

**PENGARUH FRAKSI VOLUME
SERAT KELAPA (*Cocofiber*) TERHADAP KEKUATAN
FLEKSURAL *FIBER REINFORCED ACRYLIC RESIN (FRAR)***

Karya Tulis Ilmiah

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai gelar Sarjana Kedokteran Gigi



Oleh

Muhammad Shofii

31101500523

**FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG
2023**



KARYA TULIS ILMIAH

Literatur Review

PENGARUH FRAKSI VOLUME

**SERAT KELAPA (*Cocofiber*) TERHADAP KEKUATAN
FLEKSURAL FIBER REINFORCED ACRYLIC RESIN (FRAR)**

Diajukan Oleh :

Muhammad Shofii

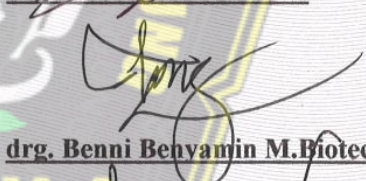
31101500523

Telah disetujui oleh :

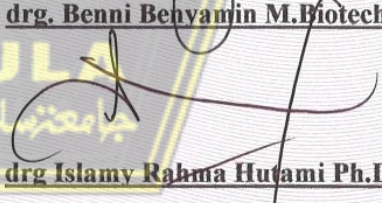
Ketua Tim Penguji,


drg. Eko Hadiananto MDSc

Anggota Tim Penguji I


drg. Benni Benyamin M. Biotech

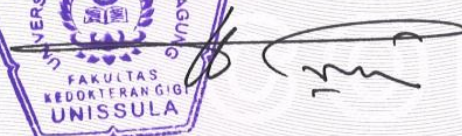
Anggota Tim Penguji II


drg. Islamy Rahma Hutami Ph.D

Semarang, **15 MAR 2023**

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Islam Sultan Agung
Dekan,




Dr. drg. Yayun Siti Rochmah, Sp. BM

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Shofii

NIM : 31101500523

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah yang berjudul:

**PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KELAPA (*Cocofiber*)
TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL *FIBER REINFORCED ACRYLIC*
*RESIN (FRAR)***

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

Semarang, 14 Maret 2023

Muhammad Shofii

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Shofii

NIM : 31101500523

Program Studi : Kedokteran Gigi

Fakultas : Kedokteran Gigi

Alamat Asal : Ds Kedungguwo Sukomoro Magetan Jawa timur

No. HP / Email : 087879505846 / Muhammadshofii@std.unissula.ac.id

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

PENGARUH FRAKSI VOLUME SERAT KELAPA (*Cocofiber*) TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL FIBER REINFORCED ACRYLIC RESIN (FRAR

Dan menyetujuinya menjadi hak milik Universitas Islam Sultan Agung serta memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif untuk disimpan, di internet atau media lain untuk kepentingan Hak Cipta.

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

Semarang, 14 Maret 2023

Yang menyatakan,



Muhammad shofii

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya tulis ilmiah yang berjudul “Peran Kitosan Cangkang Kerang Hijau dalam Penyembuhan Resorpsi Tulang Alveolar Pada Penyakit Periodontal” dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan dan penyelesaian karya tulis ilmiah ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Dr. drg. Yayun Siti Rochmah, Sp. BM selaku dekan Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Islam Sultan Agung yang telah memberikan perijinan dan mengesahkan karya tulis ilmiah ini.
2. drg. Benni Benyamin M.Biotech selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran memberikan arahan, dukungan dengan penuh kesabaran hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini
3. drg. Islamy Rahma Hutami selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran memberikan arahan, dukungan dengan penuh kesabaran hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.

4. drg. Eko hadianto, MDSc selaku penguji yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran memberikan arahan, dukungan dengan penuh kesabaran hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.
5. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil serta memberikan motivasi dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini.
6. Seluruh dosen dan staff FKG Unissula yang telah memberikan ilmu dan semangat kepada penulis dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini.
7. Teman – teman Maxilliodenity yang telah mendukung terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan keberkahan atas kebaikan yang telah diberikan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan serta wawasan bagi penulis dan pembaca. Terimakasih.

Semarang, 15 Maret 2023

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.4.1 Manfaat Teoritis	3
1.4.2 Manfaat Praktis	4
1.5 Orisinalitas Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Resin Akrilik	6
2.1.1 Definisi.....	6
2.1.2 Jenis Resin Akrilik.....	6
2.1.3 Komposisi Resin Akrilik.....	8
2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Resin Akrilik	8
2.2 Serat Kelapa (<i>Cocofiber</i>).....	9

2.3	<i>Fiber Reinforced Acylic Resin</i>	10
2.3.1	Klasifikasi <i>Fiber Reinforced</i>	11
2.4	Kekuatan Fleksural	11
2.5	KERANGKA TEORI.....	13
2.6	KERANGKA KONSEP	13
2.7	HIPOTESIS	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		15
3.1	Jenis Penelitian	15
3.2	Rancangan Penelitian	15
3.3	Variabel Penelitian	15
3.4	Definisi operasional.....	16
3.5	Sampel penelitian	17
3.5.1.	Jumlah Sempel.....	17
3.6	Alat dan Bahan Penelitian	18
3.7	Cara Penelitian.....	19
3.7.1	Persiapan dan Perijinan Penelitian	19
3.7.2	Proses Alkalisasi Serat Kelapa.....	20
3.7.3	Pembuatan Cetakan.....	20
3.7.4	Perhitungan jumlah konsentrasi serat.....	21
3.7.5	Pembuatan Plat Akrilik	22
3.8	Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.8.1	Tempat.....	23
3.8.2	Waktu	23
3.8.3.	Alur Penelitian	24
3.9	Analisis hasil	24

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.2 Pembahasan	29
BAB V KESIMPULAN	32
5.1 Kesimpulan.....	32
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Serat Kelapa (Bakri <i>et al.</i> , 2014).....	10
Gambar 2.2. Uji Fleksural (ASTM D7264, 2007)	12
Gambar 2.3 Kerangka Teori.....	13
Gambar 2.4 Kerangka Konsep	13
Gambar 3.1 Bentuk dan Ukuran Spesimen.....	17



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Rata rata kekuatan fleksural resin akrilik pada masing-masing perlakuan.....	26
Tabel 4.2 Hasil uji shapiro-wilk	27
Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas <i>levene test</i>	27
Tabel 4.4 Hasil uji <i>One Way Anova</i>	28
Tabel 4.5 Hasil uji Post Hoc <i>Least Significance Difference (LSD)</i>	28



DAFTAR SINGKATAN

FRAR	: <i>Fiber reinforced acrylic resin</i>
ASTM	: <i>American Standard Testing and Material</i>
MPa	: <i>Mega Pascal</i>
UTM	: <i>Universal Testing Machine</i>



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Resin akrilik merupakan material pembuatan basis gigi tiruan karena gampang di reparasi dan proses pembuatan yang relatif gampang/(Hadianto *et al.*, 2013). Sifat yang harus di miliki gigi tiruan adalah gampang diperbaiki apabila fraktur, material yang tidak beracun serta biokompatible (Anusavice, 2003). Resin akrilik memiliki kelemahan pada sifat mekanis yaitu mudah patah karena mempunyai sifat mekanik yang rendah (Ferasima *et al.*, 2013). Bagian yang paling sering mengalami patah adalah di bagian *midline* (Hadianto *et al.*, 2013). Gaya impak, fleksural dan gaya fatigue sangat mempengaruhi kekuatan dari basis gigi tiruan (Sundari *et al.*, 2016).

Kekuatan fleksural resin akrilik adalah tingkatan suatu resin akrilik dalam menahan beban pengunyahan tanpa terjadinya patah di material resin akrilik (Diaz-arnold *et al.*, 2008). Uji fleksural yaitu uji yang dilakukan dengan menempatkan suatu titik tumpul sederhana kemudian diberikan beban secara transversal dibagian tengah benda tersebut (Anusavice, 2003). Mudah patahnya basis gigi tiruan disebabkan oleh rendahnya sifat mekanik dalam basis gigi tiruan tersebut (Sehambing *et al.*, 2018). Standart kekuatan resin akrilik memiliki kekuatan fleksural adalah 60-65 Mega Pascal. Kekuatan pengunyahan manusia adalah 132,478 Mega Pascal pada gigi bagian depan dan 237,169 Mega Pascal pada gigi bagian belakang sehingga nilai tersebut

lebih tinggi dari kekuatan fleksural resin akrilik (Herliansyah, 2013). Tekanan penguyahan pada manusia sebesar 193 MPa (Widyapramana et al., 2013). Sifat mekanik resin akrilik dapat diperbaiki dengan menambahkan *fiber* pada resin akrilik tersebut untuk yang mampu meningkatkan kekuatan mekanis salah satunya *flexural streangh* (Sitorus & Dahar, 2012).

Jenis serat di dunia ini terbagi menjadi 2 yaitu *natural fiber* dan *synthetic fiber* (Zuhri, 2013). *Natural fiber* diperoleh dari serat tumbuh-tumbuhan, hewan dan proses geologis (Detyara et al., 2016). Serat alami mempunyai kelebihan seperti dapat didaur ulang dan harga terjangkau dan mudah didapatkan (Subyakto et al., 2009). Serat alami yang akan biasa digunakan dalam penelitian adalah serat kelapa. Serat kelapa mempunyai kelebihan yaitu mudah didapatkan, harga yang terjangkau dan mudah terapkan (Bakri et al., 2014).

Penelitian tentang manfaat tumbuh-tumbuhan untuk kelangsungan hidup manusia termasuk di bidang kedokteran gigi tertulis yaitu di dalam surah Al A'raaf ayat 58 :

لَا خَبْثَ وَالَّذِي ۖ رَبِّهِ بِإِذْنٍ نَبَاتُهُ يَخْرُجُ الطَّيِّبُ وَالْبَلَدُ
يَشْكُرُونَ لِقَوْمٍ الْآيَاتِ نُصَرِّفُ كَذَلِكَ نَكِيدًا إِلَّا يَخْرُجُ

Artinya “Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya

tumbuh merana. Demikianlah Kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (Kami) bagi orang-orang yang bersyukur. (Q.S. Al-A'raaf: 58)''.

Serat kelapa masih jarang di gunakan dalam penelitian di bidang kedokteran gigi sehingga pada karya ilmiah ini menggunakan resin akrilik yang di perkuat dengan serat kelapa.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat pengaruh penambahan serat serabut kelpa terhadap kekuatan fleksural resin akrilik?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

2. Apakah terdapat pengaruh penambahan serat kelapa (*Cocofiber*) terhadap kekuatan fleksural resin akrilik yang di perkuat dengan serat kelapa.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui kekuatan fleksural serat kelapa (*Cocofiber*) 5%,10%,15%,20% yang di tambahkan pada resin akrilik.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

3. Menambah keilmuwan dibidang kedokteran gigi tentang resin akrilik yang di perkuat dengan serat kelapa.

4. Sebagai masukan bagi penelitian selanjutnya yang hendak meneliti tentang resin akrilik yang di perkuat dengan serat kelapa.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Sebagai alternatif pengganti serat sintesis berupa serat alam yaitu serat kelapa (*Cocofiber*) sebagai penguat resin akrilik

1.5 Orisinalitas Penelitian

No.	Penulis	Judul Penelitian	Perbedaan
1.	(Ferasima <i>et al.</i> , 2013)	Pengaruh Penambahan Serat Kaca dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak dan Transversal pada Bahan Basis Giti Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas	Peneliti menggunakan serat kaca dan serat polietilen namun belum menggunakan serat kelapa sebagai penguat resin akrilik
2.	(Hadianto <i>et al.</i> , 2013)	Pengaruh Penambahan <i>Polyethylene Fiber</i> Dan Serat Sisal Terhadap Kekuatan Fleksural dan Impak <i>Base Plate</i> Resin	Peneliti menggunakan serat sisal belum menggunakan serat kelapa sebagai penguat resin akrilik

		Akrilik	
3.	(Sehambing <i>et al</i> , 2018)	Pengaruh Penambahan Serat Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus L.</i>) terhadap Kekuatan Impak Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas	Peneliti menggunakan serat kenaf belum menggunakan serat kelapa dan menggunakan uji mekanis impak belum menggunakan uji fleksural
4.	(Marampa, <i>et al</i> , 2016)	Pengaruh penambahan serat rami terhadap kekuatan fleksural resin akrilik	peneliti menggunakan serat rami belum menggunakan serat kelapa
5.	(Fatimina, <i>et al</i> , 2016)	Pengaruh posisi serat kaca (<i>Fiberglass</i>) yang berbeda terhadap kekuatan fleksural <i>Fiber reinforced acrylic resin</i>	Peneliti menggunakan serat kaca dan juga meneliti pengaruh peletakan posisi serat

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Resin Akrilik

2.1.1 Definisi

Proses pembuatan yang relative mudah, harga yang terjangkau merupakan pada gigi tiruan merupakan kelebihan dari Resin akrilik (Nirwana, 2005). Resin akrilik adalah material sudah lama digunakan dalam pembuatan gigi tiruan di dalam bidang gigi dan mulut (Sitorus & Dahar, 2012).

2.1.2 Jenis Resin Akrilik

a. Resin Akrilik Polimerisasi Panas (Heat cured)

Resin akrilik polimerisasinya panas adalah resin akrilik yang proses penyatuan antara polimer dan monomernya dengan menggunakan energi panas. Penggunaan energi panas menyebabkan perubahan struktur pada resin akrilik *heat cured*. Proses polimerisasi diakhiri dengan adanya radikal bebas (Eckert *et al.*, 2004).

Heat cured acrylic resin diproses menggunakan kuvet dengan teknik *compression-moulding*. Pembuatan resin akrilik dilakukan dengan perbandingan jumlah antara polimer dan monomer adalah 1:3. Proses pencampuran resin akrilik ini akan mengalami beberapa tahap sebagai berikut (Anusavice, 2003; Bird, 2011):

1. *Fase Sandy Stage*

Belum terjadi perubahan ikatan tingkat molekul pada tahap ini. Butir-butir polimer, dan adonan dalam proses ini masih dalam konsistensi yang kasar.

2. *Fase Sticky Stage*

Mulai larut pada bulir bulir polimer dan monomer mulai meresap kedalam polimer. Dalam fase ini resin akrilik akan bersifat lengket dan mulai membnetuk serat serat.

3. *Fase Dough Stage*

Pada tahapan ini berbentuk seperti plastis dan mudah dibentuk.

4. *Fase Rubbery or elastic stage*

Monomer menyatu ke dalam polimer yang tersisa. Tahap ini resin akrilik akan mudah regangkan.

5. *Fase Stiff Stage*

Pengerasan adonan pada fase ini merupakan akibat dari penyatuan monomer yang menguap. Adonan akan keras dan kuat terhadap benturan

b. Resin Akrilik Polimerisasi Kimia

Pencampuran *powder* dan *liquid*, amin tersier yang terkandung dalam liquid akan menyebabkan benzoil peroksida terpisah sehingga akan menimbulkan radikal bebas. Proses akan berakhir ditandai dengan turunnya suhu adonan (Anusavice, 2003).

c. Resin Akrilik Polimerisasi Sinar

Resin akrilik yang proses polimerisasinya dengan menggunakan bantuan sinar. Resin akrilik polimerisasi sinar ini tersusun *champorquinone* yang bertindak sebagai inisiator dan sinar sebagai *activator* (Anusavice, 2003).

2.1.3 Komposisi Resin Akrilik

Komposisi adalah (Gladwin & Bagby, 2009):

1. Bubuk

Bubuk resin akrilik terdiri dari polimetil metakrilat (PMMA) pra-polimerisasi, inisiator yang terdiri dari benzoil peroksida, zink dioksida atau titanium yang berperan mencegah warna terlalu transparan, dan juga pewarna agar basis gigi tiruan dapat seperti jaringan aslinya.

2. Cairan

Cairan terdiri dari metil metakrilat, inhibitor yaitu hidroquinon. Agen *cross-linking* dapat meningkatkan ketahanan basis gigi tiruan terhadap deformitas serta mengurangi solubilitas serta penyerapan air.

2.1.4 Kelebihan dan Kekurangan Resin Akrilik

Resin akrilik memiliki kelebihan yaitu mudah diaplikasikan, biaya terjangkau dan estetik yang baik (Sitorus & Dahar, 2012). Tidak beracun, tidak melukai mukosa dalam rongga mulut, memiliki sifat

fisik dan estetik yang memuaskan, harga terjangkau, mudah dipreparasi, gampang dalam pemanipulasian merupakan keuntungan atau kelebihan dari resin akrilik (Nasution, 2019). Resin akrilik punya kekurangan yaitu asam metakrilat yang terkandung didalam resin akrilik dapat menjadi faktor iritan dari monomer residu metilmetakrilatnya dan juga mudah fraktur (McCabe & Walls, 2008)

2.2 Serat Kelapa (*Cocofiber*)

serat alami dan serat buatan merupakan jenis serat yang tersedia di dunia. Serat alam didapatkan dari tumbuhan dan hewan. Serat alam memiliki keunggulan yaitu selain mudah didapat dan ekonomis, serat alam juga ramah lingkungan dan sumber daya yang melimpah (Fajri *et al.*, 2013).

Serat kelapa mengandung selulosa, hemi selulosa, dan lignin. Serat serabut kelapa memiliki kandungan lignin yang lebih besar dibandingkan serat jenis lain. Kandungan ligin tersebut membuat serat serabut kelapa kuat dan perlekatan tidak gampang rapuh. Pelekatan yang lemah ditangani dengan cara perlakuan alkalisasi dengan NaOH pada serat kelapa untuk menghilangkan kandungan hemiselulosa, lignin, dan pektin tersebut. (Syaefulloh, 2014).



Gambar 2.1. Serat Kelapa (Bakri *et al.*, 2014)

Komposisi serat kelapa terdiri dari 16.8% Hemiselulosa, 68.9% Selulosa dan 32.1% Lignin (Asassutjarita *et al.*, 2007). Serat kelapa memiliki kerapatan serat sebesar $1,2 \text{ g/cm}^3$, kekuatan tarik sebesar 175 N/mm^2 , dan modulus tarik sebesar 4-6 Gpa (Bakri, 2010).

2.3 *Fiber Reinforced Acrylic Resin*

Hasil pencampuran dari matrik polimer dan juga diperkuat dengan fiber yang sangat kecil merupakan pengertian dari serat resin akrilik yang diperkuat dengan serat kelapa. *Fiber Reinforced* ini dapat meningkatkan kekuatan *flexural strength*, sifat fisis, kekuatan, dan stabilitas dari resin komposit maupun resin akrilik (Imam *et al.*, 2015).

Serat kaca 5% yang ditambahkan dalam resin akrilik akan meningkatkan kekuatan mekanik resin akrilik (Unalan, 2010). Ji Myung Bae *et al* (2012) Penambahan serat polietilen sebesar 5,3% dapat meningkatkan kekuatan mekanik seperti kekuatan fleksural basis gigi tiruan. Resin akrilik *heat cured* dengan penambahan *fiber* polipropilen konsentrasi 10% menghasilkan nilai kekuatan impak tertinggi dibandingkan dengan tanpa

penambahan (Ravishankar *et al.*, 2014). Nuriana W *et al* (2017) melakukan penelitian tentang penambahan serat daun nanas sebagai penguat komposit resin polyester. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai kuat tarik dengan orientasi arah serat horizontal merupakan yang paling baik pada fraksi volume 15%.

2.3.1 Klasifikasi *Fiber Reinforced*

Serat di *Fiber Reinforced* terbagi menjadi 2 macam yaitu serat alami dan serat buatan. Contoh serat buatan adalah serat kaca, serat aramid, serat karbon, serat polietilen. Serat natural atau serat alam berasal dari hewan maupun dari tumbuhan (Abdullah & Jamaai, 2015). Serat kelapa sendiri serat merupakan jenis serat alam yang berasal dari tumbuhan (Elna & Ellya, 2018). Beberapa jenis serat digunakan di bidang kedokteran gigi seperti serat kaca, serat aramid, serat karbon, serat polietilen. (UHMWPE) (Mozartha *et al.*, 2010)

2.4 Kekuatan Fleksural

. Tekanan fleksural adalah kemampuan untuk menahan tekanan tarik, tekanan kompresif dan tekanan gesek ketika rongga mulut berfungsi. (McCabe & Walls, 2011; Fatimina *et al.*, 2016). Uji fleksural adalah uji dengan menggunakan atau menempatkan titik beban pada bagian tengah dan dibebankan secara *vertical* (Anusavice, 2003).

Uji tekanan fleksural bisa dilakukan dengan menggunakan UTM untuk menentukan beban maksimum yang dibutuhkan hingga specimen fraktur (Martha *et al.*, 2010).

Kekuatan fleksural FRAR (*Fiber reinforced acrylic resin*) di pengaruhi anatar lain (Butterworth *et al.*, 2015):

a. Volume fraksi serat.

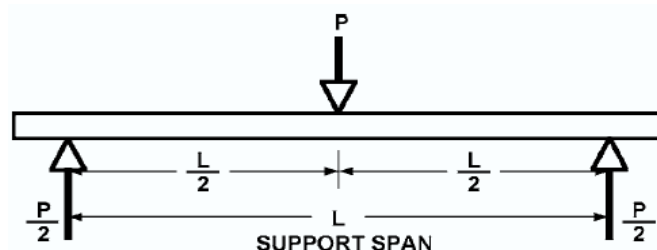
Peningkatan jumlah *fiber* dapat meningkatkan ketahanan terhadap patahnya resin akrilik, namun kuantitas pemberian serat juga perlu diperhatikan proporsinya karena dapat mengurangi nilai estetik.

b. Perlekatan antara *fiber* dan matriks.

Perbedaan karakteristik struktur antara matriks dan serat menjadi kendala ketika akan menyatukan serat ke dalam matriks. Kendala tersebut dapat diatasi dengan pembasahan serat dengan monomer sehingga perlekatan serat dan matriks menjadi lebih maksimal.

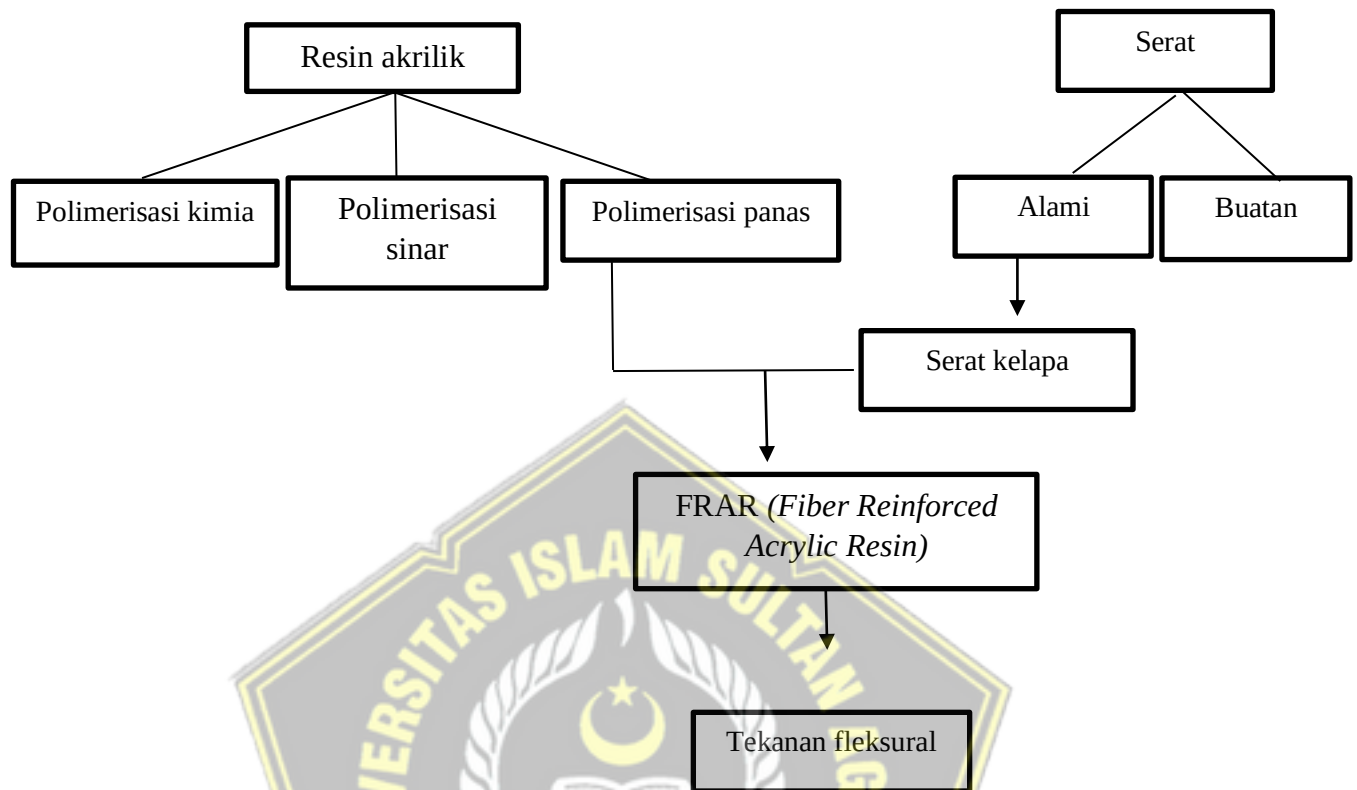
c. Orientasi arah serat.

Serat yang disusun satu arah (*unidirectional*) memiliki kekuatan mekanis yang lebih baik dan lebih cocok digunakan pada area dengan tekanan besar.



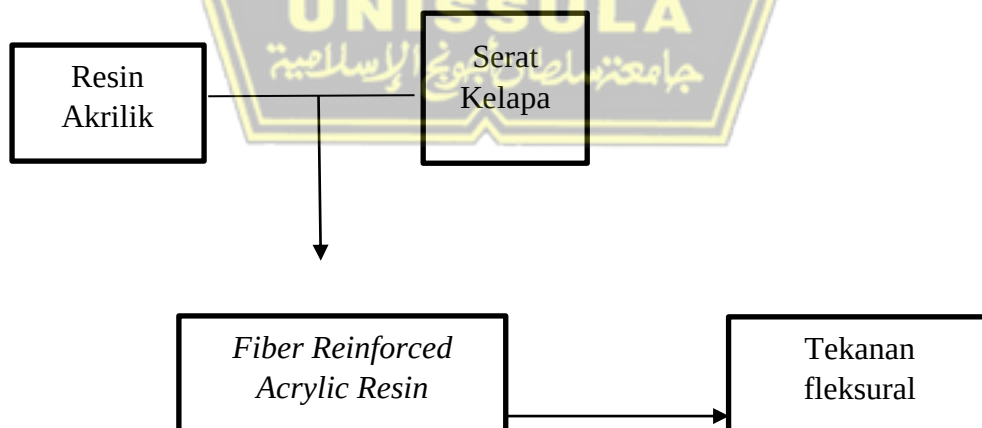
Gambar 2.2. Uji Fleksural (ASTM D7264, 2007)

2.5 KERANGKA TEORI



Gambar 2.3 Kerangka Teori

2.6 KERANGKA KONSEP



Gambar 2.4 Kerangka Konsep

2.7 HIPOTESIS

Terdapat pengaruh fraksi volume serat kelapa (*Cocofiber*) terhadap kekuatan fleksural resin akrilik dengan penguat serat atau *Fiber reinforced acrylic resin* (FRAR).



BAB III

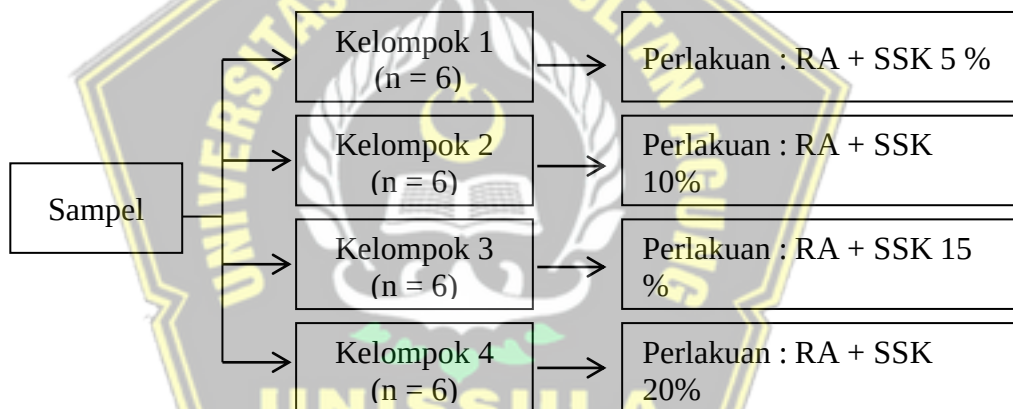
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperimental* dengan objek penelitian plat akrilik.

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian adalah *Post test-only control group design*.



3.3 Variabel Penelitian

a. Variabel bebas

fraksi volume serat kelapa (*Cocofiber*).

b. Variabel terikat

Kekuatan fleksural pada *fiber reinforce acrylic resin*.

c. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol:

1. Jenis bahan serat, yakni serat kelapa hijau yang terdapat di IP2TP Ungaran BPTP Jawa tengah. umur pohon kelapa 6 – 8 tahun, usia buah kelapa sudah tua yaitu 11- 12 bulan. Ukuran serat kelapa 9 – 25 cm, diameter 0,1 – 1,5 mm dan warna serat coklat dan memiliki tekstur kasar.
2. Jenis resin akrilik, yaitu resin akrilik *heat cured* merk yamahachi BASIS heat cure.
3. Sampel penelitian menggunakan plat resin akrilik *hot cured* dengan standart ADA Specification No.12 yaitu ukan 60 X 10 X 25 dalam satuan mm.

3.4 Definisi operasional

1. Fraksi volume serat kelapa
jumlah kandungan serat kelapa yang telah di alkalisasi dan ditambahkan ditengah resin akrilik. Prosentase dihitung menggunakan rumus dengan satuan persen volume (v%) dan menggunakan skala Rasio.

Variabel terdiri atas 4 kelompok penelitian :

- Kelompok RK5 : Resin akrilik yang penambahan serat kelapa 5%.
- Kelompok RK10 : Resin akrilik yang penambahan serat kelapa 10%

- Kelompok RK15 : Resin akrilik yang penambahan serat kelapa 15%
- Kelompok RK20 : Resin akrilik yang penambahan serat kelapa 20%

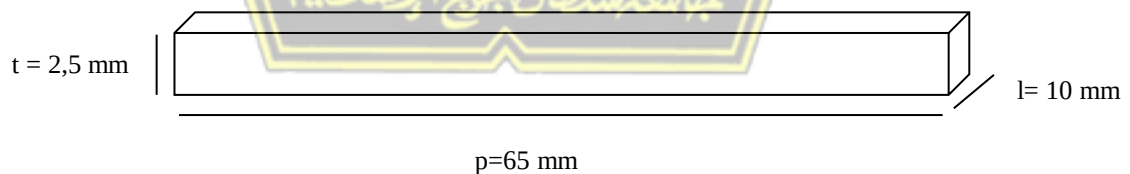
2. Kekuatan fleksural pada *fiber reinforce acrylic resin*

Kekuatan fleksural pada gigi tiruan adalah merupakan kemampuan material untuk menahan beban tekanan pengunyahan. Alat untuk menganalisis tekanan fleksural adalah *three point bending test* dengan menggunakan *UTM*, dengan satuan *Mpa* uji fleksural dengan *UTM* merk Controlab, Prancis dan menggunakan skala rasio.

3.5 Sampel penelitian

resin akrilik polimerisasi panas yang berukuran 65 x 10 x 2,5 dalam satuan mm dengan bentuk persegi.

(Hadianto,2013).



Gambar 3.1 Bentuk dan Ukuran Spesimen

3.5.1. Jumlah Sempel

Jumlah sampel dihitung menggunakan rumus *Federer* (sopiyudin,2014)

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

t = kelompok perlakuan

n = jumlah spesimen

Banyaknya jumlah spesimen perkelompok perlakuan:

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

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

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

$$3n - 3 \geq 15$$

$$3n \geq 15 + 3$$

$$3n \geq 18$$

$$n \geq 18/3$$

$$n \geq 6$$

Jumlah sampel 24 dan terbagi menjadi 4 kelompok.

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

- a. Uji *Universal Testing Machine* (UTM) Controlab, Prancis
- b. *Stelon pot* dan pengaduk semen kedokteran gigi
- c. Gelas ukur medis
- d. Masker hidung
- e. Sarung tangan medis
- f. Pres
- g. *Sliding Caliper*

- h. Termometer
- i. Kompor
- j. Microwave
- k. Inkubator (*Memmert, German*)
- l. Kuas
- m. Amplas
- n. Cetakan resin

2. Bahan Penelitian

- a. Resin akrilik *heat cured* dengan merk Ivoclar Vivadent Inc, USA.
- b. Serabut kelapa
- c. *Could mould seal* (CMS)
- d. Air
- e. Cairan NaOH 6%
- f. Cairan CH₃COOH 6%
- g. Etanol

3.7 Cara Penelitian

3.7.1 Persiapan dan Perijinan Penelitian

- 1. Pengajuan *Ethical Clearance* ke Komisi Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Unissula.
- 2. Pengajuan ijin ke OSCE FKG Unissula dan Laboratorium Teknik mesin UGM

3.7.2 Proses Alkalisasi Serat Kelapa

1. Cuci serat kelapa menggunakan cairan etanol dengan durasi 30 menit dan keringkan.
2. Serat kelapa dimasukan ke dalam microwave dengan durasi 10 menit di suhu 80°C.
3. Tahap alkalisasi (direbus) dengan cairan NaOH 6% durasi 60 menit di suhu 100°C .
4. Cuci serat kelapa dengan cara direndam seluruh serat dalam air steril atau aquades durasi 10 menit.
5. Rebusan menggunakan larutan CH₃COOH 6% durasi 60 menit pada suhu 100°C, kemudian di dinginkan dalam suhu ruang.
6. Keringkan di dalam microwave dalam suhu 80°C durasi 10 menit.

3.7.3 Pembuatan Cetakan

- a. Membuat cetakan dengan menggunakan model malam merah.
- b. Kuvet di beri Vaseline secara merata.
- c. Pasang kuvet bagian atas yang sudah diolesi Vaseline.
- d. Manipusi gips putih
- e. Adonan gips dimasukkan ke kuvet dan letakkan model malam
- f. Letakkan kuvet di atas vibrator.
- g. Gips sampai setting dengan durasi 30-60 menit
- h. Rebus kuvet dalam air mendidih Selama 60 menit hinggann model malam mencair

3.7.4 Perhitungan jumlah konsentrasi serat

1. Cara menghitung jumlah persentase serat yaitu dengan membandingkan berat serat dan berat sampel.
2. Potong serat kelapa dengan panjang 50 mm kemudian dihitung beratnya.
3. plat resin akrilik *hot cured* dengan standart ADA Specification No.12 yaitu ukuran 60 x 10 x 25 dalam satuan mm.
4. Rumus yang digunakan yaitu :

$$M_f = \rho_f \times V_f$$

Keterangan :

V_f : Volume *fiber* (%)

M_f : Berat *fiber* (gr)

ρ_f : Massa jenis serat (gr/cm³)

Pada penelitian ini menggunakan masa jenis serat kelapa 1,2 gr/cm³ dan volume cetakan adalah 1,62 cm³

Volume serat = 5% x Volume cetakan

$$5/100 \times 1,62 = 0,081$$

$$P = M / V$$

$$M = P \times V = 1,2 \times 0,081 = 0,0972 \text{ gram}$$

Volume serat 5% = 0,081 cm, 10% = 0,162cm, 15% = 0,243 cm

20% = 0,324 cm .Sehingga didapatkan perhitungan sebagai

berikut :

Vf 5 % Massa serat = 0,09 gr

Vf 10 % Massa serat = 0,19 gr

Vf 15 % Massa serat = 0,29 gr

Vf 20 % Massa serat = 0,388 gr

3.7.5 Pembuatan Plat Akrilik

1. Cetakkan akrilik pada kuvet diolesi dengan CMS.
2. Manipulasi resin akrilik dengan perbandingan polimer dan monomer 23 gr : 10 ml.
3. Masukkan resin akrilik saat fase *dought* di sepertiga bagian sampel.
4. Letakkan serat serabut kelapa di atas resin akrilik yang mengalami fase *dought*
5. Lapisi resin akrilik Kembali di atas serat serabut kelapa
6. Bagian atas permukaan dengan kertas selopan, kemudian pres lalu rapikan permukaan yang berlebihan
7. Curing dengan suhu 100 derajat durasi 30 menit
8. Lakukan Polishing dan Finishing
9. Rendam aisteril dan masukkan ke incubator selama 1 hari
10. Setelah itu dilakukan Pengukuran kekuatan fleksural menggunakan rumus :

$$\sigma = (3FL)/(2BH^2)$$

3.8 Tempat dan Waktu Penelitian

3.8.1 Tempat

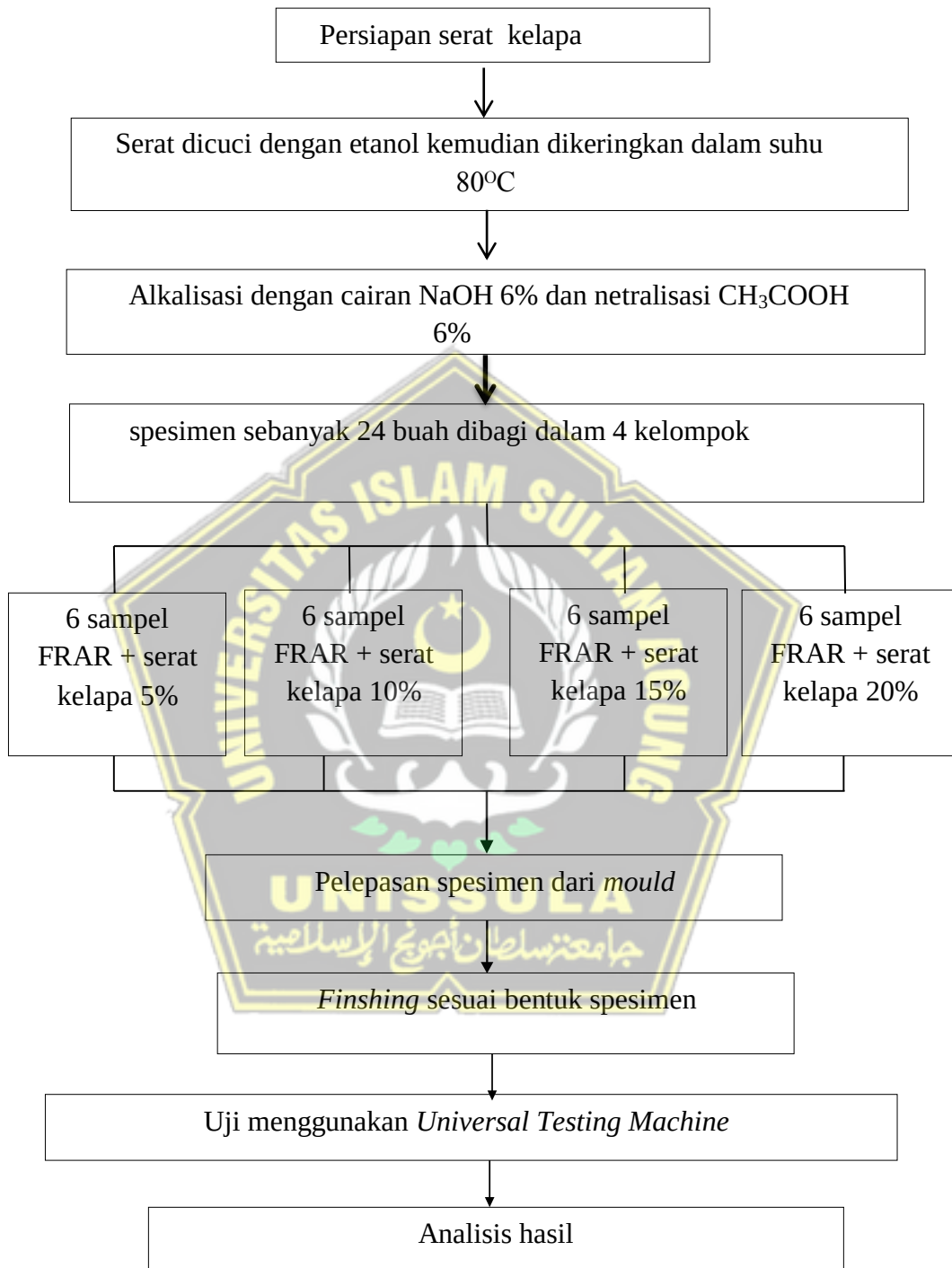
Pembuatan sampel akan dilakukan di OSCE Center FKG Universitas Islam Sultan Agung Semarang, sedangkan uji kekuatan fleksural dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

3.8.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan pada waktu September 2022



3.8.3. Alur Penelitian



3.9 Analisis hasil

Pengujian pada penelitian ini dengan menggunakan SPSS. Uji *Sapiro-Wilk* untuk mengetahui apakah data yang akan diuji terdistribusi normal dan

homogen. Uji *One-Way Anova* untuk mengetahui adanya pengaruh penambahan serat kelapa (*Cocofiber*) terhadap kekuatan fleksural FRAR . Uji data menggunakan uji *Post Hoc* untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antar kelompok yang diujikan.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada penelitian ini didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 4.1 Rata rata kekuatan fleksural resin akrilik pada masing-masing perlakuan

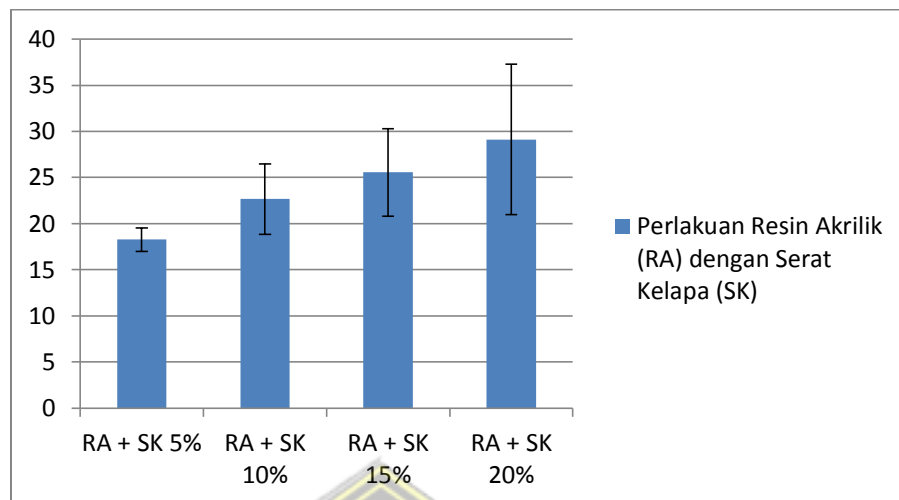
Perlakuan	Rata rata Kekuatan Fleksural (Mean $\pm$ std deviasi) (MPa)
RA + SK 5%	18.27 $\pm$ 1.27
RA + SK 10%	22.66 $\pm$ 3.83
RA +SK 15%	25.55 $\pm$ 4.73
RA + SK 20%	29.12 $\pm$ 8.16

Tabel diatas menunjukkan bahwa rerata kekuatan fleksural resin akrilik terbesar pada kelompok RA + SK 20%, dan rerata kekuatan fleksural terkecil pada kelompok RA + SK 5%.



Gambar 4.0. Sampel yang di uji

Nilai kekuatan fleksural resin akrilik Mega
Pascal (MPa)



Gambar 4.1 Rerata kekuatan fleksural resin akrilik pada masing-masing perlakuan

Ket : RA : Resin Akrilik SK : Serabut Kelapa

Uji deskriptif telah dilakukan, setelah itu untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rerata kekuatan fleksural antar kelompok, maka dilakukan uji normalitas dan homogenitas pada tabel di bawah :

Tabel 4.2 Hasil uji shapiro-wilk

Kelompok	Sig. (P)	Keterangan
RA + SK 5%	0.56	Terdistribusi Normal
RA + SK 10%	0.68	
RA +SK 15%	0.36	
RA + SK 20%	0.16	

Pada hasil di atas di dapatkan nilai ($p > 0.05$), setelah itu dilanjutkan dengan uji homogenitas *levene test* seperti tabel di bawah.

Tabel 4.3 Hasil uji homogenitas *levene test*

<i>Levene test</i>	Sig.	Keterangan
	0.05	Data homogen

Uji homogenitas *levene test* yang telah dilakukan diatas, menunjukkan bahwa data rerata kekuatan fleksural pada masing-masing perlakuan memiliki varian yang homogen dengan nilai ($p > 0.05$). Berdasarkan uji normalitas dan homogenitas yang telah dilakukan, data memenuhi syarat untuk uji *One Way Anova* untuk mengetahui pengaruh perlakuan yaitu resin akrilik yang ditambahkan serat kelapa 5%, 10%, 15%, dan 20% terhadap kekuatan fleksural.

Tabel 4.4 Hasil uji *One Way Anova*

Kelompok	P	Sig	Keterangan
RA + SK 5%	0.01	$P < 0.05$	Signifikan
RA + SK 10%			
RA + SK 15%			
RA + SK 20%			

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok dalam kekuatan fleksural setelah resin akrilik diberikan penambahan serat kelapa berbagai konsentrasi. Uji dilanjutkan untuk mengetahui nilai perbedaan rata-rata antar kelompok dilakukan uji *post hoc* pada tabel dibawah.

Tabel 4.5 Hasil uji *Post Hoc Least Significance Difference (LSD)*

(I)Perlakuan	(J) Perlakuan	Perbedaan rata-rata (I-J)	P
RA + SK 5%	RA + SK 10%	-4,39	0,15
	RA + SK 15%	-7,28	0,02*
	RA + SK 20%	-10,85	0,002*
RA + SK 10%	RA + SK 5%	4,39	0,15
	RA + SK 15%	-2,89	0,34
	RA + SK 20%	-6,45	0,04*
RA + SK 15%	RA + SK 5%	7,28	0,02*
	RA + SK 10%	2,89	0,34
	RA + SK 20%	-3,56	0,24
RA + SK 20%	RA + SK 5%	10,85	0,002*

RA + SK 10%	6,45	0,04*
RA + SK 15%	3,56	0,24

Ket : * = Terdapat perbedaan yang signifikan

Dari tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan dengan nilai ($p < 0.05$), dan tidak terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok perlakuan dengan nilai ($p > 0.05$). Kelompok RA + SK 5% terhadap kelompok RA + SK 15% dan 20% bermakna ($p < 0.05$).

4.2 Pembahasan

Kekuatan fleksural merupakan kemampuan suatu material bertahan di saat kondisi material tersebut di tengah bahan di beri beban dan di ujung bahan di tahan oleh suatu beban (Endang *et al.*, 2021).

Perbedaan kekuatan fleksural pada resin akrilik yang diberi perlakuan dapat berbeda yang disebabkan oleh beberapa sebab yaitu volume fraksi *fiber*, orientasi arah serat, perlekatan antara serat dan matriks, posisi serat, dan kemudian panjang serat. Peningkatan volume fraksi serat dapat meningkatkan ketahanan terhadap fraktur, namun kuantitas pemberian serat juga perlu diperhatikan proporsinya karena dapat mengurangi nilai estetik dan posisi serat terhadap akrilik diletakkan pada bagian yang paling dekat dengan lapisan mukosa sebab daerah ini menerima tekanan yang paling berat (Butterworth *et al.*, 2015).

Perubahan atau modifikasi pada permukaan fiber di lakukan untuk memperoleh ikatan matriks dan *fiber* yang baik. Untuk memperoleh fiber yang

baik diperlukan metode alkalisasi pada *fiber*. Proses tersebut dengan menghilangkan struktur yang kurang efektif seperti hemiselulosa, lignin atau pektin untuk meningkatkan ikatan yang baik antara serat dan matriks (Maryanti *et al.*,2011)

Terjadi perbedaan yang bermakna dalam penelitian ini antara RA + SK 5%, RA + SK 10%, RA + SK 15 % dan RA + SK 20%. RK + SK 20 % memiliki nilai rata rata kekuatan fleksural yang tinggi yaitu adalah 29,12 Mega pascal. Nilai kekuatan terendah pada penelitian ini adalah pada konsentrasi 5% yaitu dengan nilai rata rata 18,27 Megapascal. Hal ini sesuai dengan penelitian Vallittu Dan Katja, Penambahan Fiber Dalam Resin akrili Akan Meningkatkan Kekuatan Mekanik Dari Resin Akrilik, Tekanan Yang Diterima Oleh Permukaan Plat Akan Didistribusikan Secara Merata Pada Plat Resin Akrilik Dan Fiber. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan kholis dkk (2019) yang didapatkan bahwa penambahan bahan *natural* diantaranya serat kelapa pada konsentrasi 5%,10%,15%,20% dapat meningkatkan kekuatan mekanik resin akrilik dengan konsentrasi 20% dengan nilai kekuatan mekanik terbesar (kholis *et al*, 2018)

Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik biasanya mempunyai nilai minimum Adalah 60-65 Megapascal (Anusavice., 2003). Kekuatan Gigitan Manusia Pada Gigi depan Dapat Mencapai 132,7 Mpa Dan Pada Gigi bagian belakang Sebesar 237,2 Megapascal sehingga di perlukan bahan serat untuk meningkatkan kekuatan fleksural pada resin akrilik (Hadianto *et al.*,2013). Pada penelitian ini rata rata kekuatan fleksural tertinggi di konsentrasi 20% dengan nilai 29,12 Mpa. Nilai kekuatan fleksural pada penelitian ini dengan nilai tertinggi 44,33 Mpa masih

dibawah rata rata nilai minimum resin akrilik sebesar 60-65 Mpa diduga karena kualitas fiber yang buruk, proses pencampuran powder dan juga liquid kurang homogen, percampuran fiber dan resin akrilik yang kurang baik dan jumlah konsentrasi yang terlalu tinggi.

Fiber dengan kualitas yang buruk atau tidak diperlakukan sesuai sebelum dicampurkan ke resin akrilik justru akan memperburuk ikatan antara fiber dan resin akrilik dan menyebabkan lemahnya kekuatan mekanik basis resin akrilik (Mowade, Dange, & Thakre, 2012).

Tingginya jumlah konsentrasi pada serat justru akan menurunkan kekuatan mekanis. Hal ini sesuai dengan penelitian Sujito *et al.* (2014) penambahan serat akan meningkatkan kekuatan fleksural akan tetapi apabila nilainya melampaui batas maksimal justru akan menurunkan nilainya. Pada penelitian hadianto *et al.* (2013) didapatkan nilai fraksi volume tertinggi di angka konsentrasi 1,6% dengan kekuatan 170,15 Mpa Setelah Penambahan Serat Alam yaitu Sisal, sehingga secara klinis sudah dapat menahan gaya pada gigi depan dengan beban mastikasi sebesar 132,7 Mpa.

Untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari basis gigi tiruan berbahan resin akrilik perlu adanya percampuran fiber dan akrilik harus baik (Raszewski *et al.*, 2021). Pada penelitian ini terdapat sampel penelitian fiber yang keluar. Fiber yang keluar dari resin akrilik akan menurunkan nilai kekuatan mekanik dari resin akrilik. Menurut Anusavice (2003) kekuatan minimal yang dibutuhkan resin akrilik adalah 60-65 Mega pascal dan pada penelitian ini nilai tertinggi dari kekuatan fleksural masih di bawah nilai standart yaitu 44,33 Mpa.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan pada penelitian di atas adalah :

1. Penambahan volume serat kelapa (*Cocofiber*) mempengaruhi kekuatan fleksural *fiber reinforce acrylic resin* (FRAR) atau resin akrilik yang di perkuat dengan serat.
2. Resin akrilik dengan penambahan serat kelapa (*Cocofiber*) konsentrasi 20% memiliki kekuatan fleksural terbesar.
3. Pada penelitian ini nilai tertinggi dari kekuatan fleksural adalah 44,3 Mpa masih di bawah standart resin akrilik yaitu 60-65 diduga karena kualitas fiber yang buruk, proses pencampuran powder dan juga liquid kurang homogen, percampuran fiber dan resin akrilik yang kurang baik dalam hal penelitian ini adalah adanya serat kelapa yang keluar pada resin akrilik dan jumlah persentase yang terlalu tinggi sehingga penelitian ini belum layak dipublikasikan.

5.2 Saran

1. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kekuatan fleksural pada bahan rein akrilik dengan diperkuat serat atau *fiber reinforced acrylic resin* (FRAR)
2. Perlu uji biokompatibilitas pada penelitian ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Anusavice, K.J. 2003. *Phillips' Science on Dental Materials.*, 11 th ed., Saunders,, Elsevier Science, St Loius, h.
- Ahmad, J., Majdi, A., Al-fakih, A., Deifalla, A. F., Althoey, F., Hechmi, M., ... El-shorbagy, M. A. (2022). Mechanical and Durability Performance of Coconut Fiber Reinforced Concrete : A State-of-the-Art Review. *MDPI Journals*.
- Butterworth, C., Shortall, A.C.C. dan Ellakwa, A.E., 2015. *Fiber-reinforced composites in restorative dentistry. Dental Materials*.
- Bird, H. E.2011. *Dental Material Clinical Applications for Dental Assistans and Dental Hygienists*. 2nd Edition. Missouri: Saunders Elsevier.
- Bakri., Chandrabakty, S., Alfriansyah, R., Tahir, M. 2014. Pengaruh Lingkungan Komposit Serat Sabut Kelapa Untuk Aplikasi Baling-Baling Kincir Angin. *Jurnal Mekanikal*.
- Craig, R. G., Powers. J. M. dan Wataha. J. C. 2004. *Dental Material Properties and Manipulation* (8 th ed). USA: Mosby.
- Diaz-arnold, A.M., 2008. Flexural and fatigue strengths of denture base resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 100.
- Dahlan, Sopiudin, 2014. *Statistik Untuk Kedokteran Dan Kesehatan Edisi 6*. Jakarta, Salma Medika.
- Ferasima, R., Zulkarnain, M. dan Nasution, H. 2013. Pengaruh Penambahan Serat Kaca dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Fleksural dan Transversal pada Bahan Basis Giti Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas. *IDJ*. 2(1):27-37.
- 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(2):128-132.
- Ghaerechaci, J., Asadzadeh N., Shahabian. F. dan Gkaerechaci M. 2014. Flexural Streght Of Acrylic Resin Denture Base Processed By two Different Methods. *JODDD*. 8(3) : 51-53
- Gibson, R. F. 1994. *Principles Of Composite Material Mechanics*. New York:Mc Graw Hill,Inc.

- Gladwin, M. dan Bagby, M., 2009. *Clinical Aspects of Dental Materials*. 4 penyunt. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hadianto, E., Widjijono dan Herliansyah, M. K. 2013. Pengaruh Penambahan Polyethylene Fiber Dan Serat Sisal Terhadap Kekuatan Fleksural Dan Impak Base Plate Komposit Resin Akrilik, *International Dental Journal*, 2(2).
- Imam, D. N. A., Sunarintyas, S. dan Nuryono. 2015. Pengaruh Komposisi Glass Fiber Non Dental dan Penambahan Silane terhadap Kekuatan Geser Fiber Reinforced Composite sebagai Retainer Ortodonsi, *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*. 1(1):53-58
- Hajrah, S., Darwis, D., Ulum, M. S., & Fisika, J. (2015). The effect of the addition of coconut fiberto compressive strength and flexural strength, 14(1), 13–18.
- McCabe, J. F. dan Walls, A. W. G. 2008. *Applied Dental Materials*. 9th Edition. London: Blacwell Munsgaard
- Martha, M, Herda, E. dan Soufyan, A. 2010. Pemilihan resin komposit dan fiber untuk meningkatkan kekuatan fleksural Fiber Reinforced Composite (FRC). *Jurnal Pdgi*. 59(1): 29 – 34.
- Mozartha, M, Herda, E. dan Soufyan, A. 2010. Pemilihan resin komposit dan fiber untuk meningkatkan kekuatan fleksural Fiber Reinforce Composite (FRC). *Jurnal PDGI*. 59(1):29-34.
- Maryanti, B., Sonief, A. A., Wahyudi, S. 2011. Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 2(2):123-129.
- Nirwana, I. 2005. Kekuatan Transversa Resin Akrilik Hybrid Setelah Penambahan Glass Fiber Dengan Metode Berbeda. *Majalah Kedokteran Gigi*. 38(1):16-19.
- Oleiw, J. K., Salih, S., & Salam, H. (2018). PMMA Reinforced by Natural Fibers Used in Denture Study Compression and Impact Properties of PMMA Reinforced by Natural Fibers Used in Denture. *Engineering and Technology Journal*, (July). <https://doi.org/10.30684/etj.36.6A.9>
- Otunyo, A. W., & Nyecheio, N. D. (2017). Mechanical Properties and Fracture Behaviour of Coconut Fibre Reinforced Concrete (CFRC). *Science and Education Publishing*, 5(5), 208–216. <https://doi.org/10.12691/ajcea-5-5-5>
- Raszewski, Z., Dental, S., Nowakowska-toporowska, A., & Nowakowska, D. (2021). Update on Acrylic Resins used in Dentistry. *Mini-Reviews in Medical Chemistry*, 21(February). <https://doi.org/10.2174/138955752166621022615121>

- Sembiring, R., Amalia, H & Theresia, M. 2018. Pengaruh Penambahan Serat Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) terhadap Kekuatan Impak Basis Gigi Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas.
- Sitorus, Z. & Dahar, E. 2012. Perbaikan Sifat Fisis dan Mekanis Resin Akrilik Polimerisasi Panas dengan Penambahan Serat Kaca. *Dentika Dental Journal*. 17(1):24-29.
- Sundari, L., Sofya, P, A dan Hanifa, M. 2016. Kekuatan Fleksural Antara Resin Akrilik Head Cured Dan Termoplastik Nilon Setelah Direndam Dalam Minuman Kopi Uleekareng (*Coffea Robusta*), *Jurnal Of Syiah Kuala Dentistry Society*. 1(1):51:58.
- Subyakto et al. 2009. Proses pembuatan serat selulosa berukuran nano dari sisal (*agave sisalana*) dan bambu betung (*dendrocalamus asper*). *Berita Selulosa*. 44(2):57-65.
- Titani, F. R., Imalia, C. L., Haryanto. 2018. Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass Pada Komposit Resin Polyester Untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang. *Techno*. 19(1):023-028.
- Adi, hidayat nur swasono. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN SERAT DAUN NANAS (*Ananas comosus* L.merr) TERHADAP KEKUATAN FLEKSURAL RESIN KOMPOSIT FLOWABLE.
- Ahmad, J., Majdi, A., Al-fakih, A., Deifalla, A. F., Althoey, F., Hechmi, M., ... El-shorbagy, M. A. (2022). Mechanical and Durability Performance of Coconut Fiber Reinforced Concrete: A State-of-the-Art Review. *MDPI Journals*.
- Anusavice, K. J. (2003). *Phillips' Science of Dental Material* (11th editi).
- Bird, H. E. (2011). *Dental Material Clinical Applications for Dental Assistans and Dental Hygienists*.
- Butterworth, C., Shortall, A. C. C., & Ellakwa, A. E. (2015). Fiber-reinforced composites in restorative dentistry. *Dental Materials*.
- Chen, L., Huang, Z., Dong, G., He, C., & Liu, L. (2009). Development of a Transparent PMMA Composite Reinforced With Nanofibers. *Polymer Composites Journal*. <https://doi.org/10.1002/pc>
- Fajri, rahmat iskandar, Tarkono, & Sugiyanto. (2013). Studi Sifat Mekanik Komposit Serat *Sansevieria Cylindrica* Dengan Variasi Fraksi Volume. *Fema*, 1(April), 85–93.
- Fatimina, A. D., Benyamin, B., & Fathurrahman, H. (2016). Pengaruh Posisi Serat

Kaca (Fiberglass) Yang Berbeda Terhadap Kekuatan Fleksural Fiber Reinforced Acrylic Resin, 3, 128–132.

Ferasima, R., Zulkarnain, M., & Nasution, H. (2013). Pengaruh Penambahan Serat Kaca dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak dan Transversal pada Bahan Basis Giti Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas. *Pengaruh Penambahan Serat Kaca Dan Serat Polietilen Terhadap Kekuatan Impak Dan Transversal Pada Bahan Basis Giti Tiruan Resin Akrilik Polimerisasi Panas*, vol.2.

Gladwin, M., & Bagby, M. (2009). *Clinical Aspects of DENTAL MATERIALS Theory, Practice, and Cases* (4th Editio). USA.

Hadianto, E., Widjijono, & Herliansyah, M. K. (2013). Pengaruh Penambahan Polyethylene Fiber Dan Serat Sisal Terhadap Kekuatan Fleksural Dan Impak Base Plate Komposit Resin Akrilik, Vol.2.

Hajrah, S., Darwis, D., Ulum, M. S., & Fisika, J. (2015). The effect of the addition of coconut fiberto compressive strength and flexural strength, 14(1), 13–18.

Imam, D. N. A., Sunarintyas, S., & Nuryono. (2015). Pengaruh Komposisi Glass Fiber Non Dental dan Penambahan Silane terhadap Kekuatan Geser Fiber Reinforced Composite sebagai Retainer Ortodonsi. *Pengaruh Komposisi Glass Fiber Non Dental Dan Penambahan Silane Terhadap Kekuatan Geser Fiber Reinforced Composite Sebagai Retainer Ortodonsi*.

Maryanti, B., Sonief, A. A., & Wahyudi, S. (2011). Pengaruh Alkalisasi Komposit Serat Kelapa-Poliester Terhadap Kekuatan Tarik. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 2(2), hal 123-129.

McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2008). *Applied Dental Materials* (9th Editio).

McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2011). *Bahan Kedokteran Gigi edisi 9*.

Method, S. T. (2007). Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials 1, i, 1–11.

Mowade, T. K., Dange, S. P., & Thakre, M. B. (2012). Effect of fiber reinforcement on impact strength of heat polymerized polymethyl methacrylate denture base resin : in vitro study and SEM analysis. *J Adv Prosthodont*, 4. <https://doi.org/10.4047/jap.2012.4.1.30>

Nabilah, varina zata, Hidayati, L., & Sumono, A. (2016). Flexural Strength of Microhybrid Composite Resin with Polyethylene Fiber's Layer Addition, 276–284.

Oleiw, J. K., Salih, S., & Salam, H. (2018). PMMA Reinforced by Natural Fibers Used in Denture Study Compression and Impact Properties of PMMA

- Reinforced by Natural Fibers Used in Denture. *Engineering and Technology Journal*, (July). <https://doi.org/10.30684/etj.36.6A.9>
- Otunyo, A. W., & Nyechieo, N. D. (2017). Mechanical Properties and Fracture Behaviour of Coconut Fibre Reinforced Concrete (CFRC). *Science and Education Publishing*, 5(5), 208–216. <https://doi.org/10.12691/ajcea-5-5-5>
- Raszewski, Z., Dental, S., Nowakowska-toporowska, A., & Nowakowska, D. (2021). Update on Acrylic Resins used in Dentistry. *Mini-Reviews in Medical Chemistry*, 21(February). <https://doi.org/10.2174/1389557521666210226151214>
- Razali, R., Lokanathan, Y., Chowdhury, S., Saim, A., & Idris, R. (2018). Physicochemical and Structural Characterization of Surface Modified Electrospun PMMA Nanofibre. *Sains Malaysiana*, 8. <https://doi.org/10.17576/jsm-2018-4708-17>
- Sitorus, Z., & Dahar, E. (2012). Perbaikan Sifat Fisis dan Mekanais Resin Akrilik Polimerisasi Panas dengan Penambahan Serat Kaca. *Perbaikan Sifat Fisis Dan Mekanais Resin Akrilik Polimerisasi Panas Dengan Penambahan Serat Kaca*, Vol.17.
- Stipho, H. D., & Arabia, S. (2008). Effect of glass fiber reinforcement on some mechanical properties of autopolymerizing polymethyl methacrylate. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 79(5).
- Subyakto, Hermiati, E., Yanto, D. H. Y., Fitria, Budiman, I., Ismadi, ... Subiyanto, B. (2009). Proses pembuatan serat selulosa berukuran nano dari sisal (agave sisalana) dan bambu betung (dendrocalamous asper). *Proses Pembuatan Serat Selulosa Berukuran Nano Dari Sisal (Agave Sisalana) Dan Bambu Betung (Dendrocalamous Asper)*.
- Syaefulloh, A. (2014). *PERBEDAAN KEKUATAN KOMPRESI ANTARA FIBER REINFORCED COMPOSITE DENGAN FIBER SISAL (Agave Sisalana) TERALKALISASI dan NON-ALKALISASI*.
- Terubuk, B. P. (2014). 1 , 2 , 2, 42(2), 82–92.
- Waifielate, A. A. (2018). *Mechanical Property Evaluation of Coconut Fibre*. Blekinge Institute of Technology.