



**PERBEDAAN KEKUATAN TEKAN RESIN KOMPOSIT  
NANOFILLER PADA PERENDAMAN OBAT KUMUR  
BERALKOHOL DAN NON ALKOHOL**

**SKRIPSI  
UNTUK MEMENUHI PERSYARATAN  
MEMPEROLEH GELAR SARJANA**

Oleh:

**Chrestella Sieren Saputra  
NIM : 16516010111023**

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN GIGI  
FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG**

**2019**

DAFTAR ISI

Halaman

Halaman Judul ..... i

Halaman Persetujuan Skripsi ..... ii

Halaman Pengesahan Skripsi ..... iii

Pernyataan Orisinalitas Skripsi ..... iv

Kata Pengantar ..... v

Abstrak ..... vii

*Abstract* ..... viii

Daftar Isi ..... ix

Daftar Tabel ..... xii

Daftar Gambar ..... xiii

Daftar Singkatan ..... xiv

Daftar Lampiran ..... xv

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 3

1.3 Tujuan Penelitian ..... 3

    1.3.1 Tujuan Umum ..... 3

    1.3.2 Tujuan Khusus ..... 3

1.4 Manfaat Penelitian ..... 4

    1.4.1 Manfaat Akademisi ..... 4

    1.4.2 Manfaat Praktisi ..... 4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Komposit ..... 5

    2.1.1 Komposisi Resin Komposit ..... 6

        2.1.1.1 Matriks Resin Komposit ..... 6

        2.1.1.2 Bahan Pengisi ..... 8

        2.1.1.3 Bahan Penggabung ..... 9

        2.1.1.4 Inisiator dan Akselerator ..... 10

        2.1.1.5 Bahan Tambahan Lain ..... 10

    2.1.2 Pengerasan Resin ..... 11

    2.1.3 Sifat Resin Komposit ..... 12

        2.1.3.1 Sifat Fisik ..... 12

            2.1.3.1.1 Penyusutan Polimerisasi ..... 12

            2.1.3.1.2 Ekspansi Termal ..... 12

            2.1.3.1.3 Penyerapan Cairan ..... 13

            2.1.3.1.4 Kelarutan ..... 13

            2.1.3.1.5 Warna dan Stabilitas Warna ..... 14





2.1.3.2	Sifat Mekanis.....	14
2.1.3.2.1	Kelarutan dan Elastisitas .....	14
2.1.3.2.2	Kekerasan Permukaan.....	15
2.1.3.2.3	Kekuatan Perlekatan.....	15
2.1.3.2.4	Kelarutan dan Elastisitas .....	15
2.1.3.3	Sifat Biologis.....	15
2.1.3.4	Sifat Optis.....	16
2.1.4	Macam Ukuran Resin Komposit .....	16
2.1.4.1	Resin Komposit <i>Macrofiller</i> .....	16
2.1.4.2	Resin Komposit <i>Microfiller</i> .....	16
2.1.4.3	Resin Komposit <i>Hybrid</i> .....	17
2.1.4.4	Resin Komposit Nano.....	18
2.1.4.4.1	Resin Komposit <i>Nanofiller</i> .....	19
2.2	Kekuatan Tekan .....	20
2.3	Obat Kumur .....	22
<b>BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>		
3.1	Kerangka Konsep .....	25
3.2	Hipotesis Penelitian .....	27
<b>BAB 4 METODE PENELITIAN</b>		
4.1	Rancangan Penelitian.....	28
4.2	Sampel Penelitian .....	28
4.2.1	Jumlah Sampel Penelitian .....	28
4.3	Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....	29
4.3.1	Kriteria Inklusi .....	29
4.3.2	Kriteria Eksklusi .....	29
4.4	Variabel Penelitian.....	29
4.4.1	Variabel Bebas .....	29
4.4.2	Variabel Terikat.....	29
4.4.3	Variabel Terkendali.....	29
4.5	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	30
4.5.1	Lokasi Penelitian.....	30
4.5.2	Waktu Penelitian.....	30
4.6	Alat dan Bahan Penelitian.....	30
4.6.1	Alat Penelitian.....	30
4.6.2	Bahan Penelitian .....	31
4.7	Definisi Operasional.....	31
4.8	Prosedur Penelitian .....	32
4.8.1	Persiapan dan Pembuatan Sampel.....	33
4.8.2	Perendaman Sampel.....	35
4.8.3	Pengukuran Kekuatan Tekan.....	36

4.9 Analisis Data .....	36
4.10 Alur Penelitian .....	38
<b>BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA</b>	
5.1 Hasil Penelitian .....	39
5.2 Analisa Data .....	40
5.2.1 Uji Normalitas .....	40
5.2.2 Uji Homogenitas .....	41
5.2.3 Uji <i>One-Way</i> ANOVA .....	42
5.2.4 Uji <i>Post-Hoc</i> Tukey .....	43
5.3 Pembahasan .....	44
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	50
6.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	59



## ABSTRAK

Chrestella Sieren Saputra. 2019. **Perbedaan Kekuatan Tekan Resin Komposit *Nanofiller* Pada Perendaman Obat Kumur Beralkohol Dan Non Alkohol**. Skripsi, Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi, Universitas Brawijaya, Tim Pembimbing:

(1) drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG, (2) drg. Anggani Prasasti, Sp.KG.

Resin komposit merupakan bahan restorasi dalam bidang kedokteran gigi yang berguna untuk mengembalikan struktur gigi yang hilang. Salah satu jenis resin komposit yang berkembang saat ini adalah resin komposit *nanofiller*, yang memiliki sifat fisik yang lebih baik dan sifat mekanis berupa kekuatan tekan yang kuat. Kerap kali para pengguna resin komposit *nanofiller* juga merupakan para pengguna obat kumur, baik obat kumur beralkohol maupun non alkohol. Obat kumur merupakan bahan yang sering digunakan untuk pemeliharaan kebersihan rongga mulut sehari-hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* setelah direndam dalam obat kumur beralkohol dan non alkohol. Metode penelitian yang digunakan adalah *post test only group design*. Sampel yang digunakan berbentuk silindris, diameter 4 mm dan tinggi 6 mm, dibuat 30 sampel dan dibagi dalam 3 kelompok perendaman selama 12 jam, yaitu kelompok perendaman I sebagai kelompok kontrol perendaman dalam larutan akuades, kelompok II perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol (kandungan alkohol 21,6%), dan kelompok III perendaman dalam larutan obat kumur non alkohol (kandungan alkohol 0%). Kekuatan tekan seluruh sampel diukur dengan menggunakan *universal testing machine* dan hasil uji *One-Way Anova* menunjukkan nilai signifikansi  $<0,05$ . Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perendaman pada obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol, dengan nilai terendah dimiliki oleh kelompok II yaitu perendaman dalam obat kumur beralkohol.

**Kata Kunci:** resin komposit *nanofiller*, kekuatan tekan, obat kumur beralkohol, obat kumur non alkohol, *universal testing machine*.

## ABSTRACT

Chrestella Sieren Saputra. 2019. **Difference Compressive Strength of Nanofiller Composite Resins in the Immersion of Alcoholic Mouthwash and Non-Alcoholic Mouthwash**. Final Assignment, Undergraduate Study Program of Dentistry, Brawijaya University, Advisor Team: (1) drg. Yuliana Ratna Kumala, Sp.KG, (2) drg. Anggani Prasasti, Sp.KG.

Composite resin is a dentistry restoration material, which is useful for restoring the lost structure of tooth. One type of composite resin that is developing at this time is nanofiller composite resin, that has better physical properties and mechanical properties such as strong compressive strength. Oftentimes the users of nanofiller composite resin are also the users of mouthwash solution, both alcoholic mouthwash nor non-alcoholic mouthwash. Mouthwash is a material that frequently used for daily maintenance of the oral hygiene. The purpose of this study is to determine the difference compressive strength of nanofiller composite resins after immersion in alcoholic and non-alcoholic mouthwash. The research method used in this study is post-test only group design. The samples used in this study are cylindrical shaped, 4 mm diameter and 6 mm height. 30 samples were made and divided into 3 immersion groups for 12 hours, which the first immersion group as a control group in distilled water solution, second immersion group immersion treatment in alcoholic mouthwash (21.6% alcohol content), and the third immersion group immersion in non-alcoholic mouthwash (0% alcohol content). Compressive strength of the samples are measured using a universal testing machine and One-Way Anova test results showed a significance value  $<0.05$ . The conclusion of this study showed that there are differences in the compressive strength of nanofiller composite resins after immersion in alcoholic and non-alcoholic mouthwash, with the lowest value from compressive strength belong to the second group with immersion in alcoholic mouthwash.

**Keywords:** nanofiller composite resin, compressive strength, alcoholic mouthwash, non-alcoholic mouthwash, universal testing machine.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Resin komposit merupakan bahan restorasi kedokteran gigi yang berkembang pada awal tahun 1960, yang berguna untuk mengembalikan atau menggantikan struktur gigi yang hilang akibat trauma maupun penyakit, memodifikasi warna dan kontur gigi, dan dapat berguna sebagai bahan luting, semen mahkota, bahan veneer (Anusavice, 2013). Umumnya dokter gigi memilih resin komposit sebagai bahan restorasi karena bahan tersebut memiliki beberapa sifat yang unggul dibandingkan dengan bahan restorasi lainnya. Keunggulan yang khas pada resin komposit ini terdapat pada sifat fisik berupa sifat estetik dan tampilan klinis yang sewarna dengan gigi sehingga memberikan hasil yang memuaskan dan sifat mekanis yang lebih unggul seperti kekuatan tekan yang tinggi, resistensi yang kuat, dan koefisien termal ekspansi yang lebih rendah dibandingkan bahan restorasi lainnya (Sakaguchi *et al.*, 2012). Struktur dari resin komposit sendiri merupakan kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda sifat, yang tersusun dari dua komponen utama yaitu matrik (resin) dan penguat (*reinforcement*) atau yang sering disebut dengan *filler* (Yudhanto, 2007; Sahari, *dkk*, 2009). Berdasarkan partikel pengisinya (*filler*), resin komposit diklasifikasikan menjadi *macrofiller*, *microfiller*, *hybrid*, *microhybrid*, dan resin komposit nano yang terbagi atas *nanohybrid* dan *nanofiller* (McCabe, 2008).

Salah satu jenis resin komposit yang berkembang saat ini adalah resin komposit *nanofiller*, resin komposit jenis ini merupakan perkembangan terbaru dengan teknik *nanotechnology* yang memiliki partikel pengisi (*filler*) berukuran nano (1-100 nm) dan dirancang untuk keperluan restorasi gigi anterior maupun posterior (Koin *et al.*, 2008). Resin komposit *nanofiller* memiliki sifat fisik yang unggul seperti yang dimiliki resin komposit mikro dalam hal nilai estetik yang memuaskan dan memiliki sifat mekanis yang unggul berupa kekuatan tekan, kekuatan tarik, dan tingkat keausan seperti yang dimiliki oleh resin komposit hybrid (Kaur *et al.*, 2011 ;Permatasari *dkk*, 2008). Namun resin komposit *nanofiller* ini juga memiliki kekurangan yaitu bahan ini memiliki kecenderungan untuk mengalami

penurunan sifat fisik maupun sifat mekanis yang dikaitkan dengan tingkat penyerapan air, sifat resin komposit yang hidrofilik yang dapat menyebabkan hidrofilitas matriks resin komposit (Kaur *et al.*, 2011).

Kekuatan tekan (*compressive strength*) merupakan salah satu sifat mekanis yang dibutuhkan dalam segala jenis resin komposit guna penggunaan dan stabilitas dimensi yang besar setiap harinya (Naz *et al.*, 2012). Hal tersebut menjadi dasar pertimbangan saat memilih jenis resin komposit sebagai bahan tumpatan karena resin komposit yang memiliki kekuatan tekan yang besar dapat memungkinkan digunakan sebagai tumpatan untuk gigi posterior yang memerlukan kekuatan tekan atau beban kunyah yang besar sehari-hari, maupun tumpatan untuk gigi anterior yang memerlukan kekuatan daya tahan terhadap fraktur dalam hal restorasi pada sudut insisal gigi (Anusavice, 2013).

Pemeliharaan kebersihan rongga mulut dapat dilakukan secara mekanis maupun secara kemis. Pemeliharaan mekanis dapat dilakukan dengan cara menyikat gigi minimal dua kali sehari, penggunaan *dental floss* dan pembersih lidah, sedangkan pemeliharaan kebersihan rongga mulut secara kemis dapat dilakukan dengan menggunakan obat kumur. Obat kumur memiliki komposisi utama berupa air, agen antimikroba, bahan pewarna, perasa dan beberapa obat kumur mengandung alkohol dengan konsentrasi 0-27% (Khan *et al.*, 2015). Kandungan alkohol yang terdapat dalam obat kumur tersebut digunakan sebagai pembunuh kuman dan mempertahankan kelarutan (Pintauli, *dkk.*, 2008). Namun menurut beberapa penelitian kandungan alkohol dalam obat kumur tersebut dapat mempengaruhi sifat-sifat dari resin komposit seperti kekuatan tekan, kekerasan, kekasaran permukaan, maupun nilai estetis dari resin komposit (Khan *et al.*, 2015).

Jenis alkohol yang ditambahkan ke dalam obat kumur adalah etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), yang mana etanol memiliki sifat yang sangat mudah larut dalam air (Stevens M, 2001). Beberapa penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa kandungan etanol dalam obat kumur memiliki kadar bervariasi antara 0% sampai 27%. Kandungan etanol tersebut mempengaruhi polimer dalam resin komposit yang dapat menyebabkan degradasi pada permukaan matriks *filler*, sehingga akan terjadi perubahan warna maupun penurunan kekuatan tumpatan (Nirwana SB, *dkk.*, 2019). Penelitian lain yang dilakukan oleh Puckett, *et al* (2007), juga menyatakan bahwa kandungan etanol diketahui

dapat memberikan pengaruh terhadap degradasi resin komposit, dan sebagai pelarut dimetakrilat yang baik, etanol diketahui berpengaruh dalam melunakkan matriks polimer resin dengan menghilangkan monomer dari struktur polimer dan menyebabkan degradasi pada permukaan matriks *filler*, sehingga akan terjadi penyerapan air atau cairan ke dalam struktur polimer yang juga akan berpengaruh pada perubahan sifat dari tumpatan komposit tersebut (Khan *et al.*, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemakaian obat kumur beralkohol dan non alkohol terhadap kekuatan tekan dari resin komposit *nanofiller*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan kekuatan tekan (*compressive strength*) dari resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam obat kumur beralkohol dan yang direndam dalam obat kumur non alkohol?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui perbedaan kekuatan tekan dari resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perendaman pada obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

- Mengetahui kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* setelah direndam dalam obat kumur beralkohol.
- Mengetahui kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* setelah direndam dalam obat kumur non alkohol.
- Mengetahui besar perbedaan kekuatan tekan antara resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Manfaat Akademisi

- Memberikan gambaran mengenai perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam obat kumur beralkohol dan tidak alkohol.
- Memberikan gambaran mengenai efek yang ditimbulkan dari penggunaan obat kumur terhadap kekuatan tekan dari resin komposit.

### 1.4.2 Manfaat Praktisi

- a. Sebagai bahan informasi pada praktisi kesehatan tentang pengaruh obat kumur yang beralkohol dan non alkohol terhadap kekuatan tekan resin komposit.
- b. Sebagai bahan pertimbangan masyarakat yang memiliki tumpatan dengan bahan restorasi resin komposit dalam pemilihan jenis obat kumur



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Resin Komposit

Resin Komposit merupakan kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda sifat dan perbedaan tersebut dapat dilihat secara mikroskopik yang tersusun dari dua komponen yakni matriks (resin) dan penguat (*reinforcement*) atau yang sering disebut dengan *filler* (Yudhanto, 2007; Sahari, dkk, 2009). Bahan restorasi ini terdiri dari sekurang-kurangnya dua bahan dalam pembentukan secara jelas melalui kombinasi seluruh komponen dengan struktur dan sifat yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan material dengan sifat yang tidak dimiliki dari salah satu komponen itu sendiri. Bahan restoratif resin komposit mengandung tiga komponen utama yaitu matriks polimer, partikel pengisi anorganik (*filler*), dan agen penggandeng (*coupling agent*). Selain itu, resin komposit juga mengandung sejumlah komponen lain, yaitu terdapat sistem aktivator-inisiator yang diperlukan untuk mengubah bahan resin dari bahan pengisi yang lunak menjadi bahan restorasi yang keras dan memiliki kekuatan tekan yang tahan lama, pigmen yang membantu untuk mencocokkan warna struktur gigi, *UV absorber* untuk meningkatkan stabilitas warna, dan *polymerization inhibitor* untuk memperpanjang masa penyimpanan dan memberikan peningkatan waktu kerja pada resin yang diaktifkan secara kimiawi (Anusavice, 2013).

Sebagai bahan restorasi, resin komposit memiliki berbagai keunggulan dari sifat fisis dan mekanis diantaranya yaitu bahan ini mudah dibentuk, tersedia pilihan warna dari opak hingga translusen, memiliki kekuatan tekan yang baik. Fungsi utama dari bahan ini yaitu digunakan untuk mengembalikan atau menggantikan struktur gigi yang hilang akibat trauma maupun penyakit, memodifikasi warna dan kontur gigi, dan sebagai bahan luting (Anusavice, 2013). Selain itu, resin komposit juga dapat berfungsi sebagai *sealant*, restorasi intrakoronal dan ekstrakoronal, *veneer*, bahan gigi tiruan, semen kedokteran gigi, dan pasak (Sakaguchi *et al.*, 2012).

##### 2.1.1 Komposisi Resin Komposit

Resin komposit memiliki komponen utama yaitu berupa matriks resin dan partikel pengisi anorganik atau yang disebut sebagai *filler*. Disamping kedua komponen utama bahan tersebut, juga

terdapat beberapa komponen lain yang diperlukan untuk meningkatkan efektivitas dan ketahanan bahan yaitu komponen lainnya yang berupa bahan penggabung atau *coupling agent*, dan sistem *initiator dan accelerator* (Powers *et al.*, 2006). Ada pula penambahan komponen lain untuk meningkatkan tampilan resin, stabilitas warna dan ketahanan resin komposit, seperti pigmen, *UV absorber*, dan *polymerization inhibitors* (Anusavice, 2013).

Sifat yang baik didapat dari kedua komponen utama tersebut yang memiliki kemampuan untuk membentuk ketika temperatur sekitar menyatu dengan keadaan oleh polimerisasi yang diterima dalam waktu singkat yang sesuai. Sedangkan komponen lainnya seperti bahan *coupling* sebagai bahan penggabung diperlukan untuk memberikan ikatan antara matriks resin dan bahan pengisi anorganik (*filler*), komponen sistem aktivator-inisiator yang berfungsi sebagai pengubah bentuk resin dari bentuk lunak dan mudah dibentuk menjadi bentuk yang keras dan tahan lama sehingga komponen ini diperlukan untuk polimerisasi resin. Sejumlah kecil bahan tambahan lain yang berfungsi untuk meningkatkan stabilitas warna berupa *UV absorber* (penyerapan sinar ultra violet) dan untuk mencegah polimerisasi dini berupa komponen *polymerization inhibitors* (bahan penghambat seperti *hidroquinon*). Resin komposit juga perlu mengandung pigmen untuk memperoleh warna yang cocok dengan struktur gigi pasien, dimana hal ini merupakan salah satu keunggulan resin komposit karena bahan restorasi ini memiliki berbagai pilihan warna dari opak hingga translusen dikarenakan bahan ini mengandung komponen pigmen (Mc Cabe, 2008).

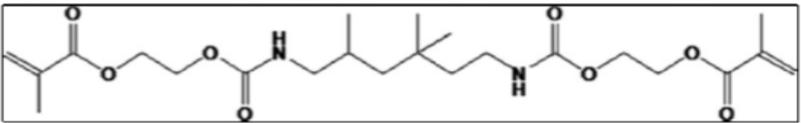
#### **2.1.1.1 Matriks Resin Komposit**

Matriks resin komposit yang kerap kali digunakan hingga saat ini adalah *dimethacrylate*. Dimetakrilat yang umum digunakan adalah 2,2-bis [4(2-hydroxy-3-methacryloxy-propyloxy)-phenyl] propane Bis-GMA (*bisphenol-A dyglycidyl ether dimethacrylate*), UDMA (*urethane dimetakrilate*), dan TEGDMA (*trietilen glikol dimetakrilat*). Monomer TEGDMA (*trietilen glikol dimetakrilat*) atau Bis-EMA6 ini biasa digunakan sebagai pengencer karena viskositas bahan matriks cenderung tinggi sehingga pengurangan viskositas dengan cara penambahan TEGDMA terhadap Bis-GMA dapat bermakna, namun penambahan dengan berat molekul rendah dapat meningkatkan pengerutan polimerisasi (Sakaguchi *et al.*, 2012).

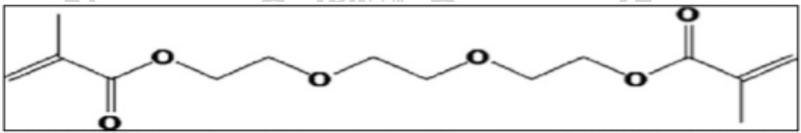
Meskipun Bis-GMA lebih unggul dibandingkan dengan resin akrilik, bahan tersebut tidak mengikat struktur gigi lebih efektif dari resin akrilik. Oleh karena itu, pengerutan polimerisasi dan perubahan dimensi termal masih merupakan pertimbangan paling penting termasuk untuk resin yang diisi (Mc Cabe, 2008). Sistem monomer baru mulai diperkenalkan yaitu *silorane*, bahan ini ditambahkan untuk menurunkan penyusutan dan stress internal akibat polimerisasi. *Silorane* terdiri dari dua gugus molekul, yaitu *siloxane* dan *oxyrane*. Gugus *siloxane* menambahkan sifat hidrofobik pada resin komposit. Gugus *oxirane* akan mengalami proses *cross-linking ringopening* melalui proses polimerisasi kationik (Sakaguchi *et al.*, 2012).



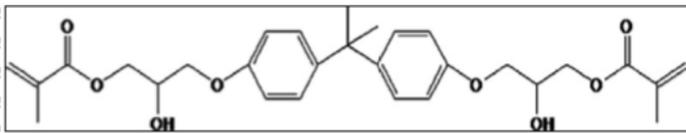
Struktur Bis-GMA



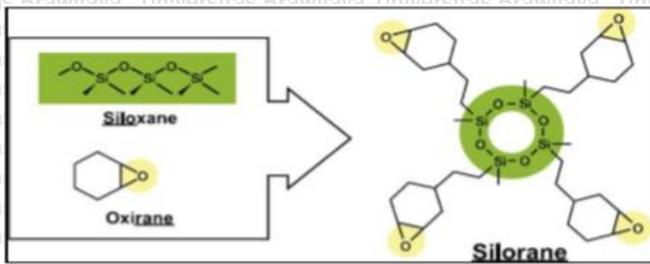
Struktur UDMA



Struktur TEGDMA



Struktur Bis-EMA6



Struktur Silorane

Gambar 2.1 Matriks Resin (Sakaguchi *et al.*, 2012)

### 2.1.1.2 Bahan Pengisi

Bahan pengisi atau yang disebut dengan *filler* merupakan bahan penambah volume dan digunakan untuk memperkuat sifat resin komposit. Umumnya bahan pengisi yang digunakan antara 30-70% dengan volume atau 50-85% oleh berat komposit. Dengan dimasukkannya bahan ini ke dalam matriks resin maka hal tersebut dapat meningkatkan sifat bahan matriks bila partikel pengisi tersebut benar-benar berikatan dengan matriks, sebaliknya apabila tidak maka partikel bahan pengisi tersebut dapat melemahkan bahan resin komposit. Maka dari itu jelas penggunaan bahan pengisi yang berikatan kuat sangat diperlukan oleh resin komposit (Anusavice, 2013). Fungsi lain dari bahan pengisi ini yaitu untuk membantu matriks agar lebih translusen, mengurangi ekspansi termal, menurunkan kemampuan penyerapan cairan, mengontrol viskositas dan mengurangi penyusutan saat polimerisasi. Partikel pengisi diperoleh melalui pemecahan mineral seperti *quartz*, *glass*, atau keramik untuk menghasilkan partikel dengan ukuran yang berkisar 0,1-100  $\mu\text{m}$ . Sebagian besar *glass* mengandung oksida logam berat seperti barium dan seng yang memberikan radiopasitas untuk keperluan *x-ray*. Dewasa ini berkembang *filler* dengan ukuran nano yang lebih kuat berikatan dengan matriks dan tampilan estetik yang sangat baik (Sakaguchi *et al.*, 2012).

Dengan adanya bahan pengisi atau *filler* dalam kandungan resin komposit, hal tersebut dapat berguna untuk mencegah pengerutan polimerisasi, penyerapan cairan, dan perubahan koefisien ekspansi termal yang berlebihan. Peningkatan volume fraksi dari bahan pengisi juga akan menjadikan sifat mekanis resin komposit seperti kekuatan tarik, modulus elastisitas, ketahanan aus, dan

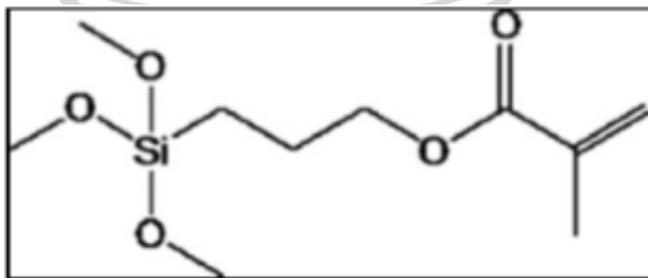


kekuatan tekan (*compressive strength*) menjadi lebih baik (Anusavice, 2013). Variasi ukuran partikel *filler* juga dapat menghasilkan peningkatan jumlah dari *filler* terhadap matriks komposit yang kemudian akan memberikan kekuatan ekstra karena adanya hubungan antara peningkatan kekuatan kompresi pada komposit dengan peningkatan jumlah *filler* (Moezzzadeh, 2012).

Penyebaran ukuran partikel bahan pengisi sangat diperlukan dalam hal memasukkan bahan pengisi dalam jumlah yang maksimal ke dalam matriks resin karena apabila digunakan ukuran partikel tunggal dengan pematatan yang rapat, suatu celah tetap dapat terjadi antar partikel. Maka dari itu dibutuhkan penyebaran ukuran partikel bahan pengisi yang baik untuk mendapatkan peningkatan sifat mekanis yang mencakup kekuatan tensil, kekuatan tekan (*compressive strength*) resin komposit, dan lainnya menjadi lebih baik (Anusavice, 2013).

### 2.1.1.3 Bahan Penggabung

Bahan penggabung atau yang disebut dengan *coupling agent* adalah bahan yang menyatukan matriks resin dan bahan pengisi (*filler*) yang mengikat kedua bahan sewaktu polimerisasi dan menciptakan tampilan klinis yang baik. Matriks resin yang berikatan dengan partikel bahan pengisi tersebut memungkinkan matriks polimer menjadi lebih fleksibel dalam meneruskan tekanan ke partikel pengisi yang lebih kaku serta dapat memberikan kestabilan hidrolitik yaitu dengan cara mencegah air untuk menembus sepanjang lapisan bahan pengisi dan matriks resin. Bahan yang sering dipakai adalah senyawa silicon organik bernama silane coupling agent 3-*methacryloxypropyltrimethoxysilane* (MPTS), *zirconates* dan *titanates* (Sakaguchi *et al.*, 2012).



Gambar 2.2 Struktur MPTS  
(Sakaguchi *et al.*, 2012)

Menurut Anusavice (2013), fungsi dari bahan penggabung adalah :

- a. Meningkatkan sifat fisik resin komposit. Membentuk jembatan interfisial yang mengikat kuat matriks resin dan bahan pengisi.
- b. Meningkatkan sifat mekanis resin komposit. Meminimalisasi terpisahnya bahan pengisi dari matriks akibat pemakaian.
- c. Memberikan sifat hidrofobik sehingga dapat meminimalisasi penyerapan air masuk menembus ke dalam *filler* resin komposit.

#### 2.1.1.4 Inisiator dan Akselerator

Polimerisasi resin komposit dapat dipicu oleh kimiawi atau sinar. Namun terdapat pula pengaktifan resin komposit secara *dual-cured* yang dipicu oleh inisiator dan akselerator secara kimia dan diaktivasi sinar. Sistem ini berfungsi untuk polimerisasi resin atau untuk mengubah bahan resin dari bahan pengisi yang lunak dan mudah dibentuk menjadi bentuk yang keras dan tahan lama (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### 2.1.1.5 Bahan Tambahan Lain

Bahan tambahan lain dalam komposisi resin komposit terdiri dari pigmen, UV *absorber*, *modifier* optik. Pada resin komposit terdapat sedikit pigmen atau zat pewarna yang berfungsi untuk memberikan warna sesuai dengan yang diinginkan. Zat pewarna yang ditambahkan pada komposisi resin tersebut biasanya adalah oksida besi. Bahan tambahan lain yang diperlukan pada komposisi resin komposit adalah ultra violet *absorber*, UV *absorber* atau penyerap sinar UV berguna untuk menghindari perubahan warna yang akan terjadi pada resin komposit akibat oksidasi. Bahan tambahan *modifier* optik juga ditambahkan pada komposisi resin komposit untuk menyesuaikan warna gigi. Bahan yang ditambahkan adalah *fluorescent agent* yang dapat menyerap sinar sehingga warna resin komposit tampak translusen natural seperti tampilan gigi asli. Sinar yang diserap adalah spektrum elektromagnetik ultraviolet sampai violet dengan rentang gelombang 340-370 nm, dan sinar biru 420-470 nm. Bahan ini juga mengurangi warna kekuningan dari resin sehingga tampak lebih putih (Anusavice, 2013).

#### 2.1.2 Pengerasan Resin

Pengerasan resin atau yang sering disebut *curing* merupakan proses dimana resin komposit dikeraskan dengan proses

polimerisasi. Berdasarkan klasifikasi resin komposit, pengerasan resin komposit dapat dilakukan dengan aktivasi kimia atau *selfcured*, aktivasi sinar (*light-cured*), dan aktivasi dual. Proses pengerasan resin komposit dengan aktivasi kimia juga dikenal dengan sebutan *cold curing* atau *chemical curing* atau *self curing*. *Self-cured composites* diawali dengan pengadukan kedua pasta. Aktivasi kimia ini berlangsung pada suhu ruangan dan bereaksinya amin organik sebagai akselerator dengan peroksida organik sebagai inisiator yang akan menghasilkan radikal bebas pada ikatan ganda sehingga terjadi polimerisasi. Namun aktivasi secara kimia ini juga memiliki berbagai kekurangan, salah satunya yaitu terdapat kemungkinan untuk terjadi masuknya gelembung udara yang mengandung oksigen selama proses pengadukan yang dapat menyebabkan terjadinya porus dan terganggunya proses polimerisasi (Anusavice, 2013).

Pengerasan resin dengan aktivasi sumber sinar atau disebut juga sebagai *light-cured composites* merupakan proses pengerasan yang mana sumber sinar tersebut dapat mengaktifkan sistem inisiator. Aktivasi sinar ini mulai dikembangkan untuk memperbaiki kekurangan dari aktivasi kimia dan aktivasi sinar ini dilakukan dengan gelombang 400-500 nm yang akan diserap oleh foto aktivator *champhorquinone* (McCabe, 2008). Bahan yang dikeraskan dengan menggunakan sumber sinar memiliki keuntungan bagi operator yaitu memungkinkan operator untuk dapat menyelesaikan permasukan bahan resin hingga pembentukan kontur restorasi resin komposit sebelum pengerasan dimulai. Teknik pengerasan sinar ini hanya membutuhkan waktu selama 20 detik untuk suatu bahan dengan ketebalan 2 mm benar-benar mengeras dan bahan-bahan tersebut tidak begitu sensitif terhadap oksigen apabila dibandingkan dengan sistem pengerasan kimia. Sistem pengerasan menggunakan sumber sinar ini juga memiliki kekurangan yaitu kecenderungan untuk mengerut apabila terpapar sinar yang menyebabkan bahan tertarik dari region tepi yang terletak jauh dari sumber sinar, serta faktor lain yang berkaitan dengan sumber sinar. Namun kekurangan dari pengerasan sinar dapat teratasi dengan cara menggabungkan komponen pengeras biasa dan sinar dalam bahan yang sama. Resin komposit dual memiliki 2 pasta yang dicampur seperti resin komposit aktivasi kimia. Pasta pertama mengandung *benzoyl peroxide* (BP) dan pasta lainnya mengandung *aromatic tertiary amine*. Pada saat pengadukan, aktivasi sinar terjadi dipicu oleh kombinasi *amine* dan *camphorquinon*

sedangkan aktivasi kimia dipicu oleh interaksi *amine* dan BP (Anusavice, 2013).

## 2.1.3 Sifat Resin Komposit

### 2.1.3.1 Sifat Fisik

Sifat fisik dari resin komposit terdiri atas penyusutan polimerisasi (*polymerization shrinkage*), ekspansi termal, penyerapan cairan, kelarutan, warna dan kestabilan warna (Powers *et al.*, 2006).

#### 2.1.3.1.1 Penyusutan Polimerisasi (*Polymerization Shrinkage*)

Salah satu sifat fisik dari resin komposit adalah penyusutan polimerisasi atau *polymerization shrinkage*. Hal ini terjadi karena adanya kontraksi penekanan sebesar 13 MPa diantara permukaan gigi dan resin komposit. Penyusutan ini mengakibatkan terjadinya celah kecil diantara struktur gigi dan resin komposit yang berpotensi terjadinya karies sekunder dan *staining marginal* (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### 2.1.3.1.2 Ekspansi Termal

Koefisien ekspansi termal resin komposit adalah  $25-38 \times 10^{-6}$  untuk bahan pengisi kecil dan  $55-68 \times 10^{-6}$  untuk bahan pengisi halus (*microfine*). Sedangkan konduktivitas termal resin komposit partikel kecil adalah  $25-30 \times 10^{-4}$  kalori/detik/cm<sup>2</sup> dan  $12-15 \times 10^{-4}$  kalori/detik/cm<sup>2</sup> untuk resin komposit partikel halus (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### 2.1.3.1.3 Penyerapan Cairan

Penyerapan cairan yang dimaksud dalam sifat fisik resin komposit ini merupakan penyerapan air dimana penyerapan air adalah jumlah air yang diserap oleh bahan dalam kurun waktu tertentu per satuan permukaan atau per volume. Penyerapan cairan tergantung pada kandungan *filler* di dalam resin komposit, semakin tinggi kandungan *filler*, maka semakin sedikit penyerapan airnya (Heymann *et al.*, 2011).

Sebagai bahan yang berbahan dasar polimer, resin komposit bersifat menyerap cairan. Namun jenis cairan dalam rongga mulut tidak hanya sekedar air, dapat berasal dari dalam maupun luar tubuh, seperti minuman atau cairan berpH rendah. Resin komposit yang bersifat menyerap cairan tersebut dapat membuat resin komposit itu sendiri mengalami degradasi bila terpapar oleh cairan dalam rongga mulut secara terus menerus dalam kurun waktu yang lama (Ferracane, 2006). Degradasi matriks resin dapat berpengaruh pada

sifat fisik resin komposit, seperti kekerasan, *flexural strength*, *compressive strength*, dan modulus elastisitas mengalami penurunan sifat (Zhang, 2008; Curtis *et al.*, 2008). Menurut penelitian Janus, *et al.* (2010), degradasi pada cairan dengan pH rendah akan lebih berpengaruh terhadap resin komposit dibandingkan dengan cairan dengan pH normal. Degradasi resin komposit merupakan mekanisme yang kompleks meliputi penyerapan cairan dalam bahan dan beberapa fenomena, seperti suhu, mekanik, retak, perendaman, komposisi matriks polimer, serta ukuran dan kandungan filler (Gonçalves *et al.*, 2008). Penyerapan air pada polimer mengakibatkan *expansion stress* yang berefek pada rusaknya ikatan antara permukaan gigi dengan bahan restorasi sehingga dapat menyebabkan terjadinya kelarutan pada monomer sisa dan ion dan mempengaruhi sifat-sifat resin komposit sendiri (Sideridou *et al.*, 2003).

#### 2.1.3.1.4 Kelarutan

Kelarutan merupakan penurunan berat bahan per satuan luas permukaan atau per volume akibat larutnya bahan atau disintegrasi bahan dengan saliva atau cairan di dalam rongga mulut dalam kurun waktu tertentu (Heymann *et al.*, 2011). Kelarutan resin komposit berkisar antara 0,25-2,5 mg/mm<sup>3</sup>. Hal ini mempermudah terjadinya kerusakan, mengurangi ketahanan dan meningkatkan risiko abrasi pada resin komposit (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### 2.1.3.1.5 Warna dan Stabilitas Warna

Penyesuaian warna dengan struktur gigi agar diperoleh tampilan klinis yang estetik sangatlah penting. Retakan karena tekanan pada matriks polimer dan pelepasan bahan pengisi karena hidrolisis mengakibatkan peningkatan opasitas. Diskolorisasi juga dapat terjadi karena oksidasi dari pertukaran air di dalam matriks polimer, atau sebagian polimer tidak bereaksi dengan sistem akselerator dan inisiator. Untuk mencocokkan dengan warna gigi, resin komposit memiliki warna visual (*shading*) dan translusensi yang dapat menyerupai struktur gigi pasien (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### 2.1.3.2 Sifat Mekanis

Sifat mekanis yang dimiliki oleh bahan restorasi resin komposit sangat penting guna untuk menjaga restorasi agar dapat bertahan dengan baik pada kavitas. Sifat mekanis resin komposit meliputi kekuatan dan elastisitas (*strength and modulus*), kekerasan permukaan (*knoop hardness*), dan ketahanan perlekatan atau adhesi

(Powers *et al.*, 2006). Sifat mekanis sangat dipengaruhi oleh ukuran bahan pengisi dari partikel anorganik atau *filler*, semakin kecil partikel dan semakin meluasnya penyebaran distribusi partikel tersebut maka semakin baik sifat mekanis yang dihasilkan. Oleh karena itu peningkatan muatan *filler* yang dapat diterima pada nanokomposit dan tanpa adanya peningkatan viskositas akan menghasilkan kekuatan tekan (*compressive strength*), kekuatan tensil, dan sifat mekanis lainnya yang baik (McCabe, 2008).

#### **2.1.3.2.1 Kekuatan dan Elastisitas**

Kekuatan resin komposit yang berkaitan langsung dengan penggunaannya yaitu kekuatan tekan (*compressive strength*), kekuatan tarik (*tensile strength*), dan kekuatan lentur (*flexural strength*). Kekuatan tekan dan kekuatan tarik resin komposit lebih unggul dibandingkan dengan kekuatan yang dimiliki resin akrilik (Sakaguchi *et al.*, 2012). Sifat kekuatan yang dimiliki ini juga memungkinkan untuk resin komposit digunakan sebagai bahan tumpatan pada daerah dengan stres fungsional yang tinggi seperti pada regio posterior (Rosa RS *dkk.*, 2012). Kekuatan resin komposit berhubungan dengan volume bahan pengisi, semakin tinggi volume maka semakin tinggi pula kekuatan resin komposit (Sakaguchi *et al.*, 2012).

#### **2.1.3.2.2 Kekerasan Permukaan**

Kekerasan resin komposit berkaitan dengan ketahanan terhadap abrasi dan berhubungan dengan kepadatan dan ukuran partikel dari bahan pengisi. Besar kekerasan Vickers untuk resin *hybrid* adalah sekitar 90-100 MPa, sedangkan resin komposit *microfiller* sekitar 30-40 MPa. Kekerasan merupakan tolak ukur ketahanan resin komposit di dalam rongga mulut dalam jangka panjang. Penurunan kekerasan permukaan bahan resin komposit dapat mengakibatkan kerusakan dan pergantian restorasi (McCabe, 2008).

#### **2.1.3.2.3 Kekuatan Perlekatan / Adhesi**

Pada saat pemakaian secara klinis, resin komposit akan berkontak dengan gigi antagonis, makanan, dan cairan rongga mulut yang dapat menyebabkan perlekatan menjadi berkurang, terjadinya keausan dan degradasi. Maka dari itu, sifat adhesi yang kuat pada resin komposit sangat diperlukan. Adhesi dapat terjadi apabila dua substansi yang berbeda melekat sewaktu berkontak disebabkan karena adanya gaya tarik-menarik yang timbul antara kedua benda tersebut.

Resin komposit tidak berikatan secara kimia dengan email melainkan sifat adhesi tersebut diperoleh dengan dua cara. Yang pertama yaitu dengan menciptakan ikatan fisik antara resin dengan jaringan gigi melalui bahan etsa. Pengetsaan pada email menyebabkan terbentuknya porositas sehingga dapat tercipta retensi mekanis yang cukup baik. Kedua dengan penggunaan lapisan yang diaplikasikan antara dentin dan resin komposit dengan maksud menciptakan ikatan antara dengan dengan resin komposit tersebut yaitu dengan bahan *dentin bonding agent* (Sakaguchi *et al.*, 2012).

### 2.1.3.3 Sifat Biologis

Sifat biologis pada resin komposit meliputi biokompabilitas. Hampir semua komponen utama dari resin komposit (Bis-GMA, TEGDMA, dan UDMA) bersifat sitotoksik. *International Standard Operation (ISO)* melakukan pengujian terhadap toksisitas bahan kedokteran gigi dengan merendam bahan resin komposit di dalam berbagai macam medium air dan organik untuk melihat respon biologis dari bahan resin komposit dan didapatkan hasil bahwa biokompabilitas resin komposit cukup baik (Sakaguchi *et al.*, 2012).

### 2.1.3.4 Sifat Optis

Sifat optis pada resin komposit meliputi tingkat radiopak (*radiopacity*). Partikel bahan pengisi (*filler*) resin komposit terdiri dari bahan seperti *glass kuarsa*, *lithium-aluminium* dan *silica* yang merupakan bahan yang tidak radiopak, maka harus dicampur dengan bahan pengisi lain agar menghasilkan radiopak. Pada komposisi *nanofiller*, *radiopacity* dibuat menggunakan *zirconia* nanomerik (5-7 nm) atau dengan memasukkan *zirconia* bersama *nanocluster* bersama *silica* (Sakaguchi *et al.*, 2012).

## 2.1.4 Macam Ukuran Resin Komposit

### 2.1.4.1 Resin Komposit *Macrofiller*

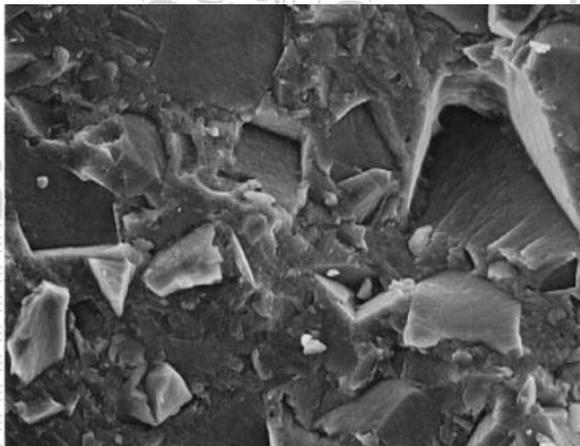
Resin komposit *macrofiller* disebut juga resin komposit konvensional, merupakan resin komposit dengan ukuran partikel yang relatif besar dan resin komposit ini merupakan resin komposit yang pertama kali ada dan saat ini sudah jarang sekali digunakan. Bahan pengisi resin komposit *macrofiller* berjumlah 70%-80% dari total berat resin komposit dan *filler* yang sering digunakan adalah *quartz* yang digiling dan berbentuk tak beraturan (*irregular*) dengan diameter bahan pengisinya sekitar 20-30  $\mu\text{m}$  namun partikel berukuran 1-50  $\mu\text{m}$  pun juga ada. Resin komposit

konvensional ini memiliki kekerasan, ketahanan terhadap abrasi yang baik dan unggul sehingga resin ini sering digunakan untuk restorasi pada oklusal. Namun juga terdapat kekurangan pada komposit jenis ini yaitu secara estetik permukaan tambalan maupun perubahan warna yang akan terjadi yang dihasilkan akan menjadi kurang baik (Anusavice, 2013).

#### 2.1.4.2 Resin Komposit *Microfiller*

Resin komposit *microfiller* mulai diperkenalkan akhir tahun 1970, desain bahan pengisinya dibuat untuk memperbaiki kekurangan resin komposit *macrofiller* dengan cara komposit *microfiller* ini mendukung pengikatan resin dengan bantuan partikel pengisinya yang kecil, yang dimaksudkan agar komposit dapat dipoles hingga menjadi permukaan yang sangat licin sehingga komposit *microfiller* ini akan menghasilkan area permukaan yang lebih halus dibandingkan resin komposit *macrofiller*.

Resin komposit jenis ini mengandung *colloidal silica* dengan partikel yang berukuran rata-rata  $0,02 \mu\text{m}$ . Kandungan bahan pengisinya sebesar 35% - 60% dari total berat resin komposit yaitu partikel senyawa anorganik *colloidal silica* yang berukuran  $0,01 - 0,06 \mu\text{m}$  (Heymann *et al.*, 2011).

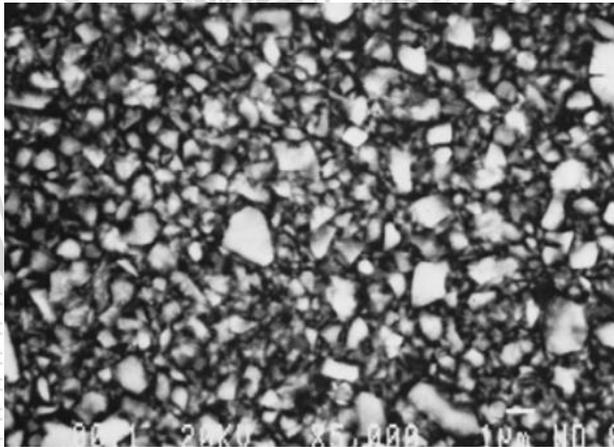


**Gambar 2.3 Partikel Filler Resin Komposit *Microfiller***

(Anusavice, 2013).

#### 2.1.4.3 Resin Komposit *Hybrid*

Sesuai dengan namanya, komposisi resin komposit *hybrid* ini diformulasikan dengan bahan pengisi campuran yang mengandung partikel pengisi *microfine* (0,01 hingga 0,1  $\mu\text{m}$ ) dan partikel pengisi *fine* (0,1 hingga 10  $\mu\text{m}$ ) dalam upaya untuk mendapatkan kehalusan permukaan yang lebih baik serta menggabungkan keunggulan mekanis dengan penyebaran partikelnya yang lebih efisien karena partikel kecilnya akan mengisi tempat antara partikel besar. Komposit jenis ini terdiri dari kaca yang berbentuk tak beraturan seperti *borosilicate glass*, *lithium* atau *barium aluminium silicate*, *strontinum* atau *zinc glass* dan partikel *quartz* atau *zirconia*. Komposit *hybrid* sering digunakan untuk restorasi anterior kelas IV, selain itu juga dapat digunakan untuk restorasi posterior karena memiliki sifat mekanis yang sangat serupa dengan komposit makro namun nilai kekuatan modulus komposit *hybrid* sedikit lebih besar karena pada komposit *hybrid* terdapat partikel berukuran besar yang dapat memberikan ketahanan yang besar terhadap tekanan (Anusavice, 2013).



**Gambar 2.4** Partikel *Filler Resin Komposit Hybrid* (Anusavice, 2013).

#### 2.1.4.4 Resin Komposit Nano

Saat ini resin komposit jenis nano menjadi jenis resin komposit yang paling populer dan sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi (Heymann *et al.*, 2011). Dengan adanya perkembangan *nanotechnology*, terdapat suatu komposit dengan partikel nano yang berukuran 1 hingga 100 nm yang dinamakan

*nanocomposite* (Anusavice, 2013). Resin komposit nano dikembangkan untuk menyempurnakan sifat fisik dan mekanis dari resin komposit sebelumnya karena komposit nano memiliki kombinasi dari sifat yang baik dari resin komposit *hybrid* dan *microfiller*. Sifat fisik yang ditingkatkan dari resin komposit nano berupa peningkatan estetik yang optimal dan yang baik untuk restorasi gigi anterior dibandingkan dengan resin komposit lainnya (Moezzyzadeh, 2012). Selain itu, resin komposit nano juga meningkatkan sifat mekanis dari komposit yang berupa peningkatan kekuatan kompresi, kekuatan *diametrical tensile*, ketahanan terhadap fraktur, ketahanan terhadap aus, translusensi, retensi dan *polishing*, dan *polymerization shrinkage* yang rendah. Terdapat 2 jenis resin komposit nano yaitu *nanofiller* dan *nanohybrid* (Kiran *et al*, 2014).

#### **2.1.4.4.1 Resin Komposit Nanofiller**

Resin komposit nanofiller merupakan bahan restorasi universal yang diaktivasi oleh *visible-light* yang dirancang untuk keperluan restorasi gigi anterior maupun gigi posterior (Kaur *et al.*, 2011). Resin komposit jenis *nanofiller* ini dikembangkan dengan konsep teknologi nano memiliki ukuran bahan pengisi 1-100 nm dan dikembangkan untuk memperbaiki sifat-sifat resin konvensional, yang mana teknologi nano secara teori digunakan untuk membuat suatu produk baru yang lebih ringan dan lebih kuat, sehingga resin komposit *nanofiller* memiliki estetik yang tinggi, sifat fisik yang baik, dan sifat mekanis yang kuat dibandingkan dengan resin konvensional (Hengtrakool *et al.*, 2011).

Resin komposit *nanofiller* memiliki partikel bahan pengisi (*filler*) berukuran nano dan berisi kombinasi yang unik antara nanopartikel dan nanocluster (Permatasari *dkk*, 2008). Nanopartikel adalah partikel yang terpisah dan tidak berkelompok yang berukuran 20 nanometer, sedangkan nanocluster terdiri dari partikel-partikel dengan ukuran nano yang dengan mudah berikatan membentuk kelompok partikel. Kelompok partikel ini bertindak sebagai unit tunggal yang memungkinkan *filler loading* dan kekuatan yang tinggi pada komposit ini (Kaur *et al.*, 2011). Kombinasi nanopartikel dan *nanocluster* akan mengurangi jumlah ruang interstitial antar partikel *filler*, sehingga dapat menyebabkan distribusi partikel menjadi lebih merata di dalam matriks dan kandungan partikel bahan pengisi meningkat diikuti dengan peningkatan sifat optis, peningkatan sifat fisis, dan yang diikuti dengan berkurangnya penyusutan polimerisasi

yang berlebih serta meningkatnya sifat mekanis resin komposit. (Heymann *et al.*, 2011).

Resin komposit jenis *nanofiller* ini memiliki kelebihan berupa aplikasi bahan yang mudah dikarenakan sifatnya yang tidak lengket sehingga dapat memberikan keleluasaan bagi operator untuk membentuk kontur secara baik. Hal ini yang menyebabkan resin komposit *nanofiller* menjadi pilihan dan sering digunakan dalam praktek dokter gigi (Permatasari *dkk.*, 2008). Sifat-sifat unggul yang dimiliki oleh resin komposit jenis *nanofiller* ini juga memungkinkan bahan restorasi resin komposit jenis *nanofiller* ini digunakan untuk bahan restorasi sebagai tumpatan pada daerah dengan stres fungsional yang tinggi seperti pada regio posterior dan sebagai tumpatan pada regio anterior yang membutuhkan sifat estetis tinggi (Rosa RS *dkk.*, 2012). Walaupun memiliki banyak kelebihan, resin komposit *nanofiller* juga memiliki kekurangan pada polimer matriksnya, resin komposit mengandung polimer ikatan yang kurang stabil, sehingga matriks polimer dapat dengan mudah terdegradasi oleh asam atau pH rendah. Asam tersebut dapat menyebabkan terjadinya degradasi polimer dan komponen filler yang dapat mempengaruhi sifat mekanis dari resin komposit yang berupa berkurangnya kekuatan resin komposit, kekasaran permukaan resin komposit, maupun ketahanan perlekatan permukaan resin komposit (Badra *et al.*, 2005).

## 2.2 Kekuatan tekan

Kekuatan tekan (*compressive strength*) merupakan salah satu sifat mekanis yang dimiliki oleh suatu material dan dihasilkan ketika suatu benda diberikan dua gaya langsung yang berlawanan satu sama lain pada garis tegak yang sama atau ketika salah satu permukaan dibatasi sedangkan permukaan yang lain diberikan gaya langsung kearah sisi pembatas (Sakaguchi *et al.*, 2012). Kekuatan tekan adalah tekanan maksimal yang dapat ditahan oleh suatu struktur hingga struktur tersebut mengalami fraktur atau deformasi. Kekuatan tekan merupakan ketahanan internal terhadap beban, yang mana suatu benda ditempatkan di bawah beban yang cenderung menekan atau memendekkannya. Untuk restorasi gigi posterior, kekuatan tekan merupakan salah satu hal yang penting untuk menahan kekuatan pengunyahan, kekuatan tekan yang dihasilkan harus memiliki karakteristik mekanis seperti struktur asli gigi (Anusavice, 2013). Berdasarkan penelitian Sepideh Banava (2008) resin komposit memiliki kekuatan tekan yang mendekati dengan jaringan dentin dan

sering digunakan untuk restorasi gigi posterior dan dapat juga digunakan sebagai bahan tumpatan secara langsung maupun tak langsung.

Kekuatan kompresi sangat berguna untuk membandingkan baik atau buruknya sifat *brittle* dan tensil pada suatu material. Ketika material diberikan gaya tekan, kerusakan dari badan material dapat menghasilkan formasi *complex stress* (Mohamad *dkk*, 2012). Kekuatan tekan resin komposit dipengaruhi oleh proses degradasi resin komposit. Matriks resin memiliki sifat hidrofil atau mampu menyerap cairan. Molekul cairan yang terserap akan menginduksi degradasi pada resin komposit melalui dua mekanisme. Pertama, molekul air yang terserap akan berdifusi ke dalam rantai polimer dan mengisi ruang kosong di antara rantai polimer, kemudian ikatan polimer akan melunak dan mengembang menyebabkan terlepasnya monomer. Kedua, molekul air juga menyebabkan degradasi pada ikatan siloksan (ikatan antara gugus silanol pada permukaan silika dan silane coupling agent) melalui reaksi hidrolisis. Hal tersebut menyebabkan ikatan antara filler dengan matriks resin menjadi tidak stabil (Ferracane, 2006).

Secara klinis gigi dan bahan restorasi pada gigi akan selalu menerima kekuatan tekan atau gaya tekan selama proses pengunyahan makanan. Oleh karena itu, sifat mekanis berupa kekuatan kompresi harus dipenuhi oleh suatu bahan restorasi untuk gigi posterior maupun anterior untuk mendapatkan hasil restorasi yang baik (Bresciani *et al.*, 2004). Kekuatan kompresi juga merupakan besarnya resistensi maksimum suatu bahan material terhadap terjadinya fraktur dibawah suatu tekanan dimana hal ini dapat diketahui dengan uji kekuatan tekan. Uji kekuatan tekan merupakan salah satu cara yang sering digunakan untuk membandingkan ketahanan, kerapuhan, maupun kelemahan suatu material terhadap gaya tekan dan diukur dengan menggunakan alat uji yaitu *Universal Testing Machine*, dengan satuan hasil dalam MPa (Sakaguchi *et al.*, 2012).

Besar kekuatan tekan pada uji kekuatan tekan ini dapat ditentukan dengan mengaplikasikan muatan kompresif pada luas penampang silinder atau persegi. Kekuatan tekan dianggap sebagai indikator penting dari keberhasilan suatu material karena kekuatan tekan yang tinggi diperlukan untuk menahan kekuatan pengunyahan (Sakaguchi *et al.*, 2012). Menurut Aguinar (2012), perhitungan kekuatan kompresi dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Kekuatan Kompresi / CS (MPa)} = P/\pi d^2$$

Keterangan :

CS = kekuatan kompresi (MPa)

P = beban maksimum yang diterima resin komposit (N)

$\pi$  = 3,14

d = diameter material (mm)

### 2.3 Obat kumur

Obat kumur merupakan larutan anti-bakteri yang digunakan untuk membilas mulut (Dorland *and* Newman, 2011). Menurut kamus kedokteran gigi, obat kumur juga merupakan larutan yang diberi obat bagi pembersih mulut (Harty *and* Ogston, 2012) yang telah digunakan lebih dari 3000 tahun yang lalu dan hingga saat ini penggunaan obat kumur mengalami peningkatan karena kegunaannya yang efektif bagi kebersihan rongga mulut. Larutan anti-bakteri ini berfungsi untuk membersihkan rongga mulut secara mekanis maupun kimiawi dengan memberikan sensasi segar, menghilangkan bakteri di bagian interdental yang tidak terjangkau oleh sikat gigi, serta dapat menghilangkan bau mulut yang kurang sedap (Festuccia MSCC *et al.*, 2012). Kandungan dasar dalam obat kumur terdiri dari air, agen antimikroba (*cleansing agent*), bahan perasa, bahan pewarna dan beberapa obat kumur mengandung alkohol dengan konsentrasi 0-27% (American Dental Association, 2016). Obat kumur biasanya juga terdiri dari bahan aktif yang digunakan untuk antibakteri dan bahan inaktif (Khan *et al.*, 2015). Bahan aktif yang terdapat dalam obat kumur berupa kombinasi campuran fenol dan minyak esensial berupa:

- *Eucalyptol* 0,92mg dalam 1mL berfungsi sebagai anti peradangan yang bisa mengurangi rasa sakit pada gusi.
- *Menthol* 0,42mg dalam 1mL berfungsi anestetik dan mengatasi iritasi ringan pada mulut
- *Methyl salicylate* 0,6mg dalam 1 mL berfungsi sebagai analgesik dan antiseptik
- *Thymol* 0,64mg dalam 1mL berfungsi sebagai antiseptik, antibakteri dan antifungi

Kandungan alkohol atau etanol ( $C_2H_6O$ ) dengan konsentrasi 0-27% juga dimasukkan ke dalam kandungan obat kumur dengan pertimbangan sifat-sifat alkohol, diantaranya alkohol dalam obat kumur dapat berfungsi sebagai pelarut bahan-bahan aktif,

pengawet dan sebagai antiseptik yang mana antiseptik tersebut berguna untuk membunuh bakteri serta mencegah akumulasi plak yang berlebih. Kandungan alkohol juga dapat memperpanjang masa simpan dari obat kumur sehingga menjadikan obat kumur menjadi lebih tahan lama (Anggraeni, 2014). Namun menurut beberapa ahli, penggunaan obat kumur beralkohol dalam jangka panjang tidak dianjurkan karena kandungan alkohol tersebut dapat menyebabkan mulut menjadi kering, produksi air liur berkurang sehingga dapat menyebabkan bau mulut dan dapat menyebabkan seseorang menjadi lebih beresiko terkena kerusakan gigi maupun mempengaruhi sifat-sifat resin komposit seperti kekuatan tekan, kekerasan resin komposit, kekasaran permukaan, maupun nilai estetis dari resin komposit (Khan *et al.*, 2015). Hal tersebut dikarenakan kandungan alkohol tersebut dapat berdifusi ke dalam matriks resin dan menyebabkan ekspansi volumetrik, yang disebut *swelling* dan juga membentuk ikatan kimia dengan resin komposit yang mana akan menyebabkan berkurangnya kekuatan tekan dari resin komposit. Hal ini juga didukung dengan penelitian oleh Miranda, *dkk* (2011) yang membuktikan bahwa kandungan alkohol dalam obat kumur mengandung *phosphoric acid* yang menyebabkan obat kumur menjadi asam dengan pH  $\pm 4,9$  yang dapat mengubah matriks polimer resin komposit dengan cara menghidrolisis ikatan pada kelompok ester pada polimer dimetakrilat dimana hidrolisis menghasilkan molekul asam karboksilat yang dapat mendegradasi polimer dan menurunkan pH matriks komposit yang dapat menurunkan kekerasan dan kehalusan permukaan dari resin komposit. Menurut penelitian Dash S, *dkk* (2015) menyatakan bahwa kandungan alkohol dalam obat kumur dapat mengubah matriks polimer resin komposit sehingga bahan tersebut menjadi lebih mudah mengalami deformasi (*brittle*) dan dapat mengakibatkan resin komposit mudah mengalami erosi dan diskolorisasi. Penelitian Khan AA, *dkk* (2015) juga menyatakan bahwa, penggunaan obat kumur dalam jangka panjang juga dapat mempengaruhi kekuatan tekan dan kekerasan permukaan bahan restorasi resin komposit. Sedangkan Hashimoto M, *et al* (2000) meneliti mengenai durasi degradasi struktur resin komposit dan hasil penelitiannya menyatakan bahwa struktur resin komposit akan mengalami degradasi yang signifikan mulai pada durasi 2-3 tahun pemakaian (Hashimoto M, *et al.*, 2000). Oleh karena itu diproduksi obat kumur non alkohol untuk meminimalisir efek samping yang disebabkan oleh obat kumur beralkohol, sehingga obat kumur dapat

digunakan secara aman dalam waktu jangka panjang (Silverman *et al.*, 2006).

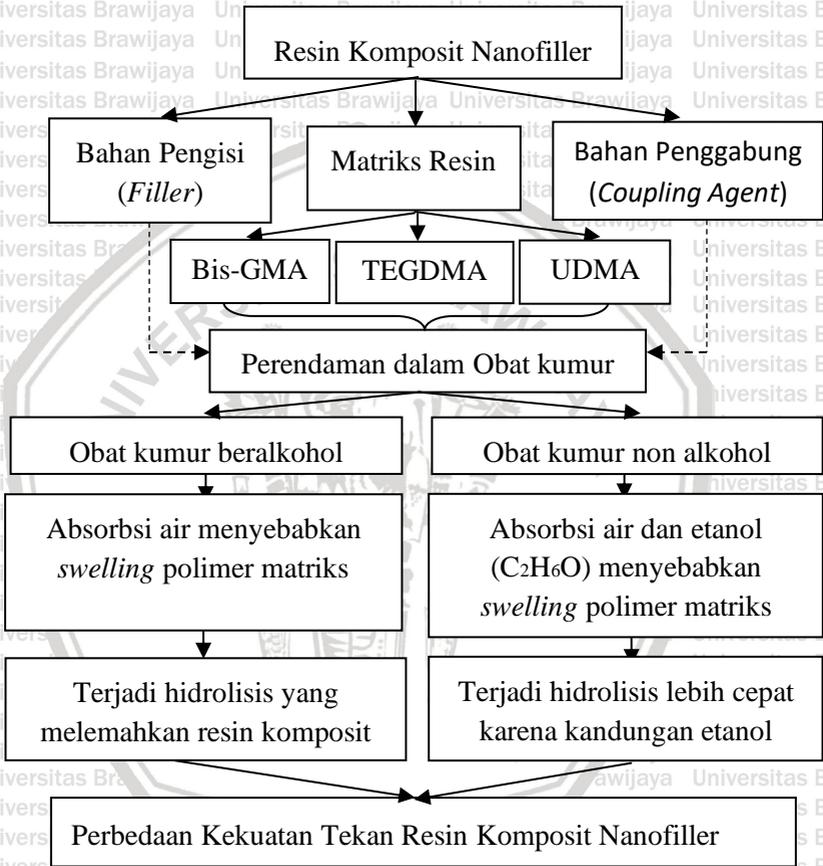
Menurut drg. Sri Angky yang pernah menjabat sebagai Ketua Kolegium Dokter Gigi Indonesia (KDGI) pada tahun 2016, penggunaan obat kumur yang ideal adalah berkumur selama kurang lebih 30 detik sebanyak 20 ml larutan dengan fakta bahwa berkumur dapat melindungi area mulut selama 12 jam, maka untuk mendapatkan hasil yang maksimal dan mulut yang bersih, sebaiknya berkumur secara rutin dua kali sehari setelah menyikat gigi. Selain itu, menurut hasil penelitian Van der Weijden (2005), menyatakan bahwa durasi ideal untuk mendapatkan hasil yang efisien dalam berkumur membutuhkan waktu selama 30 detik, dilakukan sebelum tidur dan setelah sarapan, dengan interval setidaknya 30 menit setelah menyikat gigi (Van der Weijden *et al.*, 2005).



BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESA PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



— = diteliti

- - - = tidak diteliti

Gambar 3.1 Skema Kerangka Konsep Perbedaan Kekuatan Tekan Resin Komposit Nanofiller pada Perendaman Obat Kumur Beralkohol dan Non alkohol



Resin komposit merupakan bahan tumpatan yang sering digunakan dalam bidang kedokteran gigi yang komposisi utamanya yang terdiri dari matriks resin, bahan pengisi (*filler*), dan bahan penggabung (*coupling agent*). Salah satu komposisi utamanya adalah matriks resin yang bersifat hidrofilik dan matriks resin yang digunakan terdiri dari Bis-GMA, TEGDMA, dan UDMA. Kerap kali para pengguna tumpatan resin komposit juga menggunakan obat kumur antiseptik sebagai pembersih mulut maupun penyegar nafas sehari-harinya, sehingga tumpatan resin komposit tersebut juga berkontak dengan larutan obat kumur secara langsung. Terdapat dua macam larutan obat kumur antiseptik yang berada di pasaran saat ini, yaitu obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol. Kandungan-kandungan kedua macam obat kumur tersebut apabila digunakan pada pengguna tumpatan resin komposit akan terserap karena resin komposit memiliki sifat yang dapat mengabsorpsi cairan dan berdifusi ke dalam matriks resin komposit. Hal tersebut dapat menyebabkan terjadinya ekspansi volumetrik (*swelling*) pada polimer matriks dan dapat merusak sifat resin komposit tersebut (Anusavice, 2013). Penggunaan obat kumur yang beralkohol akan lebih berdampak pada resin komposit, karena obat kumur tersebut mengandung etanol ( $C_2H_6O$ ) yang dapat membentuk ikatan kimia dengan matriks komposit sehingga dapat mempercepat kerusakan resin komposit dengan cara menghidrolisis ikatan pada kelompok ester pada polimer dimetakrilat dimana hidrolisis menghasilkan molekul asam karboksilat yang dapat mendegradasi polimer matriks komposit. Hidrolisis terjadi pada matriks resin (Bis-GMA) yang akan melepaskan gugus ester, satu atau dua kelompok asam metakrilat, dan monomer jenuh (tidak bereaksi) ke dalam larutan. Hidrolisis juga mengakibatkan degradasi pada *coupling agent* yaitu organosilan yang melepas ikatan siloksan (Si-O-Si). Proses hidrolisis yang diakibatkan obat kumur beralkohol tersebut akhirnya membuat resin komposit melemah lebih cepat dan terjadi penurunan pada sifat mekanik dari resin komposit termasuk berkurangnya kekuatan tekan dari resin komposit *nanofiller* tersebut. Sedangkan resin komposit yang terpapar dalam larutan obat kumur non alkohol juga akan mengalami hidrolisis, namun dampak hidrolisis yang ditimbulkan lebih kecil dibandingkan dampak hidrolisis yang dikarenakan terpapar larutan obat kumur beralkohol. Sehingga akan terjadi perubahan penurunan sifat mekanik seperti kekuatan tekan dari resin komposit *nanofiller* (Miranda *et al.*, 2011).

### 3.2 Hipotesis Penelitian

Kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam obat kumur non alkohol lebih besar daripada kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam obat kumur beralkohol.



## BAB 4

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 4.1 Rancangan Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental laboratorium dengan desain penelitian *post test only group design*, dengan fokus penelitian pada perubahan besar kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perlakuan berupa perendaman dalam obat kumur beralkohol dan perendaman obat kumur non alkohol.

#### 4.2 Sampel Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah resin komposit *nanofiller* dibuat dalam bentuk silindris dengan permukaan rata yang berdiameter (d) 4 mm dan ketebalan (t) 6 mm.

##### 4.2.1 Jumlah Sampel Penelitian

Macam perlakuan atau kelompok dalam penelitian ini adalah

1. Kelompok I : kelompok sampel yang direndam dalam akuades selama 12 jam sebagai kelompok kontrol
2. Kelompok II : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur beralkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.
3. Kelompok III : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur non alkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.

Jumlah sampel yang dibutuhkan pada penelitian ini dihitung dengan menggunakan rumus Federer (Supriyadi, 2014), dengan cara perhitungan sebagai berikut :

$$(t-1) (r-1) \geq 15$$

$$(3-1) (r-1) \geq 15$$

$$2 (r-1) \geq 15$$

$$2r - 2 \geq 15$$

$$r \geq 8,5$$

Keterangan :

t = jumlah perlakuan (jumlah kelompok perlakuan)

r = besar sampel (jumlah sampel penelitian)

Berdasarkan rumus Federer diatas, jumlah sampel minimal adalah 8,5 sampel untuk setiap perlakuan atau kelompok, akan tetapi pada penelitian ini penulis memilih 10 sampel untuk setiap perlakuan agar banyaknya data tidak pada batas minimal sehingga data yang diperoleh dapat lebih valid. Maka dari itu, jumlah sampel yang dibutuhkan adalah 30 sampel.

### 4.3 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eksklusi

#### 4.3.1 Kriteria Inklusi

1. Permukaan sampel resin komposit yang tidak porus
2. Resin komposit yang memiliki permukaan halus dan rata

#### 4.3.2 Kriteria Eksklusi

1. Permukaan sampel resin komposit yang porus
2. Permukaan resin komposit yang kasar dan tidak rata

### 4.4 Variabel Penelitian

#### 4.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah larutan obat kumur beralkohol dan larutan obat kumur non alkohol

#### 4.4.2 Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini adalah kekuatan tekan pada resin komposit *nanofiller*

#### 4.4.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali pada penelitian ini adalah :

1. Ukuran resin komposit *nanofiller* : diameter 4 mm dan ketebalan 6 mm (ISO FDIS 4049:2009) (Moezzzadeh M, 2012).
2. Lama penyinaran : 20 detik / lapis (2 mm)
3. Jenis penyinaran : LED sinar biru
4. Jarak penyinaran :  $\pm 1-2$  mm
5. Arah penyinaran : tegak lurus ( $90^\circ$ ) dari permukaan resin komposit *nanofiller*.
6. Volume media larutan perendaman : 20 ml per 1 sampel
7. Metode pengukuran kekuatan tekan *Universal Testing Machine*

## 4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

### 4.5.1 Lokasi Penelitian

1. Laboratorium Material Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya : pembuatan sampel penelitian.
2. Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya : inkubasi sampel resin komposit menggunakan inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam
3. Laboratorium Teknik Mesin Universitas Brawijaya : pengukuran kekuatan tekan sampel resin komposit *nanofiller*.

### 4.5.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2019.

## 4.6 Alat dan Bahan Penelitian

### 4.6.1 Alat Penelitian

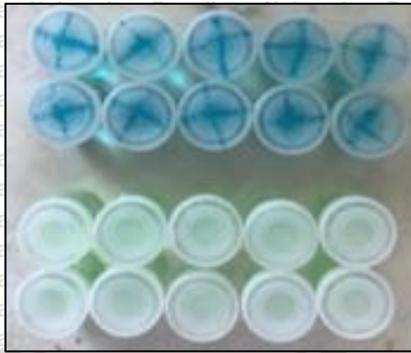
- a. Alat pengukur kekuatan tekan (*Universal Testing Machine – MFL SYSTEME / prüf und mess*)
- b. *Light curing unit*
- c. *Filling instrument* logam
- d. Pinset kedokteran gigi
- e. *Glass Slab*
- f. *Master Cast* Logam (*Mould*)



**Gambar 4.1** *Master Cast Logam (Mould)*

- g. *Celluloid Strip*
- h. *Vaseline*
- i. Stopper semen

j. Wadah plastik tertutup perendaman sampel



**Gambar 4.2 Wadah Plastik Tertutup**

- k. Spidol kecil
- l. Tray
- m. Kertas Hisap
- n. Alas kerja
- o. Gunting / Cutter

**4.6.2 Bahan Penelitian**

- a. Resin komposit *nanofiller*
- b. Akuades sebagai kelompok kontrol
- c. Obat kumur beralkohol (kandungan alkohol = 21,6%)
- d. Obat kumur non alkohol (kandungan alkohol = 0%)

**4.7 Definisi Operasional**

1. Resin komposit *nanofiller* merupakan bahan restorasi kedokteran gigi universal diaktivasi oleh *visible-light*, yang dikembangkan dengan konsep teknologi nano dengan bahan pengisi (*filler*) berukuran 1-100 nm yang merupakan kombinasi antara nanopartikel dan *nanocluster* (Kaur *et al.*, 2011).
2. Waktu perendaman adalah waktu yang diperlukan untuk merendam resin komposit *nanofiller* dalam setiap kelompok perlakuan. Dalam penelitian ini, waktu perendaman yang digunakan yaitu selama 12 jam. Periode perendaman tersebut diasumsikan setara dengan penggunaan obat kumur selama 2 tahun (Hashimoto M, *et al.*, 2000) berdasarkan lama simulasi berkumur yaitu 30 detik tiap kumur dengan ketentuan melakukan kumur sebanyak dua kali sehari (Van der Weijden



*et al.*, 2005). Dengan demikian, lama perendaman 720 menit (1 bulan= 60 detik x 30 hari= 1800 detik= 30 menit, 2 tahun= 24 bulan x 30 menit= 12 jam) (Iin Sundari *dkk.*, 2012).

3. Akuades merupakan air dari hasil sulingan. Dalam penelitian ini, akuades digunakan sebagai larutan perendaman dalam kelompok kontrol
4. Obat kumur beralkohol adalah suatu sediaan larutan yang mengandung alkohol dalam komposisinya yang digunakan untuk pencegahan atau pengobatan infeksi rongga mulut. Dalam penelitian ini, obat kumur beralkohol yang digunakan adalah obat kumur yang mengandung alkohol sebesar 21,6% dalam komposisinya.
5. Obat kumur non alkohol adalah suatu sediaan larutan yang tidak mengandung alkohol dalam komposisinya yang digunakan untuk pencegahan atau pengobatan infeksi rongga mulut. Dalam penelitian ini, obat kumur non alkohol yang digunakan adalah obat kumur yang mengandung alkohol sebesar 0% dalam komposisinya.
6. Kekuatan tekan (*compressive strength*) resin komposit *nanofiller* merupakan ketahanan internal terhadap beban yang mana beban tersebut merupakan suatu benda yang ditempatkan di bawah beban yang cenderung menekan atau memendekkannya (Anusavice, 2003). Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dengan alat *Universal Testing Machine* yang diukur dengan satuan ukuran MPa. Pengukuran kekuatan kompresi pada alat ini dilakukan untuk mengukur sifat mekanis yang dimiliki berupa besaran kapasitas dari material resin komposit *nanofiller* yang berguna melawan gaya secara langsung dengan arah berlawanan sampai bahan tersebut fraktur dimana suatu benda diletakkan di bawah yang cenderung menekan atau memendekkannya.

#### 4.8 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terbagi atas tiga tahapan yaitu dimulai dengan persiapan dan pembuatan sampel menggunakan cetakan sampel, perendaman sampel sesuai dengan kelompok perlakuannya, dan pengukuran kekuatan tekan sampel setelah dilakukan perendaman.

#### 4.8.1 Persiapan dan Pembuatan Sampel

Resin komposit yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini adalah resin komposit *nanofiller*. Perlakuan kontrol yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan akuades, sedangkan untuk obat kumur beralkohol yang digunakan adalah obat kumur dengan kandungan alkohol sebesar 21,6% dan obat kumur non alkohol dengan kandungan alkohol sebesar 0%. Sesuai dengan rumus Federer yang sudah dihitung dan dipertimbangkan, jumlah sampel penelitian yang dibutuhkan adalah sebanyak 30 sampel, yang mana setiap kelompok perlakuan membutuhkan 10 sampel. Dalam penelitian ini, terdapat tiga macam kelompok perlakuan sebagai berikut :

1. Kelompok I : kelompok sampel yang direndam dalam akuades selama 12 jam sebagai kelompok kontrol
2. Kelompok II : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur beralkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.
3. Kelompok III : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur non alkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.

Pembuatan Sampel Penelitian, meliputi :

1. Persiapan cetakan sampel

Cetakan sampel yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan *master cast* logam yang memiliki ukuran diameter 4 mm dan tinggi 6 mm, sehingga akan diperoleh sampel resin komposit berbentuk silinder dengan ukuran diameter 4 mm dan ketebalan 6 mm (Moezzyzadeh M, 2012). Cetakan sampel yang berupa *master cast* logam tersebut dipulaskan *vaseline* terlebih dahulu sebelum dilakukan pencetakan sampel guna mencegah terjadinya perlekatan resin komposit terhadap cetakan sampel saat dilakukan polimerisasi. Setelah dipulas dengan menggunakan *vaseline*, cetakan diletakkan di atas *celluloid strip* yang beralaskan *glass slab*.

2. Pencetakan Sampel

Cetakan sampel diletakan di atas *glass slab* yang telah diberi *celluloid strip* dengan cara mengaplikasikan resin komposit *nanofiller* ke dalam *mould* menggunakan *filling instrument* dengan teknik inkremental. Teknik inkremental digunakan sebagai standar karena dapat mencegah pembentukan celah yang diakibatkan oleh tekanan pada saat

polimerisasi dan dapat menghasilkan ikatan yang lebih baik antara resin komposit dan jaringan gigi (Van Ende *dkk.*, 2012). Teknik ini dilakukan dengan cara memasukkan resin komposit *nanofiller* kedalam cetakan selapis demi selapis ( $\pm 2-2,5$  mm) kemudian dilakukan kondensasi dan penyinaran selama 20 detik di setiap lapisannya. Dasar pemilihan ketebalan pada teknik inkremental tersebut ditentukan berdasarkan kemampuan penetrasi optimum sinar LED dari *light curing unit*. Menurut Sakaguchi *et al.*, (2012) ketebalan material komposit resin yang ideal yaitu sebesar 2 – 2,5 mm untuk mendapatkan polimerisasi yang optimal sehingga lempengan resin komposit dapat terpolimerisasi secara sempurna pada ketebalan tersebut. Kemudian pada bagian atas dari cetakan sampel tersebut diberi *celluloid strip* lagi kemudian ditindih dengan menggunakan *glass slab* di atasnya, dengan tujuan agar didapatkan permukaan silindris yang padat dan rata. Kemudian apabila sudah terbentuk sampel yang padat dan rata, *glass slab* beserta *celluloid strip* pada bagian atas tersebut diambil dan kelebihan bahan dibersihkan sebelum dilakukan polimerisasi.

### 3. Polimerisasi Sampel

Polimerisasi resin komposit dilakukan dengan menyinari resin komposit menggunakan *light curing unit* selama 20 detik setiap 2 mm. Menurut Price, *dkk* (2000), polimerisasi yang ideal dapat diperoleh dengan posisi sinar yang tegak lurus terhadap sampel dan sumber sinar tidak menempel secara langsung dengan sampel melainkan dengan jarak sumber sinar yang paling ideal yaitu sebesar 1-2 mm guna mendapatkan polimerisasi yang optimal. Jika jarak sumber sinar mencapai 5-6 mm, sinar yang diterima oleh material komposit resin tidak dapat mempolimerisasi komposit resin dengan optimal dan secara langsung akan menyebabkan penurunan sifat fisik dan mekanik, maka jarak sinar polimerisasi yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebesar 1-2 mm dari sampel dengan arah tegak lurus terhadap sampel. Setelah sampel mengeras ( $\pm 10$  menit setelah polimerisasi), sampel siap dikeluarkan dari cetakan (Price *et al.*, 2000). Setelah sampel dilepas dari cetakan kemudian di masukkan kedalam wadah yang tahan cahaya (*lightproof*

*container*) yang telah di isi aquades untuk dilakukan inkubasi menggunakan inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam dengan tujuan mendapatkan hasil polimerisasi resin komposit yang sempurna. Setelah 24 jam, sampel dikeluarkan dari inkubator dan dikeringkan untuk dilakukan uji kekuatan tekan (Ugur E *et al.*, 2013).

#### 4.8.2 Perendaman Sampel

Perendaman sampel dilakukan dalam wadah yang tertutup rapat dan tahan cahaya (Ugur E *et al.*, 2013). Pada penelitian ini wadah yang digunakan diberi tanda setiap kelompok perlakuannya dan setiap wadahnya diisi dengan satu sampel resin komposit yang direndam dalam 20 ml larutan. Perendaman sampel dalam wadah yang tertutup rapat bertujuan untuk menghindari terjadinya penguapan kandungan alkohol yang terdapat dalam larutan obat kumur beralkohol. Maka dari itu, pada penelitian ini dibutuhkan 30 wadah sampel yang tertutup rapat yang sudah diberi nama kelompok perlakuan yang terdiri dari 10 wadah tertutup bertanda kelompok I (K1) sebagai kelompok kontrol yang diisi dengan larutan akuades, 10 wadah tertutup bertanda kelompok II (K2) sebagai kelompok sampel yang diisi dengan larutan obat kumur beralkohol dan 10 wadah tertutup bertanda kelompok III (K3) sebagai kelompok sampel yang diisi dengan larutan obat kumur non alkohol. Seluruh kelompok perlakuan dilakukan perendaman selama 12 jam. Periode perendaman tersebut diasumsikan setara dengan penggunaan obat kumur selama 2 tahun (Hashimoto M, *et al.*, 2000) berdasarkan lama simulasi berkumur yaitu 30 detik tiap kumur dengan ketentuan melakukan kumur sebanyak dua kali sehari (Van der Weijden *et al.*, 2005). Dengan demikian, lama perendaman yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah selama 12 jam (Iin Sundari *dkk.*, 2012). Kemudian seluruh sampel dikeringkan dengan menggunakan kertas hisap.

#### 4.8.3 Pengukuran Kekuatan Tekan (*Compressive Strength*)

Pengukuran kekuatan tekan (*compressive strength*) pada penelitian ini digunakan alat yaitu *Universal Testing Machine*. Berikut adalah tahap-tahap yang dilakukan pada proses pengukuran kekuatan tekan resin komposit menggunakan *Universal Testing Machine* :

- i. Menempatkan sampel dari kelompok kontrol pada posisi yang telah tersedia
- ii. Menggerakkan *crosshead* dengan kecepatan 0,5 mm/menit ke permukaan sampel dan menekan sampai masing-masing sampel dari kelompok kontrol tersebut fraktur. Apabila terjadi fraktur maka akan terdengar bunyi retak yang pertama dari resin komposit dan apabila sampel telah fraktur, maka pemberian tekanan dihentikan.
- iii. Mencatat angka besar tekanan yang tampak pada alat ukur saat terjadi fraktur pertama dan dihitung dengan menggunakan rumus Aguinar (2012) sebagai rumus tekan sebagai berikut :

$$Cs = P / A$$

Keterangan :

Cs = kekuatan tekan (N/mm<sup>2</sup> atau MPa)

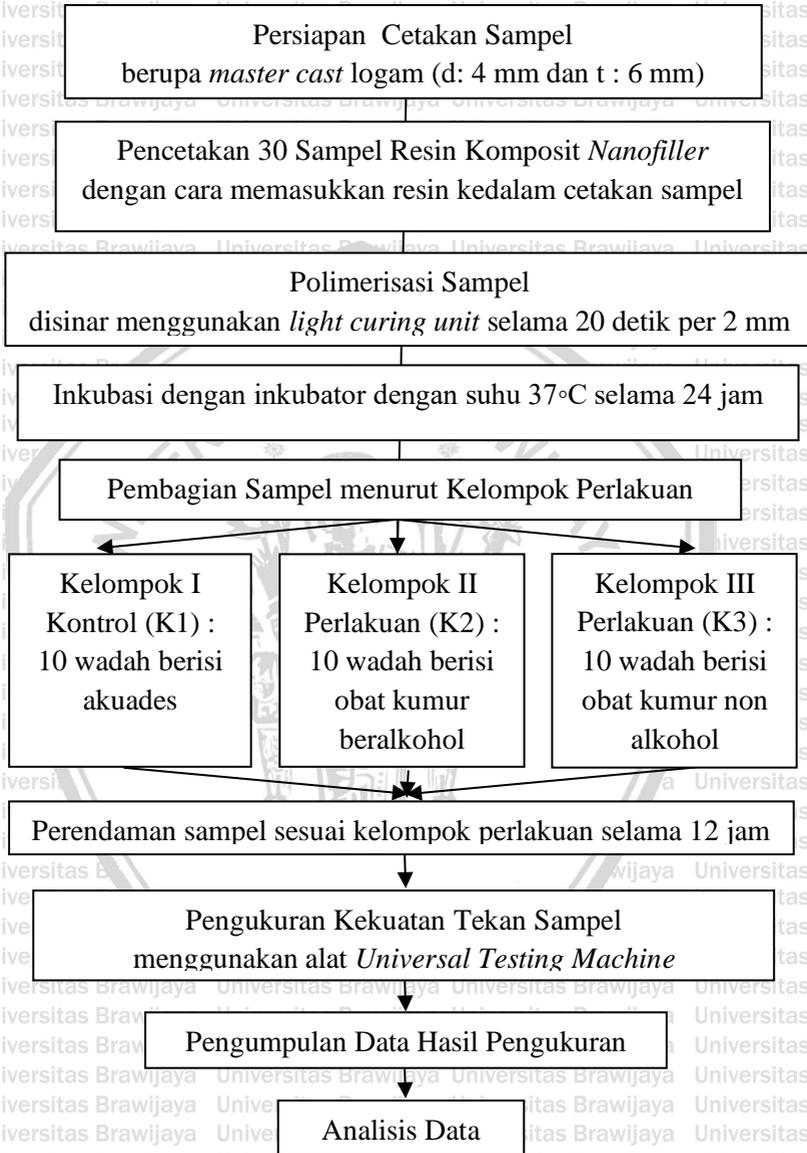
P = beban maksimum yang diterima resin komposit (N)

A = luas area sampel yang ditekan

#### 4.9 Analisis Data

Data hasil penelitian akan di analisa dengan menggunakan uji statistik. Data terlebih dulu dilakukan uji distribusi menggunakan Sapphiro-Wilk Test. Distribusi data normal jika nilai signifikansi > 0,05 (Dahlan, 2008). Kemudian dilakukan uji homogenitas varian dengan menggunakan *Levene's Test*. Apabila data terdistribusi normal, analisis data yang digunakan adalah uji statistik *One-Way ANOVA*, apabila data tidak terdistribusi normal maka digunakan uji statistik Kruskall Wallis Test. Kemudian data dianalisa dengan uji Post-Hoc Tukey untuk mengetahui besar perbedaan antar kelompok sampel.

#### 4.9 Alur Penelitian



Gambar 4.4 Skema Alur Penelitian

## BAB 5

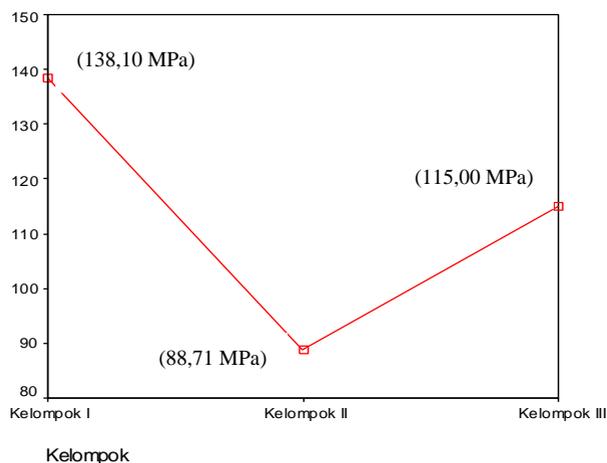
## HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

## 5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terhadap perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* dengan menggunakan 30 sampel penelitian yang terbagi dalam 3 macam kelompok dan masing-masing kelompok terdiri dari 10 buah sampel, yaitu :

1. Kelompok I (K1) : kelompok sampel yang direndam dalam akuades selama 12 jam sebagai kelompok kontrol.
2. Kelompok II (K2) : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur beralkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.
3. Kelompok III (K3) : kelompok sampel yang direndam dalam obat kumur non alkohol selama 12 jam sebagai kelompok eksperimen.

Kekuatan tekan pada sampel dalam ketiga kelompok tersebut kemudian diuji dengan menggunakan *Universal Testing Machine* dan hasil data uji diolah sehingga dihasilkan data kekuatan tekan dalam satuan MPa. Berikut adalah hasil uji kekuatan tekan (*compressive strength*) resin komposit *nanofiller* setelah diberikan perlakuan selama 12 jam pada ketiga kelompok diatas

Kekuatan Tekan Resin Komposit *Nanofiller* (MPa)

## Gambar 5.1 Grafik Nilai Rata-Rata Hasil Uji Kekuatan Tekan Resin Komposit *Nanofiller*

Dari grafik 5.1 diatas, dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kekuatan tekan (*compressive strength*) tertinggi dimiliki oleh kelompok I (K1) sebesar 138,10 MPa, yaitu kelompok sampel yang direndam dalam larutan akuades, sedangkan nilai rata-rata kekuatan tekan (*compressive strength*) terendah dimiliki oleh kelompok II (K2) sebesar 88,71 MPa, yaitu kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol.

### 5.2 Analisa Data

Seluruh data hasil penelitian yang diperoleh kemudian di analisa dengan menggunakan uji statistik. Analisis data pada penelitian ini menggunakan uji normalitas/distribusi dan uji homogenitas terlebih dahulu. Untuk menguji normalitas/distribusi digunakan uji *Sapphiro-Wilk*, sedangkan untuk menguji homogenitas dapat menggunakan *Levene's Test*. Distribusi data dikatakan normal apabila nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ). Apabila data terdistribusi normal dan homogen, analisis data yang digunakan adalah uji statistik *One-Way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan kekuatan tekan pada resin komposit *nanofiller* yang telah diberi perlakuan sesuai kelompoknya, namun apabila data tidak terdistribusi normal maka digunakan uji statistik *Kruskall Wallis Test*. Kemudian untuk mengetahui besar perbedaan antar setiap kelompok sampelnya dilakukan dengan menggunakan uji *Post-Hoc Tukey* (Dahlan, 2008).

#### 5.2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji yang dilakukan pertama kali dalam menganalisis data penelitian ini dan diperlukan untuk menentukan distribusi sekelompok data normal atau tidak. Uji normalitas data pada penelitian ini menggunakan uji *Sapphiro-Wilk* karena jumlah sampel pada penelitian ini kurang dari 50 sampel, yaitu hanya menggunakan 30 sampel. Data dapat dikatakan terdistribusi normal apabila nilai signifikansinya lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ). Dari hasil data uji didapatkan nilai signifikansi yang diperoleh dari uji normalitas adalah sebesar 0,666 ( $P\text{-value} = 0,666$ )  $> 0,05$ .

**Tabel 5.1 Uji Normalitas *Sapphiro-Wilk***

Kekuatan Tekan	Uji <i>Sapphiro-Wilk</i>
Nilai Signifikansi	$p = 0,666$
Kesimpulan	$(p > 0,05)$ Data terdistribusi normal

Melalui tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa data yang diolah terdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan dengan uji homogenitas untuk mengetahui data tersebut homogen atau tidak.

### 5.2.2 Uji Homogenitas

Apabila hasil uji normalitas menunjukkan sampel terdistribusi normal, selanjutnya dilakukan uji homogenitas untuk menguji apakah sampel memiliki varian data yang homogen atau tidak. Uji homogenitas yang digunakan pada penelitian ini adalah uji *Levene*. Apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dari uji *Levene* lebih besar dari 0,05 ( $p > 0,05$ ) maka data penelitian tersebut dapat dikatakan homogen. Dari hasil data uji didapatkan nilai signifikansi yang diperoleh dari uji *Levene* adalah sebesar 0,625 ( $P\text{-value} = 0,625$ )  $> 0,05$ .

**Tabel 5.2 Uji Homogenitas Varian**

Kekuatan Tekan	Uji <i>Levene's</i>
Nilai Signifikansi	$p = 0,625$
Kesimpulan	$(p > 0,05)$ Sampel homogen

Melalui tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa sampel yang diuji memiliki varian data yang homogen dan terdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *One-Way ANOVA* untuk mengetahui perbedaan nilai ketiga kelompok tersebut signifikan atau tidak.

### 5.2.3 Uji *One-Way ANOVA*

Apabila data terdistribusi normal dan homogen, analisis data yang digunakan adalah uji statistik *One-Way ANOVA*. Uji *One-Way ANOVA* ini berguna untuk mengetahui perbedaan signifikansi nilai pada ketiga kelompok perlakuan tersebut yang mana dalam uji penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang dilakukan perendaman pada ketiga kelompok perlakuan. Apabila nilai signifikansi yang dihasilkan dari uji *One-Way ANOVA* lebih kecil dari 0,05 ( $p < 0,05$ ) maka data penelitian tersebut dapat dikatakan terdapat perbedaan. Dari hasil data uji penelitian didapatkan nilai signifikansi yang diperoleh dari uji *One-Way ANOVA* adalah sebesar 0,000 ( $P\text{-value} = 0,000$ )  $< 0,05$ . Sehingga melalui hasil uji tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang signifikan pada perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol.

**Tabel 5.3 Uji *One-Way ANOVA***

Kekuatan Tekan	Uji <i>One-Way ANOVA</i>
Nilai Signifikansi	$p = 0,000$
Kesimpulan	$(p < 0,05)$ Terdapat perbedaan yang signifikan

Melalui tabel diatas, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat penurunan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang signifikan pada perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol dan obat kumur non alkohol. Sehingga dapat dilanjutkan dengan uji *Post-Hoc Tukey* untuk mengetahui besar perbedaan nilai rata-rata ketiga kelompok tersebut.

## 5.2.4 Uji *Post-Hoc* Tukey

Uji *Post-Hoc* Tukey merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai besar perbedaan rata-rata kekuatan tekan dari ketiga kelompok uji tersebut. Pada penelitian ini, metode uji *Post-Hoc* Tukey yang digunakan adalah Uji HSD (*Honestly Significant Difference*) guna untuk mengetahui kelompok-kelompok yang memiliki perbedaan yang bermakna/signifikan. Varian dikatakan signifikan apabila nilai signifikansi kurang dari 0,05 ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan hasil data uji *Post-Hoc* Tukey, dapat diketahui bahwa kelompok I (kelompok kontrol) menunjukkan perbedaan kekuatan tekan yang signifikan dengan kelompok II (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol) & kelompok III (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur non alkohol). *Mean difference* yang positif menunjukkan bahwa kelompok I memiliki nilai kekuatan tekan yang paling tinggi dibandingkan dengan kelompok II dan kelompok III.

Kelompok II (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol) menunjukkan perbedaan kekuatan tekan yang signifikan dengan kelompok I (kelompok kontrol) & kelompok III (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur non alkohol). *Mean difference* yang negatif menunjukkan bahwa kelompok II memiliki nilai kekuatan tekan yang paling rendah dibandingkan dengan kelompok I dan kelompok III.

Kelompok III (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur non alkohol) menunjukkan perbedaan kekuatan tekan yang signifikan dengan kelompok I (kelompok kontrol) & kelompok II (kelompok sampel yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol). *Mean difference* yang positif menunjukkan bahwa kelompok III memiliki nilai kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan kelompok II sedangkan *mean difference* negatif menunjukkan bahwa kelompok III memiliki kekuatan tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok I.

**Tabel 5.4 Uji Post-Hoc Tukey**

Kelompok Perlakuan	Mean Difference			Kesimpulan
	I	II	III	
I		+	+	Kekuatan tekan kelompok I paling tinggi
II	-		-	Kekuatan tekan kelompok II paling rendah
III	-	+		Kekuatan tekan kelompok III lebih rendah daripada kelompok I & lebih tinggi daripada kelompok II

**5.3 Pembahasan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang telah dilakukan perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol dan larutan obat kumur non alkohol. Pada penelitian ini, sampel yang digunakan terbuat dari resin komposit *nanofiller* yang dicetak dengan menggunakan cetakan (*mould*) dengan ukuran diameter 4 mm dan tinggi 6 mm sebanyak 30 buah sampel. Kemudian setelah pembuatan 30 sampel, sampel-sampel tersebut diinkubasi dengan menggunakan alat inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam terlebih dahulu. Setelah sampel-sampel tersebut diinkubasi, 30 sampel tersebut dibagi menjadi 3 kelompok yaitu kelompok I (kelompok kontrol / K1), kelompok II (kelompok sampel / K2), kelompok III (kelompok sampel / K3). Setiap kelompok terdiri atas 10 buah sampel resin komposit



*nanofiller*, sampel pada kelompok I (K1) diberikan perlakuan berupa perendaman sampel dalam larutan akuades selama 12 jam, kelompok II (K2) diberikan perlakuan berupa perendaman sampel dalam larutan obat kumur beralkohol (kandungan alkohol 21,6%) selama 12 jam, dan kelompok III (K3) diberikan perlakuan berupa perendaman sampel dalam larutan obat kumur non alkohol (kandungan alkohol 0%) selama 12 jam. Setelah itu, 30 buah sampel yang telah diberi perlakuan tersebut diuji kekuatan tekannya dengan menggunakan alat uji tekan yaitu Universal Testing Machine. Setelah didapatkan nilai dari uji kekuatan tekan dalam satuan kilonewton (KN), nilai-nilai tersebut dihitung dalam satuan MPa dengan rumus *compressive strength* (MPa).

Berdasarkan hasil uji yang didapatkan, nilai kekuatan tekan rata-rata pada kelompok I (K1), kelompok II (K2), dan kelompok III (K3) adalah sebesar 138,10 MPa, 88,71 MPa, dan 115,00 MPa. Hasil data nilai-nilai uji yang diperoleh kemudian dianalisa dengan menggunakan uji statistik. Data terlebih dahulu dilakukan uji distribusi dengan menggunakan uji *Sapphiro-Wilk* dan uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene's*. Dari hasil uji distribusi dan uji homogenitas tersebut, dapat diketahui bahwa data hasil yang diperoleh terdistribusi normal dan homogen. Maka selanjutnya dilakukan uji statistik *One-Way ANOVA* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan kekuatan tekan yang terjadi diantara ketiga kelompok sampel tersebut. Dari hasil uji statistik *One-Way ANOVA* tersebut, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* dalam perendaman pada larutan akuades, larutan obat kumur beralkohol, dan larutan obat kumur non alkohol secara signifikan. Kemudian data tersebut dilakukan uji *Post-Hoc Tukey* untuk mengetahui besar perbedaannya. Dari hasil uji *Post-Hoc Tukey* yang didapatkan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* pada ketiga kelompok perlakuan tersebut dan nilai kekuatan tekan terendah dimiliki oleh kelompok II (K2) yaitu kelompok sampel resin komposit *nanofiller* yang dilakukan perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol selama 12 jam.

Nilai kekuatan tekan terendah dimiliki oleh kelompok 2 (perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol), hal tersebut disebabkan karena larutan obat kumur beralkohol yang digunakan dalam penelitian ini mengandung kandungan etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) sebesar 21,6%, yang mana bahan pelarut yang digunakan dalam obat kumur

ini adalah air dan etanol. Etanol yang berperan sebagai bahan pelarut obat kumur beralkohol dapat melunakkan bahan restorasi gigi termasuk resin komposit (Davaloo *et al.*, 2013; Miranda *et al.*, 2011; Sevimey *et al.*, 2008). Kandungan etanol tersebut akan masuk ke dalam matriks resin sehingga rantai polimer akan membesar, kemudian monomer yang terdapat pada struktur polimer tersebut akan keluar (Ferracane, 2006). Hal ini yang mempercepat terjadinya degradasi pada permukaan matriks *filler* sehingga menyebabkan terjadinya pelunakkan polimer resin dan penyerapan cairan khususnya etanol ke dalam struktur polimer, karena etanol sendiri memiliki nilai derajat kelarutan sebesar 26,1 (J/cm<sup>3</sup>), yang mendekati dengan nilai derajat kelarutan matriks resin (Bis-GMA) sebesar 22,0 (J/cm<sup>3</sup>). Sehingga etanol lebih mudah larut ke dalam matriks dibandingkan air yang memiliki nilai derajat kelarutan sebesar 30,1 (J/cm<sup>3</sup>) (Sevimey *et al.*, 2008; Tsitrou *et al.*, 2014). Selama proses ini, polimer matriks akan mengalami ekspansi volumetrik atau pembengkakan (*swelling*), sehingga menyebabkan terdapatnya peningkatan jarak antar rantai polimer resin (Curtis and Watson, 2014). Peningkatan jarak rantai polimer tersebut kemudian akan menyebabkan terjadinya hidrolisis dari matriks resin yang menyebabkan terputusnya ikatan rantai polimer matriks (Karabela *et al.*, 2008). Hidrolisis yang terjadi pada matriks Bis-GMA akan melepaskan gugus ester, satu atau dua kelompok asam metakrilat dan monomer jenuh ke dalam larutan (Hegde *et al.*, 2015). Hidrolisis juga mengakibatkan degradasi pada *coupling agent* yaitu organosilan yang melepas ikatan siloksan (Si-O-Si) (Yusuf *et al.*, 2013).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ateyah NZ (2005), yang menyimpulkan bahwa penurunan sifat mekanik resin komposit dipengaruhi langsung oleh persentase etanol yang terdapat di dalam obat kumur. Hal tersebut juga didukung dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Eliades G (2003), yang menyatakan bahwa apabila resin komposit direndam di dalam etanol, maka akan banyak monomer yang hilang dalam jangka waktu yang singkat jika dibandingkan direndam di dalam air. Oleh karena itu, etanol dalam obat kumur beralkohol memiliki pengaruh yang jelas terhadap kekuatan resin komposit (De Moraes *et al.*, 2014).

Sedangkan larutan obat kumur non alkohol yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan alkohol sebesar 0%, yang mana bahan pelarut yang digunakan dalam obat kumur ini adalah air. Air atau H<sub>2</sub>O yang berperan sebagai bahan pelarut dalam

obat kumur non alkohol tersebut dapat menyebabkan resin komposit mudah terdegradasi, yang dikarenakan matriks resin komposit yang berbahan dasar polimer dan bersifat hidrofilik tersebut memiliki salah satu sifat fisik berupa kemampuan penyerapan cairan (Ferracane, 2006). Sifat tersebut menyebabkan ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  yang berasal dari air dapat berdifusi ke dalam polimer matriks resin dan ikatan hidrogen yang terdapat di sepanjang rantai polimer matriks resin tersebut dapat menciptakan gaya tarik-menarik antara polimer dengan molekul  $H_2O$ . Sehingga polimer matriks akan mengalami ekspansi volumetrik atau pembengkakan (*swelling*) yang kemudian akan menyebabkan terdapatnya peningkatan jarak antar rantai polimer resin (Curtis and Watson, 2014). Kemudian ion-ion tersebut akan menyebabkan terjadinya hidrolisis atau yang merupakan reaksi autokatalisis yang berlangsung secara terus-menerus pada ikatan bahan pengisi (*filler*) dan ikatan matriks resin (Martin *et al.*, 2003). Hidrolisis atau reaksi autokatalisis tersebut yang kemudian akan merusak ikatan antara permukaan gigi dengan bahan restorasi sehingga dapat menyebabkan terjadinya kelarutan pada monomer sisa dan akhirnya menyebabkan degradasi yang dapat menurunkan kekuatan tekan resin komposit (Sideridou *et al.*, 2003).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Rismadiar (2011), bahwa resin komposit memiliki salah satu sifat fisik berupa penyerapan cairan, sehingga air juga dapat menyebabkan resin komposit terdegradasi. Hal tersebut juga didukung dengan penelitian yang dilakukan oleh Mortier *et al* (2013), yang menyatakan bahwa terdapat 2 teori difusi air ke dalam rantai polimer yaitu *free volume theory* dan *interaction theory*, yang mana teori difusi air terhadap resin komposit yang terjadi adalah *interaction theory* dimana difusi terjadi karena hasil dari formasi hubungan antara molekul air dan rantai polimer. Difusi tersebut terjadi karena air atau  $H_2O$  memiliki diameter molekul sebesar 0,16 nm yang lebih kecil dibandingkan dengan jarak antara dua rantai polimer yang kecil, sehingga hal tersebut memudahkan air berdifusi dan menyebabkan degradasi rantai polimer. Selain itu juga terdapat penelitian yang dilakukan oleh Alia (2015) yang menyimpulkan bahwa degradasi yang disebabkan oleh kandungan  $H_2O$  tidak sebesar degradasi yang disebabkan oleh kandungan etanol pada obat kumur terhadap resin komposit.

Sedangkan apabila dibandingkan, nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang dimiliki oleh kelompok I (kelompok kontrol

yang direndam dalam larutan akuades) memiliki nilai yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok II (perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol) dan kelompok III (perendaman dalam larutan obat kumur non alkohol). Hal tersebut terjadi karena obat kumur baik itu beralkohol maupun non alkohol yang terdapat pada kelompok II dan III memiliki kandungan minyak esensial berupa eucalyptol, menthol, methyl salicylate, thymol. Kandungan minyak esensial dalam obat kumur dikatakan juga dapat mengurangi jumlah air liur dalam rongga mulut (Katz Harold, 2013). Namun apabila digunakan dalam jumlah yang tepat, kandungan esensial tersebut baik dalam mengurangi koagregasi bakteri gram positif yang merupakan tahap penting pada pembentukan plak dengan cara mengubah membran sel bakteri dan aktivitas enzim pada bakteri yang sebabkan denaturasi protein pada bakteri dan sebabkan perforasi pada membran sel sehingga akan terjadi penurunan koagregasi bakteri dengan cara mengurangi pematangan plak dan mengakibatkan terjadinya penurunan massa plak (Haake SK., 2011). Kandungan minyak esensial juga terbukti memberikan efek antimikroba yang signifikan terhadap bakteri dalam biofilm setelah berkumur selama 30 detik (Foster JS, *et al.*, 2004). Teori tersebut sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Al Habanesh, *et al* (2014) dalam percobaan klinisnya yang menunjukkan bahwa obat kumur yang mengandung minyak esensial mampu mengurangi akumulasi plak sebanyak 22-36% dan mengurangi gingivitis sebanyak 23-36% dengan studi terpanjang selama 9 bulan. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Sharma, dkk (2004) yang menyatakan hasil berkumur dengan menggunakan obat kumur yang mengandung minyak esensial memiliki indeks plak dan indeks gingiva signifikan lebih rendah daripada kelompok kontrol. Namun di sisi lain, obat kumur yang mengandung minyak esensial merupakan obat kumur yang memiliki efek yang hampir serupa dengan larutan obat kumur yang mengandung alkohol namun tidak memiliki efek samping jangka lama berupa pengurangan air liur (*xerostomia*) sebesar yang ditimbulkan oleh larutan obat kumur yang memiliki kandungan alkohol, karena minyak esensial yang terdapat dalam obat kumur juga dapat menyebabkan penurunan aliran saliva walaupun penurunannya tidak sebesar yang ditimbulkan oleh obat kumur beralkohol, namun jumlah saliva yang berkurang juga dapat menyebabkan pH rongga mulut menjadi rendah yang mana dapat berpengaruh pada penurunan sifat mekanis resin komposit (Katz Harold, 2013). Selain itu larutan

akuades sebagai kelompok kontrol hanya mengandung ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  saja tanpa memiliki zat agen antimikroba. Sehingga hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Santos (2003), bahwa dalam 6-9 bulan, berkumur dengan obat kumur yang mengandung minyak esensial lebih baik dibandingkan berkumur dengan air biasa, hal tersebut secara signifikan mampu mengurangi plak dan menaikkan ketebalan terhadap gingivitis. Studi ini menyimpulkan obat kumur yang mengandung minyak esensial adalah agen pembersih mulut sehari-hari yang mampu mengontrol plak dan gingivitis. Maka dari itu, nilai kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* pada sampel kelompok I lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kekuatan tekan pada sampel kelompok II dan III.

Melalui hasil uji penelitian dan hasil uji analisis data mengenai perbedaan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* pada perendaman obat kumur beralkohol dan non alkohol, maka dapat dikatakan bahwa penelitian ini sesuai dengan hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan obat kumur non alkohol lebih besar daripada kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol.



## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

1. Terdapat perbedaan kekuatan tekan pada resin komposit *nanofiller* setelah dilakukan perendaman dalam larutan obat kumur beralkohol maupun larutan obat kumur non alkohol.
2. Kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan obat kumur beralkohol lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan tekan resin komposit *nanofiller* yang direndam dalam larutan obat kumur non alkohol.

#### 6.2 Saran

1. Disarankan untuk dapat mengedukasi pasien dalam memperhatikan frekuensi penggunaan obat kumur secara tepat serta mengedukasi mengenai dampak negatif yang dapat ditimbulkan dari obat kumur beralkohol.
2. Disarankan untuk dapat menjadi bahan pertimbangan masyarakat terutama bagi para pengguna tumpatan resin komposit dalam pemilihan obat kumur non alkohol.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai dampak lain yang dapat ditimbulkan oleh larutan obat kumur beralkohol terhadap sifat mekanis lain dari resin komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alia, RN. 2015. *Kekerasan Permukaan Resin Komposit Nanohybrid setelah Perendaman dalam Obat Kumur yang Mengandung Alkohol 21%*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara
- Al Habanesh R, Qubain TG, Alsalmán W, Khader Y. The effect of Listerine mouthwash on dental plaque, gingival inflammation and c-reactive protein (CRP). *Dentistry* 2014; 4(2): 1-5.
- Anggraeni, M. 2014. *Uji Aktivitas Antibakteri Sediaan Obat Kumur Kulit Jeruk Nipis (Citrus Aurantifolia) terhadap Streptococcus mutans*. Tugas Akhir. Tidak diterbitkan, Fakultas MIPA Universitas Negeri Surakarta.
- Anusavice, K.J., 2013. *Phillips' Science of Dental Materials*, 12<sup>th</sup> ed, Missouri: Elsevier Saunders, pp : 275-306.
- Ateyah NZ. 2005. The effect of different mouth rinses on microhardness of tooth-coloured restorative materials. *J Pak Dent Assoc*; 14: 150-3.
- American Dental Association. 2016. *Learn More About Mouthrinses* (online) (<http://www.ada.org/en/science-research/ada-seal-of-acceptance/product-category-information/mouthrinses> diakses pada 23 April 2016).
- Badra W, Faraoni JJ, Ramos RP. 2005. Influence of Different Beverages on The Microhardness and Surface Roughness of Resin Composites. *Oper Dent*; 30(2): 213-9.
- Bresciani E, Brata TJ, Fagundes TC, Adachi A, Terrin MM, Nevarro MF. 2004. Compressive and Diametral Tensile Strength of Glass Ionomer Cement. *Journal Applied Oral Science* ; 12(4): 334-338.
- Curtis, A.R., Shortall, A.C., Marquis, P.M., Palin, W.M. 2008. Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin-based composite. *Journal of Dentistry*. 36(3)186-193.

Curtis RV, Watson TF. 2014. Dental Biomaterials: Imaging, Testing and Modelling. Woodhead Publishing, Cambridge: 112-152.

Dash S, Kallepalli S. 2015. An evaluation of the effect of alcohol and non-alcohol based mouth rinses on the microhardness of two esthetic restorative materials in vitro study. *I J ADS* ; 1(2): 27-31.

Davaloo R, Tavangar M, Darabi F, Pourhabibi Z, Alamouti NA. 2013. The surface hardness value of a light cured hybrid composite resin after 12 hours immersion in three alcohol-free mouthwashes. *J Dentomax Rad Path Surg*; 2 (4): 1-6.

De Moraes Porto IC, das Neves LE, de Souza CK, Parolia A, Barbosa dos Santos N. 2014. A comparative effect of mouthwashes with different alcohol concentration on surface hardness, sorption and solubility of composite resin. *OHDM*; 13 (2): 502-6

Dorland, Newman WA. 2011. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*. 32<sup>nd</sup> ed, Elsevier Saunders: Philadelphia

Eliades G, Eliades T, Brantley WA, Watts DC. 2003. Dental materials in vivo aging and related phenomena. 1st ed., Hong Kong: Quintessence Publishing Co, Inc:118-20.

Farah A. Coffee Constituen. 2012. In: Chu YF (ed). *Coffee: Emerging Health Benefits and Disease Prevention*. USA: John Wiley & Sons; 21-58.

Ferracane, J.L. 2006. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*. 22(3): 211-222.

Festuccia MSCC, Garcia LFR, Cruvinel DR, Pires-De-Souza FCP. 2012. Color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to mouthrinsing action. *J Appl Oral Sci* Universitas; 200-5.

Foster JS, Pan PC, Kolenbrander PE. Effects of antimicrobial agents on oral biofilms in a saliva-conditioned flow cell. *J Biofilms*. 2004;1(1):5-12.

Gonçalves,L.,NoronhaFilho,J.D.,Guimarães,J.G.A.,Poskus,L.T.,Silva,E.M . 2008. Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes Journal of Biomedical Material Research Part B, *Applied Biomaterials* .85(2): 320-325.

Haake SK. Etiology of Periodontal Diseases. In: Newman MG, Takei HH, CarranzaFA,eds.Carranza's Clinical Periodontology. 11thEd. St Louis: Saunders Elsevier, 2011:95-98,

Harty, F.J., & Ogston, R. 2012. *Kamus Kedokteran Gigi*. Jakarta: EGC. P:263.

Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. 2000. In Vivo Degradation of Resin-Dentin Bonds in Humans Over 1 to 3 Years. *J Dent Res*; 79(6):1385-1391.

Hegde MN, Hegde P. Bhandary S, Deepika K. 2015. An Evolution of Compressive Strength of Newer Nanocomposite: An In Vitro Study. *British Journal of Medicine and Medical Research*; 9: 1096-1104.

Hengtrakool C, Kukiattrakoon B, Kedjarune-Leggat U. 2011. Effect of Naturally Acidic Agents on Microhardness and Surface Micromorphology of Restorative Materials. *Europ J Dent* ; 5:89-100.

Heymann HO, Swift Jr EJ, Ritter AV. 2011. *Sturdenvant's art and science of operative dentistry*. 6<sup>th</sup> ed. Chapel Hill,NC: Elsevier ; 218-23.

Iin Sundari, Sri Fitriyani, Cut Zahratu. 2012. Pengaruh Waktu Pemolesan Terhadap Perubahan Warna Resin Komposit Nano Partikel. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*; 1(1):15-22.

Indrajaya S, Ratih DN, Winanto SS. 2011. Perbedaan Kekerasan Mikro Resin Komposit Nano dan Nanofiller pada Penggunaan Obat Kumur Dengan dan Tanpa Kandungan Alkohol. *Jurnal Kedokteran Gigi* Vol. 2 No. 4, Oktober : 292-298.

Janus, J., Fauxpoint, G., Arntz, Y., Pelletier, H. 2010. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multi-technique approach. *J Dent Mater.* 360-368.

Karabela MM, Sideridou ID. 2008. Effect of the structure of silane coupling agent on sorption characteristics of solvents by dental resin nanocomposites. *Dent Mat*; 24: 1631-9.

Katz Harold. Comparison of Mouthwash to Alcohol-Free Mouthwash. [cited on Sep 22<sup>nd</sup> 2013]. Available from: <http://www.therabreath.com/compare-mouthwash-alcohol-free-mouthwash.html>

Kaur P, Luthra R, Puneet. 2011. Nanocomposites- A Step Towards Improved Restorative Dentistry. *Indian Journal Of Dental Sciences*; 3(1): 3-15.

Khan AA, Siddiqui AZ, Mohsin SF, Al-Kheraif AA. 2015. Influence of mouth rinses on the surface hardness of dental resin nanocomposite. *Pak J Med*; 14859.

Kiran. KV, et al. 2014. In Vitro Evaluation of the Compressive Strength of Microhybrid and Nanocomposites. *OHDM* 13 : 4 ; 1171-1173.

Koin PJ, Kilislioglu A, Zhou M, Drummond JL, Hanley L. 2008. Analysis of the Degradation of a Model Dental Composite. *J Den Res*; 87(7):661-5.

Martin, N., Jedynekiewicz, N.M., Fisher, A.C. 2003. Hygroscopic Expansion and Solubility of Composite Restoratives, *Dent Mater*, 19:77-86.

Mc Cabe, JF and Walls AWG. 2008. *Applied Dental Materials*, 9<sup>th</sup> Ed. Oxford: Blackwell Munksgaard. P. 27-32.

Miranda DD, Dos Santos BCE, Baggio AFH, Nunes LDA, Lovadino JR. 2011. Effect of mouthwash on knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times. *Braz Oral Res*; 25(2): 168-73.



- Moezzyzadeh, Maryam. 2012. Evaluation of the Compressive Strength of Hybrid and Nanocomposites. *Journal Dental School*, 1; 24-29.
- Mortier,E., Jager,S., Gerdolle,D.A., Dahoun,A. 2013. Influence Of Filler Amount On Water Sorption And Solubility Of Three Experimental Flowable Composite Resins. *Journal of Materials Science and Engineering with Advanced Technology*.Vol7(1):35-48
- Mohamad D, Rahim TNA, Md Akil H. 2012. Water Sorption Characteristics of Restorative Dental Composites Immersed in Acidic Drink. *Dent Mater*; 28:63-70.
- Nirwana SB, Sofiani E. 2019. Efektifitas waktu perendaman dalam larutan obat kumur yang mengandung alkohol terhadap perubahan warna pada tumpatan resin komposit flowable. Tesis. Karya Tulis Ilmiah; 1-12.
- Permatasari R, Usman M. 2008. Penutupan Diastema Dengan Menggunakan Komposit Nanofiller. *Indonesian Journal Of Dentistry*; 15(3): 239-246.
- Pintauli S, Hamada T. Menuju gigi & mulut sehat pencegahan dan pemeliharaan. Medan: USU Press, 2008: 4-18.
- Powers, J.M. and Sakaguchi, R. L., 2006. *Craig's Restorative Dental Materials*, 12<sup>th</sup> ed., Mosby, pp. 2, 189- 207.
- Prakki, A., Renato, C., Rafael, F. L. M., Sid, K., Jose, C. P. 2005. "Influence pH Environment on Polymer Based Dental Material Properti". *Journal of Dentistry*. 7.
- Price R. B., Doyle G., Murphy D., 2000. Effect of Composite Thickness on the Shear Bond Strength to Dentin, *J Can Dent Assoc.*, 66: 35-9.
- Puckett, A. D., Fitchie, J. G., and Kirk P. C., 2007. "Direct Composite Restorative Materials". *Dent Clin N Am*. 51. p: 659- 675.
- Rismadiar. 2011. Degradasi Bahan Restorasi Resin Komposit. Skripsi Tidak diterbitkan. Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatera Utara

Ronald, L. Sakaguchi, John M. Powers. 2012. *Craig's Restorative Dental Material 13<sup>th</sup> edition*. ElsevierMosby: Philadelphia.

Rosa RS, Balbinot CEA, Blando E, Mota EG, Oshima HMS, Hirakata L, dkk. 2012. Evaluation of Mechanical Properties on Three Nanofilled Composites. *Stomatologija*; 14(4):126-130.

Sahari GN, Zulfia A, Siradj S. 2009. Pengaruh Mg Terhadap Kekerasan Komposit Matriks Keramik Al. *Makara Sains*, Vol. 13, No. 1; 39-44.

Sakaguchi RL, Powers JM. 2012. *Craig's Restorative dental materials*. 13<sup>th</sup> ed. Philadelphia: Elsevier; 91, 143, 162.

Santos A. Evidence-based control of plaque and gingivitis. *J Clin Periodontal* 2003; 20(5): 13-16.

Sepideh Banava and Saman Salehyar. 2008. In Vitro Comparative Study of Compressive Strength of Different Types of Composite Resins in Different Periods of Time. Tehran, Iran., *Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences*. Vol.2.

Sevimey M, Aykent F, Ozturk N, Cokuk N, Yucel T. 2008. Effect of Mouthrinses on Color Stability of Provisional Restorative Materials. Research. Konya, Turkey: Selcuk University Faculty of Dentistry Department of Prosthodontics; 2-11.

Sharma N, Charles CH, Lynch MC, QaqishJ, Mcguire JA, Galustians JG, et al. Adjunctive Benefit of an Essential Oil-Cotaining Mouthrinse in Reducing Plaque and Gingivitis in Patient who Brush and Floss Regularly: a Six Month Study. *JADA*2004;135:496-504.

Sideridou,I.,Tserki,V., Papanastasiou,G. 2003. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of lightcured dimethacrylate-based dental resins .*Biomaterials*. 24(4): 655-665.

Silverman S, Wilder R. 2006. Antimicrobial mouth rinse as part of a comprehensive oral care regimen. *J Am Dent Assoc*; Vol (137): 22-6.



Stevens, M, P. 2001. Kimia Polimer, h:48-200, Pradnya Pratama, Jakarta.

Supriyadi. 2014. *Statistika kesehatan*. Jakarta: Salemba Medika; 119-20.

Tsitrou E, Kelogrigoris S, Koulaouzidou E, Antoniadis-Halvatjoglou M, Koliniotou-Koumpia E, Van Noort R. 2014. Effect of Extraction Media and Storage Time on the Elution of Monomers from Four Contemporary Resin Composite Materials. *Toxicology International Journal*. Jan-Apr; 21(1): 89-95

Ugur E, Esra Y, Meltem ME, Sevda O. 2013. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J. Appl. Oral Sci*; vol.21 no.2 Bauru Mar.

Van der Weijden GA, Timmerman MF, Novotny AG, Rosema NA, Verkerk AA; Three different rinsing times and inhibition of plaque accumulation with chlorhexidine. *J Clin Periodontol*, 2005; 32: 89-92.

Van Ende, A., De Munck, J., Van Landuyt, K.L., Poitevin, A., Peumans, M., Van Meerbeek, B. 2012. Bulk-filling of high C-factor Posterior Cavities: Effect on Adhesion To Cavity-Bottom Dentin. *Dental Materials*.(9): 1-9.

Yudhanto F, Sudarisman S, Ridlwan M. 2007. Karakteristik Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Lamina Serat Anyam Sisal dan Gelas Diperkuat Polyester. *Jurnal Kedokteran Gigi*: Vol. 19 No. 1.

Yusuf F, Srirekha A, Hegde J, Karale R, Bashetty K, Adiga S. 2013. Effect of alcoholic and non alcoholic beverages on the wear and fracture toughness of teeth and resin composite materials. *J Res Dent*; 1 (1): 11-7.

Zhang, Y., Xu, J. 2008. Effect of immersion in various media on the sorption, solubility, elution of unreacted monomers, and flexural properties of two model dental composite compositions. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. 19(6):2477-2483.

