

**PENGARUH FRAKSI VOLUME *NON-DENTAL GLASS FIBER*
TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN AKRILIK *HEAT CURED***

Karya Tulis Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi



Diajukan oleh

Muhammad Difa Althof Mujaddid

31101700054

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG**

2022



KARYA TULIS ILMIAH
PENGARUH FRAKSI VOLUME *NON-DENTAL GLASS FIBER*
TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN AKRILIK *HEAT CURED*

Yang dipersiapkan dan disusun oleh
Muhammad Difa Althof Mujaddid
31101700054

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 1 Maret 2022
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

Ketua Tim Penguji


drg. Muhammad Dian Firdausy, M.Sc (DMS)

Anggota Tim Penguji I


drg. Eri Hidayat, M.D.Sc.

Anggota Tim Penguji II


drg. Niluh Riana Woroprobosari, M.Kes

Semarang, 22 AUG 2022

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Islam Sultan Agung
Dekan,




Dr. drg. Yayan Siti Rochmah, Sp.BM

NTK. 210100058

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Difa Althof Mujaddid

NIM : 31101700054

Dengan ini saya nyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul:

"PENGARUH FRAKSI VOLUME *NON-DENTAL GLASS FIBER*

TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN AKRILIK *HEAT CURED*"

Adalah benar hasil karya saya dan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan Tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 14 Agustus 2022



Muhammad Difa Althof Mujaddid

SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Muhammad Difa Althof Mujaddid

NIM: 31101700054

Program Studi: Kedokteran Gigi

Fakultas: Kedokteran Gigi

Alamat Asal: Jalan Soekarno Hatta KM 4,7 RT 7 RW 8, Kec. Tahunan, Kab. Jepara

No Hp/Email: 089618632938 / difaalthof@std.unissula.ac.id

Dengan ini menyerahkan karya ilmiah berupa Tugas Akhir / Skripsi / Tesis / Disertasi dengan judul:

PENGARUH FRAKSI VOLUME *NON-DENTAL GLASS FIBER*

TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN AKRILIK *HEAT CURED*

Kemudian menyeraikannya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data, dan dipublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencerminkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarism dalam karya tulis ilmiah ini, maka segala bentuk tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Universitas Islam Sultan Agung.

Semarang, 14 Agustus 2022



Muhammad Difa Althof Mujaddid

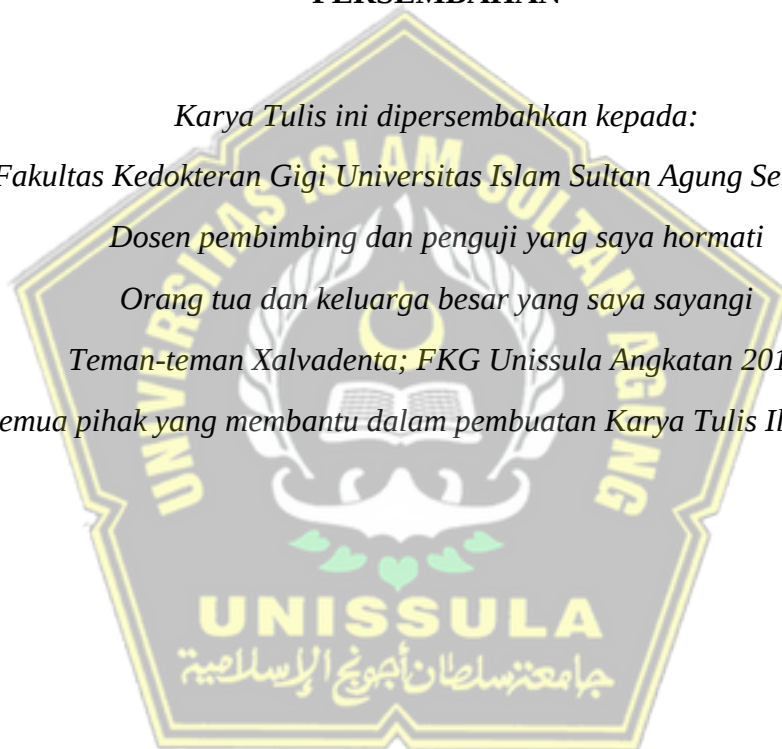
MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

*Tidak harus sempurna untuk memulai sesuatu
Namun harus memulai untuk menuju kesempurnaan*

PERSEMBAHAN

*Karya Tulis ini dipersembahkan kepada:
Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang
Dosen pembimbing dan penguji yang saya hormati
Orang tua dan keluarga besar yang saya sayangi
Teman-teman Xalvadenta; FKG Unissula Angkatan 2017
Semua pihak yang membantu dalam pembuatan Karya Tulis Ilmiah ini*



PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini yang berjudul **“PENGARUH FRAKSI VOLUME NON-DENTAL GLASS FIBER TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN AKRILIK HEAT CURED”** guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi pada Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan keterbatasan yang ada sehingga dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini dengan penuh kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. drg. Yayun Siti Rochmah, Sp.BM selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. drg. Eko Hadiano, MDSc. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dengan sabar untuk membimbing saya, memberi arahan, dukungan, serta motivasi selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
3. drg. Niluh Ringga Woroprobosari, M.Kes selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dan pikirannya dengan sabar untuk membimbing saya,

memberi arahan, dukungan, serta motivasi selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

4. drg. Muhammad Dian Firdausy M.Sc (DMS) selaku penguji yang telah meluangkan waktu, memberi arahan, nasihat, masukan, dan membantu dalam penyelesaian penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. Seluruh dosen dan staff karyawan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah mendidik, memberi bimbingan, dan banyak ilmu selama menuntut pendidikan sarjana kedokteran gigi.
6. Kedua orang tua, adik, dan keluarga besar saya yang selalu memberikan doa, membantu, serta mendukung moril & materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
7. Terimakasih kepada Belinda Salma Sekardalu yang senantiasa menemani hari-hari penulis, membantu, memotivasi, mendoakan, dan memberikan semangat tersendiri selama penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Terimakasih kepada teman-teman seperbimbingan; Ardiyan, Sella, dan Fika yang sudah memberi saran, semangat, doa, dan menjadi teman diskusi dalam penelitian dan penyelesaian Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Terimakasih kepada teman-teman Pesanmasa Unissula: Fasih, Zulmi, Nicko, Untung, Rifqi, Edo dan teman-teman saya yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah mendoakan dan memberikan semangat dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Terimakasih kepada semua teman-teman Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang Angkatan 2017 (Xalvadenta)

dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwasanya Karya Tulis Ilmiah ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun demi perbaikan. Akhir kata penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi perkembangan kemajuan pengetahuan khususnya di bidang kedokteran gigi. Semoga semua pihak yang telah membantu jalannya Karya Tulis Ilmiah ini mendapat balasan kebaikan dan rahmat dari Allah SWT.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Semarang, 21 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Umum.....	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Orisinalitas Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.5.1 Manfaat Teoritis	5
1.5.2 Manfaat Praktis	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.1.1 Resin Akrilik	7
2.1.2 Fiber	14
2.1.3 <i>Fiber Reinforced Acrylic Resin</i>	17
2.1.4 Sifat Material Kedokteran Gigi.....	18
2.1.5 Uji Kekuatan Fleksural	21
2.1.6 Fraksi Volume	22

2.2	Kerangka Teori.....	23
2.3	Kerangka Konsep	24
2.4	Hipotesis.....	24
BAB III		25
METODOLOGI PENELITIAN.....		25
3.1	Jenis Penelitian	25
3.2	Rencana Penelitian	25
	Gambar 3.1 Rencana Penelitian	25
3.3	Variabel Penelitian.....	25
3.3.1	Variabel Bebas	25
3.3.2	Variabel Terikat	26
3.3.3	Variabel Terkontrol.....	26
3.4	Definisi Operasional.....	26
3.4.1	Fraksi Volume.....	26
3.4.2	Pengujian Kekuatan Fleksural.....	27
3.5	Sampel Penelitian	27
3.5.1	Bentuk dan Ukuran Sampel	27
3.5.2	Pembagian Kelompok Sampel	28
3.6	Instrumen Penelitian.....	29
3.6.1	Alat.....	29
3.6.2	Bahan.....	30
3.7	Cara Penelitian	30
3.7.1	Persiapan Fiber.....	30
3.7.2	Pembuatan Sampel dalam <i>Mould</i>	31
3.7.3	Pembuatan Plat Akrilik	32
3.7.4	Pengujian Kekuatan Fleksural Menggunakan <i>Universal Testing Machine</i> (UTM)	34
3.8	Tempat dan Waktu	34
3.9	Analisis Hasil	34
3.10	Alur Penelitian	36
BAB IV		37
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.2	Pembahasan.....	39

BAB V.....	45
KESIMPULAN DAN SARAN.....	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kimia Resin Akrilik	7
Gambar 3.1 Rencana Penelitian	26
Gambar 3.2 Arah Serat Unidirectional dan Bentuk Sampel sesuai ISO No. 1567	29



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi <i>Non-Dental Glass Fiber</i>	22
Tabel 4.1 Hasil rerata nilai kekuatan fleksural.....	39
Tabel 4.2 Hasil uji normalitas Saphiro-Wilk	40
Tabel 4.3 Hasil uji Mann-Whitney.....	41



DAFTAR SINGKATAN

PMMA	: Polimetil Metakrilat
UHMWPE	: <i>Ultra High Molecular Weight Polyethylene Fiber</i>
FRAR	: <i>Fiber Reinforced Acrylic Resin</i>



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Ethical Clearance</i>	55
Lampiran 2. Surat ijin penelitian.....	56
Lampiran 3. Hasil analisis data	58
Lampiran 4. Dokumentasi penelitian	65



ABSTRAK

Resin akrilik *heat-cured* merupakan bahan yang sering digunakan untuk pembuatan gigi tiruan sebagian lepasan dalam dunia kedokteran gigi karena pembuatannya menggunakan peralatan yang sederhana, harga yang relatif murah, dan mudah direparasi. Resin akrilik juga memiliki kekurangan yaitu nilai kekuatan fleksural yang rendah sehingga dapat menyebabkan gigi tiruan patah. Oleh karena itu perlu adanya penambahan bahan penguat seperti serat untuk meminimalisir fraktur pada gigi tiruan sebagian lepasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik polimerisasi panas.

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian *true experimental* dengan *post test only control group design*. Resin akrilik dibagi menjadi empat kelompok, yaitu kelompok resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan *non-dental glass fiber* atau 0%, kelompok resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan *non-dental glass fiber* sebesar 1%, 2%, dan 3%.

Data didapatkan nilai rata-rata kekuatan fleksural resin akrilik dengan fraksi volume *non-dental glass fiber* sebesar 2% mempunyai nilai paling tinggi dibanding kelompok lain yaitu 102,000 MPa. Hasil uji *Mann-Whitney* dari beberapa kelompok uji menunjukkan perbedaan nilai kekuatan fleksural yang signifikan dari tiap kelompok ($p < 0.05$), kecuali untuk kelompok 0% dengan 3%.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah terdapat pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat-cured*.

Kata kunci: Resin Akrilik Polimerisasi Panas, *Non-Dental Glass Fiber*, Kekuatan Fleksural

ABSTRACT

Heat-cured acrylic resin is a material that is often used for the manufacture of removable partial dentures in dentistry because it uses simple equipment, relatively inexpensive, and is easy to repair. Acrylic resin also has a disadvantage, such as the low value of flexural strength so that it can cause the denture to fracture. Therefore, it is necessary to add reinforcing materials such as fibers to minimize fractures in removable partial dentures. The aim of this study is to determine the effect of non-dental glass fiber volume fraction on the flexural strength of heat cured acrylic resin.

This research used true experimental research with post test only control group design. Acrylic resins were divided into four groups, namely heat cured acrylic resin group without the addition of non-dental glass fiber or 0%, heat cured acrylic resin group with the addition of non-dental glass fiber 1%, 2%, and 3%.

The data showed that the average flexural strength of acrylic resin with a volume fraction of 2% of non-dental glass fiber had the highest value compared to other groups. The results of the Mann-Whitney test from several test groups showed significant differences in the value of flexural strength from each group ($p < 0.05$), except for the 0% and 3% group.

The conclusion of this study was there is an effect of volume fraction of non-dental glass fiber on the flexural strength of heat cured acrylic resin.

Keywords: Heat Cured Acrylic Resin, Non-Dental Glass Fiber, Flexural Strength.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resin akrilik ialah bahan guna pembuatan basis gigi tiruan lepasan yang sering digunakan hingga saat ini (Anusavice, 2003). Basis gigi tiruan yang seringkali dipergunakan berbahan dasar polimerisasi panas (*heat cured*) (Wirayuni, 2014). Resin akrilik masih menjadi pilihan pada pembuatan plat gigi tiruan dikarenakan memiliki harga yang relatif murah, mudah dalam tahap pembuatannya mempergunakan peralatan sederhana, mudah direparasi, memiliki warna yang stabil serta mudah dilakukan pemolesan (Aditama *et al.*, 2015). Resin akrilik juga memiliki beberapa kekurangan diantaranya mempunyai kekuatan serta kekerasan yang rendah, mudah terjadi abrasi ketika dibersihkan serta penghantar termis yang buruk (Lubis & Putranti, 2019).

Pemakaian gigi tiruan memiliki beberapa masalah yang sering timbul yakni patah atau fraktur pada gigi tiruan (Aditama *et al.*, 2015). “Fraktur gigi tiruan bisa dikarenakan tekanan impak karena gigi tiruan terjatuh terbentur benda keras serta tekanan fleksural yakni memberikan beban lentur secara berulang di suatu bahan yang mampu menyebabkan fraktur jika meterial tersebut tak mampu menahan beban lentur lagi” (Fatimina *et al.*, 2016). Kekuatan fleksural ialah kemampuan

suatu bahan dalam menahan beban maksimum sebelum patah saat diberikan beban pada bagian tengah serta ditumpu di kedua ujungnya (Putri *et al.*, 2016). Kekuatan resin akrilik dapat ditingkatkan melalui penambahan serat (Sitorus & Dahar, 2012). Hasil pada beberapa penelitian menunjukkan bahan yang ditambahkan *fiber* mempunyai kekuatan fleksural yang lebih tinggi dibanding bahan tanpa fiber (Hadianto *et al.*, 2018). “Serat ideal untuk tambahan plat gigi tiruan resin akrilik supaya tak mudah fraktur ialah *glass fiber*” (Aditama *et al.*, 2017). *Glass fiber* dalam komposisinya mengandung aluminium, *silicon oxide*, dan magnesium (Faizah *et al.*, 2017). *Glass fiber* dinilai tepat guna untuk menambahkan kekuatan resin akrilik di basis gigi tiruan. “Sifatnya yang translusen memberi nilai estetik yang baik. *Glass Fiber* juga mempunyai daya adesi yang baik pada matriks Polimetil Metakrilat (PMMA) pada resin akrilik, sehingga mampu meningkatkan kemampuan sifat mekanis resin akrilik” (Gurbuz *et al.*, 2012).

“*Glass fiber* yang sering digunakan pada praktek kedokteran gigi ialah jenis *E-glass fiber*.” (Aditama *et al.*, 2015). “Keberadaan *dental glass fiber* ini terbatas dan memiliki harga yang cenderung mahal. Salah satu jenis *glass fiber* yang banyak terdapat di pasaran dengan harga terjangkau yakni *non-dental glass fiber*” (Rochmanita *et al.*, 2018). “*Non-dental glass fiber* dipergunakan selaku material pesawat terbang, alat elektronik, industri otomotif, peralatan rumah tangga serta dekorasi interior” (Zhang & Matinlinna, 2012). “Komposisi *non-dental glass fiber* dengan pemeriksaan *X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF)*

memperlihatkan bahwasanya sebagian besar komposisinya hampir serupa dengan *E-glass fiber* dental yang umumnya digunakan pada kedokteran gigi” (Rochmanita *et al.*, 2018). “Berdasarkan kemiripan komposisi kedua jenis *glass fiber* itu diharapkan *non-dental glass fiber* dapat digunakan selaku alternatif pilihan pengganti *glass fiber dental*” (Faizah *et al.*, 2017). Penambahan *non-dental glass fiber* memperlihatkan peningkatan sifat mekanis pada bahan kedokteran gigi (Sari *et al.*, 2018).

Terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi peningkatan sifat mekanis dengan serat yakni kuantitas serat, adesi dari serat, serta posisi serat (Fatimina *et al.*, 2016). “Penentuan jumlah (volume) *fiber* yang tepat dalam resin akrilik dapat membuat plat gigi tiruan resin akrilik mempunyai kekuatan yang lebih baik. *Fiber* yang ditempatkan dengan tepat serta pada jumlah tepat mampu meningkatkan kekuatan gigi tiruan” (Aditama *et al.*, 2017).

Dalam Al-Qur'an surah Al Baqarah ayat 195 Allah SWT berfirman bahwasanya “orang-orang yang tak menjaga kesehatan termasuk dalam golongan orang yang menjatuhkan diri dalam kebinasaan. Maka sebaiknya untuk umat muslim untuk menjaga serta merawat ciptaan-Nya.”

الْمُحْسِنِينَ يُحِبُّ اللَّهُ إِنَّ وَ أَحْسِنُوا التَّهْلُكَةَ إِلَى بَأْيَدِكُمْ تُفْقَرُوا وَلَا اللَّهُ سَبِيلَ فِي وَأَنْفَقُوا

Artinya: "Dan belanjakanlah (harta bendamu) di jalan Allah, dan janganlah kamu menjatuhkan dirimu sendiri ke dalam kebinasaan, dan berbuat baiklah, karena sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang berbuat baik."

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti ingin melaksanakan penelitian mengenai pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah terdapat pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian berikut bertujuan guna mengidentifikasi pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Untuk membandingkan pengaruh kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured* dengan penambahan fraksi volume *non-dental glass fiber* yang berbeda.

1.4 Orisinalitas Penelitian

No.	Peneliti	Judul Penelitian	Perbedaan
1	(Hadianto <i>et al.</i> , 2013)	“Pengaruh penambahan <i>polyethylene fiber</i> dan serat sisal terhadap kekuatan fleksural dan impak <i>base plate</i> komposit resin akrilik”	Penelitian berikut mempergunakan penambahan <i>polyethylene fiber</i> serta serat sisal, serta dilakukan uji kekuatan impak.
2	(Aditama <i>et al.</i> , 2017)	“Pengaruh volumetrik <i>e-glass fiber</i> terhadap kekuatan transversal reparasi plat gigi tiruan resin akrilik”	Penelitian berikut menggunakan penambahan <i>e-glass fiber</i> dan pengujian kekuatan transversal.
3	(Putri <i>et al.</i> , 2016)	“Pengaruh jenis <i>fiber</i> dan <i>surface treatment ethyl acetate</i> terhadap kekuatan fleksural dan impak pada reparasi plat gigi tiruan resin akrilik”	Pada penelitian berikut jenis <i>fiber</i> yang digunakan yakni <i>polyethylene fiber</i> dan serat rami.
4	(Fatimina <i>et al.</i> , 2016)	“Pengaruh posisi serat kaca (<i>fiberglass</i>) yang berbeda terhadap kekuatan fleksural <i>fiber reinforced acrylic resin</i> ”	Pada penelitian berikut menjelaskan tentang perbedaan posisi <i>glass fiber</i> terhadap kekuatan fleksural resin akrilik.
5	(Hadianto <i>et al.</i> , 2018)	“Pengaruh Fraksi Volume Fiber Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Kekuatan Fleksural Resin Komposit.”	Penelitian berikut menggunakan pada resin komposit.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat Teoritis

Diharapkan hasil penelitian berikut mampu memberikan data pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured* dalam disiplin ilmu kedokteran gigi.

1.5.2 Manfaat Praktis

1. Dapat menjadi dasar bagi penelitian berikutnya.
2. Diharapkan hasil penelitian berikut bisa menjadi bahan pertimbangan untuk menentukan volume dari campuran bahan resin akrilik yang lebih baik
3. Selaku pengembangan kemajuan ilmu kedokteran gigi di bidang material kedokteran gigi.



BAB II

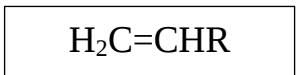
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Resin Akrilik

Resin Akrilik atau polimetilmetakrilat ialah bahan polimer yang sering digunakan untuk dasar gigi tiruan (Putranti & Fadilla, 2018). Bahan ini masih menjadi pilihan karena memiliki beberapa keuntungan diantaranya harganya yang ekonomis, tahap pembuatannya mudah, hanya digunakan peralatan sederhana, dan tidak mengalami perubahan warna serta mudah dipoles (Rifdayanti *et al.*, 2019). “Tetapi resin akrilik juga mempunyai kelemahan pada sifat mekanik yakni fraktur atau patahnya gigi tiruan” (Fatimina *et al.*, 2016). Selain dipergunakan selaku bahan dasar gigi tiruan, resin akrilik juga dipergunakan selaku bahan anasir gigi, splinting, piranti ortodontik, mahkota tiruan, serta masih banyak lagi (Sitorus & Dahar, 2012).

Berikut struktur kimia resin akrilik:



Gambar 2.1 Struktur kimia resin akrilik (Anusavice *et al.*, 2013).

Resin akrilik dalam rumus strukturnya ialah turunan dari etilen yang menandung gugus vinil. “Di kedokteran gigi, resin akrilik terbagi

menjadi dua kelompok yakni kelompok pertama ialah turunan dari asam akrilik $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ dan kelompok lain dari asam metakrilik $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ ” (Anusavice *et al.*, 2013).

2.1.1.1 Komposisi Resin Akrilik

Resin akrilik mempunyai komposisi yang mencakup bubuk atau *powder* serta cairan atau *liquid* (Gladwin & Bagby, 2009).

a. Bubuk atau *powder*

Mencakup polimetil metakrilat (PMMA) pra-polimerisasi, inisiator yang mencakup zink dioksida, benzoil peroksida atau titanium guna mencegah warna terlalu transparan, serta pewarna supaya basis gigi tiruan menyerupai jaringan aslinya.

b. Cairan atau *liquid*

Mencakup metil metakrilat, inhibitor yakni *hidroquinon* yang mampu mencegah polimerisasi cairan saat penyimpanan, agen *cross-linking* yaitu *glycol dimethacrylate* yang bertindak sebagai jembatan atau ikatan kimia yang menggabungkan 2 rantai polimer.

2.1.1.2 Klasifikasi Resin Akrilik

a. Resin Akrilik Polimerisasi Panas (*Heat Cured Resin Acrylic*)

“Resin akrilik polimerisasi panas (*heat cured resin acrylic*) merupakan jenis resin polimetil metakrilat yang membutuhkan energi panas untuk berpolimerisasi” (Putranti & Ulibasa, 2015). “Resin akrilik polimerisasi panas diproses menggunakan kuvet dengan metode *compression-moulding*.” Setelah tahap pencampuran resin akrilik, campuran atau adonan akrilik akan mengalami beberapa tahap diantaranya (Anusavice *et al.*, 2013):

1. *Sandy stage*: Di tahap berikut terdapat sedikit bahkan tidak ada interaksi pada tingkat molekul. Butir-butir polimer tidak mengalami perubahan, dan konsistensi adonan kasar (*coarse*) atau berbutir (*grainy*).
2. *Sticky stage*: Polimer akan larut serta monomer akan meresap ke polimer. Rantai-rantai polimer akan melepaskan ikatan, sehingga meningkatkan kekentalan adonan. Adonan tersebut akan bersifat

lengket (*stickiness*) bila disentuh, lalu apabila ditarik akan membentuk serat (*stringeness*).

3. *Dough stage*: di tahap ini, adonan sudah tak lagi seperti serat serta tak lagi melekat. Secara klinis adonan bersifat plastis (mudah terbentuk).
4. *Rubbery stage*: di tahap berikut banyak monomer yang menguap serta lebih meresap ke dalam sisa butir polimer, cirinya adonan memantul saat diregangkan atau ditekan.
5. *Stiff stage*: di tahap berikut adonan akan menjadi keras serta terlihat kering akibat dari penguapan monomer bebas.

b. Resin Akrilik Swapolimerisasi (*Self-Cured Acrylic Resin*)

“Resin akrilik polimerisasi kimia atau swapolimerisasi ialah resin akrilik yang teraktivasi secara kimia melalui penambahan amintersier terhadap monomer” (Ayu *et al.*, 2020). Proses polimerisasi dari resin ini tidak membutuhkan energi termal, sehingga mampu diproses di suhu kamar (Anusavice *et al.*, 2013).

Resin akrilik polimerisasi kimia mempunyai keunggulan yakni *working time* yang singkat, mudah

dilakukan deflasking serta sifat konsistensi yang optimum (Juwita *et al.*, 2018). Kekurangan dari resin akrilik polimerisasi kimia ini ialah mempunyai sifat toksisitas yang tinggi dibanding dengan *heat-cured* karena banyaknya sisa monomer setelah polimerisasi (Soetono *et al.*, 2020).

c. Resin Akrilik Polimerisasi Sinar (*Light Cured*)

“Resin akrilik polimerisasi sinar dijabarkan sebagai suatu komposit yang memiliki silika ukuran mikro, matriks dimetakrilat dan monomer resin akrilik yang mempunyai berat molekul tinggi. Resin ini menggunakan sinar tampak selaku aktivator proses polimerisasi” (Anusavice *et al.*, 2013).

2.1.1.3 Sifat Resin Akrilik

Resin akrilik sebagai bahan basis gigi tiruan mempunyai sejumlah sifat diantaranya:

1. Porositas

Porositas ialah timbulnya gelembung di permukaan basis gigi tiruan yang dapat mempengaruhi sifat fisik dari gigi tiruan (Togatorop *et al.*, 2017).

“Gelembung ini dapat timbul oleh karena penguapan

monomer yang tak bereaksi dan molekul polimer rendah jika suhu resin akrilik melebihi atau mencapai titik didih” (Hatrack *et al.*, 2011). “Jumlah porositas yang besar pada basis gigi tiruan mampu melemahkan gigi tiruan sehingga mudah patah serta makanan bisa mudah menempel yang akan memunculkan bau pada gigi tiruan” (Gaib, 2013).

2. Pengerutan Polimerisasi

Ada dua jenis pengerutan di resin akrilik, yaitu pengerutan linear dan pengerutan volumetrik. Pengerutan linear berlangsung pada adaptasi dari basis gigi tiruan, dalam penyusunan gigi tiruan dan interdigitasi tonjol. Sedangkan pengerutan volumetrik berlangsung ketika monomer metil metakrilat terpolimerisasi guna membentuk polimetil metakrilat (Anusavice *et al.*, 2013)

3. *Crazing*

Crazing ialah terbentuknya sejumlah retakan kecil di permukaan gigi tiruan. *Crazing* menyebabkan resin akrilik menjadi *brittle* sehingga mudah terjadi fraktur (Putranti & Ulibasa, 2015)

4. Penyerapan Air

Kemampuan penyerapan air dari bahan basis gigi tiruan dipengaruhi beberapa faktor misalnya jenis bahan, porositas, dan ketebalan bahan. Proses penyerapan air di resin akrilik terjadi secara difusi karena jarak antara rantai polimer lebih besar dibandingkan diameter molekul air (Tarigan & Felycia, 2021)

5. Kelarutan

“Kelarutan dari resin akrilik telah ditetapkan dalam spesifikasi ADA No. 12. Prosedur ini yaitu perendaman basis gigi tiruan di air serta bila lempeng basis gigi tiruan ditimbang ulang, maka kehilangan beratnya harus tidak melebihi $0,04 \text{ mg/cm}^2$ dari permukaan lempeng” (Hatrick *et al.*, 2011)

6. Creep

“Bila resin basis gigi tiruan diberi beban maka akan berlangsung deformasi awal atau defleksi. Namun, bila beban ada pada jangka waktu yang cukup lama, akan muncul deformasi tambahan yang dinamakan *creep*” (Anusavice *et al.*, 2013).

7. Kekuatan Resin Akrilik

Terdapat sejumlah faktor yang bisa mempengaruhi kekuatan resin akrilik, yaitu faktor

pencampuran resin, teknik pembuatan, dan keadaan didalam rongga mulut (Hatrick *et al.*, 2011).

2.1.2 Fiber

Fiber atau serat bisa dikelompokkan ata dua jenis yakni serat alam serta serat sintetis. Serat alam bisa diperoleh dari tanaman, hewan serta mineral, sedangkan serat sintetis terbentuk dari pengolahan bahan-bahan kimia (Murdiyanto, 2017). “Sejumlah serat yang digunakan di bidang kedokteran gigi diantaranya *glass fiber*, *aramid fiber*, *carbon/graphite fiber*, serta *ultra high molecular weight polyethylene fiber (UHMWPE)*” (Widyapramana *et al.*, 2013).

2.1.2.1 Glass Fiber

“*Glass Fiber* atau serat kaca ialah suatu bahan yang mencakup serabut halus dan mengandung kaca untuk menambah kekuatan material tersebut” (Fatimina *et al.*, 2016). *Glass fiber* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan komposisi dan aplikasinya, antara lain :

1. Glass A

Glass A merupakan kaca alkali dengan tambahan boron oksida. Kaca jenis ini digunakan saat ketahanan alkali tidak dibutuhkan (Zhang & Matinlinna, 2012)

2. Glass C

Glass C merupakan kaca yang mempunyai ketahanan korosi yang baik. Kaca jenis ini biasanya digunakan dalam pemisah pelat baterai (Buschow *et al.*, 2001)

3. *Glass D*

Glass D merupakan kaca yang mempunyai konstanta dielektrik rendah dengan sifat kelistrikan yang kuat dan digunakan sebagai bahan penguat pada papan elektronik dan radar (Khan *et al.*, 2015).

4. *Glass S*

Glass S merupakan kaca yang mempunyai kekuatan tarik paling tinggi. Kaca jenis ini digunakan dalam komponen pesawat terbang. (Zhang & Matinlinna, 2012)

5. *Glass AR*

Glass AR merupakan kaca yang terbentuk dari serat kaca yang teramat halus dengan tambahan zirconia. Kaca ini digunakan dalam panel arsitektur pasir karena tahan dari reaksi dengan asam, garam, kapur dan bahan kimia dari air limbah (Krishnamurthy *et al.*, 2017).

6. *Glass E*

E-glass merupakan kaca alkali rendah yang mengandung kalsium-aluminium-borosilikat. *E-glass* sangat tahan terhadap air. *E-glass* juga merupakan serat yang telah digunakan dalam kedokteran gigi. Kaca ini ialah campuran fase amorf dan silikon oksida, kalsium oksida, barium oksida, aluminium oksida dan beberapa oksida logam alkali (Khan *et al.*, 2015).

2.1.2.2 ***Non-Dental Glass Fiber***

Non-dental glass fiber memiliki kandungan SiO_2 (56,88%), Al_2O_3 (5,56%), CaO (16,24%), dan MgO (4,86%) (Sari *et al.*, 2018). Komposisi *non-dental glass fiber* mempunyai kemiripan dengan *glass fiber dental*, meskipun ada perbedaan komponen penyusun (Dewi, 2016). Menurut penelitian (Sari *et al.*, 2014) terdapat 3 jenis *non-dental glass fiber*, yakni *glass fiber mats*, *glass fiber roving*, *woven roving* sebagaimana terlampir dalam tabel 1. Hal tersebut dapat dilihat menggunakan uji *X-Ray Fluorence (XRF)* sehingga *non-dental glass fiber* digunakan sebagai alternatif pilihan pengganti *glass fiber dental* dalam dunia Kedokteran Gigi (Faizah *et al.*, 2017).

Tabel 2.1 Komposisi *Non-Dental Glass Fiber* (Sari *et al.*, 2014)

Komponen oksida	<i>E-Glass fiber dental</i>	<i>Glass fiber non dental</i>		
		<i>Glass fiber Mats</i>	<i>Glass fiber Roving</i>	<i>Woven roving</i>
SiO ₂	45,47	56,88	52,56	55,86
CaO	38,49	16,24	10,03	18,71
Na ₂ O	-	12,91	-	11,80
Al ₂ O ₃	12,11	5,56	2,45	5,51
MgO	-	4,86	0,11	5,11
Fe ₂ O ₃	1,04	0,67	1,73	0,41
P ₂ O ₅	0,62	0,64	-	0,62
Cl	0,51	0,59	0,69	0,55
SO ₃	0,43	0,64	0,70	0,70
K ₂ O	0,94	0,56	5,75	0,32
TiO ₂	-	0,18	8,64	0,19
CeO ₂	-	0,13	0,29	0,10
ZrO ₂	-	0,03	14,64	0,04
SrO	0,18	0,03	0,05	-
Cr ₂ O ₃	0,05	0,02	0,02	0,02
MnO	0,03	0,02	0,23	0,02
Rb ₂ O	0,02	-	-	-
CuO	0,02	-	0,14	-
Bi ₂ O ₃	0,01	-	0,09	-
ZnO	0,01	-	0,06	-
La ₂ O ₃	-	-	0,63	-
BaO	-	-	0,27	-
V ₂ O ₅	-	-	0,20	-
Y ₂ O ₃	-	-	0,11	-
Ga ₂ O ₃	-	-	0,09	-
WO ₃	-	-	0,08	-
As ₂ O ₃	-	-	0,08	-
NiO	-	-	0,06	-
CoO	-	-	0,05	-
PbO	-	-	0,05	-
Nb ₂ O ₅	-	-	0,05	-
MoO ₃	-	-	0,05	-
SeO ₂	-	-	0,04	-
SnO ₂	-	-	0,03	-

2.1.3 Fiber Reinforced Acrylic Resin

“*Fiber Reinforced Acrylic Resin (FRAR)* ialah penggabungan serat ke dalam matriks polimer sehingga campuran mempunyai sifat yang kuat” (Fonseca *et al.*, 2014). “Bahan ini dalam penggunaannya juga dinilai mempunyai sifat estetik yang lebih baik dibanding jenis serat lainnya” (Fatimina *et al.*, 2016).

2.1.3.1 Kegunaan Fiber Reinforced Acrylic Resin di Bidang Kedokteran Gigi

“*Fiber Reinforced Acrylic Resin (FRAR)* dalam bidang kedokteran gigi digunakan di pembuatan basis gigi tiruan sebagian maupun gigi tiruan lengkap” (Sitorus & Dahar, 2012). Penambahan serat dapat meningkatkan ketahanan fraktur serta sifat mekanis dari basis gigi tiruan (Tacir *et al.*, 2006)

2.1.4 Sifat Material Kedokteran Gigi

2.1.4.1 Sifat Fisik

a. Kekasaran Permukaan

Kekasaran Permukaan ialah sifat suatu permukaan yang tak beraturan sehingga dapat menyebabkan retensi plak (Sundari, 2016). Kekasaran permukaan juga berpengaruh besar pada estetik, perubahan warna, dan keausan dari gigi-gigi yang berdekatan (Pribadi *et al.*, 2017).

b. Warna

Warna ialah sifat fisik berhubungan dengan cahaya, pengelihatan, dan rupa. Warna mencakup *hue*, *chroma* serta *value*., *Hue* ialah panjang gelombang yang dominan dalam suatu spektrum digambarkan dalam merah, hijau,

atau biru. *Value* merupakan kesan terang gelapnya suatu warna, semakin tinggi nilai *value* maka warna akan dominan menjadi putih. *Chroma* dapat disebut juga dengan intensitas warna, semakin tinggi nilai *chroma* maka warna yang dihasilkan semakin tajam (Anusavice *et al.*, 2013)

c. Konduktifitas Termal

Konduktifitas termal merupakan laju perpindahan panas yang mengalir pada suatu bahan. Nilai konduktifitas termal yang tinggi memperlihatkan panas yang dialirkan benda tersebut semakin besar (Suarsana *et al.*, 2018)

d. Viskositas

“Viskositas ialah tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antar sejumlah molekul cairan. Cairan yang mudah mengalir bisa dinyatakan mempunyai tingkat viskositas yang rendah, sedangkan bahan yang sukar mengalir dapat dinyatakan mempunyai tingkat viskositas tinggi” (Febrianto *et al.*, 2013)

2.1.4.2 Sifat Mekanik

a. Kekerasan

Kekerasan merupakan ketahanan atau resistensi suatu bahan terhadap deformasi yang disebabkan indentasi bahan yang lebih keras dengan bentuk dan daya tertentu (Anusavice *et al.*, 2013). Kekerasan ialah suatu alat ukur material tumpatan yang dipergunakan guna mengidentifikasi daya tahan terhadap keausan (Kafalia *et al.*, 2017).

b. Kekuatan Tekan

“Kekuatan tekan merupakan kemampuan suatu bahan dalam menahan beban kekuatan tekan. Kekuatan tekan berguna untuk mengetahui perbandingan dari bahan-bahan yang rapuh dan lemah dalam tekanan” (Sakaguchi & Powers, 2012).

c. Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik ialah kemampuan suatu bahan dalam menahan tegangan maksimal hingga terjadi fraktur (Kosakoy *et al.*, 2017). Kekuatan tarik berhubungan dengan kemampuan bahan restorasi mempertahankan perlekatannya dari beban yang diterima (Octarina, 2012).

d. Kekuatan Fleksural

Kekuatan Fleksural atau kekuatan transversal merupakan kemampuan suatu bahan dalam menerima gaya fleksural (Septommy *et al.*, 2014). Gaya fleksural ialah gabungan dari gaya tarik serta gaya kompresi (Hadianito *et al.*, 2013). Kekuatan fleksural merupakan sifat mekanik yang dapat menggambarkan pendistribusian tekanan dalam rongga mulut (Rochmanita *et al.*, 2018). Kekuatan fleksural merupakan salah satu sifat yang perlu diketahui oleh para klinisi dalam menentukan material bahan kedokteran gigi (Septommy *et al.*, 2014). “Standar kekuatan fleksural yang perlu dimiliki suatu bahan untuk menjadi basis gigi tiruan berdasarkan ISO ialah 65 Mpa” (Lubis & Putranti, 2019). Kekuatan fleksural penting untuk dimiliki suatu material karena berguna untuk menahan tekanan pada proses mastikasi (Sundari *et al.*, 2016).

2.1.5 Uji Kekuatan Fleksural

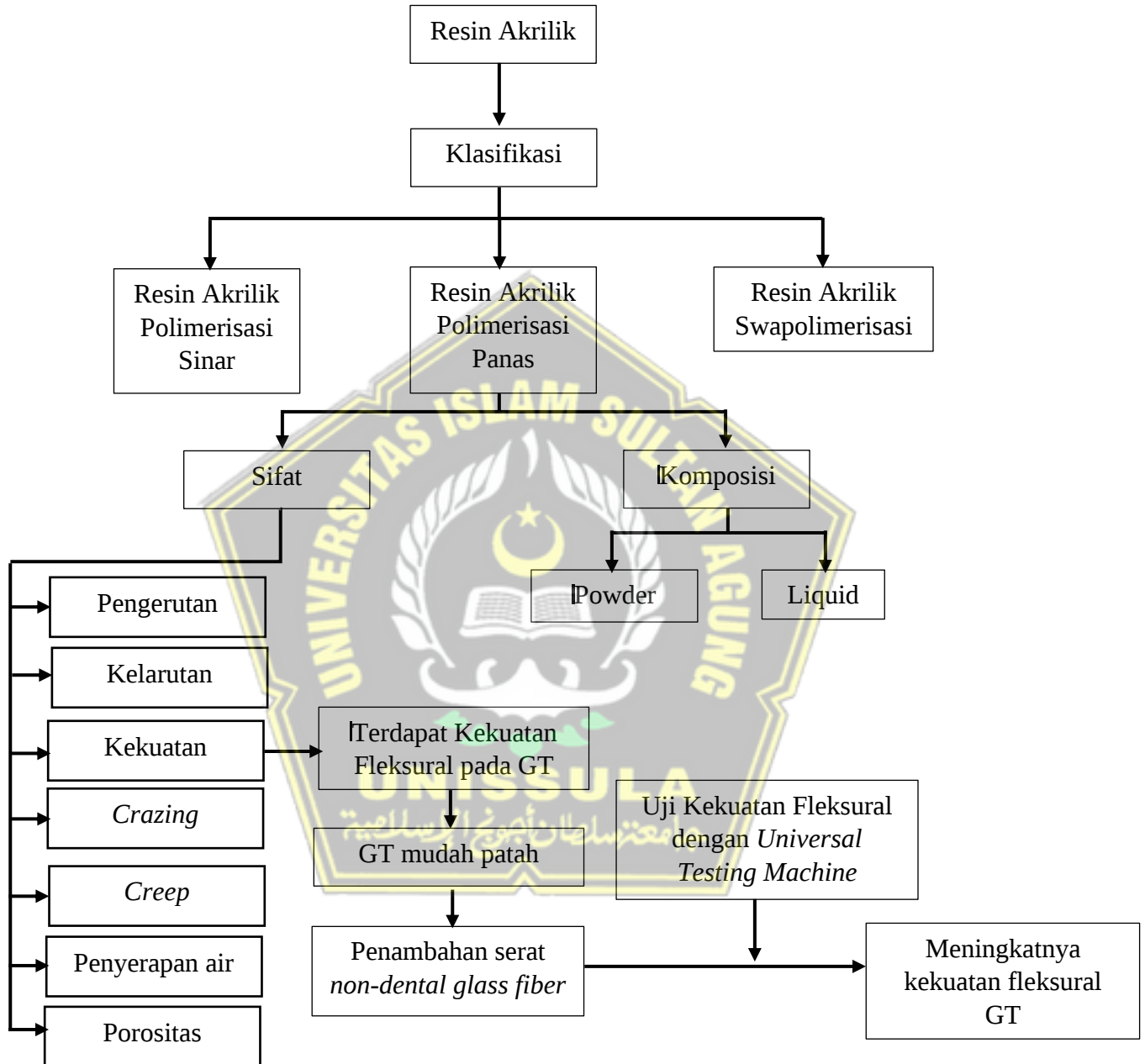
“Uji fleksural ialah uji yang dijalankan dengan menempatkan suatu benda di dua titik tumpuan sederhana lalu diberi beban secara

transversal di bagian tengah benda tersebut” (Anusavice *et al.*, 2013). “Kekuatan fleksural bisa diuji menggunakan *Universal Testing Machine*. Benda yang akan diuji diberikan garis tengah selaku titik penekanan uji. Lalu pada kedua ujungnya ditumpu, lalu diberikan penekanan pada titik penekanan hingga resin akrilik tersebut patah kemudian alat akan memperlihatkan nilai beban. Besarnya kekuatan fleksural akan dihitung mempergunakan persamaan” (Fatimina *et al.*, 2016). “Kekuatan fleksural yang buruk mengakibatkan bahan basis gigi tiruan tak dapat menahan tekanan pengunyahan berlebih sehingga dapat menyebabkan deformasi” (Sundari *et al.*, 2016).

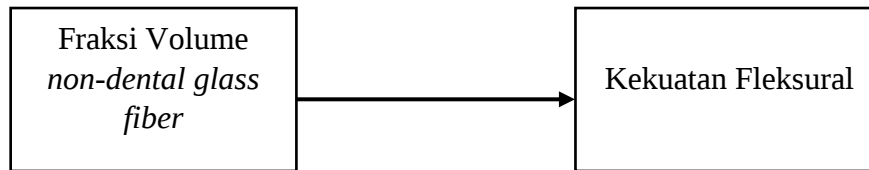
2.1.6 Fraksi Volume

Jumlah serat merupakan salah satu hal yang mempengaruhi efektivitas dari *glass fiber* (Fatimina *et al.*, 2016). Jumlah (volume) dari *glass fiber* yang tepat mampu meningkatkan kekuatan dari gigi tiruan (Aditama *et al.*, 2017). Penambahan fiber sebanyak 1% dan 3 % mampu meningkatkan kekuatan resin akrilik, namun penambahan lebih dari 3% akan membuat proses manipulasi menjadi sulit (Karacaer *et al.*, 2003 cit Ferasima *et al.*, 2013). Penelitian lain menyebutkan konsentrasi yang direkomendasikan sebanyak 2% (Clarke *et al.*, 1992 cit Ferasima *et al.*, 2013)

2.2 Kerangka Teori



2.3 Kerangka Konsep



2.4 Hipotesis

Ada pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured*.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian berikut berjenis analitik eksperimental laboratoris.

3.2 Rencana Penelitian

Rancangan penelitian berikut ialah *Post test-only controlled group design*.



Gambar 3.1 Rencana Penelitian

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Bebas

Variabel bebas penelitian berikut yakni fraksi volume *non-dental glass fiber* 1%, 2%, 3%.

3.3.2 Variabel Terikat

Variabel terikat penelitian berikut ialah kekuatan fleksural terhadap resin akrilik *heat cured*.

3.3.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol penelitian diantaranya:

1. Jenis bahan serat, yakni berasal dari *non-dental glass fiber*.
2. Arah serat, yaitu secara *uni-directional*.
3. Peletakan serat, yaitu di bagian *neutral side*.
4. Polimerisasi secara sempurna.
5. Bentuk dan ukuran sampel penelitian, yaitu plat resin akrilik *heat cured* berdimensi 65mm x 10mm x 2,5mm (sesuai ISO No. 1567).
6. Dipergunakan alat uji kekuatan fleksural *Universal Testing Machine* (UTM).

3.4 Definisi Operasional

3.4.1 Fraksi Volume

Fraksi volume ialah rasio antara volume komponen dengan volume total resin akrilik. Penelitian berikut mempergunakan fraksi volume *non-dental glass fiber* 1%,2%,3%.

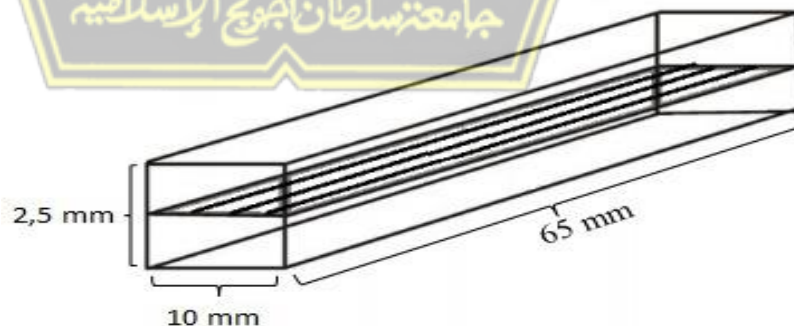
3.4.2 Pengujian Kekuatan Fleksural

ialah suatu metode yang dipergunakan guna mengetahui kemampuan suatu material menahan tekanan. Uji kekuatan fleksural *three point bending test* dilakukan dengan mempergunakan alat *Universal Testing Machine* merk Controlab dengan satuan MPa. Skala: Rasio.

3.5 Sampel Penelitian

3.5.1 Bentuk dan Ukuran Sampel

Sampel penelitian adalah resin akrilik konvensional berbentuk persegi empat berdimensi 65mm x 10mm x 2,5mm sesuai dengan ISO No. 1567. *Non-dental glass fiber* diletakkan pada bagian bawah sampel karena mencapai tekanan tarik maksimal sehingga tekanan fleksural dapat meningkat karena beban disalurkan pada serat kaca.



Gambar 3.2 Arah Serat Secara *Unidirectional* dan Bentuk Ukuran Sampel sesuai

ISO No. 1567 (Broz & Ilcewicz, 2012, Rifdayanti et al., 2019)

3.5.2 Pembagian Kelompok Sampel

Menurut (Roflin *et al.*, 2021) penghitungan jumlah sampel penelitian mempergunakan rumus Federer:

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

Keterangan : t = kelompok perlakuan

n = jumlah specimen perkelompok

Banyaknya spesimen per kelompok perlakuan:

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

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

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

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 15 + 3$$

$$3n \geq 18$$

$$n \geq 18/3$$

$$n \geq 6$$

Jadi, jumlah sampel yang diperlukan dalam satu kelompok ialah 6, tetapi untuk menghindari kerusakan sampel, ditambah 1 sampel tiap kelompok perlakuan sehingga jumlah keseluruhan sampel pada penelitian berikut ialah 28 sampel.

3.6 Instrumen Penelitian

3.6.1 Alat

1. Alat uji kekuatan fleksural *Universal Testing Machine* (UTM)
merk Controlab
2. Stelon pot dan semen spatle
3. Gelas ukur
4. Masker
5. Handscoon
6. *Press*
7. *Sliding Caliper*
8. Termometer
9. Kompor
10. Oven
11. Inkubator
12. Kuas
13. Kuvet
14. Spatula
15. *Bowl*
16. Vibrator
17. Panci
18. Kompor
19. Pinset

20. *Cellophane*

3.6.2 Bahan

1. Resin akrilik *heat cured* merk ivoclar vivadent Inc. USA.
2. Serat kaca
3. *Could mould seal (CMS)*
4. Aquades
5. *Vaseline*
6. Gips putih
7. Malam merah
8. *Silane coupling agent*

3.7 Cara Penelitian

3.7.1 Persiapan Fiber

- a. Mempersiapkan *non-dental glass fiber* bermerek Chemtex 450 C
- b. *Non-dental glass fiber* secara manual diambil satu persatu menggunakan pinset untuk memperoleh bentuk benang.
- c. *Non-dental glass fiber* yang dipilih kemudian dipotong sepanjang 63mm kemudian dilakukan penimbangan dengan timbangan digital berdasarkan volume dengan rumus berikut:

$$V_f = V_{\text{serat \%}} \times V_{\text{cetak}}$$

Keterangan:

$$M_f = \rho_f \times V_f$$

V_f = Volume serat (cm^3)

$V_{\text{serat \%}}$ = Volume serat (%)

V_{cetak} = Volume cetakan (cm^3)

M_f = Massa serat (gr)

ρ_f = Massa jenis serat (gr/cm^3)

Pada penelitian ini, menggunakan massa jenis *non-dental glass fiber* 2,54 gram/cm^3 dan volume cetakan sebesar 1,625 cm^3 .

Volume *non-dental glass fiber* 1% = 0,01625 cm^3 , 2% = 0,0325 cm^3 , dan 3% = 0,04875 cm^3 .

V_f 1% massa serat = 0,041275 gram

V_f 2% massa serat = 0,08255 gram

V_f 3% massa serat = 0,123825 gram

3.7.2 Pembuatan Sampel dalam Mould

- Membentuk model induk yang terbentuk dari malam merah dengan ukuran 65 x 10 x 2,5mm sejumlah 28 sampel.
- Persiapkan kuvet lalu olesi menggunakan *vaseline* secara merata.
- Manipulasi gips putih dengan perbandingan 300gr : 90ml air pada *rubber bowl*, aduk menggunakan spatula selama 15 detik.
- Adonan gips dimasukkan ke kuvet bagian bawah yang telah diposisikan diatas vibrator.

- e. Model induk dari malam dibenamkan pada model gips sampai setinggi permukaan gips putih, satu kuvet berisikan 7 model.
- f. Diamkan adonan gips putih mencapai *setting time* (30-60 menit).
- g. Permukaan gips putih yang sudah setting di olesi dengan *vaseline*.
- h. Pasang kuvet bagian atas yang sudah diolesi *vaseline*.
- i. Manipulasi gips putih dengan dengan perbandingan 300 gr : 90 ml air pada *rubber bowl*, aduk menggunakan spatula selama 15 detik.
- j. Adonan gips dimasukkan ke kuvet sampai setinggi permukaan kuvet.
- k. Tempatkan kuvet di atas vibrator.
- l. Diamkan gips putih sampai mencapai *setting time* (30-60 menit).
- m. Sesudah gips *setting*, buka kuvet lalu siram model malam menggunakan air panas sampai model malam mencair serta cetakan gips putih bersih.

3.7.3 Pembuatan Plat Akrilik

- a. Cetakan akrilik pada kuvet diolesi dengan *CMS*.
- b. Manipulasi resin akrilik dengan perbandingan serbuk : cairan 23 gr : 10 ml, aduk menggunakan semen spatula.
- c. Ketika sampai fase *dough*, 1/3 masukkan resin akrilik ke cetakan sebagai dasar.

- d. Bahan *silane coupling agent* ditetesi di atas glass plate. *Glass fiber* disiapkan direndam bahan *silane* dan diletakkan di dalam cetakan
- e. *Non-dental glass fiber* dipegang dengan pinset kemudian diaplikasikan
- f. *Non-dental glass fiber* dimasukan dengan posisi horizontal di bagian tengah spesimen
- g. Lapisi bagian atas *non-dental glass fiber* dengan resin akrilik hingga setinggi cetakan.
- h. Lapisi permukaan bagian atas menggunakan kertas selopan, tutup menggunakan bagian atas kuvet, lalu secara perlahan tekan menggunakan *press*.
- i. Buka kuvet, buanglah kertas selopan, lalu bersihkan sisa akrilik yang berlebihan.
- j. Jalankan proses *curing* pada akrilik, yaitu dengan memasukkan kuvet pada air mendidih temperature 100°C selama 20 menit.
- k. Jalankan tahap *finishing* pada akrilik menurut bentuk spesimen.
- l. Sesudah selesai, lakukan perendaman dengan aquades lalu simpan inkubator dalam suhu 37°C selama 24 jam.

3.7.4 Pengujian Kekuatan Fleksural Menggunakan *Universal Testing*

Machine (UTM)

1. Pengukuran kekuatan fleksural diukur menggunakan metode *Three Point Bending Test* menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM).
2. Rumus perhitungan kekuatan fleksural

$$S = 3IP/2bd^2$$

Keterangan :

S = kekuatan fleksural (N/mm² = MPa)

I = jarak pendukung (mm)

P = beban (N)

b = lebar batang uji (mm)

d = tebal batang uji (mm²)

3.8 Tempat dan Waktu

Penelitian berikut dijalankan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada.

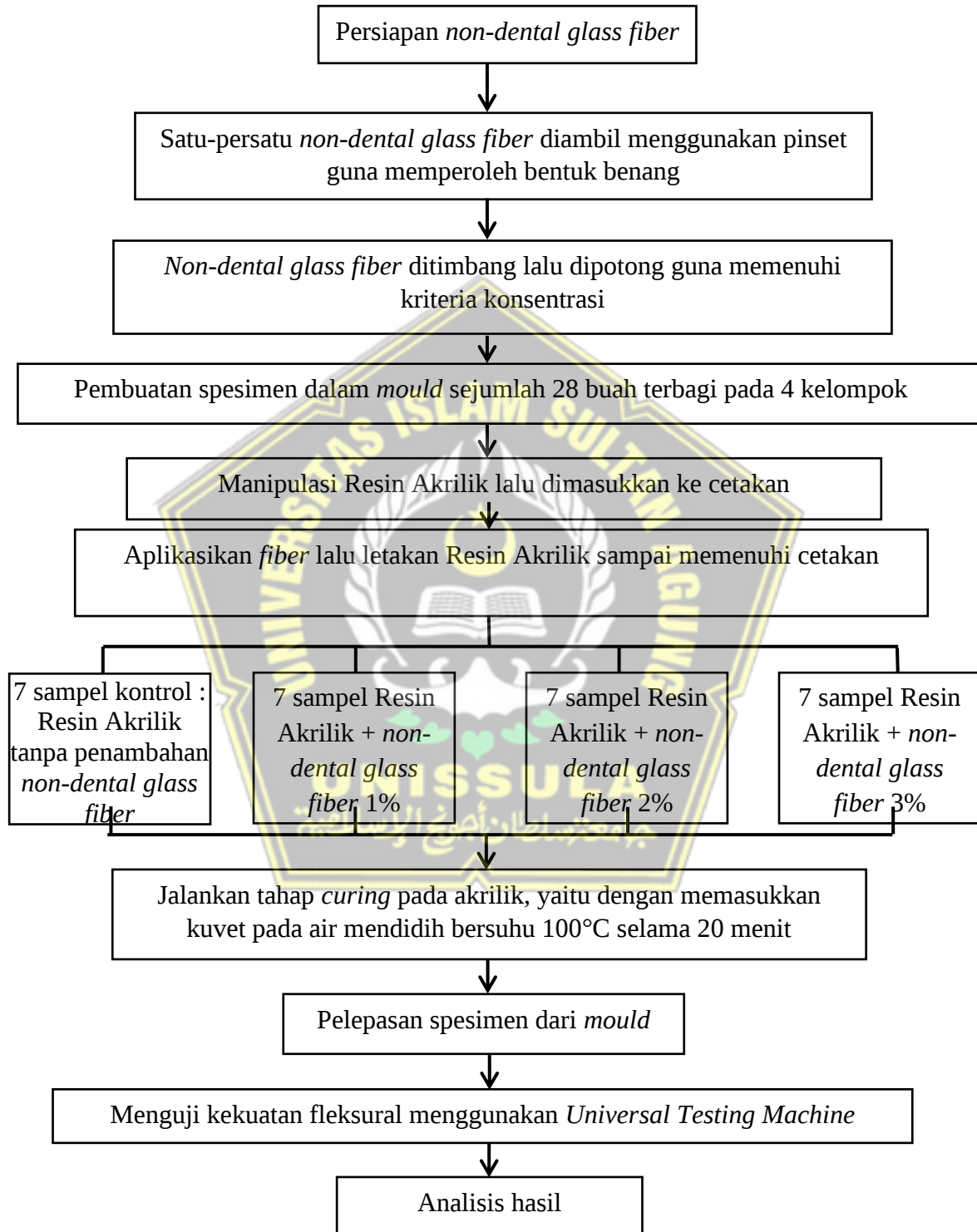
3.9 Analisis Hasil

Data dari uji kekuatan tekan yang didapatkan lalu dijalankan uji normalitas *Saphiro-Wilk* karena jumlah sampel tak lebih dari 50. Jika pada uji normalitas didapatkan data yang berdistribusi normal, sehingga diteruskan

menggunakan uji *One Way ANOVA*. Apabila didapatkan data yang tak terdistribusi normal, sehingga dijalankan uji *Kruskal-Wallis*. Kemudian apabila dalam uji *One Way ANOVA* atau uji *Kruskal-Wallis* ada perbedaan yang signifikan maka dapat diteruskan menggunakan uji *Post Hoc*.



3.10 Alur Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil uji kekuatan fleksural kelompok resin akrilik dengan perlakuan penambahan fraksi volume *non-dental glass fiber* sebesar 0%, 1%, 2%, 3% mempunyai nilai rata-rata berikut:

Tabel 4. 1 Hasil rerata nilai kekuatan fleksural beberapa fraksi volume

Kelompok	N	Kekuatan Fleksural (MPa)			
		Mean	Std Deviasi	Minimum	Maximum
1	6	62,0000	9,03327	48,00	72,00
2	6	78,0000	6,57267	72,00	84,00
3	6	102,000	12,58571	84,00	120,00
4	6	66,0000	6,57267	60,00	72,00

Di tabel 4.1 diamati adanya perbedaan nilai rata-rata dari empat kelompok perlakuan. Nilai kekuatan fleksural kelompok resin akrilik dengan perlakuan penambahan fraksi volume *non-dental glass fiber* sebesar 1% dan 2% mengalami kenaikan kemudian menurun pada penambahan fraksi volume *non-dental glass fiber* sebesar 3%. Data penelitian lalu dilakukan uji *Saphiro-*

Wilk guna mengidentifikasi normalitas data. Hasil uji normalitas bisa diamati di tabel berikut:

Tabel 4. 2 Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk

Kelompok	N	Saphiro-Wilk
		p
1	6	0,212
2	6	0,004
3	6	0,820
4	6	0,004

Hasil dari tabel 4.2 memperlihatkan bahwasanya nilai *Saphiro-Wilk* pada kelompok penambahan *non-dental glass fiber* sebesar 0% dan 2% mempunyai distribusi data yang normal ($p > 0.05$), sedangkan kelompok dengan penambahan *non-dental glass fiber* sebesar 1% dan 3% mempunyai distribusi data yang tidak normal ($p < 0.05$). Data diuji homogenitasnya mempergunakan uji *Levene Statistic* dan mendapatkan nilai signifikansi 0,296 ($p > 0,05$) yang memperlihatkan bahwasanya data homogen. Syarat uji *Oneway Anova* tidak terpenuhi dikarenakan adanya data yang tak berdistribusi normal, sehingga uji yang dijalankan yakni Uji *Kruskal-Wallis*.

Hasil Uji *Kruskal-Wallis* didapat nilai p 0,000 ($p < 0,05$), sehingga didapatkan perbedaan yang signifikan dalam keempat kelompok data tersebut, selanjutnya guna mengidentifikasi perbandingan nilai kekuatan fleksural pada masing-masing kelompok penambahan *non-dental glass fiber* dijalankan uji yakni Uji *Mann Whitney* berikut:

Tabel 4. 3 Hasil uji Mann-Whitney

Kelompok	p			
	1	2	3	4
1	-	0,011	0,004	0,423
2	0,011	-	0,007	0,019
3	0,004	0,007	-	0,003
4	0,423	0,019	0,003	-

Hasil uji *Mann-Whitney* dari beberapa kelompok uji memperlihatkan perbedaan nilai kekuatan fleksural yang signifikan dari tiap kelompok ($p < 0,05$), kecuali untuk kelompok 0% dengan 3%. Hal ini membuktikan terdapat pengaruh nilai kekuatan fleksural pada resin akrilik dengan penambahan *non-dental glass fiber* pada kelompok fraksi volume 1% dan 2%.

4.2 Pembahasan

Terdapat perbedaan nilai kekuatan fleksural dari penambahan *non-dental glass fiber* dengan fraksi volume yang berbeda di penelitian berikut. Hasil penelitian menunjukkan penambahan *non-dental glass fiber* sebesar 2%

pada resin akrilik *heat cured* merupakan kelompok dengan kekuatan fleksural tertinggi dibandingkan kelompok lainnya.

“Kekuatan fleksural ialah kemampuan suatu bahan dalam menahan gaya fleksural yakni gabungan dari gaya tekan serta tarik ketika sedang berfungsi di dalam rongga mulut” (Mozartha et al., 2010). “Kekuatan fleksural ialah salah satu parameter fisik guna mengetahui deskripsi mengenai ketahanan gigi tiruan saat menerima beban pengunyahan” (Anne et al., 2015). Kekuatan fleksural suatu bahan yang baik menyebabkan bahan tersebut mampu menahan tekanan pada proses mastikasi. Jika kemampuan suatu bahan dalam menahan tekanan rendah dapat menyebabkan terjadinya deformasi (Sundari et al., 2016).

Menurut (Putri et al., 2016) penambahan serat ke resin akrilik dapat meningkatkan kekuatan fleksural dikarenakan tekanan yang diterima plat spesimen mampu disebarkan dengan merata ke plat resin akrilik serta serat. Resin akrilik tanpa penambahan serat mudah terjadi fraktur atau patah karena penyaluran gaya hanya tertumpu pada satu titik. Serat selaku bahan penguat dapat mendistribusikan tekanan pada serat sehingga mampu mencegah kecepatan penyebaran keretakan. “Sifat serat dengan kekuatan yang lebih tinggi dibanding plat resin akrilik juga dapat menahan tekanan serta meningkatkan kekuatan plat resin akrilik” (Sugianitri & Suhendra, 2021).

Pengujian kekuatan fleksural yang dijalankan pada resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *non-dental glass fiber* dipengaruhi oleh sejumlah hal, misalnya fraksi volume serat. Hasil penelitian berikut memperlihatkan

adanya peningkatan kekuatan fleksural seiring penambahan fraksi volume *non-dental glass fiber*. Kelompok sampel dengan fraksi volume 0% atau tanpa penambahan serat mempunyai hasil rata-rata sebesar 62,000 MPa, untuk kelompok fraksi volume 1% mempunyai hasil rata-rata sebesar 78,000 MPa, kelompok fraksi volume 2% mempunyai hasil rata-rata sebesar 102,000 MPa. Hal tersebut dikarenakan makin bertambahnya fraksi volume fiber maka semakin bertambah pula kekuatan mekaniknya meliputi kekuatan fleksural (Haryanto, 2009).

Kelompok sampel dengan fraksi volume 3% didapatkan hasil yang menurun yakni dengan rata-rata sebesar 66,000 MPa. Hal ini disebabkan “penambahan fiber yang melebihi batas nilai optimum dapat menyebabkan kekuatan mekanis menurun karena resin tak dapat berkontak rapat dengan fiber sehingga dampaknya nilai energi serap menurun” (Hadianto et al., 2018). Hal itu juga diperkuat dengan penelitian yang menyimpulkan bahwasanya penambahan serat ke resin akrilik polimerisasi panas yang melebihi konsentrasi 2% mampu menyebabkan volume yang lebih besar untuk dibasahi monomer sehingga dapat membuat *dough* kering dan lebih mudah fraktur (Mowade et al., 2012).

Menurut asal bahan penyusunnya, serat diklasifikasikan atas dua jenis, yakni serat alami serta serat sintetis (Murdiyanto, 2017). Penelitian berikut menggunakan jenis serat sintetis yakni *non-dental glass fiber*. Serat sintetis digunakan karena mempunyai sifat yang translusen sehingga estetikanya baik (Sari et al., 2014). Hasil penelitian (Putri et al., 2016) juga memperlihatkan

bahwasanya penggunaan serat sintetis pada resin akrilik menghasilkan sifat mekanik berupa kekuatan fleksural yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan serat alami.

“Komposisi dan sifat-sifat yang ada dari suatu bahan material mampu mempengaruhi kekuatan perlekatan antara serat serta matriks” (Fabrício et al., 2013). *Non-dental glass fiber* mempunyai kandungan SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , dan MgO . Konsentrasi SiO_2 merupakan konsentrasi tertinggi dibandingkan oksida lain sehingga mampu bertindak selaku kerangka yang baik ketika berikatan dengan matriks. Kandungan Al_2O_3 mempunyai fungsi memodifikasi struktur jaringan SiO_2 yang menyebabkan kekuatan mekanis meningkat. Komponen lain seperti CaO dan MgO bertindak selaku stabilisator yang baik serta mampu meningkatkan kekuatan dan ketahanan serat (Sari et al., 2018).

Kekuatan fleksural pada resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *non-dental glass fiber* juga dipengaruhi arah serat, yang mana akan mempengaruhi kekuatan mekanis sebuah bahan. Di penelitian berikut dipergunakan arah serat *unidirectional* atau searah. Pada peletakkan secara searah mempunyai kekuatan terbesar dibandingkan arah serat yang lain. Susunan arah serat searah dapat menahan gaya yang diberikan karena matriks dapat menahan gaya tersebut dan didistribusikan serat dengan baik dibandingkan susunan arah serat yang lain (Setyawan et al., 2012).

Faktor berikutnya yang mempengaruhi kekuatan fleksural resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *non-dental glass fiber* ialah letak serat. “Letak

serat terbagi atas tiga bagian, yakni *compression side* (atas), *neutral side* (tengah), serta *tension side* (bawah). Penelitian berikut menggunakan perletakkan serat bagian *neutral side* (tengah). Posisi *neutral* mempunyai kekuatan mekanis yang optimal sehingga peningkatan kekuatan mekanik dari *Fiber Reinforced Acrylic Resin* menjadi lebih maksimal” (Fatimina et al., 2016).

Proses impregnasi dilakukan sebelum serat ditambahkan pada resin akrilik. Impregnasi atau pembasahan serat dengan *wetting agent* berupa *silane* turut memengaruhi hasil kekuatan fleksural resin akrilik. *Silane* ialah bahan yang dipergunakan guna menciptakan ikatan antar dua material, sehingga disebut juga sebagai *silane coupling agent*. *Silane coupling agent* mempunyai struktur umum yakni $(\text{RO})_3\text{SiCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-X}$. *Silane coupling agent* mampu meningkatkan adhesi antara serat serta resin akrilik sehingga bisa terjadi peningkatan kekuatan mekanis dari resin akrilik (Prasetyo et al., 2013). Impregnasi mencegah terbentuknya ruang dan porositas sehingga terbentuk kontak yang baik antara permukaan serat dengan resin. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari penyerapan air yang berlebihan yang dapat menurunkan kekuatan fleksural dari resin akrilik (Rochmanita et al., 2018).

Faktor lain yang memengaruhi ialah perlekatan antara serat dengan matriks. Terdapat perbedaan karakteristik struktur pada permukaan antara serat dengan matriks yang menjadikan perlunya suatu bahan untuk melekatkan kedua molekul tersebut (Zhang & Matinlinna, 2012). Pembahasan sebelumnya

menyebutkan bahwasanya bahan *silane coupling agent* digunakan pada penelitian berikut karena dapat meningkatkan kekuatan mekanik, hal tersebut terjadi akibat adanya adhesi yang baik antara serat dan matriks polimer. “Ikatan tersebut akan membentuk suatu rantai siloksan dari reaksi kondensasi antara *silanol* dengan permukaan *glass fiber*, sementara hubungan antara matriks polimer dengan *bonding agent* terbentuk dari reaksi *co-polymerisasi*” (Sari et al., 2014)

Berdasar uraian penelitian yang telah dilakukan dan hipotesis yang diajukan, terbukti sesuai karena terdapat perbedaan nilai kekuatan fleksural antara fraksi volume *non-dental glass fiber* yang berbeda. Kendala yang dialami pada penelitian berikut yakni sulitnya pencampuran yang homogen dari serat dengan polimer resin akrilik polimerisasi panas yang diakibatkan dari metode pengadukan manual sehingga menyebabkan perbedaan perlekatan serat dengan resin akrilik pada antar sampel. Usaha yang dijalankan peneliti guna menyelesaikan kendala tersebut yakni dengan melakukan manipulasi resin akrilik sesuai dengan anjuran pabrik, sehingga kendala tersebut dapat diminimalisir.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, bisa disimpulkan bahwasanya:

1. Ada pengaruh fraksi volume *non-dental glass fiber* terhadap kekuatan fleksural resin akrilik.
2. Kekuatan fleksural resin akrilik dengan fraksi volume *non-dental glass fiber* sebesar 2% mempunyai kekuatan fleksural paling tinggi dibanding resin akrilik dengan fraksi volume *non-dental glass fiber* 0%, 1%, dan 3%.

5.2 Saran

Saran yang bisa diberikan guna penelitian selanjutnya ialah:

1. Perlunya dijalankan penelitian lanjutan dengan variasi metode dalam proses pembuatan agar didapatkan hasil yang lebih homogen dan seragam antar sampel.
2. Perlunya dijalankan penelitian lanjutan terkait uji mekanik lainnya berdasarkan fraksi volume fiber.
3. Perlunya dijalankan penelitian lanjutan terkait perbedaan kekuatan fleksural dengan bahan yang berbeda.

4. Diharapkan hasil penelitian berikut mampu dipergunakan selaku data awal bagi penelitian mendatang.



DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, P., Sugiatno, E., & Nuryanto, M. R. T. (2017). Pengaruh volumetrik e-glass fiber terhadap kekuatan transversal reparasi plat gigi tiruan resin akrilik. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 2(1), 40. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.10734>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. (2013). Phillips' Science of Dental Materials (Anusavice Phillip's Science of Dental Materials). In *Elsevier Saunders* (Vol. 12). <http://www.amazon.com/Phillips-Science-Dental-Materials-Anusavice/dp/0721693873>
- Ayu, D., Taufik, C., & Sidiqa, A. N. (2020). Penanganan Eritema pada Penggunaan Resin Akrilik Swapolimerisasi. *Jmkg*, 9 (2), 63–68. <https://doi.org/10.32793/jmkg.v9i2.608>
- Broz, A., & Ilcewicz, L. (2012). *Composite Materials Handbook (CMH-17), Volume 1: "Polymer Matrix Composites: Guidelines for Characterization of Structural Materials," Composite Materials Handbook 17 Organization , Rev. G, published 2012.*
- Buschow, K. H. J., Flemings, M. C., Kramer, E. J., & Veyssi re, P. (2001). *Encyclopedia of Materials: Science and Technology.*
- Clarke, D., Ladizesky, N., & Chow, T. (1992). Acrylic resins reinforced with highly drawn linear polyethylene woven fibres. Construcusttion of upper dentures bases. *A. Dent J*, ;37:394–399.
- Dewi, Z. Y. (2016). The Effect Of Composition Glass Fibre Non Dental And Glass Fiber. *Jurnal B-Dent*, 3(1), 54–58.
- Fabr cio, A. R., Jos  Renato, Q. C., Fab iola, L. P. P., Helcio, R. N. J. F., de Carvalho, R. F., & Mutlu,  . (2013). Evaluation of bond strength between glass fiber and resin composite using different protocols for dental splinting. *European Journal of General Dentistry*, 2(03), 281–285. <https://doi.org/10.4103/2278-9626.116008>
- Faizah, A., Widjijono, W., & Nuryono, N. (2017). Pengaruh komposisi beberapa glass fiber non dental terhadap kelarutan komponen fiber reinforced composites. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.11249>

- Fatimina, A. D., Benyamin, B., & Fathurrahman, H. (2016). Pengaruh Posisi Serat Kaca (Fiberglass) Yang Berbeda Terhadap Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Acrylic Resin. *ODONTO Dental Journal*, 3.
- Febrianto, T., Edi, S. S., & Sunarno. (2013). Rancang Bangun Alat Uji Kelayakan Pelumas Kendaraan Bermotor Berbasis Mikrokontroler. *Unnes Physics Journal*, 2(1), 30–34.
- Ferasima, R., Zulkarnain, M., & Nasution, H. (2013). Pengaruh Penambahan Serat Kaca Dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak Dan Transversal Pada Bahan Basis Gigitiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas The Effect Of Glass Fiber And Polyethylene Fiber Addition On Impact And Transverse Strength Of. *IDJ*, 2 No. 1.
- Fonseca, R. B., Favarão, I. N., Kasuya, A. V. B., Abrão, M., Luz, N. F. M. Da, & Naves, L. Z. (2014). Influence of Glass Fiber wt% and Silanization on Mechanical Flexural Strength of Reinforced Acrylics. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 02(02), 11–15. <https://doi.org/10.4236/msce.2014.22003>
- Gaib, Z. (2013). Faktor – Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Terjadinya Kandidiasis Eritematosa Pada Pengguna Gigitiruan Lengkap. *E-GIGI*, 1(2). <https://doi.org/10.35790/eg.1.2.2013.3228>
- Gladwin, M., & Bagby, M. (2009). *Clinical Aspects of Dental Materials Theory, Practice, and Cases. 4th Edition. USA*.
- Gurbuz, O., Dikbas, I., & Unalan, F. (2012). Fatigue resistance of acrylic resin denture base material reinforced with E-glass fibres. *Gerodontology*, 29(2). <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2011.00548.x>
- Hadianto, E., Syifa, L. L., & Hanafie, H. F. (2018). Pengaruh Fraksi Volume Fiber Sisal (Agave Sisalana) Terhadap Kekuatan Fleksural Resin Komposit. *ODONTO Dental Jurnal*, 5, 139–144.
- Hadianto, E., Widjijono, & Herliansyah, M. K. (2013). Pengaruh Penambahan Polyethylene Fiber Dan Serat Sisal Terhadap Kekuatan Fleksural Dan Impak Base Plate Komposit Resin Akrilik Effect Of Polyethylene And Sisal Fiber Reinforcement On Flexural And Impact Strength Of An Acrylic Resin. *Idj*, 2(2), 57–67.
- Hatrick, C. D., Eakle, W. S., & Bird, W. F. (2011). *Title Dental materials. Clinical applications for dental assistants and dental hygienists*. Saunders publications.

- Juwita, A., Widaningsih, & Prabowo, P. B. (2018). Perbedaan Kekuatan Impak Pada Bahan Resin Akrilik Self Cured dengan Penambahan Zirconium Dioxide (Zro2) Nanopartikel. *Denta Jurnal Kedokteran Gigi*, 12 No. 1.
- Kafalia, R. F., Firdausy, M. D., & Nurhapsari, A. (2017). Pengaruh Jus Jeruk Dan Minuman Berkarbonasi Terhadap Kekerasan Permukaan Resin Komposit. *ODONTO : Dental Journal*, 4(1), 38. <https://doi.org/10.30659/odj.4.1.38-43>
- Karacaer, Ö., Polat, T. N., Tezvergil, A., Lassila, L. V. J., & Vallittu, P. K. (2003). The effect of length and concentration of glass fibers on the mechanical properties of an injection- and a compression-molded denture base polymer. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 90(4), 385–393. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(03\)00518-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(03)00518-3)
- Khan, A. S., Azam, M. T., Khan, M., Mian, S. A., & Rehman, I. U. (2015). An update on glass fiber dental restorative composites: A systematic review. *Materials Science and Engineering C*, 47, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.11.015>
- Kosakoy, M. N. M., Wallah, S. E., & Pandaleke, R. (2017). Perbandingan Nilai Kuat Tarik Langsung Dan Tidak Langsung Pada Beton Yang Menggunakan Fly Ash. *Jurnal Sipil Statik*, 5(7), 383–392.
- Krishnamurthy, B. S., Balamuralikrishnan, R., & Shakil, M. (2017). An Experimental Work on Alkaline Resistance Glass Fiber Reinforced concrete. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 3(7), 730–737. <https://doi.org/10.24001/ijaems.3.7.4>
- Lubis, M. D. O., & Putranti, D. T. (2019). Pengaruh Penambahan Aluminium Oksida Pada Bahan Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas Terhadap Kekerasan Dan Kekasaran Permukaan. *B-Dent: Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, Vol 6, No.1 : Page 1-8, 6(1), 1–8.
- Mowade, T. K., Dange, S. P., Thakre, M. B., & Kamble, V. D. (2012). Effect of fiber reinforcement on impact strength of heat polymerized polymethyl methacrylate denture base resin: In vitro study and SEM analysis. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 4(1), 30–36. <https://doi.org/10.4047/jap.2012.4.1.30>
- Murdiyanto, D. (2017). Potensi Serat Alam Tanaman Indonesia Sebagai Bahan Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 6(1), 14. <https://doi.org/10.32793/jmkg.v6i1.260>

- Octarina. (2012). *Pengaruh Durasi Sandblasting pada Permukaan Restorasi Veneer Resin Komposit terhadap Kuat Rekat Resin Semen dengan Email Gigi*. University of Indonesia.
- Prasetyo, D., Raharjo, W. W., & Ubaidillah. (2013). Pengaruh penambahan coupling agent terhadap kekuatan mekanik komposit polyester-cantula dengan anyaman serat 3D angle interlock. *Mekanika*, 12(1), 44–52.
- Pribadi, N., Lunardhi, C. G. J., & Permata Y, A. (2017). Kekasaran Permukaan Resin Komposit Nanofiller Setelah Penyikatan Dengan Pasta Gigi Whitening Dan Non Whitening. *ODONTO : Dental Journal*, 4(2), 72. <https://doi.org/10.30659/odj.4.2.72-78>
- Putranti, D. T., & Fadilla, A. (2018). Titanium Dioxide Addition to Heat Polymerized Acrylic Resin Denture Base Effect on Staphylococcus aureus and Candida albicans. *Journal of Indonesian Dental Association*, 1(1), 21–27. <https://doi.org/10.32793/jida.v1i1.286>
- Putranti, D. T., & Ulibasa, L. P. (2015). Pengaruh perendaman basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas dalam minuman tuak aren terhadap kekasaran permukaan dan kekuatan impak The effect of immersion duration of heat cured acrylic resin denture base in tuak aren towards surface roughness. *Jurnal Mterial Kedokteran Gigi*, 4(2), 43–53.
- Putri, M. L., Sugiatno, E., & Kusuma, H. a. (2016). Pengaruh Jenis Fiber dan Surface Treatment Ethyl Acetate terhadap Kekuatan Fleksural dan Impak pada Reparasi Plat Gigi Tiruan Resin Akrilik. *Prostodonsia, Program Studi Pendidikan, Program Gigi, Dokter Gigi, Fakultas Kedokteran Mada, Universitas Gadjah Prostodonsia, Bagian Gigi, Fakultas Kedokteran Gadjah, Universitas Yogyakarta, Mada*, 7(2), 111–117.
- Rifdayanti, G. U., K.F., I. W. A., & Sukmana, B. I. (2019). Pengaruh Perendaman Ekstrak Batang Pisang Mauli 25% Dan Daun Kemangi 12,5% Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan. *Dentin Jurnal Kedokteran Gigi*, III(3).
- Rochmanita, N., Sunarintyas, S., & Herliansyah, M. K. (2018). Non-Dental glass fiber impregnation on flexural strength of fiber reinforced composite. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 4(1), 39. <https://doi.org/10.22146/majkedgiind.17137>
- Roflin, E., Liberty, I. A., & Pariyana. (2021). *Populasi, Sampel, Variabel Dalam Penelitian Kedokteran*.

- Sakaguchi, R., & Powers, J. (2012). Craig's Restorative Dental Materials. In *Craig's Restorative Dental Materials*. <https://doi.org/10.1016/C2010-0-65754-3>
- Sari, W. P., Sumantri, D., Noviyanti, D., & Imam, A. (2014). Pemeriksaan Komposisi Glass Fiber Komersial Dengan Teknik X-Ray Fluorescence Spectrometer (XRF). *Jurnal B-Dent*, 1 No. 2, 155–160.
- Sari, W. P., Sunarintyas, S., & Nuryono, N. (2018). Pengaruh Komposisi Beberapa Glass Fiber Non Dental Terhadap Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Composites. *B-Dent, Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Baiturrahmah*, 2(1), 29–35. <https://doi.org/10.33854/jbdjbd.12>
- Septommy, C., Widjijono, W., & Dharmastiti, R. (2014). Pengaruh posisi dan fraksi volumetrik fiber polyethylene terhadap kekuatan fleksural fiber reinforced composite (The effect of position and volumetric fraction polyethylene fiber on the flexural strength of fiber reinforced composite). *Dental Journal (Majalah Kedokteran Gigi)*, 47(1), 52. <https://doi.org/10.20473/j.djmkkg.v47.i1.p52-56>
- Setyawan, P. D., Sari, N. H., & Pertama Putra, D. G. (2012). Pengaruhorientasi Danfraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comosus)Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyestertak Jenuh(Up). *Dinamika Teknik Mesin*, 2(1), 28–32. <https://doi.org/10.29303/d.v2i1.108>
- Sitorus, Z., & Dahar, E. (2012). Improvement Of Physical And Mechanical Properties Of The Hot Polymeric Acrylic Resin By Adding Glass Fibre. *Dentika Dental Journal*, 17(1), 24–29.
- Soetono, L. R., Sumarsongko, T., Damayanti, L., & Laksono, B. (2020). Efek perendaman pada landasan akrilik self-cured terhadap viabilitas sel fibroblas Immersion effect on self-cured acrylic base towards the fibroblast cell viability. *Jurnal Kedokteran Gigi Universitas Padjadjaran*, 32(1), 78. <https://doi.org/10.24198/jkg.v32i1.18075>
- Suarsana, K., Astika, I. M., & Suprpto, L. (2018). Karakterisasi Konduktivitas Termal Dan Kekerasan Komposit Aluminium Matrik Penguat Hibrid Sicw/Al₂O₃. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 1(2), 108–116. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v1i2.1456>
- Sugianitri, N. K., & Suhendra, S. (2021). Impact Strength Test on Addition of Agave Sisalana Fiber and E-Glass Fiber in Acrylic Resin Dental Plate Repair. *Interdental Jurnal Kedokteran Gigi (IJKG)*, 17(1), 49–55. <https://doi.org/10.46862/interdental.v17i1.2073>

- Sundari, I. (2016). Perbedaan Kekasaran Permukaan Gic Tanpa Dan Dengan Penambahan Kitosan Setelah Perendaman Minuman Isotonik. *Jurnal Material Kedokteran Gigi*, 5, 49–55.
- Sundari, I., Sofya, P. A., & Hanifa, M. (2016). Studi Kekuatan Fleksural Antara Resin Akrilik Heat Cured Dantermoplastik Nilon Setelah Direndam Dalam Minuman Kopi Uleekareng (Coffea Robusta). *Journal Of Syiah Kuala Dentistry Society*, 1(1), 51–58.
- Tacir, I. H., Kama, J. D., Zortuk, M., & Eskimez, S. (2006). Flexural properties of glass fibre reinforced acrylic resin polymers. *Australian Dental Journal*, 51(1), 52–56. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2006.tb00401.x>
- Tarigan, S., & Felycia. (2021). *Pengaruh pelapisan kitosan pada basis gigi tiruan resin akrilik polimerisasi panas terhadap penyerapan air dan kekuatan transversal*. 5(April), 57–63. <https://doi.org/10.24198/pjdrs.v4i1.29423>
- Togatorop, R. S., Rumampuk, J. F., & Wowor, V. N. S. (2017). Pengaruh perendaman plat resin akrilik dalam larutan kopi dengan berbagai kekentalan terhadap perubahan volume larutan kopi. *E-GIGI*, 5(1), 19–23. <https://doi.org/10.35790/eg.5.1.2017.14738>
- Widyapramana, Widjijono, & Sunarintyas, S. (2013). Pengaruh Kombinasi Posisi Fiber Terhadap Kekuatan Fleksural dan Ketangguhan Retak Fiber Reinforced Composite Polyethylene. *Idj*, 2(2), 1–8.
- Zhang, M., & Matinlinna, J. P. (2012). E-Glass Fiber Reinforced Composites in Dental Applications. *Silicon*, 4(1), 73–78. <https://doi.org/10.1007/s12633-011-9075-x>