



**PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER SETELAH  
PERENDAMAN DALAM MINUMAN SUSU FERMENTASI  
(PENELITIAN IN VITRO)**

**SKRIPSI**

Oleh

**Istibsyaroh  
NIM 111610101084**

**BAGIAN KONSERVASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER SETELAH  
PERENDAMAN DALAM MINUMAN SUSU FERMENTASI  
(PENELITIAN IN VITRO)**

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Melengkapi Tugas Akhir dan Memenuhi Salah Satu Syarat untuk  
Menyelesaikan Program Studi Pendidikan Dokter Gigi dan  
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

**Istibsyaroh**  
**NIM 111610101084**

**BAGIAN KONSERVASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

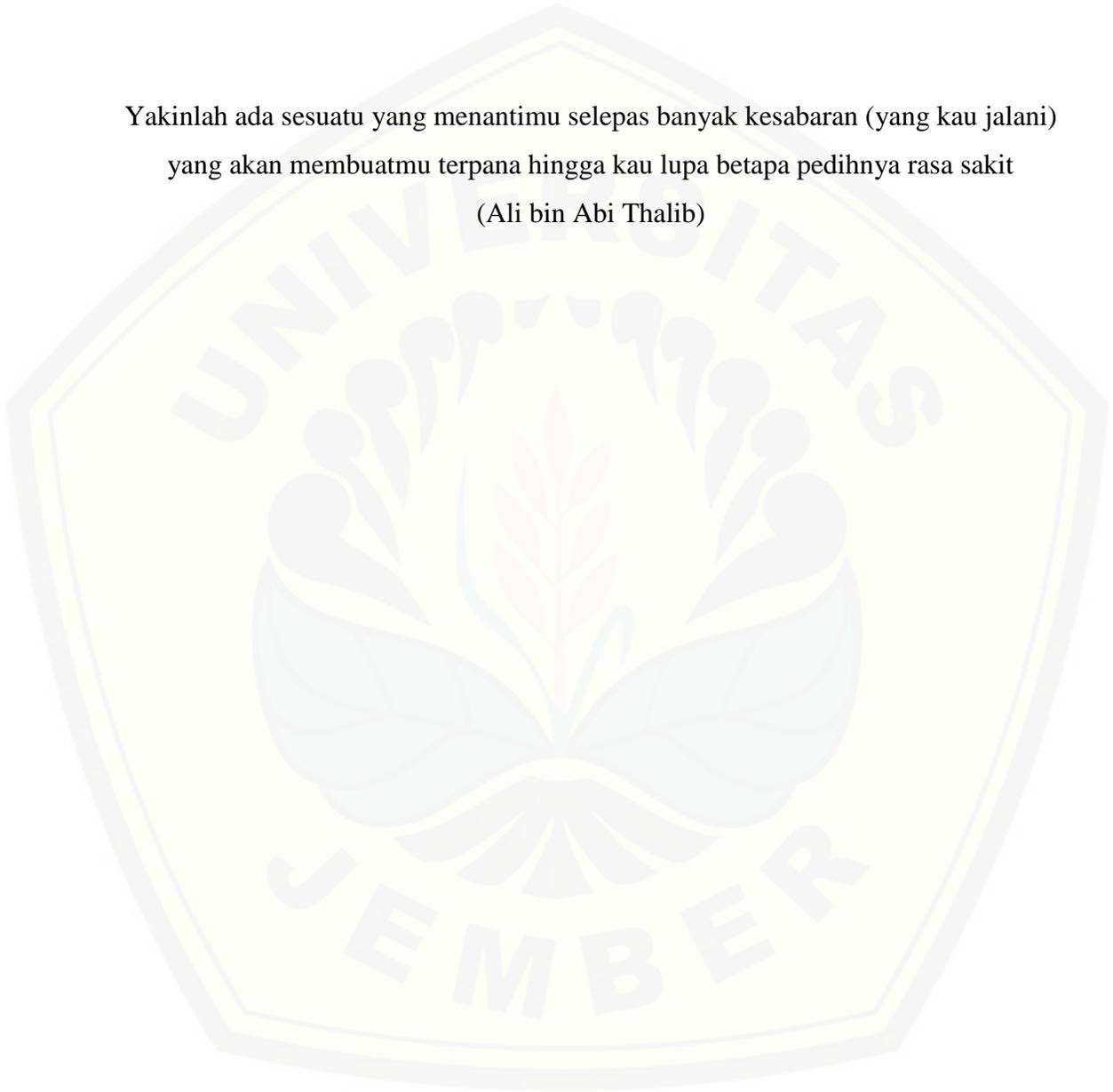
## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT. yang telah memberi segala rahmat.
2. Kedua orang tua kandung saya Ibu Asiyah dan Bapak Ridlwan (almarhum), serta orang tua yang berjasa membesarkan saya Ibu Hj. Artikah dan H. Askun. Terimakasih atas do'a, cinta, semangat dan kasih sayang yang tak terhitung.
3. Pahlawan tanpa tanda jasa dari mulai TK hingga kuliah yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbing dalam berbagai hal.
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang selalu saya banggakan.

**MOTTO**

Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran (yang kau jalani)  
yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa betapa pedihnya rasa sakit  
(Ali bin Abi Thalib)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Istibsyaroh

NIM : 111610101084

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: “*Perubahan Warna Resin Komposit Nanofiller setelah Perendaman dalam Minuman Susu Fermentasi (Penelitian In Vitro)*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat saksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Mei 2015

Yang menyatakan,

Istibsyaroh

NIM 111610101084

**SKRIPSI**

**PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT NANOFILLER SETELAH  
PERENDAMAN DALAM MINUMAN SUSU FERMENTASI  
(PENELITIAN IN VITRO)**

Oleh

Istibsyaroh

111610101084

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : drg. Sri Lestari, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Raditya Nugroho, Sp.KG

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Perubahan Warna Resin Komposit Nanofiller setelah Perendaman dalam Minuman Susu Fermentasi (Penelitian In Vitro)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada

Hari : Rabu

Tanggal : 13 Mei 2015

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

Dr. drg. FX Ady Soesetijo Sp.Pros  
NIP. 196005091987021001

drg. Leliana Sandra D, Sp.Ort  
NIP. 197208242001122001

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Sri Lestari, M.Kes  
NIP. 196608191996012001

drg. Raditya Nugroho, Sp.KG.  
NIP. 198206022009121003

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi  
Universitas Jember,

drg. Hj. Herniyati, M.Kes.  
NIP. 195909061985032001

## RINGKASAN

**Perubahan Warna Resin Komposit Nanofiller setelah Perendaman dalam Minuman Susu Fermentasi (Penelitian In Vitro);** Istibsyaroh, 111610101084; 2015: 42 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Resin komposit merupakan salah satu jenis bahan tumpatan anterior yang populer karena memiliki keunggulan dalam bidang estetik dan sewarna dengan gigi. Masyarakat *modern* dewasa ini dalam mendapatkan perawatan kedokteran gigi berorientasi pada estetika. Komposit *nanofiller* memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan *microhybrid* dan dapat mempertahankan kehalusan selama pemakaian seperti *microfiller*. Resin komposit *nanofiller* bisa digunakan untuk restorasi direk gigi anterior maupun posterior.

Minuman susu fermentasi adalah salah satu minuman yang populer di masyarakat. Susu fermentasi memiliki kandungan asam laktat dengan pH sekitar 4,2-4,8. pH rendah tersebut di atas dapat menyebabkan liberasi  $H^+$  yang berdampak pada degradasi dan pemutusan ikatan rantai polimer, sehingga terjadi *microcracks* dan *microvoids* yang terletak di antara *filler* dan matriks resin dapat menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit. Hal tersebut di atas menyebabkan perubahan konformasi struktur kimia resin, akibatnya terbentuk celah-celah kosong. Banyak ruang kosong di antara matriks polimer akan memudahkan terjadinya ikatan antara unsur yang ada pada cairan dengan matriks polimer.

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *eksperimental laboratories*, dengan rancangan penelitian *pretest and post test group design*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Klinik Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, dan Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga pada bulan Februari 2015. Sampel pada penelitian ini dibagi menjadi 3 kelompok ( $n=8$ ) sesuai lama perendaman, yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam.

Data hasil penelitian yang telah diperoleh dikumpulkan kemudian ditabulasi dan dilakukan analisis data. Data penelitian dilakukan uji normalitas terlebih dahulu menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* untuk mengetahui apakah kelompok perlakuan dan kontrol berdistribusi normal, lalu dilanjutkan dengan uji komparatif *Paired-T Test*. Kemudian dilanjutkan uji homogenitas varian menggunakan uji *Levene*. Karena data penelitian terdistribusi normal dan homogen maka dilakukan analisis dengan uji parametrik *One-Way ANOVA* kemudian uji lanjut *LSD (Least Significance Different)*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perendaman dalam minuman susu fermentasi, yaitu semakin lama perendaman, menunjukkan perubahan warna pada sampel resin komposit *nanofiller* semakin terang. Terdapat perbedaan yang signifikan tentang perubahan warna resin komposit *nanofiller* dengan lama perendaman (6, 12, dan 18 jam) yang berbeda di dalam minuman susu fermentasi.

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat ALLAH SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Perubahan Warna Resin Komposit Nanofiller setelah Perendaman dalam Minuman Susu Fermentasi (Penelitian In Vitro)” dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana kedokteran gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dukungan serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. drg. Hj. Herniyati, M. Kes. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
2. drg. Sri Lestari, M.Kes, selaku Dosen Pembimbing Utama, serta drg. Raditya Nugroho, Sp.KG., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah dengan sabar bersedia meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing dan membina saya dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas kesabaran dan bimbingannya selama ini.
3. Dr. drg. FX Ady Soesetijo Sp.Pros, selaku Dosen Penguji Ketua, serta drg. Leliana Sandra D, Sp.Ort, selaku Dosen Penguji Anggota, yang telah memberikan kritik dan saran serta telah meluangkan waktu, perhatian dan pikiran dalam penulisan skripsi ini.
4. drg. Tantin Ermawati, M.Kes. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang selalu membimbing saya selama ini.
5. Kedua orang tua kandung saya Ibu Asiyah dan Bapak Ridlwan (almarhum), serta orang tua yang berjasa membesarkan saya Ibu Hj. Artikah dan H. Askun. Terimakasih atas doa, kasih sayang, dukungan dan kesabaran yang tak pernah bisa terbalaskan. Akhirnya skripsi ini dapat saya selesaikan.

6. Suami saya Dedy Trisaksono, S.Kom yang telah banyak membantu dari awal penulisan skripsi sampai selesai.
7. Seluruh pihak yang membantu penyelesaian skripsi ini.
8. Kakak saya, dr. A. Jamil dan Musfirotul Af'idah, Amd.Keb., terimakasih untuk motivasi, semangat, doa dan obrolan-obrolan yang menginspirasi saya untuk segera lulus.
9. Teman seperjuangan skripsi saya, Nurbaetty Rochmah, Yunita Saskia, dan Cindy Uswatun K. yang telah banyak membantu, memberi semangat dan dukungan mulai dari penelitian hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman saya yang sangat baik dan memberikan doa serta semangat sepanjang pengerjaan skripsi ini dan seluruh keluarga FKG 2011 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih telah banyak membantu dan memberi semangat.

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

Jember, 13 Mei 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b>	
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	3
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
<b>2.1 Resin Komposit</b> .....	5
2.1.1 Definisi Resin Komposit.....	5
2.1.2 Jenis Resin Komposit .....	5
2.1.3 Komposisi Resin Komposit.....	7
<b>2.2 Resin Komposit <i>Nanofiller</i></b> .....	8
<b>2.3 Minuman Fermentasi</b> .....	8
2.3.1 Yakult .....	9

2.3.2 Efek Kebiasaan Minum Yakult terhadap Rongga Mulut .....	10
<b>2.4 Perubahan Warna</b> .....	10
2.4.1 Interpretasi Hasil Uji Perubahan Warna.....	12
<b>2.5 Kerangka Konseptual Penelitian</b> .....	13
<b>2.6 Hipotesis</b> .....	14
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b>	
<b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....	15
<b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	15
<b>3.3 Identifikasi Penelitian</b> .....	15
3.3.1 Variabel Bebas.....	15
3.3.2 Variabel terikat .....	15
3.3.3 Variabel Terkendali .....	15
<b>3.4 Definisi Operasional</b> .....	15
3.4.1 Minuman Susu Fermentasi.....	15
3.4.2 Kebiasaan Minum Susu Fermentasi .....	16
3.4.3 Perubahan Warna pada Restorasi Resin Komposit <i>Nanofiller</i> .....	16
<b>3.5 Sampel Penelitian</b> .....	16
3.5.1 Sampel Penelitian .....	16
<b>3.6 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	18
3.6.1 Alat Penelitian .....	18
3.6.2 Bahan Penelitian.....	18
<b>3.7 Prosedur Penelitian</b> .....	19
3.7.1 Persiapan Minuman Fermentasi .....	19
3.7.2 Prosedur pembuatan Sampel .....	19
3.7.3 Tahap Perlakuan .....	20
3.7.4 Cara Pengamatan Perubahan Warna .....	21
<b>3.8 Analisis Data</b> .....	22

<b>3.9 Alur Penelitian .....</b>	<b>23</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Hasil Penelitian .....</b>	<b>24</b>
4.1.1 Data Hasil Penelitian .....	24
4.1.2 Analisis Data .....	26
<b>4.2 Pembahasan .....</b>	<b>28</b>
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Saran .....</b>	<b>33</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
2.1 Perbandingan sifat fisik berbagai macam resin komposit.....	9
4.1 Selisih rata-rata nilai uji intensitas cahaya yang dipantulkan sampel pada kelompok sebelum dan setelah perlakuan (microVolt).....	24
4.2 Hasil analisis normalitas menggunakan uji <i>Kolmogorov-Smirnov</i> .....	26
4.3 Hasil uji komparatif menggunakan <i>Paired-T Test</i> .....	26
4.4 Hasil analisis homogenitas menggunakan uji <i>Levene</i> .....	27
4.5 Hasil uji statistik parametrik <i>One-way Anova</i> .....	27
4.6 Hasil uji statistik LSD ( <i>Least Significant Difference</i> ).....	28

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar	Halaman
2.1 Kerangka konsep penelitian .....	13
3.1 Set alat spektrofotometer optik .....	21
3.2 Alur penelitian .....	23
4.1 Histogram rata-rata nilai uji intensitas cahaya ( <i>microVolt</i> ) komposit <i>nanofiller</i> .....	25
4.2 Histogram selisih rata-rata nilai uji intensitas cahaya ( <i>microVolt</i> ) komposit <i>nanofiller</i> .....	25
C.1 Inkubator .....	45
C.2 Alat penelitian .....	45
C.3 Bahan penelitian.....	45
C.4 Alat pengukur intensitas cahaya .....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
B.1 Hasil uji intensitas cahaya sebelum perlakuan.....	39
B.2 Hasil uji intensitas cahaya setelah perlakuan.....	39
B.3 Selisih rata-rata nilai uji intensitas cahaya sebelum dan setelah perlakuan.....	40
C.1 Uji Normalitas <i>Kolmogrov-smirnov</i> .....	41
C.2 Uji Homogenitas <i>Levene statistic</i> .....	41
C.3 Uji <i>One-way Anova</i> .....	41
C.4 Uji LSD ( <i>Least Significant Difference</i> ).....	42

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Resin komposit adalah bahan berbasis resin yang di dalamnya ditambahkan partikel pengisi (Anusavice, 2006). Resin komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel pengisi yaitu *macrofiller*, *microfiller*, dan *nanofiller* (Sakaguci dan Powers, 2012: 161-198). Resin komposit *hybrid* adalah resin komposit yang terdiri dari dua jenis *filler*, diantaranya yaitu *microhybrid* dan *nanohybrid*. Resin komposit *macrofiller* digunakan untuk restorasi pada gigi posterior karena terdiri dari partikel pengisi berukuran besar sehingga memiliki sifat fisik tahan terhadap tekanan, tetapi kekurangannya yaitu memiliki permukaan yang kasar. Komposit *microfiller* digunakan untuk restorasi gigi anterior karena memiliki partikel pengisi yang sangat kecil sehingga dapat menghasilkan permukaan yang halus, tetapi memiliki kekurangan yaitu kurang kuat menahan tekanan (Anusavice, 2006). Komposit *nanofiller* memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan *microhybrid* dan dapat mempertahankan kehalusan selama pemakaian seperti *microfiller* (Luana *et al.*, 2012:30-33; Sakaguci dan Powers, 2012:161-198).

Resin komposit merupakan salah satu jenis bahan tumpatan anterior yang populer karena memiliki keunggulan dalam bidang estetik dan sewarna dengan gigi (Mukuan *et al.*, 2013). Masyarakat *modern* dewasa ini dalam mendapatkan perawatan kedokteran gigi berorientasi pada estetika (Adhidarma *et al.*, 2011:115-120). Komposit *nanofiller* diperkenalkan pada awal 1990-an, tetapi produk komersial pertama diluncurkan pada akhir tahun 2002 (Hamouda dan Elkader, 2012:238-242). Resin komposit *nanofiller* bisa digunakan untuk restorasi direk gigi anterior maupun posterior. Partikel pengisi komposit ini terdiri dari kombinasi nanopartikel dan nanocluster, sehingga dapat mengurangi jumlah ruang antarpartikel pengisi sehingga dapat meningkatkan kepadatan, kekuatan, dan hasil poles yang lebih baik bila

dibandingkan dengan resin komposit yang lain (Permatasari dan Usman, 2008:239-246).

Resin komposit dapat mengalami perubahan warna di dalam rongga mulut, salah satunya dapat disebabkan oleh faktor ekstrinsik (Uchida *et al.*, 1998; Wan *et al.*, 2009). Faktor ekstrinsik yang dapat mempengaruhinya antara lain akumulasi plak dan *stain*, intensitas dan durasi polimerisasi, paparan faktor lingkungan, termasuk radiasi UV, panas, pewarna makanan serta minuman (Catelan *et al.*, 2011:114-118).

Minuman susu fermentasi adalah salah satu minuman yang populer di masyarakat. Kasmadi *et al.*, (2011) menyatakan bahwa 33% masyarakat Kota Pekanbaru mengkonsumsi minuman susu fermentasi setiap hari. Sedangkan Chotimah (2009) menyatakan bahwa susu fermentasi adalah susu yang dibuat melalui proses fermentasi bakteri yang berbahan baku susu dengan bahan-bahan tambahan berupa pemanis, stabilizer, flavour (dapat berupa buah-buahan segar atau esens), serta pewarna (karmoisine, karmin, tatrazin, dll) untuk menarik minat konsumen.

Orang yang sensitif terhadap produk susu pada umumnya dapat mengkonsumsi susu fermentasi oleh karena keberadaan bakteri di dalamnya dapat memetabolisme laktosa menjadi asam laktat. Susu fermentasi bila dikonsumsi secara rutin mampu menghambat kadar kolesterol dalam darah karena mengandung bakteri *Lactobacillus* yang berfungsi menghambat pembentukan kolesterol dalam darah. Bakteri yang terkandung dalam susu fermentasi keberadaannya sangat baik dalam meningkatkan daya tahan tubuh. Susu fermentasi memiliki kandungan asam laktat dengan pH sekitar 4,2-4,8 (Widodo *et al.*, 2013:904-911). pH rendah tersebut di atas dapat menyebabkan liberasi H<sup>+</sup> yang berdampak pada degradasi dan pemutusan ikatan rantai polimer, sehingga terjadi *microcracks* dan *microvoids* yang terletak di antara *filler* dan matriks resin dapat menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit (Nasim *et al.*, 2010:137-142). Hal tersebut di atas menyebabkan perubahan konformasi struktur kimia resin, akibatnya terbentuk celah-celah kosong. Banyak ruang kosong di antara matriks polimer akan memudahkan

terjadinya ikatan antara unsur yang ada pada cairan dengan matriks polimer (Villalta *et al.*, 2006).

Perubahan warna pada resin komposit merupakan perubahan fisik yang dapat terlihat secara *visual*. Perubahan warna tersebut dapat disebabkan oleh faktor ekstrinsik, salah satunya yaitu minuman susu fermentasi. Perubahan warna salah satunya bisa dilihat dari nilai uji intensitas cahaya, yaitu jika semakin terang maka cahaya yang diabsorpsi semakin sedikit dan cahaya yang dipantulkan akan semakin banyak. Umumnya restorasi resin komposit dapat bertahan dalam rongga mulut selama 5-10 tahun (Opdam *et al.*, 2007:2-8).

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan telaah tentang perubahan warna resin komposit *nanofiller* setelah perendaman dalam minuman susu fermentasi dengan berbagai variasi waktu.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Apakah perendaman resin komposit *nanofiller* di dalam minuman susu fermentasi selama 6, 12 dan 18 jam dapat menyebabkan perubahan warna?
- b. Bagaimanakah perubahan warna resin komposit *nanofiller* dengan lama perendaman yang berbeda di dalam minuman susu fermentasi (6, 12 dan 18 jam)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui perubahan warna resin komposit *nanofiller* setelah perendaman di dalam minuman susu fermentasi selama 6, 12 dan 18 jam.
- b. Memahami adanya perbedaan perubahan warna resin komposit *nanofiller* dengan lama perendaman yang berbeda di dalam minuman susu fermentasi (6, 12 dan 18 jam).

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Apabila terbukti minuman susu fermentasi dapat menyebabkan perubahan warna pada bahan tambal resin komposit *nanofiller*, maka manfaat penelitian ini adalah:

- a. Memberikan informasi dan ilmu pengetahuan kepada masyarakat mengenai perubahan warna pada resin komposit *nanofiller* setelah mengkonsumsi minuman susu fermentasi.
- b. Dapat menjadi bahan pertimbangan dokter gigi dan pasien yang menggunakan restorasi resin komposit *nanofiller* untuk mengubah kebiasaan minum susu fermentasinya.
- c. Dapat menjadi acuan penelitian selanjutnya tentang perubahan warna resin komposit.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Resin Komposit

#### 2.1.1 Pengertian Resin Komposit

Resin komposit adalah tambalan sewarna gigi yang merupakan material kompleks dan mengandung komponen resin organik. Resin komposit dibandingkan dengan akrilik dan silikat memiliki sifat mekanik lebih baik, koefisien termal ekspansi lebih rendah, perubahan dimensi lebih rendah saat *setting* dan ketahanan yang lebih tinggi untuk dipakai, sehingga meningkatkan kinerja klinis (Sakaguci dan Powers, 2012:161-198).

#### 2.1.2 Macam Resin Komposit

Klasifikasi resin komposit berdasarkan polimerisasi meliputi resin yang diaktifkan secara kimia, sinar, dan *dual-cured*. Bahan yang diaktifkan secara kimia tersedia dalam 2 kemasan berbentuk pasta, satu mengandung inisiator benzoil peroksida dan lainnya activator amin tersier (N,N-dimetil-*p*-toluidin). Bila kedua pasta diaduk, amin bereaksi dengan benzoil peroksida untuk membentuk radikal bebas, dan polimerisasi tambahan dimulai. Bahan yang diaktifkan dengan sinar, sistem pertama yang diaktifkan dengan sinar menggunakan sinar ultra violet untuk merangsang radikal bebas. Dewasa ini, komposit yang diaktifkan dengan sinar ultra violet telah digantikan dengan system yang diaktifkan sinar yang dapat dilihat dengan mata, yang secara nyata meningkatkan kemampuan berpolimerisasi lapisan yang lebih tebal sampai 2 mm. Komposit yang diaktifkan dengan sinar tampak lebih luas penggunaannya dibandingkan bahan yang diaktifkan secara kimia. Resin *dual cured* merupakan sistem dua pasta, yang mengandung inisiator dan aktivator cahaya dan kimia. Keuntungannya ketika dua pasta dicampur dan ditempatkan, lalu di curing dengan light cure unit sebagai reaksi pengerasan awal kemudian secara kimia akan melanjutkan reaksi

pengerasan pada bagian yang tidak terkena sinar sehingga pengerasan sempurna (Anusavice, 2006).

Resin komposit berdasarkan viskositas atau persentase muatan *filler* terdiri atas resin komposit *packable* dan *flowable*. Resin komposit *packable* dikenal juga sebagai resin komposit *condensable*. Resin ini mengandung muatan *filler* sebanyak 66-70% volume. Komposisi *filler* yang tinggi menyebabkan peningkatan viskositas resin komposit sehingga resin komposit *packable* menjadi kental dan sulit mengisi celah kavitas yang kecil. Akan tetapi, dengan semakin besarnya komposisi *filler*, bahan ini dapat mengurangi pengerutan selama polimerisasi. Resin komposit *flowable* mempunyai muatan *filler* berkisar antara 42-53% volume. Komposisi *filler* yang rendah dan kemampuan *flow* yang lebih tinggi membuat resin ini memiliki viskositas yang lebih rendah sehingga dapat dengan mudah mengisi atau menutup kavitas kecil.

Resin komposit dapat pula diklasifikasikan berdasarkan ukuran rata-rata *filler* yaitu *macrofiller*, *microfiller*, dan *nanofiller*. Resin komposit *hybrid* adalah resin komposit yang terdiri dari dua jenis *filler*. Resin komposit yang pertama adalah *macrofiller*. Komposit ini mengandung *filler* berbentuk bulat atau tidak teratur dan berukuran besar dengan diameter *filler* rata-rata 8-12  $\mu\text{m}$ . Komposit ini lebih tahan terhadap abrasi dibandingkan dengan akrilik tanpa bahan *filler*, tetapi kekurangan utamanya adalah permukaan yang kasar sehingga memiliki kecenderungan untuk mengalami perubahan warna. Para peneliti telah mengembangkan resin komposit *microfiller* yang memiliki permukaan lebih halus, namun memiliki sifat fisik dan mekanik yang kurang dibandingkan komposit *macrofiller* (Anusavice, 1996:227-261). Komposit *hybrid* terdiri dari partikel *filler* halus dengan ukuran rata-rata 2-4  $\mu\text{m}$  dikombinasi dengan *celloidal silica*. Komposit *microhybrid* memiliki partikel halus dari rata-rata ukuran partikel yang lebih rendah (0,04-1 mm) dikombinasi dengan *microfine silica*. *Hybrid* dan *microhybrid* memiliki ketahanan aus klinis dan sifat mekanik yang baik, tetapi retensi poles kurang baik sehingga menjadi kasar dan kusam (Sakaguchi dan Powers, 2012:161-198).

Komposit *nanofiller* memiliki sifat kekuatan dan ketahanan hasil poles yang sangat baik (Permatasari dan Usman, 2008:239-246). Komposit *nanofiller* disebutkan pada awal 1990-an, tetapi produk komersial pertama diluncurkan pada akhir tahun 2002 (Bayne *et al.*, 1994:687-701).

### 2.1.3 Komposisi Resin Komposit

Resin komposit terdiri dari empat komponen utama: *organic polymer matrix*, *inorganic filler particles*, *coupling agent*, and *the initiator-accelerator system*. Matriks yang digunakan adalah resin polisiloksan modifikasi metakrilat, dimetakrilat, dan etil-4 (dimetilamino) benzoate (Dentsply, 2003). Partikel pengisinya merupakan kombinasi antara nanopartikel silica 20 nm yang tidak berkelompok dan nanocluster zirconia/silica 5-20 nm yang membentuk kelompok. Kombinasi nanopartikel dengan nanocluster akan mengurangi jumlah ruang antarpartikel pengisi sehingga dapat meningkatkan ketahanan dan hasil poles yang lebih baik bila dibandingkan dengan resin komposit yang lain (Permatasari dan Usman, 2008:239-246).

Monomer yang digunakan pada resin komposit pada umumnya adalah senyawa dimetakrilat. Monomer yang telah umum digunakan adalah 2,2-bis [4 (2 hidroksi-3-methacryloxy-propyloxy) - fenil] propana (Bis-GMA), uretan dimetakrilat (UDMA), dan trietilen glikol dimetakrilat (TEGDMA). Bis-GMA dan UDMA mengandung karbon reaktif ikatan ganda di setiap akhir yang dapat mengalami penambahan polimerisasi diprakarsai oleh inisiator radikal bebas. Beberapa produk menggunakan kedua Bis-GMA dan Monomer UDMA. Monomer Bis-GMA memiliki viskositas tinggi dan pengencer harus ditambahkan sehingga konsistensi klinis dapat dicapai bila campuran resin ditambah dengan *filler*. Monomer yang biasanya digunakan sebagai pengencer adalah TEGDMA yang memiliki berat molekul kecil (Sakaguci dan Powers, 2012:161-198).

Fungsi *filler* adalah untuk memperkuat matriks resin, menghasilkan derajat translusensi yang sesuai, dan kontrol penyusutan volume komposit selama

polimerisasi. *Filler* secara tradisional diperoleh dengan menggiling mineral seperti *quartz*, gelas, atau *sol-gel* yang berasal dari keramik. Baru-baru ini, *nanofiller* telah diperkenalkan ke dalam jenis komposit (Sakaguci dan Powers, 2012:161-198).

## 2.2 Resin Komposit *Nanofiller*

Resin komposit *nanofiller* mengandung partikel *filer* berukuran nanometer (Sakaguci dan Powers, 2012:161-198). Komposit *nanofiller* berisi kombinasi antara nanopartikel solitair dan partikel nanocluster. Kombinasi partikel-partikel tersebut di atas bertujuan untuk mengurangi jumlah ruang interstitial serta meningkatkan sifat fisis dan hasil poles yang lebih baik bila dibandingkan dengan komposit yang lain (Permatasari dan Usman, 2008:239-246).

Komposit tersebut di atas sudah digunakan secara luas di bidang kedokteran gigi, terutama untuk restorasi direk gigi anterior maupun posterior, *sandwich technique* bersama dengan bahan resin glass ionomer, *cusp buildup*, *core buildup*, splinting, restorasi indirek gigi anterior maupun posterior termasuk inlay, onlay and veneer (Permatasari dan Usman, 2008:239-246).

Komposit *nanofiller* itu memiliki kelebihan yaitu memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan *microhybrid* dan dapat mempertahankan kehalusan selama pemakaian seperti *microfiller* (Luana et al., 2012:30-33; Sakaguci dan Powers, 2012:161-198). Restorasi komposit *nanofiller* memiliki kestabilan yang tinggi walaupun terjadi keausan di dalam pemakainnya, hal tersebut hanya akan menyebabkan terlepasnya nanopartikel solitaire, sedangkan nanocluster. Nanopartikel bersifat solitaire yang memproteksi permukaan resin komposit, sehingga keausan yang terjadi tidak signifikan (Permatasari dan Usman, 2008:239-246).

Komposit *nanofiller* memiliki sifat biokompatibilitas yang tinggi berdasarkan uji sitotoksisitas, yaitu menunjukkan efek sitotoksik yang rendah. Selain itu, komposit *nanofiller* memiliki ketahanan yang tinggi terhadap fraktur, sehingga meningkatkan waktu pemakaian. Pengerutan resin komposit *nanofiller* yang terjadi selama

polimerisasi adalah rendah. Komposit ini memiliki waktu kerja sedikitnya 140 detik sehingga memberikan dokter gigi waktu yang cukup untuk memanipulasinya (Dentsply, 2003:9-14).

Tabel 2.1 Perbandingan sifat fisik berbagai macam resin komposit

Sifat fisik	Komposit <i>Nanofiller</i>	Komposit <i>Microfiller</i>	Komposit <i>Microhybrid</i>	Komposit <i>Packable</i>	Komposit <i>Flowable</i>
<i>Flexural strength</i> (MPa)	110	60-120	150	85-110	70-120
<i>Flexural modulus</i> (GPa)	8.5	4.0-6.9	11.2	9.0-1.2	2.6-5.6
<i>Compressive strength</i> (MPa)	320	240-300	410	220-300	210-300
<i>Shrinkage</i> (%)	2.3	2-3	2.3	0.6-0.9	-

### 2.3 Minuman Fermentasi

Fermentasi merupakan aktivitas mikroorganisme untuk mendapatkan energi yang diperlukan untuk metabolisme dan pertumbuhan melalui pemecahan atau katabolisme terhadap senyawa organik secara anaerobik. Proses fermentasi pada susu, terjadi pemecahan laktosa menjadi asam laktat yang lebih mudah dicerna tubuh (Rahman *et al*, 1992).

Susu fermentasi memiliki rasa dan aroma yang khas tergantung dari mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. Karakteristik fisik dari beberapa jenis susu fermentasi berbeda-beda. *Yoghurt* mempunyai tekstur yang agak kental sampai kental atau semi padat dengan kekentalan yang homogen akibat dari penggumpalan protein karena asam organik yang dihasilkan oleh kultur starter (Surono, 2004:31-32).

Bakteri yang digunakan dalam fermentasi susu mempunyai beberapa peranan yang pada dasarnya adalah 1). Memproduksi asam laktat, 2). Sekresi metabolit yang berhubungan dengan karakteristik *flavour* dari produk fermentasi susu tertentu dan 3). Modifikasi substrat agar perubahan-perubahan biokimiawi yang diinginkan dapat berlangsung. Seleksi bakteri yang sesuai untuk suatu produk tertentu memegang

peranan penting dan karakteristik mikroba yang dipilih dapat digunakan sebagai parameter dalam proses fermentasi (Wijaningsih, 2008).

### 2.3.1 Yakult

Yakult adalah produk minuman susu fermentasi probiotik yang mengandung bakteri *Lactobacillus casei shirota strain* yang bermanfaat bagi kesehatan manusia. Yakult tidak mengandung bahan pengawet. Bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan minuman Yakult antara lain: *Bakteri Lactobacillus casei shirota strain*, susu skim *non-fat*, sukrosa (gula pasir), glukosa, aroma alamiah Yakult dan Air. Yakult mengandung bakteri yang dapat bertahan hidup sampai usus halus manusia. Manfaat dari minuman Yakult adalah dapat membantu : 1) mencegah gangguan pencernaan, 2) meningkatkan daya tahan tubuh, 3) meningkatkan jumlah bakteri menguntungkan dalam usus, 4) mengurangi racun dalam usus, 5) menekan jumlah bakteri yang merugikan dalam usus.

### 2.3.4 Efek Kebiasaan Minum Yakult Terhadap Rongga Mulut

Susu fermentasi memiliki kandungan asam laktat dengan pH sekitar 4,2-4,8 (Widodo *et al.*, 2013:904-911). pH rendah tersebut di atas dapat menyebabkan liberasi  $H^+$  yang berdampak pada degradasi dan pemutusan ikatan rantai polimer, sehingga terjadi *microcracks* dan *microvoids* yang terletak di antara *filler* dan matriks resin dapat menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit (Nasim *et al.*, 2010:137-142). Hal tersebut di atas menyebabkan perubahan konformasi struktur kimia resin, akibatnya terbentuk celah-celah kosong. Banyak ruang kosong di antara matriks polimer akan memudahkan terjadinya ikatan antara unsur yang ada pada cairan dengan matriks polimer (Villalta *et al.*, 2006).

## 2.4 Perubahan Warna

Warna memiliki peran penting dalam meningkatkan estetika yang optimum. Syarat bahan tambal estetik harus sesuai dengan gigi asli baik dari warna, translusensi, maupun tekstur (Nasim *et al.*, 2010:137-142). Bahan restorasi estetik harus menyerupai penampilan gigi alami, dan fakta ini secara langsung berkaitan dengan warna bahan dan stabilitas warna (Choi *et al.*, 2005). Bahan tambal estetik juga harus mampu menjaga stabilitas warna dalam jangka waktu yang lama (Nasim *et al.*, 2010:137-142). Pada umumnya resin komposit dapat bertahan selama 6-12 tahun jika dirawat dengan baik dan menghindari makanan atau minuman yang dapat meninggalkan *stain* (Effendi *et al.*, 2013)

Ada beberapa metode pengukuran perubahan warna, salah satunya adalah sensor fotodetektor yang menggunakan seperangkat alat spektrofotometer optik yang terdiri dari laser *He-Ne*, fotodetektor OPT101, dan *microvolt digital*. Spektrofotometer optik adalah alat yang digunakan untuk menentukan komposisi suatu sampel yang didasarkan pada interaksi antara sampel dengan cahaya. Prinsip kerja spektrofotometer ini didasarkan pada fenomena penyerapan sinar (Hidayatullah, 2012).

Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) merupakan cahaya yang dikuatkan dari stimulus emisi atau pancaran radiasi (Mundilarto dan Istiyono, 2009). Laser gas mulia yang banyak dipakai yaitu laser helium-neon *He-Ne*. Laser yang dihasilkan berada di spektrum tampak berwarna merah ( $6328 \text{ \AA}$ ) (Pikatan, 1991).

Fotodetektor tipe OPT 101 menggunakan sumber sinar laser *He-Ne* dan sensor optik fotodioda. OPT 101 merupakan fotodioda monolitik dengan chip transimpedance amplifier. Tegangan keluaran meningkat secara linier terhadap intensitas cahaya (Sugito *et al.*, 2012:146-149).

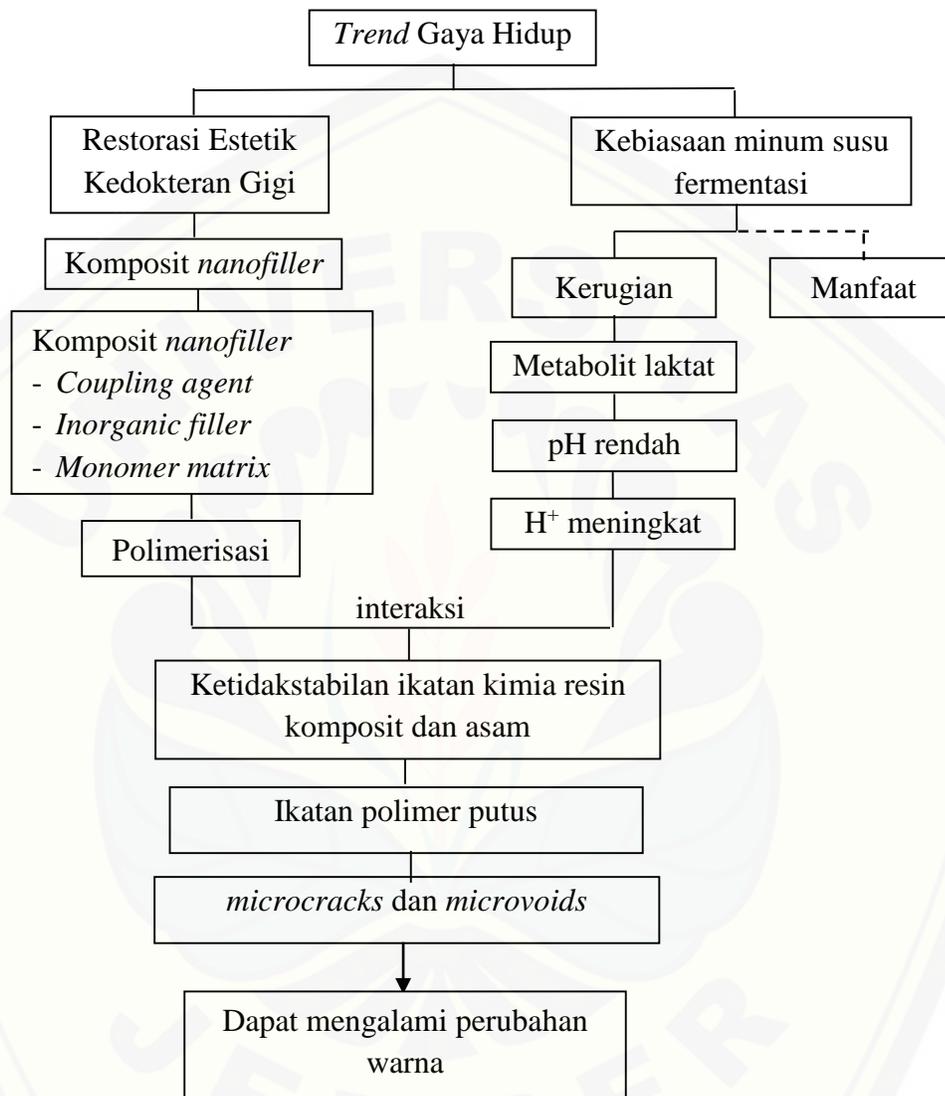
*Microvolt digital* atau biasa disebut dengan multimeter digital adalah alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur kuat arus listrik, tegangan listrik, dan hambatan listrik dalam bentuk digital.

Pengujian perubahan warna dilakukan dengan cara meletakkan sumber cahaya laser He-Ne, fotodetektor tipe OPT 101, sampel dan *microvolt digital* pada meja penelitian. Posisi laser He-Ne dan fotodetektor tipe OPT 101 diatur dalam garis lurus. Jarak antara sampel dan fotodetektor 13 cm sedangkan antar sampel dan laser He-Ne 16 cm. Fotodetektor dihubungkan dengan *microvolt digital* yang berfungsi untuk membaca nilai tegangan yang berasal dari fotodetektor. Fotodetektor akan mengubah nilai intensitas menjadi tegangan. Sampel diletakkan pada tempat sampel yang akan di uji dan disinari dengan cahaya laser He-Ne sampai nilai interval pada *microvolt digital* muncul dan tidak berubah (Giacomelli *et al.*, 2004).

#### 2.4.1 Interpretasi Hasil Uji Perubahan Warna

Nilai intensitas cahaya pada *microvolt digital* yang merupakan indikator perubahan warna dengan satuan *microVolt*. Jika intensitas cahaya yang dipantulkan lebih besar, maka nilai pada *microvolt digital* akan meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika intensitas cahaya yang dipantulkan lebih kecil maka nilai pada *microvolt digital* juga akan turun. Semakin rendah intensitas warna yang diteruskan (*microVolt*) menunjukkan bahwa warna dari sampel semakin gelap setelah menerima perlakuan (Aprilia *et al.*, 2007:164-170).

## 2.5 Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 2.1 Kerangka konsep penelitian

Gaya hidup sehat telah menjadi *trend* baru masyarakat dunia, salah satunya rutin mengonsumsi minuman fermentasi. Susu fermentasi memiliki pH yang rendah yaitu sekitar 4,2-4,8. Asam laktat yang terkandung di dalamnya menyebabkan rendahnya pH susu fermentasi (Subroto, 2008). Kelebihan ion H<sup>+</sup> pada asam dapat menyebabkan pemutusan ikatan antara rantai polimer. Hal ini menyebabkan

*microcracks* dan *microvoids* yang terletak di antara *filler* dan matriks resin dapat menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit. Banyak ruang kosong di antara matriks polimer akan memudahkan terjadinya ikatan antara unsur yang ada pada cairan dengan matriks polimer termasuk zat warna sehingga dapat menyebabkan perubahan warna pada resin komposit *nanofiller*.

## 2.6 Hipotesis

Berdasarkan uraian di atas, diduga bahwa terdapat perubahan warna pada restorasi resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perendaman pada minuman fermentasi selama 6, 12, dan 18 jam.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian *eksperimental laboratories*, dengan rancangan penelitian *pretest and post test group design*.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, Klinik Konservasi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember, dan Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga pada bulan Februari 2015.

### 3.3 Identifikasi Penelitian

#### 3.3.1 Variabel Bebas

Minuman susu fermentasi (Yakult).

#### 3.3.2 Variabel Terikat

Perubahan warna pada restorasi resin komposit *nanofiller*.

#### 3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Bulan dan tahun produksi Yakult
- b. Kriteria Sampel
- c. Sampel homogen
- d. Dilakukan sesuai prosedur penelitian
- e. Dilakukan pada tempat dan hari yang sama

### 3.4 Definisi Operasional

#### 3.4.1 Minuman Susu Fermentasi

Minuman susu fermentasi adalah minuman susu yang dibuat melalui proses fermentasi bakteri buatan pabrik. Dalam penelitian ini, minuman susu fermentasi yang digunakan adalah produksi PT. Yakult Indonesia Persada Cicurug Sukabumi, merk Yakult karena merupakan jenis minuman susu fermentasi yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat.

#### 3.4.2 Kebiasaan Minum Susu Fermentasi

Kebiasaan minum susu fermentasi adalah seseorang yang memiliki kebiasaan minum susu fermentasi dua kali sehari dengan kemasan 65 ml. Dalam penelitian ini diasumsikan berdasarkan lamanya satu kali gerakan menelan adalah 1 detik (Zarb et al, 2013). Berdasarkan *trial* yang dilakukan oleh peneliti, seseorang setiap kali minum satu botol minuman fermentasi terjadi kira-kira 12 kali proses menelan. Jika seseorang sehari minum 2 kali, maka perendaman selama 6 jam setara dengan 2,5 tahun pemakaian. Selanjutnya bisa diasumsikan perendaman selama 12 jam setara dengan 5 tahun pemakaian dan 18 jam setara dengan 7,5 tahun pemakaian.

#### 3.4.3 Perubahan warna pada restorasi resin komposit *nanofiller*

Perubahan warna didefinisikan sebagai perubahan fisik yang dapat terlihat secara *visual* pada sampel setelah direndam dalam minuman susu fermentasi dibandingkan dengan sebelum direndam. Perubahan warna dilihat dari nilai uji intensitas cahaya dengan satuan *microVolt*. Semakin rendah intensitas warna yang diteruskan (*microVolt*) menunjukkan bahwa warna dari sampel semakin gelap setelah menerima perlakuan, sedangkan semakin tinggi intensitas warna yang diteruskan (*microVolt*) menunjukkan bahwa warna dari sampel semakin terang setelah menerima perlakuan. Dalam penelitian ini, untuk mengukur perubahan warna harus dibandingkan antara sebelum dan sesudah perlakuan.

### 3.5 Sampel Penelitian

#### 3.5.1 Sampel Penelitian

##### a. Kriteria Sampel

Kriteria sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Sampel berupa restorasi resin komposit berbentuk silindris dengan diameter 5 mm dan tinggi 2 mm (Sumono, 2005) dengan permukaan tidak porus dan tidak kasar.

##### b. Besar Sampel

Besar sampel diperoleh dari perhitungan rumus Steel dan Torrie (1995:145-147), yakni:

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

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

$$n = 2,81^2$$

$$n = 7,8961 = 8$$

Keterangan:

$n$  : besar sampel minimal

$Z_{\alpha}$  : batas atas nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas atas kemaknaan (1,96)

$Z_{\beta}$  : batas bawah nilai konversi pada tabel distribusi normal untuk batas bawah kemaknaan (0,85)

$\rho^2$  : diasumsikan  $\rho^2 = \delta^2$

$\rho$  : presentase taksiran hal yang akan diteliti (0,8)

Besar sampel yang diperoleh dari rumus di atas adalah minimal 8 buah.

##### c. Pengelompokan Sampel

Sampel pada penelitian ini dibagi menjadi 3 kelompok ( $n=8$ ) sesuai lama perendaman, yaitu 6 jam, 12 jam, dan 18 jam. Setiap kelompok terdiri dari 8 botol vial.

A<sub>1</sub>= Perendaman selama 6 jam dalam minuman susu fermentasi.

A<sub>2</sub>= Perendaman selama 12 jam dalam minuman susu fermentasi.

A<sub>3</sub>= Perendaman selama 18 jam dalam minuman susu fermentasi.

### 3.6 Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.6.1 Alat Penelitian

- a. Anak timbangan 1 kg
- b. Botol vial ukuran 15 ml
- c. Fotodetektor Optik 101
- d. Gelas ukur
- e. Gerinda merk GAT
- f. Inkubator
- g. *Light-emiting diode (LED) curing unit* merk Ski
- h. *Microvolt digital*
- i. Sinar laser *He-Ne*
- j. pH meter digital merk ATC tipe pH108
- k. *Plastis filling instrument* merk Dentica Stainless Steel
- l. Plat Kuningan
- m. *Stopper* semen
- n. Thermometer

#### 3.6.2 Bahan Penelitian

- a. Air
- b. Alumunium foil merk Best Fresh
- c. Minuman susu fermentasi Yakult
- d. Resin komposit *nanofiller* warna A3 merk *Ceram.x* LOT 1403000223 EXP 2016-01
- e. Syringe insulin merk Terumo 1 ml
- f. *Facial tissue* merk Multi

g. *Celluloid strip*

### 3.7 Prosedur Penelitian

#### 3.7.1 Persiapan Minuman Fermentasi

Menyiapkan minuman susu fermentasi dari minuman yang beredar di pasaran merk Yakult. Mengambil susu fermentasi dari *cool storage*, dikondisikan suhunya agar menjadi 37°C diukur dengan thermometer dan pH diukur dengan pH meter.

#### 3.7.2 Prosedur Pembuatan Sampel

- a. Memotong syringe insulin yang berdiameter tepi 5 mm setebal 2 mm menjadi cincin plastik.
- b. Mengisi lubang cetakan yang terdapat pada plat kuningan dengan cincin plastik sejumlah 5 buah.
- c. Menutup bagian dasar plat kuningan menggunakan *celluloid strip* pada masing-masing lubang.
- d. Memasukkan plat kuningan ke dalam *holder*.
- e. Memasukkan resin komposit dengan berat yang sama (12 mg) ke dalam cincin plastik menggunakan *plastis filling instrument* sampai penuh.
- f. Memampatkan resin komposit menggunakan *stopper semen*.
- g. Menutup permukaan resin komposit dengan *celluloid strip*.
- h. Menutup permukaan cincin plastik dengan plat kuningan.
- i. Meletakkan beban berupa anak timbangan seberat 1 kg selama 5 menit di atas plat kuningan.
- j. Mengangkat anak timbangan dan plat kuningan bagian atas.
- k. Melakukan penyinaran pada resin komposit disinari dengan menggunakan *LED curing unit* selama 60 detik dengan jarak permukaan alat 0 mm pada permukaan resin komposit dengan sudut kemiringan 90°.

- l. Melepaskan tablet resin komposit dari cincin plastik dengan cara ditekan menggunakan *stopper semen*.

### 3.7.3 Tahap Perlakuan

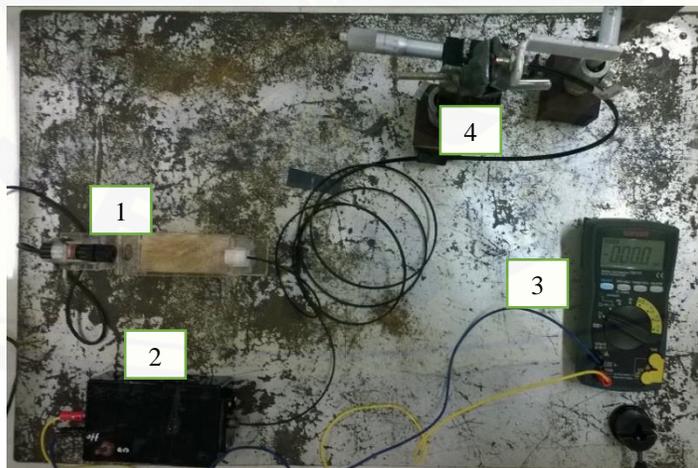
- a. Mengambil sampel dengan cara *selective stratified random sampling* sejumlah 24 buah, dibagi menjadi 3 kelompok, sehingga masing-masing kelompok sejumlah 8 buah.
- b. Melakukan pengamatan perubahan warna pada semua sampel untuk mengetahui hasil uji intensitas cahaya sebelum perlakuan.
- c. Menyiapkan dan menandai botol vial sesuai kelompok perlakuan (masing-masing kelompok 8 botol).
- d. Mengisi botol vial dengan susu fermentasi.
- e. Memasukkan sampel ke dalam botol vial yang berisi:
  - Kelompok A<sub>1</sub>= Susu fermentasi, kemudian direndam selama 6 jam
  - Kelompok A<sub>2</sub>= Susu fermentasi, kemudian direndam selama 12 jam
  - Kelompok A<sub>3</sub>= Susu fermentasi, kemudian direndam selama 18 jam
- f. Merendam sampel sampai semua permukaan tertutup oleh susu fermentasi.
- g. Menutup botol vial menggunakan *Aluminium foil*.
- h. Memasukkan botol vial yang telah berisi sampel ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama:
  - Kelompok A<sub>1</sub>= 6 jam
  - Kelompok A<sub>2</sub>= 12 jam
  - Kelompok A<sub>3</sub>= 18 jam
- i. Mengeluarkan sampel dari dalam botol.
- j. Membersihkan sampel di bawah air mengalir selama 20 detik kemudian dikeringkan menggunakan *tissue paper*.
- k. Mengukur perubahan warna setelah perlakuan dengan interval waktu 6 jam pada kelompok A<sub>1</sub>, 12 jam pada kelompok A<sub>2</sub>, dan 18 jam pada kelompok A<sub>3</sub>.

### 3.7.4 Cara Pengamatan Perubahan Warna

Pengujian dilakukan dengan alat spektrofotometer optik, yang terdiri dari sinar laser *He-Ne*, fotodetektor OPT101, dan *microvolt digital*. Langkah-langkah yang dilakukan:

- a. Mengatur sumber sinar laser *He-Ne*, fotodetektor tipe OPT 101, sampel dan *microvolt digital* pada meja penelitian.
- b. Menyalakan alat spektrofotometer optik.
- c. Sampel diletakkan pada tempat sampel yang akan di uji, kemudian disinari dengan cahaya laser *He-Ne*.
- d. Cahaya yang ditangkap sampel dari sinar laser He-Ne akan dipantulkan dan diterima oleh fotodetektor OPT101.
- e. Nilai intensitas cahaya akan terbaca dari fotodetektor OPT101 pada *microvolt digital* dalam satuan *microVolt*.

Nilai intensitas cahaya yang diperoleh merupakan indikator perubahan warna dengan satuan *micoVolt*. Jika intensitas cahaya yang dipantulkan lebih besar, maka nilai pada *microvolt digital* akan meningkat. Begitu pula sebaliknya, jika intensitas cahaya yang dipantulkan lebih kecil maka nilai pada *microvolt digital* juga akan turun.



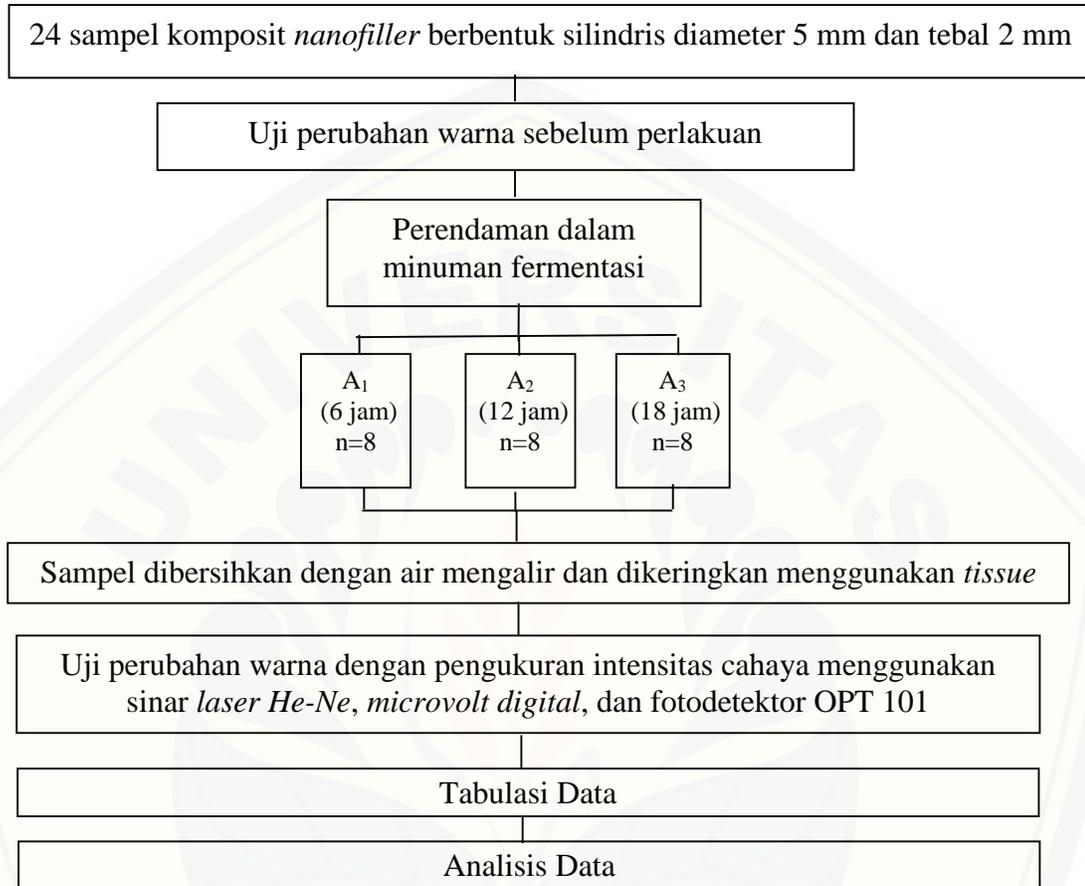
(1). Sinar Laser *He-Ne*; (2). fotodetektor OPT101; (3). *Microvolt digital*; (4). ). Tempat meletakkan sampel

Gambar 3.1 Set alat spektrofotometer optik

### 3.8 Analisis Data

Data hasil penelitian yang telah diperoleh dikumpulkan kemudian ditabulasi dan dilakukan analisis data. Data penelitian dilakukan uji normalitas terlebih dahulu menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* untuk mengetahui apakah kelompok perlakuan dan kontrol berdistribusi normal. Apabila berdasarkan uji tersebut data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji komparatif *Paired-T Test*. Kemudian dilanjutkan uji homogenitas varian menggunakan uji *Levene*. dengan taraf kemaknaan  $p > 0.05$ . Kemudian apabila data penelitian terdistribusi normal dan homogen maka dilakukan analisis dengan uji parametrik *One-Way ANOVA* kemudian uji komparasi ganda *LSD (Least Significance Different)*. Jika data penelitian tidak terdistribusi normal dan homogen, maka dilakukan analisis data dengan uji non parametrik.

### 3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Alur penelitian