

**KEKASARAN PERMUKAAN RESIN KOMPOSIT
HYBRID SETELAH DI RENDAM DALAM
MINUMAN ENERGI pH ASAM**

SKRIPSI



Oleh:

DIAN DWI PRATIWI
020810255

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA
2011**

**KEKASARAN PERMUKAAN RESIN KOMPOSIT
HYBRID SETELAH DI RENDAM DALAM
MINUMAN ENERGI pH ASAM**

SKRIPSI

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

Oleh:

**DIAN DWI PRATIWI
020810255**

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Serta

**Prof. Dr., Anita Yuliati, drg., M.Kes R. Helal Soekartono, drg., M.Kes
NIP. 19580709 198503 2 001 NIP. 19571221 1984031 002**

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA BHMN
SURABAYA
2011**

PENETAPAN PANITIA PENGUJI SKRIPSI

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 23 Desember 2011

PANITIA PENGUJI SKRIPSI

- 1. Endanus Harijanto, drg., M.Kes (ketua penguji)**
- 2. Soebagio, drg.,M.Kes (notulen)**
- 3. Sri Yogyarti, drg., M.S (anggota penguji)**
- 4. Prof. Dr. Anita Yuliati, drg., M.Kes (pembimbing utama)**
- 5. R. Helal Soekartono, drg., M.Kes (pembimbing serta)**



UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah S.W.T atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan skripsi dengan judul : **“Kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* setelah di rendam dalam minuman energi ph asam”**, sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana kedokteran gigi.

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

1. Prof. R.M. Coen Pramono D., drg.,SU.,Sp.BM (K) selaku dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya.
2. Prof. Dr. Anita Yuliati, drg.,M.Kes selaku Ketua Departemen Material Kedokteran Gigi yang telah memberi kesempatan untuk pembuatan skripsi di bidang ini sekaligus sebagai pembimbing utama yang telah memberikan banyak arahan kepada penulis dengan penuh kesabaran dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam pembuatan skripsi ini.
3. R. Helal Soekartono, drg.,M.Kes selaku pembimbing serta yang juga turut serta meluangkan waktu untuk membimbing, memberi saran kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini.

4. Sri Yogyarti, drg.,MS, Endanus Harijanto, drg.,MKes dan Soebagio, drg.,M.Kes selaku dosen penguji yang banyak memberikan masukan yang berharga dalam penyusunan skripsi ini.
5. Papa mama tercinta, Ibu Hari Subagio dan Marina, mbak Dina Saptarini, mas Taufik Ismail dan adek Dea Ayu Agatha Ningrum yang selalu mendukung, memarahi dan memberi semangat ketika aku malas.
6. Ratih Mutiara Sani, mba Aditya Hayu teman seperjuangan dalam pembuatan skripsi ini, yang selalu menemani, membantu, menginspirasi, mendengarkan keluh kesah saya hingga skripsi ini selesai.
7. Sahabat-sahabat tercinta saya (Dika Purnama Dewi, Harnis Agustiningasih, Putu Mariati KD, Putriana Pratiwi, Frandi Kuncoro), teman-teman saya di angkatan 2008 FKG Universitas Airlangga, kakak dan adik kelas, Pak Sam, staf pengajar dan karyawan FKG UNAIR yang banyak memberikan semangat, dukungan dan kontribusi dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak lepas dari keterbatasan, sehingga saran dan kritik akan sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan khususnya di bidang Kedokteran Gigi.

Surabaya, Desember 2011

Penulis

KEKASARAN PERMUKAAN RESIN KOMPOSIT *HYBRID* SETELAH DIRENDAM DALAM MINUMAN ENERGI pH ASAM

Surface Roughness of Hybrid Composite Resin After Being Immersed in Acid Energy Drinks

ABSTRACT

Background. Resin composites are used to replace missing tooth structures and to modify the colour and contour of the tooth. The surface quality of dental restorations is one of the important factors that determine the success of the restoration. **Purpose.** Was to observe the surface roughness of hybrid composite resin after immersion into energy drinks of pH 3,2; 3,7; 3,9 for 2 hours. **Method.** Hybrid composite resin was cured with LED light curing unit. Specimens were divided into 3 experimental groups and 1 control group. The experimental groups were immersed in different energy drink (pH 3,2; 3,7; 3,9) for each group and the control group was immersed in aquadest for 2 hours. The surface roughness was measured using surface roughness measuring instrument before and after immersion. Data obtained was analyzed using Within-Subjects Effects test to determine significant differences between sample groups. **Results.** There was not significant differences in surface roughness between sample groups ($\alpha > 0,05$). **Conclusion.** The surface roughness of hybrid composite resin were not increased after being immersed in acid energy drinks (pH 3,2; 3,7; 3,9) for 2 hours.

Key words: *composite resin hybrid, energy drink, surface roughness*

Daftar Isi

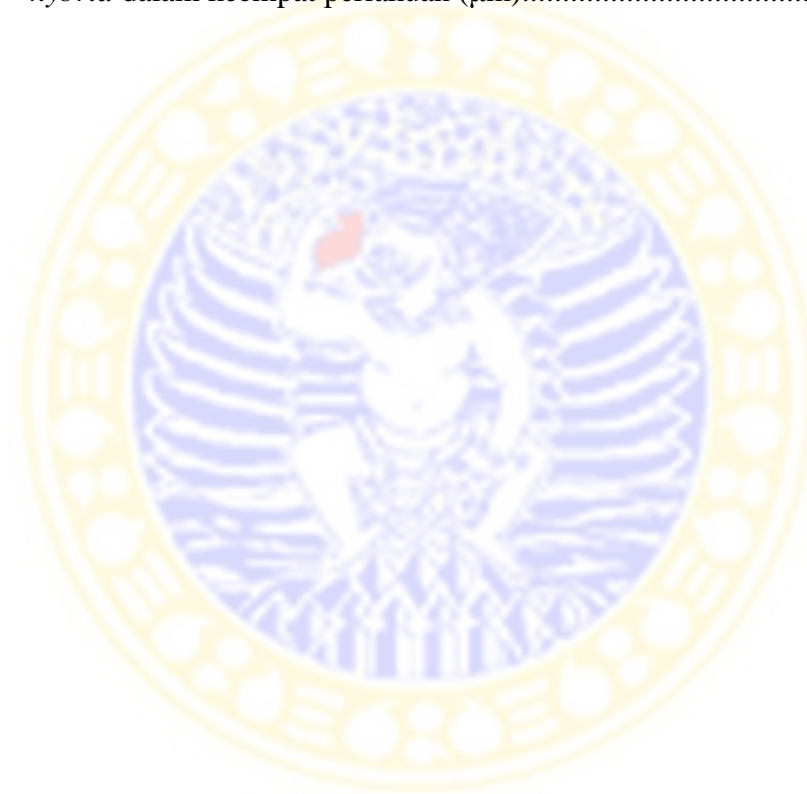
Lembar Prasyarat Gelar/Persetujuan.....	i
Penetapan Panitia Penguji.....	ii
Ucapan Terima Kasih.....	iii
<i>Abstract</i>	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
Daftar Singkatan.....	xi
Bab 1. Pendahuluan	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
Bab 2. Tinjauan Pustaka	
2.1 Definisi Resin Komposit.....	5
2.2 Komposisi Resin Komposit.....	5
2.3 Sifat Resin Komposit.....	7
2.4 Jenis Resin Komposit.....	7

2.5 Resin Komposit <i>Hybrid</i>	9
2.6 Proses Polimerisasi Resin Komposit.....	10
2.7 Minuman Energi.....	11
2.7.1 Kandungan Minuman Energi.....	12
2.8 pH (Derajat Keasaman).....	15
2.9 Kekasaran Permukaan.....	15
2.9.1 <i>Surface Roughness Measuring Instrument</i>	16
Bab 3. Kerangka Konseptual dan Hipotesis	
3.1 Kerangka Konseptual.....	17
3.2 Hipotesis.....	18
Bab 4. Metode Penelitian	
4.1 Jenis Penelitian.....	19
4.2 Variabel Penelitian.....	19
4.3 Definisi Operasional.....	19
4.4 Sampel.....	20
4.4.1 Bentuk Sampel.....	20
4.4.2 Besar Sampel.....	20
4.4.3 Kriteria Sampel.....	21
4.4.4 Pembagian Kelompok Sampel.....	21
4.5 Tempat Penelitian.....	21

4.6	Alat dan Bahan.....	22
4.6.1	Alat Yang Digunakan Untuk Penelitian.....	22
4.6.2	Bahan Yang Digunakan Untuk Penelitian.....	23
4.7	Cara Kerja.....	24
4.7.1	Pengukuran pH Minuman Energi.....	24
4.7.2	Pembuatan Sampel.....	25
4.7.3	Cara Perendaman Sampel Resin Komposit <i>Hybrid</i>	25
4.7.4	Uji Kekasaran Permukaan Resin Komposit <i>Hybrid</i>	26
4.8	Analisa Data.....	27
4.9	Alur Penelitian.....	28
Bab 5. Hasil Penelitian dan Analisis Data		
5.1	Hasil Penelitian.....	29
5.2	Analisis Data.....	31
Bab 6. Pembahasan.....		33
Bab 7. Simpulan dan Saran		
7.1	Simpulan.....	36
7.2	Saran.....	36
Daftar Pustaka.....		37
Lampiran.....		40

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Spesifikasi resin komposit <i>hybrid</i>	10
Tabel 2.2 Spesifikasi minuman energi.....	12
Tabel 5.1 Hasil rerata dan simpang baku kekasaran permukaan resin komposit <i>hybrid</i> pada setiap kelompok sebelum dan sesudah perlakuan (μm).....	30
Tabel 5.2 Hasil uji <i>Within-Subjects Effects</i> kekasaran permukaan resin komposit <i>hybrid</i> dalam keempat perlakuan (μm).....	32



Daftar Gambar

Gambar 2.1 Alat <i>Surface Roughness Measuring Instrument</i> Surfcoeder model SE-40D Kosaka Laboratory Ltd, Japan.....	16
Gambar 4.1 Alat yang digunakan dalam penelitian.....	23
Gambar 4.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	24
Gambar 4.3 Pengukuran pH minuman energi menggunakan pH meter.....	24
Gambar 4.4 Sampel saat direndam pada minuman energi.....	26
Gambar 4.5 Bagan penelitian.....	28
Gambar 5.1 Hasil kekasaran permukaan.....	29
Gambar 5.1 Grafik nilai rerata kekasaran permukaan resin komposit <i>hybrid</i> sebelum dan setelah dilakukan perendaman selama 2 jam.....	31

Daftar Singkatan

Bis-EMA	=	<i>Bisphenol-A-ethoxylate dimethacrylates</i>
Bis-GMA	=	<i>Bisphenol-A-glycidyl methacrylate</i>
LED	=	<i>Light emitting diode</i>
TEGDMA	=	<i>Triethyleneglycol dimethacrylate</i>
UDMA	=	<i>Urethane dimethacrylate</i>



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Resin komposit digunakan untuk menggantikan struktur gigi yang hilang serta modifikasi warna dan kontur gigi, serta meningkatkan estetik (Craig & Powers, 2006, p.190). Berdasarkan klasifikasi jenis bahan pengisi ada lima jenis resin komposit yaitu resin komposit konvensional, *macrofilled*, *microfilled*, *hybrid* dan partikel kecil (van Noort, 2007, p.112). Resin komposit *hybrid* memiliki *compressive strength* paling tinggi diantara jenis komposit yang lain dan dapat digunakan sebagai bahan tumpatan gigi anterior maupun gigi posterior, sehingga resin komposit jenis ini banyak digunakan oleh dokter gigi (Boer, 2007, p.1).

Permukaan restorasi yang halus sangat penting dan memberikan serangkaian keuntungan mulai dari tampilan estetik yang baik hingga ketahanannya. Apabila permukaan restorasi kasar dapat menyebabkan timbunan plak gigi, residu dan perubahan warna, yang kemudian merusak jaringan lunak dan periodontal, juga menurunkan kecerahan restorasi dan meningkatkan kerentanan terhadap perubahan warna dan kerusakan permukaan. (Oliveira *et al*, 2010, p.409)

Permukaan tumpatan resin komposit dapat terjadi kerusakan. Ada beberapa faktor yang diduga sebagai penyebab kerusakan permukaan tumpatan resin komposit, salah satunya adalah pengaruh pH. Hal ini dapat dibuktikan ketika pH yang rendah digunakan untuk merendam resin komposit, berpengaruh terhadap sifat mekanik resin

komposit (Medeiros *et al*, 2007, p. 64). Lingkungan yang asam dapat menimbulkan degradasi permukaan resin komposit, larutan yang bersifat asam akan bereaksi dengan merusak ikatan *filler* dan matrik sehingga menyebabkan ikatan kimia antara keduanya putus sehingga permukaan menjadi kasar dan makanan mudah menempel. (Toledano *et al*, 2003, p.44). Endo *et al* (2010, p.213) menyatakan kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* akan mempengaruhi sifat mekanis dengan menurunkan resistensi dan mempercepat abrasi. Han *et al* (2008, p.455) mengatakan degradasi permukaan bahan resin berhubungan dengan komposisi dan distribusi bahan pengisi resin (*fillers*), serta matrik resin.

Remaja, dewasa ini sangat banyak mengkonsumsi berbagai macam jenis minuman energi yang ditawarkan di pasaran. Minuman energi penggunaannya telah meningkat tajam dalam beberapa tahun terakhir dan mendapatkan populer di kalangan remaja. Survei yang dilakukan oleh sebuah Universitas di Turki menyebutkan bahwa dari total 153 siswa 4,8 % siswa mengkonsumsi minuman energi setiap hari. Remaja tersebut mengkonsumsi minuman energi untuk meningkatkan kinerja dan daya tahan tubuh (Nesli *et al*, 2010, p. 732). Dampak negatif minuman energi seperti mengalami kegelisahan, pusing dan insomnia (Malinauskas *et al*, 2007, p.2).

Minuman energi mempunyai komposisi kafein, ekstrak herbal seperti guarana, ginseng dan ginkgo biloba, vitamin B, asam amino (taurin), turunan asam amino (karnitin) dan derivatif gula (*glucuronolactone* dan ribosa). Zat pewarna dalam minuman energi yaitu tartrazine C.I.19140 dan guarana. (Malinauskas *et al*, 2007,

p.2). Tartrazine C.I.19140 banyak mengandung tanin dan guarana mengandung senyawa fenol (Sulistiono, 2011, p.2). Berdasarkan keterangan pabrik, ada beberapa minuman energi ditambahkan asam sitrat untuk memperbaiki rasa.

Minuman energi kemasan yang beredar mempunyai pH asam. Penulis telah mengukur pH pada beberapa *merk* dagang minuman energi yang beredar di pasaran Surabaya. Hasil yang didapat minuman energi mempunyai pH berkisar antara 3,2; 3,7; 3,9. Bila minuman energi dibiarkan dalam suhu ruang tidak terjadi perubahan pH selama 2 jam.

Remaja atau seseorang yang sering mengkonsumsi minuman energi dan mempunyai tumpatan resin komposit dalam rongga mulut, kemungkinan akan terjadi kerusakan pada permukaan resin komposit mengingat minuman energi mempunyai pH rendah yang memberikan dampak negatif. Valinoti *et al* (2008, p.259) mengatakan meminum minuman asam dalam waktu lama dan secara terus menerus dapat mengikis enamel gigi dan juga material resin.

Berdasarkan latar belakang di atas akan diteliti pengaruh minuman energi dengan pH asam 3,2; 3,7; 3,9 terhadap kekasaran permukaan pada resin komposit *hybrid* setelah direndam selama 2 jam, karena pada saat pengukuran pH yang dibiarkan pada suhu ruang selama 2 jam tidak terjadi perubahan, oleh karena itu 2 jam digunakan sebagai variabel yang terkendali.

1.2 Rumusan Permasalahan

Apakah terjadi peningkatan kekasaran permukaan pada resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui peningkatan kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pemakai tumpatan resin komposit yang memiliki kebiasaan mengonsumsi minuman energi pH asam terhadap kekasaran resin komposit.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Resin Komposit

Resin komposit adalah suatu bahan yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang terbentuk oleh pencampuran komponen yang mempunyai sifat kimia berbeda, perbedaan struktur dan sifat, dan kedua bahan tersebut dapat berkaitan satu sama lain sehingga diperoleh hasil yang lebih baik. (McCabe & Walls, 2008, p.202).

2.2 Komposisi Resin Komposit

Resin komposit terdiri dari beberapa bahan penyusun, antara lain: (Powers & Wataha, 2008, p.72-74)

1. Bahan Pengisi (*filler*)

Quartz, lithium aluminium silicate, dan *barium, strontium, zinc* atau *ytterbium glasses* digunakan sebagai bahan pengisi *fine*. Bahan pengisi *microfine* adalah partikel koloidal silica. Bahan pengisi *fine* yang mengandung *barium, strontium, zinc* atau atom *ytterbium* radiopak dengan keradiopak sesuai dengan volume partikel dari bahan pengisi. *Quartz* dan *lithium aluminium silicate* tidak radiopak. Resin komposit yang bersifat radiopak digunakan pada restorasi gigi posterior.

2. Bahan Pengikat (*coupling agent*)

Bahan pengikat digunakan untuk memperkuat bahan pengisi terhadap matrik *agent*. Bahan ini mencegah terlepasnya ikatan bahan pengisi dari matrik resin. Bahan yang sering dipakai adalah *vinyl silane*.

3. Resin Matrik

Kebanyakan resin pada umumnya didasarkan pada *oligomer dimethacrylate* (*bisphenol A-glycidyl methacrylate*, Bis-GMA) atau *urethane dimethacrylate* (UDMA). Oligomer Bis-GMA dan UDMA adalah cairan pekat dengan ikatan molekuler monomer yang rendah (*dimethacrylate*) ditambah untuk mengontrol konsistensi pasta komposit. Kedua oligomer dan ikatan molekuler monomer yang rendah digambarkan sebagai ikatan atom C rangkap dua yang bereaksi untuk mengubah keduanya menjadi polimer.

4. Inisiator dan Akselerator

Sistem khusus yang digunakan untuk mencapai polimerisasi adalah sistem *curing* menggunakan *visible light*. Pada sistem ini, komposit dipolimerisasi dengan paparan sinar dari sinar biru secara intensif. Sinar diserap oleh diketon yang ada pada amine organik, memulai reaksi polimerisasi.

5. Pigmen

Pigmen inorganik ditambahkan dalam jumlah yang kecil sehingga warna dari komposit sesuai dengan struktur gigi. Pigmen inorganik yang digunakan adalah *metal*

oxides dan *aluminium oxides*. Resin komposit disediakan 10 atau lebih macam warna yang meliputi kisaran normal warna gigi manusia (kuning hingga abu-abu). Warna yang pekat dapat dicampur dengan warna standar yang menyesuaikan warna gigi diluar warna gigi normal. Perkembangan warna resin komposit terbaru sesuai dengan warna enamel, dentin, servikal dan opak untuk memenuhi kebutuhan kedokteran gigi estetik.

2.3 Sifat Resin Komposit

Resin komposit memiliki beberapa sifat, yaitu : (Powers & Wataha, 2008, p.74).

- a. Absorpsi air rendah
- b. Koefisien muai suhu hampir sama dengan gigi
- c. Resistensi terhadap fraktur tinggi
- d. Ikatan antara enamel dan dentin kuat
- e. Keserasian warna dengan gigi baik
- f. Manipulasi mudah

2.4 Jenis Resin Komposit

Jenis resin komposit antara lain :

1. Resin Komposit Konvensional

Komposit konvensional mengandung bahan pengisi partikel kaca dengan rerata partikel 10-20 μm dan ukuran partikel terbesar 40 μm . Komposit ini memiliki

kekurangan yaitu hasil permukaan sangat kasar karena partikel pengisi mudah terkikis. Bahan pengisi yang paling sering digunakan untuk bahan komposit ini adalah butiran *quartz* (van Noort, 2007, p.112).

2. Resin Komposit *Macrofilled*

Resin komposit jenis ini memiliki ukuran partikel bahan pengisi relatif besar, yang biasanya adalah *milled quartz*. Ukuran rerata 8-12 μm . Bahan ini memiliki permukaan kasar sebagai akibat dari abrasi selektif pada matrik resin yang lebih lunak, karena mengelilingi partikel pengisi yang lebih keras. Ketahanannya terhadap keausan oklusal tidak baik, tetapi memiliki kekuatan yang baik terhadap tekanan sehingga jarang terjadi fraktur. (Hatrack *et al*, 2003, p.65).

3. Resin Komposit *Microfilled*

Resin komposit *microfilled* mengandung silika koloidal dengan rerata partikel 0,02 μm dan *range* 0,01 – 0,05 μm . Ukuran kecil partikel pengisi komposit dapat dipoles dengan permukaan yang sangat halus. Beberapa partikel kecil memiliki total area permukaan lebih besar daripada partikel yang besar dengan berat sama. Bahan pengisi dengan volume lebih kecil menghasilkan komposit dengan sifat fisik yang lebih rendah (van Noort, 2007, p.112).

4. Resin Komposit *Hybrid*

Bahan pengisi resin komposit *hybrid* terdiri atas silika koloidal dan partikel kaca yang dihaluskan, yang mengandung logam berat, yang mengisi kandungan bahan pengisi sebesar 75-80% berat. Kaca mempunyai ukuran partikel rerata 0,6-1 μm . Pada distribusi ukuran yang tipikal, 75% dari partikel yang dihaluskan adalah lebih kecil dari 1,0 μm . Silica koloidal membentuk 10-20% berat dari seluruh kandungan bahan pengisi. Dalam keadaan ini, bahan pengisi mikro juga berpengaruh nyata pada sifat bahan. Partikel pengisi yang lebih kecil, begitu juga sejumlah besar bahan pengisi mikro, akan meningkatkan daerah permukaan (Anusavice, 2003, p.243).

5. Resin Komposit Partikel Kecil

Resin komposit partikel kecil memiliki ukuran partikel rerata kurang dari 1 μm , dan *range* ukuran partikel 0,1 - 6,0 μm , biasanya dikombinasikan dengan silika koloid. Partikel ukuran terkecil bahan pengisi apabila dipoles ke permukaan akan lebih halus apabila dibandingkan dengan partikel yang lebih besar. Komposit ini dapat mencapai permukaan akhir yang sangat halus karena setiap penyimpangan yang timbul dari permukaan partikel pengisi dan karena itu akan berada di bawah resolusi panjang gelombang cahaya (0,38-0,78 μm). Resin komposit ini diproduksi untuk penggunaan posterior tetapi telah digantikan dengan resin komposit *hybrid* (van Noort, 2007, p.113).

2.5 Resin Komposit *Hybrid*

Resin komposit *hybrid* terdiri dari dua jenis partikel pengisi yaitu silika koloidal dan *barium glass*. Ukuran partikel pengisi rerata 0,6-1 μm . *Microfiller* (silika koloidal) memberikan kontribusi yang signifikan terhadap sifat dan juga memberikan peningkatan luas permukaan (Bhat *et al*, 2006, p.309). Bahan pengisi mikro juga berpengaruh nyata pada sifat bahan. Partikel pengisi yang lebih kecil, begitu juga sejumlah besar bahan pengisi mikro, akan meningkatkan daerah permukaan (Anusavice, 2003, p.243).

Sifat resin komposit *hybrid* pada umumnya lebih unggul dibanding komposit *microfilled* karena mengandung sejumlah logam berat yang lebih radiopak dibanding enamel. Kehalusan permukaan dan kekuatannya cukup baik, maka banyak digunakan untuk restorasi anterior dan posterior (Hatrack *et al*, 2003, p.65 ; van Noort, 2007, p. 112).

Tabel 2.1 Spesifikasi resin komposit *hybrid* yang digunakan dalam penelitian

Jenis	Komposisi	Warna	No batch	Produksi
Resin komposit <i>hybrid</i>	a.Komponen resin Bis-GMA & TEGDMA b.Bahan pengisi sintesis Zirconia/silica: terisi 66% dari volume (84% dari berat) c. Ukuran partikel = 0,6 microns	A2	110171	3M ESPE Dental Products St. Paul, MN 55144-1000 U.S.A

2.6 Proses Polimerisasi Resin Komposit

Tahapan dari reaksi polimerisasi resin komposit adalah (Roberson *et al*, 2002, p.326 ; McCabe & Walls, 2008, p. 102).

1. Aktivasi

Tahap ini merupakan penggerak awal di mulainya proses polimerisasi. Meliputi dekomposisi dari inisiator *peroxide* dengan aktivasi termal, aktivator kimia atau radiasi dari gelombang yang sesuai, serta menghasilkan radikal bebas.

2. Inisiasi

Reaksi polimerisasi diinisiasi ketika radikal bebas terbentuk pada aktivasi, bereaksi dengan molekul monomer. Radikal bebas dikombinasikan dengan unit monomer untuk menciptakan bagian awal dari *growing chain*.

3. Propagasi

Penambahan unit monomer terus dilanjutkan. Radikal bebas yang baru mampu bereaksi lebih lanjut dengan molekul monomer.

4. Terminasi

Penghentian dari *growing chain* yang dihentikan oleh satu atau beberapa peristiwa. Reaksi ini menghasilkan *dead polymer chains* yang tidak mampu bertambah.

2.7 Minuman Energi

Minuman energi ialah minuman untuk meningkatkan kinerja dan daya tahan tubuh. Minuman energi mempunyai komposisi kafein, ekstrak herbal (guarana, ginseng dan ginkgo biloba), vitamin B, asam amino (taurin), turunan asam amino (karnitin), dan derivatif gula (*glucuronolactone* dan ribosa). Minuman energi mempunyai komposisi kafein, ekstrak herbal (guarana, ginseng dan ginkgo biloba),

vitamin B, asam amino (taurin), turunan asam amino (karnitin), dan derivatif gula (*glucuronolactone* dan ribosa) (Nesli *et al*, 2010, p. 732).

Tabel 2.2 Spesifikasi minuman energi yang digunakan untuk penelitian

<i>Merk</i>	Komposisi	pH	No batch	Produksi
Minuman A (Hemaviton)	Taurine, 1,3,7 trimethylxanthine, inositol, ginseng extract, nicotinamide, vitamin B6, dexpanthenol, vitamin B12, kalori.	3,2	055090	PT. Polari Limunusa Inti. Tangerang-Indonesia.
Minuman B (Kratingdaeng)	Taurin, Kafein, Inositol, Nacinamide (Vitamin B3), Pyridoxine HCl (Vitamin B6), Dexpanthenol (Provitamin B5), Cyanocobalamine (Vitamin B12), Sugar (Gula Murni), Ponceau 4R C.I 16255, Tartrazine C.I 19140, Citric Acid, Trisodium Citrate, Sodium Benzoate & Flavouring.	3,7	425P313	PT. Asia Health Energi Beverages. Babakan Pari, Sukabumi, Indonesia.
Minuman C (M-150)	Taurin, Kafein, Inositol, Niasin, Panotenat, Vitamin B6, Air, Sukrosa, Pengawet Natrium Benzoat, Pewarna Tartrazine CI 19140	3,9	299 A4	OSOTSPA CO.,LTD Thailand

2.7.1 Kandungan Minuman Energi

1. Kafein

Kandungan dalam sebagian besar minuman energi adalah kafein yang ditambahi oleh beragam asam amino, vitamin B, dan suplemen herbal. Kafein ditemukan dalam beragam minuman dan obat yang disebut sebagai zat psikoaktif yang banyak dipakai di seluruh dunia. Beragam konsentrasi kafein ditemukan dalam

kopi tumbuk, kopi instan, teh instan, minuman energi dan *cola*. Sejumlah kecil bisa ditemukan dalam coklat dan kakao (Babu *et al*, 2008, p.35).

Kafein memiliki berbagai efek fisiologis termasuk menstimulasi kerja sistem saraf pusat, jantung, otot skelet serta mengontrol pusat tekanan darah. Kafein juga memiliki efek diuretik yang dapat menyebabkan hilangnya cairan tubuh. Hal ini sangat penting untuk diketahui karena minuman energi banyak dikonsumsi oleh para atlet sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya dehidrasi. Efek samping ini biasanya terjadi pada pemakaian sebanyak 250 mg-300 mg (Clauson *et al*, 2008, p.56).

2. Guarana

Guarana berasal dari biji *Paullina cupana*, tumbuhan dari Amerika Selatan yang dikenal memiliki sifat stimulan. Guarana mengandung banyak kafein (4%-8%), *theobromine*, *theophylline*, dan konsentrasi tinggi tanin. Efek dari konsumsi guarana mirip dengan kafein; meski demikian durasi kerjanya mungkin lebih lama pada guarana karena adanya saponin dan tanin (Babu *et al*, 2008, p.36).

3. Taurin

Taurin, asam amino yang banyak ditemukan di dalam tubuh binatang yang dihasilkan oleh metabolisme *methionine* dan *cysteine*. Taurin berperan dalam proses metabolik ganda, mulai dari osmo regulasi hingga antioksidasi dan glikolisis. Taurin sebagai suplemen makanan dipasarkan untuk mendukung kesehatan mata dan pencegahan serta pengobatan gagal jantung kongestif. Dosis yang tinggi atau

pemakaian taurin jangka panjang pada anak serta orang dewasa tidak banyak diketahui mengenai efek sampingnya (Babu *et al*, 2008, p.36).

4. Ginseng

Ginseng adalah obat herbal Asia Timur yang dipakai selama bertahun-tahun untuk memperbaiki ingatan dan stamina. Meski sedikit literatur medis yang mendukung pemakaiannya, ginseng sudah dimasukkan sebagai kandungan dalam minuman energi. Efek buruk yang berkaitan dengan pemakaian ginseng cenderung ringan, komplikasi yang lebih serius dilaporkan termasuk diare, perdarahan vagina, sakit kepala parah dan sindrom *Stevens Johnson*. Gejala penyalahgunaan ginseng juga dilaporkan ditandai oleh diare di pagi hari, hipertensi, insomnia. (Babu *et al*, 2008, p.36).

5. Karnitin

Karnitin adalah derivatif asam amino yang berperan penting dalam β -oksidasi asam lemak. Karnitin ditemukan dalam jumlah besar pada diet rerata, tapi pada kondisi bawaan dan kongenital sering ditandai oleh kelelahan otot. Suplementasi dari isomer aktif (*levocarnitine*) dilaporkan untuk sejumlah penyakit, termasuk defisiensi karnitin primer, penyakit ginjal tahap akhir, dan toksisitas *valproate*. Efek buruk yang diketahui dalam suplementasi karnitin meliputi mual, muntah, nyeri abdominal. Manufaktur minuman energi dan pembentuk otot terus mempromosikan karnitin sebagai cara untuk membakar lemak dan meningkatkan stamina (Babu *et al*, 2008, p.37).

6. Asam Sitrat

Asam sitrat adalah asam organik lemah. Asam sitrat merupakan pengawet alami dan juga digunakan untuk menambah rasa asam untuk makanan dan minuman ringan. Asam sitrat terdapat dalam berbagai buah dan sayuran, terutama buah jeruk (Penniston *et al*, 2008, p.567).

2.8 pH (Derajat Keasaman)

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasamaan atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah. Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja berdasarkan prinsip elektrolit atau konduktivitas suatu larutan (Ferry, 2004, p.3).

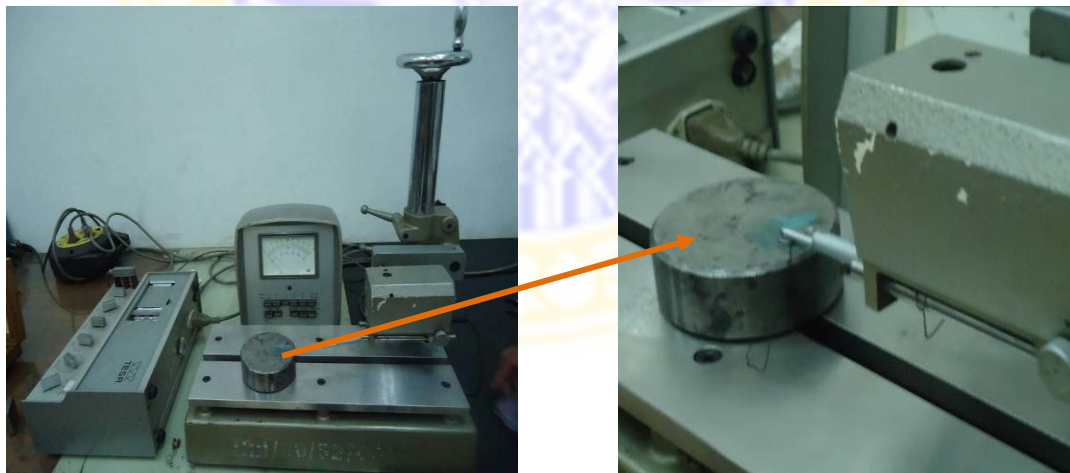
2.9 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan terdiri dari penyimpangan lebih halus dari tekstur permukaan, biasanya termasuk penyimpangan yang menghasilkan dari tindakan yang melekat pada proses produksi. Konsep kekasaran permukaan sering digambarkan dengan istilah seperti tidak rata, tidak teratur, kasar pada tekstur, patah oleh

prominences, dan hal serupa lainnya. Nilai permukaan kekasaran tergantung pada skala pengukuran (Amaral *et al*, 2002, p.3).

2.9.1 Surface Roughness Measuring Instrument

Kekasaran permukaan ditentukan menggunakan Profilometer (Surfcorder SE-40D, Kosaka Laboratorium Ltd, Tokyo, Jepang) yang dilengkapi dengan berlian *pick-up* (tip radius: 5 μm , beban: 4 mN). Cara pengukuran sampel: sampel diukur lima kali di permukaan yang akan diukur kekasaran permukaan dan rata-rata kekasaran (R_a) diperoleh dari kelima pembacaan. Panjang *tracing* adalah 0,8 mm, kecepatan *stylus* adalah 0,5 mm / detik, dan Panjang *cut-off* 0,25 mm. Pada setiap pengukuran, *stylus* secara otomatis bergerak maju dan mundur tiga kali di sepanjang lintasan yang sama. (Endo, *et al*, 2010, p.215).

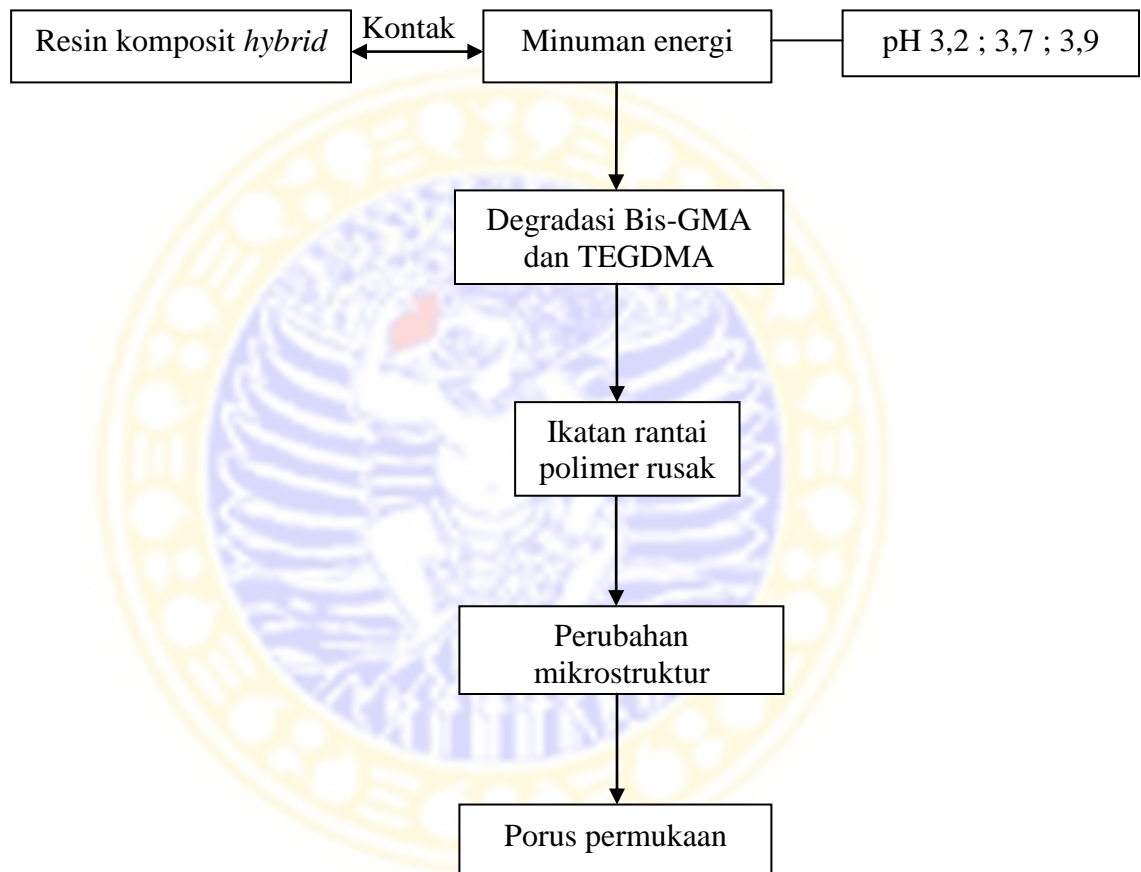


Gambar 2.1 Alat *Surface Roughness Measuring Instrument* Surfcorder model SE-40D Kosaka Laboratory Ltd, Japan

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS

3.1 Kerangka Konseptual



Minuman energi merupakan larutan yang bersifat asam dengan pH rendah yang dapat mempercepat degradasi struktur resin komposit yaitu pada monomer Bis-GMA, dan TEGDMA yang merupakan bahan dasar pengencer dari resin komposit. Bila bahan ini mengalami degradasi oleh asam, maka ikatan rantai polimer akan rusak dan apabila terjadi kontak dalam waktu yang lama pada permukaan resin komposit,

terjadi porus pada permukaan. (Medeiros *et al*, 2007, p. 64). Menurut Han *et al* (2008, p. 464) larutan dengan pH asam akan memberikan dampak negatif pada sifat mekanik dari resin komposit, yaitu meningkatkan erosi di dalam polimer, komposisi matrik organik resin dan partikel dalam resin akan mudah larut oleh larutan asam.

Mekanisme degradasi resin komposit oleh asam adalah dengan hidrolisis dari radikal ester yang ada pada *dimethacrylate monomer*, yaitu Bis-GMA, Bis-EMA, UDMA, dan TEGDMA (Valinoti *et al*, 2008, p.263). Bila degradasi tersebut terjadi secara progresif maka akan mengubah mikrostruktur dari resin komposit melalui pembentukan porus. (Medeiros *et al*, 2007, p.64).

3.2 Hipotesis

Kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* meningkat setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah eksperimental laboratoris dengan rancangan *pre-post test*.

4.2 Variabel Penelitian

Variabel bebas : minuman energi pH 3,2 ; 3,7 ; 3,9

Variabel tergantung : kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*.

Variabel terkontrol : 1. lama perendaman
2. pembuatan sampel
3. bentuk dan ukuran sampel
4. lama penyinaran dan intensitas sinar
5. jarak antara ujung alat sinar dengan permukaan sampel
6. cara pengukuran kekasaran permukaan

4.3 Definisi Operasional

1. Resin komposit *hybrid* : resin komposit yang bersifat *radiopaque* dengan warna A2 digunakan untuk merestorasi gigi anterior dan posterior yang berisi *filler* yaitu silika serta *inorganic filler* dengan ukuran 3.5-0.01 mikron.

2. Kekasaran permukaan resin komposit adalah tekstur permukaan resin komposit terjadi perubahan permukaan yang tidak halus dan tidak merata yang diukur menggunakan alat *surface roughness measurement instrument*.
3. Perendaman resin komposit dalam minuman energi sampai semua bagian terendam dan disusun dengan tinggi yang berbeda agar tidak saling kontak atau menempel.
4. pH (derajat keasaman) : tingkat keasaman yang dimiliki oleh minuman energi.

4.4 Sampel

4.4.1 Bentuk Sampel

Bentuk sampel adalah tablet dengan diameter 7 mm dan tinggi 2 mm disesuaikan dengan kebutuhan alat.

4.4.2 Besar Sampel

Besar sampel ditentukan berdasarkan rumus Lameshow *et al* (1990, p.135) yaitu:

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

Keterangan :

n = Besar sampel

δ = Simpang baku sampel = 0,18136

Z = Nilai pada tingkat kesalahan yang dapat ditoleransi

1- β = Power of test / uji kekuatan

$Z_{1-\alpha}$: α : 0,01 \rightarrow 2,57

$Z_{1-\beta}$: β : 0,01 \rightarrow 2,57

μ_1 = Rata-rata perlakuan I

μ_2 = Rata-rata perlakuan II

$$n = \frac{0,030984^2 (2,57 + 2,57)^2}{(0,13 - 0,193)^2} ; n = 6$$

Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 6 x 4 kelompok sampel = 24 buah.

4.4.3 Kriteria Sampel

Sampel yang diuji tidak porus, permukaan halus, tidak ada perubahan bentuk dan sesuai dengan ukuran.

4.4.4 Pembagian Kelompok Sampel

Kelompok sampel dibagi menjadi empat, yaitu perendaman dalam minuman energi A (pH 3,2), minuman energi B (pH 3,7), minuman energi C (pH 3,9), dan *aquadest* yang digunakan sebagai kontrol.

Kelompok A : resin komposit *hybrid* direndam dalam *aquadest* selama 2 jam

Kelompok B : resin komposit *hybrid* direndam dalam minuman energi A selama 2 jam.

Kelompok C : resin komposit *hybrid* direndam dalam minuman energi B selama 2 jam

Kelompok D : resin komposit *hybrid* direndam dalam minuman energi C selama 2 jam

4.5 Tempat Penelitian

1. Departemen Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga
2. PT. Boma Bisma Indra, Surabaya

4.6 Alat dan Bahan

4.6.1 Alat Penelitian

1. Cetakan sampel dari bahan teflon berbentuk tablet dengan diameter dalam 7 mm dan tinggi 2 mm sebanyak 6 buah.
2. Alat *surface roughness measuring instrument* (Surfcoder model SE-40D Kosaka Laboratory Ltd, Japan)
3. *Strip seluloid asetat*
4. *LED light curing unit* (Delma Medical Equipment, Guangzhou)
5. *Cure Rite Meter* (Caulk, USA)
6. pH meter (pHep Hanna Instruments, Mauritius)
7. *Glass lab*
8. Gelas beker
9. Lap bersih
10. Benang
11. Kawat
12. Timbangan
13. *Stopwatch*

14. *Plastic filling*

15. Anak timbangan 1 kg

16. Spidol



Gambar 4.1 Alat yang digunakan dalam penelitian; a. LED light curing unit, b. anak timbangan 1 kg, c. *glass lab*, d. kawat, e. benang, f. lap bersih, g. cetakan, h.glass beker, i. *plastic filling*, j. spidol, k. *stopwatch*, l. timbangan

4.6.2 Bahan Yang Digunakan Untuk Penelitian

1. Resin Komposit (warna A2, no batch 110171, produksi 3M ESPE dental products St. Paul, MN 55144-1000 USA)
2. Minuman energi A (Hemaviton; pH 3,2; no batch 055090; produksi PT. Polari limunusa inti, Tangerang-Indonesia)
3. Minuman energi B (Kratindaeng; pH 3,7; no batch 425P313; PT. Asia health energi beverages, Babakan Pari, Sukabumi, Indonesia)
4. Minuman C (M-150; pH 3,9; no batch 299A4; OSOTPA CO, LTD. Thailand)

5. Aquadest



Gambar 4.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian: Minuman energi A pH 3,2; minuman energi B pH 3,7; minuman energi C pH 3,9; aquadest pH 7; resin komposit *hybrid*.

4.7 Cara Kerja

4.7.1 Pengukuran pH Minuman Energi

Minuman energi yang digunakan dalam penelitian dimasukkan kedalam masing-masing gelas beker dan mengukur pH dengan pH meter.



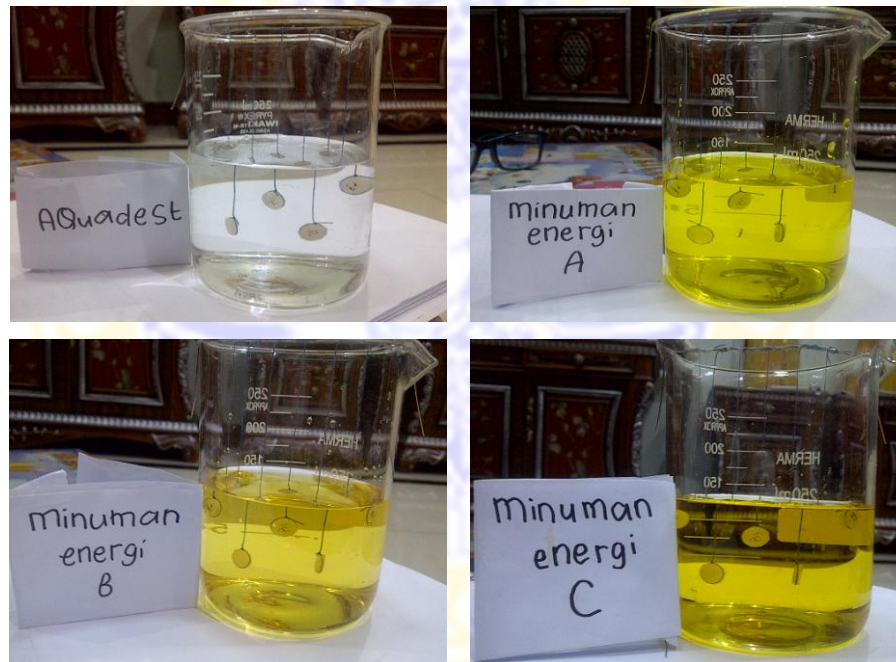
Gambar 4.3 Pengukuran pH minuman energi menggunakan pH meter

4.7.2 Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel dilakukan dengan cara resin komposit *hybrid* dimasukkan ke dalam cetakan hingga terisi penuh, lalu dikeluarkan, ditimbang dan didapatkan berat 1,3 mg. Berat sampel tersebut digunakan sebagai acuan untuk pembuatan sampel berikutnya. Setelah itu sampel dibuat kembali dengan menimbang terlebih dahulu resin komposit seberat 1,3 mg, dimasukkan ke dalam cetakan sampel berbentuk tablet dengan diameter 7 mm dan tinggi 2 mm yang diletakkan di atas *glass lab* yang telah diberi alas *celluloid strip*. Resin komposit ditutup dengan *celluloid strip* kemudian ditutup dengan *glass lab* yang diberi beban anak timbangan 1 kg selama 5 menit. Sebelum dilakukan penyinaran pada resin komposit, intensitas *LED light curing unit* diukur dahulu menggunakan *cure rite meter* pada setiap pembuatan sampel yaitu sebesar 470 mW/cm^2 . Resin komposit dipapar dengan *visible light curing* selama 40 detik (aturan pabrik) dengan jarak 2 mm antara permukaan bahan dengan ujung *visible light curing unit* yang diletakkan membentuk bidang tegak lurus pada permukaan sampel. Sampel mengeras kemudian dilepas dari cetakan lalu diikat dengan benang kemudian direndam dalam *aquadest* selama 24 jam dan siap untuk dilakukan perendaman (Puspa Lolita, 2011, p.21). Setelah dilakukan perendaman seluruh sampel resin komposit *hybrid* diukur kekasaran permukaan dengan menggunakan *surface roughness measurement instrument (pre-test)*.

4.7.3 Cara Perendaman Sampel Resin Komposit *Hybrid*

Gelas perendam, kawat, benang dan sampel dibersihkan dengan lap bersih. Benang dikaitkan pada pinggiran sampel resin komposit kemudian digantung vertikal pada gelas perendam dengan tinggi yang berbeda agar tidak saling kontak. Semua bagian sampel harus tercelup pada minuman energi (Puspa Lolita, 2011, p.22). Sampel direndam selama 2 jam. Sampel dibilas lalu dikeringkan dan dilakukan uji kekasaran permukaan (*post-test*).



Gambar 4.4 Sampel saat direndam pada minuman energi

4.7.4 Uji Kekasaran Permukaan Resin Komposit *Hybrid*

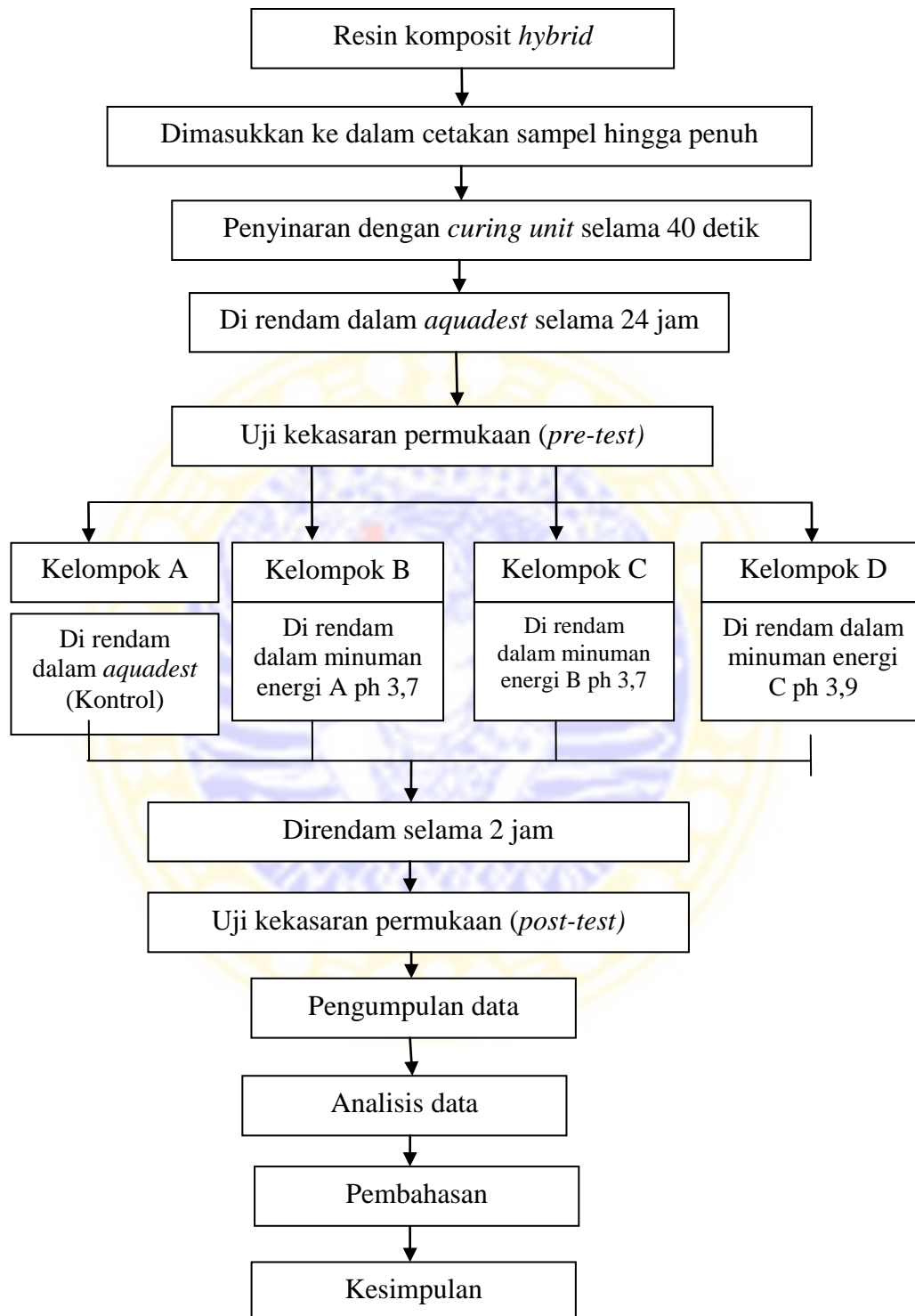
Sebelum dilakukan pengujian sampel, alat yang akan digunakan dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan cara sampel diletakkan di tempat yang tersedia (*table*) hingga alat pengukur dapat bergerak bebas menyentuh permukaan sampel

yang diukur kekasaran permukaan. Untuk mengontrol apakah alat sudah menyentuh dengan benar atau terlalu menekan dapat dilihat pada layar monitor. Tombol *start* ditekan, alat akan bergerak dengan kecepatan 1 mm/detik. Setelah itu dilakukan pengujian kekasaran permukaan sampel dengan cara yang sama dengan kalibrasi. Pengukuran nilai kekasaran permukaan dilakukan pada masing-masing sampel. Setelah selesai pengukuran, hasil pengukuran kekasaran permukaan sampel akan terlihat pada kertas pencatat pada alat uji. Setelah itu, dilakukan pengukuran tiap sampel dengan menjumlah baris dari puncak teratas dan terbawah lalu hasilnya dirata-rata.

4.8 Analisa Data

Kolmogorov-Smirnov Test digunakan untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi hasil pengamatan berdistribusi normal. Analisa data dilakukan dengan menggunakan uji *Within-Subjects Effects*.

4.9 Alur Penelitian



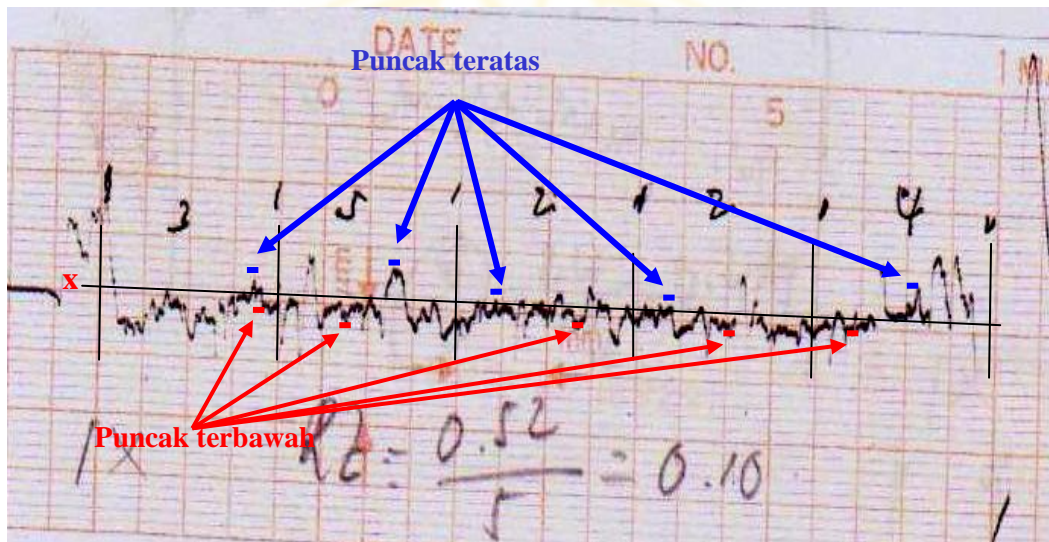
Gambar 4.5 Bagan penelitian

BAB 5

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

5.1 Hasil Penelitian

Hasil pengukuran kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* terlihat pada kertas pencatat pada alat uji, seperti tampak pada gambar 5.1 dibawah ini.



Gambar 5.1 Hasil kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*

Pada gambar 5.1 kertas pencatat dibagi menjadi lima bagian yaitu Z1, Z2, Z3, Z4, dan Z5. Cara mendapatkan nilai Z ialah dengan menentukan terlebih dahulu puncak tertinggi diatas sumbu x yaitu puncak teratas (↑) dan puncak terendah dibawah sumbu x yaitu puncak terbawah (↓). Setelah puncak teratas dan puncak terbawah ditentukan, jumlah baris dari sumbu x ke puncak teratas dan jumlah baris dari sumbu x ke puncak terbawah dihitung, lalu dijumlahkan.

Kemudian dilakukan penghitungan kekasaran permukaan dengan rumus:

$$R_z = \frac{Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5}{5}$$

Keterangan :

Rz = kekasaran permukaan rata-rata

Z = puncak teratas dan terbawah

Nilai *surface roughness* ditentukan berdasarkan rumus pada cara penggunaan alat yaitu : Rz x 0,033

Pada hasil penelitian diperoleh nilai rerata dan simpang baku dari kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* sebelum dan sesudah dilakukan perendaman pada *aquadest*, minuman energi pH 3,2, minuman energi pH 3,7, dan minuman energi pH 3,9 selama 2 jam. Terlihat pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil rerata dan simpang baku kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* pada setiap kelompok sebelum dan sesudah perlakuan (μm)

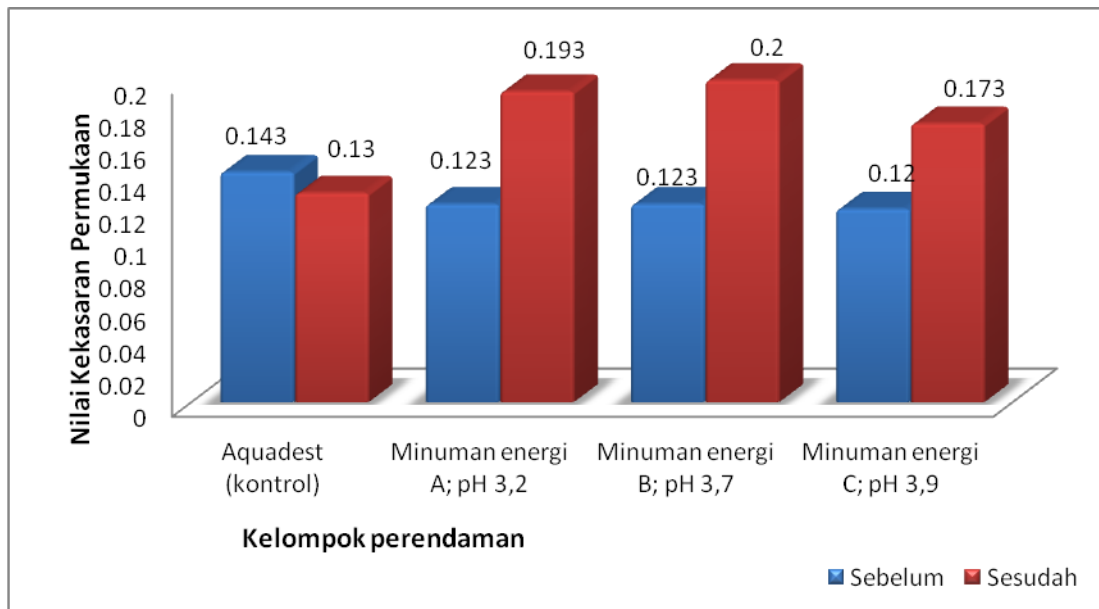
Kelompok	Perlakuan	N	X		SB	
			Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
A	<i>Aquadest</i> (kontrol)	6	0,143	0,130	0,036	0,026
B	Minuman energi A; pH 3,2	6	0,123	0,193	0,010	0,042
C	Minuman energi B; pH 3,7	6	0,123	0,20	0,020	0,027
D	Minuman energi C; pH 3,9	6	0,120	0,173	0,030	0,037

Keterangan :

n : Jumlah sampel

x : Rerata kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*

SB : Simpang baku



Gambar 5.2 Grafik nilai rerata kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* sebelum dan setelah dilakukan perendaman dalam minuman energi dan *aquadest* selama 2 jam.

Berdasarkan tabel 5.1 dan gambar 5.1 diketahui bahwa nilai rerata kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam semua minuman energi pH asam terjadi peningkatan kekasaran permukaan dibandingkan sebelum direndam. Sampel yang direndam dalam minuman energi B pH 3,7 memiliki nilai kekasaran yang paling tinggi dan kelompok kontrol paling rendah.

5.2 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji normalitas data dengan *Kolmogorov Smirnov Test* dan diketahui bahwa seluruh kelompok mempunyai nilai probabilitas lebih besar dari 0,05 ($p > 0,05$) yaitu sebelum perendaman 0,230 dan sesudah perendaman 0,682 yang berarti bahwa data berdistribusi normal, dan dilakukan *test equality of covariance matrices* yang diketahui bahwa nilai signifikansi

0,043 ($p < 0,05$) yang berarti data bersifat tidak homogen, Data yang berdistribusi normal dan bersifat tidak homogen dapat dilakukan analisis data menggunakan uji *Within-Subjects Effects* yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil uji *Within-Subjects Effects* kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* dalam keempat perlakuan (μm)

	JK	DK	MK	F hit	P.
KEKASARAN	2,350E-03	3	7,833E-04	1,226	,326
Error	1,278E-02	20	6,392E-04		

Keterangan:

DK : Derajat Kebebasan

JK : Jumlah Kuadrat

MK : *Mean* kuadrat

F hit : F hitung

P : Nilai signifikansi

Berdasarkan hasil uji analisis data dengan uji *Within-Subjects Effects* didapat nilai signifikansi $p = 0,326$ ($\alpha > 0,05$). Hal ini menunjukkan antar kelompok pada kondisi sebelum dan setelah perlakuan tidak terdapat perbedaan yang bermakna.

BAB 6

PEMBAHASAN

Material restorasi diperlukan untuk mengembalikan fungsi dan bentuk gigi. Salah satu restorasi yang sering digunakan yaitu resin komposit. Resin komposit yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis *hybrid* karena resin ini dapat digunakan sebagai bahan tumpatan gigi anterior maupun gigi posterior, permukaan cukup halus, dan kekuatan cukup baik. (Boer, 2007, p.1). Permukaan restorasi yang halus akan meningkatkan estetik karena permukaan yang tidak halus menyebabkan timbunan plak gigi dan perubahan warna yang akhirnya akan merusak jaringan lunak, jaringan periodontal, sifat mekanik dan mempercepat abrasi. Oliveira *et al* (2010, p.409) menyatakan apabila nilai *microhardness* menurun menunjukkan terjadi degradasi permukaan dan perubahan kekasaran resin komposit.

Resin komposit unggul dalam segi estetik, permukaan tumpatan resin komposit juga dapat terjadi kerusakan. Ada beberapa faktor yang diduga sebagai penyebab kerusakan permukaan tumpatan resin komposit, salah satunya adalah pengaruh pH yang rendah. (Medeiros *et al*, 2007, p. 64).

Pada tabel 5.1, kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* lebih tinggi sesudah dilakukan perendaman pada semua minuman energi pH asam dibanding sebelum perendaman. Oliveira *et al* (2010, p.413) menyatakan pH asam dapat menyebabkan resin komposit *hybrid* larut yang kemudian terjadi erosi pada permukaan restorasi. Makanan dan minuman pH asam adalah faktor ekstrinsik utama yang menyebabkan erosi material restorasi.

Awliya & Hassan (2005, p.9) menyatakan bahwa larutan yang memiliki pH asam lebih mempengaruhi monomer Bis-GMA. Larutan yang bersifat asam akan bereaksi dengan merusak ikatan *filler* dan matrik sehingga menyebabkan ikatan kimia antara keduanya putus (Toledano *et al*, 2003, p.44).

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada tabel 5.1, perendaman dalam minuman energi B (pH 3,7) menghasilkan rerata kekasaran permukaan yang paling tinggi dibandingkan perendaman dengan minuman energi A yang memiliki pH 3,2 dan minuman energi C dengan pH 3,9. Menurut keterangan pabrik yang tercantum dalam kemasan, minuman energi B mengandung asam sitrat. Asam sitrat yang dikandung dalam minuman energi dapat meningkatkan kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*. Voltarelli *et al* (2010, p.589) menyatakan bahwa resin komposit yang terpapar asam sitrat, dapat meningkatkan erosi rantai polimer. Asam sitrat adalah asam organik yang mengakibatkan peningkatan erosi gigi dan material restorasi resin yang tinggi, kemungkinan adanya sifat *chelating agent* yang kuat dan studi sebelumnya telah menunjukkan bahwa asam sitrat mempunyai efek yang berbahaya pada resin komposit. (Valinoti *et al*, 2008, p.264).

Pada tabel 5.1 perendaman dalam kelompok kontrol (*aquadest*) menghasilkan rerata kekasaran permukaan yang paling rendah apabila dibandingkan dengan perendaman dalam kelompok minuman energi pH asam. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Yanikoglu *et al* (2009, p.348) bahwa restorasi berbasis resin terbukti mengalami kerusakan morfologi yang lebih besar setelah terpapar asam daripada setelah terendam dalam *aquadest*. Kekasaran permukaan kelompok kontrol

(*aquadest*) mengalami penurunan nilai setelah perendaman dalam *aquadest* mungkin karena resin komposit *hybrid* mempunyai sifat menyerap air (Powers & Wataha, 2008, p.74). Air yang terabsorpsi akan menutup semua celah antara *filler* yang terdapat pada resin komposit *hybrid*, sehingga terjadi penurunan kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*. (Anderson, 1976, p.402).

Berdasarkan tabel 5.2 antar kelompok perlakuan tidak terdapat perbedaan yang bermakna, berarti tidak terjadi penurunan kekasaran permukaan, kemungkinan disebabkan oleh karena resin komposit *hybrid* yang digunakan pada penelitian ini mengandung *silane* yang mampu membentuk *organic layer*. *Organic layer* berfungsi melindungi permukaan *filler* dari lingkungan sekitarnya seperti terpapar oleh pH asam yang dapat menyebabkan permukaan *filler* mengalami erosi. (Ferracane, 2006, p. 214). Faktor kemungkinan penyebab lain perendaman resin komposit *hybrid* dalam larutan yang bersifat asam kurang lama, sehingga belum banyak resin komposit *hybrid* yang mengalami degradasi. Hal ini telah dibuktikan oleh Ratih (2011), berdasarkan studi SEM, mikrostruktur resin komposit *hybrid* setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 tidak banyak terjadi kerusakan pada *filler*.

Minuman energi pH asam tidak mempengaruhi perubahan kekasaran permukaan, meskipun demikian sebaiknya konsumen tidak terlalu sering mengkonsumsi minuman energi yang bersifat asam terutama bagi yang memakai tumpatan resin komposit karena kelamaan dapat terjadi akumulasi kerusakan pada *filler*.

BAB 7

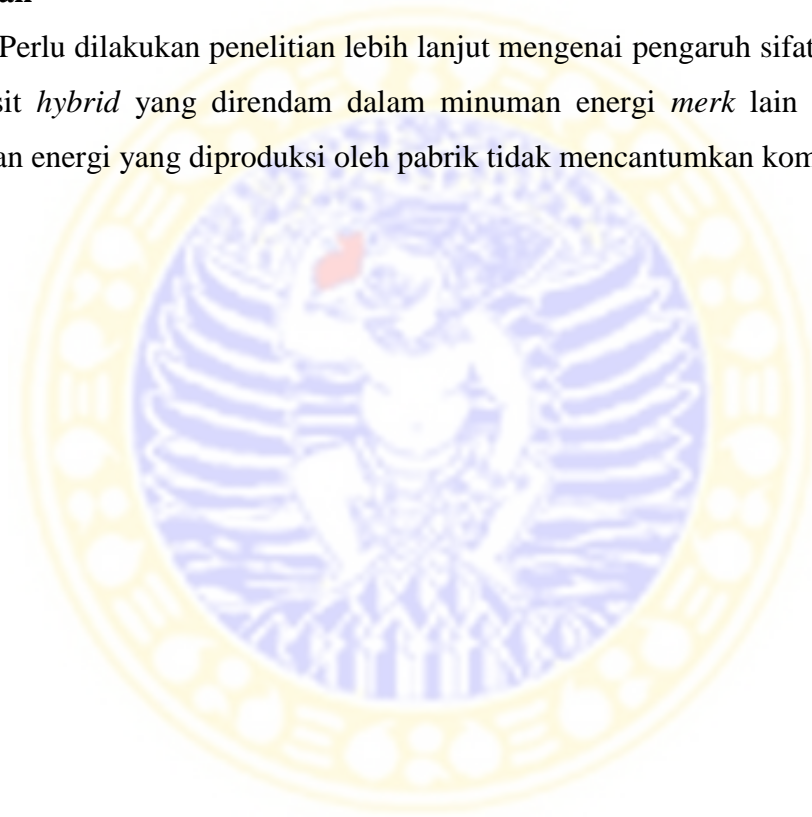
KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kekasaran permukaan resin komposit *hybrid* tidak terjadi peningkatan setelah direndam dalam minuman energi pH 3,2; 3,7; 3,9 selama 2 jam.

7.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh sifat mekanik resin komposit *hybrid* yang direndam dalam minuman energi *merk* lain karena banyak minuman energi yang diproduksi oleh pabrik tidak mencantumkan komposisi dan pH.



Daftar Pustaka

- Amaral R, Ho CL. Surface roughness. p.3-12 From <http://www.sjsu.edu/faculty/selvaduray/page/papers/mate210/surface.pdf>. Accessed April 2, 2011.
- Anderson JN. 1976. *Applied Dental Materials*. 5th ed. Blackwell Scientific Publications, England. p. 390-402.
- Anusavice KJ. 2003. *Phillip's science of dental materials*. 10th ed. W.B Saunders Company, Philadelphia. p. 401-426.
- Awliya W, Hassan KA. 2005. In-vitro assessment of microhardness of composite resins as affected by immersion in different beverages. *J Pak Dent Assoc*; Vol.14, no.4, p. 1-12.
- Babu KM, Church RJ, Lewander W. 2008. Energy Drinks: The New Eye-Opener For Adolescents. *Clin Pediatr Emer Med* 9 ; p.35-38.
- Bhat SV & Nandish BT 2006. *Science Of Dental Materials (Clinical Applications)*. CBS Publishers, New Delhi Bangalore India; p. 46-47.
- Boer WM. 2007. Simple guideline for aesthetic success with composite resin-part II: posterior restorations. *Proced Aesthet Dent*; Vol 19, no 4, p.1-6.
- Clauson KA, Kelly M, McQueen CE, Persad N. 2008. Safety issues associated with commercially available energy drinks. *Pharmacy Today*. Vol 14 No 5. p. 55-59.
- Craig RG, Power JM. 2006. *Restorative dental materials*. 12th ed. Mosby Year Book Inc, St Louis; p.190-257.
- Endo T, Finger WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. 2010. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composite. *Dent Mater J*; Vol 29 No 2, p.213.-223
- Ferracane, JL 2005. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater J*; Vol.22, p. 211-222
- Ferry RJ. 2004. A short review of the pH scale. *The McAllen International Orchid Society Journal*; Vol 5, no 8, p.3.

Han L, Okamoto A, Fukushima M, Okiji T. 2008. Evaluation of flowable resin composite surface eroded by acidic and alcoholic drinks. *Dent Mater J*; Vol 27, no 3, p.455-465.

Lameshow S, Horner D.W, Klar J. 1990. *Adequency of sample size in health studies*, Courier International Ltd, England. p.27.

Hatrack CD, Eakle WS, Bird WF. 2003. *Dental materials clinical applications for dental assistans and dental hygienists*. Saunders, Philadelphia; p.65-93.

Malinauskas BM, Aeby VG, Overton RF, Aeby TC, Heidal KB. 2007. A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutri J*; Vol 35, no 6, p.1-7.

McCabe JF and Walls AWG. 2008. *Applied dental material*. 9th ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford; p.102-202.

Medeiros IS, Gomes MN, Loguercio AD, Filho LER. 2007. Diametral tensile strength and vickers hardness of a composite after storage in different solutions. *J Oral Sci*; Vol 49, no 1, p. 61-66.

Nesli A, Selen T, Gulgun E. 2010. Sports and energy drink consumption of physical education & sports student and their knowledge about them. *Turk: J Ovidius Uni*; Issue 2, p.732-736.

Oliveira ALBM, Garcia PPNS, dos Santos PA and Bonini Campos JAD. 2010. Surface roughness and hardness of a composite resin: influence of finishing and polishing and immersion methods. *J Mater Res*; Vol 13 No. 3, p. 409-415.

Penniston KL, SY Nakada, Holmes RP, DG Assimios. 2008. Quantitative assessment of citric acid in lemon juice, lime juice, and commercially-available fruit juice products. *J Endo*; Vol 22, no 3, p.567-570.

Powers JM and Wataha JC. 2008. *Dental materials properties and manipulation*. 9th ed. Mosby Elsevier, St. Louis; p.72-74.

Puspa Lollita. 2011. Deteksi perubahan warna resin komposit hibrid setelah direndam klorheksidin glukonat 0,2 % menggunakan sensor fotodioda. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga; p.1-34.

Ratih Mutiara S. 2011. Mikrostruktur permukaan resin komposit *hybrid* setelah di rendam dalam minuman energi pH asam. Skripsi Ilmu Material Kedokteran Gigi Universitas Airlangga; p. 1-43.

Roberson TM, Heymann and Swift EJ. 2002. *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. 4th ed. Mosby Inc, Missouri; p.326

Sulistiono, DA. Tannin; p.1-6. from:
<http://www.scribd.com/doc/33507735/TANNIN>. Accessed on March 2011.

Toledano M, Osorio R, Osorio E, Fuentes V, Prati C, Garcia-Godoy F 2003. Sorption and solubility of resin based restorative dental materials. *J Dent Res*; vol.31, p.43-50.

Valinoti AC, Neves BG, Silva EM, Maia LC. 2008. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *J Appl Oral Sci*; Vol 16 No 4, p.257-265.

van Noort. 2007. *Introduction to dental materials*. 4th ed. Mosby, London; p.101-112.

Voltarelli FR, Santoz Daroz CB, Alves MC, Cavalcanti AN, Marchi GM. 2010. Effect of chemical degradation followed by toothbrushing on the surface roughness of restorative composites. *J Appl Oral Sci*; vol 18(6), 585-90.

Yanikoğlu N, Duymuş ZY, Yilmaz B, 2009. Effects of different solutions on the surface hardness of composite resin materials. *Dent Mater J*; Vol.28, no.3, p. 344-351.

Lampiran 1

Hasil Penelitian

Kekasaran permukaan resin komposit *hybrid*
sebelum dan setelah direndam dalam beberapa minuman energi (μm)

Kelompok	Perlakuan	Nomor sampel	Kekasaran permukaan (sebelum)	Kekasaran permukaan (sesudah)
A	<i>Aquadest</i>	1	0.12	0.13
		2	0.12	0.10
		3	0.19	0.16
		4	0.12	0.16
		5	0.19	0.13
		6	0.12	0.10
		x	0.143	0.130
B	Minuman energi A pH 3,2	1	0.11	0.21
		2	0.13	0.23
		3	0.13	0.14
		4	0.13	0.23
		5	0.11	0.21
		6	0.13	0.14
		x	0.123	0.193
C	Minuman energi B pH 3,7	1	0.11	0.17
		2	0.11	0.2
		3	0.15	0.23
		4	0.11	0.2
		5	0.15	0.17
		6	0.11	0.23
		x	0.123	0.20
D	Minuman energi C pH 3,9	1	0.10	0.14
		2	0.10	0.16
		3	0.16	0.22
		4	0.10	0.16
		5	0.16	0.22
		6	0.10	0.14
		x	0.120	0.173

Lampiran 2 NPar Tests

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kekasaran permukaan sebelum	Kekasaran permukaan sesudah
N		24	24
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.1275	.1742
	Std. Deviation	.02642	.04221
Most Extreme Differences	Absolute	.212	.146
	Positive	.212	.131
	Negative	-.149	-.146
Kolmogorov-Smirnov Z		1.040	.717
Asymp. Sig. (2-tailed)		.230	.682

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Lampiran 3 General Linear Model

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE_1

FACTOR1	Dependent Variable
1	SEBELUM
2	SESUDAH

Between-Subjects Factors

	Value Label	N	
Kelompok	1	Kelompok A	6
	2	Kelompok B	6
	3	Kelompok C	6
	4	Kelompok D	6

Descriptive Statistics

	Kelompok	Mean	Std. Deviation	N
Kekasaran permukaan sebelum	Kelompok A	.1433	.03615	6
	Kelompok B	.1233	.01033	6
	Kelompok C	.1233	.02066	6
	Kelompok D	.1200	.03098	6
	Total	.1275	.02642	24
Kekasaran permukaan sesudah	Kelompok A	.1300	.02683	6
	Kelompok B	.1933	.04227	6
	Kelompok C	.2000	.02683	6
	Kelompok D	.1733	.03724	6
	Total	.1742	.04221	24

Box's Test of Equality of Covariance Matrices

Box's M	21.250
F	1.930
df 1	9
df 2	4583.923
Sig.	.043

Tests the null hypothesis that the observed covariance matrices of the dependent variables are equal across groups.

a.

Design: Intercept+KEL
Within Subjects Design: FACTOR1

Estimates

Measure: MEASURE_1

Jenis Perlakuan	Mean	Std. Error	99,9% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
Aquadest	,137	,010	9,693E-02	,176
Minuman Energi A	,158	,010	,119	,198
Minuman Energi B	,162	,010	,122	,201
Minuman Energi C	,147	,010	,107	,186

Lampiran 4**Tests of Within-Subjects Effects**

Measure: MEASURE_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
KEKASARAN	2,350E-03	3	7,833E-04	1,226	,326
Error	1,278E-02	20	6,392E-04		

