



**EFEK MINUMAN BERKARBONASI TERHADAP PERUBAHAN WARNA
RESIN KOMPOSIT NANOHIRIDA YANG
DIPOLES DAN TIDAK DIPOLES**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi dan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi (SKG)

Oleh

**HANY MAGHFIROH
NIM 111610101036**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. ALLAH SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan baik;
2. Bapak dan ibu tercinta, Ir. Basuni Achmad dan Sri Rahayu, S.Pd., yang selalu mendoakan tanpa putus, menyayangi, menyemangati, dan membesarkan hati saya hingga akhirnya menjadi sarjana kedokteran gigi;
3. Kedua kakak laki-laki saya, Tangkas Ali Sabana dan Hamzah Hasibuan, yang selalu mendukung dan mendoakan saya;
4. drg. Raditya Nugroho, Sp. KG. dan drg. Niken Probosari, M. Kes., selaku dosen pembimbing skripsi saya yang selalu membimbing dengan sabar serta memberikan motivasi dan semangat hingga skripsi ini selesai;
5. drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M. Kes. dan Dr. FX Ady Soesetijo, drg. Sp. Pros. selaku dosen penguji skripsi saya yang telah membimbing dan memberi banyak masukan untuk menyempurnakan skripsi saya;
6. Guru-guru saya sejak di taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi yang telah memberikan ilmunya hingga saya dapat menyelesaikan setiap tahapan pendidikan dengan lancar;
7. Teman-teman FKG Universitas Jember angkatan 2011 yang selama ini saling berbagi ilmu, canda, tawa, dan pengalaman;
8. Almamater tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

MOTO

“ Sesungguhnya dibalik kesulitan selalu ada kemudahan”

QS. 94:5-6 ^{*)}

“If you cannot do great things, do small things in a great way”

*“Jika kamu tidak bisa mengerjakan hal besar, kerjakan hal kecil dengan cara yang
besar”*

Napoleon Hill

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 1999. *Al Qur'an dan Terjemahannya (Revisi Terbaru)*. Semarang: CV. Asy Syifa'.

PERNYATAAN

Saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hany Maghfiroh

Nim : 111610101036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Efek Minuman Berkarbonasi terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida yang Dipoles dan Tidak Dipoles” adalah benar – benar karya sendiri, kecuali kutipan yang saya sebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 September 2015

Yang Menyatakan,

Hany Maghfiroh
111610101036

SKRIPSI

**EFEK MINUMAN BERKARBONASI TERHADAP PERUBAHAN WARNA
RESIN KOMPOSIT NANOHIRIDA YANG DIPOLES
DAN TIDAK POLES**

Oleh

**Hany Maghfiroh
NIM 111610101036**

Pembimbing :

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

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Niken Probosari, M. Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Efek Minuman Berkarbonasi terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida yang Dipoles dan Tidak Dipoles” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Rabu, 2 September 2015

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M.Kes
NIP. 19701219 199903 2 001

Dr. FX Ady Soesetijo, drg., Sp. Pros
NIP. 19600509 198702 1 001

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Raditya Nugroho, Sp. KG.
NIP. 19820602 200912 1 003

drg. Niken Probosari, M.Kes
NIP. 19670220 199903 2 001

Mengesahkan,
Dekan,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp. Pros
NIP 19690112 199601 1 001

RINGKASAN

EFEK MINUMAN BERKARBONASI TERHADAP PERUBAHAN WARNA RESIN KOMPOSIT NANOHIRIDA YANG DIPOLES DAN TIDAK POLES;

Hany Maghfiroh; 111610101036; 2015; 42 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Resin komposit nanohibrida merupakan salah satu bahan restorasi gigi yang memiliki nilai estetik baik. Selain itu, resin komposit nanohibrida memiliki permukaan yang halus dan mudah mengkilap saat dipoles. Namun resin komposit dapat berubah warna akibat makanan dan minuman yang dikonsumsi, salah satunya adalah minuman berkarbonasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perubahan warna pada resin komposit yang dipoles dan tidak dipoles setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi. Metode penelitian yang digunakan adalah *experimental laboratoris* dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Pada kelompok komposit yang dipoles, pemolesan dilakukan hanya pada satu sisinya, sedangkan pada kelompok yang tidak dipoles, tidak dilakukan perlakuan apapun pada permukaannya. Total sampel yang digunakan sebanyak 32 sampel, dibagi menjadi 4 kelompok yang direndam dalam minuman berkarbonasi dan saliva buatan selama 7 hari. Bahan perendam diganti setiap 24 jam sekali. Alat untuk menguji intensitas cahaya pada sampel menggunakan spektrofotometer. Data hasil penelitian diinterpretasi dan ditabulasi kemudian dilakukan uji statistik dengan menggunakan uji *One-way ANOVA* dan uji *LSD (Least Significant Different)*. Hasil yang didapatkan yaitu terdapat perbedaan yang signifikan pada komposit yang tidak dipoles dan direndam dalam minuman berkarbonasi dibandingkan kelompok lain ($p < 0,05$). Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah resin komposit yang tidak dipoles lebih mudah mengalami perubahan warna dibandingkan dengan resin komposit yang dipoles.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efek Minuman Berkarbonasi terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida yang Dipoles dan Tidak Dipoles”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M. Kes, Sp. Pros selaku Dekan, Dr. IDA Susilawati, drg., M. Kes selaku Pembantu Dekan I, Dr. Sri Hernawati, drg. M. Kes selaku Pembantu Dekan II, dan drg. Izzata Barid, M. Kes selaku Pembantu Dekan III Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
2. drg. Raditya Nugroho, Sp. KG. beserta drg. Niken Probosari, M. Kes selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatiannya memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran dalam penyusunan skripsi ini;
3. drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M. Kes beserta Dr. FX Ady Soesetijo, drg., Sp. Pros selaku dosen penguji atas masukan serta bimbingan yang telah diberikan untuk menyempurnakan skripsi ini;
4. drg. Dewi Kristiana, M. Kes selaku Dosen Pembimbing Akademik (DPA) yang telah memberikan perhatian dan motivasi kepada saya;
5. Bapak Ibu tercinta, Ir. Basuni Achmad dan Sri Rahayu, S. Pd., serta kakak-kakak saya, Tangkas Ali Sabana dan Hamzah Hasibuan, yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, motivasi, semangat, dan doanya, serta memberikan segala hal baik dan yang tak ternilai;

6. Sahabat saya Firda Nindita, Whylda Dyasti, dan Meru R yang selalu memberi semangat, motivasi, serta warna saat mulai penat dan jenuh dengan kehidupan kampus;
7. Sahabat saya Ferina Hadi, Deta Angela, Chyntia Christin, Fauziyah, Dani H, dan Sulmi, yang sampai saat ini menjadi sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan,
8. Teman – teman FKG Universitas Jember angkatan 2011 yang telah memberi dukungan, semangat, ilmu, canda, tawa, dan pengalaman sampai saat ini;
9. Teman - teman KKN 204 & 62 Desa Wonojati Kec. Jenggawah, Arda, Ratih, Amik, Iif, Rafi, Mas Alip, Mas Anang, Nuril, dan Pheiter, yang selalu memberi semangat dan dukungan;
10. Dosen – dosen di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah memberikan ilmunya selama perkuliahan hingga saat ini;
11. Almamater tercinta Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
12. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung dalam proses pembuatan skripsi.

Penulis merasa penyusunan skripsi ini belum sempurna. Kritik, saran, dan masukan yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi ilmu kedokteran gigi.

Penulis

Jember, 2 September 2015

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Resin Komposit	5
2.2 Resin Komposit Nanohibrida	6
2.2.1 Definisi Resin Komposit Nanohibrida	7
2.2.2 Komposisi Resin Komposit Nanohibrida.....	7
2.2.3 Tahapan Polimerisasi Resin Komposit	9
2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Resin Komposit Nanohibrida	11

2.3 Finishing dan Polishing	12
2.3.1 Definisi <i>Finishing</i> dan <i>Polishing</i>	12
2.3.2 Alat <i>Finishing</i> dan <i>Polishing</i>	13
2.3.3 Teknik <i>Finishing</i> dan <i>Polishing</i>	13
2.3.4 Pengaruh <i>Finishing</i> dan <i>Polishing</i> terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida	14
2.4 Minuman Berkarbonasi	15
2.4.1 Definisi Minuman Berkarbonasi	15
2.4.2 Komposisi Minuman Berkarbonasi.....	15
2.4.3 Pengaruh Minuman Berkarbonasi terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida.....	17
2.5 Spektrofotometer	18
2.5.1 Definisi Spektrofotometer	18
2.5.2 Laser He-Ne	18
2.5.3 Fotodetektor OPT 101	19
2.5.4 Multimeter Digital.....	19
2.5.5 Cara Kerja Spektrofotometer	20
2.6 Kerangka Konsep Penelitian	21
2.7 Hipotesis	21
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.3 Variabel Penelitian	22
3.3.1 Variabel Bebas	22
3.3.2 Variabel Terikat.....	22
3.3.3 Variabel Terkendali.....	22
3.4 Definisi Operasional	23

3.5 Alat dan Bahan Penelitian	24
3.5.1 Alat Penelitian	24
3.5.2 Bahan Penelitian.....	25
3.6 Sampel Penelitian	25
3.6.1 Bentuk Sampel	25
3.6.2 Besar Sampel.....	26
3.6.3 Teknik pengambilan sampel.....	26
3.6.4 Pembagian Kelompok Sampel	27
3.7 Prosedur Penelitian	27
3.7.1 Pembuatan Sampel	27
3.7.2 Perendaman Sampel	30
3.7.3 Pengujian Perubahan Warna	32
3.8 Analisis Data	33
3.9 Alur Penelitian	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Hasil Penelitian	35
4.1.1 Data Hasi Penelitian	35
4.1.2 Analisis Data	37
4.2 Pembahasan	39
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR BACAAN	44
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi resin komposit	8
2.2 Sifat resin komposit	12
2.3 Batas cemaran minuman berkarbonasi	17
4.1 Hasil pengukuran perubahan warna komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles yang direndam dalam saliva buatan dan minuman berkarbonasi.....	35
4.2 Hasil uji normalitas menggunakan uji <i>Shapiro-Wilk</i>	37
4.3 Hasil uji homogenitas menggunakan uji <i>Levene</i>	37
4.4 Hasil uji statistik parametrik <i>One-way Anova</i>	38
4.5 Hasil uji statistik LSD (<i>Least Significant Different</i>).....	38

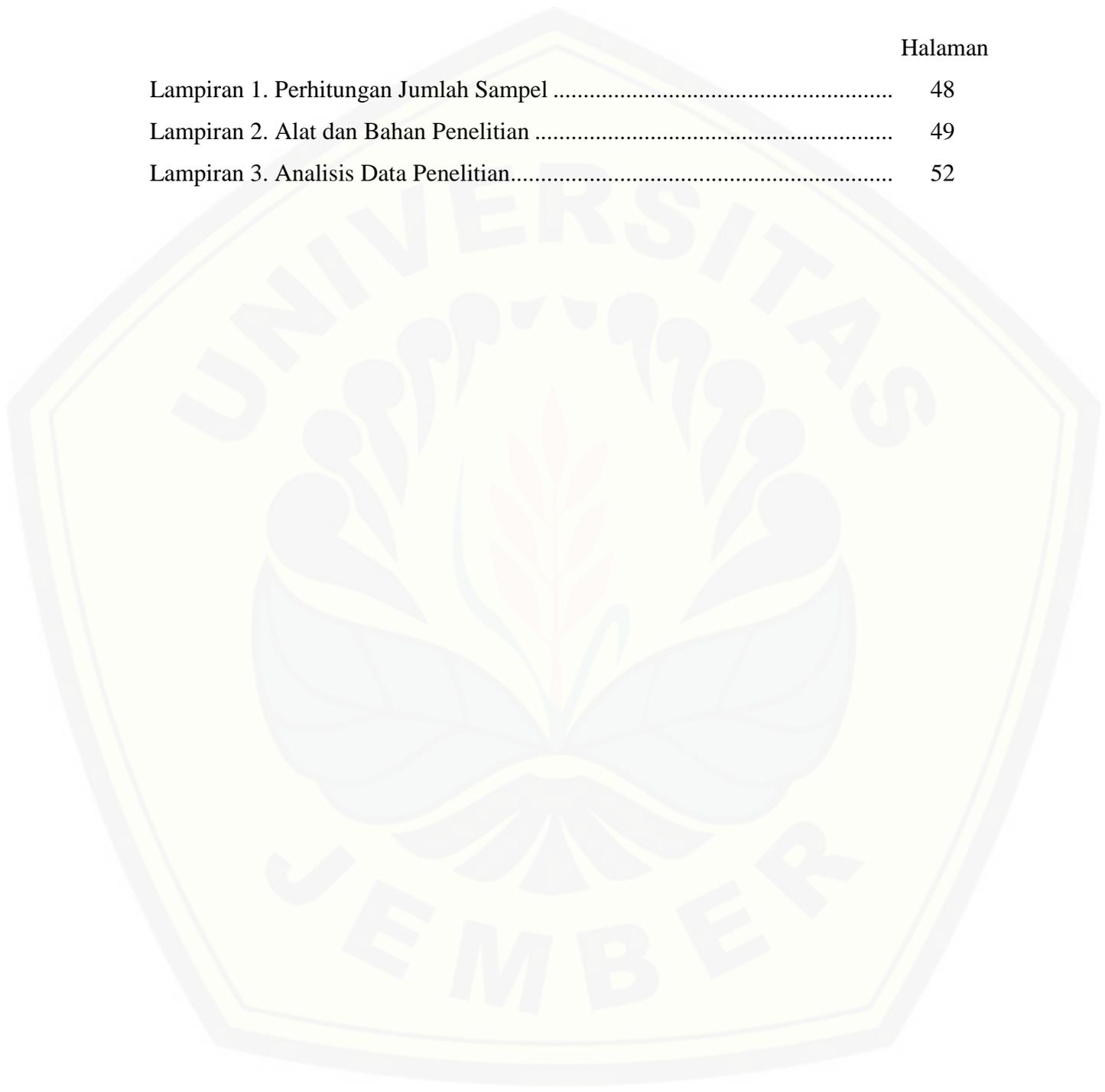
DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Matriks resin komposit	9
2.2 Tahap inisiasi pada reaksi polimerisasi resin komposit.....	10
2.3 Tahap propagasi pada reaksi polimerisasi resin komposit	10
2.4 Tahap terminasi pada reaksi polimerisasi resin komposit	11
2.5 Alat <i>finishing</i> dan <i>polishing</i>	13
2.6 Multimeter	19
2.7 Simulasi cara kerja spektrofotometer	20
2.8 Kerangka konsep	21
3.1 Sampel resin komposit nanohibrida	25
3.2.a <i>Master mould</i>	27
3.2.b Plat Kuningan untuk fiksasi <i>master mould</i>	27
3.3 Komposit yang ditimbang.....	28
3.4 Komposit yang dimanipulasi ke dalam <i>master mould</i>	28
3.5 Memadatkan komposit.....	28
3.6 Komposit yang ditutup <i>celluloid strip</i>	29
3.7 Komposit yang diberi beban.....	29
3.8 Penyinaran komposit	29
3.9.a Mengeluarkan <i>master mould</i> dari plat kuningan	30
3.9.b Mengeluarkan komposit dari <i>master mould</i>	30
3.10 <i>Finishing</i> dan <i>polishing</i> pada sampel	30
3.11 Tabung untuk pembagian kelompok perendaman.....	30
3.12 Menuangkan saliva buatan	31
3.13 Menuangkan minuman berkarbonasi.....	31
3.14 Penyimpanan gelas perendaman pada inkubator	31

3.15	Proses mencuci komposit	32
3.16	Sampel sebelum dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dan saliva buatan.....	32
3.17	Set alat spektrofotometer	33
3.18	Alur penelitian	34
4.1	Histogram rerata pengukuran perubahan warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi	36
4.2	Sampel resin komposit sebelum dan setelah perendaman dalam saliva buatan dan minuman berkarbonasi selama 7 hari.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Perhitungan Jumlah Sampel	48
Lampiran 2. Alat dan Bahan Penelitian	49
Lampiran 3. Analisis Data Penelitian.....	52



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resin komposit merupakan bahan restorasi gigi yang banyak dipilih karena memiliki nilai estetik baik (Phinney dan Halstead, 2002:218; Ibrahim *et al.*, 2009:13). Dalam survei yang dilakukan oleh Tyas (2005:81), menunjukkan bahwa dari 100 restorasi, didapatkan hasil untuk penggunaan resin komposit dua kali lebih banyak dibanding amalgam dan hampir empat kali lebih banyak dibandingkan ionomer kaca. Resin komposit mengandung komponen penyusun yang banyak. Komponen penyusun tersebut diantaranya matriks resin, partikel pengisi (*filler*) anorganik, *coupling (interfacial) agent*, inhibitor, initiator, aktivator, serta *modifier optic* (Anusavice, 2003:228-232).

Perkembangan terbaru resin komposit adalah resin komposit dengan teknologi nano yang disebut komposit nano (Suzuki *et al.*, 2009:708). Salah satu jenis komposit nano yaitu resin komposit nanohibrida. Resin komposit ini memiliki ukuran partikel pengisi campuran antara partikel berukuran nano (40 nm) dan partikel yang berukuran 0,6 μm (Sideridou *et al.*, 2011:599; Suzuki *et al.*, 2009:708; Fischer dan Lendenmann, 2010:5; Ferracane, 2010:4). Semakin kecil ukuran partikel pengisinya maka sifat mekanis dari resin komposit akan meningkat (Mozartha *et al.*, 2010:30). Beberapa kelebihan dari resin komposit nanohibrida diantaranya komposit ini lebih mudah menghasilkan permukaan yang mengkilap saat dipoles, dapat bertahan lama dalam pemakaiannya hingga lebih dari 10 tahun, serta pengerutan saat polimerisasi sedikit (Barakah, 2010:10; Ferracane, 2010:8). Selain itu, resin komposit nano memiliki kekuatan yang baik dibandingkan resin komposit jenis lain, diantaranya *flexural strength* 130 MPa, *compressive strength* 267 MPa, dan *dimetral tensile strength* 81 MPa (Fischer dan Lendenmann, 2010:10). Kekuatan yang baik tersebut

membuat resin komposit nano dapat diaplikasikan pada gigi anterior maupun posterior.

Pada tahap akhir merestorasi gigi, umumnya dilakukan pemolesan untuk menghasilkan restorasi yang halus dan mengkilap. Namun, beberapa penelitian menyebutkan pemolesan juga dapat menyebabkan kekasaran permukaan pada resin komposit. Pernyataan tersebut dibuktikan dari penelitian yang dilakukan oleh Scheibe *et al.* (2009:21) pada resin komposit mikrohibrida, mendapatkan hasil bahwa, permukaan resin komposit menjadi lebih kasar dibandingkan sebelum dilakukan pemolesan. Penelitian lain juga dilakukan oleh Barakah (2010:73) yang menunjukkan bahwa kestabilan warna dan kekasaran permukaan resin komposit dapat dipengaruhi oleh prosedur pemolesan. Kekasaran permukaan yang terjadi setelah pemolesan dapat diakibatkan karena pemilihan alat poles dan teknik pemolesan yang kurang baik. Teknik pemolesan yang kurang baik yang dimaksudkan dalam hal ini adalah teknik pemolesan yang dilakukan dengan arah melintang sehingga guratan yang tampak sesuai dengan arah poles yang dilakukan.

Resin komposit merupakan bahan restorasi estetik sehingga perubahan warna menjadi masalah yang perlu diperhatikan. Perubahan warna pada resin komposit dapat dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik (Ibrahim *et al.*, 2009:13; Dewi *et al.*, 2012:5). Faktor intrinsik merupakan faktor yang berasal dari resin komposit sendiri sedangkan faktor ekstrinsik merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar restorasi seperti plak serta makanan dan minuman yang dikonsumsi (Dewi *et al.*, 2012:6; Ibrahim *et al.*, 2009:13). Salah satu minuman yang dapat mempengaruhi warna resin komposit adalah minuman berkarbonasi yang banyak digemari masyarakat. Beberapa penelitian yang mendukung pernyataan tersebut diantaranya penelitian yang dilakukan Effendi *et al.* (2013:1), menunjukkan bahwa ada perubahan warna pada resin komposit nanohibrida yang poles setelah dilakukan perendaman dengan minuman berkarbonasi aneka warna dan aneka rasa selama 3, 7, 14, dan 21 hari. Penelitian lain juga dilakukan oleh Erta *et al.* (2006:371) pada komposit nanohibrida yang direndam dalam berbagai macam minuman (teh, kopi, cola, air, dan

anggur merah) mendapatkan hasil adanya perubahan warna pada resin komposit nanohibrida setelah dilakukan perendaman. Umumnya penelitian terdahulu menggunakan minuman atau bahan perendam yang mengandung zat pewarna sehingga perubahan warna yang terjadi kemungkinan disebabkan oleh penetrasi zat warna yang terkandung dalam minuman tersebut. Oleh sebab itu, peneliti ingin membuktikan pengaruh minuman berkarbonasi yang tampak jernih terhadap perubahan warna resin komposit.

Penjelasan diatas telah diuraikan bahwa perubahan warna resin komposit dapat dipengaruhi oleh prosedur pemolesan dan minuman berkarbonasi, selain itu, komposit nano di anggap memiliki permukaan yang halus karena memiliki ukuran partikel pengisi yang sangat kecil. Untuk itu, peneliti ingin menguji bagaimana perubahan warna resin komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles setelah direndam dalam minuman berkarbonasi. Lama perendaman yang digunakan yaitu 7 hari dengan asumsi bahwa seseorang setiap kali minum membutuhkan waktu sekitar 15 menit sehingga 7 hari setara dengan (7 x 24 jam x 60 menit) dibagi 15 menit per hari, hasilnya 672 hari, atau kira-kira setara dengan 2 tahun pengonsumsian minuman berkarbonasi (Aprilia *et al.*, 2007:165). Hal ini berdasarkan penelitian oleh Effendi *et al.* (2013:5), menyatakan bahwa perubahan warna pada resin komposit yang direndam dengan minuman berkarbonasi rasa lemon mulai signifikan pada perendaman hari ke-7. Namun, belum ada sumber yang menyatakan standar pasti untuk berapa lama resin komposit akan mengalami perubahan warna (Powers dan Sakaguchi, 2012:178).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu, apakah ada perbedaan perubahan warna yang terjadi pada resin komposit nanohibrida yang dipoles dan yang tidak dipoles setelah dilakukan perendaman pada minuman berkarbonasi selama 7 hari?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan perubahan warna yang terjadi pada resin komposit nanohibrida yang dipoles dan yang tidak dipoles setelah dilakukan perendaman pada minuman berkarbonasi selama 7 hari.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat memberikan informasi kepada dokter gigi dan masyarakat tentang pengaruh minuman berkarbonasi terhadap perubahan warna resin komposit nanohibrida,
2. Dapat memberikan informasi kepada dokter gigi pentingnya prosedur pemolesan pada resin komposit nanohibrida,
3. Dapat menambah khasanah tentang ilmu material di bidang kedokteran gigi,

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Komposit

Resin komposit merupakan gabungan dari 2 atau lebih bahan berbeda dengan sifat-sifat yang unggul (Anusavice, 2003:228). Pada bidang kedokteran gigi, resin komposit digunakan untuk merestorasi struktur gigi yang rusak. Resin komposit memiliki warna yang beragam sehingga dapat memenuhi kebutuhan nilai estetik pada pasien (Powers dan Sakaguchi, 2012:162). Keunggulan resin komposit lainnya adalah dapat bertahan lama dalam penggunaannya, mudah dimanipulasi, dan tidak larut dalam cairan rongga mulut.

Ada beberapa klasifikasi dari resin komposit yang diungkapkan oleh para ahli. Berdasarkan ukuran partikel bahan pengisinya, resin komposit dibagi menjadi resin komposit konvensional (makrofil), resin komposit berbahan pengisi berukuran kecil (midifil), resin komposit hibrid, dan resin komposit mikrofil (Anusavice, 2003:237). Resin komposit makrofil memiliki partikel pengisi yang berukuran rata-rata 8-12 μm (Anusavice, 2003:238). Resin komposit midifil memiliki partikel pengisi yang berukuran rata-rata antara 1-5 μm . Resin komposit hibrid memiliki ukuran partikel yang berkisar antara 0.6-1 μm (Anusavice, 2003:243). Resin komposit mikrofil memiliki volume bahan pengisi 32%-50% yang mengandung *colloidal silica* berukuran 0.04-0.4 μm (Anusavice, 2003:238; Powers dan Sakaguchi, 2012:163).

Berdasarkan aktivasi polimerisasinya, resin komposit dibagi menjadi tiga, yaitu resin komposit yang diaktivasi secara kimia, resin komposit yang diaktivasi dengan sinar, dan resin komposit yang diaktivasi dengan sinar-kimia (*dual-cured*). Resin komposit yang diaktivasi secara kimia umumnya terdiri dari 2 pasta yaitu pasta yang berisi inisiator berupa benzoil peroksida dan pasta yang berisi akselerator amina tersier (N,N-dimetil-*p*-toluidin) yang apabila diaduk akan membentuk radikal bebas dan terjadi polimerisasi (Anusavice, 2003:232; Powers dan Sakaguchi, 2006:194).

Resin komposit yang diaktivasi sinar umumnya dikemas dalam bentuk satu pasta (*single-paste*). Sinar yang digunakan untuk mengaktivasi polimerisasi resin komposit saat ini adalah sinar tampak dengan panjang gelombang yang umum digunakan berkisar 400-500 nm. Resin komposit *dual-cured* merupakan komposit yang mengandung akselerator kimia dan aktivator cahaya. Polimerisasi yang terjadi pada resin komposit jenis ini diaktivasi dengan sinar dan pada daerah yang kurang mendapatkan sinar akan terjadi polimerisasi secara kimia. Keuntungan dari komposit ini yakni polimerisasi lebih sempurna (Powers dan Sakaguchi, 2006:202).

Selain itu, klasifikasi resin komposit berdasarkan viskositasnya terdiri dari resin komposit *packable* dan *flowable*. Resin komposit *packable* merupakan resin komposit dengan viskositas tinggi dan lengket. Resin komposit ini mengandung partikel pengisi sebanyak 66%-70% volume sehingga menjadi kental dan sulit mengisi celah kavitas yang kecil (Powers dan Sakaguchi, 2012: 181). Resin komposit *flowable* merupakan resin komposit dengan viskositas rendah dengan partikel pengisi hanya 42%-55% volume sehingga lebih cair dibandingkan dengan komposit *packable*. Komposit ini memiliki modulus elastisitas rendah sehingga bermanfaat untuk area servikal. Namun, komposit ini akan mengalami pengerutan yang besar saat polimerisasi (Powers dan Sakaguchi, 2012: 181).

2.2 Resin Komposit Nanohibrida

Resin komposit dengan teknologi nano atau komposit nano merupakan perkembangan terbaru resin komposit dengan bahan pengisi yang berukuran nanometer (Suzuki *et al.*, 2009:708). Komposit nano dianggap sebagai komposit yang memiliki banyak kelebihan dibanding resin komposit jenis lain. Hal tersebut dikarenakan komposit nano memiliki ukuran partikel yang sangat kecil sehingga membuat sifat mekanisnya semakin baik (Mozartha, 2010:30) Komposit nano terdiri dari dua jenis yakni resin komposit *nanofiller* dan nanohibrida. Resin komposit *nanofiller* merupakan resin komposit dengan bahan pengisi yang secara keseluruhan

berukuran nano antara 1-100 nm (Powers dan Sakaguchi, 2012:166-167). Sedangkan komposit nanohibrida akan dijelaskan dalam sub subbab berikut.

2.2.1 Definisi Resin Komposit Nanohibrida

Resin komposit nanohibrida merupakan komposit nano yang mengandung partikel pengisi berukuran nano (40 nm) dan partikel berukuran 0.6 μm (Fischer dan Lendenmann, 2010:5; Sideridou *et al.* 2011: 599; Suzuki *et al.* 2009:708). Ukuran partikel pengisi yang berbeda membuat resin komposit ini memiliki permukaan yang halus karena partikel yang berukuran nano akan mengisi celah antara partikel yang berukuran mikro. Namun, ukuran partikel yang berbeda tersebut juga membuat komposit nanohibrida dianggap memiliki karakteristik yang hampir sama dengan komposit mikrohibrida sehingga muncul spekulasi bahwa partikel mikro pada komposit nanohibrida akan mudah terlepas (Moraes *et al.*, 2009:552). Bentuk, jenis, dan ukuran partikel pengisi resin komposit akan berpengaruh pada sifatnya, semakin kecil partikel pengisinya maka semakin sedikit celah kecil antar partikel sehingga kemungkinan terlepasnya partikel pengisi semakin sedikit (Moraes *et al.*, 2009:552).

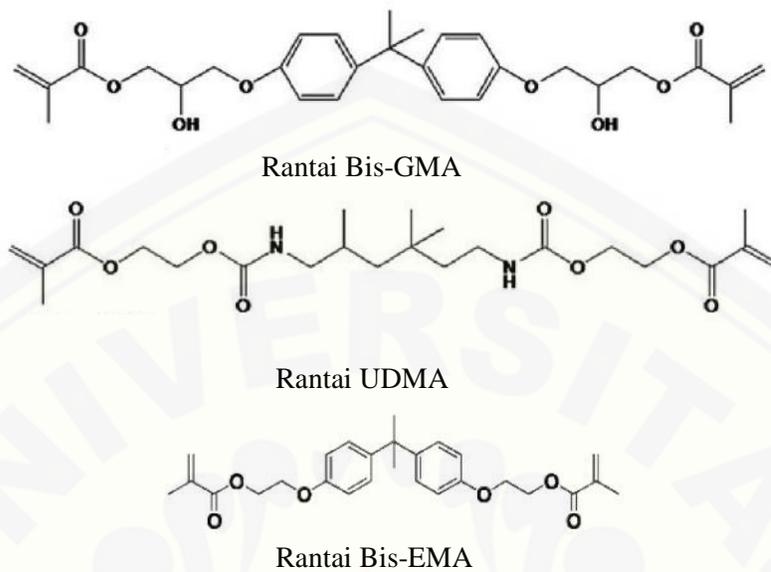
2.2.2 Komposisi Resin Komposit Nanohibrida

Secara umum komposit nanohibrida memiliki komposisi yang sama dengan komposit lainnya. Bahan yang menyusun resin komposit diantaranya sebagai bahan utama yang berupa matriks resin, bahan pengisi anorganik, dan *coupling agent* serta bahan tambahan lain berupa inisiator dan akselerator, inhibitor, dan pigmen seperti pada tabel 2.1. Hal yang membedakan adalah ukuran dari partikel pengisinya.

Tabel 2.1 Komposisi Resin Komposit Nanohibrida

Komposisi	Jenis	Fungsi	Persentase (%)
Matriks Resin	<i>bisphenol A glycidyl methacrylate</i> (bis-GMA), <i>urethane dimethacrylate</i> (UDMA),	Sebagai basis resin, dapat meningkatkan viskositas sebagai basis resin	} 15.0
	<i>bisphenol A ethoxylated methacrylate</i> (bis-EMA) <i>prepolymers</i>	sebagai pengencer meningkatkan viskositas	
	Bahan Pengisi	<i>barium alumunium silicate glass, ytterbium trifluoride, mixed oxide, silicon dioxide</i>	untuk memperkuat tumpatan, mengurangi pengerutan saat polimerisasi, penyerapan cairan dan koefisien ekspansi termal
Coupling agent	<i>-methacryloxypropyl trimethoxysilane</i>	menciptakan ikatan antara bahan pengisi dan matriks resin, memperbaiki sifat fisik dan mekanis resin komposit, serta mencegah penetrasi cairan kedalam bahan pengisi	} 0.7
Aktivator-inisiator	Monomer metakrilat, metil dimetil metakrilat, amina organik, <i>camphorquinone</i>	Mengaktifkan polimerisasi	
Inhibitor	<i>Hidroquinon</i>	Mencegah polimerisasi dini	
Modifier optik	Oksida logam	Memberi warna	

Sumber: Anusavice (2003:228-235); Power dan Sakaguchi (2006:192-194); Fischer dan Lendenmann (2010:10)



Gambar 2.1 Matriks resin komposit
Sumber: Power dan Sakaguchi (2012:162-163)

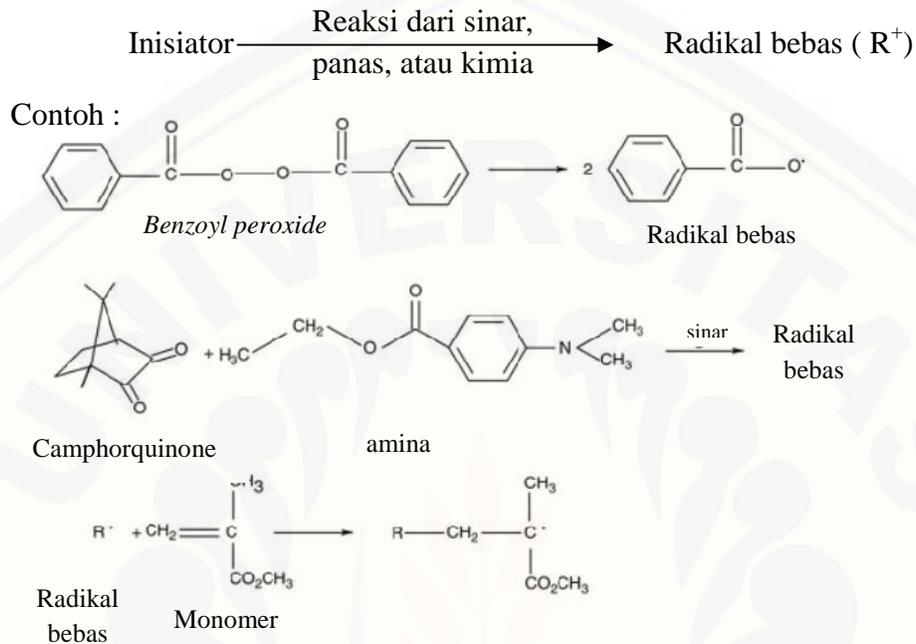
2.2.3 Tahapan Polimerisasi Resin Komposit

Tahap polimerasi dari resin komposit (Powers dan Sakaguchi, 2012: 170-173) diantaranya.

a. Inisiasi

Tahap inisiasi merupakan tahap awal dari polimerisasi resin komposit. Tahap ini menghasilkan radikal bebas yang berperan untuk memulai reaksi polimerisasi. Radikal bebas adalah molekul atau bagian dari molekul kimia yang sudah tidak utuh dan molekul ini mudah melekat pada molekul lain sehingga dapat mengubah struktur dan fungsi molekulnya. Pada komposit yang diaktivasi dengan menggunakan sinar, pemaparan sinar dengan panjang gelombang yang tepat (sekitar 465 nm) akan merangsang fotoinisiator *camphoroquinone*. *Camphoroquinone* yang teraktivasi bereaksi dengan amina organik sehingga akan terbentuk radikal bebas sedangkan pada komposit yang diaktivasi dengan kimia, radikal bebas terbentuk dari reaksi antara amina organik dan peroksida organik

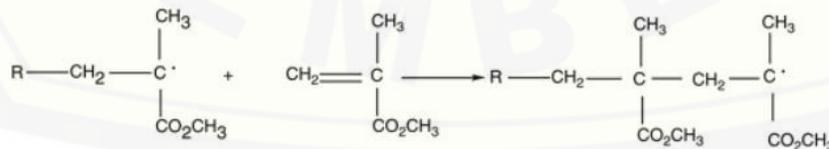
saat pasta katalis dan pasta basis mulai dicampurkan. Radikal bebas yang terbentuk akan saling menyatu dengan monomer untuk menciptakan rantai awal.



Gambar 2.2 Tahap inisiasi pada reaksi polimerisasi resin komposit
 Sumber: Powers dan Sakaguchi (2012:170)

b. Propagasi

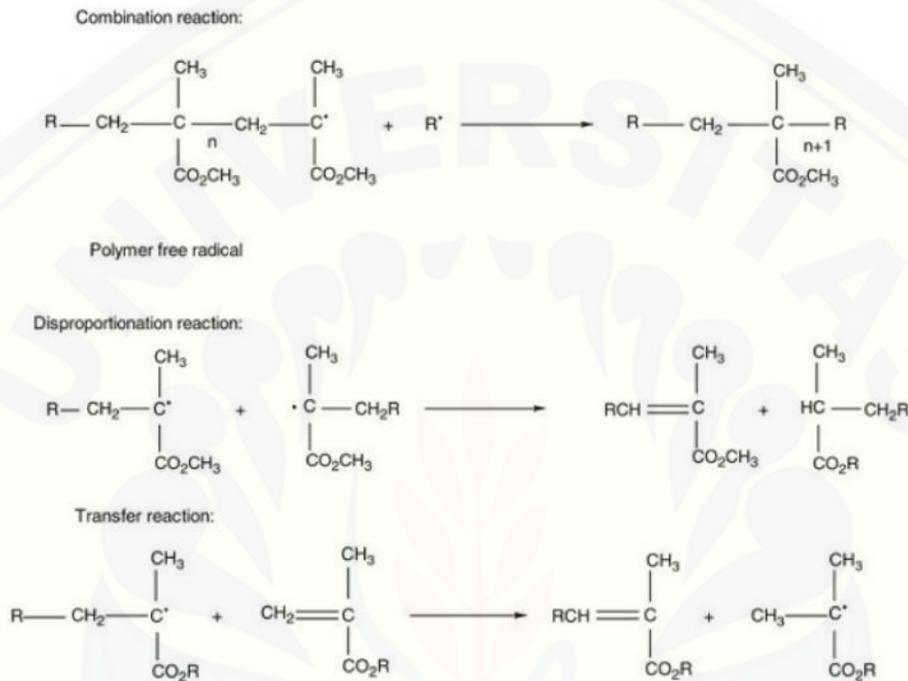
Propagasi merupakan tahap kedua dari polimerisasi. Pada tahap ini terjadi penambahan monomer yang berikatan dengan radikal bebas secara terus menerus sehingga rantai yang terbentuk semakin panjang menjadi rantai polimer seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Tahap propagasi pada reaksi polimerisasi resin komposit
 Sumber: Powers dan Sakaguchi (2012:173)

c. Terminasi

Tahap terminasi merupakan tahap akhir dari polimerisasi resin komposit. Pada tahap ini pemanjangan rantai polimer akan terhenti dan membentuk rantai polimer yang stabil. Berikut beberapa reaksi pada tahap terminasi.



Gambar 2.4 Tahap terminasi pada reaksi polimerisasi resin komposit

Sumber: Powers dan Sakaguchi (2012:174)

2.2.4 Kelebihan dan Kekurangan Resin Komposit Nanohibrida

Menurut Sideridou *et al.* (2011: 599), komposit nanohibrida memiliki kekuatan mekanis yang baik, menghasilkan permukaan yang lebih halus dan mengkilap saat dipoles dibanding komposit mikrofil, dan dapat bertahan lama hingga lebih dari 10 tahun dalam penggunaannya. Ketahanan fraktur dari komposit nanohibrida setara atau lebih baik dibandingkan komposit yang lain (Tanthanuch *et al.*, 2014:216). Komposit yang berbahan pengisi berukuran nano memiliki *flexural strength*, *Compressive strength*, dan *diametral tensile strength* yang lebih tinggi

dibandingkan dengan komposit jenis lain (tabel 2.2). Kekuatan yang baik tersebut membuat komposit ini dapat digunakan untuk menumpat gigi pada semua kelas.

Tabel 2.2 Sifat Resin Komposit

SIFAT	Komposit nano-hibrida	Komposit Mikrofil	Komposit <i>multipurpose</i>	Komposit <i>Packable</i>	Komposit <i>Flowable</i>	Ionomer Kaca	Amalgam
<i>Flexural strength</i> (MPa)	130	60-120	80-160	85-110	70-120	4-40	124
<i>Compressive strength</i> (MPa)	267	240-300	240-290	220-300	210-300	70-220	189
<i>Diametral tensile strength</i> (MPa)	81	25-40	30-55	-	33-48	6-20	54

Sumber: Fischer dan Lendenmann (2010:10); Power dan Sakaguchi (2012:176); Sutrisno (Tanpa tahun:23)

Namun resin komposit nanohibrida masih memiliki beberapa kelemahan yaitu saat polimerisasi masih terdapat pengerutan yang membuat operator harus memiliki teknik yang baik (Panto, 2011). Selain itu, menurut Turssi (dalam Moraes *et al.*, 2009: 552) keausan dan ketahanan terhadap tekanan komposit nanohibrida sama atau bahkan relatif lebih buruk dibandingkan dengan komposit mikrofil. Komposit nanohibrida juga dianggap memiliki karakteristik yang sama dengan komposit mikrohibrida sehingga muncul spekulasi bahwa komposit ini akan cenderung kehilangan partikel yang berukuran besar (Moraes *et al.*, 2009: 552).

2.3 *Finishing dan Polishing*

2.3.1 Definisi *Finishing* dan *Polishing*

Pada saat merestorasi gigi, dokter gigi selalu melakukan tahapan akhir berupa *finishing* dan *polishing*. *Finishing* merupakan *counturing* atau mengurangi bahan restorasi sehingga membentuk sesuai dengan anatomi gigi, sedangkan *polishing* merupakan prosedur setelah *finishing* yakni mengurangi kekasaran permukaan bahan restorasi agar menjadi halus dan mengkilap (Barakah, 2010:19). Prosedur *finishing* dan *polishing* harus dilakukan dalam keadaan yang basah untuk menghindari adanya kerusakan pada resin komposit sendiri (Powers dan Sakaguchi, 2006: 203).

2.3.2 Alat *Finishing* dan *Polishing*

Ada beberapa macam alat yang dapat digunakan untuk *finishing* dan *polishing* bahan restorasi yang sewarna gigi, diantaranya:

- a. *Carbide finishing burs*,
- b. *Diamond finishing burs*,
- c. *Aluminum oxide coated abrasive discs*,
- d. *Abrasive strips*,
- e. *Silicon Carbide Brushes*,
- f. Pasta Poles.



Gambar 2.5 Alat *finishing* dan *polishing*

2.3.3 Teknik *Finishing* dan *Polishing*

Menurut Barakah (2010:19-20) ada beberapa macam teknik *polishing*, diantaranya:

1. *One step system*

One step system merupakan prosedur *polishing* yang hanya menggunakan satu alat poles. Beberapa alat yang menggunakan teknik ini diantaranya *diamond*

impregnated cups (contoh PoGo), *aluminium and silicon oxide discs* (contoh One Gloss), dan *silicon carbide brushes* (contoh OptraPol, ComposiPro *one-step brush*, dan Astrobrush)

2. *Two step system*

Two step system merupakan prosedur *polishing* yang menggunakan alat poles lebih dari satu. Alat yang menggunakan teknik ini diantaranya *fine and superfine diamond burs*, *aluminium oxide abrasive discs* (contoh Sof-Lex discs), *diamond* dan *silicon impregnated soft rubber cups & discs* (contoh Jiffy, AstroPol, OptiShine).

2.2.4 Pengaruh *Polishing* terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida

Prosedur *polishing* tidak berpengaruh secara langsung pada perubahan warna dari resin komposit. Prosedur *polishing* berpengaruh pada kekasaran permukaan yang nantinya akan berpengaruh juga pada warna dari resin komposit sendiri. Prosedur *polishing* merupakan prosedur yang sangat penting karena bertujuan untuk membuat permukaan komposit menjadi halus dan mengkilap agar plak tidak mudah menempel (Powers dan Sakaguchi, 2006:203). Namun, prosedur *polishing* yang kurang baik dapat membuat permukaan resin komposit menjadi kasar. Prosedur *polishing* yang baik dilakukan dengan arah melingkar sehingga permukaan menjadi halus. Berdasarkan pada penelitian Scheibe *et al.* (2009:26), kekasaran permukaan resin komposit dipengaruhi oleh jenis alat dan prosedur *finishing* dan *polishing* yang digunakan. Penelitian lain yang dilakukan Barakah (2010:73) menyatakan bahwa kestabilan warna dan kekasaran permukaan resin komposit juga dipengaruhi oleh prosedur *polishing*. Permukaan yang kasar membuat plak dan stain mudah menempel pada resin komposit. Penumpukan plak dan stain pada permukaan yang kasar tersebut akan membuat komposit akan mengalami perubahan warna. Oleh sebab itu, komposit harus dipoles dengan baik dan sehalus mungkin agar dapat meningkatkan resistensi terhadap plak dan stain (Barakah, 2010:27).

2.4 Minuman Berkarbonasi

2.4.1 Definisi Minuman Berkarbonasi

Menurut *Public Health Law & Policy* (2011:6) minuman berkarbonasi merupakan salah satu minuman ringan nonalkohol. Minuman berkarbonasi diproses dengan menambahkan karbondioksida (CO₂) kedalam air dibawah tekanan dan suhu yang dingin. Minuman berkarbonasi memiliki sensasi rasa yang menyegarkan dan sensasional sehingga masyarakat senang mengonsumsinya. Hal tersebut juga didukung dengan varian rasa yang beragam dan warna menarik.

2.4.2 Komposisi Minuman Berkarbonasi

Coca Cola Company merupakan salah satu produsen minuman berkarbonasi yang cukup besar dan terkenal. Minuman berkarbonasi terdiri dari dua jenis, yaitu minuman berkarbonasi yang reguler (biasa) dan *less sugar*. Kedua jenis tersebut diproses dengan mencampurkan air karbonasi dengan bahan pewarna, bahan perasa, dan pemanis. Beberapa komposisi minuman berkarbonasi menurut *Australian Beverages Council* dan *Coca Cola Company* (2011:4-13) diantaranya:

1. Air : merupakan komponen utama minuman berkarbonasi yang terdiri dari 85%-95% volume.
2. CO₂ : merupakan gas tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak mudah terbakar yang dihasilkan dari proses respirasi. CO₂ akan memunculkan gelembung dalam minuman ringan sehingga rasa minuman akan lebih segar dan sensasional saat diminum.
3. Gula/pemanis : kandungan gula dalam minuman berkarbonasi sebanyak 27 gr atau setara 4-5 sendok teh per 250 ml yakni sekitar 10% volume. Beberapa macam pemanis yang sering digunakan dalam minuman berkarbonasi diantaranya:
 - a. minuman berkarbonasi reguler (biasa) : sukrosa (gula tebu), sirup fruktosa atau HFCS (*high fructose corn syrup*), dan *Stevia extract* (*steviol glycosides*).

- b. minuman berkarbonasi diet (*less sugar*) : pemanis sintetis aspartam, sakarin atau siklamat. Produk minuman berkarbonasi di Amerika Serikat menggunakan pemanis sintetis mutakhir berupa *sucralose* dan *acesulfame-K*.
4. Kafein (terutama pada jenis cola dan *coffee cream*) : kadarnya sekitar 36-48 mg (Australian Beverages Council, 2013:1), dapat membuat tidak mengantuk dan meningkatkan detak jantung sehingga tidak direkomendasikan bagi mereka yang hipertensi, karena berpotensi serangan jantung koroner atau stroke.
5. Bahan pengawet : Umumnya digunakan pengawet sintetis berupa sodium-benzoat. Aman untuk bahan pangan namun ada batas maksimal yang harus diperhatikan.
6. Bahan pewarna : tidak terdapat pada minuman berkarbonasi yang jernih. Beberapa zat pewarna yang digunakan diantaranya zat pewarna alami seperti karamel (pada cola) dan zat pewarna sintetis seperti : karmoisin dan tartrazin.
7. Bahan perasa : berupa perasa alami seperti lemon dan jeruk nipis serta perasa sintetis seperti rasa jeruk, rasa stroberi, rasa nanas, dan sebagainya.

Beberapa komposisi yang menyusun *Sprite*[®] menurut Coca cola (tanpa tahun) diantaranya air karbonasi, gula, asam sitrat, *malic acid*, *acidity regulator* (*Sodium gluconate*), *Natural Lime-lemon flavourings*, dan pemanis (*steviol glycosides*). Produk yang beredar di Indonesia diawasi dan diatur oleh badan terkait untuk perlindungan konsumen. Badan pemeriksa obat dan makanan tahun 2009 menetapkan batas maksimum cemaran mikroba dan kimia dalam minuman berkarbonasi ini melalui Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI dengan nomor HK.00.06.1.52.4011 (tabel 2.3).

Tabel 2.3 Batas cemaran minuman berkarbonasi

JENIS CEMARAN	BATAS MAKSIMUM
1. MIKROBA	
a. ALT (Angka Lempeng Total) (30° C, 72 jam)	1x10 ² koloni/ml
b. Koliform	1 koloni/ml
c. <i>Salmonella sp.</i>	Negatif/100ml
d. <i>Staphylococcus aureus</i>	Negatif/ml
e. Kapang dan khamir	1x10 ² koloni/ml
2. LOGAM BERAT	
	(ppm atau mg/kg)
a. Arsen	0,1
b. Kadmium (Cd)	0,003 mg/L
c. Merkuri (Hg)	0,001 mg/L
d. Timah (Sn) dalam minuman kemasan kaleng	150,0
e. Timbal (Pb)	0,2

Sumber: Peraturan Kepala BPOM RI no. HK.00.06.1.52.4011

2.4.3 Pengaruh Minuman Berkarbonasi terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida

Minuman berkarbonasi memiliki kandungan utama berupa asam karbonat sehingga pH yang dimiliki tergolong rendah berkisar 2,5-2,7. Makanan dan minuman yang bersifat asam dapat menyebabkan erosi pada gigi maupun bahan restorasi (Wongkhantee, 2006:214). Tinggi rendahnya pH suatu larutan dapat digunakan sebagai indikator yang dapat dipercaya untuk menentukan konsentrasi awal dari kandungan ion H⁺ (Valinoti *et al.*, 2008:263). Semakin rendah pH larutan maka semakin tinggi kandungan ion H⁺ dalam larutan. Ion H⁺ yang bebas akan berinteraksi dengan ikatan rangkap karbon (C=) pada rantai polimer penyusun resin komposit sehingga rantai polimer akan terputus. Pemutusan rantai polimer ini akan menghasilkan produk berupa monomer dan oligomer. Resin komposit yang terpapar zat kimia yang secara terus-menerus maka akan mengakibatkan resin komposit tersebut mengalami keausan dan degradasi matriks sehingga dapat mempengaruhi

kekasaran permukaannya. Permukaan yang kasar tersebut akan membuat zat warna pada makanan dan minuman mudah menempel. Selain itu, degradasi matriks akan membuat adanya celah mikro antara bahan pengisi dan matriks resin yang dapat menjadi jalan masuk penetrasinya zat warna ke dalam resin komposit (Nasim, dalam Effendi *et al.*, 2013:2). Penelitian sebelumnya oleh Effendi *et al.* (2013:1), menunjukkan bahwa ada perubahan warna pada resin komposit nanohibrida setelah dilakukan perendaman dengan minuman berkarbonasi aneka warna dan aneka rasa. Penelitian lain oleh Ardu *et al.* (2009:695) juga mendapatkan adanya perubahan warna pada resin komposit yang direndam dengan aneka minuman berwarna.

2.5 Spektrofotometer

2.5.1 Definisi Spektrofotometer

Spektrofotometer merupakan sebuah alat ukur intensitas cahaya yang menggunakan cahaya untuk menyinari sebuah objek dan sinar tersebut akan dipantulkan kembali (Barakah, 2010:13). Alat ini menggunakan prinsip kerja dengan mengabsorpsi radiasi gelombang elektromagnetik, bisa menggunakan sinar UV sampai sinar tampak (Anonim, 2010:1). Spektrofotometer yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari Laser *He-Ne*, Fotodetektor tipe OPT 101, dan multimeter digital.

2.5.2 Laser He-Ne

Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan proses penguatan cahaya oleh emisi radiasi yang terstimulasi. Sinar laser memiliki gelombang yang panjang dan sedikit mengalami divergen (menyebar). Laser *helium-neon* atau *He-Ne* merupakan salah satu tipe laser yang medium aktifnya adalah gas helium neon. Laser *He-Ne* terdiri dari 90% Helium dan 10% gas Neon. Laser ini sering digunakan dalam bidang optik dikarenakan *compact*, mudah dibawa dan mudah digunakan sebagai sumber cahaya untuk berbagai keperluan seperti penelitian. Laser *He-Ne* memiliki pancaran yang terkuat berupa infra merah terpendek dengan panjang gelombang () 633nm. Selain itu, laser ini banyak diaplikasikan dalam

kehidupan sehari-hari seperti rekayasa konstruksi, *scanner*, printer, holografi, dan banyak aplikasi lain.

2.5.3 Fotodetektor tipe OPT 101

Fotodetektor tipe OPT 101 merupakan sensor pengubah intensitas cahaya menjadi tegangan listrik. Fotodetektor tipe OPT 101 dikembangkan menggunakan sumber sinar laser *He-Ne* dan sensor optik fotodioda. Menurut Dewi *et al.* (2012:8), sensor optik fotodioda merupakan diode monolit dengan penguat transimpedansi (*transimpedance amplifier*) *on-chip* yang tegangan outputnya meningkat secara linier dengan intensitas cahaya. Rangkaian dari transimpedansi yang berguna untuk merubah arus input dari sumber arus yang umumnya berupa fotodioda menjadi tegangan sebagai output (Ramus, 2009:2)

2.5.4 Multimeter Digital

Menurut *National Atmospheric Deposition Program*, multimeter adalah sebuah alat yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi) alat elektronik saat ini. Multimeter terdapat dua jenis yaitu multimeter analog dan multimeter digital. Pada multimeter analog, penunjuk hasil pembacaan ditunjukkan dengan jarum, sedangkan pada multimeter digital ditunjukkan dengan angka. Pada perkembangannya, multimeter digital bisa digunakan untuk mengukur temperatur, frekuensi, tegangan AC/DC dan sebagainya.



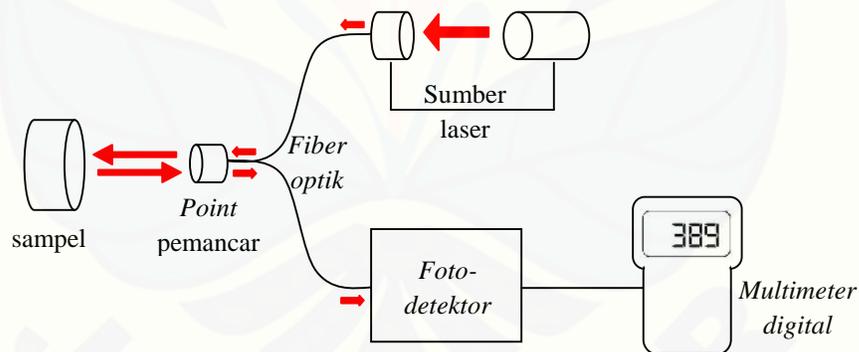
Gambar 2.6 Multimeter (a) Analog; (b) Digital

Sumber: Koleksi Pribadi

2.5.5 Cara Kerja Spektrofotometer

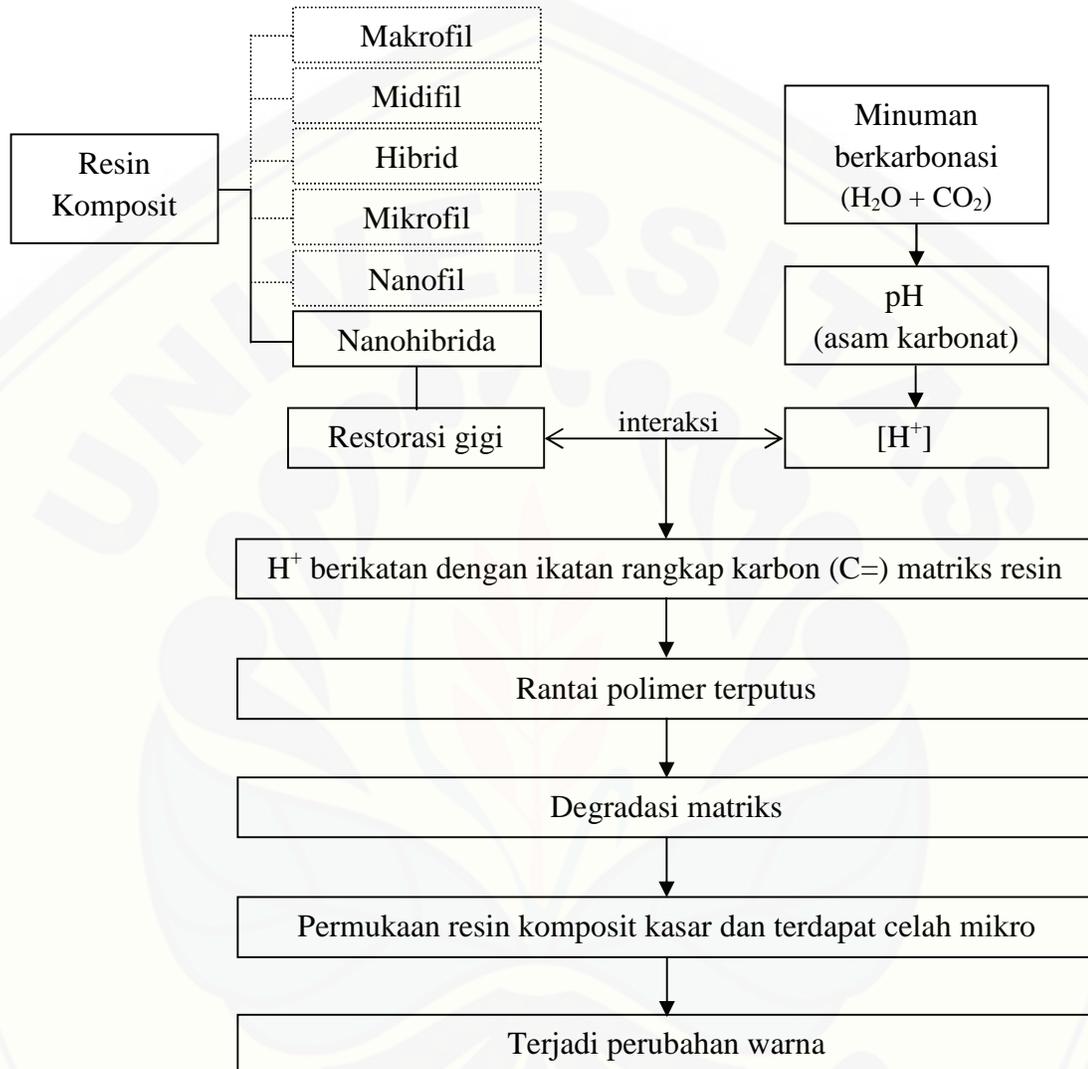
Pengujian perubahan warna menggunakan spektrofotometer dilakukan dengan cara meletakkan sumber sinar laser *He-Ne*, fotodetektor tipe OPT 101, multimeter digital, dan sampel pada meja penelitian. Posisi laser *He-Ne* dan fotodetektor tipe OPT 101 diatur dalam satu garis lurus. Fotodetektor dihubungkan dengan multimeter digital yang berfungsi untuk membaca nilai tegangan yang berasal dari fotodetektor. Menurut Giacomelli *et al.* dan Puspita *et al.* (dalam Dewi *et al.*, 2012:7) cara melakukan uji perubahan warna menggunakan alat ini dengan meletakkan sampel pada tempatnya dan disinari dengan cahaya laser *He-Ne* sampai nilai interval pada multimeter digital tidak berubah.

Hasil pengukuran yang didapatkan pada multimeter digital menjadi indikator perubahan warna dengan satuan *Volt*. Jika intensitas cahaya yang dipantulkan kembali besar, maka nilai pada multimeter digital akan meningkat. Semakin rendah intensitas cahaya yang dipantulkan kembali (*Volt*) menunjukkan bahwa warna dari sampel semakin gelap dan berlaku sebaliknya.



Gambar 2.7 Simulasi Cara kerja spektrofotometer

2.6 Kerangka Konsep Penelitian



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

2.7 Hipotesis

Adanya pengaruh perendaman minuman berkarbonasi terhadap perubahan warna resin komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian *experimental laboratories* dengan rancangan penelitian menggunakan *the post test only control group design*.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-April 2015 di Klinik Konservasi Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Minuman berkarbonasi.

3.3.2 Variabel Terikat

Perubahan warna pada resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Bentuk dan ukuran sampel,
- b. Metode pembuatan sampel,
- c. Metode perendaman sampel,
- d. Metode pengujian dan interpretasi hasil uji.

3.4 Definisi Operasional

1. Restorasi komposit yang dipoles

Sampel terbuat dari resin komposit nanohibrida Tetric N-ceram[®] Ivoclar Vivadent dalam bentuk pasta dengan warna A3. Pasta dimanipulasi ke dalam *master mould* yang terbuat dari potongan *syringe insulin* dengan ukuran diameter 5 mm dan tebal 2 mm selanjutnya disinari menggunakan *Light Emitting Diode (LED) curing unit* selama 30 detik (sesuai aturan pabrik) serta dilakukan *finishing* dan *polishing* pada satu sisinya.

2. Restorasi komposit yang tidak dipoles

Sampel terbuat dari resin komposit nanohibrida Tetric N-ceram[®] Ivoclar Vivadent dalam bentuk pasta dengan warna A3. Pasta dimanipulasi ke dalam *master mould* yang terbuat dari potongan *syringe insulin* dengan ukuran diameter 5 mm dan tebal 2 mm selanjutnya disinari menggunakan *Light Emitting Diode (LED) curing unit* selama 30 detik (sesuai aturan pabrik).

3. Minuman berkarbonasi

Minuman berkarbonasi dalam penelitian adalah Sprite[®] yang diproduksi oleh Coca Cola Company. Minuman dikemas dalam botol ukuran 500 ml. Sprite[®] merupakan salah satu minuman berkarbonasi dengan rasa lemon dan tidak mengandung zat pewarna. Setiap pergantian larutan perendaman, minuman berkarbonasi yang digunakan merupakan minuman yang baru dan masih tersegel.

4. Perendaman sampel

Sebelum prosedur perendaman, sampel dikelompokkan sesuai dengan pengelompokan sampel, kemudian direndam dengan saliva buatan. Setelah 24 jam, sampel dicuci dan dikeringkan dengan tisu, selanjutnya direndam menggunakan minuman berkarbonasi dan saliva buatan selama 7 hari sesuai dengan kelompok

masing-masing. Cairan untuk merendam diganti setiap 24 jam sekali. Setelah 7 hari, restorasi dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan menggunakan tisu.

5. Pengujian sampel

Pengujian sampel menggunakan spektrofotometer yang terdiri dari sinar laser He-Ne, fotodetektor tipe OPT 101, dan multimeter digital. Pengujian perubahan warna dilakukan dengan meletakkan sampel, sinar laser He-Ne, dan fotodetektor OPT 101 dalam satu garis lurus. Sampel disinari sampai angka yang ditunjukkan multimeter digital tidak berubah-ubah. Nilai yang tertera pada multimeter digital menunjukkan intensitas warna (mV) dari sampel resin komposit nanohibrida.

6. Interpretasi hasil uji

Semakin tinggi nilai yang ditunjukkan multimeter digital maka semakin terang intensitas cahaya dari sampel, begitu pula sebaliknya. Hasil pengujian ini yang digunakan untuk menentukan ada tidaknya perbedaan perubahan warna pada resin komposit yang dipoles dan tidak dipoles setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi.

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat Penelitian

- a. Fotodetektor tipe OPT 101,
- b. Multimeter digital (Sanwa, Jepang),
- c. Sinar laser He-Ne,
- d. Master mould dari syringe insulin dengan diameter 5 mm dan tebal 2 mm (Terumo, Jepang),
- e. Plastic filling instrument (Dentica, Inggris),
- f. Stopper semen (Dentica, Inggris),
- g. Plat kuningan,
- h. Light-Emitting Diode (LED) curing unit (Ski, China),

- i. Anak timbangan 1 kg,
- j. Gelas kecil (Pyrex, Indonesia),
- k. Inkubator (Memmert, Jerman),
- l. Pinset (Dentica, Inggris),
- m. Bur *stone* putih (638XF 025 RA Alpin meisinger,
- n. *Astrobrush* (Ivoclar Vivadent, USA),
- o. Masker,
- p. *Handscoon*
- q. *Celluloid strip*,
- r. Alumunium foil (Klin Pak, Indonesia),
- s. Tisu (Multi tisu wajah, Indonesia)
- t. Timbangan digital (MH-Series 200gr/0.01g Pocket Scale, China),
- u. Bunsen.

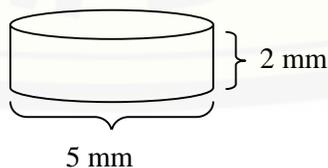
3.5.2 Bahan

- a. Minuman berkarbonasi *sprite*® (Coca cola company, Indonesia)
- b. Resin komposit nanohibrida *Tetric N-ceram* (Ivoclar Vivadent, USA)
- c. Air,
- d. Saliva buatan (Mareci *et al.*, 2005),

3.6 Sampel Penelitian

3.6.1 Bentuk Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah restorasi komposit nanohibrida yang berbentuk tabung dengan diameter 5 mm dan tebal 2 mm (gambar 3.1) dengan permukaan yang rata (Ibrahim *et al.*, 2009).



Gambar 3.1. Sampel resin komposit nanohibrida

3.6.2 Besar Sampel

Besar sampel dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{2 \cdot (Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

Keterangan:

n = besar sampel minimal

σ_1 = standart deviasi kelompok kontrol

$Z_{1-\alpha/2}$ = standart deviasi pada $\alpha = 1.64$

$Z_{1-\beta}$ = standart deviasi pada $\beta = 1.282$

$\mu_1 - \mu_2$ = selisih mean yang bermakna pada kelompok perlakuan

(Lemeshow *et al.*, 1990: 40)

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus diatas (lampiran A, hal 48), jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan besar sampel minimal untuk setiap kelompok yakni 8 sampel. Total sampel dalam penelitian ini adalah 32 sampel karena ada 4 kelompok.

3.6.3 Teknik pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan *stratified random sampling*. Restorasi komposit yang dibuat sebanyak 38 sampel. Sampel yang telah dibuat, diambil sebanyak 32 sampel yang memenuhi kriteria secara acak. Selanjutnya sampel dibagi menjadi dua kelompok secara acak, yaitu kelompok yang dipoles dan tidak dipoles. Kemudian sampel dibagi lagi menjadi dua kelompok pada setiap kelompoknya sehingga total kelompok dalam penelitian ini ada 4 kelompok dengan sampel masing-masing kelompok 8 buah sampel.

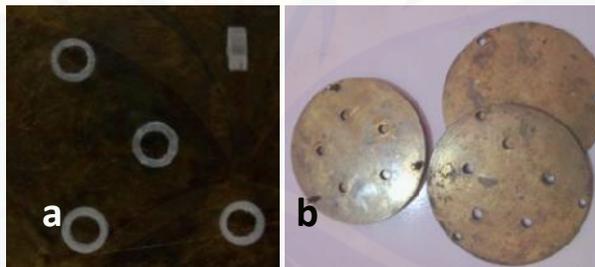
3.6.4 Pembagian Kelompok Sampel

- a. Kelompok A : Resin komposit yang dipoles direndam dengan menggunakan saliva buatan,
- b. Kelompok B : Resin komposit yang dipoles direndam dengan menggunakan minuman berkarbonasi,
- c. Kelompok C : Resin komposit yang tidak dipoles direndam dengan menggunakan saliva buatan,
- d. Kelompok D : Resin komposit yang tidak dipoles direndam dengan menggunakan minuman berkarbonasi.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Pembuatan Sampel

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan,
- b. Memfiksasi *master mould* (gambar 3.2a) ke dalam sumuran pada plat kuningan (gambar 3.2b) untuk menjaga stabilitas dimensi dari *master mould* saat resin komposit dimanipulasi,



Gambar 3.2 a) *master mould*, b) Plat kuningan untuk fiksasi *master mould*

- c. Menimbang komposit yang akan dimanipulasi menggunakan timbangan digital dengan berat kurang lebih 0,15 gram (gambar 3.3),



Gambar 3.3 Komposit yang ditimbang

- d. Memanipulasi resin komposit pada *master mould* menggunakan *plastic filling instrument*, yang sebelumnya telah diberi *celluloid strip* di bagian dasar sumuran pada plat kuning, (gambar 3.4),



Gambar 3.4 Komposit yang dimanipulasi ke dalam *master mould*

- e. Memadatkan resin komposit dengan *stopper semen* hingga seluruh resin komposit mengisi ruang pada *master mould* (gambar 3.5),



Gambar 3.5 Memadatkan resin komposit

- f. Menutup komposit yang telah dipadatkan menggunakan *celluloid strip* agar tidak lengket dan memiliki permukaan yang rata (gambar 3.6),



Gambar 3.6 Komposit yang ditutup *celluloid strip*

- g. Menutup *master mould* dengan tutup kuningan agar permukaan atas komposit menjadi rata dan menambahkan beban menggunakan anak timbangan 1 kg selama 5 menit agar semakin padat (gambar 3.7),



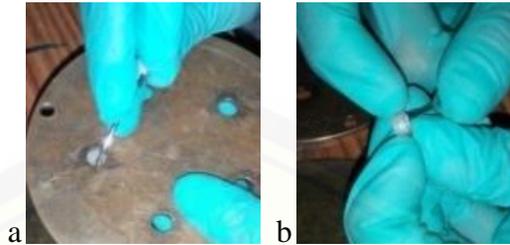
Gambar 3.7 Komposit yang diberi beban

- h. Menyinari resin komposit selama 30 detik (sesuai aturan pabrik) menggunakan *LED curing unit* dengan ujung alat *curing* menempel pada permukaan *celluloid strip* (gambar 3.8),



Gambar 3.8 Penyinaran komposit

- h. Mengeluarkan *master mould* dari plat kuningan dan kemudian mengeluarkan restorasi komposit dari *mater mould* menggunakan jari atau dibantu dengan *stopper* semen dengan cara di dorong (gambar 3.9),



Gambar 3.9 a) Mengeluarkan *master mould*; b) Mengeluarkan restorasi komposit dari *master mould*

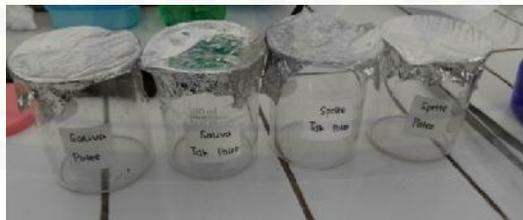
- i. Melakukan *finishing* dan *polishing* pada kelompok komposit yang dipoles dengan kecepatan rendah dan tekanan yang ringan dalam keadaan restorasi yang lembab. Melakukan *finishing* dengan menggunakan mata bur *stone* putih berbentuk silindris dan *polishing* dengan menggunakan *astrobrush* dengan arah melingkar sampai permukaan restorasi komposit halus dan mengkilap (gambar 3.10).



Gambar 3.10 a) *Finishing* pada sampel; b) *polishing* sampel

3.7.2 Perendaman Sampel Komposit Nanohibrida

- a. Mempersiapkan alat dan bahan untuk perendaman sampel,
- b. Membagi sampel (n=32) menjadi 4 kelompok sesuai dengan pengelompokkan sampel dan ditempatkan pada tabung masing-masing yang telah diberi label (gambar 3.12),



Gambar 3.11 Tabung untuk pembagian kelompok perendaman

- c. Merendam seluruh sampel ($n=32$) dalam saliva buatan selama 24 jam dan di simpan dalam inkubator pada suhu $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ untuk mengondisikan sampel seperti keadaan fisiologi rongga mulut
- d. Mencuci sampel dengan air mengalir dan mengeringkan menggunakan tisu,
- e. Menuangkan saliva buatan pada gelas A dan C (gambar 3.13),



Gambar 3.12 Menuangkan saliva buatan

- f. Menuangkan minuman berkarbonasi pada tabung B dan D dengan sudut antara dinding gelas dan mulut botol dibuat setumpul mungkin agar karbon yang menguap tidak terlalu banyak (gambar 3.14),



Gamba 3.13 Menuangkan minuman berkarbonasi

- g. Menutup gelas rendaman dengan aluminium foil dan menyimpan tabung dalam inkubator pada suhu $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ (gambar 3.15),



Gambar 3.14 Penyimpanan tabung pada inkubator

- h. Mengganti saliva buatan dan minuman berkarbonasi setiap 24 jam sekali sampai hari ke-7,
- i. Mencuci seluruh sampel satu per satu dengan air mengalir (gambar 3.16) dan mengeringkannya dengan menggunakan tisu.



Gambar 3.15 Proses mencuci komposit

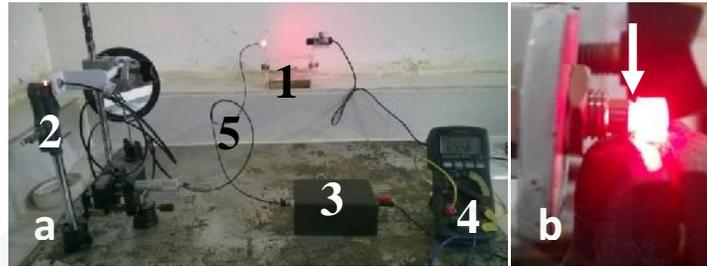


Gambar 3.16 Sampel sebelum dan setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi dan saliva buatan

3.7.3 Pengujian Perubahan Warna

Pengujian ini menggunakan alat spektrofotometer yang terdiri dari laser *He-Ne*, fotodetektor tipe OPT 101, dan multimeter digital (gambar 3.17a) dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Meletakkan sampel pada tempat sampel tepat didepan *point* pemancar sinar laser *He-Ne* (gambar 3.17b),
- b. Menyinari sampel dengan laser sampai angka yang ditunjukkan oleh multimeter digital tidak berubah,
- c. Mencatat nilai yang tertera pada multimeter digital,
- d. Menabulasi data yang didapatkan.



Gambar 3.17 a) Set alat spektrofotometer optik; b) Peletakan sampel didepan *point* yang memancarkan sinar laser *He-Ne* seperti pada panah

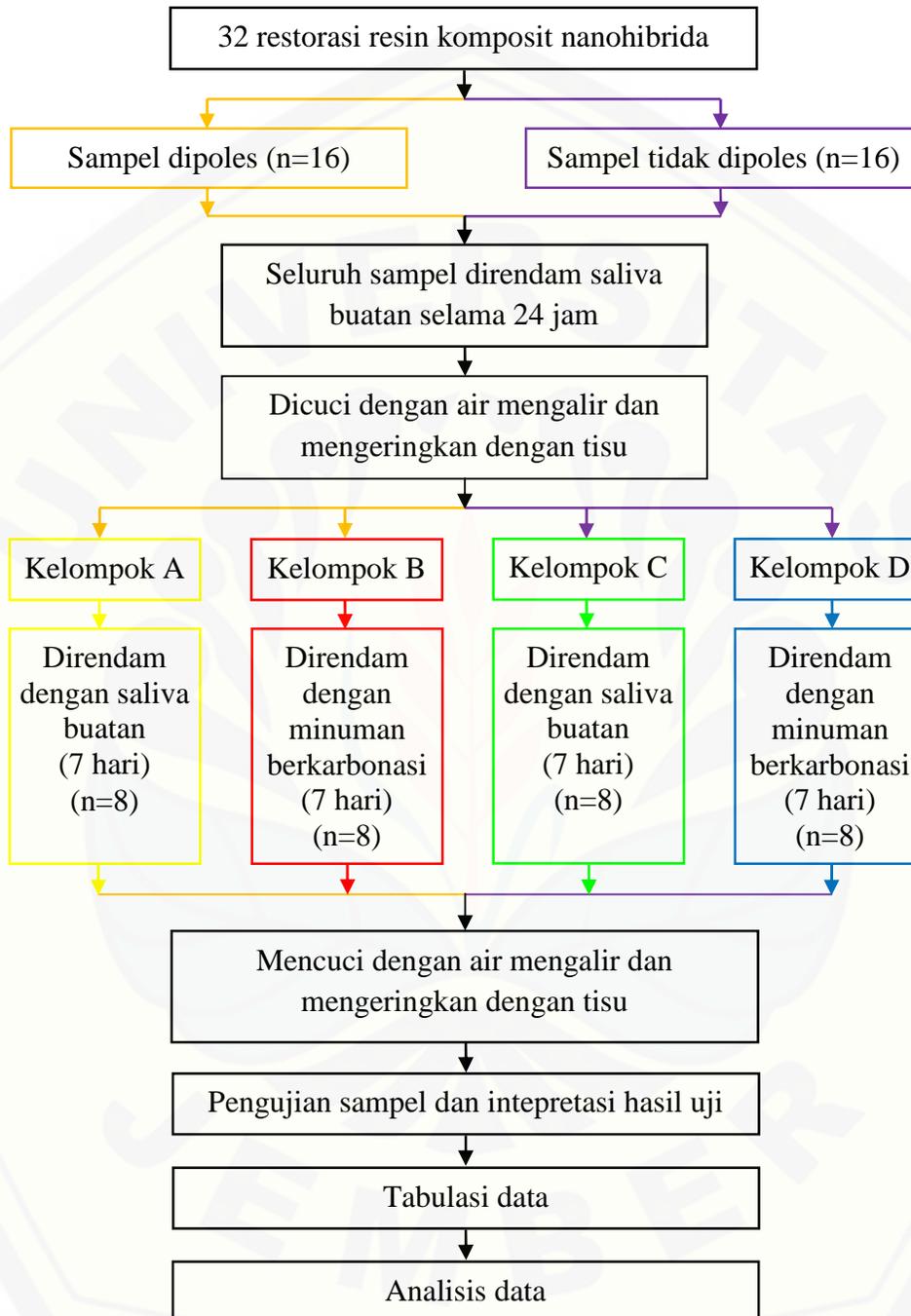
Keterangan gambar:

1. Sinar Laser *He-Ne*
2. Tempat Sampel
3. Fotodetektor OPT 101
4. Multimeter digital
5. *Fiber optic*

3.6 Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh, kemudian dilakukan uji normalitas dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, distribusi data normal apabila didapatkan nilai $p > 0,05$. Setelah data uji normalitas, analisa dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Data dikatakan homogen jika nilai $p > 0,05$. Apabila data yang didapat terdistribusi normal dan homogen, maka dilanjutkan uji statistik dengan metode parametrik dengan menggunakan *One-Way ANOVA* untuk mengetahui ada atau tidak perbedaan antara kelompok perlakuan. Kemudian dilanjutkan dengan uji *LSD (Least Significant Different)* untuk melihat perbedaan yang bermakna pada setiap kelompok perlakuan. Namun apabila data yang diperoleh tidak terdistribusi dengan normal dan/atau tidak homogen maka dilanjutkan dengan uji non parametrik. Uji non parametrik yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode *Mann Withney* untuk melihat perbedaan antara kelompok perlakuan.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.18 Alur penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

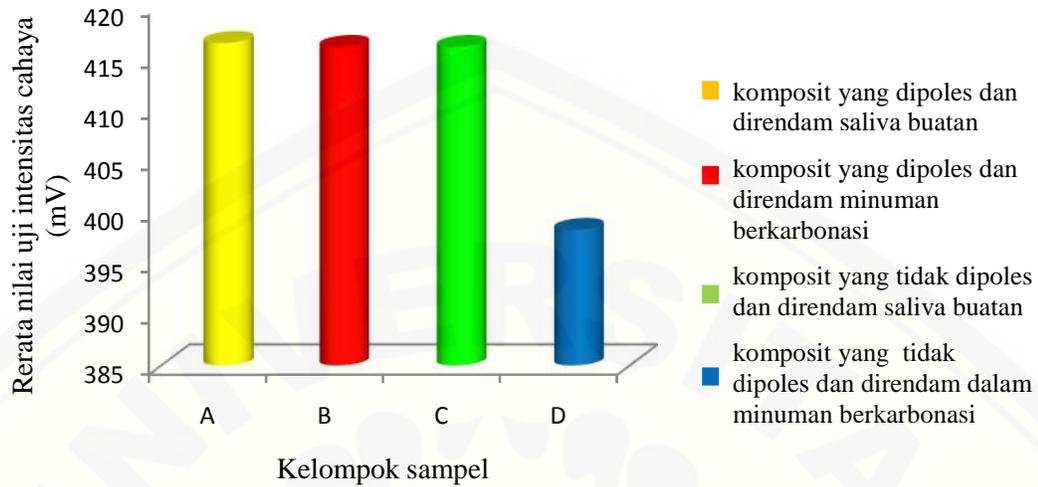
4.1 Hasil Pengamatan

4.1.1 Data Hasil Penelitian

Pengujian perubahan warna dari sampel resin komposit nanohibrida dilakukan di Laboratorium Optik dan Aplikasi Laser Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga. Hasil uji perubahan warna pada komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles yang direndam dalam saliva buatan dan minuman berkarbonasi selama 7 hari dapat dilihat pada tabel 4.1 dan gambar 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran perubahan warna resin komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles yang direndam dalam saliva buatan dan minuman berkarbonasi.

Sampel	Intensitas Cahaya (mV)			
	Komposit yang Dipoles		Komposit yang Tidak Dipoles	
	Direndam dalam Saliva Buatan (Kelompok A)	Direndam dalam Minuman Berkarbonasi (Kelompok B)	Direndam dalam Saliva Buatan (Kelompok C)	Direndam dalam Minuman Berkarbonasi (Kelompok D)
1	413	416	433	390
2	410	410	405	394
3	413	416	410	396
4	417	416	418	392
5	420	419	411	384
6	416	421	414	388
7	422	413	417	388
8	420	418	421	382
Rerata	416,375	416,125	416,125	398,250
SD	4,173	3,441	8,493	4,773



Gambar 4.1 Histogram rerata pengukuran perubahan warna resin komposit nanohibrida setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi

Berdasarkan tabel 4.1 dan gambar 4.1, rerata nilai uji intensitas cahaya terbesar terjadi pada kelompok A dengan rerata sebesar $416,375 \pm 4,173$ mV dan rerata nilai uji intensitas cahaya paling rendah terjadi pada kelompok D yakni $389,250 \pm 4,773$ mV. Apabila dibandingkan antara nilai intensitas cahaya kelompok komposit yang dipoles dengan tidak dipoles, maka dapat dikatakan rerata nilai uji intensitas cahaya pada kelompok komposit yang dipoles lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang tidak dipoles. Selain itu, pada gambar 4.1 dapat dilihat besar rerata nilai uji intensitas cahaya pada kelompok A, B, dan C memiliki tinggi yang hampir sama hanya selisih kurang dari 1 mV. Sedangkan rerata nilai kelompok D jika dibanding dengan kelompok lainnya memiliki perbedaan hingga mencapai 27 mV.



Gambar 4.2 Sampel resin komposit sebelum dan setelah perendaman dalam saliva buatan dan minuman berkarbonasi selama 7 hari

Berdasarkan gambar 4.2, secara visual pada seluruh kelompok tidak tampak adanya perbedaan warna. Hal ini dikarenakan larutan yang digunakan untuk perendaman sampel tidak mengandung zat warna sehingga tidak ada zat warna yang mempengaruhi warna dari sampel yang digunakan. Namun saat diuji dengan menggunakan spektrofotometer intensitas cahaya pada setiap kelompok sampel terdapat berbeda yang menunjukkan setiap sampel memiliki perbedaan warna.

4.1.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian kemudian ditabulasi dan dilakukan analisis data menggunakan aplikasi SPSS 15.0. Analisis yang pertama dilakukan adalah uji normalitas data dengan uji *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui data tersebut terdistribusi normal atau tidak. Hasil yang didapatkan adalah nilai signifikansi pada setiap kelompok $p > 0,05$ yang berarti bahwa data terdistribusi normal (tabel 4.2).

Tabel 4.2 Hasil uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*

Kelompok	df	Sig.
A	8	0,706
B	8	0,777
C	8	0,638
D	8	0,909

Analisis data dilanjutkan dengan analisis homogenitas menggunakan uji *Levene* untuk mengetahui data tersebut memiliki varian yang homogen atau tidak. Data dikatakan homogen apabila nilai $p > 0,05$. Hasil dari uji homogenitas didapatkan bahwa data hasil penelitian ini memiliki varian data yang homogen karena nilai signifikansi data hasil penelitian sebesar 0,180 (tabel 4.3).

Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas menggunakan uji *Levene*

Kelompok	<i>Levene statistic</i>	df1	df2	Sig.
Komposit nanohibrida	1,750	3	28	0,180

Data hasil penelitian ini menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji statistik parametrik, yaitu uji *One-way Anova*. Uji ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan data lebih dari dua kelompok. Kriteria dari pengambilan keputusan pada uji ini yaitu jika nilai signifikansinya $> 0,05$ maka tidak ada beda, dan jika nilai signifikansinya $< 0,05$ maka ada perbedaan pada data yang diuji. Hasil uji parametrik *One-way Anova* antar kelompok dalam penelitian ini bisa dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji statistik parametrik *One-way Anova*

Source	Df	Mean Square	F	Sig.
Antar Kelompok	3	1453,615	46,830	0,000

Berdasarkan uji parametrik *One-way Anova* didapatkan nilai signifikansi 0,000 yang berarti $p < 0.05$. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antar kelompok dalam penelitian ini. Untuk mengetahui lebih lanjut dimana letak perbedaan yang bermakna pada masing-masing kelompok, maka analisis data dilanjutkan dengan melakukan uji LSD (*Least Significant Different*). Pada hasil uji LSD didapatkan kelompok yang mengalami perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) terjadi pada kelompok A dibanding D, B dibanding D, dan C dibanding D. Hasil uji LSD dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil uji statistik LSD (*Least Significant Difference*)

	A	B	C	D
A	-	0,929	0,929	0,000*
B	-	-	1,000	0,000*
C	-	-	-	0,000*
D	-	-	-	-

Keterangan:

A : Kelompok komposit yang dipoles dan direndam dalam saliva buatan

B : Kelompok komposit yang dipoles dan direndam dalam minuman berkarbonasi

C : Kelompok komposit yang tidak dipoles dan direndam dalam saliva buatan

D : Kelompok komposit yang tidak dipoles dan direndam dalam minuman berkarbonasi

* : perbedaan bermakna

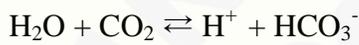
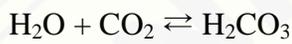
4.2 Pembahasan

Resin komposit merupakan bahan tumpat dengan nilai estetik yang baik serta dapat bertahan lama hingga mencapai 10 tahun. Namun, resin komposit memiliki kekurangan yaitu dapat menyerap cairan dan zat warna. Perubahan warna pada resin komposit dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik (Dewi *et al.*, 2012:5-6; Ibrahim *et al.*, 2009:13). Faktor intrinsik merupakan faktor yang berasal dari resin komposit itu sendiri seperti matriks resin, jenis dan ukuran bahan pengisi, perubahan *interface* antara matriks dan bahan pengisi, serta monomer yang tidak terpolimerisasi sedangkan faktor ekstrinsik merupakan faktor yang berasal dari lingkungan sekitar restorasi seperti plak serta makanan dan minuman yang dikonsumsi.

Faktor intrinsik memiliki peran yang penting dalam perubahan warna. Bahan yang kurang baik akan menyebabkan daya gunanya menjadi kurang maksimal. Ukuran dari bahan pengisi resin komposit memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perubahan warna (Abdel-Mohsen *et al.*, 2009:256). Semakin kecil ukuran bahan pengisi maka ketahanan warna semakin baik. Selain itu, matriks resin yang biasa digunakan di kedokteran gigi bersifat hidrofilik yang membuat resin mudah berubah warna. Apabila diurutkan dari yang bersifat hidrofilik paling besar maka didapatkan urutan sebagai berikut TEGDMA - Bis-GMA – UDMA - HEMA (Dewi *et al.*, 2012:8). TEGMA bersifat hidrofilik terbesar karena banyak disusun oleh unsur O. Unsur O dalam matriks resin bersifat elektronegatif sehingga cenderung menarik gugus OH⁻ dari air (Ren *et al.*, 2012:49). Saat matriks menyerap air maka akan terjadi ekspansi hidroskopis pada resin komposit sehingga matriks menjadi kurang stabil dan kepadatan resin komposit menurun.

Berdasarkan data hasil penelitian (lihat tabel 4.1), rerata hasil uji intensitas cahaya pada kelompok komposit yang direndam dalam minuman berkarbonasi lebih rendah dibandingkan kelompok yang direndam dalam saliva buatan. Hal ini menunjukkan bahwa, makanan dan minuman yang dikonsumsi mempengaruhi perubahan warna pada resin komposit. Minuman berkarbonasi memiliki pH yang asam sekitar 3,29. Minuman dengan pH rendah (3-6) dapat menyebabkan kerusakan

pada permukaan resin (Borges *et al.*, 2011:199). Menurut Valinoti *et al.* (2008) pH merupakan indikator yang dapat dipercaya untuk menentukan konsentrasi awal dari kandugan ion H^+ , semakin asam larutan maka semakin tinggi ion H^+ yang terkandung didalamnya. Keasaman dari minuman berkarbonasi disebabkan oleh reaksi antara air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2) yang menghasilkan asam karbonat (H_2CO_3). Asam karbonat nantinya akan terdisosiasi dengan cepat membentuk proton dan ion bikarbonat (Ngili, 2009:262). Berikut reaksi yang mungkin terjadi antara air dan karbondioksida :



(Ngili, 2009:262)

Ion H^+ yang bebas akan bereaksi dengan ikatan rangkap karbon ($C=$) pada rantai polimer penyusun matriks resin sehingga terjadi pemutusan rantai polimer. Hal ini menyebabkan terjadinya degradasi pada matriks resin komposit yang membuat partikel pengisi yang berada di tepi mudah terlepas. Adanya pelepasan bahan pengisi ini akan menyebabkan banyak celah kecil pada resin komposit, sehingga resin menjadi kurang padat yang membuat warna komposit menjadi lebih gelap. Dalam produk minuman berkarbonasi, badan pemeriksa obat dan makanan menyatakan penambahan karbon hanya secukupnya saja namun tidak dibatasi berapa banyak karbon yang dapat digunakan sebagai tambahan suatu minuman. Kandungan karbon dalam minuman berkarbonasi juga dapat membuat resin komposit mengalami perubahan warna (Zajkani *et al.*, 2013:88). Karbon aktif yang bebas akan memutus ikatan polimer resin sehingga terjadi perubahan warna. Selain itu, karbon juga dapat berikatan dengan mineral yang terkandung dalam saliva sehingga terjadi pengendapan. Apabila hal tersebut terjadi terus menerus, maka akan terbentuk karang gigi.

Selain itu, bahan pemanis yang terkandung dalam minuman berkarbonasi tergolong banyak. Hal ini dikarenakan komposisi bahan pemanis dalam minuman berkarbonasi sekitar 10% dari volumenya (Coca cola company, 2011:4-13).

Banyaknya kandungan bahan pemanis diduga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri. Bahan pemanis yang terjebak dalam celah mikro pada resin komposit menjadi tempat pertumbuhan bakteri. Pertumbuhan bakteri yang bersembunyi tersebut akan susah untuk dikendalikan. Apabila akumulasi bakteri semakin banyak maka resin komposit akan mudah mengalami perubahan warna (Effendi *et al.*, 2009:5)

Berdasarkan hasil analisis perbedaan dengan menggunakan uji *One-Way ANOVA* (lihat tabel 4.4) didapatkan nilai signifikansinya 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan warna pada resin komposit yang dipoles dan tidak dipoles. Perbedaan ini diduga disebabkan karena kekasaran permukaan sampel yang digunakan. Permukaan resin komposit yang tidak dipoles lebih kasar dibandingkan resin komposit yang dipoles sehingga partikel pengisi yang berada dipermukaan akan semakin mudah terlepas akibat keadaan asam dari minuman berkarbonasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa komposit yang tidak dipoles lebih mudah mengalami perubahan warna dibandingkan dengan komposit yang dipoles. Komposit nanohibrida mengandung partikel pengisi yang berukuran nano serta partikel yang berukuran $0,6 \mu\text{m}$ (Powers dan Sakaguchi, 2012: 166-167; Fischer dan Lendenmann, 2010: 5). Apabila komposit tidak dilakukan pemolesan, partikel yang berukuran besar ($0,6 \mu\text{m}$) cenderung mudah terlepas dan mengalami perubahan warna.

Penelitian lain terkait dengan pengaruh prosedur pemolesan terhadap perubahan warna resin komposit juga menyebutkan bahwa prosedur pemolesan dapat mengurangi tendensi stain pada komposit (Barakah, 2010: 48). Namun hal ini juga perlu diperhatikan karena prosedur pemolesan yang kurang baik dapat membuat permukaan komposit menjadi lebih kasar dan akan membuat mudahnya akumulasi plak, iritasi gingiva, serta karies (LeSage, 2011: 422). Prosedur pemolesan yang baik akan menghasilkan permukaan yang halus dan mengkilap. Beberapa keuntungan apabila melakukan prosedur pemolesan dengan baik diantaranya memperpanjang lama pemakaian dari komposit dan meningkatkan nilai estetik (LeSage, 2011: 422).

Pemolesan dengan arah yang melingkar lebih baik dibandingkan pemolesan yang satu arahnya karena hasil gesekan antara alat poles dan permukaan resin akan lebih halus.

Peneliti menganggap penelitian ini masih kurang sempurna. Perubahan warna pada resin komposit setelah perendaman dalam minuman berkarbonasi pada penelitian ini hanya dilakukan secara laboratoris. Peneliti menyakini bahwa apabila penelitian dilakukan secara klinis pada rongga mulut maka perubahan warna yang terjadi dapat bertambah besar. Hal tersebut dikarenakan dalam rongga mulut banyak faktor yang dapat mempengaruhi perubahan warna resin komposit, seperti mikroorganisme, enzim, pH rongga mulut, antibody, dan kemungkinan lainnya.

Pembahasan di atas didapatkan hasil bahwa kelompok komposit nanohibrida yang direndam dalam minuman berkarbonasi memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan dengan yang direndam dalam saliva buatan. Selain itu, komposit yang dipoles lebih baik dibandingkan dengan komposit yang tidak dipoles dalam menjaga stabilitas warna. Hal tersebut sesuai dengan dugaan sementara (hipotesis) yang disimpulkan peneliti sebelum pelaksanaan penelitian, yaitu terdapat pengaruh minuman berkarbonasi terhadap perubahan warna resin komposit nanohibrida yang dipoles dan tidak dipoles.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa terdapat perbedaan perubahan warna yang signifikan antara komposit yang dipoles dan tidak dipoles dimana komposit yang dipoles lebih tahan terhadap perubahan warna dibandingkan dengan komposit yang tidak dipoles.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini, diantaranya:

- a. Dapat dilakukan penelitian lanjutan mengenai tingkat porositas permukaan resin komposit yang dipoles dan tidak dipoles akibat minuman berkarbonasi.
- b. Diharapkan pada setiap operator yang melakukan penumpatan dengan komposit selalu disertai pemolesan untuk mengurangi retensi plak dan meningkatkan stabilitas warna resin komposit.
- c. Disarankan pada masyarakat yang menumpat gigi menggunakan resin komposit untuk mengurangi konsumsi diet yang mengandung asam terutama minuman berkarbonasi agar resin komposit tidak mudah mengalami perubahan warna.
- d. Disarankan pada masyarakat yang mengonsumsi minuman berkarbonasi untuk selalu menggunakan sedotan agar minuman berkarbonasi tidak berinteraksi dengan enzim-enzim dalam rongga mulut serta tidak bersentuhan langsung dengan bahan restorasi maupun gigi.

DAFTAR BACAAN

Buku dan Jurnal

- Abdel-Mohsen, Abdel-Mohsen, El-Enim, Fahmy, dan Abo-El-Ezz. 2009. Evaluation of The Effect of Filler Size Loading, Storage Condition (Wet & Dry); And, Storage Time, on Color Change of Light Cured Composites. *Cairo Dent. J.*, 25(2), 255:262.
- Anusavice, K. J. 2003. *Buku Ajar: Ilmu Bahan Kedokteran Gigi*. Jakarta: EGC. Hal. 227-243.
- Aprilia, L. R. dan Erry, R. 2007. Pengaruh Minuman Kopi Terhadap Perubahan Warna Pada Resin Komposit. Jakarta: *Indonesian J. of Dentistry*. Vol.14 (3): 164-170.
- Ardu, Braud, Gutemberg, Krejci, Dietschi, dan Feilzer. 2010. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International: Germany*. Vol 41. Hal. 695-702.
- Barakah, H. M. 2010. *Effect of Surface Polishing systems on Color Stability and Surface roughness of Nano-Composite Resin Materials*. Thesis. Saudi Arabia: King Saud University. Hal 4-31
- Borges, Costa, Saavedra, Komorl, Borges, dan Rode. 2011. Color Stability of Composites: Effect of Immersion Media. *Acta Odontol*. Vol. 24 (2): 193-199.
- Coca Cola Company. 2011. "125 years What is Coca Cola? A Briefing on our ingredients." Tidak diterbitkan. Leaflet. Hal 1-17.
- Dewi, S. K., Yuliati, A., dan Munadziroh, E. 2012. Evaluasi perubahan warna resin komposit hybrid setelah direndam obat kumur. *J. PDGI*. Vol. 61 (1): 5-9.
- Erta , Güler, Yücel, Köprülü, dan Güler. 2006. Color Stability of Resin Composites after Immersion in Differeny Drinks. *Dent. Mater. J*. Vol. 25 (2): 371-376.
- Ferracane, J. L. 2010. Resin Composite – State of the Art. *Dent. Mater*. Hal. 1-10.

- Fischer, K. dan Lendenmann, U. 2010. *Scientific Documentation Tetric N-Collection*. Tidak diterbitkan. Schaan: Ivoclar Vivadent AG. Hal 1-21.
- Ibrahim, M. A. M., Bakar, W. Z. W., dan Husein, A. 2009. A comparison of staining resistant of two composite resins. *Archives of Orofacial Sci.*, 4(1): 13-16.
- Lemeshow, Hosmer Jr., Klar, dan Lwanga. 1990. *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. Singapura: World Health Organization.
- LeSage, B. 2011. Finishing and Polishing Criteria for Minimally Invasive Composite Restorations. *Cosmetic Dentistry*. The Academy of General Dentistry. Hal 422-428.
- Moraes, Gonçalves, Lancellotti, Consani, Correr-Sobrinho, dan Sinhoreti. 2009. Nanohybrid Resin Composites: Nanofiller Loaded Materials or Traditional Microhybrid Resins?. *Operative Dentistry*. Vol 34-5. Hal. 551-557.
- Mopper, K. W. 2011. Contouring, Finishing, and Polishing Anterior Composites The key to beauty and biologic integrity of long-term restorations lies in the final steps of the procedure. *Inside Dentistry*. Hal 62-70.
- Mozartha, M., Ellyza, H., dan Andi, S. 2010. Pemilihan Resin Komposit Dan Fiber Untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI*. Vol. 59 (1): 29-34.
- Ngili, Y. 2009. Biokimia: Struktur dan Fungsi Biomolekul. Ed. 1. Yogyakarta: Graha Ilmu. Hal. 262.
- Powers, J. M. dan Sakaguchi, R. L. 2006. Craig's Restorative Dental Materials. 12th Ed. India: Elsevier. Hal 189-207.
- Powers, J. M. dan Sakaguchi, R. L. Sakaguchi. 2012. Craig's Restorative Dental Materials. 13th Ed. Philadelphia: Elsevier. Hal 161-191.
- Scheibe, Almeida, Medeiros, Costa, dan Alves. 2009. Effect Of Different Polishing Systems On The Surface Roughness Of Microhybrid Composites. *J Appl Oral Sci.*; 17(1):21-6
- Sideridou, I. D., Karabela, M. M., dan Vouvoudi, E. C. 2011. Physical Properties of Current Dental Nanohybrid and Nanofill Light-cured Resin Composites. Greece: Elsevier. Hal 598-607.

- Suryanti, R., Jafar, N., dan Syam, A. 2013. *Gambaran Jenis dan Jumlah Konsumsi Fast Food dan Soft Drink Pada Mahasiswa Obesitas Di Universitas Hasanuddin*. Sulawesi Selatan: Universitas Hasanuddin. Hal 1-11.
- Suzuki, Kyoizumi, Finger, Kanehira, Endo, Utterodt, Hisamitsu, dan Komatsu. 2009. Resistance of nanofill and nanohybrid resin composites to toothbrush abrasion with calcium carbonate slurry. *Dental Materials Journal*. 28(6): 708–716.
- Ren, Feng, Serban, dan Malmstrom. 2012. Effects of Common Beverage Colorants on Color Stability of Dental Composite Resins: The Utility of a Thermocycling Stain Challenge Model in Vitro. *Journal of Dentistry* (40s): e48-e56.
- Tanthanuch, Siriporanannon, Omprasert, Mettasitthikorn, Likhitpreeda, dan Waewangsa. 2014. The Effect of Different Beverages n Surface Hardness of Nanohybrid resin Composite and Giomer. *J. Conserv Dent. USA* 17(3): 261-265
- Valinoti, Neves, Silva, dan Maia. 2008. Surface Degradation Of Composite Resins By Acidic Medicines And pH-Cycling. *J Appl Oral Sci*. 16(4):257-265.
- Wongkhantee, Patanapiradej, Maneenut, dan Tantbirojn. 2006. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. *J Dent*. 34(3): 214-220.
- Zajkani, Tabrizi, Ghasemi, Torabzade, dan Kharazifard. 2013. Effect of Staining Solutions and Repolishing on Composite Resin Color Change. *J. of Islamic Dental Association of IRAN (JIDAI)*. 25(2):84-90

Peraturan Perundang-undangan

- Badan Pemeriksa Obat dan Makanan. 2009. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan RI nomor HK.00.06.1.52.4011*. Jakarta: BPOM.

Internet

- Anonim. 2010. Spektrofotometer UV-Visible [on line]. <http://bagasdika.web.id/chemeng/upload/materi%20upload/Semester%203/Materi/ADIN/5.SPEKTROFOTOMETER%20UV.pdf> [26 April 2015].

- Australian Beverages Council. Tanpa tahun. *Carbonated Soft Drinks*. [on line]. <http://australianbeverages.org/products/products-carbonated-regular-and-diet-soft-drinks/> [24 April 2015].
- Coca cola. Tanpa tahun. Sprite. [on line]. <http://www.coca-cola.co.uk/drinks/sprite/sprite/> [3 Septembe 2015]
- Effendi, M.C., Nugraeni, Y., dan Pratiwi, R.W. 2013. *Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nanohibrida Akibat Konsumsi Minuman Soda Aneka Warna dan Rasa*. [on line]. Tersedia: <http://old.fk.ub.ac.id/artikel/id/filedownload/gigi/majalah%20rizky%20widya%20p.pdf>. [7 April 2014].
- Eichmiller, F. C. 2015. Evolution, Description, and Application of Dental Materials. [on line]. Tersdia: <http://pocketdentistry.com/2-dental-materials/>. [24 April 2015].
- Euromonitor Internasional. 2011. Americans Drink More Soda Than Anyone Else: A map of soda consumption in 80 countries. [on line]. Tersedia: http://www.slate.com/articles/health_and_science/map_of_the_week/2012/07/map_of_soda_consumption_americans_drink_more_than_anyone_else.html [12 Juni 2015]
- Jufannisa, R. 2008. Pengaruh Asam dari Minuman Berkarbonasi (Coca-Cola, Indonesia) Terhadap Kekasaran Permukaan Resin Komposit Hibrid. Yogyakarta [on line]. Tersedia: <http://digilib.fk.umy.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=yoptumyfkpp-gdl-renyjufann-524> [24 Juni 2014].
- National Atmospheric Deposition Program. Tanpa tahun. Using a Multimeter. [on line]. <http://nadp.sws.uiuc.edu/cal/PDF/MultimeterUse.pdf> Hal 1-18 [25 April 2015].
- Panto, V. (2011). *Nano Hibrid Resin Komposit*. [on line]. Tersedia: <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/21456>. [10 April 2014].
- Phinney, D. J. dan Halstead J. H. 2002. *Delmar's Handbook of Essential Skills and Procedures for Chairside Dental Assisting*. Columbia: Delmar. Hal 218. [googlebook]. Tersedia: <http://books.google.co.id/books?id=HJjurqyM5-kC&printsec=frontcover&dq=Delmar%E2%80%99s+Handbook+of+Essential+Skills+and+Procedures+for+Chairside+Dental+Assisting&hl=en&sa=X&ei=wAG2U4uVFZDGuAT0t4HoBg&ved=0CBsQ6AEwAA#v=onepage&q=Delmar>

[%E2%80%99s%20Handbook%20of%20Essential%20Skills%20and%20Procedures%20for%20Chairside%20Dental%20Assisting&f=false](#). [24 April 2014].

Public Health Law and Policy. 2011. Breaking Down the Chain: A Guide to the soft drink Industry. [on line]. Tersedia: http://changelabsolutions.org/sites/phlpnet.org/files/Beverage_Industry_Report-FINAL_20110907.pdf [31 Januari 2015].

Ramus, X. 2009. Transimpedance Considerations for High-Speed Amplifiers. Application Report. Dallas: Texas Instruments Incorporated. Hal. 1-9. [on line]. Tersedia: <http://www.ti.com/lit/an/sboa122/sboa122.pdf> [26 April 2015].

Spiller, M. S. 2000. Type of Composites. [on line]. Tersedia: http://doctorspiller.com/Composites/types_of_composites.htm [24 April 2015].

Sutrisno, G. Tanpa tahun. Glass-ionomer Cement. Tidak dipublikasi. [on line]. Tersedia : <http://staff.ui.ac.id/system/files/users/gatot.sutrisno/material/3-glass-ionomercement.pdf> [3 September 2015]

Tyas, M. J. 2005. Placement and Replacement of Restoration by Selected Practitioners. *Australian Dental Journal*: Australia. Hal. 81-89. [serial online]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16050086> [diakses: 10 April 2014].

Widodo. 2008. Mengenal Minuman Ringan Berkarbonasi (Soft drink). [on line]. Tersedia: <http://pustakapanganku.blogspot.com/2012/02/mengenal-minuman-ringan-berkarbonasi.html> [31 Januari 2015].

Lampiran A. Perhitungan Jumlah Sampel

Besar sampel dalam penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus:

$$n = \frac{2 \cdot (Z_{1-} + Z_{1-})^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

$$n = \frac{2(14,9)^2(1,64+1,282)^2}{(416-393,3)^2}$$

$$n = \frac{2(222,01)(8,538)}{515,3}$$

$$n = \frac{3791,04}{515,3} = 7,36 \quad 8$$

(Lemeshow, 1990: 40)

Keterangan:

n = besar sampel minimal

= standart deviasi kelompok kontrol

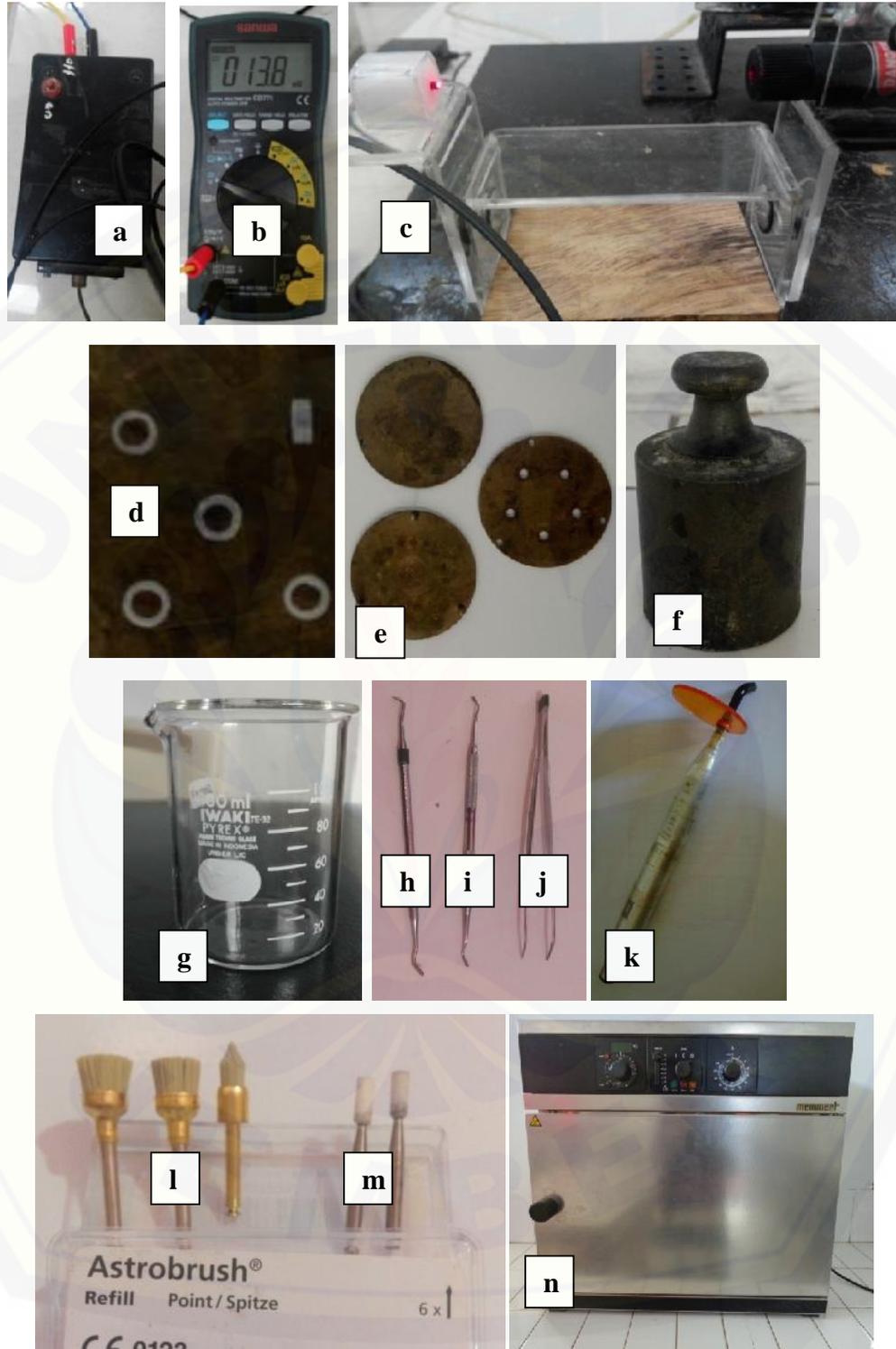
Z₁₋ = standart deviasi pada = 1.64

Z₁₋ = standart deviasi pada = 1.282

μ₁-μ₂ = selisih mean yang bermakna pada kelompok perlakuan

Lampiran B. Alat dan Bahan Penelitian**1. Alat Penelitian**

- a. Fotodetektor tipe OPT 101,
- b. Multimeter digital (Sanwa, Jepang),
- c. Sinar *laser He-Ne*,
- d. *Master mould* dari *syringe* insulin dengan diameter 5 mm dan tebal 2 mm (Teruno, Jepang),
- e. Plat kuningan,
- f. Anak timbangan 1 kg,
- g. Gelas kecil (Pyrex, Indonesia),
- h. *Plastic filling instrument* (Dentica, Inggris),
- i. *Stopper* semen (Dentica, Inggris),
- j. Pinset (Dentica, Inggris),
- k. *Light-Emitting Diode (LED) curing unit* (Ski, China),
- l. *Astrobrush (Ivoclar Vivadent, USA)*,
- m. Bur *stone* putih (638XF 025 RA Alpin meisinger,
- n. Inkubator (Memmert, Jerman),
- o. Masker,
- p. *Handscoon*
- q. Timbangan digital (MH-Series 200gr/0.01g Pocket Scale, China),
- r. Tisu (Multi tisu wajah, Indonesia)
- s. Bunsen.
- t. *Celluloid strip*,
- u. Alumunium foil (Klin Pak, Indonesia),



Gambar. Alat penelitian



Gambar. Alat penelitian

2. Bahan Penelitian

- a. Minuman berkarbonasi *sprite*® (Coca cola company, Indonesia)
- b. Resin komposit nanohibrida *Tetric N-ceram* (Ivoclar Vivadent, USA)
- c. Saliva buatan (Mareci *et al.*, 2005),



Gambar. bahan penelitian

Lampiran C. Analisis Data Penelitian

1. Uji Normalitas *Shapiro-Wilk*

Tests of Normality

kelompok komposit		Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.
kelompok komposit	dipoles direndam saliva buatan	.949	8	.706
	dipoles direndam minuman berkarbonasi	.957	8	.777
	tidak dipoles direndam saliva buatan	.943	8	.638
	tidak dipoles direndam minuman berkarbonasi	.971	8	.909

* This is a lower bound of the true significance.

a Lilliefors Significance Correction

2. Uji Homogenitas *Levene statistic*

Test of Homogeneity of Variances

Test of Homogeneity of Variances

kelompok komposit

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.750	3	28	.180

3. Uji *One-way Anova*

ANOVA

kelompok komposit

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4360.844	3	1453.615	46.830	.000
Within Groups	869.125	28	31.040		
Total	5229.969	31			

4. Uji LSD (*Least Significant Different*) Multiple Comparisons

Dependent Variable: kelompok komposit
LSD

(I) kelompok komposit	(J) kelompok komposit	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound	Upper Bound	Lower Bound
dipoles direndam saliva buatan	dipoles direndam minuman berkarbonasi	.250	2.786	.929	-5.46	5.96
	tidak dipoles direndam saliva buatan	.250	2.786	.929	-5.46	5.96
	tidak dipoles direndam minuman berkarbonasi	27.125(*)	2.786	.000	21.42	32.83
dipoles direndam minuman berkarbonasi	dipoles direndam saliva buatan	-.250	2.786	.929	-5.96	5.46
	tidak dipoles direndam saliva buatan	.000	2.786	1.000	-5.71	5.71
	tidak dipoles direndam minuman berkarbonasi	26.875(*)	2.786	.000	21.17	32.58
tidak dipoles direndam saliva buatan	dipoles direndam saliva buatan	-.250	2.786	.929	-5.96	5.46
	dipoles direndam minuman berkarbonasi	.000	2.786	1.000	-5.71	5.71
	tidak dipoles direndam minuman berkarbonasi	26.875(*)	2.786	.000	21.17	32.58
tidak dipoles direndam minuman berkarbonasi	dipoles direndam saliva buatan	-27.125(*)	2.786	.000	-32.83	-21.42
	dipoles direndam minuman berkarbonasi	-26.875(*)	2.786	.000	-32.58	-21.17
	tidak dipoles direndam saliva buatan	-26.875(*)	2.786	.000	-32.58	-21.17

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