit pada suhu 32<sup>0</sup>C-319<sup>0</sup>C, 32<sup>0</sup>C-412<sup>0</sup>C, 32<sup>0</sup>C-800<sup>0</sup>C dengan menggunakan alat pemanas (Oven) *Miditherm* dari Jerman.

#### 3.4.2 Perubahan dimensi

Perubahan dimensi merupakan perubahan yang terjadi pada resin komposit setelah dilakukan pemanasan. Perubahan fisik yang diamati berupa perubahan warna dan pengurangan berat resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*.

#### 3.4.3 Perubahan warna

Perubahan warna merupakan perubahan yang terjadi pada resin komposit antara sebelum dan sesudah dilakukan pemanasan yang disesuaikan dengan *shade guide*.

#### 3.4.4 Pengurangan berat

Pengurangan berat merupakan selisih antara berat awal resin komposit sebelum dilakukan pemanasan dan setelah dilakukan pemanasan yang diukur dengan cara ditimbang menggunakan timbangan digital (mg).

### 3.5 Sampel Penelitian

#### 3.5.1 Kriteria Sampel

Kriteria sampel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Sampel berbentuk bulat dengan ukuran : diameter 3 mm dan tebal 2 mm yang sudah di *curing* (Santana dkk., 2011:50)
- b. Berat sampel dibatasi 43 mg - 46 mg

#### 3.5.2 Besar Sampel

Besar sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah berdasarkan rumus Steel dan Torrie (1995:145-147) didapatkan besar sampel sebanyak 8 setiap kelompok perlakuan (lampiran A). Pada penelitian ini besar sampel keseluruhan adalah 48 sampel.

### 3.5.3 Pembagian Kelompok Sampel

Sampel dibagi menjadi 2 kelompok perlakuan yaitu kelompok A dan kelompok B. Kelompok A untuk komposit *nanofiller* yang masing-masing dibagi lagi menjadi 3 kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari 8 sampel. Kelompok B untuk komposit *microhybrid* yang masing-masing dibagi lagi menjadi 3 kelompok perlakuan yang masing-masing terdiri dari 8 sampel. Pembagian kelompok sampel sebagai berikut :

- a. Kelompok A1 = resin komposit *nanofiller* dengan pemanasan pada suhu 32°C-319° C (8 sampel)
- b. Kelompok A2 = resin komposit *nanofiller* dengan pemanasan pada suhu 32°C-412° C (8 sampel)
- c. Kelompok A3 = resin komposit *nanofiller* dengan pemanasan pada suhu 32°C- 800° C (8 sampel)
- d. Kelompok B1 = resin komposit *microhybrid* dengan pemanasan pada suhu 32°C-319° C (8 sampel)
- e. Kelompok B2 = resin komposit *microhybrid* dengan pemanasan pada suhu 32°C-412° C (8 sampel)
- f. Kelompok B3 = resin komposit *microhybrid* dengan pemanasan pada suhu 32°C-800° C (8 sampel)

## 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.6.1 Alat

- a. *Light-Emitting Diode (LED )curing unit* (Litex 680A, Denta America)
- b. *Syringe insulin* Plat kuningan
- c. Alas pemanas (keramik)
- d. *Shade guide Vitapan Classical*
- e. *Shade guide microhybrid* (3M ESPE Filtek™ Z250 XT)
- f. Timbangan digital (mg)
- g. Oven *Miditherm*

- h. *Handscoon*
- i. Beban timbangan
- j. Cetakan kuningan
- k. Semen stoper
- l. Sonde lurus *Cutter*
- m. *Plastic filling instrument*
- n. Gunting
- o. *Cutter*

### 3.6.2 Bahan

- a. Resin komposit *nanofiller* (3M ESPE Filtek™ Z350 XT)
- b. Resin komposit *microhybrid* (3M ESPE Filtek™ Z250 XT)
- c. *Celluloid strip*
- d. Kertas Label

## 3.7 Prosedur Penelitian

### 3.7.1 Tahap Persiapan Cetakan

- a. Cetakan berupa cincin plastik yang terbuat dari tutup *syringe insulin* yang memiliki diameter 3 mm kemudian dipotong-potong dengan ukuran 2 mm (gambar 3.1).
- b. Cincin plastik yang telah dipotong dimasukkan ke lubang plat kuningan (gambar 3.1).



(a)



(b)



(c)

Gambar 3.1 (a) Pemotongan cetakan sampel menggunakan tutup *syringe insulin*  
(b) Cetakan yang sudah dipotong (c) Cetakan sampel dimasukkan kedalam lubang plat kuningan

### 3.7.2 Tahap Pembuatan Sampel Resin Komposit

- a. Dasar lubang pada plat kuningan dilapisi dengan *celluloid strip*, selanjutnya resin komposit dimasukkan ke dalam cetakan plat kuningan menggunakan *plastic filling instrument* sedikit demi sedikit, setelahnya dilakukan pemadatan menggunakan semen stoper. Pengisian dilakukan hingga cetakan terisi penuh dan padat (gambar 3.2).



Gambar 3.2 Resin komposit dimasukkan dalam plat kuningan.

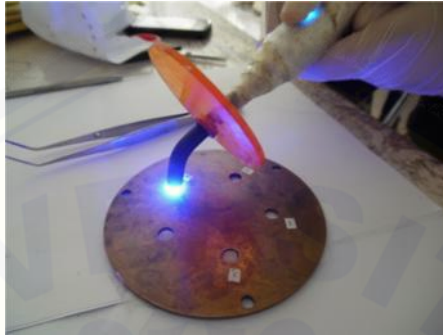
- b. Cetakan yang telah diisi resin komposit pada bagian atasnya dilapisi dengan *celluloid strip*, kemudian diberi beban menggunakan anak timbangan seberat 1 kg selama 30 detik, hal ini dilakukan untuk memampatkan bahan (Tonetto dkk., 2011 : 267) (gambar 3.3).



Gambar 3.3 Cetakan yang terisi ditimpa dengan anak timbangan seberat 1 kg.

- c. Setelah 30 detik, beban timbangan seberat 1 kg, plat kuningan bagian atas, dan *celluloid strip* bagian atas diangkat. Apabila ada kelebihan bahan, kelebihan bahan diambil menggunakan *plastis filling instrument*.
- d. Resin komposit dalam cetakan disinari menggunakan *light-emitting diode (LED) curing unit* (panjang gelombang 465 nm) pada sisi bagian atas dengan ujung permukaan alat menempel pada permukaan resin komposit dan membentuk

bidang tegak lurus dengan permukaan cincin plastik dan lama penyinaran adalah 20 detik (Roberson dkk., 2006 : 208 (gambar 3.4).



Gambar 3.4. Penyinaran resin komposit dengan *light-emiting diode (LED) curing unit*.

- e. Resin komposit dilepas dari cetakan menggunakan semen stoper.

### 3.7.3 Tahap Pemanasan Sampel

- a. Sampel pada setiap kelompok ditimbang terlebih dahulu menggunakan timbangan digital (mg) sebelum dilakukan pemanasan (Gambar 3.5 a).
- b. Oven disiapkan dan dipanaskan dengan suhu awal yaitu 32°C (Gambar 3.5 c), kelompok A1 dan B1 diletakkan ke dalam oven (*Miditherm*), kemudian dipanaskan hingga suhu 319°C. Setelah mencapai suhu 319°C (Gambar 3.5 d) oven dimatikan, lalu sampel dikeluarkan dari oven dan tunggu hingga dingin kurang lebih 10 menit. Setelah dingin dilihat perubahan warna dan sampel ditimbang menggunakan timbangan digital (mg).





(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3.5 (a) Penimbangan sampel sebelum dipanaskan (b) Kelompok sampel resin komposit *nanofiller* dan resin komposit *microhybrid* (c) Pemanasan dimulai dengan suhu ruang yaitu 32°C (d) Pemanasan pertama hingga suhu 319°C

- c. Selanjutnya oven dikembalikan pada suhu awal yaitu 32°C. Kemudian Kelompok A2 dan B2 diletakkan ke dalam oven (*Miditherm*), kemudian dipanaskan hingga suhu 412°C (Gambar 3.6 b). Setelah mencapai suhu 412°C oven dimatikan, lalu sampel dikeluarkan dari oven dan tunggu hingga dingin kurang lebih 10 menit. Setelah dingin dilihat perubahan warna dan sampel ditimbang menggunakan timbangan digital (mg).



Gambar 3.6 (a) Kelompok sampel resin komposit *nanofiller* (A2) dan resin komposit *microhybrid* (B2) (b) Pemanasan hingga suhu 412°C

- d. Oven diatur kembali pada suhu awal yaitu 32°C. Kelompok A3 dan B3 diletakkan ke dalam oven (*MidiTherm*), kemudian dipanaskan hingga suhu 800°C. Setelah mencapai suhu 800°C (Gambar 3.7 b) oven dimatikan, lalu sampel dikeluarkan dari oven dan tunggu hingga dingin kurang lebih 10 menit. Setelah dingin dilihat perubahan warna dan sampel ditimbang menggunakan timbangan digital (mg).



Gambar 3.7 (a) Kelompok sampel resin komposit *nanofiller* (A3) dan resin komposit *microhybrid* (B3) (b) Pemanasan hingga suhu 800°C

#### 3.7.4 Tahap Penghitungan Berat Resin Komposit

Tahap ini dilakukan dengan menghitung selisih berat antara resin komposit sebelum dipanaskan dan sesudah dilakukan pemanasan dengan timbangan digital (mg).

#### 3.7.5 Tahap Pengamatan Warna Resin Komposit

- a. Pengamatan warna dilakukan sebelum dan sesudah resin komposit dipanaskan pada suhu  $32^{\circ}\text{C}$ - $319^{\circ}\text{C}$ ,  $32^{\circ}\text{C}$ - $412^{\circ}\text{C}$ , dan  $32^{\circ}\text{C}$ - $800^{\circ}\text{C}$  dan dicocokkan menggunakan *shade guide* dari resin komposit 3M ESPE.
- b. Pencocokan warna dilakukan di ruangan dengan pencahayaan yang sama hingga akhir pengamatan, agar mendapat pencahayaan yang sama peneliti melakukan penelitian dengan jam yang sama, di ruangan yang sama, di bawah sinar lampu yang berjarak 5 meter ke arah sampel yang akan diteliti serta tidak terpapar cahaya matahari secara langsung (Brandao dkk., 2007:914 dan Sharda dkk., 2014:90).
- c. Pencocokan warna dilakukan oleh 3 orang yang berbeda dengan kriteria, tidak buta warna, sehat jasmani dan rohani serta dapat membedakan warna dengan baik.
- d. Perubahan warna yang terjadi dicatat dan dianalisis secara diskriptif.

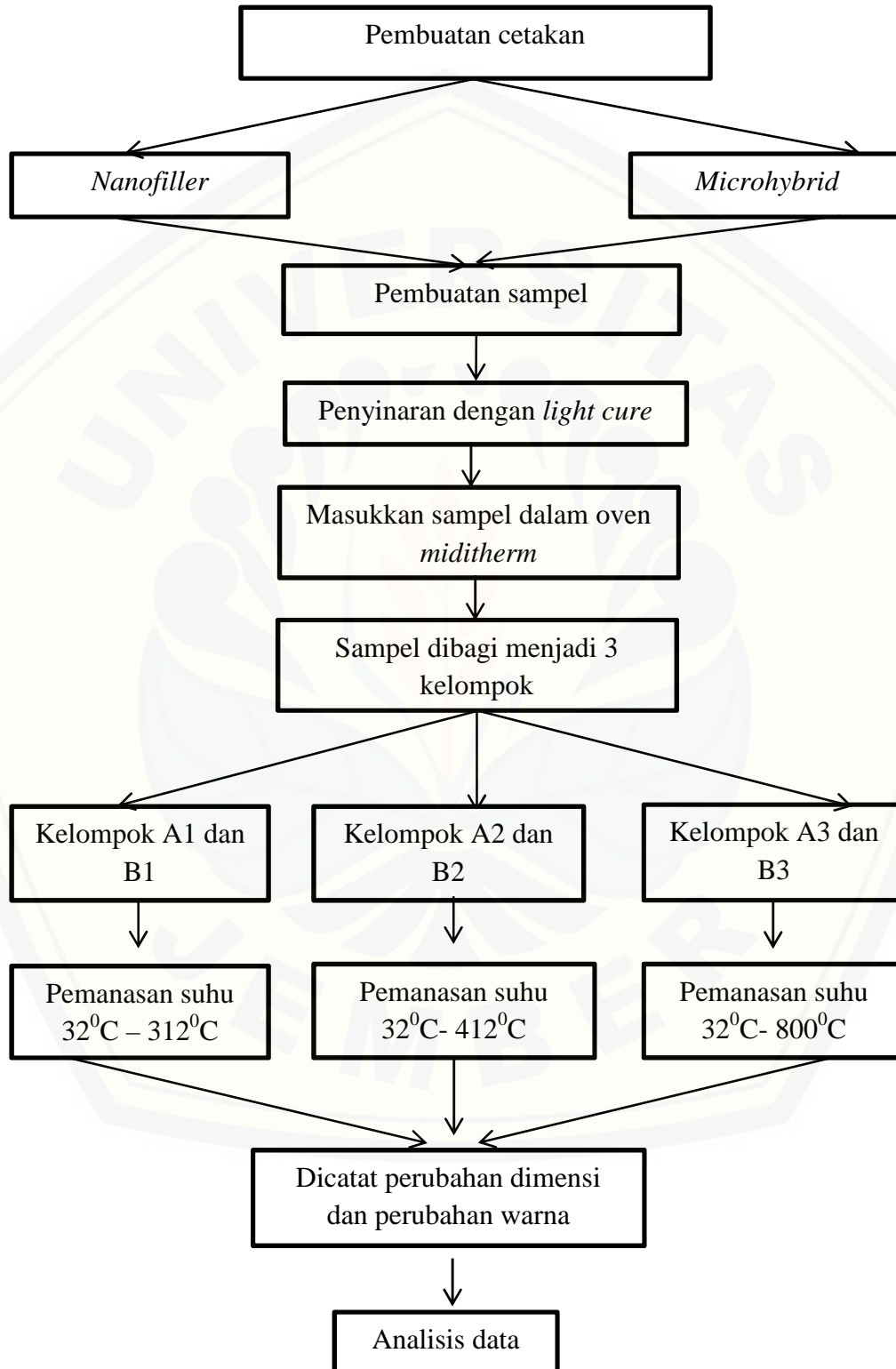
### 3.8 Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini terdapat 2 hasil analisa data yaitu pada perubahan dimensi berupa penurunan berat berupa kuantitatif karena merupakan data ratio. Data hasil penelitian dari perubahan dimensi pada kelompok penelitian dilakukan uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan *Levene test*. Jika pada kedua uji tersebut menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen ( $p > 0,05$ ), maka dilanjutkan uji statistik parametrik *two way anova*. Kemudian dilakukan uji beda menggunakan *Post Hoc LSD* untuk mengetahui perbedaan masing-masing kelompok. Apabila semua data yang diperoleh

tidak terdistribusi normal dan atau tidak homogen, maka dilanjutkan dengan uji statistik nonparametrik *Friedman test*. Analisis yang kedua yaitu pada perubahan warna, data diperoleh dan dianalisa secara deskriptif karena hasil data berupa kualitatif.



### 3.9 Alur Penelitian



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Uji pemanasan suhu tinggi dapat mempengaruhi perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*.
- b. Perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* memiliki pola perubahan warna yang sama saat dipanaskan pada suhu tinggi, akan tetapi terdapat perbedaan perubahan dimensi berat yang signifikan pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* ketika dipanaskan pada suhu tinggi.
- c. Perubahan dimensi berupa pengurangan berat dan warna pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid* setelah dilakukan pemanasan suhu tinggi, dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan identitas korban terbakar dalam dunia forensik.

### 5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan sampel gigi yang direstorasi menggunakan resin komposit dengan pemanasan suhu tinggi, untuk mengetahui perubahan pada bahan restorasi yang ditumpatkan pada sampel gigi.
- b. Perlu dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan metode pemanasan lain untuk menentukan perubahan fisik pada resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*.

**DAFTAR BACAAN**

- Annusavice, K. J., Shen C., dan Rawl H. R. 2013. *Philiph's Science of Dental materials. Edisi 12*. China.
- Achilias, D. S., Maria, M. K., dan Irini, D. S. 2008. Thermal degradation of light-cured dimethacrylate resins Part I. Isoconversional kinetic analysis. *Thermochimica Acta* 598-607 (27).
- Blackham, J. T., Vandewalle, W., dan Lien. 2009. *Properties of Hybrid Resin Composite Systems Containing Prepolymerized Filler Particles. Operative Dentistry*.
- Brando, R. B., Carmen, C.S., Martin, Alma, B.C.E.B., Catirse, Mrcio, D. C. S., Martin, P. E., dan Marco, A. G. 2007. Heat Induced Changes to Dental Resin Composites: A Reference in Forensic Investigations. *J Forensic Sci* 52 (4).
- Budi, A. T. 2014. Peran restorasi gigi dalam proses identifikasi korban (The role of dental restoration in victim identification). *Jurnal PDGI* 63 (2).
- Chan, K. H. S., Yanje, M., Harry, K., Keith C. T. T., Desmond, N., dan Jimmy, C. M. H. 2010. *Resin Composite Filling. Materials*.
- Dewi, S.K., Anita, Y., dan Elly, U. 2011. Evaluasi Perubahn Warna Resin Komposit Hybrid Setelah Direndam Obat Kumur. *Jurnal PDGI*. 60 (1).
- García, A. H., Miguel, A. M. L., Jose, C. V., Amaya, B. E., dan Pablo, F. G. 2006. A Review of the Materials and Clinical Indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucali* 11:15-20.
- Gazali, M. G. 2014. *Peran Dokter Gigi Dalam Identifikasi Forensik*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Makassar. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin .
- Gardo, S. A. 1999. Peran Odontologi Forensik Sebagai Salah Satu Sarana Pemeriksaan Identifikasi Jenasah Tak Dikenal. *Berkala Ilmu Kedokteran* (3).
- Goldfogel. 2004. *Clinical Considerations of Hybrid And Microhybrid*.

- Hawkins, W.L. 2012. *Polymer Degradation and Stabilization*. Berlin Heidelberg New York Tokyo.
- Hamouda, I. M., Hagag, A. 2012. Evaluation the Mechanical Properties of Nanofilled Composite Resin Restorative Material. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 2: 329-334.
- Hermanegara, N. A. 2014. *Perbedaan Perubahan Warna Akibat Perendaman Obat Kumur Chlorexidine Gluconate 0,2% Antara Resin Komposit Konvensional, Hibrid dan Nanofil*. Naskah Publikasi. Surakarta. Fakultas Kedokteran Gigi Muhammadiyah Surakarta.
- Khurshid, M. Z., Saad, Q., Sana, S., Mustafa, N., dan Ammar A. R. 2015. Advances in Nanotechnology for Restorative Dentistry. *Materials* 8: 717-731.
- Klancnik, G., Jozef, M., dan Primoz, M. 2010. *Differential Thermal Analysis and Differential Scanning Calorimetry*.
- LeSage, B. P. 2007. Aesthetic Anterior Composite Restorations: A Guide to Direct Placement. *Dent Clin N Am* 51: 359–378.
- Margeas, R. C. 2009. *Composite Restoration Esthetics. A Peer-Reviewed Publication*.
- McCabe, J. F., dan Angus W. G. W. 2008. *Application Dental Material 9<sup>th</sup> Edition*. Hong Kong:BlackwellPublishing Ltd.
- Moezzyzadeh, M. 2012. Evaluation of the Compressive Strength of Hybrid and Nanocomposites. *Journal Dental School* 1: 24-29.
- Moreno, S., Giuseppe, M., Liliana, M., Caterina, S., Freddy, M. 2009. Effects of high temperatures on different dental restorative systems: Experimental study to aid identification processes. *Journal of Forensic Dental Sciences*. 1 (1).
- Murniwati. 2012. Peran Rekam Medik Gigi sebagai Sarana Identifikasi. *Majalah Kedokteran Andalas* 36 (2).



- Murcakami, T., Akashi S., Murase T., Yamamoto K., dan Nagaxaki. 2015. Bured bodies. *Europen Society Radiology*.
- Nurdiansah, H. dan Diah, S. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi Electric Double Layer Capacitor (EDLC). *Jurnal teknik POMITS 2 (1)*
- O'Brien, W.J. 2002. *Dental Material and Their Selection 3rd*. Chicago: Quintessence.
- Pattabang D. 2009. Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Berbagai Jenis Batubara. *SMARTek*, Vol. 7, No. 4,
- Patubrng, D. 2010. Analisis Kebutuhan Udara Pembakaran Untuk Membakar Berbagai Jenis Batu Bara. *SMARTek*, 7: 4, 279 – 282.
- Pittayapat, P., Reinhilde, J., Eddy, D. V., Dirk, V., Guy, W. 2012. Forensic Odontology in the Disaster Victim Identification Process. *Journal of Forensic Odontostomatology Vol.3 No.1 July 2012*.
- Robenson, T. M., Heymann, H.O., Swift, E. J. 2006. *Art And Science of Oprative Dentistry 5th Edition*, USA: Mosby.
- Sabiston. 1995. Buku Ajar Bedah. Bagian 1. EGC, Jakarta.
- Sachdeva, K. P., Tamrakar, A. K., dan Noor, R. 2015. *Nano-Composite Dental*. *Annals of Dental Specialty Vol. 3; Issue 2. Apr – June 2015*.
- Sakaguci, R. L dan John M. P. 2012. *Craig's Restorative Dental Materials*. Edisi 13.
- Santana, I. L., Letícia, M. G., Jacqueline, J. S. R., Joaquim, R. M. F., dan Aluísio, A. C. J. 2011. *Thermal behavior of direct resin composites: glass transition temperature and initial degradation analyses*. *Rev Odonto Cienc* 2011;26(1):50-55.
- Saridag, S., Onjen, T., dan Gamze, A. 2013. *Basic Properties and Types of Zirconia*. *WJS*.

- Sideridou, I. D., Maria, M. K., Evangelia, C. V. 2011. *Physical Properties of Current Dental Nanohybrid and Nanofill Light-cured Resin Composites*. Dental Material. Biomaterials 25 (2004) 3087–3097.
- Sharda, K., Varun, J., Ajay, C., Damanpreet, dan Dilpreet. 2014. *Effect Of High Temperature On Composite As Post Endodontic Restoration In Forensic Analysis-an In Vitro Study*. Dental Journal of Advance Studies Vol. 2 Issue II-2014.
- Silva, E. M., Giselle, S. A., Laiza, T., José, G. A. G. 2008. *Relationship Between The Degree of Conversion Solubility and Salivary Sorption of A Hybrid and Nanofilled Resin Composite: Influence of the Light Activation Mode*. J Appl Oral Sci. 2008;16(2):161-6
- Spiller, M. S., Michelle, J. M. A, MaryLou, A. R. D. 2012. *The Academy of Dental Learning & OSHA Training Synthesis of Nanosilica Fillers for Experimental Dental Nanocomposites and Their Characterisations*. Dental Composites. *Journal of Physical Science*, Vol. 22.
- Steel, R. G. D., & Torrie, J. D. 1995 *Prinsip Dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biomedik Edisi Kedua*, Jakarta : Gramedia
- Suratman. 2014. *Perbedaan Diskolorisasi restorasi Resin Komposit Pada Perendaman Larutan The Hitam dan Teh Hijau*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Makassar. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin .
- Tonetto, Carolina, Cristina, Atricia, Edson, dan Marcelo. 2011. *Effect of Staining Agents on Color Change of Composites*. RSBOM, 3: 266-271.
- Wade. 2006. *Organic Chemistry. Chemistry, Organic-Textbooks Sixth Edition*.
- Zimmerli B, Mathis S, Franziska J. 2010. *Composite Material: Composition, Properties And Clinical Applications*. Schweiz Monatsschr Zahnmed 120 (11).

**LAMPIRAN**

**A. PERHITUNGAN JUMLAH SAMPEL PENELITIAN**

Rumus perhitungan besar sampel menurut Steel dan Torrie adalah sebagai berikut,

$$N = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{2}$$

Keterangan :

N : besar sampel minimal

Z<sub>α</sub> : batas atas nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas atas kemaknaan (1,96)

Z<sub>β</sub> : batas atas nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas bawah kemaknaan (0,85)

σ<sup>2</sup> : diasumsikan σ<sup>2</sup> = 2

α : tingkat signifikansi (0,025)

β : 0,20

(Steel and Torie, 1995 dalam Sudarso, 2007:38)

Penghitungan sampel penelitian

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2}{2}$$

$$n = \frac{(1,96+0,85)^2}{2}$$

$$n = (1,96+0,85)^2$$

$$n = 7,9861 \approx 8$$

Hasil yang diperoleh jumlah sampel minimal 8 untuk masing-masing kelompok perlakuan. Ada 2 kelompok perlakuan yang masing-masing dibagi lagi menjadi 3

kelompok perlakuan, maka akan didapatkan total sampel dari 6 kelompok perlakuan adalah 48 sampel.

## B. Tabel selisih Berat Resin Komposit

Tabel B.1 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Nanofiller* A1 (mg)

<i>Nanofiller</i> (A1)	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 319 C	Selisih berat
1	44,5 mg	42,5 mg	2 mg
2	44,9 mg	42,7 mg	2,2 mg
3	45,1 mg	42,7 mg	2,4 mg
4	44,7 mg	42,5 mg	2,2 mg
5	45,0 mg	43,0 mg	2 mg
6	44,6 mg	42,8 mg	1,8 mg
7	44,9 mg	42,9 mg	2 mg
8	44,3 mg	42,6 mg	1,7 mg
Rata-rata	44,75 mg	42,7 mg	2 mg

Tabel B.2 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Nanofiller* A2 (mg)

<i>Nanofiller</i> A2	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 412°C	Selisih berat
1	44,5 mg	37,9 mg	6,6 mg
2	45,3 mg	38,1 mg	7,2 mg
3	46,5 mg	39,3 mg	7,2 mg
4	45,3 mg	38,3 mg	7 mg
5	45,0 mg	38,0 mg	7 mg
6	42,9 mg	35,4 mg	7,5 mg
7	44,3 mg	38,1 mg	6,2 mg
8	44,7 mg	38,9 mg	5,8 mg
Rata-rata	44,8 mg	38 mg	6,8 mg

Tabel B.3 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Nanofiller A3* (mg)

<i>Nanofiller</i> A3	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 800°C	Selisih berat
1	44,1 mg	33,7 mg	10,4 mg
2	44,7 mg	34,9 mg	9,8 mg
3	44,6 mg	34,5 mg	10,1 mg
4	45,2 mg	35,5 mg	9,7 mg
5	42,6 mg	32,5 mg	10,1 mg
6	46,4 mg	36,0 mg	10,4 mg
7	45,5mg	35,5 mg	10 mg
8	46,3 mg	36,1 mg	10,2 mg
Rata-rata	44,9 mg	34,8 mg	10 mg

Tabel B.4 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Microhybrid B1* (mg)

<i>Microhybrid</i> B1	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 319 C	Selisih berat
1	44,8 mg	43,7 mg	1,1 mg
2	44,9 mg	43,7 mg	1,2 mg
3	44,2 mg	43,0 mg	1,2 mg
4	45,0 mg	43,9 mg	1,1 mg
5	44,8 mg	43,8 mg	1 mg
6	45,0 mg	43,9 mg	1,1 mg
7	45,1 mg	43,8 mg	1,3 mg
8	45,0 mg	43,2 mg	1,8 mg
Rata-rata	44,85 mg	43,6 mg	1,2 mg

Tabel B.5 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Microhybrid* B2 (mg)

<i>Microhybrid</i> B2	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 412 C	Selisih berat
1	46,0 mg	40,5 mg	5,5 mg
2	44,2 mg	39,2 mg	5 mg
3	44,1 mg	39,0 mg	5,1 mg
4	45,0 mg	40,0 mg	5 mg
5	43,0 mg	38,3 mg	4,7 mg
6	44,3 mg	39,5 mg	4,8 mg
7	44,5 mg	39,4 mg	5,1 mg
8	44,4 mg	39,4 mg	4,6 mg
Rata-rata	44,4 mg	39,4 mg	4,8 mg

Tabel B.6 Rerata Selisih Berat Kelompok Resin Komposit *Microhybrid* B3 (mg)

<i>Microhybrid</i> B3	Berat sebelum dipanaskan	Berat setelah dipanaskan suhu 800 C	Selisih berat
1	44,1 mg	35,2 mg	8,9 mg
2	46,0 mg	35,7 mg	10,3 mg
3	45,0 mg	36,1 mg	8,9 mg
4	44,6 mg	35,5 mg	9,1 mg
5	45,2 mg	35,8 mg	9,4 mg
6	45,0 mg	36,0 mg	9 mg
7	44,3 mg	35,2 mg	9,1 mg
8	42,8 mg	34,0 mg	8,8 mg
Rata-rata	44,6 mg	35,4 mg	9,1 mg

**C. ANALISIS DATA**

**C.1 Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov***

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Nanofiller 318°C	Nanofiller 412°C	Nanofiller 800°C
N		8	8	8
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	2,0375	6,8125	10,0875
	Std. Deviation	,22638	,57181	,25319
Most Extreme Differences	Absolute	,191	,254	,145
	Positive	,191	,124	,122
	Negative	-,184	-,254	-,145
Kolmogorov-Smirnov Z		,540	,717	,409
Asymp. Sig. (2-tailed)		,933	,683	,996

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		Microhybrid 318°C	Microhybrid 412°C	Microhybrid 800°C
N		8	8	8
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	1,2250	4,9750	9,1500
	Std. Deviation	,24928	,28158	,47809
Most Extreme Differences	Absolute	,290	,204	,417
	Positive	,290	,204	,417
	Negative	-,183	-,160	-,232
Kolmogorov-Smirnov Z		,820	,576	1,178
Asymp. Sig. (2-tailed)		,512	,895	,124

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

**C.2 Uji Homogenitas *Levene Statistik***

**Levene's Test of Equality of Error Variances**

Dependent Variable: Perubahan Berat

F	df1	df2	Sig.
1,915	5	42	,112

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept+Suhu+Bahan+Suhu \* Bahan

**Test of Homogeneity of Variance**

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Perubahan Berat	Based on Mean	1,915	5	42	,112
	Based on Median	,977	5	42	,443
	Based on Median and with adjusted df	,977	5	24,297	,452
	Based on trimmed mean	1,686	5	42	,159

**C.3 Uji *two way* ANNOVA**

**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Suhu	1	319°C	16
	2	412°C	16
	3	800°C	16
Bahan	1	Nanofiller	24
	2	Mycrohybrid	24

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: Perubahan Berat

Suhu	Bahan	Mean	Std. Deviation	N
319°C	Nanofiller	2,0375	,22638	8
	Mycrohybrid	1,2250	,24928	8
	Total	1,6313	,47850	16
412°C	Nanofiller	6,8125	,57181	8
	Mycrohybrid	4,9750	,28158	8
	Total	5,8938	1,04401	16
800°C	Nanofiller	10,0875	,25319	8
	Mycrohybrid	9,1500	,47809	8
	Total	9,6188	,60906	16
Total	Nanofiller	6,3125	3,39633	24
	Mycrohybrid	5,1167	3,32352	24
	Total	5,7146	3,37866	48



**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: Perubahan Berat

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	530,834 <sup>a</sup>	5	106,167	784,173	,000
Intercept	1567,510	1	1567,510	11578,005	,000
Suhu	511,172	2	255,586	1887,818	,000
Bahan	17,160	1	17,160	126,749	,000
Suhu * Bahan	2,502	2	1,251	9,239	,000
Error	5,686	42	,135		
Total	2104,030	48			
Corrected Total	536,520	47			

a. R Squared = ,989 (Adjusted R Squared = ,988)

**C.4 Uji Post Hoc LSD****Descriptive Statistics**

Dependent Variable: Perubahan Berat

Suhu	Bahan	Mean	Std. Deviation	N
319°C	Nanofiller	2,0375	,22638	8
	Mycrohybrid	1,2250	,24928	8
	Total	1,6313	,47850	16
412°C	Nanofiller	6,8125	,57181	8
	Mycrohybrid	4,9750	,28158	8
	Total	5,8938	1,04401	16
800°C	Nanofiller	10,0875	,25319	8
	Mycrohybrid	9,1500	,47809	8
	Total	9,6188	,60906	16
Total	Nanofiller	6,3125	3,39633	24
	Mycrohybrid	5,1167	3,32352	24
	Total	5,7146	3,37866	48

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Perubahan Berat  
LSD

(I) Kombinasi	(J) Kombinasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Nanofiller 319°C	Microhybrid 319°C	,813 *	,184	,000	,441	1,184
	Nanofiller 412°C	-4,775 *	,184	,000	-5,146	-4,404
	Microhybrid 412°C	-2,938 *	,184	,000	-3,309	-2,566
	Nanofiller 800°C	-8,050 *	,184	,000	-8,421	-7,679
	Microhybrid 800°C	-7,113 *	,184	,000	-7,484	-6,741
Microhybrid 319°C	Nanofiller 319°C	-,813 *	,184	,000	-1,184	-,441
	Nanofiller 412°C	-5,588 *	,184	,000	-5,959	-5,216
	Microhybrid 412°C	-3,750 *	,184	,000	-4,121	-3,379
	Nanofiller 800°C	-8,863 *	,184	,000	-9,234	-8,491
	Microhybrid 800°C	-7,925 *	,184	,000	-8,296	-7,554
Nanofiller 412°C	Nanofiller 319°C	4,775 *	,184	,000	4,404	5,146
	Microhybrid 319°C	5,588 *	,184	,000	5,216	5,959
	Microhybrid 412°C	1,838 *	,184	,000	1,466	2,209
	Nanofiller 800°C	-3,275 *	,184	,000	-3,646	-2,904
	Microhybrid 800°C	-2,338 *	,184	,000	-2,709	-1,966
Microhybrid 412°C	Nanofiller 319°C	2,938 *	,184	,000	2,566	3,309
	Microhybrid 319°C	3,750 *	,184	,000	3,379	4,121
	Nanofiller 412°C	-1,838 *	,184	,000	-2,209	-1,466
	Nanofiller 800°C	-5,113 *	,184	,000	-5,484	-4,741
	Microhybrid 800°C	-4,175 *	,184	,000	-4,546	-3,804
Nanofiller 800°C	Nanofiller 319°C	8,050 *	,184	,000	7,679	8,421
	Microhybrid 319°C	8,863 *	,184	,000	8,491	9,234
	Nanofiller 412°C	3,275 *	,184	,000	2,904	3,646
	Microhybrid 412°C	5,113 *	,184	,000	4,741	5,484
	Microhybrid 800°C	,938 *	,184	,000	,566	1,309
Microhybrid 800°C	Nanofiller 319°C	7,113 *	,184	,000	6,741	7,484
	Microhybrid 319°C	7,925 *	,184	,000	7,554	8,296
	Nanofiller 412°C	2,338 *	,184	,000	1,966	2,709
	Microhybrid 412°C	4,175 *	,184	,000	3,804	4,546
	Nanofiller 800°C	-,938 *	,184	,000	-1,309	-,566

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

## D. Alat dan Bahan Penelitian

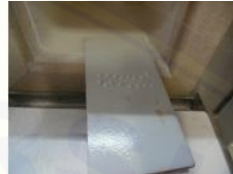
### D.1 Alat Penelitian



a



b



c



d



e



f



g



h



i



j



k



l



m



n

#### Keterangan:

- a. *Light-Emitting Diode (LED) curing unit* (Litex 680A, Denta America)
- b. *Syringe insulin* Plat kuningan
- c. Alas pemanas (keramik)
- d. *Shade guide Vitapan Classical*(3M ESPE Filtek™)

- e. Timbangan digital (mg)
- f. Oven *Miditherm*
- g. *Handscoon*
- h. Beban timbangan
- i. Cetakan kuningan
- j. Semen stoper
- k. Sonde lurus *Cutter*
- l. *Plastic filling instrument*
- m. Gunting
- n. *Cutter*

#### D.2 Bahan Penelitian



a



b



c



d

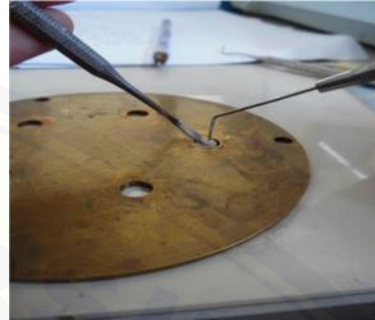
#### Keterangan:

- a. Resin komposit *nanofiller* (3M ESPE Filtek™ Z350 XT)
- b. Resin komposit *microhybrid* (3M ESPE Filtek™ Z350 XT)
- c. *Celluloid strip*
- e. Kertas Label

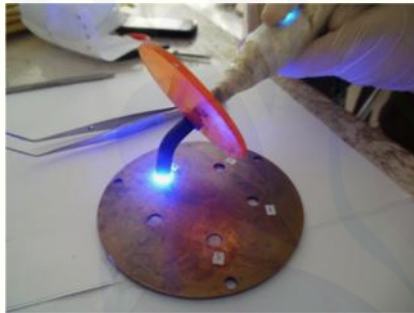
**E. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian**



Pembuatan cetakan sampel dari *syringe insulin*



Pembuatan sampel resin komposisi *nanofiller* dan *microhybrid*



Lightcure dengan sinar tampak (*LED*)



Penimbangan resin komposit sebelum dipanaskan



Pemanasan pada suhu 30°C -319°C



Pemanasan pada suhu 30°C -412°C



Pemanasan pada suhu  
30°C -800°C

