



**KEKUATAN TEKAN RESIN KOMPOSIT *MICROHYBRID* DENGAN
PENAMBAHAN LAPISAN *POLYETHYLENE FIBER***

SKRIPSI

Oleh

Arum Risalah

NIM 121610101060

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2016



**KEKUATAN TEKAN RESIN KOMPOSIT *MICROHYBRID* DENGAN
PENAMBAHAN LAPISAN *POLYETHYLENE FIBER***

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Kedokteran Gigi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Arum Risalah

NIM 121610101060

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

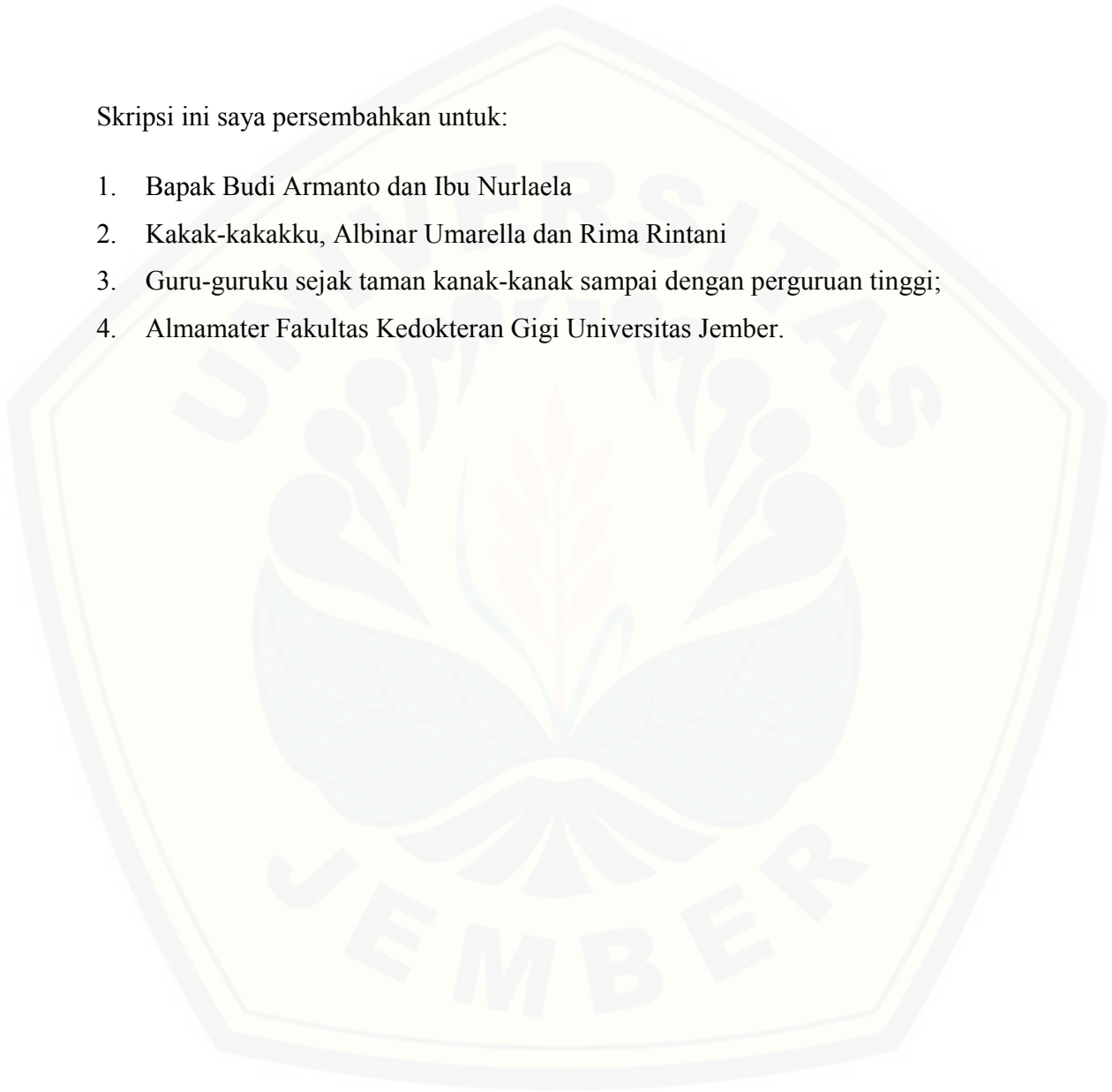
UNIVERSITAS JEMBER

2016

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Bapak Budi Armanto dan Ibu Nurlaela
2. Kakak-kakakku, Albinar Umarella dan Rima Rintani
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.



MOTO

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.
(Q.S. Al Insyirah : 6)^{*)}

Hard work will never betray you.^{**)}

^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2013. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Solo: PT Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.

^{**)} Lawrence, Cooper. 2008. *The Cult of Perfection*. USA:Library of Congress Cataloging.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Arum Risalah

NIM : 121610101060

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Kekuatan Tekan Resin Komposit *Microhybrid* dengan Penambahan Lapisan *Polyethylene Fiber*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Maret 2016
Yang menyatakan,

Arum Risalah
NIM 121610101060

SKRIPSI

**KEKUATAN TEKAN RESIN KOMPOSIT *MICROHYBRID* DENGAN
PENAMBAHAN LAPISAN *POLYETHYLENE FIBER***

Oleh

Arum Risalah

NIM 121610101060

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : drg. Agus Sumono, M.Kes

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Lusi Hidayati, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kekuatan Tekan Resin Komposit *Microhybrid* dengan Penambahan Lapisan *Polyethylene Fiber*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember pada:

hari, tanggal : Rabu, 13 April 2016

tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Penguji Ketua,

Penguji Anggota,

drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M. Kes

NIP 197012191999032001

drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes

NIP 197812152005012016

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

drg. Agus Sumono, M.Kes

NIP 196804012000121001

drg. Lusi Hidayati, M.Kes

NIP 197404152005012002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Jember,

drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prost

NIP 196901121996011001

RINGKASAN

Kekuatan Tekan Resin Komposit *Microhybrid* dengan Penambahan Lapisan *Polyethylene Fiber*; Arum Risalah, 121610101060; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Bahan restorasi yang baik dan dapat mengembalikan fungsi estetik merupakan kebutuhan masyarakat saat ini dan salah satu bahan tersebut adalah resin komposit. Komposit *microhybrid* merupakan jenis yang banyak digunakan sebagai bahan restorasi pada Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember. Pada saat pengunyahan di rongga mulut, terutama komposit yang diaplikasikan pada gigi posterior mengalami gaya tekan. Resin komposit akan pecah atau retak apabila tidak memiliki kekuatan untuk menahan tekanan yang muncul dari pengunyahan tersebut. Kekuatan tekanan maksimal yang dapat ditahan oleh suatu struktur hingga mengalami fraktur atau deformasi disebut kekuatan tekan. Kekuatan tekan komposit *microhybrid* adalah 300-350 MPa. Kekuatan tekan resin komposit dapat ditingkatkan dengan penambahan serat atau *fiber*. Saat ini, *polyethylene* merupakan fiber yang banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kekuatan tekan resin komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* sebanyak tiga lapis.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan rancangan penelitian *the post test only control group design*. Sampel yang digunakan pada penelitian ini berupa spesimen yang dibuat dengan menggunakan cetakan dari bahan plastik berbentuk silindris dengan diameter 3 mm dan tinggi 6 mm. Besar sampel dari penelitian ini adalah 6 sampel untuk setiap kelompok. Sampel terbagi ke dalam 4 kelompok yaitu kelompok kontrol tanpa penambahan *fiber* dan kelompok perlakuan dengan penambahan fiber sebanyak 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis. Sampel yang sudah dibuat direndam dalam aquadest steril dan diletakkan dalam inkubator 37°C selama 24 jam kemudian dilakukan pengujian kekuatan tekan menggunakan *Universal Testing Machine*.

Data hasil penelitian kemudian ditabulasi dan dianalisis secara statistik. Hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang tidak bermakna pada seluruh kelompok penelitian dengan nilai signifikansi $p > 0,05$, yaitu 0,361 namun terdapat peningkatan pada kelompok dengan penambahan *fiber*. Perbedaan yang tidak signifikan dapat disebabkan karena adanya kesalahan dalam prosedur penelitian. Peningkatan kekuatan tekan pada kelompok 1 karena adanya impregnasi yang baik antara fiber dengan matriks polimer. Kelompok 2 tidak mengalami peningkatan dibandingkan kelompok 1 karena adanya perbedaan ketebalan pada lapisan pertama dan kedua dari kelompok 2. Kelompok 3 memiliki rata-rata kekuatan tekan terbesar karena semakin banyak jumlah *fiber* semakin meningkat kekuatannya. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara deskriptif terdapat peningkatan kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* sebanyak tiga lapis.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT. atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kekuatan Tekan Resin Komposit *Microhybrid* dengan Penambahan Lapisan *Polyethylene Fiber*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

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

1. Orang tua tersayang, Bapak Budi Armanto dan Ibu Nurlaela;
2. Kakak-kakakku, Albinar Umarella, Rima Rintani, dan Shirly Ammriana;
3. drg. R. Rahardyan Parnaadji, M.Kes., Sp.Prost., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
4. drg. Agus Sumono, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Lusi Hidayati., M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Pendamping ;
5. drg. Dwi Warna Aju Fatmawati, M.Kes., selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Dwi Kartika Apriyono, M.Kes, selaku Dosen Penguji Anggota;
6. drg. Budi Yuwono, M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Akademik;
7. Agus Murdojohadi P., A.Md. atas ilmu dan bantuannya dalam proses penelitian;
8. Staf Konservasi Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember;
9. Staf Laboratorium Dasar Bersama Universitas Airlangga;
10. Keluarga Pakdhe Mas’ud yang telah banyak berjasa selama penelitian di Surabaya;
11. Varina Zata Nabilah, teman seperjuangan skripsi yang selalu memberi semangat dan dukungan;

12. Sahabat-sahabat tersayang Galis, Nidha, Wulan, Nasa, Isna, Niken, Sucai, Elisa, Ceha, Putri, Cici, Nadia, Eno, Neno, Dinar, Arif, Wikan, Lily, dan Bahtiyar, terima kasih atas bantuan dan semangat yang diberikan;
13. Seluruh teman-teman FKG 2012, terima kasih atas kerja sama selama ini;
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Jember, 3 Maret 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Resin Komposit.....	4
2.1.1 Kandungan Resin Komposit	4
2.1.2 Polimerisasi Resin Komposit	7
2.2 Resin Komposit <i>Microhybrid</i>	9
2.3 Bonding Agent	9
2.4 <i>Fiber</i>	12
2.4.1 <i>Carbon Fiber</i>	12

2.4.2 <i>Glass Fiber</i>	12
2.4.3 <i>Polyethylene Fiber</i>	12
2.5 Kekuatan Tekan	13
2.6 Hipotesis.....	14
2.7 Kerangka Konsep.....	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian.....	16
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3 Variabel Penelitian.....	16
3.4. Definisi Operasional.....	16
3.5 Sampel Penelitian.....	17
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	18
3.7 Prosedur Penelitian.....	19
3.8 Analisis Data	26
3.9 Alur Penelitian	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 Data Hasil Penelitian.....	28
4.1.2 Analisis Data	29
4.2 Pembahasan.....	30
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Rata-rata nilai kekuatan tekan	28
Tabel 4.2 Hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov	29
Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas Levene.....	30
Tabel 4.4 Hasil uji statistik non-parametrik Kruskal-Wallis	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Struktur monomer Bis-GMA, UEDMA, dan TEGDMA.....	5
Gambar 2.2 Variasi dari bahan pengisi yang ditambahkan dalam komposit yang berbeda pada tiap jenis komposit. <i>Macrofilled (A), microfilled (B), dan hybrid (C)</i>	5
Gambar 2.3 Tahap polimerisasi resin komposit	8
Gambar 2.4 Reaksi kimia polimerisasi resin komposit.....	8
Gambar 2.4 Salah satu merk komposit <i>microhybrid</i>	9
Gambar 2.5 Perbedaan antara perlekatan mekanis (a) dan kimia (b)	10
Gambar 2.6 Produk polyethylene fiber yang ada di pasaran	13
Gambar 3.1 Ukuran sampel.....	17
Gambar 3.2 Ilustrasi peletakan cetakan pada <i>glass plate</i>	20
Gambar 3.3 Ilustrasi aplikasi lapisan pertama komposit	20
Gambar 3.4 Pemampatan (a) dan penyinaran (b) komposit.....	20
Gambar 3.5 Ilustrasi lapisan kedua komposit.	21
Gambar 3.6 Ilustrasi aplikasi lapisan ketiga komposit (a) dan pemampatan (b) .	22
Gambar 3.7 Penyinaran komposit	22
Gambar 3.8 Spesimen dilepas dari cetakan (a) dan penyimpanan dalam inkubator	22
Gambar 3.9 Pemotongan <i>fiber</i> (a) dan pembasahan dengan <i>bonding</i> (b).....	23
Gambar 3.10 Aplikasi <i>fiber</i> pada cetakan (a) dan pandangan dari arah oklusal (b)	23
Gambar 3.11 Aplikasi dua lapis (a) dan tiga lapis (b) fiber	23
Gambar 3.12 Ilustrasi lapisan ketiga komposit (a) dan pemampatan (b).....	24
Gambar 3.13 <i>Universal Testing Machine</i>	25
Gambar 3.14 Layar <i>universal testing machine</i>	25

Gambar 3.15 Diagram Alur Penelitian	27
Gambar 4.1 Histogram rata-rata nilai kekuatan tekan resin komposit..... <i>microhybrid</i>	29



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data hasil uji tekan resin komposit <i>microhybrid</i>	37
2. Foto alat penelitian.....	37
3. Foto bahan penelitian	39
4. Prosedur Pembuatan Sampel dan Pengujian	39
5. Analisis Data	41
A. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov	41
B. Hasil Uji Homogenitas Levene	42
C. Hasil Uji Beda Kruskal-Wallis.....	42

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bahan restorasi yang baik dan dapat mengembalikan fungsi estetik merupakan kebutuhan masyarakat saat ini dan salah satu bahan tersebut adalah resin komposit. Resin komposit digunakan dalam bidang kedokteran gigi karena memiliki estetik yang bagus dan mampu untuk berikatan dengan struktur gigi. (Esterina *et al.*, 2012:7). Resin komposit pada awalnya hanya diindikasikan untuk karies gigi anterior di mana faktor estetik sangat dibutuhkan namun saat ini komposit mulai digunakan pada gigi posterior (Wahyuni *et al.*, 2013:16).

Resin komposit dapat diklasifikasikan menjadi komposit tradisional (*macrofilled*), komposit berbahan pengisi partikel kecil (*nanofilled*), komposit berbahan pengisi mikro (*microfilled*), dan komposit *hybrid* yang terbagi atas *microhybrid* dan *nanohybrid* (Hatrack dan Eakle, 2014:68). Komposit *microhybrid* merupakan jenis yang banyak digunakan sebagai bahan restorasi pada Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember. Komposit *microhybrid* mengandung kaca atau *glass* yang berbentuk tidak teratur (*borosilicate glass*, *lithium* atau *barium aluminum silicate*, *strontium* atau *zinc glass*) atau partikel quartz dengan diameter yang cukup seragam. Biasanya komposit terdiri atas dua atau lebih partikel halus ditambah *microfine filler* (5% hingga 15%) (Craig dan Powers, 2002:234). Komposit *microhybrid* merupakan bahan klinis yang sangat baik karena kekuatan, warna, dan resisten terhadap plak dan stain (Masdy, 2014:13). Namun, komposit *microhybrid* memiliki kekurangan yaitu kekuatan mekanis yang lebih rendah daripada komposit *nanohybrid* yang disebabkan oleh presentase bahan pengisi yang lebih rendah daripada komposit *nanohybrid* (Mozartha *et al.*, 2009:30).

Kekuatan tekan merupakan salah satu kekuatan mekanis yang biasa digunakan untuk membandingkan kualitas dari berbagai bahan restorasi (Craig dan Powers, 2002:84). Kekuatan tekan adalah tekanan maksimal yang dapat ditahan oleh suatu

struktur hingga mengalami fraktur atau deformasi. Kekuatan tekan komposit *microhybrid* adalah 300-350 MPa (Annusavice, 2003:238). Kekuatan tekan tersebut lebih rendah daripada kekuatan tekan enamel yaitu 384 MPa (3M ESPE, 2010). Kekuatan tekan resin komposit dapat ditingkatkan dengan penambahan serat atau *fiber* (Wahyuni *et al.*, 2013:22).

Resin komposit yang diperkuat *fiber* telah diketahui banyak mengalami keberhasilan dalam menahan terjadinya fraktur. Ketahanan terhadap fraktur tergantung pada jenis komposit, posisi, arah dan bentuk *fiber*, dan peresapan *fiber* dengan polimer matriks. Aplikasi *fiber* pada bahan restorasi dapat meningkatkan daya dukung terhadap beban dan mencegah terjadinya fraktur suatu restorasi. *Fiber* yang digunakan dalam bidang kedokteran gigi yaitu *polyethylene*, *glass*, dan *carbon* dengan pola susunan *unidirectional*, *braided*, dan *woven* (Belli *et al.*, 2005:137). Saat ini, *polyethylene* merupakan *fiber* yang banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi (Barutcgil *et al.*, 2009:74). *Polyethylene fiber* bersifat translusen yang tidak hanya memberi keunggulan estetis, tetapi juga menyebabkan *light cure* mudah melewati komposit (Ganesh dan Tandon, 2006:53).

Penelitian Belli *et al.* (2005:136) didapatkan hasil bahwa *polyethylene fiber* dapat meningkatkan resistensi terhadap fraktur ketika diletakkan pada restorasi komposit klas 2 (MOD) dengan arah penempatan *fiber* bukal ke lingual. Terdapat beberapa gaya yang menyebabkan deformitas material hingga terjadi fraktur yaitu tekan, tarik, geser, dan putar. Dalam penelitian Wahyuni *et al.* (2013:21) didapatkan hasil bahwa penambahan volume *fiber* yang diasumsikan dengan penambahan jumlah *leno-weave polyethylene fiber* sebanyak dua lapis dengan posisi saling silang memberikan peningkatan kekuatan tekan. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan jenis *fiber* yang berbeda dan jumlah lapisan *fiber* yang lebih banyak untuk mengetahui pengaruh penambahan *fiber* terhadap kekuatan tekan resin komposit. Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin melakukan penelitian mengenai kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *unidirectional polyethylene fiber* sebanyak 1 lapis, 2 lapis, dan 3 lapis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu apakah terdapat peningkatan kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* pada penambahan lapisan sebanyak tiga lapis *fiber*?

1.3 Tujuan penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* sebanyak tiga lapis.

1.4 Manfaat penelitian

1. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan lapisan *polyethylene fiber* terhadap kekuatan tekan resin komposit *microhybrid*.
2. Sebagai alternatif bahan restorasi yang memiliki kekuatan mekanis lebih baik.
3. Sebagai tambahan pengetahuan dalam bidang ilmu bahan kedokteran gigi untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

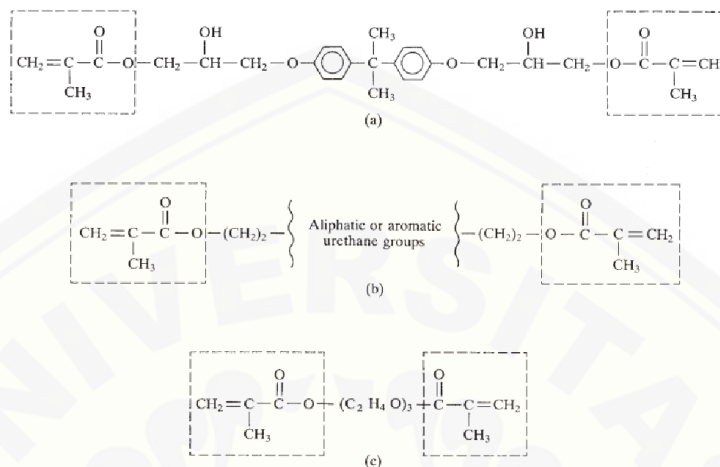
2.1 Resin Komposit

Resin komposit pertama diperkenalkan oleh Bowen tahun 1962 dan digunakan awal 1970-an. Resin komposit merupakan bahan tumpatan sewarna gigi berupa gabungan dari dua atau lebih bahan kimia yang berbeda. Komposit merupakan salah satu jenis restorasi yang banyak digunakan karena nilai estetik yang tinggi. Kandungan utamanya adalah matriks resin, partikel pengisi anorganik dan beberapa komponen lain yang diperlukan untuk meningkatkan efektifitas dan ketahanan bahan. Suatu bahan *coupling (silane)* diperlukan untuk memberikan ikatan antara bahan pengisi anorganik dan matriks resin, juga aktivator-inisiator diperlukan untuk polimerisasi resin (Sitanggang *et al.*, 2015:230).

2.1.1 Kandungan Resin Komposit

1. Matriks resin

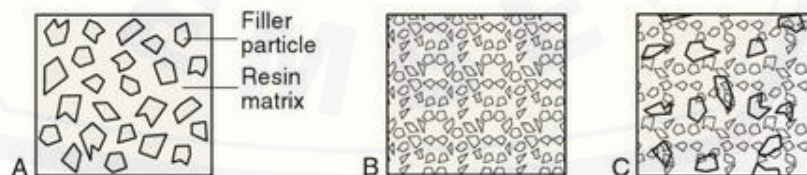
Matriks resin yang umum digunakan dalam resin komposit adalah *Bisphenol-A-Glycidyl Methacrylate (Bis-GMA)*, *Urethane Dimethacrylate (UEDMA)*, dan *Trietilen Glikol Dimethacrylate (TEGDMA)*. Bis-GMA memiliki rantai monomer disfungsional panjang dan kuat sehingga menyebabkan polimer berikatan silang dan memiliki kekentalan tinggi, dan memperkuat matriks resin. Biasanya pada resin dengan matriks berbahan Bis-GMA ditambahkan suatu bahan matriks resin dengan berat molekul yang lebih rendah yaitu TEGDMA untuk mengurangi viskositasnya. Pada tahun 1974, Foster dan Walker memperkenalkan resin bentuk lainnya yaitu UEDMA (Annusavice, 2003:228).



Gambar 2.1 Struktur monomer Bis-GMA (a), UEDMA (b), dan TEGDMA (c) (Sumber: McCabe dan Walls, 2008:198)

2. Bahan pengisi

Bahan pengisi umumnya berupa quartz atau kaca dengan ukuran partikel berkisar antara 0,1-100 μm ataupun silika dengan ukuran $\pm 0,04 \mu$. Partikel pengisi anorganik umumnya membentuk 30 dan 70% volume atau 50-85% berat komposit. Bahan pengisi atau *filler* dimasukkan kedalam matriks resin untuk mengurangi kontraksi polimerisasi, mengurangi koefisien muai termis komposit, meningkatkan sifat mekanis komposit antara lain kekuatan dan kekerasan, mengurangi penyerapan air, kelunakan dan pewarnaan (Sularsih dan Sarianoferni, 2007:103).



Gambar 2.2 Variasi dari bahan pengisi yang ditambahkan dalam komposit yang berbeda pada tiap jenis komposit. *Macrofilled* (A), *microfilled* (B), dan *hybrid* (C) (Sumber: Hatrick dan Eakle, 2014:66)

3. Bahan Coupling

Ikatan antara partikel bahan pengisi dengan matriks resin memungkinkan matriks polimer lebih fleksibel dalam meneruskan tekanan ke partikel pengisi. Ikatan antara keduanya diperoleh dengan adanya bahan coupling. Aplikasi bahan coupling yang tepat dapat meningkatkan sifat mekanis dan fisik serta memberikan kestabilan hidrolitik dengan mencegah air menembus sepanjang perlekatan bahan pengisi dan resin (Chaijareenont *et al.*, 2012:610-611). Bahan coupling yang lebih sering digunakan adalah organosilan seperti *γ-metakriloksipropiltrimetoksi silane*. Silane mengandung gugus silanol yang dapat berikatan dengan silanol pada permukaan bahan pengisi melalui pembentukan ikatan siloxane (S-O-Si) (Annusavice, 2003:232).

4. Fotoinisiator dan Aktivator

Fotoinisiator dan aktivator berfungsi untuk menginduksi terjadinya *light curing*. Fotoinisiator yang umumnya digunakan adalah *camphoroquinone*. Inisiator ini berada di dalam pasta sebesar 0,2 hingga 1%. Reaksi akan dipercepat dengan adanya aktivator berupa amina organik yang mengandung karbon berikatan ganda (Craig dan Powers, 2002:236).

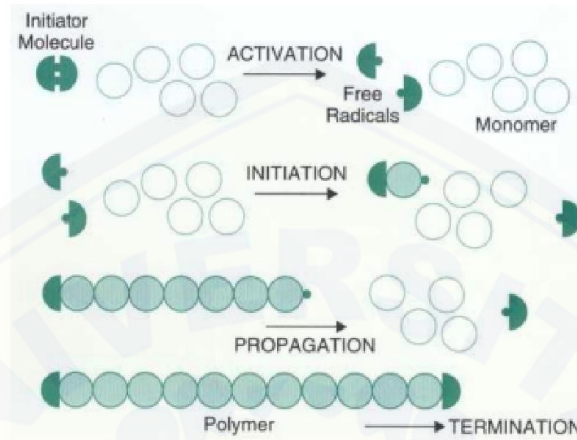
5. Pigment

Pigmen anorganik ditambahkan dalam jumlah yang bervariasi untuk menyamakan dengan warna gigi. Resin berpigmen dapat digunakan untuk menutupi diskolorisasi, dentin yang menghitam, atau untuk menutupi *graying effect* akibat penggunaan metal pada post perawatan saluran akar (Hatrack dan Eakle, 2014:67). Pigment stabil pada rongga mulut dan warnanya tidak boleh berubah dalam jangka waktu yang lama. Pigment yang banyak digunakan adalah *ferric oxide* atau *ferric hydroxide* (Fontes *et al.*, 2012:468).

2.1.2 Polimerisasi Resin Komposit

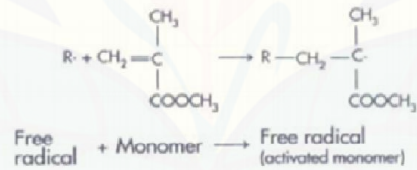
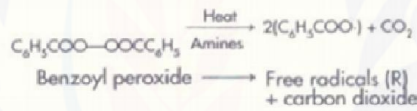
Polimerisasi adalah reaksi kimia yang terjadi ketika monomer bergabung untuk membentuk rantai molekul yang panjang atau disebut dengan polimer. Polimerisasi resin komposit dapat terjadi melalui aktivasi kimia (*chemical-cured*), aktivasi sinar (*light-cured*), atau kombinasi dari keduanya. Aktivasi sinar saat ini merupakan yang paling banyak digunakan (Hatrack dan Eakle, 2014:67). Menurut Price (dalam Diansari, 2008:123) jarak sinar paling ideal guna mendapat polimerisasi yang optimal adalah 1-2 mm dengan ketebalan resin komposit 1,5-2 mm. Jika jarak sumber sinar mencapai 5-6 mm, maka sinar yang diterima oleh material komposit resin tidak dapat mempolimerisasi komposit resin dengan optimal, yang secara langsung akan menyebabkan penurunan sifat fisik dan mekanik.

Proses polimerisasi terjadi dalam empat tahapan yaitu aktivasi, inisiasi, propagasi, dan terminasi (Gambar 2.4). Diawali oleh proses aktivasi di mana sinar akan merangsang fotoinisiator *camphoroquinone* agar teraktivasi. *Camphoroquinone* yang telah teraktivasi akan menarik molekul hidrogen yang terdapat pada ikatan rangkap karbon amina organik. Amina organik yang telah kehilangan molekulnya akan menjadi radikal bebas. Pada tahap inisiasi radikal bebas akan berikatan dengan monomer untuk membentuk permulaan rantai polimer. Tahap selanjutnya adalah propagasi, pada tahap ini akan terjadi penambahan monomer terus menerus mendorong terbentuknya rantai polimer. Tahap terakhir adalah terminasi dimana rantai membentuk molekul yang stabil (Roberson *et al.*, 2002:136; Susanto, 2005:32).

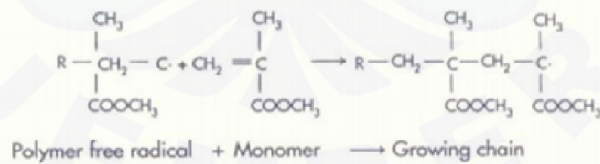


Gambar 2.3 Tahap polimerisasi resin komposit (Sumber : Roberson *et al.*, 2002:137)

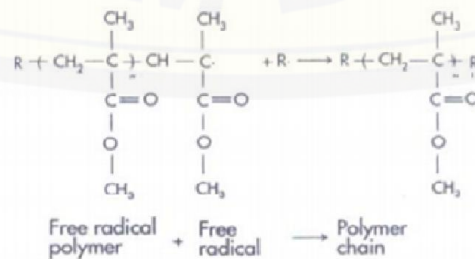
1. Initiation



2. Propagation



3. Termination



Gambar 2.4 Reaksi kimia polimerisasi resin komposit (Sumber : O'Brien, 2002: 76)

2.2 Resin Komposit *Microhybrid*

Komposit *microhybrid* merupakan salah satu jenis resin komposit berdasarkan bahan pengisi atau *filler*, dalam komposit *microhybrid* terdapat dua jenis *filler* dengan bentuk irregular yang dicampur menjadi satu yaitu partikel kecil dengan ukuran 0,04-01 μm dan 5%-15% *microfine* partikel dengan ukuran 0,04-0,2 μm . Sifat-sifat umum seperti sifat fisik dan mekanik dari komposit *microhybrid* berada diantara bahan komposit tradisional dan bahan pengisi mikro, sehingga *microhybrid* lebih unggul sifat-sifatnya dibandingkan dengan komposit berbahan pengisi mikro (Craig dan Powers, 2002:234).

Komposit *microhybrid* umumnya bertahan selama 10 tahun dan warnanya stabil. Komposit *microhybrid* merupakan bahan klinis yang sangat baik karena kekuatan, warna, dan resisten terhadap plak dan stain (Masdy, 2014:13). Namun, komposit *microhybrid* memiliki kekurangan yaitu kekuatan mekanis yang lebih rendah daripada komposit *nano hybrid* yang disebabkan oleh presentase bahan pengisi yang lebih rendah daripada komposit *nano hybrid* (Mozartha *et al.*, 2009:30).

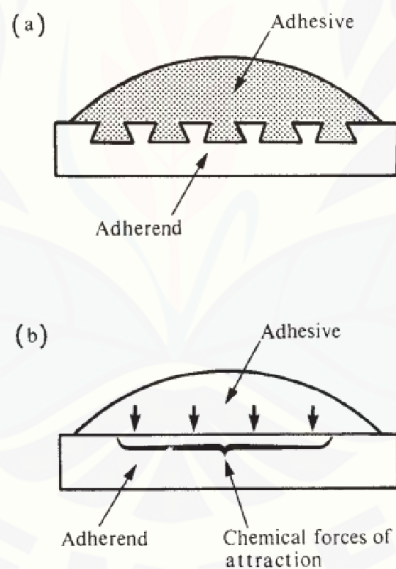


Gambar 2.5 Salah satu merk komposit *microhybrid* (sumber : dokumentasi pribadi)

2.3 Bonding Agent

Dalam kedokteran gigi, kata *bonding* digunakan untuk mendeskripsikan proses perlekatan material restorasi seperti resin komposit ke gigi melalui sistem adhesi. Adhesi adalah reaksi atom atau molekul dari dua permukaan yang berbeda

(Hatrick *et al.*, 2014:45). *Bonding* dapat dicapai melalui salah satu dari dua mekanisme yaitu perlekatan mekanis atau kimia. Dalam perlekatan mekanis, perlekatan dapat terjadi pada daerah undercut pada permukaan adheren. Sedangkan pada perlekatan kimia, perlekatan terjadi karena bahan *adhesive* memiliki sifat kimia yang sama dengan adheren (McCabe dan Walls, 2008:24). Menurut Loncar (2008:57) kandungan terpenting dari *bonding* adalah *silane* yang dapat berikatan secara kimia terhadap permukaan *glass fiber* dan polimer matriks yang terkandung di dalamnya yang dapat meningkatkan kekuatan mekanis dari *fiber reinforced composite*. Perlekatan kimia juga diketahui dapat meningkatkan kekuatan fleksural dari penambahan *carbon fiber* pada resin.



Gambar 2.6 Perbedaan antara perlekatan mekanis (a) dan kimia (b) (Sumber : McCabe dan Walls, 2008:24)

Terdapat beberapa klasifikasi dari *bonding agent*, salah satunya adalah berdasarkan generasi yang terdiri atas generasi pertama hingga delapan. Saat ini, hanya generasi keempat hingga delapan yang masih digunakan.

a. Generasi empat

Diperkenalkan tahun 1990 dan masih digunakan hingga saat ini. Kemasan terdiri dari beberapa botol yang terdiri atas bahan etsa, primer, dan adhesif. Sistem polimerisasi *Light-and dual cured formulation*. Memiliki *Bond-strength* 13-30 Mpa (Craig dan Powers, 2006:263)

b. Generasi lima

Bonding generasi lima diperkenalkan akhir tahun 1990. Pada generasi lima, sistem satu botol digunakan, yaitu menggabungkan dua step (etsa dengan primer dan adhesif) menjadi satu. Kekuatan bonding antara 3-25 Mpa (Kakar *et al.*,2011:268).

c. Generasi enam

Generasi ini dapat melarutkan *smear-layer* dan tidak memerlukan pembilasan dengan air. Terdapat dua tipe dalam generasi enam. Tipe satu berbentuk sistem dua botol, terdiri atas *liquid 1* berisi *acidic primer* dan *liquid 2* berisi adesif. Tipe dua menggunakan sistem dua botol berisi primer dan adesif yang harus dicampur terlebih dahulu sebelum diaplikasikan. Berbeda dengan tipe 1 di mana *acidic primer* diaplikasikan terlebih dahulu kemudian adesif diaplikasikan. Kekuatan bonding lebih lemah daripada generasi empat dan lima (Swift,1998:81).

d. Generasi tujuh

Menggunakan sistem satu botol dan tidak diperlukan pembilasan dengan air. Merupakan bahan yang tidak kompatibel untuk resin komposit *self cure*. Memiliki kekuatan bonding yang sama dengan generasi enam (Swift,1998:81).

e. Generasi delapan

Generasi terbaru dari *bonding agent* yang dapat digunakan untuk restorasi langsung dan tak langsung. *Bonding* ini memiliki *filler* dengan ukuran nano. Kekuatannya lebih dari 30 MPa dan tidak ada sensisitivitas pasca penggunaan (Dhingra dan Singh, 2014:217).

2.4 Fiber

2.4.1 Carbon fiber

Carbon fiber yang biasa digunakan dalam kedokteran gigi adalah yang berbentuk anyaman. Penambahan *carbon fiber* ke dalam resin secara nyata menambah ketahanan fraktur dan modulus elastisitas bahan resin. Namun, penambahan *carbon fiber* dapat mengurangi estetika dari komposit (Boksman dan Friedman, 2009).

2.4.2 Glass fiber

Glass fiber memiliki kemampuan adesi yang baik terhadap mono- dan *dimethacrylates* serta memiliki estetika yang bagus. Terdapat tiga tipe *glass fiber* yaitu *e-glass*, *s-glass*, dan *c-glass*. *E-glass* merupakan yang paling sering digunakan di kedokteran gigi. *E glass* memiliki kekuatan tarik dan tekan yang bagus tetapi memiliki kekuatan impak yang rendah (Tayab *et al.*, 2015:18).

2.4.3 Polyethylene Fiber

Polyethylene fiber diperkenalkan pada pasaran pada tahun 1992. Material ini merupakan *fiber* pengikat sekaligus memiliki sifat memperkuat. *Polyethylene fiber* bersifat translusen, tidak berwarna dan menghilang di dalam resin komposit tanpa menunjukkan bayangan warna apapun. Tidak hanya memberi keunggulan estetis, sifat translusennya menyebabkan *light cure* mudah melewati komposit (Ganesh dan Tandon, 2006:53). Bentuk *polyethylene fiber* dapat berupa *unidirectional* seperti helai benang (*strands*) atau *multidirectional* seperti *woven* dan *braided* di mana serat-serat dijalin seperti keping atau anyaman (Mozartha *et al.*, 2010:30)



Gambar 2.7 Salah satu produk *polyethylene fiber* yang ada di pasaran (sumber : dokumentasi pribadi)

Penelitian yang dilakukan Belli *et al.* (2005:136) didapatkan hasil bahwa *Polyethylene fiber* dapat meningkatkan resistensi terhadap fraktur ketika diletakkan pada restorasi komposit klas 2 (MOD) dengan arah penempatan *fiber* bukal ke lingual. Terdapat beberapa gaya yang menyebabkan deformitas material hingga terjadi fraktur yaitu tekan, tarik, geser, dan putar. Dalam penelitian Wahyuni *et al.* (2013:21) didapatkan hasil bahwa penambahan volume *fiber* yang diasumsikan dengan penambahan jumlah *leno-weave polyethylene fiber* sebanyak dua lapis dengan posisi saling silang dapat meningkatkan kekuatan tekan resin komposit. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan jenis *fiber* yang berbeda dan jumlah lapisan *fiber* yang lebih banyak untuk mengetahui pengaruh penambahan *fiber* terhadap kekuatan tekan resin komposit.

2.5 Kekuatan Tekan

Kekuatan tekan adalah tekanan maksimal yang dapat ditahan oleh suatu struktur hingga benda tersebut mengalami fraktur atau deformasi. Ketika sebuah benda dikenai tekanan, maka kerusakan pada benda tersebut dapat terjadi sebagai hasil dari bentukan tekanan yang kompleks pada benda tersebut (Craig dan Powers, 2002:84). Tekanan yang diterima bahan restorasi berupa beban kunyah. Pembuatan restorasi mahkota membutuhkan suatu bahan yang dapat menahan beban kunyah (Hariyanto dan Yogyarti, 2005:154). Rata-rata gaya pengunyahan maksimal yang

dapat ditahan adalah 756 N. Namun, hal itu cukup bervariasi dari seorang individu ke individu lainnya. Diperkirakan bahwa bila suatu gaya sebesar 756 N diaplikasikan pada ujung tonjol dengan daerah luas kurang lebih 0,039 cm², kekuatan tekan akan sebesar 193 MPa (Annusavice, 2003:54-55).

Kekuatan gigi molar untuk menahan fraktur (305 Mpa) dapat dijadikan standar untuk menentukan kekuatan tekan yang optimal bagi penggunaan resin komposit, terutama pada gigi posterior (Galvao, 2012:3). Kekuatan tekan komposit *hybrid* adalah 300-350 MPa (Annusavice, 2003). Kekuatan tekan resin komposit dapat ditingkatkan dengan penambahan serat atau fiber (Wahyuni *et al.*, 2013:22).

Uji kekuatan tekan akan dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* hingga restorasi mengalami fraktur. Layar monitor yang tersambung dengan *Universal Testing Machine* akan menunjukkan angka yang menyatakan besarnya gaya yang diberikan kepada subyek, hingga subyek akan mengalami fraktur. Rumus kekuatan tekan sesuai dengan ISO 3824-1984 (E) adalah sebagai berikut.

$$CS = \frac{4F}{(\pi \times d^2)}$$

Keterangan :

CS = kekuatan tekan (Mpa)

F = beban (N)

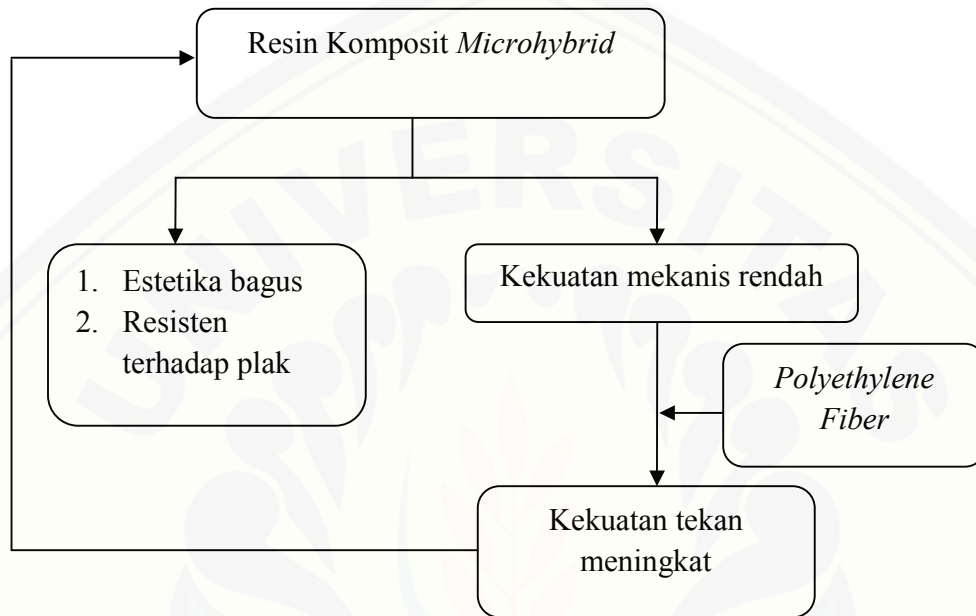
d = diameter silinder

π = tetapan yang mempunyai nilai yaitu 3,14

2.6 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah terdapat peningkatan kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* sebanyak tiga lapis.

2.7 Kerangka Konsep



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental laboratoris dengan model rancangan penelitian berupa *the post-test only control group design*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Bagian Konservasi Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember dan Laboratorium Dasar Bersama Universitas Airlangga. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Desember 2015 - Januari 2016.

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Jumlah lapisan *polyethylene fiber*.

3.3.2 Variabel Terikat

Kekuatan tekan komposit *microhybrid*.

3.3.3 Variabel Terkendali

- a. Bentuk dan ukuran sampel
- b. Lama waktu penyinaran komposit
- c. Jenis bonding (G-bond GC, Japan)
- d. Kecepatan tekanan alat uji (1mm/menit)
- e. *LED curing unit* (SKI, China)

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Komposit *microhybrid* adalah salah satu jenis komposit berdasarkan bahan pengisi. Merk Solare adalah komposit *microhybrid* yang digunakan di Klinik

Konservasi Gigi Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Jember. Sampel yang digunakan dalam penelitian berupa komposit *microhybrid* dengan bentuk silinder dengan diameter 3 mm dan tebal 6 mm.

3.4.1 *Polyethylene fiber* merupakan salah satu jenis *fiber* yang paling sering digunakan dalam kedokteran gigi, pada penelitian digunakan *polyethylene fiber* tipe *unidirectional* dengan lebar 2 mm dan panjang 2mm.

3.4.3 Kekuatan tekan diukur menggunakan alat *universal testing machine* dengan cara sampel diberi beban hingga sampel mengalami fraktur. Besar gaya maksimal akan tercatat pada layar dan dimasukkan dalam rumus kekuatan tekan.

3.5 Sampel Penelitian

3.5.1 Sampel penelitian

Sampel yang digunakan pada penelitian ini berupa spesimen yang dibuat dengan menggunakan cetakan dari bahan plastik berbentuk silindris dengan diameter 3 mm dan tinggi 6 mm sesuai dengan spesifikasi *American Dental Association* (Didem *et al.*, 2014:118)



Gambar 3.1 Ukuran sampel

3.5.2 Kelompok Sampel

Kelompok yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 kelompok yaitu sebagai berikut :

a. Kelompok I

Komposit *microhybrid* ditambah 1 lapis *polyethylene fiber*.

b. Kelompok II

Komposit *microhybrid* ditambah 2 lapis *polyethylene fiber* dengan arah pemberian *fiber* yang sama pada tiap lapis.

c. Kelompok III

Komposit *microhybrid* ditambah 3 lapis *polyethylene fiber* dengan arah pemberian *fiber* yang sama pada tiap lapis.

d. Kelompok kontrol

Komposit *microhybrid* tanpa penambahan *fiber*.

3.5.3 Besar Sampel Penelitian

Rumus penghitungan jumlah sampel menurut Federer (dalam Wahyuni *et al.*, 2013:17) adalah sebagai berikut :

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

Keterangan :

t = jumlah kelompok perlakuan

n = jumlah sampel

$$(4-1)(n-1) \geq 15$$

$$3n-3 \geq 15$$

$$3n \geq 18$$

$$n \geq 6$$

Dari hasil penghitungan menggunakan rumus di atas, diperoleh jumlah sampel minimal adalah 6 untuk setiap kelompok perlakuan sehingga jumlah sampel keseluruhan adalah 24.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat Penelitian

a. Cetakan silinder dengan bahan plastik

- b. *Glass plate*
- c. *Celluloide strip*
- d. *Plastic filling instrument*
- e. Stopper semen
- f. Pinset kedokteran gigi
- g. *Glass slide*
- h. Gunting khusus *fiber*
- i. Penggaris
- j. *Light-emiting diode curing unit* (SKI, China)
- k. *Petridish*
- l. Inkubator (Memmert, Germany)
- m. *Universal Testing Machine* (Shimadzu, Japan)
- n. Spidol

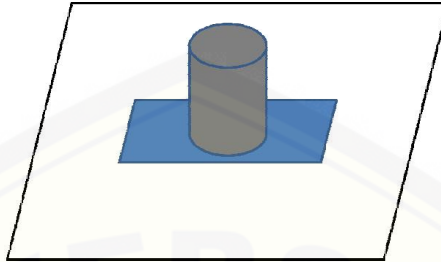
3.6.2 Bahan

- a. Resin Komposit *Microhybrid* (Solare X # A3 GC, Japan)
- b. *Polyethylene fiber* (Biodental, USA)
- c. Bonding (G bond GC, Japan)
- d. Aquadest steril (Otsuka, Indonesia)

3.7 Prosedur Penelitian

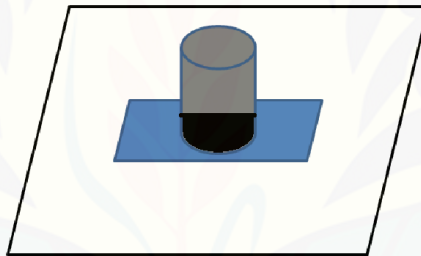
3.7.1 Pembuatan sampel kontrol

- a. Mempersiapkan semua alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Cetakan diletakkan di atas pita *celluloid strip* yang di bawahnya terdapat *glass plate*.

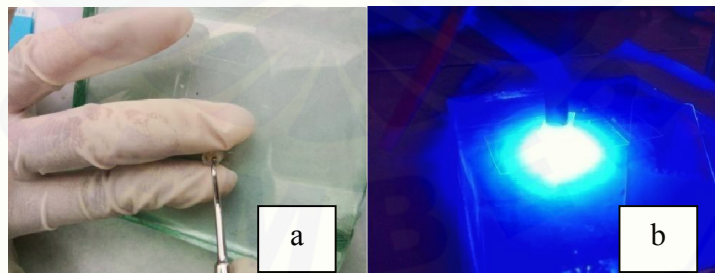


Gambar 3.2 Ilustrasi peletakan cetakan pada *glass plate*

- c. Aplikasi resin komposit ke dalam cetakan hingga ketebalan 2mm dilakukan pemampatan menggunakan stopper semen, kemudian dipolimerisasi menggunakan *light curing unit* menempel pada cetakan selama 20 detik.

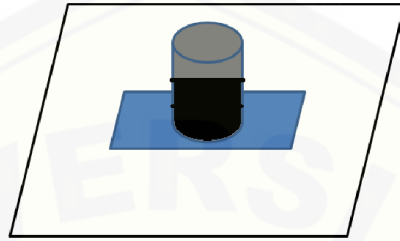


Gambar 3.3 Ilustrasi aplikasi lapisan pertama komposit.



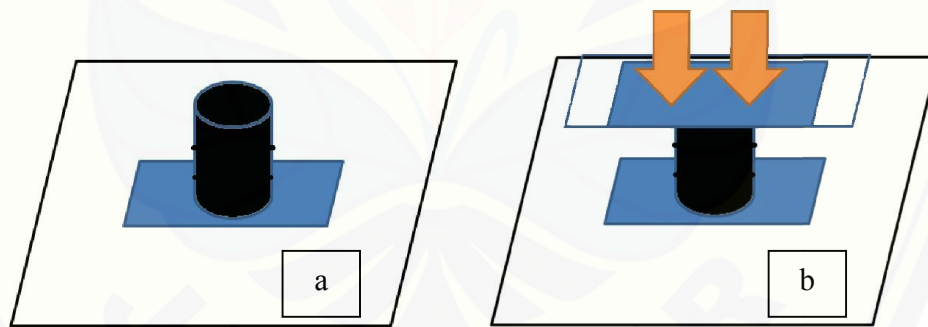
Gambar 3.4 Pemampatan (a) dan penyinaran (b) komposit

- d. Aplikasi resin komposit untuk lapisan kedua dengan cara yang sama pada lapisan pertama.



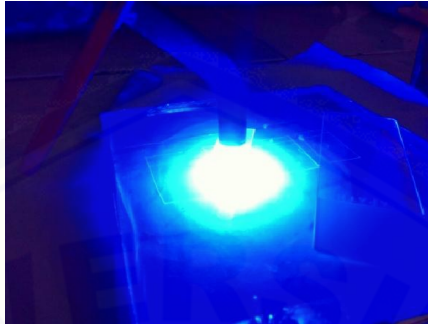
Gambar 3.5 Ilustrasi lapisan kedua komposit.

- e. Aplikasi resin komposit lapisan terakhir hingga cetakan penuh dan permukaan atas cetakan ditutup dengan *celluloid strip* dan *glass slide*. *Glass slide* ditekan menggunakan tangan agar tercipta permukaan yang rata dan padat, kemudian *glass slide* dilepas.



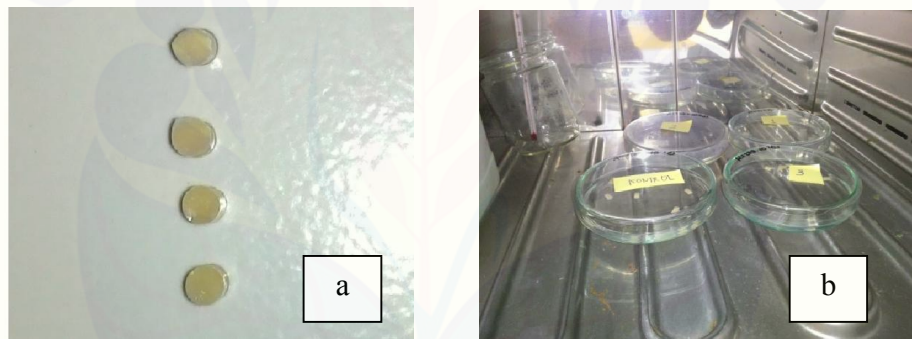
Gambar 3.6 Ilustrasi aplikasi lapisan ketiga komposit (a) dan pemampatan (b)

- f. Polimerisasi menggunakan *light curing unit* menempel pada *celluloid strip* selama 20 detik.



Gambar 3.7 Penyinaran komposit

- g. Spesimen dilepas dari cetakan, direndam dalam aquadest steril, dan disimpan di dalam inkubator pada suhu 37° C selama 24 jam sebelum pengujian.

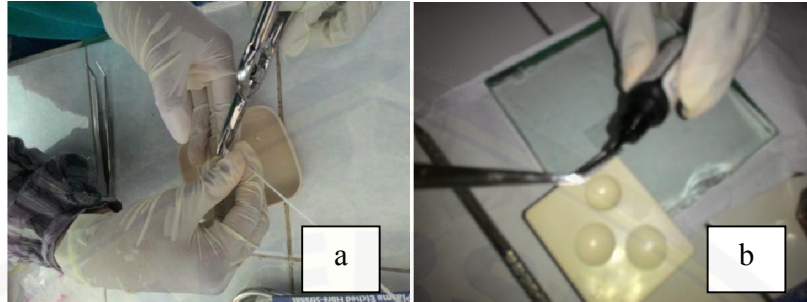


Gambar 3.8 Spesimen dilepas dari cetakan (a) dan penyimpanan dalam inkubator (b)

3.7.2 Pembuatan sampel kelompok perlakuan

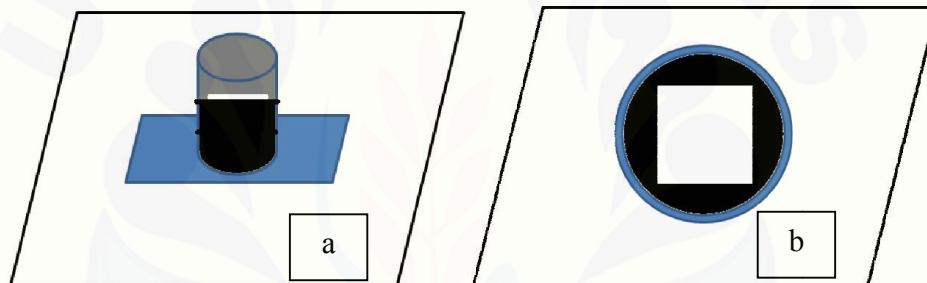
a-d. Sama dengan kontrol

- e. *Polyethylene fiber* dengan lebar 2 mm dipotong sepanjang 2 mm dibasahi dengan bahan *bonding* dengan cara *bonding* diteteskan pada *fiber*..



Gambar 3.9 Pemotongan *fiber* (a) dan pembasahan dengan *bonding* (b)

f. Aplikasi *fiber* pada cetakan.



Gambar 3.10 Aplikasi *fiber* pada cetakan (a) dan pandangan dari arah oklusal (b)

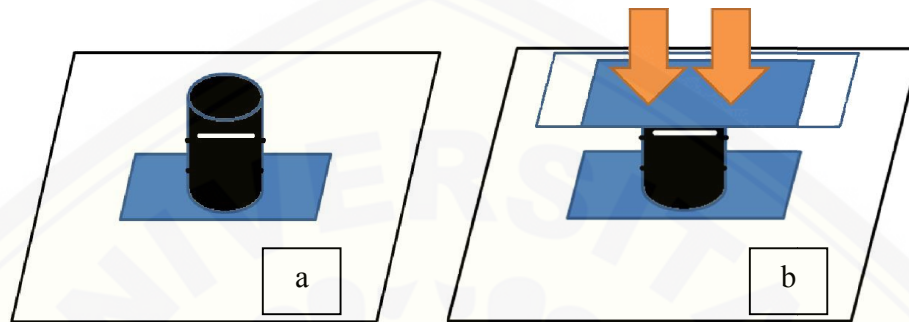
g. Pada kelompok 2 dan 3 pemberian lapisan *fiber* kedua dan ketiga sama dengan pemberian lapisan *fiber* pada kelompok 1.



Gambar 3.11 Aplikasi dua lapis (a) dan tiga lapis (b) *fiber*.

h. Aplikasi resin komposit lapisan terakhir hingga cetakan penuh dan permukaan atas cetakan ditutup dengan *celluloid strip* dan *glass slide*. *Glass slide* ditekan

menggunakan tangan agar tercipta permukaan yang rata dan padat, kemudian *glass slide* dilepas.



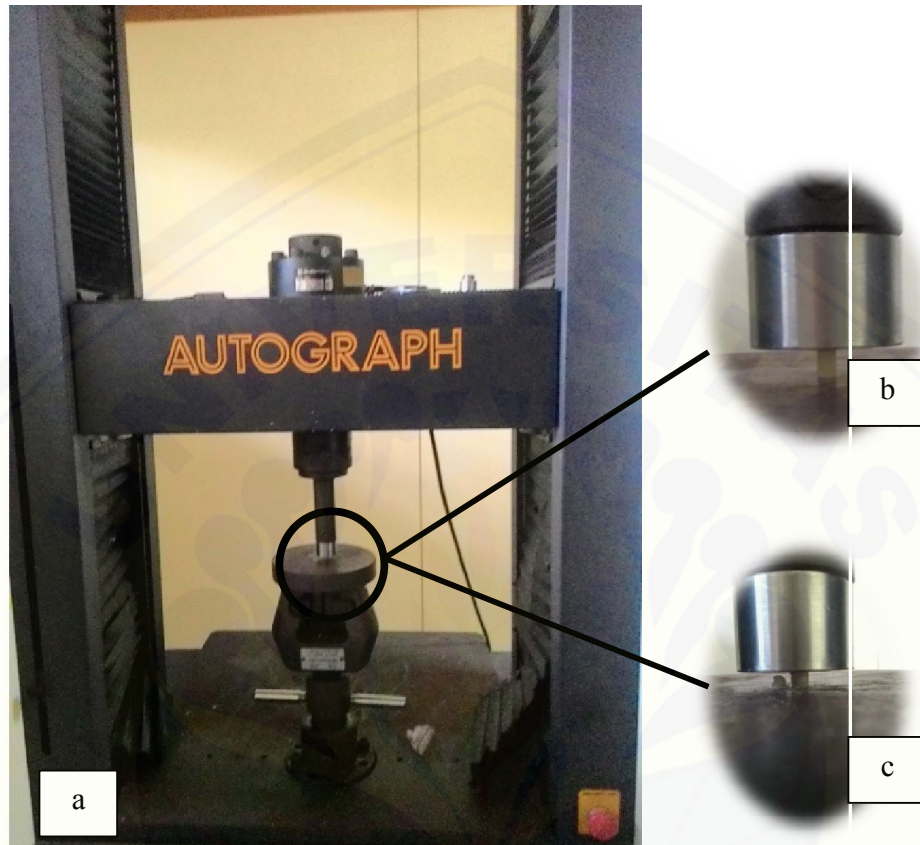
Gambar 3.12 Ilustrasi lapisan ketiga komposit (a) dan pemampatan (b)

- i. Dilakukan polimerisasi menggunakan *light curing unit* menempel pada *celluloid strip* selama 20 detik (gambar 3.7).
- j. Spesimen dilepas dari cetakan, direndam dalam aquadest steril, dan disimpan di dalam inkubator pada suhu 37° C selama 24 jam sebelum pengujian (gambar 3.8).

3.7.5 Cara Pengujian Kekuatan Tekan

Uji kekuatan tekan akan dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* hingga sampel mengalami fraktur dengan tahapan sebagai berikut :

- a. Sampel diletakkan tepat di tengah mata uji, ujung mata uji menyentuh permukaan sampel (Gambar 3.13 b).
- b. Diberikan tekanan dengan kecepatan 1mm/menit pada sampel hingga sampel mengalami fraktur (Pizi *et al.*, 2005:20) dan pemberian tekanan dihentikan (Gambar 3.13 c).



Gambar 3.13 *Universal Testing Machine* (a), sampel diletakkan pada alat uji (b), dan sampel fraktur pada gaya tertentu (c).

c. Besar tekanan tercatat pada layar.



Gambar 3. 14 Layar *universal testing machine*

d. Angka yang tertera pada layar dimasukkan pada rumus di bawah ini :

$$CS = \frac{4F}{(\pi \times d^2)}$$

Keterangan :

CS = kekuatan tekan (Mpa)

F = tekanan (N)

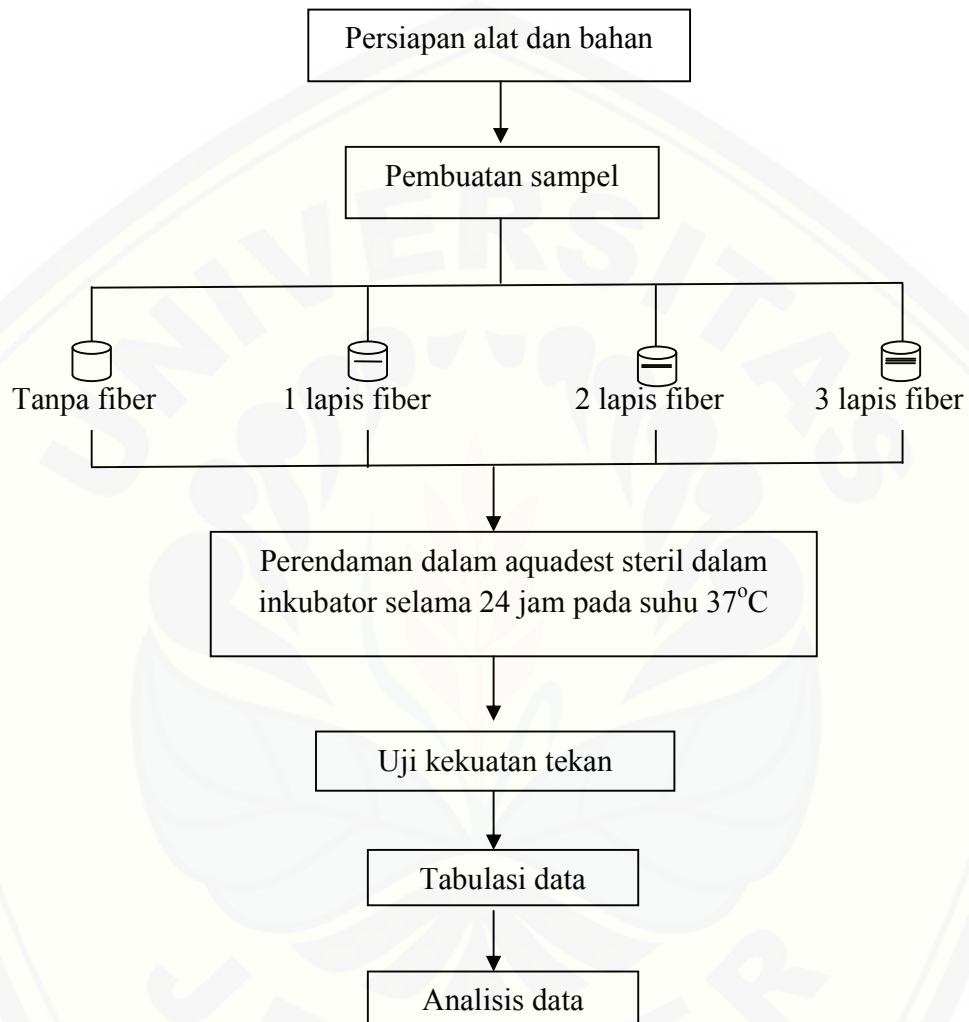
d = diameter silinder (mm)

π = tetapan yang mempunyai nilai 3,14

3.8 Analisis Data

Setelah data terkumpul dan disusun dalam bentuk tabel, selanjutnya dilakukan analisa data menggunakan program SPSS. Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Komolgorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Jika pada kedua uji tersebut menunjukkan data terdistribusi normal dan homogen ($p > 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji statistic parametrik, yaitu *Independent One Way ANOVA*. Sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal dan/atau tidak homogen, maka dilanjutkan dengan uji statistic nonparametrik, yaitu *Kruskal-Wallis*.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.16 Diagram Alur Penelitian

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa secara deskriptif terdapat peningkatan kekuatan tekan komposit *microhybrid* dengan penambahan lapisan *polyethylene fiber* sebanyak tiga lapis.

5.2 Saran

5.2.1 Apabila dilakukan penelitian serupa, perbaikan prosedur penelitian pada langkah aplikasi *fiber* perlu diperbaiki.

5.2.1 Penelitian serupa dapat dilakukan menggunakan jenis *fiber* yang berbeda untuk mengetahui pengaruh penambahan lapisan *polyethylene fiber* terhadap resin komposit *microhybrid*.

DAFTAR PUSTAKA

- Annusavice, K. J. 2003. *Philips : Buku Ajar Ilmu Bahan Kedokteran Gigi Edisi 10*. Jakarta : EGC.
- Bae, Kim, Hattori, Hasegawa, Yoshinari, Kawada, Oda. 2001. The Flexural Properties of Fiber-Reinforced Composite with Light-Polymerized Polymer Matrix. *The International Journal of Prosthodontics*. http://www.quintpub.com/userhome/ijp/ijp_14_1_bae5.html.
- Barutcigil, A., Harorli, O.T., dan Yildiz M. 2009. Restoration of Crown Fractures with A Fiber Post, Polyethylene Fiber and Composite Resin. *Rev. Clin. Pesq. Odontology*.
- Belli S., Erdemir A., dan Yildirim C. 2005. Reinforcement Effect of Polyethylene Fibre in Root-filled Teeth: Comparison of Two Restoration Techniques. *International Endodontic Journal*.
- Boksman, L. dan Friedman, M. 2009. Ovoid root canal and ovoid fiber post: A biomimetic and synchronistic approach. *Oral Health*. <http://www.oralhealthgroup.com/features/ovoid-root-canals-and-ovoid-fiber-posts-a-biomimetic-and-synchronistic-approach/>.
- Chaijareenont, Takahashi, Nishiyama, Arksornnukrit. 2012. Effects of Silane Coupling Agents and Solutions of Different Polarity on PMMA Bonding to Alumina. *Dental Materials Journal No. 31(4)*.
- Craig, Robert G. dan Powers, John M. 2002. *Restorative Dental Materials*. Missouri: Mosby.
- Dhingra, A. dan Singh, A. 2014. Its All About Bonding. *Journal of Dental Sciences and Oral Rehabilitation*.
- Diansari, V., Eriwato, Y.K., dan Indrani, D.J. 2008. Kebocoran Mikro pada Restorasi Komposit Resin dengan Sistem Total-Etch dan Self-Etch pada Berbagai Jarak Penyinaran. *Indonesian Journal of Dentistry*.
- Didem,A., Gozde, Y., dan Nurhan, O. 2014. Comparative Mechanical Properties of Bulk-Fill Resins. *Open Journal of Composite Materials*.
- Esterina, H., Sunarko, B., dan Ismiyatin, K. 2012. Perbedaan Kekuatan Tarik Diametra Resin Komposit Nanofiller dan Resin Komposit Nanoceramic. *Conservative Dental Journal Vol. 2*.

- Fontes, Di Mauro, Dall'Antonia, Sano. 2012. *Study of the Influence of Pigments in the Poymerization and Mechanical Performance of Commercial Dental Composites*. Brasil : Revista Odontologica do Brasil Central.
- Galvao, Caldas, Filho, Campos, Bagnato, Rastello, Andrade. 2013. *Compressive Strength of Dental Composites Photo-activated with Different Light Tips*. UK : Astro Ltd.
- Ganesh M dan Tandon S. 2006. Versality of Ribbond in contemporary dental practice. *Trends Biometer*.
- Harijanto, E. & Yogyarti, S. 2005. Model Kekuatan Geser dan Kekuatan Tarik Perlekatan Copper Alloy dengan Resin Akrilik setelah Tin Plating. *Majalah Kedokteran Vol 38*.
- Hatrick dan Eakle. 2014. *Dental Materials Clinical Applications for Dental Assistants and Dental Hygienists*. Missouri : Elsevier.
- International Standard ISO 3824-1984(E). 1984. *Dentistry-Dental silicophosphate cement (hard-mixed), ed 2*. Geneva, Switzerland: International Organization of Standardization.
- Kakar, S., Goswami, M., dan Kanase, A. 2011. Dentin Bonding Agents I: Complete Classification-A Review. *World Journal of Dentistry*.
- Luthria, Sreekha, Hedge, Karale, Tyagi, Bhaskaran. 2012. The Reinforcement Effect of Polyethylene Fibre and Composite Impregnated Glass Fibre on Fracture. *Journal of Consevative Dentistry*.
- Loncar, Vojvodic, Jerolimov, Komar, Zabarovic. 2008. Fibre Reinforced Polymers Part II: Effect on Mechanical Properties. *Acta Stomatol Croat*.
- Masdy, W. 2014. *Pengaruh Metode Penyinaran yang Berbeda Terhadap Kekuatan Ikatan Komposit Microhybrid dengan Base Berbasis Resin*. Tesis. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- McCabe, John F. dan Walls, Angus W.G. 2008. *Applied Dental Materials*. Singapore : Blackwell Publishing
- Mozartha, M., Herda E., dan Soufyan A. 2010. Pemilihan Resin Komposit dan Fiber untuk Meningkatkan Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal PDGI Vol 59 (1)*.
- O'Brien W.J. 2002. *Dental Material and Their Selection 3rd edition*. Chicago: Quintessence Publishing Co.

- Pizi, Martins, Soares, Corre, Consani. 2005. The effect of filling techniques on compressive strength of dental composites. *Cienc Odontol Bras*.
- Roberson, T., Heymann, H., dan Swift, E. 2002. *Studivant's Art and Science Operative Dentistry*. Missouri : Mosby.
- Shivanna, V. dan Gopeshetti, P. 2013. Fracture resistance of Endodontically Treated Teeth Restored with Composite Resin Reinforced with Polyethylene Fibres. *Endodontologi Journal*.
- Sitanggang, Tambunan, dan Wuisan. 2015. Uji Kekerasan Komposit terhadap Rendaman Buah Jeruk Nipis (*Citrus Aurantifolia*). *Jurnal e-Gigi Volume 3 Nomor 1*.
- Sularsih & Sarianoferi. 2007. Penggunaan Resin Komposit untuk Mengurangi Resiko Barodontal. *Jurnal Kedokteran Gigi FKG –UHT vol 1*.
- Susanto, A. A. 2005. Pengaruh Ketebalan dan Lamanya Waktu Penyinaran terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit Sinar. *Dental Journal*.
- Swift, Edward. 1998. Bonding System for Restorative Materials-A Comprehensive Review. *American Academy of Pediatric Dentistry*.
- Tayab, T., Shetty, A., dan Kayalvizhi. 2015. The Clinical Applications of Fiber Reinforced Composites in all Specialties of Dentistry an Overview. *International Journal of Composite Materials*.
- Wahyuni, S., Adiyoso, H., dan Ismalayani. 2013. Pengaruh Penambahan Leno-Weave Fiber terhadap Kekuatan Tekan Restorasi Resin Komposit. *Jurnal Pembangunan Manusia Vol. 7 No. 3*.
- 3M ESPE. 2010. *Technical Product Profile Filtek™*. [Serial Online]. <http://multimedia.3m.com/mws/media/6430700/filtek-supreme-xte-technical-profile-anz.pdf>.

LAMPIRAN

1. Data hasil uji tekan resin komposit *microhybrid* menggunakan *Universal Testing Machine* dalam satuan Mpa.

	kontrol	1	2	3
I	272.88	217.29	293.74	287.92
II	284.95	243.49	309.64	294.32
III	292.92	316.28	311.30	387.81
IV	317.16	382.78	331.12	389.11
V	358.81	388.13	333.54	390.94
VI	365.04	402.13	368.23	411.35
VII*)	263.05	156.82	262.89	176.55
VIII*)	258.51	208.42	244.08	194.57
rata-rata**)	315.2867	325.0167	324.595	360.2417

Keterangan :

* : sampel yang tidak digunakan dalam analisis data

** : rata-rata sampel pertama hingga keenam

2. Alat Penelitian



Cetakan silinder



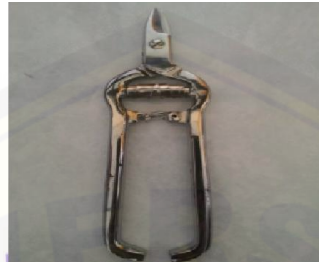
Glass slide



Celluloid strip



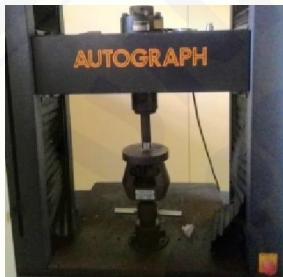
Spidol dan penggaris



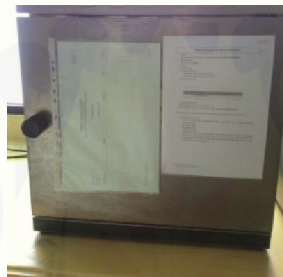
Gunting khusus



Petridish



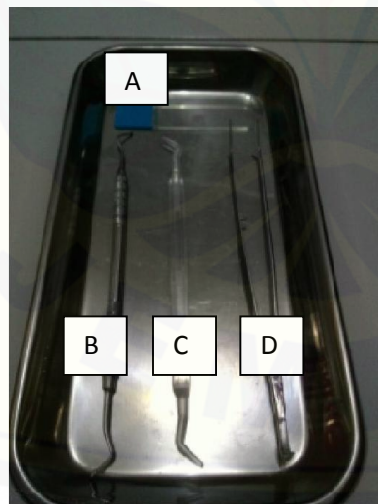
Universal Testing Machine



Inkubator



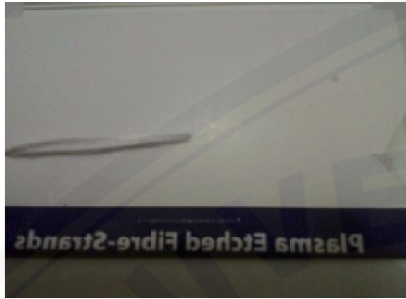
Light Curing Unit



Keterangan :

- A. *Glass slide*
- B. *Stopper semen*
- C. *Plastic filling instrument*
- D. *Pinset*

3. Bahan Penelitian



Polyethylene fiber



Komposit Microhybrid

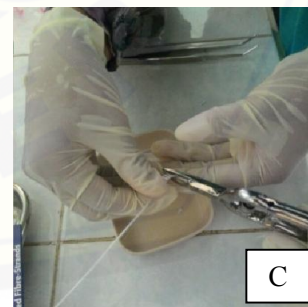
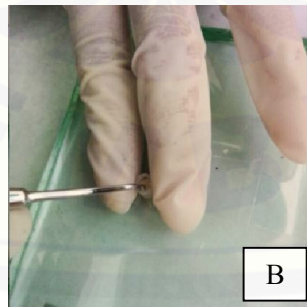
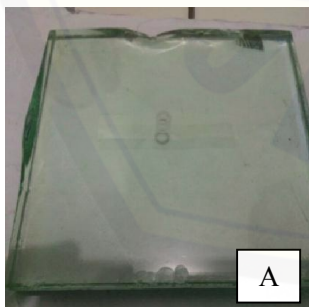


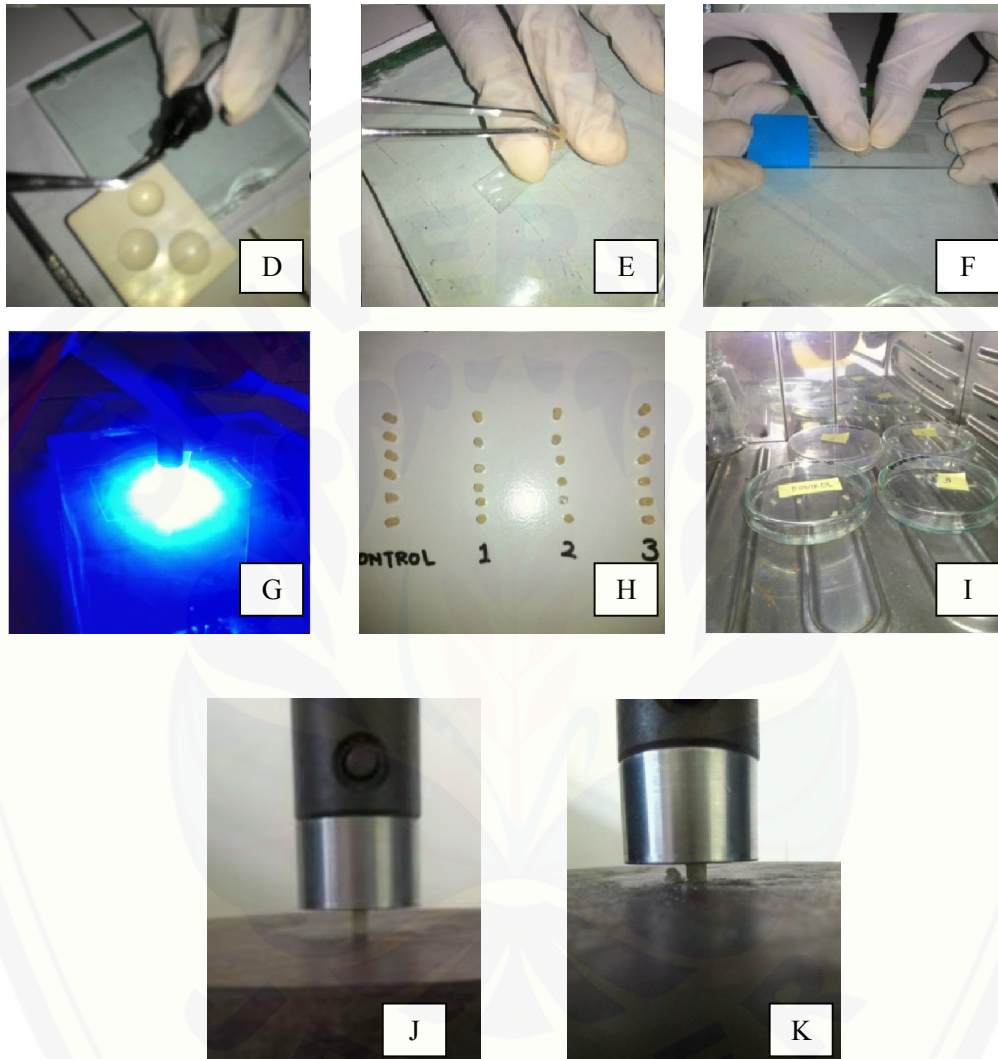
Aquadest steril



Bonding

4. Prosedur Pembuatan Sampel dan Pengujian





Keterangan :

- A. Cetakan plastik diletakkan di atas *glass slide* dengan *celluloid strip* sebagai alas
- B. Peletakan komposit dalam cetakan dan pemampatan menggunakan stopper semen
- C. Pemotongan *polyethylene fiber* sepanjang 2 mm
- D. Pembasahan *polyethylene fiber* dengan bahan bonding
- E. Peletakan *fiber* pada cetakan
- F. Pemampatan komposit menggunakan *glass slide*

- G. Penyinaran komposit
- H. Sampel yang sudah jadi dan dikeluarkan dari cetakan
- I. Sampel dalam inkubator
- J. Sampel diletakkan pada alat uji
- K. Sampel fraktur pada gaya tertentu yang diberikan oleh alat uji

5. Analisis Data

A. Hasil Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kekuatan	24	331.2850	52.89707	217.29	411.35

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Kekuatan
Normal Parameters ^{a,b}	N	24
	Mean	331.2850
	Std. Deviation	52.89707
Most Extreme Differences	Absolute	.127
	Positive	.105
	Negative	-.127
Kolmogorov-Smirnov Z		.620
Asymp. Sig. (2-tailed)		.837

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

B. Hasil Uji Homogenitas *Levene*

Test of Homogeneity of Variances

Kekuatan

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.738	3	20	.012

C. Hasil Uji Beda *Kruskal-Wallis*

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Kekuatan	24	331.2850	52.89707	217.29	411.35
kelompok	24	2.5000	1.14208	1.00	4.00

Kruskal-Wallis Test

Ranks

kelompok		N	Mean Rank
Kekuatan	kontrol	6	9.33
	k1	6	12.50
	k2	6	11.67
	k3	6	16.50
Total		24	

Test Statistics^{a,b}

	Kekuatan
Chi-Square	3.207
df	3
Asymp. Sig.	.361

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: kelompok