

**PERBEDAAN *COMPRESSIVE STRENGTH* PADA BAHAN RESTORASI
NANOHYBRID RESIN COMPOSITE DENGAN *FIBER REINFORCED
COMPOSITE (FRC)***

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi**



Oleh:

Anintha Putri

NIM: 145070407111004

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

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

PERBEDAAN *COMPRESSIVE STRENGTH* PADA BAHAN RESTORASI
NANOHYBRID RESIN COMPOSITE DENGAN *FIBER REINFORCED
COMPOSITE (FRC)*



Oleh:

Anintha Putri

NIM. 145070407111004

Menyetujui untuk diuji:

Pembimbing I

Pembimbing II

drg. Delvi Fitriani, M.Kes
NIK. 2009027012082001

drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG
NIK. 201208790112001



HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PERBEDAAN COMPRESSIVE STRENGTH PADA BAHAN RESTORASI
NANOHYBRID RESIN COMPOSITE DENGAN FIBER REINFORCED
COMPOSITE (FRC)

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Telah diuji pada

Hari : Senin

Tanggal : 4 Juni 2018

Dan dinyatakan lulus oleh:

Penguji I

drg. Dini Rachmawati, Sp.KGA
NIP. 197811192010122001

Penguji II/Pembimbing I

drg. Delvi Fitriani, M.Kes
NIK. 2009027012082001

Penguji III/Pembimbing II

drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG
NIK. 2012087901162001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya

drg. R. Setyohadi, MS
NIP. 19580212185031003



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "PERBEDAAN *COMPRESSIVE STRENGTH* PADA BAHAN RESTORASI *NANOHYBRID RESIN COMPOSITE* DENGAN *FIBER REINFORCED COMPOSITE (FRC)*".

Dengan selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Drg. Setyohadi, MS selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya yang telah memberi kesempatan penulis menuntut ilmu di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
2. Drg. Kartika Andari Wulan, Sp.Pros selaku Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya.
3. Drg. Dini Rachmawati, Sp.KGA sebagai dosen penguji yang dengan sabar memberi masukan dan saran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Drg. Delvi Fitriani, M.Kes sebagai pembimbing pertama yang dengan sabar membimbing serta memberi masukan dan saran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG sebagai pembimbing kedua yang dengan sabar membimbing serta memberi masukan dan saran sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Segenap anggota Tim Pengelola skripsi FKG UB
7. Kedua orang tua penulis, Ayahanda Kabulat Tarung dan Ibunda Nany Dwi Handayanie atas kasih sayang, doa yang tulus tiada henti terpanjatkan, senantiasa memberikan semangat dan masukan, adik penulis Anintyas Kusuma yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk segala saran dan kritik yang membangun. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 20 Februari 2018

Penulis



ABSTRAK

Putri, Anintha. 2018. ***Perbedaan Compressive Strength Pada Bahan Restorasi Nanohybrid Resin Composite Dengan Fiber Reinforced Composite (FRC)***. Skripsi. Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang. Pembimbing: (1) drg. Delvi Fitriani, M.Kes (2) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG.

Compressive strength merupakan sifat yang penting untuk tumpatan gigi posterior dalam mencegah retaknya tumpatan akibat tekanan kunyah. *Compressive strength* pada bahan restorasi resin komposit kekuatannya bervariasi pada tiap materi pengisi resin komposit. Nanoteknologi dalam kedokteran gigi, salah satu pengaplikasiannya adalah *nanohybrid resin composite* yang memiliki *compressive strength* melebihi komposit *microfiller*. Komposisi *nanohybrid* yaitu, *filler* berukuran nano yang digabung dengan *filler* berukuran mikro. Namun, ditemukan komposit dengan bahan pengisi baru yaitu *fiber reinforced composite* (FRC) yang menawarkan ketahanan fraktur tinggi dengan resin berisi *E-glass fiber* yang dapat meningkatkan kekerasan resin komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya perbedaan *compressive strength* antara *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*. Penelitian ini menggunakan 20 sampel penelitian yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok A berisi restorasi *nanohybrid resin composite* dan kelompok B berisi restorasi *fiber reinforced composite*, yang berbentuk tabung silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm. Sampel diberikan perlakuan yang sama dengan melakukan penempatan teknik *incremental* dan *light cure* selama 20 detik tiap 2 mm lapisan. Sampel kemudian dimasukkan kedalam *incubator* dengan suhu 37° selama 48 jam. Sampel dilakukan uji *compressive strength* dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kecepatan *arrowhead* 1mm/detik. Hasil uji statistik dengan uji t-test dua sampel bebas menunjukkan adanya perbedaan *compressive strength* yang signifikan antara kelompok A dan kelompok B ($p = 0,002$). Kesimpulan dari penelitian ini terdapat perbedaan *compressive strength* pada bahan restorasi *fiber reinforced composite* lebih besar dibandingkan *nanohybrid resin composite*.

Kata Kunci: *Nanohybrid resin composite, Fiber reinforced composite, Compressive Strength.*

ABSTRACT

Putri, Anintha. 2018. ***Compressive Strength Difference of Restoration Material Nanohybrid Resin Composite With Fiber Reinforced Composite (FRC)***. Final Assignment, Dentistry of Brawijaya University Malang. Supervisors: (1) drg. Delvi Fitriani, M.Kes (2) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp.KG.

Compressive strength is an important character for posterior tooth restoration to prevent cracking due to chewing pressure. Compressive strength of resin composite varies on each of its filler material. One of the applications in nanotechnology is nanohybrid resin composite which has a compressive strength that exceeds microfiller composite. Nanohybrid composition is nano-sized filler combined with a micro-filler. However, a new filler composite has been found, fiber reinforced composite (FRC) which offers high fracture resistance with a resin containing E-glass fiber that can increase the hardness of composite resin. The aim of this research is to know the difference in compressive strength between nanohybrid resin composite and fiber reinforced composite. This research study used 20 samples divided into 2 groups, namely group A is a nanohybrid resin composite restoration and group B is a fiber reinforced composite restoration, formed to resemble a cylindrical tube with a diameter of 4 mm and a height of 6 mm. Samples were given the same treatment by the incremental technique and light cure for 20 seconds every 2 mm layers. The sample was then placed in the incubator at 37 ° for 48 hours. Each sample was tested for compressive strength using a Universal Testing Machine (UTM) with a speed of 1 mm/sec. The result of the statistical test with a t-test of two free samples showed a significant difference in compressive strength between group A and group B ($p = 0,002$). The conclusion of this study is that there is a difference in compressive strength in fiber reinforced composite restorative material that is greater than nanohybrid resin composite.

Keyword: *Nanohybrid resin composite, Fiber reinforced composite, Compressive Strength.*

DAFTAR ISI

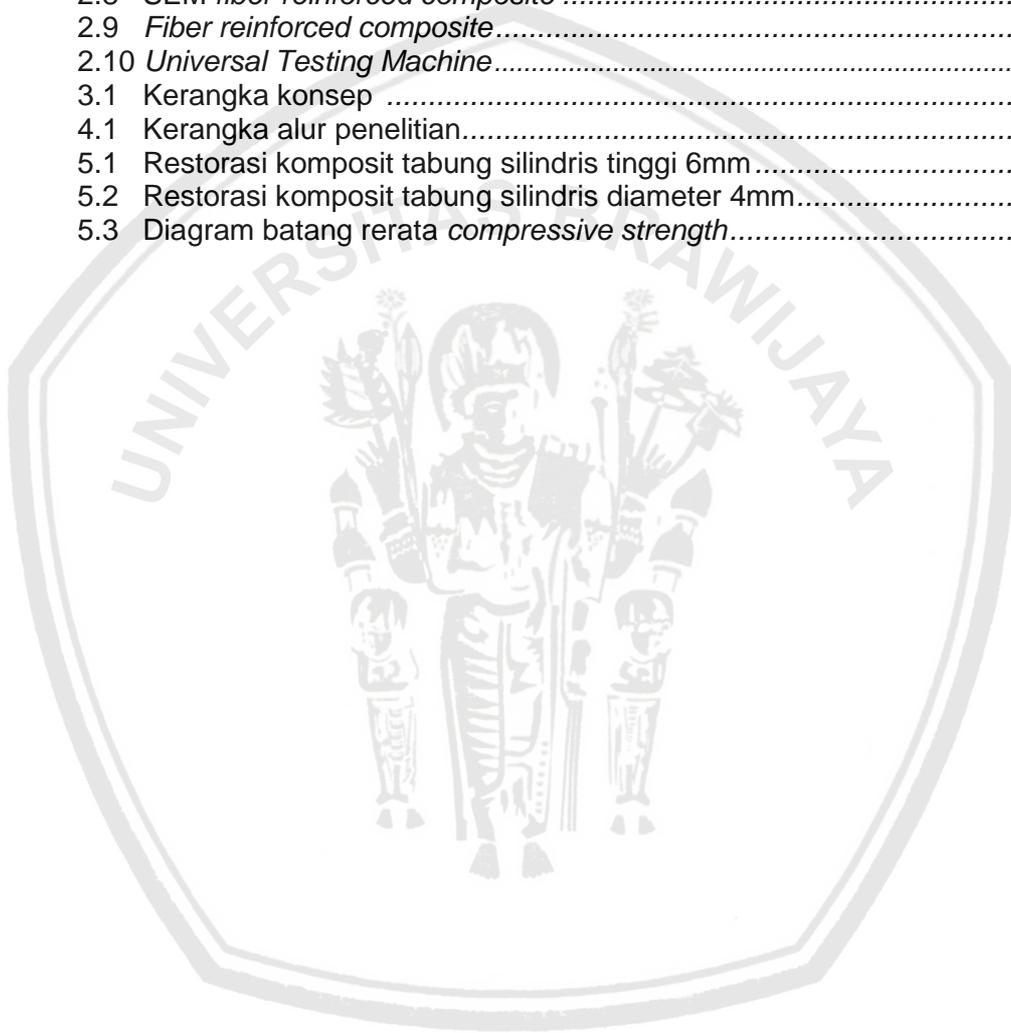
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Resin Komposit	5
2.1.1 Komposisi Resin Komposit	5
2.1.2 Klasifikasi Resin Komposit	8
2.1.3 Sifat-sifat Resin Komposit	14
2.1.4 Polimerisasi Resin Komposit	15
2.1.5 Teknik Etsa Asam	16
2.1.6 Bahan <i>Bonding</i>	17
2.2 <i>Nanohybrid Resin Composite</i>	20
2.3 <i>Fiber Reinforced Composite</i>	21
2.3.1 Indikasi dan Kontraindikasi Pemakaian <i>FRC</i>	24
2.3.2 Manipulasi <i>Fiber Reinforced Composite</i>	25
2.4 <i>Compressive Strength</i>	26
BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN	28
3.1 Kerangka Konsep	28
3.2 Hipotesa Penelitian	30
BAB 4 METODOLOGI PENELITIAN.....	31
4.1 Rancangan Penelitian	31
4.2 Sampel Penelitian	31
4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	32
4.3.1 Lokasi Penelitian	32
4.3.2 Waktu Penelitian	32
4.4 Variabel Penelitian	32
4.4.1 Variabel Bebas	32
4.4.2 Variabel Terikat.....	32

4.4.3 Variabel Terkendali	32
4.5 Definisi Operasional	33
4.6 Bahan, Instrumen dan Cara Penelitian	33
4.6.1 Bahan Penelitian.....	33
4.6.2 Instrumen Penelitian	33
4.7 Prosedur Penelitian	34
4.7.1 Pembuatan Sampel	34
4.7.2 Penyimpanan Sampel	35
4.7.3 Pengukuran <i>Compressive Strength</i>	35
4.8 Analisis Data.....	36
4.9 Alur Penelitian.....	37
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA.....	38
5.1 Hasil Penelitian	38
5.2 Analisis Data	40
5.2.1 Uji Normalitas Data	40
5.2.2 Uji Homogenitas Varian	40
5.2.3 Uji T Dua Sampel Bebas	41
BAB 6 PEMBAHASAN.....	43
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	47
Daftar Pustaka	48
Lampiran	52



DAFTAR GAMBAR

2.1	Struktur kimia bisGMA, UEDMA,TEGDMA	6
2.2	Struktur kimia 3- <i>methacryloxypropyl trimethoxysilane</i>	8
2.3	Permukaan komposit tradisional	11
2.4	Komposit berbahan pengisi mikro	12
2.5	Skematik dari komposit <i>hybrid</i>	13
2.6	Resin Komposit <i>Nanofiller</i>	14
2.7	Resin Komposit <i>Nanoybrid</i>	21
2.8	SEM <i>fiber reinforced composite</i>	22
2.9	<i>Fiber reinforced composite</i>	23
2.10	<i>Universal Testing Machine</i>	27
3.1	Kerangka konsep	28
4.1	Kerangka alur penelitian.....	37
5.1	Restorasi komposit tabung silindris tinggi 6mm.....	38
5.2	Restorasi komposit tabung silindris diameter 4mm.....	38
5.3	Diagram batang rerata <i>compressive strength</i>	40



DAFTAR TABEL

2.1	Klasifikasi komposit berbasis resin	9
2.2	<i>Irradiation time</i> dan <i>depth of cure</i> untuk melakukan polimerisasi	25
5.1	Hasil uji <i>compressive strength nanohybrid resin composite</i> dan <i>fiber reinforced composite</i>	39
5.2	Tabel Uji Normalitas Data	40
5.3	Tabel Uji Homogenitas	41
5.4	T-Test dua sampel bebas	41



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pernyataan Keaslian Tulisan	52
Lampiran 2 Hasil Uji Statistik	53
Lampiran 3 Hasil Pengukuran Nilai <i>Compressive Strength</i>	54
Lampiran 4 Surat Keterangan Polinema	55
Lampiran 5 Alat dan Bahan Penelitian.....	56
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian	57



DAFTAR SINGKATAN, SIMBOL DAN ISTILAH

nm	: Nanometer
C	: <i>Celcius</i>
μm	: Mikrometer
mm	: Milimeter
Mpa	: Megapascal
F	: <i>Force</i>
FRC	: <i>Fiber reinforced Composite</i>
J	: <i>phi (3,14)</i>
d	: Diameter
p	: p-value



ABSTRAK

Putri, Anintha. 2018. ***Perbedaan Compressive Strength Pada Bahan Restorasi Nanohybrid Resin Composite Dengan Fiber Reinforced Composite (FRC)***. Skripsi. Program Studi Sarjana Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Brawijaya Malang. Pembimbing: (1) drg. Delvi Fitriani, M.Kes (2) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp. KG.

Compressive strength merupakan sifat yang penting untuk tumpatan gigi posterior dalam mencegah retaknya tumpatan akibat tekanan kunyah. *Compressive strength* pada bahan restorasi resin komposit kekuatannya bervariasi pada tiap materi pengisi resin komposit. Nanoteknologi dalam kedokteran gigi, salah satu pengaplikasiannya adalah *nanohybrid resin composite* yang memiliki *compressive strength* melebihi komposit *microfiller*. Komposisi *nanohybrid* yaitu, *filler* berukuran nano yang digabung dengan *filler* berukuran mikro. Namun, ditemukan komposit dengan bahan pengisi baru yaitu *fiber reinforced composite* (FRC) yang menawarkan ketahanan fraktur tinggi dengan resin berisi *E-glass fiber* yang dapat meningkatkan kekerasan resin komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya perbedaan *compressive strength* antara *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*. Penelitian ini menggunakan 20 sampel penelitian yang dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok A berisi restorasi *nanohybrid resin composite* dan kelompok B berisi restorasi *fiber reinforced composite*, yang berbentuk tabung silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm. Sampel diberikan perlakuan yang sama dengan melakukan penumpatan teknik *incremental* dan *light cure* selama 20 detik tiap 2 mm lapisan. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *incubator* dengan suhu 37° selama 48 jam. Sampel dilakukan uji *compressive strength* dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan kecepatan *arrowhead* 1mm/detik. Hasil uji statistik dengan uji t-test dua sampel bebas menunjukkan adanya perbedaan *compressive strength* yang signifikan antara kelompok A dan kelompok B ($p = 0,002$). Kesimpulan dari penelitian ini terdapat perbedaan *compressive strength* pada bahan restorasi *fiber reinforced composite* lebih besar dibandingkan *nanohybrid resin composite*.

Kata Kunci: *Nanohybrid resin composite, Fiber reinforced composite, Compressive Strength.*

ABSTRACT

Putri, Anintha. 2018. ***Compressive Strength Difference of Restoration Material Nanohybrid Resin Composite With Fiber Reinforced Composite (FRC)***. Final Assignment, Dentistry of Brawijaya University Malang. Supervisors: (1) drg. Delvi Fitriani, M.Kes (2) drg. Chandra Sari Kurniawati, Sp. KG.

Compressive strength is an important character for posterior tooth restoration to prevent cracking due to chewing pressure. Compressive strength of resin composite varies on each of its filler material. One of the applications in nanotechnology is nanohybrid resin composite which compressive strength exceeds the microfiller composite. Nanohybrid composition is nano-sized filler combined with a micro-filler. However, composite with a new filler has been found, fiber reinforced composite (FRC) which offers to have high fracture resistance with a resin containing E-glass fiber that can increase the hardness of composite resin. The aim of this research is to know the difference of compressive strength between nanohybrid resin composite and fiber reinforced composite. This research study used 20 samples divided into 2 groups, namely group A is a nanohybrid resin composite restoration and group B is a fiber reinforced composite restoration, formed to resemble a cylindrical tube with a diameter of 4 mm and a height of 6 mm. Samples are given the same treatment by incremental technique and light cure for 20 seconds every 2mm layers. The sample was then fed into the incubator at 37 ° for 48 hours. Each sample was tested compressive strength test by using Universal Testing Machine (UTM) with speed of 1mm/sec. The result of statistical test with t-test of two free samples showed significant compressive strength difference between group A and group B ($p = 0,002$). The conclusion of this study is that there is a difference of compressive strength in fiber reinforced composite restorative material greater than nanohybrid resin composite.

Kata Kunci: *Nanohybrid resin composite, Fiber reinforced composite, Compressive Strength.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kasus terbanyak yang dihadapi masyarakat dalam penyakit gigi dan mulut adalah gigi berlubang atau karies gigi. Menurut data Riset Kesehatan Dasar (RisKesDas) tahun 2013, prevalensi nasional masalah gigi dan mulut adalah 25,9% yang berarti hampir seperempat masyarakat Indonesia memiliki masalah penyakit gigi dan mulut. Perawatan yang dapat diberikan untuk gigi yang sudah terkena karies tanpa perforasi pulpa adalah dengan tumpatan (Kidd, 2008).

Resin komposit telah digunakan secara luas di bidang kedokteran gigi karena dapat memberikan hasil akhir restorasi yang baik, yaitu memiliki estetis yang memadai dan kekuatan yang cukup (Roberson, 2006). Restorasi pada gigi harus dapat menerima beban kunyah, baik secara langsung maupun tidak langsung pada saat oklusi dan artikulasi. Beban yang diterima oleh gigi posterior jauh lebih besar dibandingkan dengan gigi anterior, oleh karena itu jenis resin komposit yang digunakan harus memiliki *compressive strength* yang baik (Craig, 2002).

Compressive strength (kekuatan kompresif tumpatan) merupakan sifat yang paling penting untuk tumpatan gigi posterior dan karies yang dalam untuk mencegah retaknya tumpatan karena tekanan kunyah. *Compressive strength* adalah kemampuan suatu bahan untuk menahan beban kekuatan tekan. *Compressive strength* yang rendah dapat mengakibatkan kegagalan restorasi secara klinis, yaitu degradasi tepi pada daerah restorasi yang tipis dan terjadi

patah serta retak pada restorasi (Craig, 2002). Maka dari, itu dibutuhkan jenis resin komposit yang memiliki *compressive strength* yang baik agar restorasi berhasil.

Compressive strength dan ketahanan fraktur *nanohybrid resin composite* setara atau lebih tinggi bila dibandingkan dengan komposit *microfilled* (Aryanto *et al*, 2013). *Nanohybrid resin composite* adalah bahan yang dapat digunakan sebagai tambalan pada gigi anterior dan tambalan pada gigi posterior yang membutuhkan ketahanan pemakaian, juga dapat dipakai sebagai *core build up*, perbaikan *veneer*, komposit *inlay*, dan odontoplasti (Puckett, 2007). *Nanohybrid* memadukan partikel berukuran *nanofilled* dan *microfilled* dengan ukuran filler 0,4-1 μ (Aryanto dkk, 2013). Kontak permukaan antara restorasi resin komposit *nanohybrid* dan kavitas gigi dapat menyebabkan kegagalan tumpatan karena pengerutan sehingga mengakibatkan terjadinya celah dan kebocoran mikro (Anusavice, 2004). Kebocoran mikro dapat menyebabkan terjadinya kegagalan restorasi yang akan menimbulkan karies sekunder dan sensitivitas gigi (Aryanto dkk, 2013).

Baru-baru ini dikembangkan pula *fiber reinforced composite (FRC)* yang dikatakan memiliki ketahanan fraktur yang tinggi. Tipe baru dari *Short Fiber Composite Resin (SFC)* (everX posterior;GC) yang memiliki kombinasi matriks resin, *E (electrical) glass fibers* terputus-putus, dan filler partikel inorganik. *Fiber reinforced composite* resin berisi *E-glass fiber* filler pendek yang diameternya berukuran 17 μ m dan panjang yang berkisar dari 1,3-2mm. Kombinasi dari resin ini membuat formasi *semiinterpenetrating polymer network* (semi IPN) selama polimerisasi material yang dapat meningkatkan properti bonding yang bagus dan meningkatkan kekerasan dari resin komposit (Donova *et al*, 2016).

Menurut hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada *fracture toughness*, *compressive strength* dan *load-bearing capacity* dari *reinforced composite resin* dengan *E-glass fiber filler* dibandingkan dengan restorasi komposit konvensional (Garoushi *et al*, 2011).

Compressive strength yang rendah dapat mengakibatkan kegagalan restorasi. Semakin banyak sisa monomer yang tersisa akibat proses polimerisasi yang tidak sempurna maka tingkat *compressive strength* semakin rendah dan menyebabkan terjadinya celah mikro yang dapat menyebabkan karies sekunder dan sensitivitas gigi (Aschheim, 2001). Akibat dari rendahnya *compressive strength* dan adanya celah mikro tersebut menyebabkan terjadinya kegagalan restorasi resin komposit. Berdasarkan masalah ini, penulis berinisiatif untuk meneliti perbedaan *compressive strength* pada bahan restorasi *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat perbedaan *compressive strength* pada bahan restorasi *nanohybrid resin composite* dengan *fiber reinforced composite* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum dan khusus sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan *compressive strength* pada bahan restorasi *nanohybrid resin composite* dengan *fiber reinforced composite*.

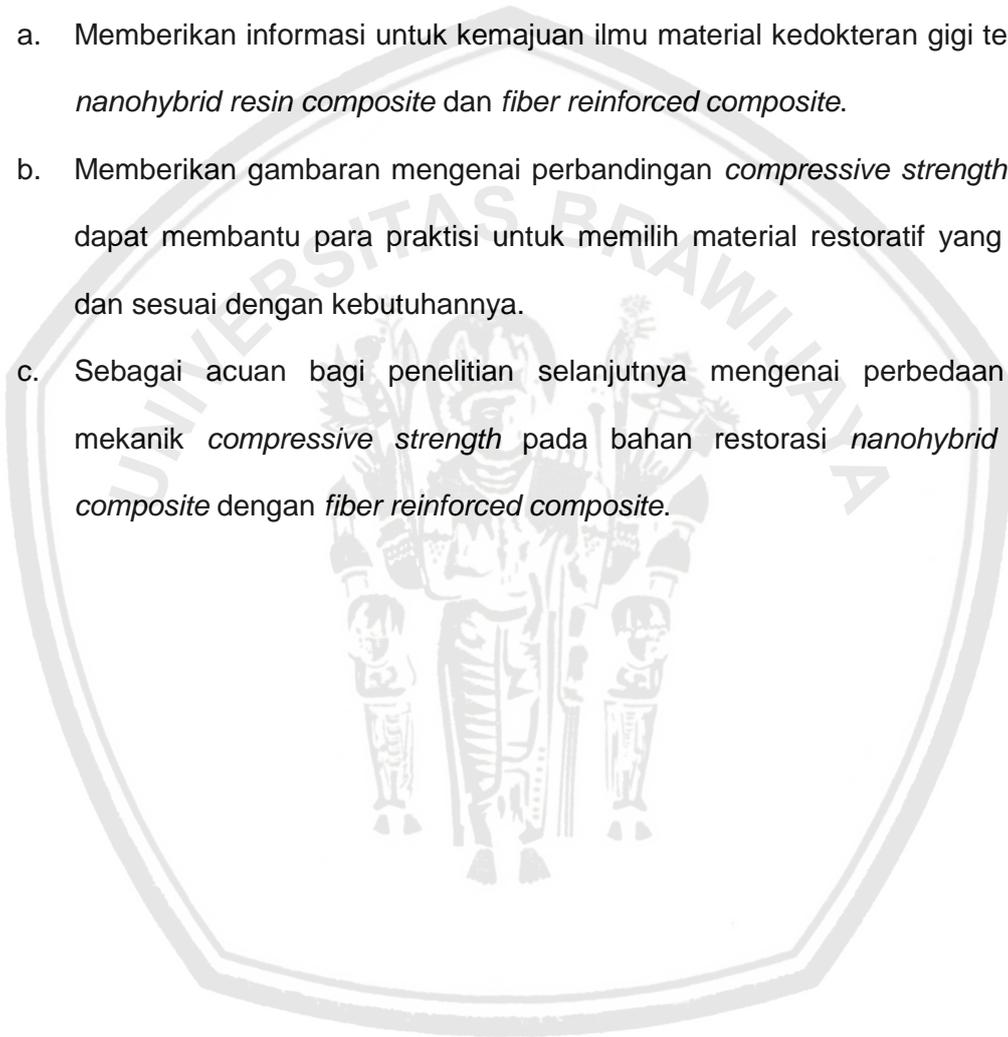
1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengukur nilai *compressive strength* bahan restorasi *nanohybrid resin composite*.

- b. Mengukur nilai *compressive strength* bahan restorasi *fiber reinforced composite*.
- c. Menganalisis perbedaan nilai *compressive strength* antara bahan restorasi *nanohybrid resin composite* dengan *fiber reinforced composite*.

1.4 Manfaat Penelitian

- a. Memberikan informasi untuk kemajuan ilmu material kedokteran gigi tentang *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*.
- b. Memberikan gambaran mengenai perbandingan *compressive strength* yang dapat membantu para praktisi untuk memilih material restoratif yang tepat dan sesuai dengan kebutuhannya.
- c. Sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya mengenai perbedaan sifat mekanik *compressive strength* pada bahan restorasi *nanohybrid resin composite* dengan *fiber reinforced composite*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Komposit

Resin komposit telah digunakan secara luas di bidang kedokteran gigi karena dapat memberikan hasil akhir restorasi yang baik, yaitu memiliki estetis yang memadai dan kekuatan yang cukup (Robenson *et al.*, 2006). Bahan tersebut merupakan salah satu polimer yang mengeras melalui polimerisasi. Istilah resin komposit dapat didefinisikan sebagai gabungan dua atau lebih bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang unggul sehingga menghasilkan sifat yang lebih baik dari pada bahan itu sendiri (Anusavice, 2004). Komposisi resin komposit terdiri atas matriks resin organik, partikel bahan pengisi anorganik (*filler*), bahan coupling (*silane*), sistem aktivator-inisiator, inhibitor dan stabilizer dan *optical modifiers* (Van Noort, 2007).

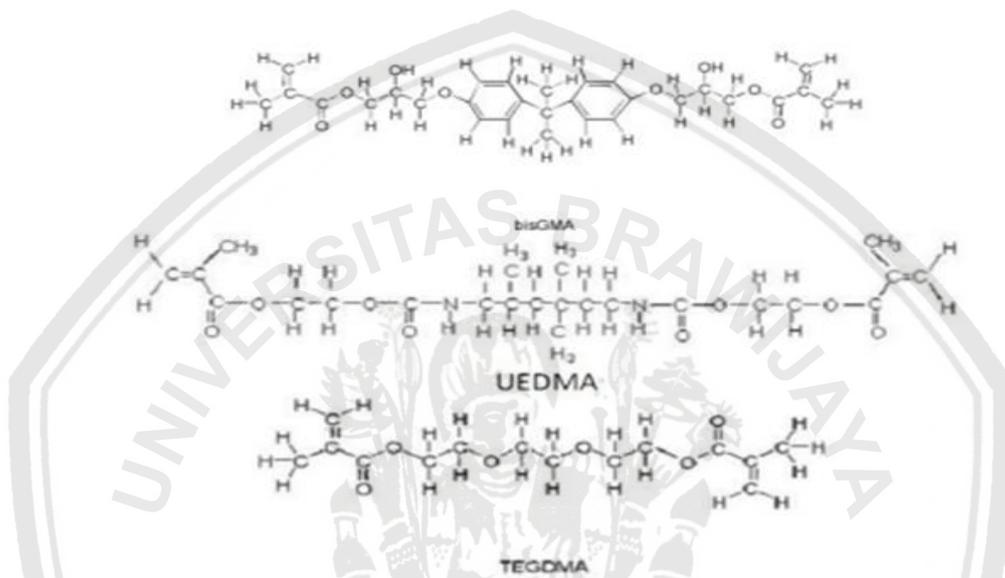
2.1.1 Komposisi Resin Komposit

2.1.1.1 Matriks Resin

Kebanyakan bahan komposit kedokteran gigi menggunakan monomer yang merupakan diakrilat aromatik atau alipatik. Bentuknya adalah monomer cair. *Bisphenol-A-Glycidyl Methacrylat* (BIS-GMA), *urethan dimetilakrilat* (UEDMA), dan *trietilen glikol dimetakrilat* (TEGDMA) adalah dimetakrilat yang umum digunakan dalam komposit gigi (Anusavice, 2004).

Kegunaan matriks resin ini adalah untuk membentuk ikatan silang polimer yang kuat pada bahan resin komposit dan mengontrol konsistensi pada resin komposit. Matriks resin mengandung monomer dengan viskositas tinggi (kental) yaitu BIS-GMA yang disintesis melalui reaksi antara *bisphenol A* dan *glycidyl*

methacrylate oleh Bowen. Monomer dengan viskositas rendah juga terkandung didalamnya yaitu TEGDMA dan UEDMA. Matriks resin memiliki kandungan ikatan ganda karbon reaktif yang dapat berpolimerisasi bila terdapat radikal bebas (Baum,1997).



Gambar 2.1 Struktur kimia bisGMA, UEDMA, TEGDMA (Anusavice, 2004).

2.1.1.2 Filler

Penambahan *filler* sebagian besar menentukan sifat mekanik dari bahan restorasi (LeSage, 2007). Partikel-partikel *filler* ditambahkan ke fase organik untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik dari matriks, seperti berkurangnya pengerutan karena jumlah resin sedikit, berkurangnya penyerapan air dan ekspansi koefisien panas, dan meningkatkan sifat mekanis seperti kekuatan, kekakuan, kekerasan, dan ketahanan abrasi. Faktor-faktor penting lainnya yang menentukan sifat dan aplikasi klinis komposit adalah jumlah bahan pengisi yang ditambahkan, ukuran partikel dan distribusinya, radiopak dan kekerasan (Albers, 2002).

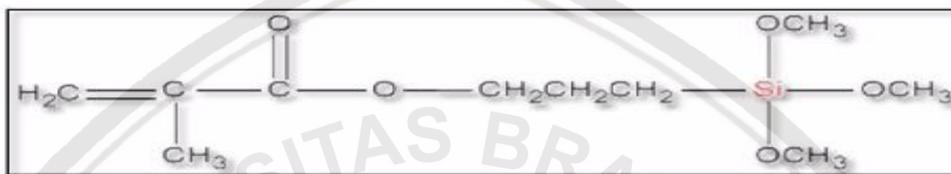
Partikel *filler* yang digunakan bervariasi dengan komposisi kimia, morfologi dan dimensi. Pengisi utama adalah *silikon dioksida*, *silikat boron* dan *silikat alumunium lithium* juga umum digunakan. Pada kebanyakan restorasi komposit, bahan *kuarsa* sebagian besar digantikan oleh partikel logam berat seperti *barium*, *strontium*, *zinc*, *alumunium* atau *zirkonium* yang radiopak (Cakir, 2007).

Memasukan bahan pengisi dalam jumlah maksimal ke dalam matriks resin, diperlukan penyebaran ukuran partikel. Terlihat jelas bahwa bila digunakan ukuran partikel tunggal, meskipun dengan pepadatan yang rapat, suatu celah dapat terjadi antar partikel (bayangkan mengisi sebuah kotak dengan kelereng). Partikel lebih kecil dapat mengisi celah. Bahan pengisi mikro, karena daerah permukaannya besar, seringkali ditambahkan dalam formula komposit dalam jumlah kurang dari 5% berat untuk memodifikasi kekentalan pasta, karena mengurangi risiko sedimentasi partikel dasar. Bahan pengisi mikro juga meningkatkan kepadatan bahan pengisi. Seperti dibahas untuk komposit dengan bahan pengisi mikro, silika kolodial adalah bahan pengisi anorganik satu-satunya (Anusavice, 2004).

2.1.1.3 Coupling Agent

Komponen penting yang terdapat pada komposit resin yang banyak dipergunakan pada saat ini adalah *coupling agent*. Resin akrilik yang awal digunakan tidak berfungsi dengan baik karena ikatan antara matriks dan *filler* tidak kuat. Ikatan antara 2 fase komposit diperoleh dengan *bahan coupling*. Bahan ini memungkinkan matriks polimer lebih fleksibel dalam meneruskan tekanan ke partikel pengisi yang lebih kaku. Aplikasi *bahan coupling* yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik serta memberikan kestabilan hidrolitik

dengan mencegah air menembus sepanjang antar-muka bahan pengisi dan resin (Anusavice, 2004). Bahan *coupling* memiliki fungsi utama sebagai fasilitator ikatan antara matriks resin dan partikel bahan pengisi (*filler*). Bahan *coupling* yang sering digunakan adalah organosilane (*3-methacryloxypropyl trimethoxysilane*) (Khaled, 2011).



Gambar 2.2 Struktur kimia 3-methacryloxypropyl trimethoxysilane (Anusavice,2004).

2.1.2 Klasifikasi resin komposit

Resin Komposit dapat terbagi dalam berbagai bentuk menurut konsistensinya dan besar atau ukuran partikel pengisi di dalamnya. Berdasarkan konsistensinya, resin komposit dapat dibagi dalam dua golongan besar yaitu resin komposit dengan konsistensi yang cair disebut *flowable* sedangkan konsistensi yang padat disebut *packable* (Ferracane, 2010). Sejumlah sistem klasifikasi telah digunakan untuk bahan komposit berbasis resin. Satu sistem klasifikasi didasarkan pada ukuran rata-rata partikel bahan pengisi utama resin komposit yaitu *filler*, dimana *filler* memiliki ukuran yang bermacam-macam. Ukuran *filler* berdampak pada tingkat kehalusan permukaan dan resisten keausan dari resin komposit, Semakin kecil ukuran *filler* maka akan menghasilkan permukaan resin komposit yang lebih halus (Manappalil, 2010). Sejumlah sistem klasifikasi telah digunakan untuk resin komposit.

Anusavice (2004) mengklasifikasikan resin komposit berdasarkan ukuran partikel *filler*.

Tabel 2.1 Klasifikasi Komposit Berbasis Resin (Anusavice, 2004).

Kategori	Rata-Rata Ukuran Partikel (μm)
Komposit tradisional	8-12
Komposit berbahan pengisi kecil	1-5
Komposit berbahan pengisi mikro	0,04-0,4
Komposit hibrid	0,6-1,0

2.1.2.1 Berdasarkan Konsistensi

2.1.2.1.1 *Packable* Resin Komposit

Resin komposit *packable* merupakan resin komposit yang memiliki bentuk padat dengan memodifikasi kandungan partikel pengisi yang dimiliki (Ferracane, 2010). Resin komposit jenis ini diperkenalkan pada tahun 1990an untuk menjadi pengganti dari bahan tumpat amalgam karena keunggulannya memiliki kekuatan dalam melawan tekanan dan gaya di dalam rongga mulut yang besar dan penggunaan yang lebih mudah. *Packable* resin komposit memiliki karakteristik kandungan partikel pengisi yang tinggi dan distribusi yang baik sehingga konsistensi yang dimiliki lebih padat serta tidak mudah menempel pada *filling instrumen* pada saat penggunaan (Papadogiannis *et al*, 2007).

Resin komposit ini juga diharapkan dapat menunjukkan sifat-sifat fisik dan mekanis yang baik karena memiliki kandungan *filler* yang tinggi. Resin komposit *packable* diindikasikan untuk gigi posterior karena daya tahannya terhadap tekanan dapat mengurangi masalah kehilangan kontak. Resin komposit ini

diindikasikan untuk restorasi klas I, klas II dengan luas kavitas yang kecil, dan klas V (Powers *et al*, 2006).

2.1.2.1.2 Flowable Resin Komposit

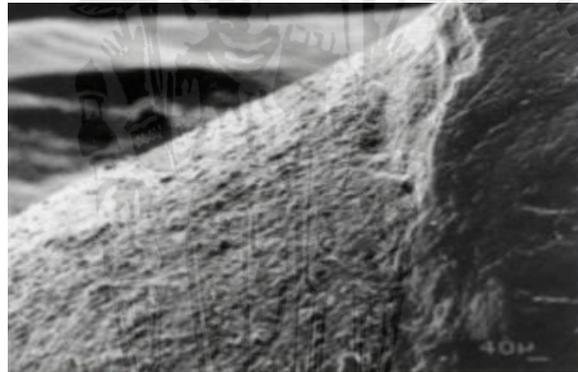
Flowable resin komposit merupakan jenis resin komposit yang diproduksi dengan viskositas lebih rendah atau berbentuk sedikit cair. Konsistensi cair ini dibuat dengan cara mengurangi besarnya kandungan partikel pengisi di dalam resin komposit. Beberapa sumber mengatakan bahwa dengan mengurangi kandungan partikel pengisi yang ada dalam sebuah resin komposit dapat berpengaruh pada menurunnya kemampuan mekanik dan memungkinkan terjadinya peningkatan pengerutan pada resin komposit. Konsistensi cair yang dimiliki resin komposit *flowable* memungkinkan resin komposit ini untuk menjangkau pada aktivitas yang paling kecil dan susah terjangkau oleh jenis lain. Resin komposit jenis ini memiliki adaptasi kavitas yang sangat baik dan memiliki kemasan berbentuk *syringe* agar mudah dalam penggunaannya (Powers *et al*, 2006). Resin komposit *flowable* memiliki modulus elastisitas yang rendah menyebabkan bahan ini lebih *flexible*, penempatan bahan yang lebih mudah, cepat, teliti, mudah beradaptasi, sangat mudah dipoles, radiopak, dan mengandung *fluoride* serta pengurangan sensitivitas setelah penempatan. Indikasi bahan restorasi ini ditujukan untuk kavitas dengan invasif minimal seperti restorasi klas I dan klas II dengan tekanan oklusal yang ringan, restorasi kavitas klas V, juga dapat digunakan sebagai *liner* (Roberson, 2002).

2.1.2.2 Berdasarkan Ukuran Partikel Filler

2.1.2.2.1 Komposit Tradisional

Komposit tradisional adalah komposit yang dikembangkan selama tahun 1970an dan sudah sedikit dimodifikasi selama bertahun-tahun. Komposit ini juga

disebut komposit konvensional atau komposit berbahan pengisi makro, disebut demikian karena ukuran partikel bahan pengisi relatif besar. Komposit berasal dari resin akrilik yang ditambah *filler* anorganik seperti *glass*, *quartz*, *boron glass*, bahan dengan ukuran partikel rata-rata 10-20 μm tetapi dapat tampak partikel ukuran 40 μm , Komposit konvensional memiliki derajat keausan yang sangat tinggi karena matriks resin yang lunak cenderung terlepas dari partikel keras yang lebih *resisten*. Kemungkinan akumulasi plak dan perubahan warna lebih besar pada komposit ini dibandingkan dengan jenis lain. Komposit *macrofiller* memiliki ciri khas akan berubah sedikit abu-abu ketika digosok dengan instrument (Anusavice, 2004).

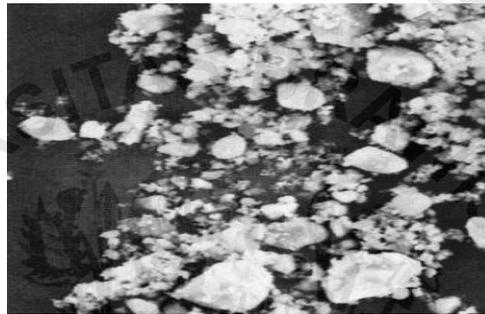


Gambar 2.3 Permukaan komposit tradisional (Anusavice, 2004).

2.1.2.2.2 Komposit Berbahan Pengisi Mikro

Jenis komposit mikrofil mempunyai ukuran partikel *filler* yang lebih kecil dari makrofil, dengan ukuran partikel rata-rata 0,02 μm , (0,01-0,05 μm). Bahan *filler* komposit ini adalah senyawa anorganik silika koloidal dengan komposisi sekitar 50% dari total komposit. Resin komposit ini mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil dengan permukaan lebih mudah dipolish sampai sangat halus dan berkilau sehingga memiliki kualitas estetik sangat baik. Warnanya lebih stabil

karena itu lebih sering digunakan pada gigi anterior (Albers, 2002). Luas permukaan partikel pengisi sangat kecil sehingga membutuhkan lebih banyak matriks resin untuk membasahi permukaan partikel pengisi. Karena jumlah komponen resin komposit yang tinggi, maka akan dihasilkan peningkatan koefisien ekspansi termal dan kekuatan yang lebih rendah (Anusavice, 2004).

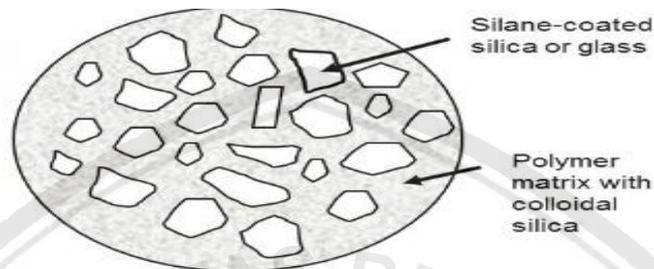


Gambar 2.4 Komposit berbahan pengisi mikro (Anusavice, 2004).

2.1.2.2.3 Komposit *Hybrid*

Resin komposit *hybrid* mempunyai ukuran *filler* 0,04-5 μm . Resin komposit tipe ini mempunyai daya tahan yang lebih baik terhadap fraktur, dapat dipoles dengan baik dan warnanya stabil. Resin komposit *hybrid* mengandung dua macam *filler* yaitu partikel *macrofiller* dengan penambahan partikel *microfiller*. Komposit *hybrid* terdiri dari kaca berbentuk ireguler (*borosilicate glass*, *lithium* atau *barium aluminium silicate*, *strontium* atau *zinc glass*), partikel *quartz* atau *zirconia*. Kaca mempunyai ukuran partikel rata-rata 0,6-1 μm . Distribusi ini lebih efisien karena partikel kecilnya mengisi tempat antara partikel besar. Kandungan partikel pengisi resin komposit hibrida ini menyusun 75-80% berat keseluruhan resin komposit. Resin komposit *hybrid* kurang baik pada pemolesan

dibanding dengan resin komposit *microfiller*, tetapi tipe ini lebih tahan terhadap abrasi sehingga dapat digunakan sebagai bahan restorasi klas IV (Powers *et al*, 2012).



Gambar 2.5 Skematik dari komposit *hybrid* (Anusavice, 2004).

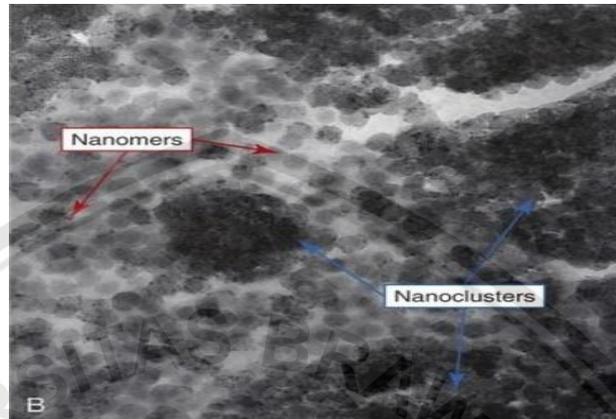
2.1.2.2.4 Komposit *Nano*

Nanoteknologi merujuk pada produksi struktur dan fungsi sebuah materi dalam skala ukuran 0,1-100 nm yang dicapai dengan metode fisik maupun kimia (Gonulol *et al*, 2012). *Nanocomposite* adalah komposit yang tersusun atas komponen yang berskala nanometer. Ukuran partikel dan kualitas pada resin komposit sangat penting untuk menentukan cara terbaik dalam pemanfaatan bahan restoratif itu sendiri. Komposit ini dapat dibagi menjadi dua bentuk yaitu *nanofiller* dan *nanohybrid*, yang merupakan hasil dari pengembangan dari komposit generasi sebelumnya (George *et al*, 2011).

2.1.2.2.5 Komposit *Nanofiller*

Resin komposit nanofiller adalah salah satu macam dari *nanocomposite*, komposit ini berisi partikel pengisi ukuran nano yang disebut *nanomer* dan juga sekumpulan partikel lain yang bergabung menjadi satu membentuk gerombolan partikel dalam resin komposit yang disebut *nanocluster*. Kombinasi dari partikel *nanomer* dan *nanocluster* menurunkan celah *interstitial* dari partikel pengisi,

sehingga terjadi peningkatan muatan partikel pengisi, memperbaiki sifat fisik, dan meningkatkan penyempurnaan retensi (Hamouda, 2012).



Gambar 2.6 Resin komposit *Nanofiller* (Sakaguchi *et al.*, 2012).

2.1.3 Sifat-sifat Resin Komposit

2.1.3.1 Sifat Klinis

Kebutuhan klinis yang diberikan oleh resin komposit dapat diterima termasuk restorasi pada cusp gigi posterior. Sifat klinis yang dimiliki oleh resin komposit yaitu *radiopacity* yang rendah, tingkat keausan yang cukup tinggi serta *biocompatibility* yang cukup baik (Powers *et al*, 2006).

2.1.3.2 Sifat Fisis

Komposit merupakan bahan restorasi yang memiliki estetik yang baik. Selain itu, komposit memiliki kemampuan perlekatan pada enamel maupun dentin dengan bonding dan stabilitas warna yang baik pula (Naz *et al*, 2012). Sifat fisik dari komposit diantaranya yaitu adanya pengerutan saat polimerisasi, ekspansi termal, penyerapan cairan, kelarutan, stabilitas warna yang cukup baik serta *working* dan *setting time* yang dapat dikontrol dengan memperhatikan konsentrasi *initiator* dan *accelerator* (Powers *et al*, 2006).

2.1.3.3 Sifat Mekanis

Resin komposit memiliki sifat mekanis antara lain yaitu kekuatan dan kekerasan dan salah satu sifat fisiknya adalah kekasaran permukaan (Kidd, 2008; Van ende *et al.*, 2012).

a. Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan merupakan kemampuan suatu bahan untuk menahan tekanan yang diberikan kepada bahan. Kekuatan terdiri dari kekuatan tarik (*tensile strength*), kekuatan kompresi (*compressive strength*) dan modulus elastik. Resin komposit memiliki kekuatan yang berbeda-beda.

b. Kekerasan (*Hardness*)

Kekerasan adalah suatu ketahanan bahan terhadap deformasi tekanan yang diberikan padanya. Kekerasan permukaan *dental material* dapat menjadi alat untuk mengetahui teknik dan nilai kekerasan bisa digunakan untuk membandingkan resin komposit yang berbeda. Kekerasan bisa menjadi indikator terbaik dari ketahanan pemakaian resin komposit.

c. Kekasaran

Kekasaran adalah ukuran dari tekstur permukaan yang tidak teratur.

2.1.4 Polimerisasi Resin Komposit

Polimerisasi merupakan proses pembentukan polimer dari gabungan beberapa monomer. Polimerisasi pada komposit menggunakan gugus radikal yang diperoleh melalui aktivasi dengan sinar (*light-cured composite*) atau senyawa kimia (*self-cured composite*) (Bektas, 2012).

Proses pengerasan resin komposit memerlukan alat *visible light cure* (VLC) atau sinar tampak. Keuntungan dari VLC adalah proses pengerasan yang cepat, dalam dan dapat diandalkan, meskipun melalui lapisan email bagian labial

atau lingual (Albers, 2002). Salah satu kelemahan resin komposit yaitu terjadinya pengerutan selama polimerisasi, sehingga menimbulkan *stress* yang terkonsentrasi pada daerah *interfasial*. *Stress* yang terjadi pada daerah *interfasial* diakibatkan oleh kompetisi gaya yang dihasilkan antara *stress* pengerutan polimerisasi resin komposit dan gaya adhesi terhadap substrat gigi.

Pengerutan polimerisasi merupakan masalah terbesar pada semua bahan restorasi berbahan dasar resin. Pengerutan yang terjadi bervariasi antara 1-5% volume, pengerutan polimerisasi berkaitan dengan *c-factor* yang merupakan perbandingan antara permukaan yang berikatan dengan permukaan yang bebas. Semakin tinggi *c-factor* maka semakin tinggi potensi terjadinya pengerutan polimerisasi (Power *et al*, 2006).

Jarak sumber sinar yang paling ideal guna mendapatkan polimerisasi yang optimal adalah 1-2 mm dengan ketebalan material komposit resin 1,5-2 mm (Price *et al*, 2000).

2.1.5 Teknik Etsa Asam

Sebelum memasukan resin, enamel pada permukaan struktur gigi yang akan ditumpat diolesi etsa asam. Teknik etsa asam dengan aplikasi asam fosfat 37% digunakan untuk memperoleh ikatan mekanik antara bahan restorasi resin komposit dan struktur gigi. Asam fosfat 37% yang diaplikasikan dalam waktu singkat, akan menghasilkan pori-pori kecil pada permukaan email, tempat ke mana resin akan mengalir jika ditempatkan ke dalam kavitas sehingga memberikan tambahan retensi mekanis pada restorasi dan mengurangi kemungkinan kebocoran tepi antara permukaan restorasi dan struktur gigi (Anusavice, 2004).

Bahan etsa menggunakan asam fosfor, konsentrasi asam fosfor yang tepat adalah 35%-50%, tetapi pada konsentrasi lebih dari 50% menyebabkan pembentukan monokalsium fosfat monohidrat pada permukaan teretsa yang sehingga menghambat kelarutan lebih lanjut. Asam ini tersedia dalam bentuk cair dan gel dan umumnya dalam bentuk gel agar lebih mudah dikendalikan. Asam diaplikasikan dan dibiarkan tanpa proses perlekatannya dengan enamel minimal selama 15-20 detik (Koudi dan Patil, 2007).

Email terdiri dari prisma-prisma email yang saling berkaitan dan tersusun rapi. Di antara prisma-prisma terdapat substansi interprisma yang juga tersusun rapi, berisikan kristal hidroksi apatit yang akan larut oleh pengetsaan, sehingga permukaan email yang teretsa akan membentuk rongga-rongga seperti sarang lebah. Rongga ini akan menjadi retensi mekanik bagi bahan *bonding* yang dikenal dengan istilah *resin tag* (O'Brien, 2002).

Pemberian etsa asam harus dibilas dengan air selama 20 detik dan dikeringkan. Enamel yang sudah kering, harus terlihat permukaan berwarna putih seperti bersalju hal tersebut menunjukkan bahwa etsa berhasil. Permukaan ini harus terjaga tetap bersih dan kering sampai resin diletakan untuk membuat ikatan yang baik, karena enamel yang dietsa meningkatkan energi permukaan enamel (Soratur, 2002).

2.1.6 Bahan Bonding

Dentin adhesif harus bersifat *hidrofilik* untuk menggeser cairan dentin dan juga membasahi permukaan, memungkinkan berpenetrasi ke dalam pori-pori dentin dan akhirnya bereaksi dengan komponen organik atau anorganik. Matriks resin bersifat *hidrofobik*, karena itu bahan *bonding* juga harus mengandung hidrofilik maupun *hidrofobik*. Bagian *hidrofilik* harus bersifat dapat berinteraksi

pada permukaan yang lembab, sedangkan bagian *hidrofobik* harus berikatan dengan restorasi resin (Van, 2008).

a. Bahan *bonding* enamel

Enamel merupakan jaringan yang paling padat dan keras pada tubuh manusia. Enamel terdiri atas 96% mineral, 1% organik material, dan 3% air. Mineral tersusun dari jutaan kristal hidroksiapatit yang sangat kecil. Tersusun secara rapat sehingga membentuk prisma enamel secara bersamaan berikatan dengan matriks organik, pada prisma yang panjang bentuknya seperti batang dengan diameter sekitar 5 μm . Kristal hidroksiapatit bentuknya heksagonal yang tipis, karena strukturnya seperti itu tidak memungkinkan mendapatkan susunan yang sempurna. Celah diantara kristal dapat terisi air dan material organik. Bahan *bonding* biasanya terdiri atas bahan matriks resin BIS-GMA yang encer tanpa pasi atau hanya dengan sedikit bahan pengisi (pasi).

Bahan *bonding* enamel dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan membasahi enamel yang teretsa. Umumnya, kekentalan bahan ini berasal dari matriks resin yang dilarutkan dengan monomer lain untuk menurunkan kekentalan dan meningkatkan kemungkinan membasahi. Bahan ini tidak mempunyai potensi perlekatan tetapi cenderung meningkatkan ikatan mekanis dengan membentuk resin tag yang optimum pada enamel. Beberapa tahun terakhir bahan *bonding* tersebut telah digantikan dengan sistem yang sama seperti yang digunakan pada dentin. Peralihan ini terjadi karena manfaat dari *bonding* simultan pada enamel dan dentin dibandingkan karena kekuatan *bonding* (Powers *et al*, 2006).

b. Bahan *bonding* dentin

Dentin adalah bagian terbesar dari struktur gigi yang terdapat hampir diseluruh panjang gigi dan merupakan jaringan hidup yang terdiri dari odontoblas dan matriks dentin. Tersusun dari 75% materi inorganik, 20% materi organik dan 5% materi air. Matriks dentin di dalamnya terdapat tubuli berdiameter 0,5-0,9 mm di bagian dentino *enamel junction* dan 2-3 mm di ujung yang berhubungan dengan pulpa. Jumlah tubuli dentin sekitar 15-20 ribu/mm² didekat *dentino enamel junction* dan sekitar 45-65 ribu dekat permukaan pulpa (Powers *et al*, 2006).

Penggunaan asam pada etsa untuk mengurangi terbentuknya *microleakage* atau kehilangan tahanan tidak lagi menjadi resiko pada resin dipermukaan enamel. Permasalahan timbul pada resin dipermukaan dentin atau sementum (Ferrecane, 2001). Pengetsaan asam pada dentin yang tidak sempurna dapat melukai pulpa. Dentin *bonding* terdiri dari :

a. *Dentin Conditioner*

Fungsi dari *dentin conditioner* adalah untuk memodifikasi *smear layer* yang terbentuk pada dentin selama proses preparasi kavitas, yang termasuk dentin *conditioner* antara lain asam *maleat*, EDTA, asam *oxalic*, asam *phosric* dan asam *nitric*. Pengaplikasian bahan asam kepermukaan dentin akan menghasilkan reaksi asam basah dengan hidroksiapatit, hal ini akan mengakibatkan larutnya hidroksiapatit yang menyebabkan terbukanya tubulus dentin serta terbentuknya permukaan demineralisasi dan memiliki kedalaman 4 mm. Semakin kuat asam yang digunakan semakin kuat pula reaksi yang ditimbulkan. Beberapa dari *dentin conditioner* mengandung glutaraldehid. Glutaraldehid dikenal sebagai bahan untuk penyambung kolagen. Proses

penyambungan ini untuk menghasilkan substrat dentin yang lebih kuat dengan meningkatkan kekuatan dan stabilitas dari struktur kolagen (Van Ende, 2012).

b. *Primer*

Primer bekerja sebagai bahan adhesif pada *dentin bonding agent* yaitu menyatukan antara komposit dan komonomer yang bersifat hidrofobik dengan dentin yang bersifat hidrofilik, oleh karena itu primer berfungsi sebagai perantara, dan terdiri dari monomer bifungsional yang dilarutkan dalam larutan yang sesuai. Monomer bifungsional adalah bahan pengikat yang memungkinkan penggabungan antara dua material yang berbeda (Van Ende, 2012).

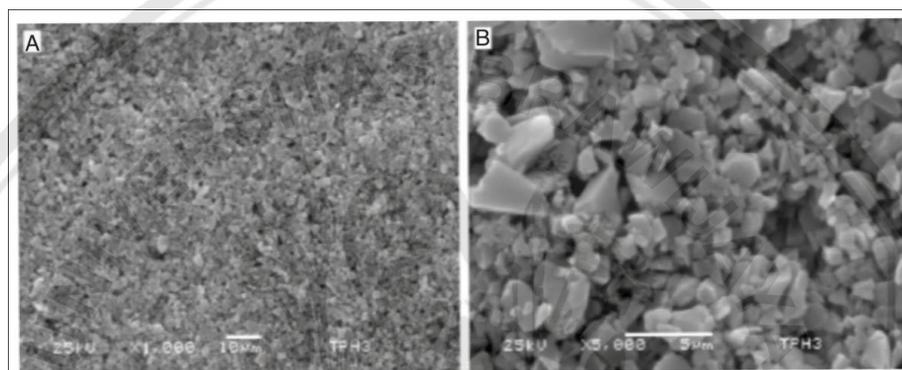
2.2 **Nanohybrid Resin Composite**

Nanohybrid resin composite merupakan salah satu jenis komposit yang memiliki komposisi *filler* berukuran nano yang digabung dengan *filler* yang berukuran mikro (Gusti *et al*, 2016).

Resin komposit *nanohybrid* dapat dikategorikan sebagai resin komposit universal pertama dimana kemampuan penanganan dan kemampuan poles didapat dari komposit *nanofiller*, serta kekuatan dan ketahanan pemakaian dari komposit *microfiller*, sehingga resin komposit *nanohybrid* dapat digunakan sebagai restorasi pada gigi anterior dan sekaligus dapat dipakai sebagai restorasi pada gigi posterior (Powers *et al*, 2006). Resin komposit *nanohybrid* juga dapat dipakai sebagai *core build up*, perbaikan *veneer*, komposit *inlay*, estetik odontoplasti, serta perbaikan komposit dan porcelain yang rusak (Mulyani dkk, 2011).

Komposisi bahan resin komposit ini terdiri dari sistem resin yang bersifat dapat mengurangi pengerutan, yaitu BIS-GMA, BIS-EMA (*Bisphenol Apolyethylene glycol diether dimethacrylate*), UDMA (*Urethane dimethacrylate*)

dan sejumlah kecil TEGDMA (*Trietilen Glikol Dimetakriat*), sedangkan fillernya berisi kombinasi antara *filler nanosilica* 20 nanomer yang tidak berkelompok, dan *nanocluster zirconia/silica* yang mudah berikatan membentuk kelompok, dimana kelompok tersebut terdiri dari partikel *zirconia/silica* dengan ukuran 2-20 nanomer. Ukuran partikel satu *cluster* adalah berkisar antara 0.6 – 1.4 mikron (Ertan, 2006).



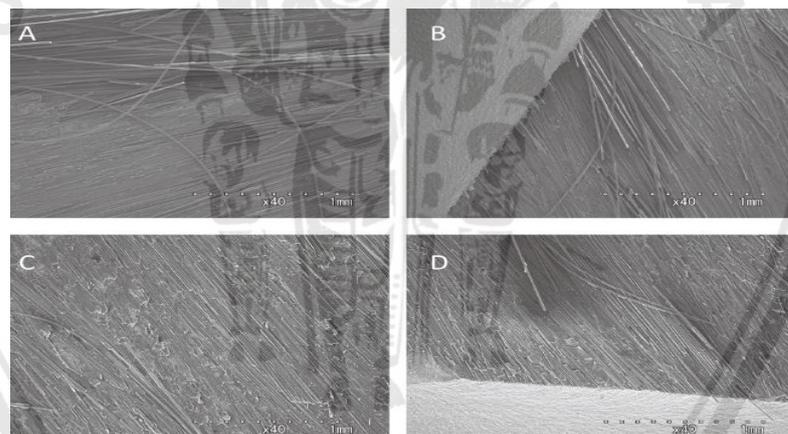
Gambar 2.7 Resin komposit *Nanohybrid*. A. Gambaran resin komposit *nanohybrid* dengan pembesaran 1000X. B. Gambaran resin komposit *nanohybrid* dengan pembesaran 5000X (Morales *et al.*, 2008).

Komposit *nanohybrid* memiliki ukuran partikel yang lebih kecil, resin komposit jenis ini mempunyai hasil tekstur permukaan yang lebih halus dan menurunnya kemungkinan biodegradasi. Ukuran partikel yang lebih kecil memastikan *polymerization shrinkage* yang lebih sedikit, menimbulkan defleksi dinding cusp yang lebih kecil dan mengurangi kemungkinan kebocoran tepi. *Compressive strength* komposit *nanohybrid* cukup bagus sehingga bahan ini juga dapat digunakan sebagai tambalan pada gigi posterior (Powers *et al.*, 2006).

2.3 *Fiber Reinforced Resin Composite*

Modifikasi resin komposit dapat dilakukan dengan penambahan *fiber* untuk memperkuat resin komposit sebagai bahan tumpatannya dengan

menambahkan *fiber* yang berupa *glass fiber*, *carbon fiber*, *polyethylene fiber* (Manhaart, 2009). Penguatan dengan menambahkan *fiber* pada polimer resin komposit menggunakan *carbon fiber* terbukti dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik resin komposit, akan tetapi *carbon fiber* memiliki nilai estetika yang kurang baik (Glazer *et al*, 2000). Modifikasi resin komposit dengan penambahan *polyethylene fiber* terbukti dapat meningkatkan sifat mekanik resin komposit (Luthria *et al*, 2012). *Glass fiber* juga dapat meningkatkan sifat mekanik resin komposit (Manhaart, 2009). *Fiber* yang paling sering digunakan di kedokteran gigi adalah *glass fiber* dan *ultra high molecular weight polyethylene fiber* (UHMWPE), kedua material tersebut merupakan jenis *fiber* sintetis (Uzun *et al*, 1999).



Gambar 2.8 Gambaran *scanning electron microscopic* komposit *fiber reinforced composite* (Yanagida *et al*, 2016).

Glass fiber merupakan material yang sering digunakan untuk penguat polimer karena beberapa keuntungan yaitu memiliki kekuatan tarik yang cukup tinggi, tahan terhadap bahan kimia, bersifat isolator baik, tahan terhadap suhu yang tinggi. Berdasarkan dari sifatnya, terdapat tiga tipe *glass fiber* yaitu tipe A (*alkaly*), E (*electrical*), C (*chemical*) dan S (*stregth*), dimana tipe A merupakan

material utama pembuatan *glass fiber*, tipe E memiliki isolasi listrik yang sangat baik, tipe C memiliki ketahanan terhadap korosi kimia dan tipe S memiliki kandungan *silica* yang tinggi sehingga tahan terhadap temperatur yang tinggi serta memiliki kekuatan mekanik yang besar (Grupta dan Khotari, 1997).

Baru-baru ini, *short fiber reinforced composite* (FRC) diperkenalkan sebagai resin komposit restoratif kedokteran gigi. *Fiber reinforced composite* dimaksudkan untuk digunakan pada area yang menahan tekanan tinggi terutama pada gigi molar (Garoushi *et al*, 2012).

Tipe baru dari *short fiber reinforced composite* (FRC) (everX Posterior; GC corp) terdiri dari kombinasi sebuah matriks resin, *E (electrical) glass fibers*, dan *inorganic particulate fillers*. Matriks resinnya meliputi *cross-linked monomers*, bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate (bis-GMA), dan triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA), disertai oleh linear polymethylmethacrylate (PMMA). *Short FRC* berisi *E-glass fiber filler* pendek yang diameternya berukuran $17\mu\text{m}$ dan panjang yang berkisar dari 1,3-2mm. Kombinasi dari resin ini membuat formasi *semiinterpenetrating polymer network* (semi IPN) selama polimerisasi material yang dapat meningkatkan properti bonding yang bagus dan meningkatkan kekerasan dari resin komposit (Donova *et al*, 2016).



Gambar 2.9 *Fiber reinforced composite* (GC everX Posterior, 2013)

Salah satu komponen FRC, yaitu *glass fibers* telah diteliti selama 30 tahun untuk peningkatan dental polimer. Peneliti telah mendokumentasikan efisiensi kekuatan dan kualitas aesthetic yang baik dibandingkan dengan *carbon fiber* dan *aramid fiber* (Garoushi *et al*, 2011).

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada *fracture toughness*, *compressive strength* dan *load-bearing capacity* dari *reinforced composite resin* dengan *E-glass fiber filler* dibandingkan dengan restorasi komposit konvensional (Garoushi *et al*, 2011).

2.3.1 Indikasi dan Kontraindikasi Pemakaian *Fiber Reinforced Composite*

Fiber reinforced composite cocok digunakan sebagai material untuk memperkuat restorasi komposit *direct*, terutama pada kavitas posterior yang besar, contoh lainnya (GC everX Posterior, 2013) :

- a. Kavitas yang melibatkan 3 permukaan atau lebih.
- b. Kavitas dengan cups yang hilang.
- c. Kavitas dalam (termasuk klas I, II dan gigi yang mengalami perawatan endodontik).
- d. Kavitas setelah penggantian amalgam.
- e. Kavitas dimana onlay & inlay juga menjadi indikasi.

Kontraindikasi *Fiber reinforced composite*:

- a. Tidak untuk digunakan pada Pulp Capping.
- b. Setidaknya satu dimensi horizontal harus melebihi 3mm.
- c. Pada kasus langka, produk ini dapat menyebabkan sensitivitas.
- d. Produk ini tidak cocok digunakan pada pasien dengan sejarah hipersensitivitas terhadap *methacrylate monomers*.
- e. Tidak digunakan untuk permukaan lapisan komposit.

2.3.2 Manipulasi *Fiber Reinforced Composite*

Preparasi kavitas dengan teknik standar. Keringkan kavitas hingga kering dengan cara ditiup menggunakan udara. Penggunaan *rubber dam* direkomendasikan untuk mengisolasi gigi yang akan dipreparasi dari saliva darah dan cairan lainnya. *Fiber reinforced composite* menggunakan *bonding* untuk enamel dan dentin, gunakan *bonding* dengan sistem *light cure*. Letakkan *fiber reinforced composite* langsung pada kavitas, lalu rapikan dengan menggunakan instrumen hingga beradaptasi dengan lantai dan dinding kavitas. *Premature curing* dapat dihindari dengan cara mengurangi sinar langsung pada area kerja. Meletakkan *fiber reinforced composite* pada kavitas pastikan masih ada sisa ruang untuk komposit penutup di atasnya. *Fiber reinforced composite* kemudian di *light cure*, pastikan *light cure* sedekat mungkin dengan permukaan. Masukan sisa kavitas yang kosong dengan restorasi komposit yang dapat di poles. Lapisan komposit harus sedalam 1-2 mm dari permukaan oklusal lalu dilakukan *light cure* dan dilanjutkan dengan tahap pemolesan (GC everX Posterior, 2013). Berikut adalah tabel *Irradiation time* dan *depth of cure* yang efektif untuk melakukan polimerisasi.

Tabel 2.2 *Irradiation time* dan *depth of cure* dari *fiber reinforced composite*

<i>Curing Device</i>	<i>Irradiation Time</i>	<i>Depth of cure</i>
Plasma arc (2000 mW/cm ²)	9 detik	4 mm
High Power LED Light (>1200 mW/cm ²)	10 detik	4 mm
Halogen/Normal LED Light (700 mW/cm ²)	20 detik	4 mm

2.4 Compressive Strength

Gigi yang rusak pada bagian anterior dan posterior pada rongga mulut yang terjadi akibat karies atau perawatan saluran akar harus diperbaiki dengan sebuah material restorasi yang bisa menahan berbagai macam gaya pengunyahan (Summitt *et al*, 2006). Sejak kebanyakan gaya pengunyahan pada regio posterior adalah biasanya tekanan, maka dari itu *compressive strength* dikatakan properti mekanikal paling penting dari *core build up* material (Powers *et al*, 2006).

Compressive strength atau kuat tekan merupakan kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (*failure*). Persamaan untuk menguji *Compressive strength* dengan menggunakan *Universal Testing Machine (Autograph Shimadzu)* (Banava *et al*, 2004, Norman E, 1999). *Compressive strength* termasuk termasuk ke dalam sifat mekanis yang dimiliki oleh suatu material. *Compressive strength* 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 (Powers *et al*, 2006). Rumus perhitungan *compressive strength* menurut Aguinar 2012 yaitu :

$$\text{Compressive Strength (MPa)} = 4F/\pi d^2$$

Keterangan :

F = kekuatan tekan maksimum (N)

D = diameter dari material (mm)

Compressive strength merupakan sifat material yang penting pada bahan restorasi terutama dalam proses pengunyahan. Secara klinis gigi dan bahan restorasi pada gigi akan selalu menerima kekuatan kompresi atau gaya tekan selama proses pengunyahan makanan. Oleh karena hal tersebut, sifat mekanis berupa *compressive strength* harus terpenuhi oleh suatu bahan restorasi untuk gigi posterior maupun anterior untuk mendapatkan hasil restorasi yang baik (Bresciani *et al*, 2004).



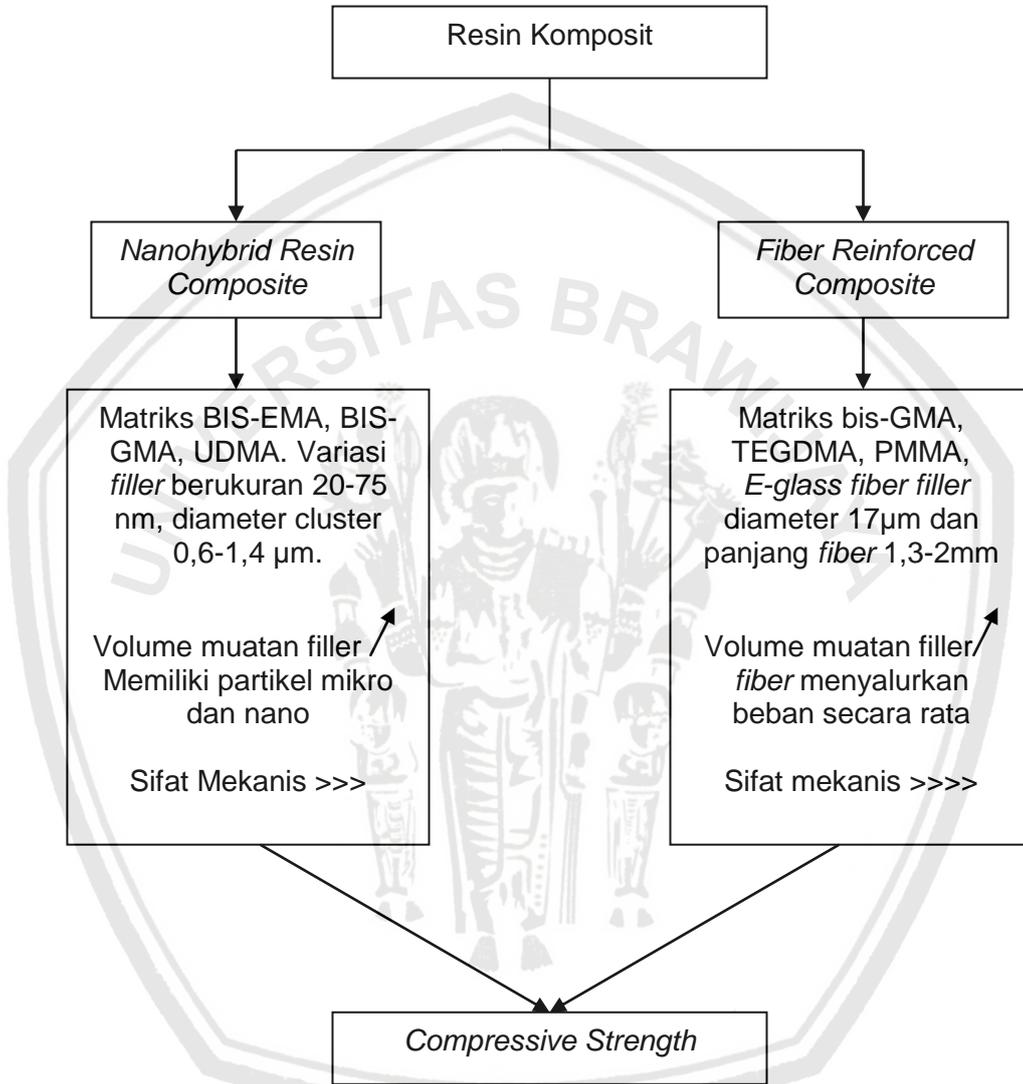
Gambar 2.10 *Universal Testing Machine*

(<https://www.laboratoryequipment.com/2011/07/sustainable-technologies-infiltrate-lab>)

BAB III

KERANGKA KONSEP

3.1 Kerangka Konsep



Gambar 3.1 Kerangka Konsep



Fiber Reinforced Composite memiliki komposisi bahan terdiri dari matriks BIS-GMA (*bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate*), TEGDMA (*triethylene glycol dimethacrylate*), disertai oleh PMMA (*linear polymethylmethacrylate*). *Fiber reinforced composite* memiliki filler yang berisikan *E-glass fiber* filler pendek yang diameternya berukuran $17\mu\text{m}$ dan panjang *fiber* yang berkisar dari 1,3-2mm. Dibandingkan dengan *Nanohybrid Resin Composite* memiliki komposisi BIS-GMA (*bisphenol-A-glycidyl dimethacrylate*), BIS-EMA (*bisphenol Apolyetheylene glycol diether dimethacrylate*), UDMA (*urethane dimethacrylate*) dan sejumlah kecil TEGDMA (*trietilen glikol dimetakrikat*). Komposisi *filler Nanohybrid resin composite* berisikan kombinasi antara *filler nanosilica* yang tidak berkelompok, dan *nanocluster zirconia/silica* yang mudah berikatan membentuk kelompok.

Kesamaan *Fiber reinforced composite* dan *Nanohybrid resin composite* yaitu dapat digunakan sebagai tumpatan gigi posterior yang menerima tekanan yang tinggi. *Nanohybrid resin composite* memiliki keunikannya sendiri yaitu memiliki filler berukuran nano (20 nm) yang dikombinasikan dengan filler yang berukuran mikro (0,1-10 micron). Sedangkan, *Fiber reinforced composite* memiliki filler berisikan *E-glass fiber* filler pendek yang diameternya berukuran $17\mu\text{m}$ dan panjang *fiber* yang berkisar dari 1,3-2 mm. Adanya perbedaan partikel pengisi resin komposit tersebut pasti memiliki perbedaan dalam sifat mekanisnya. Salah satu sifat mekanis dari resin komposit yaitu *compressive strength*. *Compressive strength* merupakan merupakan sifat material yang penting pada bahan restorasi terutama dalam proses pengunyahan. Sifat mekanis *compressive strength* pada bahan restorasi gigi posterior harus terpenuhi agar mendapatkan restorasi yang baik.

3.2 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan *compressive strength* antara *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*, yaitu *fiber reinforced composite* memiliki *compressive strength* yang lebih besar dari *nanohybrid resin composite*.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimental laboratoris (*True Eksperimental Design*).

Rancangan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Post-Test Only Design dengan tidak adanya kontrol terhadap rancangan eksperimen.

4.2 Sampel Penelitian

Sampel pada penelitian ini adalah restorasi *nano hybrid resin composite* dan restorasi *fiber reinforced composite* yang berbentuk tabung silindris dengan kriteria :

- Memiliki diameter = 4 mm
- Memiliki ketebalan = 6 mm
- Restorasi tidak porus

Perhitungan besar sampe pada penelitian ini menggunakan rumus Hulley dengan cara perhitungan :

$$P(n - 1) \geq 15$$

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

$$2n \geq 17$$

$$n \geq 9$$

Keterangan :

P : jumlah perlakuan

n : jumlah sampel per perlakuan (Notoadmojo, 2010)

berdasarkan perhitungan diatas, besar sampel minimal adalah 9 sampel untuk tiap kelompok, tetapi peneliti memilih 10 pada tiap kelompok agar

banyaknya data tidak pada batas minimal sampel sehingga data lebih valid. Secara keseluruhan dibutuhkan 20 sampel.

4.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

4.3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di :

- a. Ruang skill Laboratorium Gedung FKG UB
- b. Laboratorium Biokimia FK UB
- c. Laboratorium Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang

4.3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2018.

4.4 Variabel Penelitian

4.4.1 Variabel Bebas

Nanohybrid resin composite dan *fiber reinforced composite* .

4.4.2 Variabel Terikat

Compressive Strength pada resin komposit.

4.4.3 Variabel Terkendali

- a. Aplikasi dengan teknik *incremental oblik*

Pada teknik *incremental oblik*, dilakukan insersi lapisan pertama resin komposit pada *gingival floor* atau pada penelitian ini pada dasar *mold*. Lapisan kedua serta selanjutnya diinsersikan secara diagonal, sedangkan lapisan terakhir menyesuaikan oklusal atau tepi atas *mold* (Noort R, 2007).

- b. Penyinaran / *curing*

Curing dilakukan dengan metode *continuous light-curing* selama 20 detik

Pada setiap layer dengan *light cure* jenis Dentsply QHL75.

4.5 Definisi Operasional

a. *Nanohybrid resin composite*

Resin komposit *nanohybrid* merupakan campuran dari resin komposit *nanofiller* dan *microfiller*. Penelitian ini menggunakan bahan resin komposit *nanohybrid* dari G-aenial;GC corp dengan warna A2.

b. *Fiber reinforced composite*

Fiber reinforced composite (FRC) merupakan kombinasi sebuah matriks resin, *E (electrical) glass fibers*, dan *inorganic particulate fillers*. Penelitian ini menggunakan bahan resin *fiber reinforced composite* dari everX Posterior; GC corp.

c. *Compressive Strength*

Compressive Strength adalah ketahanan internal terhadap beban, beban tersebut merupakan suatu benda yang ditempatkan di bawah beban yang cenderung menekan atau memendekkannya yang diukur dalam satuan Mpa. Pada penelitian ini digunakan *Universal Testing Machine*.

4.6 Bahan, Instrumen dan Cara Penelitian

4.6.1 Bahan Penelitian

a. *Nanohybrid resin composite*

b. *Fiber reinforced composite*

4.6.2 Instrumen Penelitian

a. *Syringe* insulin diameter 4 mm

b. Cutter pemotong

c. Plastic filling instrument

d. Cement stopper

- e. *Glass slab*
- f. Jangka Sorong
- g. *Light Curing Unit*
- h. *Micromotor*
- i. *Handpiece low speed contra angel*
- j. Mata bur
- k. Universal Testing Machine
- l. Mylar strip
- m. Petridisk tidak bersekat
- n. *Microphone*
- o. *Speaker*

4.7 Prosedur Penelitian

4.7.1 Pembuatan Sampel

- a. Membuat cetakan sampel dengan memotong syringe insulin setebal 6 mm sehingga didapatkan cetakan sampel berupa cincin plastik silindris ($d = 4$ mm, $t = 6$ mm).
- b. Mengaplikasikan bahan *nanohybrid resin composite* ke dalam cetakan berbentuk cincin plastik silindris menggunakan *plastic filling instrument* dengan teknik *incremental*. Ratakan permukaan dengan menggunakan *cement stopper*. Melakukan langkah yang sama terhadap bahan *fiber reinforced composite*.
- c. Resin komposit ditutup dengan *mylar strip* kemudian dilakukan penyinaran atau *curing* selama 20 detik pada setiap layer sampai dengan layer terakhir.

- d. Setelah mengeras, sampel dikeluarkan dari cetakan dan membuang serta merapikan kelebihan bahan dengan menggunakan *handpiece low speed contra angle* dengan mata bur sehingga diperoleh sampel berbentuk silindris.
- e. Kelompok sampel penelitian adalah restorasi *nanohybrid resin composite* sebagai kelompok A dan restorasi *fiber reinforced composite* sebagai kelompok B (Moezzyzadeh, 2012; Arsyad, 2014).

4.7.2 Penyimpanan Sampel

Sampel dari kelompok A dan kelompok B diletakkan pada petridisk yang berbeda dan disimpan pada suhu 37° C selama 48 jam dalam inkubator steril (Moezzyzadeh, 2012).

4.7.3 Pengukuran *Compressive Strength*

Pada penelitian ini digunakan alat untuk mengukur kekuatan kompresi yaitu *Universal Testing Machine* dengan prosedur (Arsyad, 2014) :

- a. Menempatkan sampel yang berupa tabung silindris pada tempat yang telah tersedia.
- b. Menggerakkan *arrowhead* dengan kecepatan 1mm/menit ke permukaan sampel dan menekan sampel sampai fraktur.
- c. Mengamati fraktur pada sampel yang dapat diketahui dengan terdengarnya bunyi retakan pada sampel.
- d. Mencatat angka pada alat ukur pada saat terjadi fraktur dengan yang merupakan gaya (F) dengan skala newton.
- e. Melakukan prosedur yang sama pada kelompok sampel selanjutnya
- f. Melakukan konversi data ke skala Mpa dengan formula :

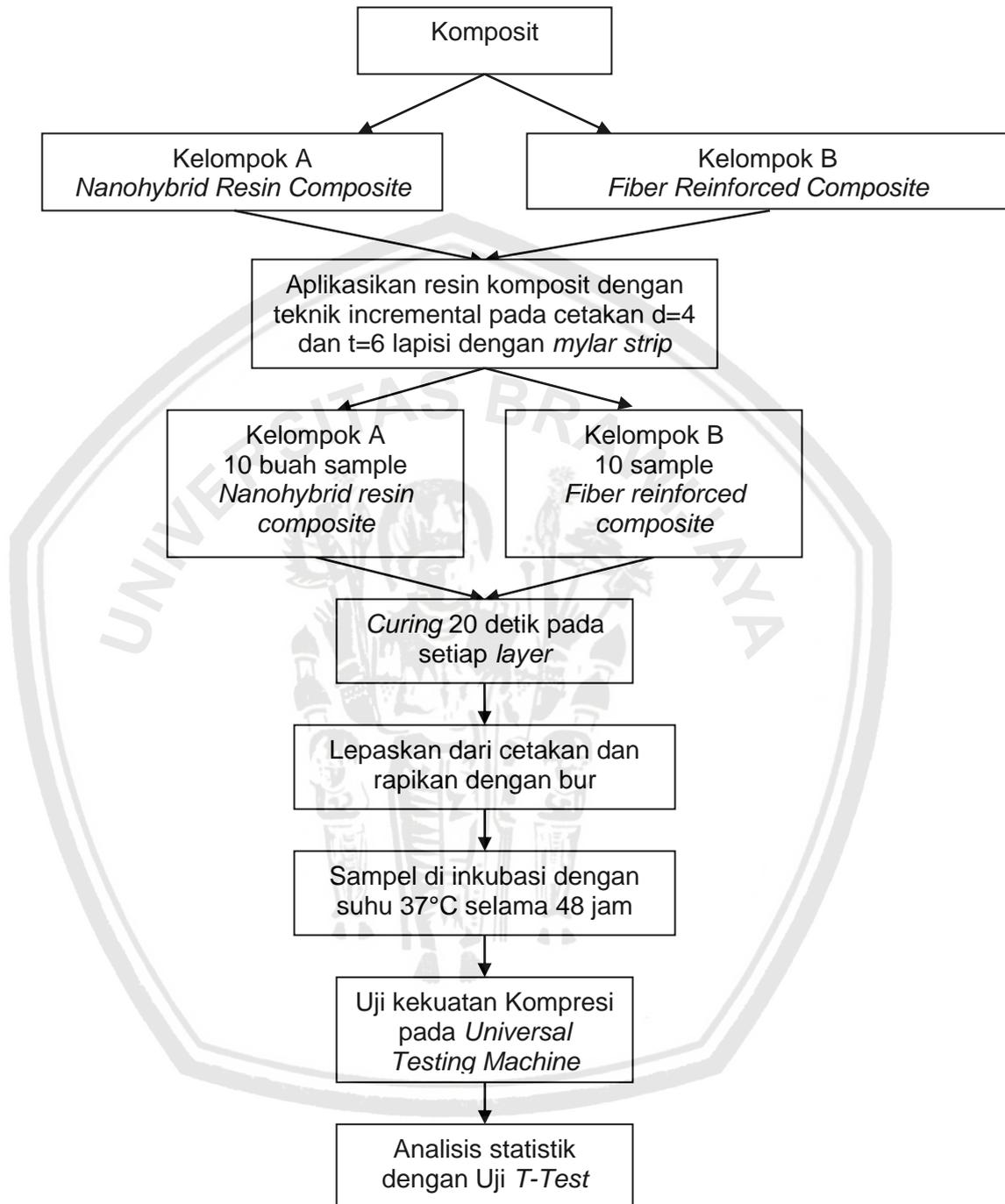
$$\text{Compressive Strength (MPa)} = 4F/\pi d^2$$

4.8 Analisis Data

Uji komparatif atau perbandingan pada penelitian ini menggunakan uji *T-test* dengan tingkat kemaknaan 5% (0,05). Uji *T-test* memiliki syarat yaitu perbedaan dua kelompok data harus berdistribusi normal, maka perlu dilakukan uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk.



4.9 ALUR PENELITIAN



Gambar 4.1 Kerangka alur penelitian

BAB V

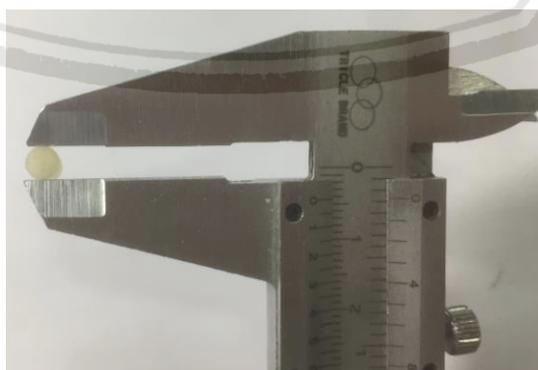
HASIL PENELITIAN DAN ANALISA DATA

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua kelompok sampel yaitu dengan masing-masing 10 sampel setiap kelompok. Kelompok A merupakan restorasi *nanohybrid resin composite* berbentuk tabung silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm dan kelompok B merupakan restorasi *fiber reinforced composite* berbentuk tabung silindris dengan diameter 4 mm dan tinggi 6 mm.



Gambar 5.1 Restorasi Komposit berbentuk tabung silindris dengan tinggi 6 mm.



Gambar 5.2 Restorasi Komposit berbentuk tabung silindris dengan diameter 4 mm.

Tabel 5.1 Hasil Uji *Compressive Strength* *Nanohybrid Resin Composite* dan *Fiber Reinforced Composite*

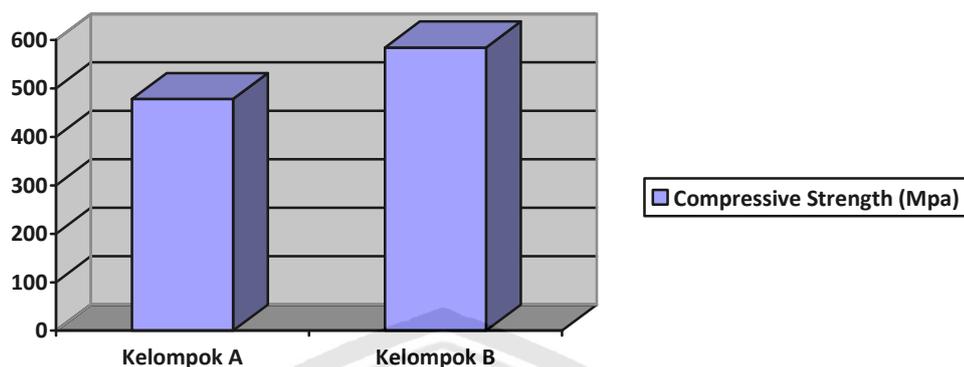
Sampel	Nilai <i>Compressive Strength</i> (Mpa)	
	A	B
1	503,43	625,22
2	526,47	550,01
3	458,85	685,49
4	460,02	691,75
5	527,30	605,60
6	359,60	531,73
7	450,26	539,16
8	550,01	581,31
9	538,82	500,67
10	407,48	531,73
Mean	478,22	584,26

Keterangan :

Kelompok A : Sampel restorasi komposit tabung silindris *Nanohybrid Resin Composite*

Kelompok B : Sampel restorasi komposit tabung silindris *Fiber Reinforced Composite*

Tabel 5.1 menunjukkan nilai rata-rata *compressive strength* secara berurutan yaitu kelompok A lebih rendah dan kelompok B lebih tinggi. Gambaran perbedaan nilai rerata *compressive strength* dari kedua kelompok kelompok A (*Nanohybrid Resin Composite*) dan kelompok B (*Fiber Reinforced Composite*) dapat dilihat pada diagram batang pada diagram batang 5.3.



Gambar 5.3 Diagram batang rerata *Compressive Strength* restorasi *Nanohybrid Resin Composite* (Kelompok A) dan *Fiber Reinforced Composite* (Kelompok B).

5.2 Analisis Data

5.2.1 Uji normalitas Data

Pada penelitian ini, data diuji normalitasnya menggunakan uji Saphiro-Wilk karena jumlah sampelnya 20 (≤ 50) dan diperoleh hasil yaitu $p = 0,656$. Data tersebut menunjukkan bahwa $p > 0,05$, sehingga dapat diketahui bahwa data yang diperoleh berdistribusi normal.

Tabel 5.2 Tabel Uji Normalitas Data

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Compressive Strength	.160	20	.189	.965	20	.656

5.2.2 Uji Homogenitas Varian

Uji statistik yang dilakukan kedua adalah uji homogenitas varian. Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah suatu data atau sampel yang diambil berasal dari varian yang homogen atau tidak. Uji homogenitas varian dilakukan dengan menggunakan uji homogenitas Levene. Suatu data dikatakan

memiliki varian yang homogen apabila nilai signifikansi atau $p > 0,05$. Berdasarkan hasil uji homogenitas Levene pada sampel yang digunakan diperoleh nilai $p = 0,828$. Data menunjukkan bahwa $p > 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang diperoleh memiliki ragam yang sama (homogen).

Tabel 5.3 Uji Homogenitas

		Levene's Test for Equality of Variances	
		F	Sig.
Compressive Strength	Equal variances assumed	.049	.828
	Equal variances not assumed		

5.2.3 T-Test Dua Sampel Bebas

Setelah didapatkan sampel dengan distribusi yang normal dan varian yang homogen, maka uji statistik yang digunakan adalah uji parametrik dengan tingkat kemaknaan $p < 0,05$. Uji parametrik yang digunakan *T-Test* dua sampel bebas (*independent T-Test*) dapat diketahui apakah terdapat perbedaan rata-rata data yang signifikan dari kedua kelompok yang ada.

Tabel 5.4 T-Test dua sampel bebas

t-test for Equality of Means						
t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
-3.688	18	.002	-106.0430	28.75534	-166.456	-45.63027
-3.688	17.922	.002	-106.0430	28.75534	-166.474	-45.61153

Perbedaan rata-rata data *compressive strength* dianggap signifikan jika nilai $p < 0,05$. Berdasarkan hasil uji t dua sampel ini didapatkan nilai $p = 0,002$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan rata-rata *compressive strength* yang signifikan antara restorasi *nano hybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*. *Fiber reinforced composite* menunjukkan *compressive strength* yang lebih tinggi dan diikuti oleh *nano hybrid resin composite* menunjukkan *compressive strength* yang lebih rendah.



BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Pembahasan Hasil Penelitian

Hasil pengukuran *compressive strength* antara tumpatan *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite* menunjukkan nilai rerata *compressive strength* yaitu kelompok A (*Nanohybrid resin composite*) 478,22 Mpa dan kelompok B (*Fiber reinforced composite*) sebesar 584,26 Mpa. Nilai rerata *compressive strength* dari kedua kelompok menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rerata *compressive strength* sebanyak 106,04 Mpa. kelompok B menunjukkan *compressive strength* yang lebih tinggi dan diikuti oleh kelompok A menunjukkan *compressive strength* lebih rendah.

Hal ini terjadi karena pada kelompok B (*Fiber reinforced composite*) terdapat komponen *E (electrical) glass fiber* yang merupakan bahan penguat dari komposit ini dan *filler* partikel inorganic. Kombinasi dari resin ini membuat formasi *semiinterpenetrating polymer network* (semi IPN) yang terbentuk pada saat polimerisasi material ini dapat meningkatkan properti bonding yang bagus dan meningkatkan kekerasan dari resin komposit (Donova *et al*, 2016). Semi IPN membentuk sebuah ikatan polimer yang terdiri dari gabungan beberapa jaringan polimer linier atau bercabang yang terjadi pada skala molekuler. Semi IPN memiliki kemampuan untuk menguatkan komposit dan karena membentuk suatu gabungan dari banyak polimer *fiber* yang dapat meningkatkan kekerasan resin komposit.

Fiber reinforced composite (FRC) memiliki properti yang mirip dengan material pengganti dentin. Terdiri dari kombinasi matriks resin (BisGMA,

TEGDMA, PMMA), *E glass fibers* dan *filler* inorganic. Komponen *E (electrical) glass fiber* yang pendek dan tersebar secara merata menyediakan sebuah efek penguatan *isotropic* yang berarti bahwa kekuatan material tidak bergantung dari arah beban fraktur dan sama ke segala arah (Donova *et al*, 2016). Hal ini menyebabkan adanya efek penyebaran beban, sehingga komposit ketika diberikan beban dari atas, maka *fiber* dapat menyebarkan gaya dari beban tersebut secara merata sehingga menghindari adanya beban terfokus pada suatu tempat dan menyebabkan keretakan. Efek penguatan dari serat *E glass fiber* terbukti meningkatkan resistensi fraktur.

FRC juga dikatakan dapat mengontrol *shrinkage stress* pada saat polimerisasi dengan demikian *marginal microleakage* dapat dikurangi dibandingkan dengan resin komposit restorasi particular konvensional (Garoushi *et al*, 2008). Hal ini terjadi karena *fiber* memiliki panjang 1,3-2 mm dan diameter 17 μ m, partikel yang berukuran besar ini dapat mencegah penyusutan komposit, dibandingkan dengan komposit yang memiliki partikel *filler* yang kecil. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa material *E glass fiber* dapat menahan kekuatan menggigit yang baik di daerah posterior. Berbeda dengan bahan restorasi *nanohybrid resin composite*.

Nanohybrid resin composite memiliki partikel *filler* yang tersusun dari *zirconia* berukuran 0,1-10 *micron*, *silica* berukuran 20 nm serta cluster dari *zirconia* dan *silica*. *Compressive strength* bahan nanokomposit mencapai 460 Mpa, hal ini menunjukkan bahwa nanokomposit sudah memiliki kekuatan kompresi yang baik, jika dibandingkan dengan mikrokompisit dengan *compressive strength* mencapai 300 Mpa (Powers *et al*, 2006). *Zirconia* sebagai partikel *filler* dengan ukuran yang besar pada komposit ini memberikan peranan

yang dapat meningkatkan kekuatan resin. Partikel *filler* berukuran kecil berfungsi hanya untuk memperbaiki estetis komposit menjadikan komposit lebih halus dan licin ketika selesai dipoles. Namun kontak permukaan antara restorasi *nanohybrid resin composite* dan kavitas gigi dapat menyebabkan terjadinya kegagalan tumpatan karena pengerutan yang terjadi saat polimerisasi yang menyebabkan tumpatan tidak dapat menutupi daerah tertentu sehingga mengakibatkan terjadinya celah. Celah ini yang dapat mengakibatkan kebocoran mikro (Mulyani dkk, 2011). Berbeda dengan FRC yang dapat mengontrol pengerutan saat polimerisasi. Kekuatan tekan yang rendah dapat menyebabkan celah mikro. Kekuatan tekan dan celah mikro tersebut dapat menjadikan kegagalan restorasi yang akan menimbulkan karies sekunder dan sensitivitas gigi (Aryanto dkk, 2013).

Penelitian dari Powers (2006) mengatakan *compressive strength* nanokomposit sudah baik, namun komposit *nanohybrid* tidak memiliki komponen *E glass fiber* yang dapat meningkatkan resistensi fraktur dan efek penyebaran beban. Oleh karena itu nilai *compressive strength fiber reinforced composite* dapat melampaui *nanohybrid resin composite* dengan *compressive strength* hingga 584 Mpa.

Compressive strength yang rendah dapat mengakibatkan kegagalan restorasi. Alasan paling umum untuk kegagalan restorasi komposit disebabkan oleh fraktur komposit dan karies sekunder. Tingkat kegagalan keseluruhan restorasi kelas II setelah 7 tahun adalah 14,9% dan hamper 50% dari kegagalan disebabkan oleh fraktur komposit (van dijen, 2011). Proses polimerisasi menentukan presentase perubahan ikatan ganda monomer menjadi ikatan tunggal polimer dikenal sebagai derajat konversi, semakin besar derajat

konversi semakin tinggi nilai kekuatan tekan resin komposit. Sedangkan, semakin banyak sisa monomer akibat proses polimerisasi yang tidak sempurna maka tingkat kekuatan tekan semakin rendah dan menyebabkan celah mikro (Aryanto dkk, 2013).

Compressive strength mempunyai hubungan dengan pengerutan polimerisasi, jenis resin komposit yang digunakan, beban kunyah, dan teknik tumpatan yang digunakan (Diansari dkk, 2008). Jika dilakukan Analisa dari ketiga faktor tersebut, faktor polimerisasi yang menjadi variabel kontrol pada penelitian ini. Pada kedua sampel dilakukan perlakuan polimerisasi yang sama yaitu menggunakan light cure jenis Dentsply QHL75, selama 20 detik pada setiap layer dan dilakukan penyimpanan di inkubator selama 48 jam pada suhu 37°. Faktor beban kunyah juga menjadi variabel kontrol penelitian, dua sampel menggunakan *Universal Testing Machine* yang sama dengan pengaturan *arrowhead* 1mm/menit sampai sampel fraktur. Faktor teknik tumpatan juga menjadi variabel kontrol dari penelitian, peneliti melakukan teknik incremental setiap lapisan 2 mm dilakukan polimerisasi selama 20 detik. Faktor jenis resin komposit yang digunakan merupakan variabel bebas dalam penelitian ini, yaitu *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*.

Hasil penelitian ini sesuai dengan hipotesis penulis, yaitu terdapat perbedaan *compressive strength* yang signifikan antara *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite* dimana *compressive strength* pada *fiber reinforced composite* lebih besar dibanding dari *nanohybrid resin composite*.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

1. Nilai *compressive strength* bahan restorasi *nanohybrid resin composite* memiliki rerata 478,224 Mpa.
2. Nilai *compressive strength* bahan restorasi *fiber reinforced composite* memiliki rerata 584,267 Mpa.
3. Nilai *compressive strength* bahan restorasi *fiber reinforced composite* menunjukkan hasil yang lebih tinggi daripada *nanohybrid resin composite*.

7.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji sifat mekanis lain pada *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite*.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji *compressive strength* pada *nanohybrid resin composite* dan *fiber reinforced composite* dengan perlakuan khusus.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang uji ketahanan fraktur pada bahan restorasi *fiber reinforced composite* dengan menggunakan jenis *fiber* yang berbeda.
- d. Pembuatan sampel restorasi komposit sebaiknya menggunakan cetakan yang diolah dari pabrik agar sampel lebih seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- Albers, H.F. 2002. *Tooth-Colored Restoratives: Principles and Techniques*. 9th ed. BC Decker Inc., Canada.
- Anusavice J.K. 2004. *Buku Ajar Ilmu Kedokteran Gigi Ed 10*. Jakarta. EGC
- Aryanto M, Armilia M, Aripin D. *Compressive strength resin komposit hybrid post curing dengan light emitting diode menggunakan tiga ukuran lightbox yang berbeda*. *Dental Journal* (Majalah Kedokteran Gigi), 2013. Volume 46.
- Aschheim K.W, Dale B.G. *Esthetic dentistry*. 2nd ed. St. Louis: Mosby; 2001.
- Balitbangkes Depkes RI, 2013. *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) Indonesia Tahun 2013*. Jakarta.
- Banava S, Saman S. 2008. *In vitro Coperative Study of Compressive Strength of Different Types of Composite Resins in Different Periods of Time*. *IJPS*, Winter: 4(1): 69-74 www.ijps.ir
- Baum Philips Lund. 1997. *Buku Ajar Ilmu Konservasi Gigi*, ahli Bahasa, Resinta tarigan. Ed 3, Jakarta. EGC.
- Bektas, O.O., Hurmuzlu, F., Eren, D. 2012. *Effect of The Composite Curing Light Mode on Polymerization Shrinkage of Resin Composite*. *Cumhuriyet Dent J*. 15(1): 1-6.
- 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* 2004; 12(4): 334-338.
- Cakir, D., Sergent. R., Burgess, J.O. 2007. *Polymerization Shrinkage A Clinical Review*. *Inside Dentistry*. Vol 3.
- Craig RW dan Powers JM. 2002. *Restorative Dental Materials*. 11th ed. Mosby. Philadelphia.
- Diansari V, Eriwati K.Y, Indrani J.D. *Kebocoran mikro pada restorasi komposit resin dengan system total-etch dan self-etch pada berbagai jarak penyinaran*. *Indonesian Journal of Dentistry*, 2008. 15(2):121-130.
- Donova J.B, Garoushi S, Vallittu P.K, Lassila L.V.J. *Mechanical properties, fracture resistance, and fatigue limits of short fiber reinforced dental composite resin*. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 2016. Volume 115.
- Ertan E, Ahmet U.G, Ali A.N, Hülya K, and Eda G. 2006. *Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks*. *Dental Materials Journal* 2(52):371-376.

- Ferracane, J.L. 2010. *Review Resin Composite-State Of The Art*. Dental Materials. 1753: 1-10.
- Garoushi S, Vallittu P.K, Lassila L.V.J. 2011. *Fracture Toughness, Compressive Strength and Load-Bearing Capacity of Short Glass Fiber-reinforced Composite Resin*. *The Chinese Journal of Dental Research*. Volume 14.
- Garoushi S., Tanner J., Vallittu P.K., Lassila L. 2012. *Preliminary Clinical Evaluation of Short Fiber-Reinforced Composite Resin in Posterior Teeth: 12 Months Report*. *Open Dent J*. 6: 41–45.
- Garoushi S, Vallittu PK, Watts DC, Lassila LVJ. *Polymerization Shrinkage of Experimental Short Glass Fiber Reinforced Composite with Semi-inter Penetrating Polymer Network Matrix*. *Dent Mater*. 2008;24:211-5.
- GC corp europe. 2013. everX Posterior Instruction For Use (Online). (<http://www.gceurope.com/products/everxposterior/>). Diakses 13 Mei 2017.
- George, J., Bandyopadhyay, A., Bhowmick, A.K. 2008. *New generation layered nanocomposites derived from ethylene-co-vinyl acetate polymer science*, 108(3), 1603-1616.
- Glazer B. *Restoration of endodontically treated teeth with carbon fiber posts--a prospective study*. *J Can Dent Assoc* 2000;66:613-18.
- Gönüloğlu N, Yılmaz F. 2012. *The effects of finishing and polishing techniques on surface roughness and colour stability of nanocomposites*. *Journal of Dentistry*, 40, e64-e70.
- Gupta V.B, Kothari V.K. 1997. *Manufactured Fibre Technology*. Chapman & Hall, London. p:14-30.
- Gusti Gina P.S, M. Yanuar Ichrom Nahzi, Widodo. *Kebocoran Mikro Akibat Efek Suhu Terhadap Pengerutan Komposit Nanohybrid*. *J Dentino*. Vol I No 2:108-112.
- Hamouda, I.M., & Elkader, H. A. 2012. *Evaluation the mechanical properties of nanofilled composite resin restorative material*. *Journal of Biomaterials and Nanobiotechnology*, 3(2), 238.
- J. Mahart and R. Hickel, 1999. *Esthetic Compomer Restorations in Posterior Teeth Using a New All-in-one Adhesives: Case Presentation*. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, Vol. 11, No. 5, pp. 250-258. doi:10.1111/j.1708-8240.1999.tb00406.
- John M. Powers, John C. Wataha. 2008. *Dental Materials: Properties and Manipulation 9th edition*. Mosby Elsevier : Missouri. p: 122, 153-155,82-186.
- Kennedy JG, Shahdad SA. *Bond strength of repaired composite resins: an in vitro study*. *Journal of Dentistry* 2002;26:685–94.

- Khaled, A.N. 2011. *Physical Properties of Dental Resin Nanocomposites*. Thesis. The Degree of Master of Philosophy(MPhil) : Faculty of Medical and Human Sciences : University of Manchester School of Dentistry.
- Kidd EAM, Bechal SJ. 2008. *Dasar-dasar karies penyakit dan penanggulangannya*. Cetakan 2, Jakarta: EGC. hlm 18-24
- Koudi, M.S., dan Patil, S.B. 2007. *Prep Manual for Undergraduates Dental Materials*. New Delhi : Elsevier.
- Lesage B. P. 2007. *Aesthetic anterior composite restoration: A Guide to direct Placement*. The dental clinics of north America, No. 51. hlm 359-378
- Luthria A., Srirekha A., Hegde J., Karale R., Tyagi S., Bhaskaran S. 2012. *The Reinforcement Effect of Polyethylene Fibre and Composite Impregnated Glass Fibre on Fracture Resistance of Endodontically Treated teeth: An in vitro study*. Journal of Conservative Dentistry. Volume 15:4:372-376.
- Lutz F, and Phillips RW. *A Classification and evaluation of composite resin system resin systems*. J Prosthet Dent 50:480, 1983.
- Manappallil, J.J. 2003. *Basic Dental Materials*. 2nd ed. Jaypee Brothers, New Delhi, pp. 55-64.
- Manhart J. *Fiberglass reinforced composite endodontic posts*. Endod Pract 2009; 11: 24-8.
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. 2008. *Applied Dental Material*. Oxford: Blacwel.
- Moezzyzadeh, M. 2012. *Evaluation of the Compressive Strength of Hybrid and Nanocomposites*. Journal Dental School, 1, 24-29.
- Moraes RR, Goncalves LS, Ogliari FA, Piva E, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. *Development of dental resin luting agents based on Bis-EMA4: bond strength evaluation*. Express Polym Lett 2008;2:88–92.
- Mulyani, Mulyawati E, Siswandi YL. *Perbedaan Kebocoran Mikro antara Tumpatan Resin KompositNanohybrid Konvensional dan Nanohybrid Flowable*. J Kedokteran Gigi. 2011;2(4):285-291.
- Naz, Fariyah et al. 2012. *In-vivo Evaluation of Microleakaged of Nano-filled Resin Composite Using Two Different Restorative Techniques*. Pakistan Oral and Dental Journal 32 : 2, 2012 : 311-314.
- Notoadmodjo,S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- O'Brien, W.J. 2002. *Dental Materials and Their Selection*. 3rd ed., Quintessence Publishing Inc., Chicago, h. 200-205.
- Papadogiannis, D., Papadogiannis, Y., Lakes, R. S., Dionysopoulos, P., Helvatjoglu-Antoniades, M. 2007. *Dynamic and static elastic moduli of*

packable and flowable composite resins and their development after initial photo curing. Dental Materials, 22(5), 450-459.

Permatasari G.G., Nahzi M. Y. I., Widodo. 2016. *Kebocoran Mikro Akibat Efek Suhu Terhadap Pengerutan Komposit Nanohybrid.* Dentino Jur. Ked. Gigi. Volume 1:2, 2016 : 108-112.

Philips. 1995. *Science of Dental Material ed 9.* Philadelphia. W.B Ounders Company hal 148-159.

Powers, John M, and Ronald L. Sakaguchi. 2006. *Craig's Restorative Dental Materials*, 12th Edition. Mosby.

Powers JM, Sakaguchi RL. 2012. *Craig's Restorative Dental Materials*, 13th Ed., Elsevier: Mosby, Philadelphia, p: 122, 153-155, 182-186.

Price RB, Doyle G, Murphy D. *Effect of composite thickness on the shear bond strength to dentin.* J Can Dent Assoc 2000; 66: 35-9.

Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, et al. *Direct Composite Restorative Materials.* DentClin N Am. 2007; 51: 659-675.

Roberson, T.M., H.O Heymann., and E.J Swift. 2006. *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry.* Ed 5th. Missouri. Mosby Inc

Sakaguchi RL, Hiragawa T, Tahashi R. 1992. *Curing light performance and polymerization of composite restorative material.* J Dent. 20: 183-8.

Soratur SH. 2002. *Essentials of Dental Materials.* Jaypee Brothers Medical Publishers: New Delhi.

Uzun G, Hersek N, Tincer T. 1999. *Effect of Five Woven Fiber Reinforcedments on the Impact and Transverse Strength of a Denture Base Resin.* J Prosthet Dent, 81: 616-20.

Van Ende, Mine A, Merbeek Van. 2012. *Bonding of low-shrinking composites in high C-factor cavities.*

Noort, Van Richard. 2008. *Introduction to Dental Materials.* 3rd Edition. Elsevier.

Yanagida H., Tanoue N., Minesaki Y., Kamasaki Y., Fujiwara T., Minami H. 2016. *Effect of Polymerization Method on Flexural and Shear Bond Strength of a Fiber-Reinforced Composite Resin.* Journal of Oral Science.