



**PERUBAHAN WARNA DAN BERAT *INLAY* KOMPOSIT *MICROHYBRID*  
DAN *NANOFILLER* AKTIVASI SINAR TAMPAK AKIBAT SUHU  
TINGGI**

**SKRIPSI**

Oleh

**Rakotoarison Joary Nirina**

**NIM 121610101110**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**PERUBAHAN WARNA DAN BERAT *INLAY* KOMPOSIT *MICROHYBRID*  
DAN *NANOFILLER* AKTIVASI SINAR TAMPAK AKIBAT SUHU  
TINGGI**

**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

**Rakotoarison Joary Nirina**

**NIM 121610101110**

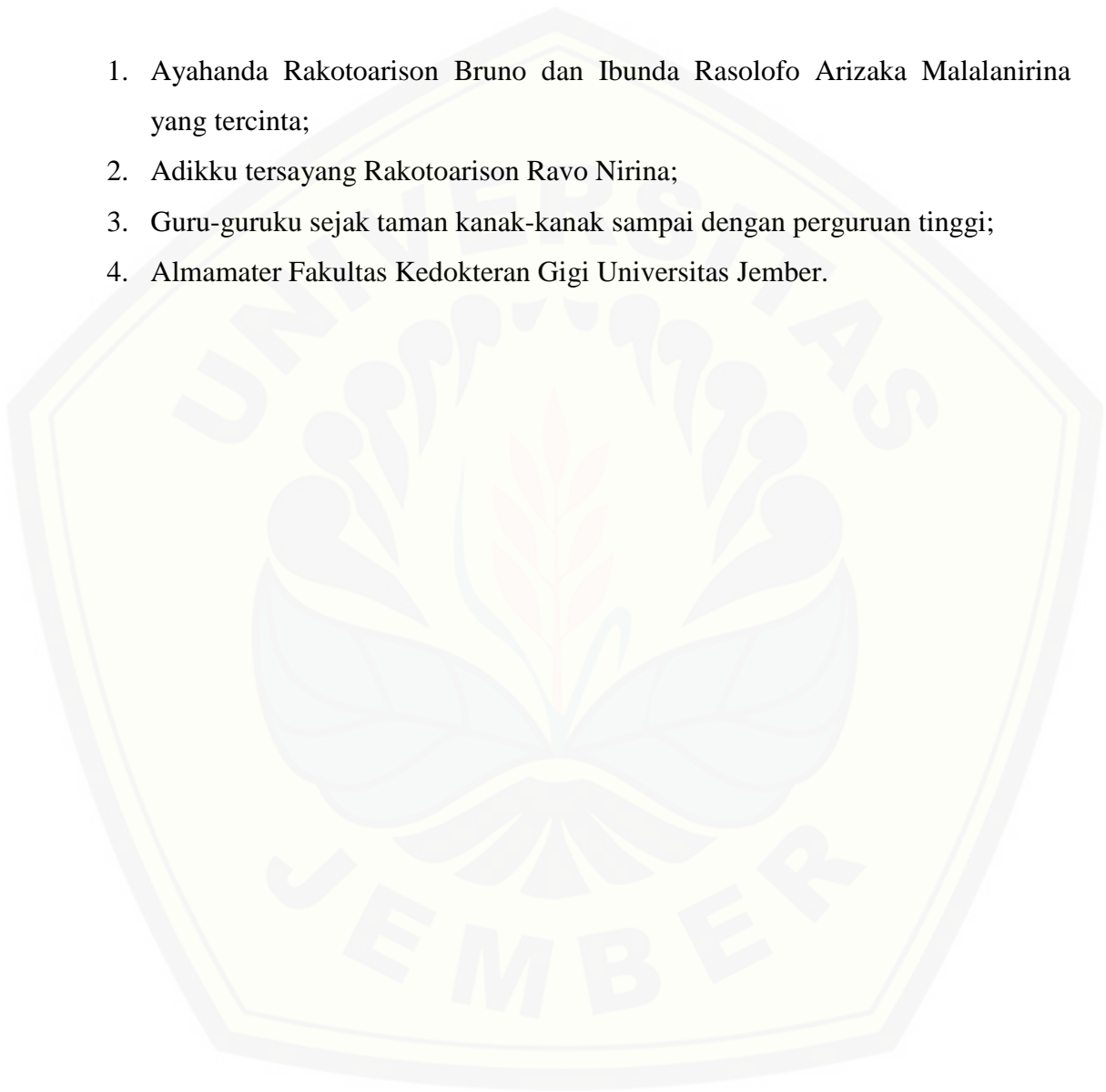
**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ayahanda Rakotoarison Bruno dan Ibunda Rasolofo Arizaka Malalanirina yang tercinta;
2. Adikku tersayang Rakotoarison Ravo Nirina;
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



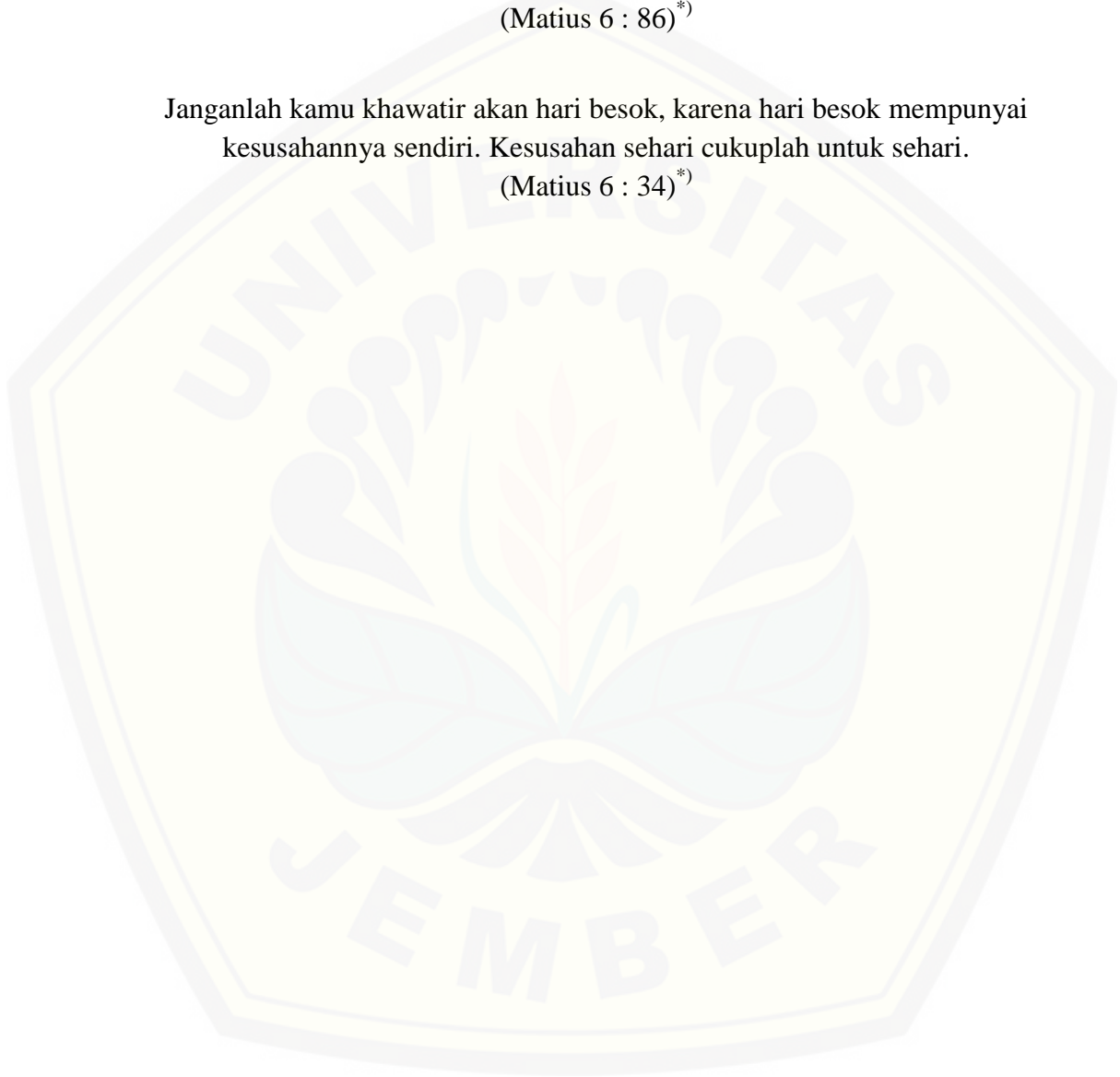
**MOTO**

Bapamu mengetahui apa yang kamu perlukan  
sebelum kamu meminta kepada-Nya.

(Matius 6 : 86)<sup>\*)</sup>

Janganlah kamu khawatir akan hari besok, karena hari besok mempunyai  
kesusahannya sendiri. Kesusahan sehari cukuplah untuk sehari.

(Matius 6 : 34)<sup>\*)</sup>



---

<sup>\*)</sup> Lembaga Alkitab Indonesia. 2012. *Alkitab*. Jakarta : Lembaga Alkitab Indonesia.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Rakotoarison Joary Nirina

NIM : 121610101110

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Perubahan Warna Dan Berat *Inlay* Komposit *Microhybrid* Dan *Nanofiller* Aktivasi Sinar Tampak Akibat Suhu Tinggi” 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, Maret 2017

Yang menyatakan,

Rakotoarison Joary Nirina

NIM 121610101110

**SKRIPSI**

**PERUBAHAN WARNA DAN BERAT *INLAY* KOMPOSIT *MICROHYBRID*  
DAN *NANOFILLER* AKTIVASI SINAR TAMPAK AKIBAT SUHU  
TINGGI**

Oleh

**Rakotoarison Joary Nirina**  
**NIM 121610101110**

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes, Sp. OF  
Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Perubahan Warna Dan Berat *Inlay* Komposit *Microhybrid* Dan *Nanofiller* Aktivasi Sinar Tampak Akibat Suhu Tinggi” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Nadie Fatimatuzzahro, MD.Sc

drg. Agus Sumono, M.Kes

NIP 198204242008012022

NIP 196804012000121001

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

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

drg. Dwi Kartika A., M.Kes

NIP 196811251999032001

NIP 197812152005012016

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi

Universitas Jember,

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

NIP 196901121996011001

## RINGKASAN

**Perubahan Warna Dan Berat *Inlay* Komposit *Microhybrid* Dan *Nanofiller* Aktivasi Sinar Tampak Akibat Suhu Tinggi;** Rakotoarison Joary Nirina, 121610101110; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Resin komposit merupakan bahan restorasi gigi yang banyak digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang serta memodifikasikan warna dan kontur gigi dengan tujuan estetik. Resin komposit memiliki sifat mekanis dan sifat estetik yang baik. Selain keuntungan estetik dan mekanik, resin komposit juga dapat dimanfaatkan bagi ilmu forensik. Pada kasus identifikasi korban, bahan restorasi dapat digunakan sebagai data *post mortem* karena restorasi gigi merupakan bagian perawatan gigi yang tidak mudah hancur, tahan terhadap trauma mekanis, kimia serta tahan terhadap panas. Restorasi gigi memiliki bentuk ciri khas tersendiri dan tidak dimiliki kesamaan pada setiap individu, sehingga dapat membantu mempercepat proses identifikasi korban.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah (1) untuk mengetahui perubahan warna pada inlay komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang tinggi; (2) untuk mengetahui perubahan berat pada inlay komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang tinggi serta; (3) untuk mengetahui perbedaan perubahan warna dan berat antara *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang sama.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan *the post test only control group design*. Sampel penelitian adalah *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* yang dibuat dalam bentuk tabung dengan ukuran yang sama yaitu diameter 3mm dan panjang 2mm. Masing-masing *inlay* komposit dibagi menjadi 3 kelompok sehingga didapatkan 6 kelompok sampel. Kelompok pertama dari masing-masing *inlay* komposit dipanaskan pada suhu 30° - 319°C, kelompok kedua dipanaskan



pada suhu 30° - 412 °C dan kelompok ketiga dipanaskan pada suhu 30° - 800 °C. Apabila sampel telah dipanaskan, penelitian dilanjutkan dengan pemeriksaan perubahan warna dan perubahan berat. Pemeriksaan perubahan warna dilakukan secara visual terlebih dahulu sebelum dilakukan pemeriksaan dengan *shade guide Vitapan Classical* (3M ESPE Filtek). Pemeriksaan perubahan berat akan dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu timbangan digital.

Data hasil penelitian dari perubahan berat pada kelompok sampel dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan *Leven test*. Hasil menunjukkan bahwa data penelitian terdistribusi normal dan homogen. Oleh karena itu dilanjutkan dengan *uji two way anova*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan perubahan berat inlay komposit *microhybrid* dan *nanofiller* setelah pemanasan. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 319°C, inlay komposit *nanofiller* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 4,14% sedangkan komposit *microhybrid* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 2,51%. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 412°C, inlay komposit *nanofiller* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 14,78% sedangkan inlay komposit *microhybrid* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 11,85%. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 800°C, inlay komposit *nanofiller* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 23,48% sedangkan inlay komposit *microhybrid* mengalami pengurangan berat rata-rata sebesar 20,13%.

Untuk menguji perubahan warna yang terjadi, data dianalisis secara deskriptif karena hasil data berupa data kualitatif. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 319°C, kedua inlay komposit mengalami perubahan warna yaitu menjadi warna coklat kekuningan. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 412°C, kedua inlay komposit mengalami perubahan warna yaitu menjadi warna hitam. Setelah pemanasan pada suhu 30° - 800°C, kedua inlay komposit mengalami perubahan warna yaitu menjadi warna putih. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa inlay komposit *nanofiller* lebih rentan terhadap perubahan warna daripada inlay komposit *microhybrid*, dan inlay komposit *nanofiller* mengalami pengurangan berat yang lebih besar daripada inlay komposit *microhybrid*.

## PRAKATA

Puji Tuhan saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perubahan Warna Dan Berat *Inlay* Komposit *Microhybrid* Dan *Nanofiller* Aktivasi Sinar Tampak Akibat Suhu Tinggi”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. drg. R. Rahardyan P., M.Kes, Sp. Prost selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi.
2. Dr. drg. Masniari Novita, M.Kes, Sp. OF, selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Pendamping, terima kasih atas waktu yang diluangkan untuk membimbing penulis dan seriap ide yang diberikan kepada penulis;
3. drg. Nadie Fatimatuzzahro, MD.Sc, selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Agus Sumono, M.Kes, selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji serta memberikan masukan saran dan kritik yang membangun kepada penulis;
4. drg. Peni Pujiastuti, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dalam perjalanan studi selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Seluruh dosen Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah mendidik penulis dan memberikan bekal ilmu selama penulis menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
6. Seluruh staf Akademik dan Kemahasiswaan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu kelancaran penulis dalam memperoleh perijinan dan kelengkapan dalam pelaksanaan skripsi ini;

7. Seluruh staf Laboratorium *Bioscience* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, yang telah memfasilitasi dan membantu penulis dalam proses penelitian;
8. Keluarga besar penulis, Bapak Rakotoarison Bruno, Ibu Rasolofo Arizaka Malalanirina dan Adik Rakotoarison Ravo Nirina yang tidak pernah berhenti memberikan cinta, kasih, doa, motivasi, dukungan, dan semangat;
9. Devi Puspita Sari yang selalu memberi semangat dan selalu mendoakan.
10. Teman seperjuangan skripsi Rachel Marcellia Hamada dan Mahardika Rahmawati yang selalu mengingatkan, membantu dan memberikan semangat;
11. Seluruh teman FKG 2012, terima kasih atas motivasi, kerja sama, persaudaraan, dan kekompakkannya 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, Maret 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<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>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis .....	4
1.4.2 Manfaat Praktis .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Resin Komposit .....	6
2.1.1 Pengertian .....	6
2.1.2 Komposisi Resin Komposit .....	7
2.1.2.1 Matriks Resin .....	7
2.1.2.2 Bahan Pengisi .....	7
2.1.2.3 <i>Coupling Agents</i> .....	8
2.1.2.4 Sistem Activator-Inisiator .....	8
2.1.2.5 Bahan Pengambat .....	8

2.1.2.6 Modifer Optik .....	8
2.1.3 Sifat-Sifat Resin Komposit.....	9
2.1.3.1 Sifat Fisik .....	9
2.1.3.2 Sifat Mekanis.....	9
2.2 Resin Komposit Nanofiller .....	9
2.2.1 Pengertian .....	9
2.2.2 Komposisi Resin Komposit Nanofiller .....	10
2.3 Resin Komposit <i>Microhybrid</i> .....	11
2.3.1 Pengertian.....	11
2.3.2 Komposisi Resin Komposit <i>Microhybrid</i> .....	11
2.3.3 Sifat Resin Komposit <i>Microhybrid</i> .....	12
2.4 Inlay Komposit.....	12
2.5 Perubahan Resin Komposit Akibat Suhu Tinggi .....	13
2.5.1 Perubahan Warna.....	13
2.5.1 Perubahan Berat.....	13
2.6 Peran Restorasi Gigi Dalam Bidang Ilmu Forensik.....	14
2.7 Kerangka Konsep .....	16
2.8 Hipotesis.....	17
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN.....</b>	<b>18</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	18
3.2.1 Tempat Penelitian .....	18
3.2.2 Waktu Penelitian.....	18
3.3 Sampel Penelitian.....	18
3.3.1 Kriteria Sampel.....	18
3.3.2 Besar Sampel .....	18
3.4 Variabel Penelitian .....	19
3.4.1 Variabel Terikat.....	19
3.4.2 Variabel Bebas.....	19
3.4.3 Variabel Terkendali .....	20
3.5 Definisi Operasional.....	20

3.5.1	Perubahan Warna.....	20
3.5.2	Perubahan Berat.....	20
3.5.3	Inlay Komposit <i>Microhybrid</i> .....	20
3.5.4	Inlay Komposit <i>Nanofiller</i> .....	20
3.5.5	Suhu Tinggi .....	20
3.6	Alat Dan Bahan Penelitian .....	21
3.6.1	Alat-Alat .....	21
3.6.2	Bahan-Bahan .....	21
3.7	Prosedur Penelitian .....	21
3.7.1	Perijinan .....	21
3.7.2	Pembuatan Sampel .....	21
3.7.3	Langkah-Langkah .....	21
3.8	Data Dan Sumber Data.....	23
3.9	Analisis Data .....	23
3.10	Alur Penelitian .....	24
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>25</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	25
4.1.1	Hasil Perubahan Berat .....	25
4.1.2	Hasil Perubahan Warna .....	28
4.2	Hasil Analisis Data.....	32
4.2.1	Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	32
4.2.2	Uji Homogenitas <i>Levene's Test</i> .....	33
4.2.3	Uji <i>Two Way Anova</i> .....	33
4.2.4	Uji <i>Post Hoc Lsd</i> .....	33
4.3	Pembahasan.....	35
4.3.1	Perubahan Berat <i>Inlay</i> Komposit <i>Nanofiller</i> Dan <i>Microhybrid</i> .....	35
4.3.2	Perbandingan Perbedaan Perubahan Berat Antara <i>Inlay</i> Komposit <i>Nanofiller</i> Dan Mikrohibrid.....	37
4.3.3	Perubahan Warna <i>Inlay</i> Komposit <i>Nanofiller</i> Dan <i>Microhybrid</i> .....	38

<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>41</b>
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Perubahan masa resin komposit <i>nanohybrid</i> ( <i>Tetric EvoCeram (TEC)</i> , <i>Grandio (GR)</i> and <i>Protofill-nano (PR)</i> ) dan <i>nanofiller</i> ( <i>Filtek Supreme Body (FSB)</i> and the <i>Filtek Supreme Translucent (FST)</i> ) pada suhu tertentu. ....	13
2.2 Menunjukkan komposisi resin komposit nanohibrid dan <i>nanofiller</i> .....	14
4.1 Hasil perubahan berat <i>inlay</i> komposit <i>nanofiller</i> .....	26
4.2 Hasil perubahan berat <i>inlay</i> komposit <i>microhybrid</i> .....	27
4.3 Persentase rata-rata selisih berat pada setiap kelompok <i>inlay</i> komposit <i>nanofiller</i> dan <i>microhybrid</i> .....	28
4.4 Hasil uji normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> pada <i>inlay</i> komposit <i>nanofiller</i> .....	32
4.5 Hasil uji normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> pada <i>inlay</i> komposit <i>microhybrid</i> .....	32
4.6 Hasil uji homogenitas <i>Levene's test</i> .....	33
4.7 Hasil uji <i>two way anova</i> .....	33
4.8 Uji <i>Post Hoc LSD inlay</i> komposit <i>nanofiller</i> .....	34
4.9 Uji <i>Post Hoc LSD inlay</i> komposit <i>microhybrid</i> .....	34
4.10 Uji <i>Post Hoc LSD</i> antar <i>inlay</i> komposit <i>nanofiller</i> dan <i>inlay</i> komposit <i>microhybrid</i> .....	34
4.11 Langkah-langkah degradasi matriks resin BIS-GMA, BIS-EMA,UDMA dan TEGMA serta berat yang tersisa .....	38



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Perubahan warna inlay komposit <i>nanofiller</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 319°C .....	29
4.2 Perubahan warna inlay komposit <i>nanofiller</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 412°C .....	29
4.3 Perubahan warna inlay komposit <i>nanofiller</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 800°C .....	30
4.4 Perubahan warna inlay komposit <i>microhybrid</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 319°C .....	30
4.5 Perubahan warna inlay komposit <i>microhybrid</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 412°C .....	31
4.6 Perubahan warna inlay komposit <i>microhybrid</i> setelah pemanasan pada suhu 30° - 800°C .....	31
4.7 Struktur kimia bisGMA, UEDMA dan TEGDMA .....	35
4.8 Struktur permukaan inlay komposit <i>microhybrid</i> dan <i>nanofiller</i> setelah pemanasan 30-800 °C .....	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Analisis Data .....	45
A.1 Uji Normalitas <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	45
A.2 Uji Homogenitas <i>Levene's</i> Statistik .....	45
A.3 Uji <i>Two Way Anova</i> .....	46
A.4 Uji <i>Post Hoc LSD</i> .....	46
a. Suhu .....	46
b. Bahan .....	47
c. Kombinasi suhu dan bahan .....	48
B. Alat dan Bahan Penelitian .....	49
B.1 Alat Penelitian .....	49
B.2 Bahan Penelitian .....	50

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Resin komposit merupakan bahan restorasi gigi yang banyak digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang serta memodifikasikan warna dan kontur gigi dengan tujuan estetik. Dalam kedokteran gigi konservatif, resin komposit mulai banyak digunakan sebagai bahan restorasi anterior maupun posterior karena permintaan pasien yang menginginkan restorasi sewarna gigi (Maika dkk., 2015). Resin komposit juga memiliki sifat mekanis dan sifat estetik yang baik. Sifat mekanis tersebut tergantung dari persentase volume bahan pengisi atau *filler* dalam resin komposit. Semakin besar berat bahan pengisi, akan meningkatkan kekerasan, kekakuan, kekuatan dan ketahanan resin komposit terhadap retakan. Resin komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran, bentuk dan distribusi bahan pengisinya, yaitu resin komposit *macrofiller*, resin komposit *microfiller*, resin komposit *microhybrid* serta resin komposit *nanofiller* (Jureta dkk., 2008).

Resin komposit *macrofiller* merupakan generasi pertama dari resin komposit. Resin komposit *macrofiller* mengandung partikel *filler* yang relatif besar seperti kuarsa, kaca borosilikat atau kaca aluminium litium. Ukuran partikel tersebut rata-rata adalah 8-12  $\mu\text{m}$  namun ukuran partikel sebesar 50  $\mu\text{m}$  juga dapat ditemukan (Jan dkk., 1987).

Resin komposit *microfiller* mempunyai ukuran partikel *filler* yang lebih kecil dari *macrofiller* yaitu 0.04-0.06  $\mu\text{m}$  (Ajeng dkk, 2005). Resin komposit ini memiliki kualitas estetik sangat baik, warnanya lebih stabil sehingga lebih sering digunakan pada gigi anterior. Walaupun sifat estetisnya baik tetapi secara keseluruhan sifat fisik dan mekanis bahan ini dianggap rendah untuk diaplikasikan di daerah dengan tekanan oklusal yang berat (Satish dkk., 2007).

Resin komposit *microhybrid* merupakan resin komposit yang saat ini sering digunakan karena kehalusan permukaannya yang lebih baik dari jenis resin komposit partikel *macrofiller* dan *microfiller*, sifat estetikanya hampir sama dengan komposit berbahan mikro untuk penggunaan restorasi anterior, dan

*compressive strength* yang tinggi hampir sama dengan sifat *wear resistance* amalgam. Resin komposit *microhybrid* dapat digunakan sebagai bahan tumpatan gigi posterior dan sering juga digunakan sebagai restorasi anterior. Namun resin komposit *microhybrid* mempunyai kelemahan yaitu dapat mengalami perubahan warna (Shinta dkk., 2011).

Resin komposit termasuk resin komposit *microhybrid* mengandung matriks resin berupa monomer dimetakrilat yaitu *triethilen glikol dimetakrilat* (TEGDMA) dan *bisphenol-A-glycidyl methacrylate* (BisGMA). Matriks resin ini mempunyai kemampuan untuk menyerap zat warna sehingga dapat mempengaruhi stabilitas warna dari resin komposit. Matriks resin dapat menyerap warna dari zat pewarna makanan atau minuman sehingga dalam jangka waktu yang lama resin komposit dapat mengalami perubahan warna (Suratman, 2014).

Resin komposit terbaru yang penggunaannya sedang berkembang saat ini adalah resin komposit *nanofiller*. Resin komposit *nanofiller* memiliki estetika serta hasil poles yang sangat baik. Pengembangan bahan restoratif komposit *nanofiller* telah meningkatkan sifat estetik, namun tetap mempertahankan kekuatan dan ketahanan aus. Resin komposit *nanofiller* diindikasikan baik untuk restorasi gigi anterior maupun posterior (Palwinder dkk, 2011). Resin komposit *nanofiller* menggabungkan kelebihan komposit hibrida dan sifat estetika unggul dari komposit mikrofiller. Jenis resin komposit ini memiliki banyak keuntungan, termasuk mengurangi penyusutan polimerisasi, sifat optik yang telah ditingkatkan, peningkatan retensi, dan pengurangan ukuran partikel *filler* dan peningkatan jumlah pengisi (Vipul, 2013).

Mengikuti perkembangan teknologi, bahan restorasi komposit tidak hanya untuk restorasi gigi anterior, tetapi juga digunakan untuk gigi posterior. Pada saat ini masyarakat mengkhawatirkan tentang bahaya kesehatan yang ditimbulkan oleh bahan restorasi amalgam, yang sekarang ini masih menjadi bahan kontroversi. Semakin meningkatnya keinginan pasien untuk mendapatkan restorasi sewarna gigi juga membuat perkembangan restorasi komposit semakin maju (Suratman, 2014).

Suratman (2014) menyatakan bahwa perubahan warna resin komposit dapat disebabkan oleh faktor intrinsik maupun ekstrinsik. Faktor intrinsik melibatkan perubahan pada matriks dan ukuran partikel *filler* resin komposit sendiri. Faktor ekstrinsik yang dapat menyebabkan diskolorasi resin komposit disebabkan adanya absorpsi zat pewarna dari minuman, makanan, tembakau, bahan kumur dan pengaruh sinar *ultraviolet*. Resin komposit juga dapat mengalami perubahan warna bila terpapar suhu yang tinggi. Hal ini dapat terjadi akibat perubahan pada struktur kimia resin komposit, terutama perubahan pada matriks resin (Irina dkk, 2011).

Disampingnya perubahan pada matriks resin antara lain *bis-phenol A glycidyl dimethacrylate* (Bis-GMA), *bis-phenol A ethoxylated dimethacrylate* (Bis-EMA), *urethane dimethacrylate* (UDMA) and *triethylene glycol dimethacrylate* (TEGDMA) dapat menyebabkan pengurangan berat resin komposit. Achilias (2008) menyatakan bahwa Perbedaan struktur kimia dari resin membentuk pengaruh banyak perilaku degradasi resin. Bis-GMA dan Bis-EMA memiliki inti aromatik rigid membentuk jaringan lebih rigid terhadap suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dari TEGDMA dan UDMA. kemampuan ikatan hidrogen yang kuat dari Bis-GMA dianggap bertanggung jawab untuk stabilitas sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan Bis-EMA. Tidak adanya cacat pada struktur jaringan Bis-GMA dan Bis-EMA mengarah ke mekanisme degradasi satu langkah. Sebaliknya penampilan dua langkah degradasi dalam resin terbentuk dari TEGDMA dan UDMA dikaitkan dengan tidak adanya homogenitas dalam struktur jaringan. Akhirnya, stabilitas termal lebih tinggi dari UDMA dibandingkan TEGDMA dikaitkan dengan keberadaan ikatan hidrogen dari kelompok N-H di resin UDMA.

Selain keuntungan estetik dan mekanik, resin komposit juga dapat dimanfaatkan bagi ilmu forensik. Pada kasus identifikasi korban, bahan restorasi dapat digunakan sebagai data *post mortem* karena restorasi gigi merupakan bagian perawatan gigi yang tidak mudah hancur, tahan terhadap trauma mekanis, kimia serta tahan terhadap panas. Restorasi gigi memiliki bentuk ciri khas tersendiri dan tidak dimiliki kesamaan pada setiap individu, sehingga dapat membantu

mempercepat proses identifikasi meskipun data gigi tidak lengkap atau akurat (Tantri, 2014). Dan juga bila bahan restorasi mengalami kebakaran dapat berubah warna (Renata dkk, 2007).

Berdasarkan uraian diatas penulis ingin melakukan penelitian terhadap perubahan warna dan berat resin komposit hibrid generasi ke-2 atau *microhybrid* dan resin komposit *nanofiller* sebagai bahan *inlay* apabila dua bahan tersebut terpapar dengan suhu panas yang tinggi.

## 1.2 Perumusan masalah

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

1. Apakah ada perubahan warna dan berat pada *inlay* komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang tinggi?
2. Apakah terdapat perbedaan dalam perubahan warna dan berat antara *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang sama.

## 1.3 Tujuan penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perubahan warna pada *inlay* komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang tinggi.
2. Untuk mengetahui perubahan berat pada *inlay* komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang tinggi.
3. Untuk mengetahui perbedaan perubahan warna dan berat antara *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* apabila terpapar suhu panas yang sama.

## 1.4 Manfaat penelitian

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Data dan hasil penelitian ini dapat memberikan tambahan serta memperkaya wawasan ilmu pengetahuan khusus ilmu bahan kedokteran gigi.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

##### a. Bagi Penulis

Sebagai syarat menyelesaikan studi dan penulis berharap dapat memperoleh tambahan pengetahuan terutama tentang bahan resin komposit *nanofiller* dan resin komposit *microhybrid* dari penelitian ini.

##### b. Bagi Peneliti selanjutnya

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian yang lebih lanjut yang lebih tinggi daripada yang digunakan dalam penelitian ini, serta penelitian tentang titik lebur resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*.

##### c. Bagi para klinisi

Hasil penelitian ini dapat mengarahkan operator untuk menulis dalam kartu status pasien secara spesifik jenis bahan yang digunakan. Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai sifat-sifat fisis resin komposit *nanofiller* dan *microhybrid*.

##### d. Bagi bidang forensik kedokteran gigi

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai tambahan pengetahuan tentang perubahan *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* pada kasus korban kebakaran sehingga mempermudah pengumpulan data *post mortem*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Resin komposit

#### 2.1.1 Pengertian

Resin komposit adalah jenis resin sintetis yang digunakan dalam kedokteran gigi sebagai bahan restorasi atau *adhesif*. Resin sintetis berkembang sebagai bahan restorasi karena tidak larut, mempunyai sifat estetik yang baik, tidak sensitif terhadap dehidrasi, serta mudah untuk dimanipulasi. Resin komposit merupakan bahan yang sering digunakan dalam kedokteran gigi preventif dan konservatif modern, misalnya untuk perawatan karies gigi anterior dan posterior, penyesuaian oklusal, sementasi restorasi tidak langsung, ikatan *brackets* ortodonti serta transformasi estetika gigi (Felipe dkk., 2009).

Kemajuan yang sangat menonjol di bidang restorasi gigi ditandai dengan dikembangkannya material resin komposit yang banyak digunakan sebagai material restorasi untuk kavitas klas III, IV dan V yang tidak menerima beban kunyah yang besar (Mandojo, 2002). Berdasarkan sistem aktivasi, ada dua macam resin komposit yaitu yang beraktivasi secara kimia dan sinar tampak. Saat ini resin komposit yang beraktivasi dengan sinar tampak merupakan resin komposit yang sangat populer penggunaannya (Wahdaniah, 2014). Keunggulan dari *visible light cure* adalah proses pengerasan yang cepat dan dapat diandalkan dalam waktu 40 detik setiap periode pengerasan dengan ketebalan bahan minimal 2,5 - 3 mm dan maksimal 4,5 mm, dan dapat dipastikan bahan akan mengeras, meskipun melalui lapisan enamel bagian labial atau lingual, dan stabilitas warna yang dihasilkan sangat sesuai (Susanto, 2005). Disamping banyak memberikan perbaikan terhadap nilai estetik dan kemudahan dalam aplikasinya, secara klinis penggunaan resin komposit juga tidak terbatas hanya pada restorasi anterior saja tetapi dapat digunakan sebagai restorasi posterior (Suratman, 2014).

Resin komposit adalah bahan yang terdiri dari dua atau lebih komponen yang masing-masing mempunyai struktur dan sifat yang berbeda dan memiliki beberapa komposisi yang membuatnya menjadi bahan restorasi yang lebih menguntungkan daripada bahan restorasi lainnya. Resin komposit terdiri dari



beberapa komponen yaitu: matriks resin polimer organik, partikel bahan pengisi anorganik, agen pengikat *silane*, bahan inisiator, bahan akselerator dan bahan pigmentasi (Vicky, 2014).

## 2.1.2 Komposisi resin komposit

### 2.1.2.1 Matriks resin

Matriks resin *bisphenol-A-glycidyl methacrylate (Bis-GMA)*, *urethane dimethacrylate (UDMA)*, dan *trietilen glikol dimetacrylate (TEGDMA)* merupakan dimetakrilat yang umum digunakan dalam resin komposit. (Hervas dkk., 2006). Secara umum resin ini sangat kental, untuk mengontrol dan memudahkan proses manufaktur dan penanganan klinisnya, resin diencerkan dengan monomer lain yang kekentalannya lebih rendah atau mempunyai berat molekul rendah yang dianggap sebagai pengendali viskositas, seperti *bisphenol A dimetakrilat (Bis-DMA)*, etilen glikol dimetakrilat (EGDMA), trietilenglikol dimetakrilat (TEGDMA) , metil metakrilat (MMA) atau *urethane dimetakrilat* serta *urethane dimethacrylate (UDMA)* (Hervas dkk., 2006).

### 2.1.2.2 Bahan pengisi (*filler*)

*Filler* dimasukkan ke dalam matriks resin untuk mengurangi kontraksi polimerisasi, mengurangi koefisien ekspansi termis komposit, meningkatkan sifat mekanis komposit antara lain kekuatan dan kekerasan, serta mengurangi penyerapan air, kelunakan dan pewarnaan (Vicky, 2014). Penambahan *filler* sebagian besar menentukan sifat mekanik dari bahan restorasi. Partikel-partikel *filler* ditambahkan ke fase organik untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari matriks, seperti berkurangnya pengerutan karena jumlah resin sedikit, berkurangnya penyerapan air dan ekspansi koefisien panas, serta meningkatkan sifat mekanis seperti kekuatan, kekakuan, kekerasan, dan ketahanan abrasi. Partikel *filler* yang digunakan bervariasi dalam komposisi kimia, morfologi dan dimensi. Bahan pengisi utama *filler* adalah silikon dioksida, silikat boron dan silikat aluminium lithium. Resin komposit juga mengandung kuarsa sebagai *filler*,

bahan kuarsa ini dapat digantikan oleh partikel logam berat seperti *barium*, *strontium*, *zinc*, *aluminium* atau *zirconium* (Hervas dkk., 2006).

#### 2.1.2.3 *Coupling agents*

*Coupling Agent* merupakan bahan yang digunakan untuk memberikan ikatan antara partikel bahan pengisi anorganik dengan matriks resin (Devistha dkk., 2014). *Coupling agent* dianjurkan dalam meningkatkan sifat mekanik dari resin komposit. *Coupling agent* memperkuat ikatan antara *filler* dan matriks dengan cara bereaksi secara kimia dengan keduanya. Hal ini membuat matriks resin memindahkan tekanan kepada partikel *filler* yang lebih kaku (Vicky, 2014). Kegunaan *coupling agent* tidak hanya untuk memperbaiki sifat kimia dari komposit tetapi juga meminimalisasi hilangnya partikel *filler* akibat penetrasi cairan antara resin dan *filler*.

#### 2.1.2.4 Sistem aktivator-inisiator

Monomer metil metakrilat dan dimetil metakrilat berpolimerisasi dengan mekanisme polimerisasi tambahan yang diawali oleh radikal bebas. Radikal bebas dapat berasal dari aktivasi kimia atau pengaktifan energi eksternal antara lain panas atau sinar (Vicky, 2014).

#### 2.1.2.5 Bahan penghambat

Bahan penghambat berfungsi untuk meminimalkan atau mencegah polimerisasi spontan dari monomer, bahan penghambat yang memiliki potensi kuat dengan radikal bebas ditambahkan pada sistem resin. Bahan penghambat bereaksi dengan radikal bebas dan kemudian menghambat perpanjangan rantai dengan mengakhiri kemampuan radikal bebas untuk mengawali proses polimerisasi (Susanto, 2005).

#### 2.1.2.6 *Optical modifier*

*Optical modifier* berfungsi untuk mencocokkan dengan warna gigi, resin komposit harus memiliki warna visual dan translusensi yang dapat menyerupai

struktur gigi. Warna dapat diperoleh dengan menambahkan pigmen yang berbeda seperti oksidasi logam berbeda yang ditambahkan dalam jumlah sedikit (Vicky, 2014).

### 2.1.3 Sifat-Sifat resin komposit

#### 2.1.3.1 Sifat fisik

Secara fisik resin komposit memiliki nilai estetis, kekuatan, *polimer shrinkage*, ekspansi termal, penyerapan air, kekuatan tarik, ketahanan aus, dan modulus elastisitas yang sangat baik. Sifat fisik resin komposit tersebut dipengaruhi oleh besarnya volume bahan pengisi di dalam resin komposit (Roger, 2009).

#### 2.1.3.2 Sifat mekanis

Sifat mekanis pada bahan restorasi resin komposit merupakan faktor yang penting terhadap kemampuan bahan ini bertahan pada kavitas. Sifat ini juga harus menjamin bahan tambalan berfungsi secara efektif, aman dan tahan untuk jangka waktu tertentu. Secara umum, ukuran, bentuk, jumlah, dan kekerasan dari bahan pengisi, kualitas ikatan antara *filler* dan matriks polimer, dan distribusi partikel *filler* dalam matriks polimer memiliki pengaruh pada keausan dan sifat mekanik dari komposit resin (Foroutan dkk., 2011).

## 2.2 Resin komposit *nanofiller*

### 2.2.1 Pengertian

Resin komposit *nanofiller* merupakan bahan restorasi universal yang diaktifasi oleh *visible-light* yang direkomendasikan untuk keperluan merestorasi gigi anterior maupun posterior. Resin komposit *nanofiller* ini mengandung partikel *filler* yang berukuran kurang dari 10 nm atau 0,01  $\mu\text{m}$  karena dikembangkan dengan konsep *nanotechnology*, yang biasanya digunakan untuk membentuk suatu produk yang dimensi komponen kritisnya adalah 0,1 hingga 100 nm (Anders, 2005).

Secara teori, *nanotechnology* digunakan untuk membuat suatu produk baru yang lebih ringan, lebih kuat dan lebih tepat. Jika produk dengan konsep *nanotechnology* ini digunakan untuk membuat badan pesawat udara sebagai pengganti metal, maka berat badan pesawat udara ini akan 50 kali lebih ringan, tetapi memiliki kekuatan yang sama dengan yang dibuat dari metal. Salah satu tujuan utama dari teknologi ini adalah menciptakan nilai tambah suatu produk (Permatasari, 2008).

Berdasarkan definisi *nanoscale bulk technology*, kelas baru komposit gigi, yang disebut nanokomposit, telah dikembangkan dan dipasarkan selama beberapa tahun terakhir. Nanokomposit diklaim untuk menggabungkan kekuatan mekanik yang baik dari resin komposit hibrid dan hasil poles yang superior dari resin komposit *microfiller*. Fitur positif lainnya yang dilaporkan adalah resistensi aus yang tinggi meningkatkan karakteristik optik dan mengurangi penyusutan polimerisasi (Sideridou dkk., 2011).

### 2.2.2 Komposisi resin komposit *nanofiller*

Resin komposit *nanofiller* terdiri terutama oleh fase organik yaitu matriks resin dan fase anorganik yaitu partikel *filler*. Penambahan *filler* sebagian besar menentukan sifat mekanik dari bahan restorasi (Wahdaniah, 2014).

Fase organik terdiri dari sistem resin yang bersifat dapat mengurangi penyusutan, yaitu BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA dan sejumlah kecil TEGDMA. BIS-GMA merupakan komponen penting yang berfungsi untuk memberikan stabilitas warna pada resin komposit. Semakin tinggi konsentrasi BIS-GMA akan semakin stabil warna resin komposit apabila resin komposit terkena faktor ekstrinsik maupun intrisik (Renata dkk., 2007). Matriks TEGDMA digunakan dalam jumlah sedikit karena matriks ini hanya berfungsi untuk mengurangi atau mengontrol kekentalan resin komposit yang diakibatkan oleh BIS-GMA, BIS-EMA, UDMA sehingga memudahkan penggunaan serta manipulasi klinis resin komposit (Hervas dkk., 2006).

Fase anorganik terutama terdiri dari *filler* yang berisi kombinasi antara nanopartikel *nanosilica* yang berukuran 20 nm yang tidak berkelompok,

*nanocluster zirconia* dan *silica* yang mudah berikatan membentuk kelompok dengan ukuran 5-20 nm. Ukuran partikel satu *cluster* adalah berkisar antara 0.6 - 1.4  $\mu\text{m}$ . Kombinasi nanopartikel dengan *nanocluster* akan mengurangi jumlah ruang interstitial antar partikel *filler* sehingga dapat meningkatkan sifat fisis dan hasil poles yang lebih baik bila dibandingkan dengan komposit yang lain (Permatasari, 2008).

### 2.3 Resin komposit *microhybrid*

#### 2.3.1 Pengertian

Resin komposit *microhybrid* telah banyak digunakan dalam kedokteran gigi sebagai restorasi posterior. Jenis resin komposit ini telah dikembangkan dari material dengan viskositas tinggi. Resin komposit *microhybrid* dikembangkan untuk memenuhi permintaan bahan restorasi yang berguna untuk pit dan *fissure sealant* atau karies kecil (Decky dkk., 2009).

Resin komposit *microhybrid* ini dapat digunakan untuk restorasi gigi anterior maupun posterior seperti restorasi *inlay*. Pada restorasi *inlay*, polimerisasi resin komposit *microhybrid* ini dicapai melalui 2 tahap yaitu melalui *light curing* dan *heat curing* dengan oven. Proses polimerisasi tersebut yang memberikan sifat fisis dan mekanis pada resin komposit *microhybrid* bila digunakan untuk restorasi *inlay* karena polimerisasi maksimal tercapai (Lamis, 2003).

#### 2.3.2 Komposisi resin komposit *microhybrid*

Komposit ini disebut demikian karena mereka terdiri dari kelompok polimer diperkuat oleh fase anorganik, yang terdiri dari 60% atau lebih dari isi total, terdiri dari gelas dengan komposisi dan ukuran yang berbeda, dengan ukuran partikel bersekitar 0,6-1  $\mu\text{m}$ . Resin komposit *microhybrid* mengandung juga koloid silika yang berukuran 0,04  $\mu\text{m}$  (Lang dkk., 1992). Fase organik resin komposit *microhybrid* terdiri terutama dari BIS-GMA, yang dapat ditemukan dalam jumlah banyak sehingga resin ini mempunyai stabilitas warna yang sangat tinggi (Renata dkk., 2007). Selain BIS-GMA, resin komposit *microhybrid* mengandung juga BIS-EMA, TEGDMA serta UDMA (Ivone dkk., 2011).

### 2.3.3 Sifat resin komposit *microhybrid*

Sifat karakteristik bahan-bahan tersebut adalah ketersediaan berbagai macam warna dan kemampuan untuk meniru struktur gigi, penyerapan air rendah, *polishing* dan *texturing* sifat yang sangat baik, abrasi dan keausan sangat mirip dengan struktur gigi, serta koefisien termal ekspansi yang sangat baik. Resin komposit ini digunakan untuk restorasi anterior dan posterior (Herva dkk., 2006).

## 2.4 *Inlay* komposit

*Inlay* komposit ditemukan pada awal tahun 1980 dan didasarkan dari panas dan tekanan yang berasal dari pengembangan komposit *microfiller* yang dibentuk secara tidak langsung pada *die*. Pada tahun 1987, sebuah sistem *inlay* telah diperkenalkan berdasarkan pada *light cured* komposit hibrida yang dibentuk secara langsung di gigi yang telah dipreparasi. *Post curing* pada *inlays* komposit secara tidak langsung telah diketahui mengakibatkan relaksasi stres yang lebih tinggi dibandingkan dengan penempatan secara langsung. Terkait dengan peningkatan keseluruhan konversi, sifat mekanik dan fisik membaik telah dilaporkan dalam pembentukan *inlay* komposit secara tidak langsung, seperti peningkatan kekuatan tarik, modulus elastisitas, ketangguhan retak, kekuatan lentur dan kekerasan (Kini dkk., 2011).

Resin komposit sebagai salah satu restorasi plastis estetik yang paling populer sudah mulai digunakan pada gigi posterior. Teknik restorasi *rigid* komposit relatif lebih mudah dari pembuatan restorasi logam tuang dan porselen. Teknik restorasi *rigid* dibagi atas tiga metode yaitu *direct*, *semi direct* dan *indirect* (David, 1994). Teknik *semi direct* intraoral merupakan pembuatan *inlay* komposit yang sering digunakan karena teknik ini dilakukan dalam satu kali kunjungan, resin komposit langsung ditumpatkan pada gigi, disinari dari setiap arah dan kemudian *dipost-cured* sebelum *dibonding* pada gigi. Teknik *semi direct* ekstraoral merupakan pembuatan restorasi *rigid* satu kali kunjungan yang dibuat menggunakan *die* fleksibel dan berfungsi untuk mengoreksi kontak marginal. Teknik *indirect* merupakan pembuatan restorasi *rigid* yang dilakukan dalam laboratorium dental dengan menggunakan model dari kavitas gigi yang

dipreparasi, membutuhkan tumpatan sementara dan kunjungan berulang (Sari, 2006).

## 2.5 Perubahan resin komposit apabila terpapar suhu tinggi

### 2.5.1 Perubahan warna

Perubahan warna pada resin komposit dapat terjadi karena faktor intrinsik. Faktor intrinsik yang dapat mempengaruhi perubahan warna adalah perubahan struktur kimia yaitu perubahan pada komposisi resin matriks dan ukuran partikel *filler*. Perubahan warna juga bisa terjadi dengan oksidasi dan akibat dari penggantian air dalam polimer matriks (Suratman, 2014). Renata dkk (2007) menyatakan bahwa faktor intrinsik yang menyebabkan perubahan warna resin komposit melibatkan adalah perubahan matriks resin dan perubahan antarmuka matriks dan filler. Resin komposit menyajikan perubahan pola bifasik warna dan kecerahan dibandingkan, awalnya menjadi lebih gelap dan kemudian lebih terang ketika suhu dan eksposur meningkat (Renata dkk., 2007).

### 2.5.2 Perubahan berat

Tabel 2.1 Perubahan masa resin komposit *nanohybrid (Tetric EvoCeram (TEC), Grandio (GR) and Protofill-nano (PR))* dan *nanofiller (Filtek Supreme Body (FSB) and the Filtek Supreme Translucent (FST))* pada suhu tertentu (Irina dkk, 2011).

Composite	1st weight loss		2nd weight loss		Weight loss at 800 °C (%)	Organic matrix <sup>a</sup>	Weight loss at 2 steps (%)
	T <sub>1</sub> (°C)	Weight loss (%)	T <sub>2</sub> (°C)	Weight loss (%)			
TEC	340.1	4.43	425.4	19.06	28.52	17.50	23.49
GR	—	—	424.3	12.23	14.54	13.00	12.23
PR	322.8	11.0	415.2	10.87	25.40	18.10	21.83
FSB	319.4	3.57	412.9	16.64	26.20	21.50	20.21
FST	344.8	6.66	419.9	16.92	29.79	27.50	23.59

<sup>a</sup>These are the data provided by the manufacturers.

Dari tabel 2.1 dapat diketahui resin komposit *nanofiller* mengalami kehilangan masa yang sangat tinggi pada suhu 800 °C. Hal ini dikarenakan perubahan pada matriks organik resin komposit dan juga karena telah terjadi

*condensation reactions* pada permukaan *hydroxyl groups*-nya *filler* (Irina dkk., 2011).

Tabel 2.2 Menunjukkan komposisi resin komposit nanohybrid dan *nanofiller* (Irina dkk, 2011)

Composite	Classification	Lot no.	Shade	Matrix	Filler	Total filler content	
Tetric EvoCeram (TEC)	Nanohybrid	K34042	A1	Bis-GMA, UDMA	Barium glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide and prepolymer; 40–3000 nm, 550 nm	82–83 wt%	82.5 vol%
Grandio (GR)	Nanohybrid	780610	A2	Bis-GMA, TEGDMA	Silica: 20–60 nm; barium-aluminaborosilicate: 0.1–2.5 $\mu\text{m}$	87.0 wt%	71.4 vol%
Protobond-nano (PR)	Nanohybrid	8W603A	A1	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA	Strontium aluminum borosilicate: 0.6 $\mu\text{m}$ ; nanoparticles 20 nm	81.9%	
Filtek Supreme Body (FSB)	Nanofill	5AM	A2D	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA	Silica: 5–20 nm nanoparticle (8 wt%); zirconia/silica: 0.6–1.4 $\mu\text{m}$ nanocluster (71 wt%)	79 wt%	59.5 vol%
Filtek Supreme Translucent (FST)	Nanofill	7BN	GT	Bis-GMA, TEGDMA, UDMA, Bis-EMA	Silica: 75 nm nanoparticle (40 wt%); silica: 0.6–1.4 $\mu\text{m}$ nanocluster (30 wt%)	70 wt%	57.5 vol%

Bis-GMA, bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate; Bis-EMA, bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate; UDMA, urethane dimethacrylate; TEGDMA, triethyleneglycol dimethacrylate.

<sup>a</sup> These are the data provided by the manufacturers.

Menurut Irina dkk (2011), masing-masing resin Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA dan TEGDMA mempunyai degradasi yang berbeda-beda, dikarenakan resin-resin tersebut memiliki struktur kimia yang berbeda-beda. Degradasi resin Bis-GMA dan Bis-EMA dapat terjadi dalam satu tahap pada suhu 415° - 424 °C. Sedangkan degradasi resin TEGDMA dan UDMA terjadi melalui dua tahap pada suhu 306° - 403°C untuk resin TEGDMA dan 357° - 444°C untuk resin UDMA.

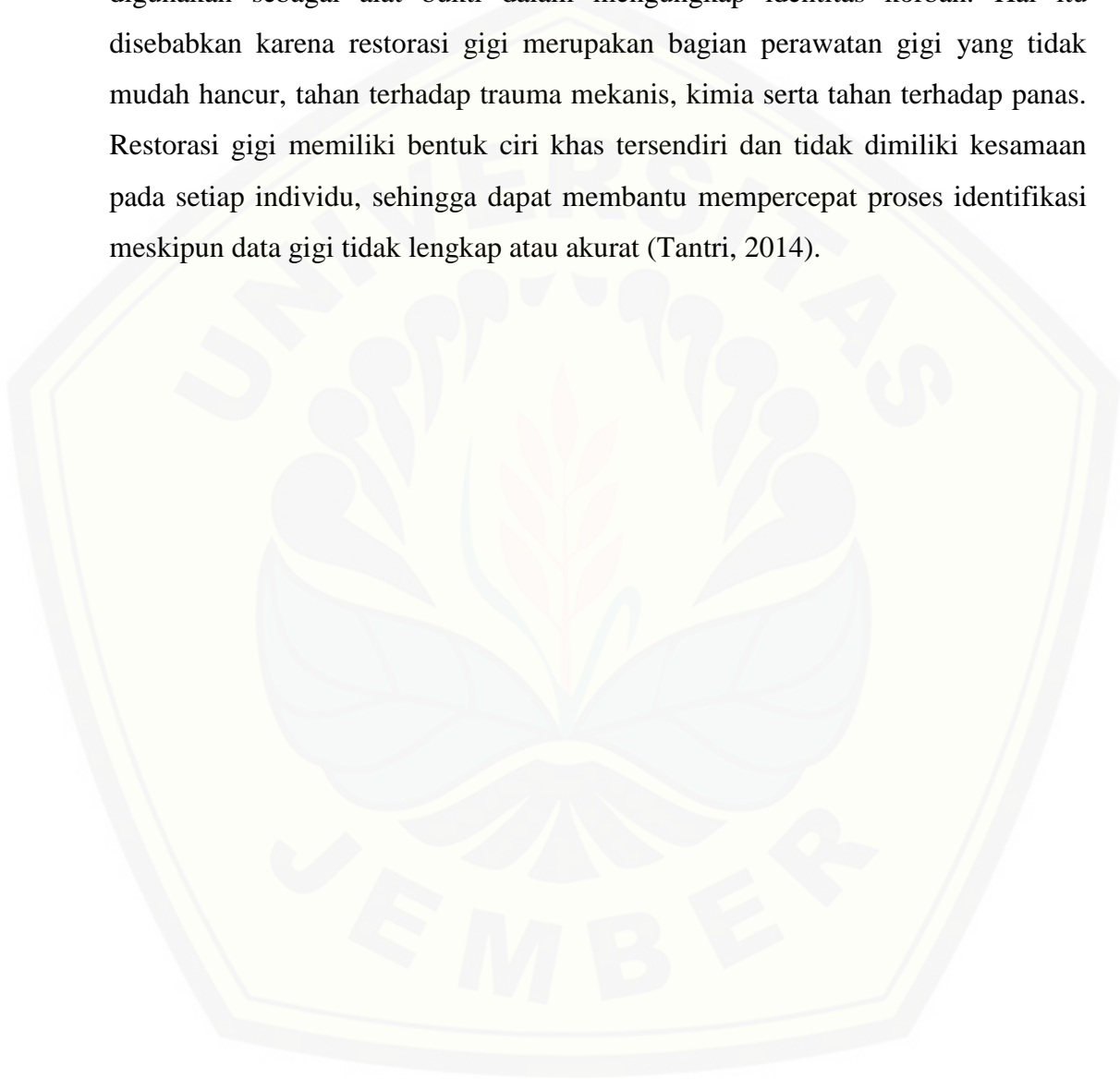
## 2.6 Peran restorasi gigi dalam bidang ilmu forensik

Identifikasi korban di bidang forensik merupakan suatu proses menemukan identitas korban hidup atau matinya yang antara lain karena kejahatan, bencana alam, kecelakaan, kebakaran dan untuk kepentingan keluarga dan peradilan. Identifikasi dengan metode odontologi forensik ini dilakukan dengan cara membandingkan dan melakukan evaluasi data *ante mortem* dan *post mortem*. Data yang ditemukan setelah pemeriksaan dari jenazah tubuh korban, antara lain pemeriksaan mulut, gigi, rahang, kranium dan restorasi gigi. Data ini dilengkapi dengan pengambilan foto radiografis dan foto radiologis, pemeriksaan intra oral

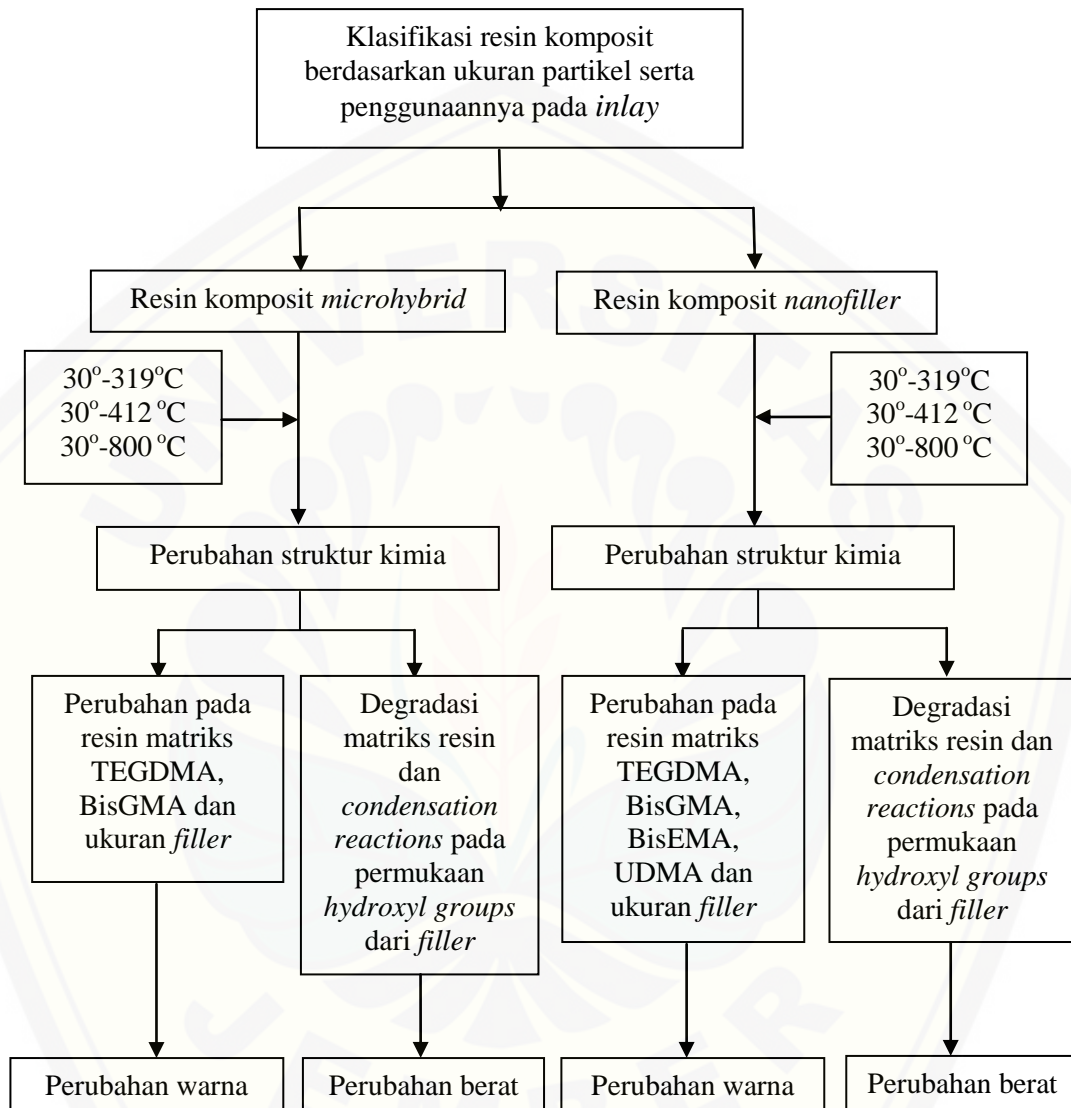


dicatat dengan lengkap pada odontogram, dilakukan sehingga diperoleh data *post mortem* (Tantri, 2014).

Restorasi gigi mudah dilihat pada pemeriksaan intraoral serta ditunjukkan dengan gambaran radiopak pada foto radiologis, sehingga restorasi gigi dapat digunakan sebagai alat bukti dalam mengungkap identitas korban. Hal itu disebabkan karena restorasi gigi merupakan bagian perawatan gigi yang tidak mudah hancur, tahan terhadap trauma mekanis, kimia serta tahan terhadap panas. Restorasi gigi memiliki bentuk ciri khas tersendiri dan tidak dimiliki kesamaan pada setiap individu, sehingga dapat membantu mempercepat proses identifikasi meskipun data gigi tidak lengkap atau akurat (Tantri, 2014).



## 2.7 Kerangka konsep



## 2.8 Hipotesis

Terjadi perubahan warna dan pengurangan berat pada *inlay* komposit *microhybrid* dan *nanofiller* apabila dipanaskan pada suhu yang tinggi.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental laboratoris dengan menggunakan rancangan *the post test only control group design*.

### 3.2 Tempat dan waktu penelitian

#### 3.2.1 Tempat penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium *BioScience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Gigi Universitas Jember.

#### 3.2.2 Waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2016.

### 3.3 Sampel penelitian

Sampel penelitian adalah *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller*. Masing-masing *inlay* komposit dibagi menjadi 3 kelompok sehingga didapatkan 6 kelompok sampel. Kelompok pertama dari masing-masing *inlay* komposit dipanaskan pada suhu 30° - 319°C, kelompok kedua dipanaskan pada suhu 30° - 412 °C dan kelompok ketiga dipanaskan pada suhu 30° - 800 °C.

#### 3.3.1 Kriteria sampel

Kriteria sampel adalah *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* yang dibuat dalam bentuk tabung dengan ukuran yang sama yaitu diameter 3 mm dan panjang 2 mm.

#### 3.3.2 Besar sampel

Pada penelitian ini dimana populasi tidak terbatas, besar sampel ditentukan dengan rumus berikut ini (Daniel, 2005):

$$n \geq \frac{Z^2 \cdot \alpha^2}{d^2}$$

Keterangan

n = besar sampel

Z = nilai standar normal

$\alpha = 0,05$

Z = nilai pada tingkat kesalahan tertentu jika  $\alpha = 0,05$  maka  $Z = 1,96$

$\Sigma$  = standar deviasi sampel

d = kesalahan yang masih dapat ditolerir, diasumsikan  $\alpha = d$

Maka hasil perhitungan besar sampel adalah sebagai berikut:

$$n \geq \frac{Z^2 \cdot \alpha^2}{d^2}$$

$$n \geq (1,96)^2$$

$$n \geq 3,64$$

$$n \geq 4$$

Hasil yang diperoleh jumlah sampel minimal 4 sehingga jumlah sampel pada penelitian adalah 5 sampel untuk masing-masing kelompok resin komposit, yaitu untuk 3 interval suhu ( $30^\circ - 319^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ - 412^\circ\text{C}$  dan  $30^\circ - 800^\circ\text{C}$ ) dimana setiap interval akan menggunakan 5 sampel dari masing-masing resin komposit sehingga didapatkan jumlah 30 sampel.

### 3.4 Variabel penelitian

#### 3.4.1 Variabel terikat

Variabel terikat pada penelitian adalah perubahan warna dan perubahan berat *inlay* komposit *microhybrid*, *inlay* komposit *nanofiller*.

#### 3.4.2 Variabel bebas

Variabel bebas pada penelitian adalah suhu tinggi.

### 3.4.3 Variabel terkontrol

Variabel terkontrol pada penelitian adalah proses *curing*, bentuk sampel (tabung) dan ukuran sampel (diameter 3 mm dan panjang 2 mm).

## 3.5 Definisi operasional variabel

### 3.5.1 Perubahan warna

Perubahan warna adalah diskolorasi yang terjadi pada sampel akibat pemanasan pada suhu yang tinggi yaitu 30° - 319°C, 30° - 412 °C dan 30° - 800 °C yang dilakukan dengan *oven miditherm* dan dilihat dengan *Shade guide Vitapan Classical* (3M ESPE Filtek).

### 3.5.2 Perubahan berat

Perubahan berat adalah selisih antara berat *inlay* komposit *microhybrid* dan *inlay* komposit *nanofiller* sebelum dan sesudah pemanasan pada suhu 30° - 319°C, 30° - 412 °C dan 30° - 800 °C.

### 3.5.3 *Inlay* komposit *microhybrid*

*Inlay* komposit *microhybrid* adalah suatu restorasi yang mengandung partikel-partikel berukuran mikrometer dan memerlukan aktivasi sinar untuk berpolimerisasi, serta pemanasan dalam oven pada suhu 110°C selama 15 menit sebagai *heat curing* untuk mendapatkan polimerisasi maksimal.

### 3.5.4 *Inlay* komposit *nanofiller*

*Inlay* komposit *nanofiller* adalah suatu restorasi yang mengandung partikel-partikel *filler* dalam ukuran nanometer dan memerlukan aktivasi sinar serta pemanasan pada suhu 110°C selama 15 menit sebagai *heat curing* untuk mendapatkan polimerisasi maksimal serta sifat mekanis yang baik.

### 3.5.5 Suhu tinggi

Suhu tinggi adalah suhu yang digunakan untuk memanaskan *inlay* komposit *microhybrid* dan *nanofiller*, yang terdapat dengan alat pembantu yaitu oven untuk

mengetahui perubahan *inlay* komposit pada suhu 30° - 319°C, 30° - 412 °C dan 30° - 800 °C.

### 3.6 Alat dan bahan penelitian

#### 3.6.1 Alat-alat

Alat-alat yang digunakan adalah:

- a) Gunting
- b) *Syringe insulin*
- c) *Plastis filling instrument*
- d) *Stopper cemen*
- e) *Light emitting diode curing unit (light cure)* (litex 680A, denta America)
- f) *Oven miditherm (heat cure)*
- g) Timbangan *digital*
- h) *Shade guide (Vitapan Classical, 3M ESPE Filtek)*
- i) *Celluloid strip*
- j) Cakram
- k) Anak Timbangan 1kg

#### 3.6.2 Bahan-bahan

- a) Resin komposit *microhybrid* (3M ESPE Filtek Z350 XT)
- b) Resin komposit *nanofiller* (3M ESPE Filtek Z350 XT)

### 3.7 Prosedur penelitian

#### 3.7.1 Perijinan

Perijinan penelitian dari laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember.

#### 3.7.2 Pembuatan sampel

Pembuatan sampel dilakukan di laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember. Pembuatan sampel dimulai dengan pemotongan

ujung *syringe* dengan ukuran diameter 3mm dan panjang 2mm, dilanjutkan dengan penempatan resin komposit *microhybrid* dalam *syringe* yang telah disiapkan menggunakan *plastic filling instrument*. Setelah pengisian resin komposit *microhybrid* dalam *syringe*, bagian atasnya dilapisi dengan *celluloid strip* kemudian diberikan beban menggunakan anak timbangan 1kg selama 30 detik, hal ini bertujuan untuk memampatkan bahan. Setelah penempatan resin komposit disinari dengan *light curing* selama 20 detik untuk berpolimerisasi, lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 110°C selama 15 menit. Kemudian sampel dikeluarkan dari oven, ditunggu sampai dingin dan dibagi menjadi 3 kelompok dimana masing-masing kelompok terdiri dari 5 sampel.

### 3.7.3 Langkah-langkah

Penelitian dilakukan menggunakan oven yang tersedia. Sebelum proses pemanasan masing-masing sampel ditimbang terlebih dahulu untuk melihat berat dan dicocokkan dengan *shade guide* untuk mencatat warna awal.

Penelitian dilakukan dalam 3 tahap berdasarkan interval suhu yang akan digunakan untuk mendapatkan hasil yang valid, yaitu sebagai berikut ini:

#### a) Tahap 1

Oven dipanaskan sampai suhu 30°C atau suhu ruangan. Suhu telah mencapai 30°C 2 kelompok sampel pertama dimasukkan dalam oven dimana setiap kelompok terdiri dari 5 sampel, sehingga jumlah sampel pertama adalah 10. Sepuluh sampel tersebut dikeluarkan bila suhu telah mencapai 319°C.

#### b) Tahap 2

Setelah 2 kelompok sampel pertama dikeluarkan pada suhu 319°C, suhu ditunggu menurun terlebih dahulu hingga mencapai 30°C kembali. Suhu telah mencapai 30°C 2 kelompok sampel kedua dimasukkan dalam oven, dan ditunggu sampai suhu 412°C dan dikeluarkan.

#### c) Tahap 3

Setelah 2 kelompok sampel kedua dikeluarkan pada suhu 412°C, suhu ditunggu menurun terlebih dahulu hingga mencapai 30°C kembali. Suhu telah



mencapai 30°C 2 kelompok sampel ketiga dimasukkan dalam oven, dan ditunggu sampai suhu 800 °C dan dikeluarkan.

Setelah 3 tahap tersebut, setiap kelompok sampel difoto dimana pengambilan foto dilakukan di luar ruangan yang berlampu untuk menghindari efek optik dari lampu, kemudian dilakukan pemeriksaan perubahan warna dan berat.

Penghitungan berat dilakukan dengan menghitung selisi antara resin komposit sebelum dipanaskan dan sesudah dipanaskan. Pengamatan warna juga dilakukan sebelum resin komposit dipanaskan dan sesudah dipanaskan.

### 3.8 Data dan Sumber data

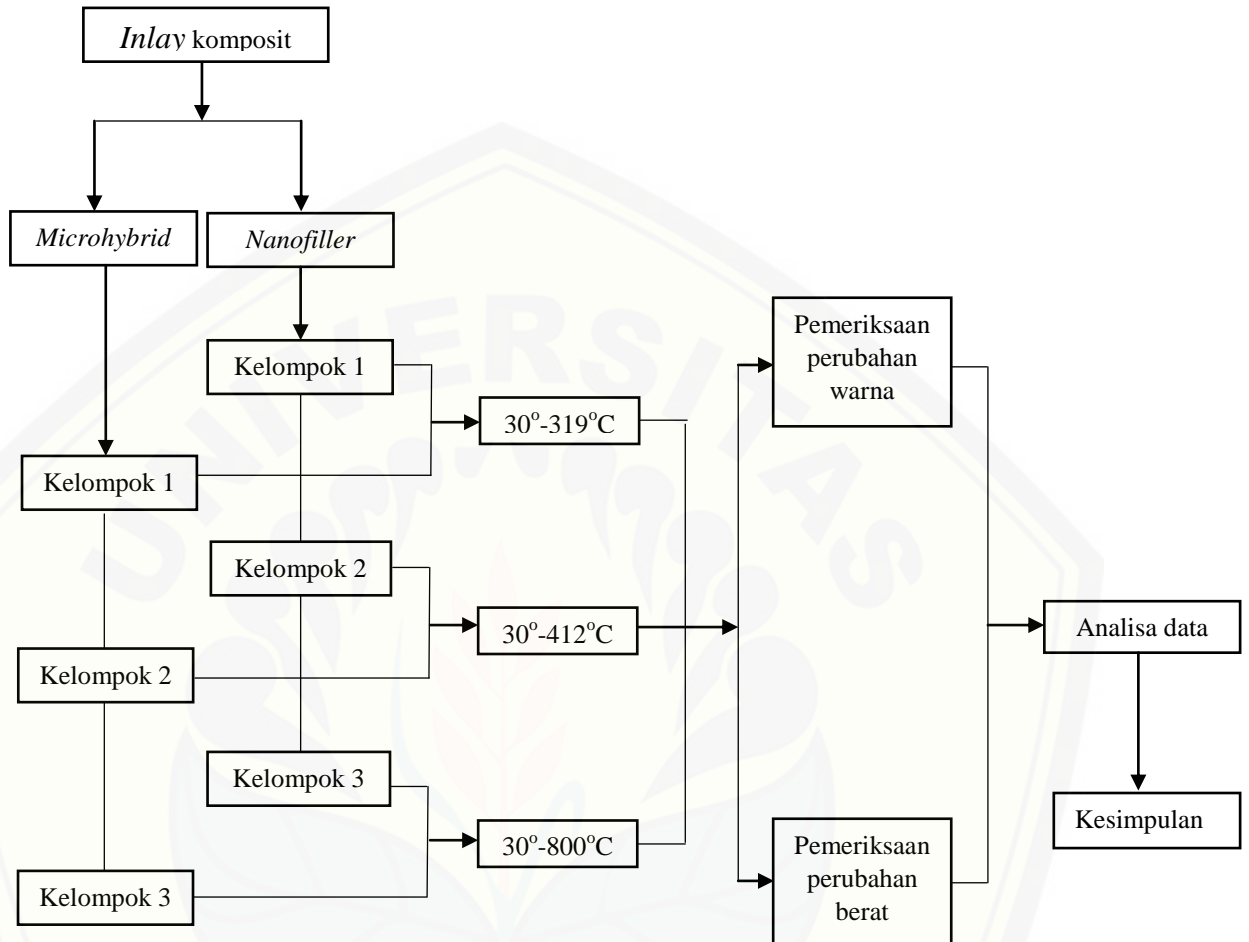
Pemeriksaan perubahan warna dilakukan secara visual terlebih dahulu sebelum dilakukan pemeriksaan dengan *shade guide Vitapan Classical* (3M ESPE Filtek). Pemeriksaan perubahan berat akan dilakukan dengan menggunakan alat khusus yaitu timbangan digital.

### 3.9 Analisis data

Data hasil penelitian dari perubahan berat pada kelompok sampel dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas. Pada uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan pada uji homogenitas menggunakan *Levene test*. Bila data yang diperoleh terdistribusi normal dan homogen ( $p > 0.05$ ), maka dilakukan uji statistik parametrik *two way anova*. Namun apabila data yang diperoleh tidak terdistribusi normal dan homogen, maka dilakukan uji statistik non parametrik *Friedman test*.

Untuk menguji perubahan warna yang terjadi, data dianalisis secara deskriptif karena hasil data berupa data kualitatif.

### 3.10 Alur penelitian



## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah pemanasan pada suhu  $30^{\circ}$  -  $319^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}$  -  $412^{\circ}\text{C}$  dan  $30^{\circ}$  -  $800^{\circ}\text{C}$ , *inlay* komposit *nanofiller* dan *inlay* komposit *microhybrid* mengalami perubahan berat dan perubahan warna.
2. Pengurangan berat yang terjadi pada suhu  $30^{\circ}$  -  $319^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}$  -  $412^{\circ}\text{C}$  dan  $30^{\circ}$  -  $800^{\circ}\text{C}$  adalah berbeda-beda, semakin meningkat suhu pemanasan semakin besar pengurangan berat pada kedua *inlay* komposit.
3. Hasil pemanasan pada 3 interval suhu menunjukkan bahwa pengurangan berat *inlay* komposit *nanofiller* lebih banyak dibandingkan pengurangan berat *inlay* komposit *microhybrid*.
4. Perubahan warna yang terjadi pada suhu  $30^{\circ}$  -  $319^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}$  -  $412^{\circ}\text{C}$  dan  $30^{\circ}$  -  $800^{\circ}\text{C}$  adalah berbeda-beda.

### 5.2 Saran

Peneliti menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai:

1. Untuk dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan pemberian suhu yang lebih tinggi (suhu yang mencapai titik lebur silika dan zirconia yaitu  $1170^{\circ}$  –  $2370^{\circ}\text{C}$ ) dan interval suhu yang lebih kecil atau banyak.
2. Untuk diteliti apakah *inlay* komposit tersebut akan melebur apabila suhu pemanasan dinaikan jauh lebih tinggi dari suhu yang dipakai dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andres Lindberg. 2005. Resin composites sandwich restorations and curing techniques. *Odontological dissertations*, No 90.
- Achilias Dimitris S., M. Maria Karabela, D. Irini. 2008. Thermal degradation of light-cured dimethacrylate resins Part. I. Isoconversional kinetic analysis. *Thermochimia acta* 472: 74-83.
- Ajeng Anggraeni, Y. Anita, N Intan. 2005. Perlekatan koloni Streptococcus mutans pada permukaan resin komposit sinar tampak. *Dental Journal*, 38 (1): 8–11
- David A. dan E. Ronald. 1994. Porcelain and composite *inlays* and onlays. *Quintessence book*.
- Decky J., S. Andi, R. Chairunnisa. 2009. Microhybrid and flowable microhybrid dental resin composites measured in fracture toughness. *Indonesian Journal of Dentistry*, 16 (1):53-57.
- Destyorini, Fredina, S. Andi, A. Subhan, I. Nanik. 2010.
- Devistha M., A. Dinar, S. Joenda. 2014. Gambaran tumpatan resin komposit pada gigi permanen di poliklinik gigi rumkital dr. Wahyu slamet. *Jurnal e-GiGi*, 2(2).
- Felipe Luis J., C. Larissa Maria dan S. Nick. 2009. Shrinkage Stresses Generated during Resin-Composite Applications. *Journal of dental biomechanics*.
- Foroutan F., J. Javadpour, A. Khavandi, M. Atai, H. Rezale. 2011. Mechanical properties of dental composite materials reinforced with micro and nano-size Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> filler Particles. *Iranian Journal of Materials Science & Engineering*, 8(2).
- Hervas Garcia A., L. Miguel Angel Martinez, V. Jose Cabanes, E. Amaya Barjau dan G. Pablo Fos. 2006. Composite resins. A review of the materials and clinical indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11(2): 15-20.
- Irini D., Sideridou, M. Maria, Ch. Evangelina, Vouvoudi. 2011. Physical properties of current dental nanohybrid and nanofill light-cured resin composites. *Dental material* 27: 598–607.

- Ivone L., L. Edméa, R. Jivaldo Matos, S. Igor Medeiros, L. Caroline Miyazaki, E. Leonardo Rodrigues-Filho. 2009. Effect of experimental heat treatment on mechanical properties of resin composites. *Brazilian dental journal* 20(3).
- Ivone L., M. Letícia Gonçalves, R. Jacqueline Jady Soares, F. Joaquim Rodrigues Mochel, J. Aluísio Alves Cabral. 2011. *Thermal behavior of direct resin composites: glass transition temperature and initial degradation analyses. Rev Odonto Cienc*, 26(1):50-55.
- Jan W., Dijken. 1987. Conventional, microfilled and hybrid composite resins: laboratory and clinical evaluations. *Umeå university odontological dissertations*, No 30.
- Juretta S., S. Soemartono, M. Suharsini. 2008. Pengaruh durasi aplikasi asam fosfat 37% terhadap kekuatan geser restorasi resin komposit pada email gigi tetap. *Indonesian journal dentistry*, 15(2): 97-103.
- Kini A.,M. Manjunatha, S. Kumar. 2011. Comparison of Micro leakage Evaluation of Direct Composite Restoration and Direct Composite *Inlay* System: An in-vitro Study. *International journal of dental clinics*, 3(3):31-33.
- Lamis Ahmed H.. 2003. Three dimensional finite element analysis of different composite resin mod *inlays*. *Journal of American science*, 9(8).
- Lang B., M. Jaarda, F.Wang. 1992. *Filler* particle size and composition resin classification systems. *Journal of oral rehabilitation*, 19: 569-584.
- Maika R., N. Hafida, R. Juwita. 2015. Tensile strength differences between self-etch and total-etch of nanofil composite resin on class V cavity. *Jurnal ilmiah Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Mandojo R. 2002. One year clinical evaluation of class VI composite restorations. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*, 35(1): 11-13.
- Palwinder K., L. Reena, Puneet. 2011. Nanocomposites - a step towards improved restorative dentistry. *Indian journal of dental sciences*, 3(4).
- Permatasari R., M. Usman. 2008. Penutupan diastema dengan menggunakan komposit *nanofiller*. *Indonesian Journal of Dentistry*, 15 (3): 239-246.

- Renata B., M. Brandao, C. Carmen Martin, B. Alma Catirse, S. Marcio de Castro, E. Martin, G. Marco Guimaraes. 2007. *Heat induced changes to dental resin composites: a reference in forensic investigation. Journal forensic Sci*, 52 (4): 913-919.
- Roger Narayan. 2009. *Textbook of biomedical materials*, page 322.
- Satish C., S. Chandra, G. Chandra. 2007. *Textbook of operative dentistry*, page 235.
- Shinta K.D., Y. Anita, M. Elly. 2011. Evaluasi perubahan warna resin komposit hybrid setelah direndam obat kumur. *Jurnal PDGI*, 60(1): 5-9.
- Spiller, S. Martin, J. Michelle, MA, A. Mary Lou, RDH, MS. 2012. Dental composit. The academy of dental learning and OSHA training synthesis of nanosilica *filler* for experimental dental nanocomposites and their characterisations. *Journal of Phisial Science*, 22.
- Suratman. 2014. Perbedaan diskolorisasi restorasi resin komposit pada perendaman larutan teh hitam dan teh hijau. *Skripsi*. Makassar: Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin.
- Susanto A.. 2005. Pengaruh ketebalan bahan dan lamanya waktu penyinaran terhadap kekerasan permukaan resin komposit sinar. *Maj. Ked. Gigi. (Dent. J.)*, 38(1): 32-35.
- Tantri A. 2014. The role of dental restoration in victim identification. *Jurnal PDGI*, 63 (2): 41-45.
- Vipul S., T. Sonali, K. Mohit. 2013. Surface geometry of various *nanofiller* composites using different polishing systems: A comparative study. *Journal of conservative dentistry*, 16(6): 559-563.
- Wade, L.G.J.R. 2006. Organic chemistry. *Organic textbook sixth edition*.

## LAMPIRAN

## A. Analisis Data

A.1 Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Nanofiller 30-319°C	Nanofiller 30-412°C	Nanofiller 30-800°C
N		5	5	5
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	1,8400	6,5000	10,2600
	Std. Deviation	,16733	1,22678	,54589
Most Extreme Differences	Absolute	,231	,236	,201
	Positive	,194	,197	,161
	Negative	-,231	-,236	-,201
Kolmogorov-Smirnov Z		,515	,528	,450
Asymp. Sig. (2-tailed)		,953	,943	,987

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

## One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Mikrohibrid 30-319°C	Mikrohibrid 30-412°C	Mikrohibrid 30-800°C
N		5	5	5
Normal Parameters <sup>a, b</sup>	Mean	1,1400	5,2400	9,3000
	Std. Deviation	,11402	1,28957	,46368
Most Extreme Differences	Absolute	,237	,204	,385
	Positive	,237	,204	,385
	Negative	-,163	-,136	-,194
Kolmogorov-Smirnov Z		,530	,456	,862
Asymp. Sig. (2-tailed)		,941	,985	,448

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

A.2 Uji Homogenitas *Levene's* Statistik

## Test of Homogeneity of Variance

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Perubahan berat	Based on Mean	,012	1	28	,915
	Based on Median	,020	1	28	,889
	Based on Median and with adjusted df	,020	1	27,988	,889
	Based on trimmed mean	,013	1	28	,912

A.3 Uji *Two Way Anova*

**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Suhu	1	30-319°C	10
	2	30-412°C	10
	3	30-800°C	10
Bahan	1	Nanofiller	15
	2	Mikrohibrid	15

**Descriptive Statistics**

Dependent Variable: Perubahan berat

Suhu	Bahan	Mean	Std. Deviation	N
30-319°C	Nanofiller	1,8400	,16733	5
	Mikrohibrid	1,1400	,11402	5
	Total	1,4900	,39285	10
30-412°C	Nanofiller	6,5000	1,22678	5
	Mikrohibrid	5,2400	1,28957	5
	Total	5,8700	1,35978	10
30-800°C	Nanofiller	10,2600	,54589	5
	Mikrohibrid	9,3000	,46368	5
	Total	9,7800	,69570	10
Total	Nanofiller	6,2000	3,63750	15
	Mikrohibrid	5,2267	3,52572	15
	Total	5,7133	3,55438	30

A.4 Uji *Post Hoc LSD*

a. Suhu

**Estimates**

Dependent Variable: Perubahan berat

Suhu	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
30-319°C	1,490	,249	,976	2,004
30-412°C	5,870	,249	5,356	6,384
30-800°C	9,780	,249	9,266	10,294



### Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Perubahan berat

(I) Suhu	(J) Suhu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
30-319°C	30-412°C	-4,380*	,352	,000	-5,107	-3,653
	30-800°C	-8,290*	,352	,000	-9,017	-7,563
30-412°C	30-319°C	4,380*	,352	,000	3,653	5,107
	30-800°C	-3,910*	,352	,000	-4,637	-3,183
30-800°C	30-319°C	8,290*	,352	,000	7,563	9,017
	30-412°C	3,910*	,352	,000	3,183	4,637

Based on estimated marginal means

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

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

### b. Bahan

#### Estimates

Dependent Variable: Perubahan berat

Bahan	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Nanofiller	6,200	,203	5,780	6,620
Mikrohibrid	5,227	,203	4,807	5,646

### Pairwise Comparisons

Dependent Variable: Perubahan berat

(I) Bahan	(J) Bahan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig. <sup>a</sup>	95% Confidence Interval for Difference <sup>a</sup>	
					Lower Bound	Upper Bound
Nanofiller	Mikrohibrid	,973*	,288	,002	,380	1,567
Mikrohibrid	Nanofiller	-,973*	,288	,002	-1,567	-,380

Based on estimated marginal means

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

a. Adjustment for multiple comparisons: Least Significant Difference (equivalent to no adjustments).

## c. Kombinasi suhu dan bahan

## Multiple Comparisons

Dependent Variable: Perubahan berat

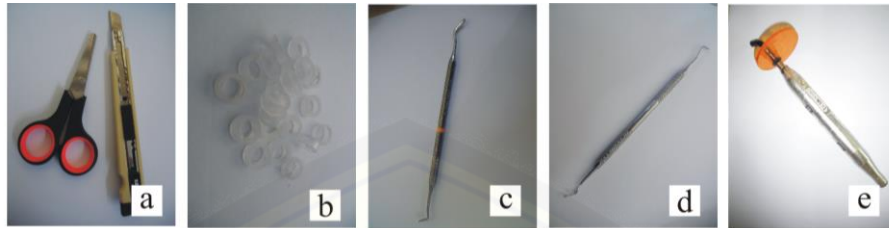
LSD

(I) Kombinasi	(J) Kombinasi	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Nanofiller 30-319°C	Mikrohibrid 30-319°C	,700	,498	,173	-,328	1,728
	Nanofiller 30-412°C	-4,660*	,498	,000	-5,688	-3,632
	Mikrohibrid 30-412°C	-3,400*	,498	,000	-4,428	-2,372
	Nanofiller 30-800°C	-8,420*	,498	,000	-9,448	-7,392
	Mikrohibrid 30-800°C	-7,460*	,498	,000	-8,488	-6,432
Mikrohibrid 30-319°C	Nanofiller 30-319°C	-,700	,498	,173	-1,728	,328
	Nanofiller 30-412°C	-5,360*	,498	,000	-6,388	-4,332
	Mikrohibrid 30-412°C	-4,100*	,498	,000	-5,128	-3,072
	Nanofiller 30-800°C	-9,120*	,498	,000	-10,148	-8,092
	Mikrohibrid 30-800°C	-8,160*	,498	,000	-9,188	-7,132
Nanofiller 30-412°C	Nanofiller 30-319°C	4,660*	,498	,000	3,632	5,688
	Mikrohibrid 30-319°C	5,360*	,498	,000	4,332	6,388
	Mikrohibrid 30-412°C	1,260*	,498	,018	,232	2,288
	Nanofiller 30-800°C	-3,760*	,498	,000	-4,788	-2,732
	Mikrohibrid 30-800°C	-2,800*	,498	,000	-3,828	-1,772
Mikrohibrid 30-412°C	Nanofiller 30-319°C	3,400*	,498	,000	2,372	4,428
	Mikrohibrid 30-319°C	4,100*	,498	,000	3,072	5,128
	Nanofiller 30-412°C	-1,260*	,498	,018	-2,288	-,232
	Nanofiller 30-800°C	-5,020*	,498	,000	-6,048	-3,992
	Mikrohibrid 30-800°C	-4,060*	,498	,000	-5,088	-3,032
Nanofiller 30-800°C	Nanofiller 30-319°C	8,420*	,498	,000	7,392	9,448
	Mikrohibrid 30-319°C	9,120*	,498	,000	8,092	10,148
	Nanofiller 30-412°C	3,760*	,498	,000	2,732	4,788
	Mikrohibrid 30-412°C	5,020*	,498	,000	3,992	6,048
	Mikrohibrid 30-800°C	,960	,498	,066	-,068	1,988
Mikrohibrid 30-800°C	Nanofiller 30-319°C	7,460*	,498	,000	6,432	8,488
	Mikrohibrid 30-319°C	8,160*	,498	,000	7,132	9,188
	Nanofiller 30-412°C	2,800*	,498	,000	1,772	3,828
	Mikrohibrid 30-412°C	4,060*	,498	,000	3,032	5,088
	Nanofiller 30-800°C	-,960	,498	,066	-1,988	,068

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

## B. Alat dan Bahan Penelitian

### B.1 Alat Penelitian



Keterangan :

- a) Gunting dan *cutter*
- b) *Syringe insulin*
- c) *Plastis filling instrument*
- d) *Stopper cement*
- e) *Light emitting diode curing unit (light cure) (litex 680A, denta America)*
- f) *Oven miditherm (heat cure)*
- g) *Timbangan digital*
- h) *Shade guide (Vitapan Classical, 3M ESPE Filtek)*
- i) *Celluloid strip*
- j) *Anak Timbangan 1kg*
- k) *Cakram*

## B.2 Bahan Penelitian



Keterangan :

- a) Resin komposit *microhybrid* merk 3M ESPE Filtek Z350 XT
- b) Resin komposit *nanofiller* merk 3M ESPE Filtek Z350 XT