

TUGAS AKHIR

Pembuatan *Eco-Pot* Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit Durian Menggunakan Perekat Resin *Epoxy*

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIZKI RAMADHAN
1907230062



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Ramadhan
NPM : 1907230062
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pembuatan Eco – Pot Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit
Menggunakan Perekat Resin Epoxy
Bidang ilmu : Kontruksi Dan Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Penguji I



Ahmad Marabdi Siregar S.T.,M.T.

Dosen Penguji II



H. Muharnif M,ST.M.Sc

Dosen Penguji III



M. Yani ST,MT.

Program Study Teknik Mesin



Chandra A Siregar,S.T.,M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rizki Ramadhan
NPM : 1907230062
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"Pembuatan *Eco-Pot* Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit Durian Menggunakan Perak Resin *Epoxy*"

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 September 2023

Saya yang menyatakan,



Rizki Ramadhan

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji proses pembuatan *eco-pot* dari serat kulit durian dengan menggunakan resin *epoxy* sebagai bahan perekat. Metode eksperimental digunakan untuk mencapai tujuan ini. Serat kulit durian dikumpulkan, diolah, dan dicampur dengan resin *epoxy* untuk membentuk pot yang kuat dan ramah lingkungan. Penelitian ini melibatkan beberapa tahap, termasuk persiapan serat kulit durian, pencampuran dengan resin *epoxy*, dan proses pembentukan pot. Kualitas *eco-pot* diuji dalam hal kekuatan, daya tahan terhadap cuaca, dan dampak lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *eco-pot* yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan dapat menjadi alternatif yang ramah lingkungan untuk pot tanaman konvensional. Studi ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan produk ramah lingkungan dengan memanfaatkan limbah pertanian, seperti kulit durian, dan bahan perekat yang tahan lama seperti resin *epoxy*. *Eco-pot* ini memiliki potensi untuk digunakan dalam pertanian berkelanjutan dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Kata kunci : *eco-pot*, serat kulit durian, resin *epoxy*, ramah lingkungan

ABSTRACT

This research aims to examine the process of making eco-pots from durian skin fiber using epoxy resin as an adhesive. Experimental methods are used to achieve this goal. Durian skin fibers are collected, processed, and mixed with epoxy resin to form a strong and environmentally friendly pot. This research involved several stages, including preparation of durian skin fiber, mixing with epoxy resin, and the pot formation process. The quality of eco-pots is tested in terms of strength, weather resistance and environmental impact. The research results show that the eco-pots produced are of good quality and can be an environmentally friendly alternative to conventional plant pots. This study contributes to the development of environmentally friendly products by utilizing agricultural waste, such as durian peel, and long-lasting adhesive materials such as epoxy resin. These eco-pots have the potential to be used in sustainable agriculture and minimize negative impacts on the environment.

Keywords: eco-pot, durian skin fiber, epoxy resin, environmentally friendly

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan *Eco-Pot* Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit Durian Menggunakan Perakat Resin *Epoxy*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak M.Yani,ST,MT Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Bapak Candra A Siregar S.T, M.T. Sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ahmad Marabdi Siregar, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Orang tua penulis: Ambrul Azhar dan Sulastri, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
7. Sahabat-sahabat penulis : Muhammad Sayid Zufri, Revaldo Silva, Iqbal Maulana, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 20 September 2023



Rizki Ramadhan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN PROPOSAL TUGAS AKHIR	Error!
	Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang lingkup	2
1.4. Tujuan penelitian	3
1.4.1 Tujuan Umum	3
1.4.2 Tujuan Khusus	3
1.4.3 Manfaat Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Eco-Pot	4
2.1.1 Definisi Eco-Pot	4
2.1.2 Jenis-Jenis <i>Eco-Pot</i>	5
2.2 Bahan Pembuat <i>Eco-Pot</i>	7
2.2.1 Plastik	7
2.2.2 Fiber	9
2.2.3 Drum Logam	10
2.3 Komposit	11
2.4 Ketahanan Bending Lengkung	16
BAB 3 METODE PENELITIAN	20

3.1	Tempat Dan Waktu	20
3.1.1	Tempat	20
3.1.2	Waktu	20
3.2	Bahan Dan Alat	21
3.2.1	Bahan	21
3.2.2	Alat	23
3.3	Langkah-langkah membuat eco-pot	28
3.4	Prosedur Pembuatan Eco-Pot & Spesimen Uji Bending	29
3.3.1	Preparasi Fiber Kulit Durian	29
3.5	Diagram Pembuatan <i>Eco-Pot</i>	32
3.4.1	Preparasi Fiber Kulit Durian	32
3.4.2	Pembuatan Komposit Fiber Kulit Durian	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pembuatan Spesimen Komposit	34
4.2	. Pelaksanaan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis pada pembuatan eco-pot dari serat kulit durian menggunakan resin epoxy	39
4.3	Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Bending	40
4.4	Pembahasan	45
4.3.1	Pengujian Three Point Bending	45
4.5	Hasil pembuatan produk berbentuk <i>Eco-Pot</i>	56
BAB 5 Kesimpulan dan Saran		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		56
LAMPIRAN		59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi dan karakteristik utama eco-pot	6
Gambar 2. 2 Bioplastic (Molony 2022)	7
Gambar 2. 3 Klasifikasi polimer biodegradable. PLA: poli (asam laktat); PHA: polihidroksialkanoat; PHF: asam lemak polihidroksi PCL: poli(ϵ -kaprolakton); PGA: poli (asam glikolat; PVA: poli (vinil alkohol); POE: poli(orto ester).	8
Gambar 2. 4 Fiber berbasis selulosa (Singh et al. 2020)	9
Gambar 2. 5 Klasifikasi fiber	10
Gambar 2. 6 Drum logam (Cervantes 2019)	11
Gambar 2. 7 Contoh composit FRP (Khan and Halder 2020)	12
Gambar 2. 8 Pemasangan benda uji	17
Gambar 2. 9 Gaya yang bekerja pada three point bending	18
Gambar 2. 10 Spesimen Uji Bending	19
Gambar 3. 1 Kulit Durian	21
Gambar 3. 2 Epoxy Resin	21
Gambar 3. 3 NaOH	22
Gambar 3. 4 katalis hardener	22
Gambar 3. 5 Timbangan digital	23
Gambar 3. 6 gelas ukur	23
Gambar 3. 7 Gelas plastik	24
Gambar 3. 8 cetakan eco-pot	24
Gambar 3. 9 plat seng	25
Gambar 3. 10 aluminium coil	25
Gambar 3. 11 gunting	26
Gambar 3. 12 vernier caliper	26
Gambar 3. 13 penggaris	27
Gambar 3. 14 kertas amplas	27
Gambar 3. 15 alat uji bending	28
Gambar 3. 16 Diagram alir preparasi serat kulit durian	32
Gambar 3. 17 Diagram alir pembuatan komposit eco-pot serat kulit durian	33
Gambar 4. 1 Spesimen Berbentuk persegi panjang	34
Gambar 4. 2 pengumpulan kulit durian	34
Gambar 4. 3 Merendam kulit durian	35
Gambar 4. 4 Proses pengeringan	35
Gambar 4. 5 Serat Kulit Durian	36
Gambar 4. 6 menimbang berat resin	36
Gambar 4. 7 menimbang berat katalis	37
Gambar 4. 8 Mencampurkan resin dan katalis	37
Gambar 4. 9 menuangkan resin dan katalis kedalam cetakan	38
Gambar 4. 10 Proses pengeringan specimen	38
Gambar 4. 11 Spesimen uji bending	39
Gambar 4. 12 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Bending	41

Gambar 4. 13 Perbandingan resin dan serat 50:50	42
Gambar 4. 14 Perbandingan resin dan serat 10:90	42
Gambar 4. 15 Perbandingan Resin dan serat	43
Gambar 4. 16 Perbandingan Resin dan serat	43
Gambar 4. 17 Perbandingan Resin dan serat	43
Gambar 4. 18 Produk Berbentuk Eco-Pot	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Pelaksanaan Penelitian	20
Tabel 4. 1 Perbandingan resin dan serat 90:10	44
Tabel 4. 2 Perbandingan resin dan serat 80:20	44
Tabel 4. 3 Perbandingan resin dan serat 70:30	44
Tabel 4. 4 Perbandingan resin dan serat 60:40	44
Tabel 4. 5 Perbandingan resin dan serat 50:50	44
Tabel 4. 6 Hasil Uji Three Point Bending 90 : 10	45
Tabel 4. 7 Hasil Uji Three Point Bending 80: 20	47
Tabel 4. 8 Hasil Uji Three Point Bending 70: 30	49
Tabel 4. 9 Hasil Uji Three Point Bending 60: 40	51
Tabel 4. 10 Hasil Uji Three Point Bending 50 : 50	54

DAFTAR NOTASI

SIMBOL	SATUAN	SATUAN
E	Energi yang diserap	<i>Joule</i>
W	Berat bandul	<i>Kg</i>
L	Panjang lengan bandul	<i>M</i>
X_o	Sudut awal lengan	o
X_t	Sudut akhir lengan bandul	o
m	Massa pendulum	<i>Kg</i>
g	Percepatan grafitasi	m/s^2
r	Panjang lengan pendulum	<i>M</i>
A	Luas area penampang dibawah takik	<i>Mm</i>
p	Beban yang diberikan	<i>Joule</i>
h_1	Tinggi pendulum awal	<i>M</i>
h_2	Tinggi pendulum akhir	<i>M</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Eco-pot dari serat kulit durian adalah pot tanaman yang dibuat dari serat kulit durian yang dijadikan bahan dasar. Pot ini dianggap ramah lingkungan karena menggunakan bahan yang terbuat dari limbah pertanian yang biasanya dibuang begitu saja. *Eco-pot* dari serat kulit durian juga dianggap lebih ramah lingkungan daripada pot tanaman yang terbuat dari bahan plastik atau keramik yang sulit terurai. Selain itu, *eco-pot* dari serat kulit durian juga dapat membantu mengurangi penggunaan plastik dalam pembuatan pot tanaman (Khairunnisa, K., & Anggraini, D. (2021).

Eco-pot dari serat kulit durian salah satu alternatif dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan yang dapat membantu mengurangi limbah kulit durian yang selama ini hanya menjadi sumber pencemaran lingkungan.

Pembuatan *eco-pot* dari serat kulit durian dilakukan dengan cara mencampur serat kulit durian dengan bahan-bahan seperti resin *epoxy* sebagai bahan perekat. Proses pembuatan *eco-pot* kemudian dilakukan dengan teknik pengempaan dan pengeringan untuk menghasilkan pot tanaman yang kuat dan tahan lama (Prasetyo, D., & Wahyuni, E. T. (2020).

Durian adalah buah tropis yang berasal dari Asia Tenggara, terutama ditemukan di Indonesia, Malaysia, Thailand, dan Filipina. Buah ini terkenal karena aromanya yang kuat dan teksturnya yang kaya akan nutrisi, seperti vitamin C, vitamin B, potasium, dan serat.

Durian sering dikonsumsi sebagai buah segar atau diolah menjadi makanan dan minuman lainnya, seperti es krim, dodol, dan jus. Selain itu, kulit dan bijinya juga memiliki potensi untuk diolah menjadi bahan baku yang berharga, seperti serat kulit durian dan minyak biji durian (Rosli, W. I. W., et al. (2020).

Serat kulit durian adalah salah satu jenis limbah pertanian yang melimpah di Indonesia. Sebagai contoh, dalam satu ton buah durian, diperkirakan sekitar 500 kg kulit durian dihasilkan. Jika tidak dikelola dengan baik, kulit durian ini bisa menjadi sumber pencemaran lingkungan.

Namun, jika dimanfaatkan sebagai bahan baku *eco-pot*, kulit durian dapat menjadi sumber daya yang bermanfaat. (Yulianti, E., & Mahardika, G. (2018).

Serat kulit durian adalah bahan yang terbuat dari kulit durian yang telah dikeringkan dan diolah menjadi serat. Serat kulit durian memiliki tekstur yang kuat dan kaku, sehingga sering digunakan sebagai bahan baku untuk membuat berbagai produk, seperti kertas, bahan baku pakaian, dan bahan baku konstruksi.

Selain itu, serat kulit durian juga memiliki sifat yang ramah lingkungan karena dapat dihasilkan dari limbah buah durian yang sebelumnya diabaikan dan biasanya dibuang begitu saja. Hal ini membuat serat kulit durian menjadi bahan yang sangat berharga dan dapat membantu mengurangi limbah organik dan mendukung konsep ekonomi sirkular (Kurniawan, F., et al. (2020).

1.2. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana mendapatkan sifat mekanis dengan menguji bending *eco-pot* dari serat kulit durian?
2. Bagaimana pembuatan *Eco-Pot* Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit Durian Menggunakan Perakat Resin *Epoxy*?

1.3. Ruang lingkup

Untuk dapat melakukan pembahasan secara lebih terarah dan sistematis serta mudah dalam pemahaman, maka penelitian ini diberikan batasan-batasan, diantaranya:

1. *Eco-pot* dari serat kulit durian dapat digunakan sebagai alternatif pot tanaman dari bahan sintesis seperti plastik. *Eco-pot* ini memiliki sifat porositas dan daya tahan yang baik, sehingga memberikan kondisi tumbuh yang optimal bagi tanaman.
2. Serat kulit durian memiliki potensi sebagai bahan daur ulang yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan *eco-pot* dari serat kulit durian dapat membantu mengurangi limbah plastik dan bahan sintesis yang sulit terurai dan berdampak negatif pada lingkungan.

3. Variasi pembuatan spesimen menggunakan resin & katalis dengan perbandingan 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 gram.

1.4. Tujuan penelitian

1.4.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari tugas sarjana ini adalah untuk mengetahui membuat *Eco-Pot* Dari Serat Alam Komposit Serat Kulit Durian Menggunakan Perekat Resin *Epoxy*.

1.4.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis dari bahan komposit dengan serat limbah kulit durian.
2. Untuk membuat *Eco-POT* komposit serat kulit durian menggunakan perekat resin *epoxy*.

1.4.3 Manfaat Penulisan

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini adalah :

1. Mengurangi limbah serat durian yang berserakan.
2. Dapat mengetahui secara langsung sifat mekanis dari bahan komposit yang diperkuat serat alam.
3. Bagi industri menengah kebawah dapat mengetahui komposisi material baru yang cocok digunakan untuk sebuah produk, khususnya produk yang berbahan komposit.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eco-Pot

2.1.1 Definisi Eco-Pot

Wadah *biodegradable* atau *eco-pot* adalah alternatif yang berkelanjutan yang dapat dengan mudah disesuaikan dengan produksi hortikultura dan florikultura, mengurangi jumlah limbah plastik yang sangat besar, dan memberikan peluang pemasaran yang luar biasa.

Selain itu, masalah keberlanjutan dan suhu akar yang berlebihan terutama saat plastiknya gelap, kelemahan fungsional penggunaan wadah hortikultura plastik berbasis minyak bumi adalah lingkaran akar pada beberapa tanaman dengan siklus menengah dan panjang. Dalam kasus pohon, akar yang melingkar juga dapat menyebabkan girdling pada batang yang mengurangi transportasi air dan nutrisi yang mempengaruhi umurnya (Schrader, Kratsch, and Graves 2016).

Menurut beberapa penelitian, *eco-pot* merupakan alternatif yang baik untuk menanam tanaman karena dapat sepenuhnya terurai di tanah, dan juga dalam banyak kasus, *eco-pot* meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman bila dibandingkan dengan tradisional non-biodegradable/pot plastik. Dalam pengertian ini, Li et al. Mengevaluasi pertumbuhan tanaman azalea 'Chiffon' (*Rhododendron* sp.) dalam dua wadah, satu terbuat dari kertas daur ulang *biodegradable* dan yang lainnya dari plastik nonbiodegradable. Tanaman Azalea sama-sama dipupuk dan diairi setiap hari dengan jumlah air yang sama. Biocontainer kertas menghasilkan peningkatan indeks pertumbuhan tanaman, berat dan luas daun, dan biomassa total dibandingkan dengan pot plastik. Tanaman yang ditanam di *eco-pot* menunjukkan panjang akar dan luas permukaan yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanaman yang ditanam di wadah plastik, kemungkinan disebabkan oleh pendinginan evaporatif yang lebih besar melalui dinding biokontainer, dan pada gilirannya, suhu tanah yang lebih rendah dan drainase yang lebih baik (Li et al. 2018).

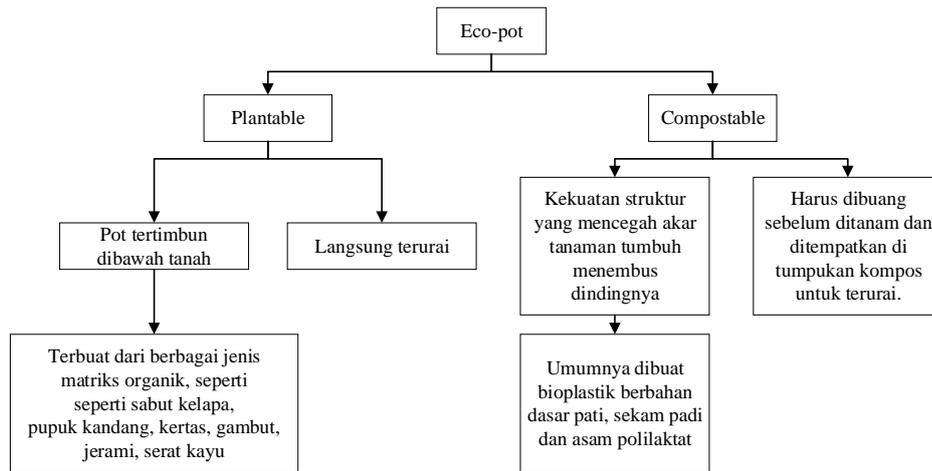
Sebelumnya, pada tahun 2011 dan 2012, tujuh *eco-pot* tanam, yaitu pupuk kandang, sabut, gambut, Fiber kayu, jerami, bungkus tanah, dan pot sekam padi, diuji pada tiga spesies tanaman: cleome, lantana, dan New Guinea Impatiens.

Studi dilakukan di Amerika Serikat (di lima lokasi berbeda). Selanjutnya, pengaruh *eco-pot* yang berbeda terhadap perkembangan dan kualitas tanaman dievaluasi. Sepanjang tahun pertama, jenis wadah tidak berdampak signifikan terhadap pertumbuhan tanaman spesies apa pun kecuali di satu lokasi. Namun pada tahun kedua jenis wadah menunjukkan hasil perkembangan tanaman yang berbeda menurut lokasi dan jenisnya. Anehnya, pengaruh jenis pot terhadap pertumbuhan tanaman tidak sebesar pengaruh lokasi. Dengan cara yang sama, spesies tanaman memiliki pengaruh yang lebih kecil daripada bahan pot pada dekomposisi pot (Evans et al. 2015).

Di Amerika Serikat, poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) adalah bunga pot yang paling berharga. Ini adalah tanaman rumah kaca jangka panjang (antara 3 dan 4 bulan dari transplantasi sampai selesai). Untuk alasan ini, delapan jenis pot berbeda, yaitu plastik (atau pot kontrol), sekam padi, JiffyPot (terbuat dari bubuk kayu dan lumut gambut sphagnum Kanada), StrawPot (berbahan dasar jerami), Fiber sabut kelapa, *CowPot* (seluruhnya terbuat dari kompos kotoran sapi), OP47 Bio (terbuat dari bioresin berbasis pati gandum), dan cetakan pot Fiber diuji. Penampilan dan daya tahan setiap wadah dievaluasi selama pengujian 14 minggu dan tanaman dianalisis pada bunga mekar. Tinggi tanaman dan bobot akar dari Fiber yang dicetak lebih tinggi dibandingkan dengan kontainer OP47 Bio; namun, berat pucuk kering tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan di antara pot yang berbeda. Meskipun kinerja tanaman tidak terpengaruh secara negatif oleh biopot yang dipelajari, aut Hors menyimpulkan bahwa wadah yang paling menjanjikan untuk produksi tanaman komersial adalah Fiber cetak, sekam padi, dan OP47 Bio (Lopez and Camberato 2011). Jika tidak, sesuai dengan penulis, kami berhipotesis bahwa ketebalan dan warna dinding dapat memengaruhi penetrasi cahaya dan dalam kondisi tertentu, fakta ini dapat memengaruhi pertumbuhan akar dan perkembangan tanaman.

2.1.2 Jenis-Jenis *Eco-Pot*

Eco-pot diklasifikasikan menjadi 2 kategori utama berdasarkan kegunaannya sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Klasifikasi dan karakteristik utama *eco-pot*

Plantable *eco-pot* memiliki keuntungan utama yaitu dapat dikubur bersama dengan tanaman muda atau bibit langsung ke dalam tanah, sehingga proses tanam menjadi lebih cepat, dan pembersihan lahan lebih mudah, karena tidak ada pembuangan pot (limbah cero). Oleh karena itu, penggunaan *eco-pot* yang dapat ditanam dapat mengurangi tenaga kerja pertanian, biaya, dan pencemaran lingkungan. *Eco-pot* yang dapat ditanam dapat membiarkan akar berkembang lebih alami di media tanam baik di luar ruangan ke tanah di lapangan terbuka, atau di dalam ruangan dalam wadah yang lebih besar (misalnya dalam pertanian rumah kaca, di mana masalah spiral dan pengikatan akar dapat dihindari). *Eco-pot* yang dapat ditanam melalui proses biodegradasi: setelah ditanam di tanah, mereka berubah menjadi produk biomassa dan anorganik (yaitu air dan karbon dioksida, seperti yang dijelaskan sebelumnya). Masa pakai pot ini dapat berkisar dari beberapa bulan hingga lima tahun sesuai dengan penggunaannya (di luar ruangan atau di dalam ruangan) (Malinconico 2017).

Sebaliknya, *Compostable Eco-pot* adalah wadah yang tidak dapat dikubur langsung ke dalam tanah, tetapi setelah transplantasi dilakukan, mereka dapat dibuang ke fasilitas kompos atau TPA di mana mereka akan terurai. Beberapa contoh jenis *Eco-pot* ini termasuk sekam padi yang diproduksi oleh Summit Plastic Co. (Ohio, AS), yang berbahan dasar sekam padi dengan bahan pengikat untuk menghasilkan pot padat; Pot OP47, juga diproduksi oleh Summit Plastic Co., yang merupakan plastik biodegradabel yang seluruhnya berbahan dasar pati terbarukan; dan pot berbasis kertas yang diproduksi oleh *Western Pulp Products*

(Oregon, USA) yang terbuat dari kertas daur ulang (lebih dari 74%, dengan setidaknya 37% daur ulang setelah konsumen) dan pulp kayu yang dipres. Struktur yang kuat dari bahan-bahan ini membuat akar tanaman tumbuh di seluruh dinding pot, sehingga tidak dapat dikubur bersama tanaman, tetapi harus dibuang terlebih dahulu dan kemudian dibuang ke tumpukan kompos agar membusuk.

2.2 Bahan Pembuat *Eco-Pot*

2.2.1 Plastik

Biopolimer atau bioplastik dapat didefinisikan dengan mengikuti salah satu kriteria berikut:

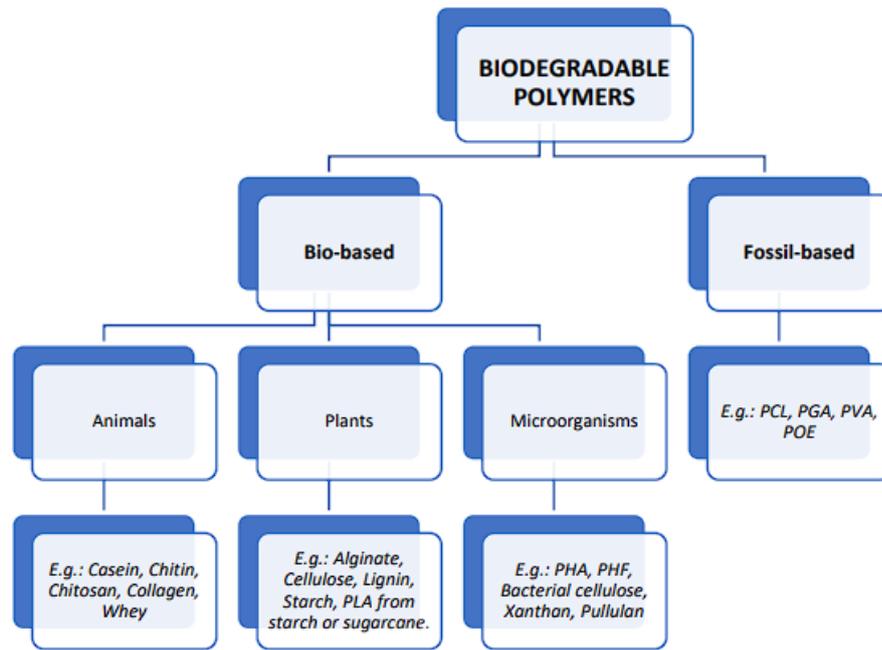
1. sumber bahan baku: “berbasis hayati”, yaitu terbuat dari bahan baku alami terbarukan;
2. biodegradabilitas polimer.

Jadi, untuk diklasifikasikan sebagai bioplastik, polimer harus berbasis bio atau dapat terurai secara hayati, atau keduanya.



Gambar 2. 2 Bioplastic (Molony 2022)

Bioplastik adalah polimer yang “mampu mengalami dekomposisi menjadi karbon dioksida, metana, air, senyawa anorganik, atau biomassa di mana mekanisme utamanya adalah aksi enzimatis mikroorganisme yang dapat diukur dengan uji standar, selama periode waktu tertentu, mencerminkan kondisi pembuangan yang tersedia” (Niaounakis 2015). Polimer biodegradable dapat berupa bahan bakar fosil atau berbasis bio, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.



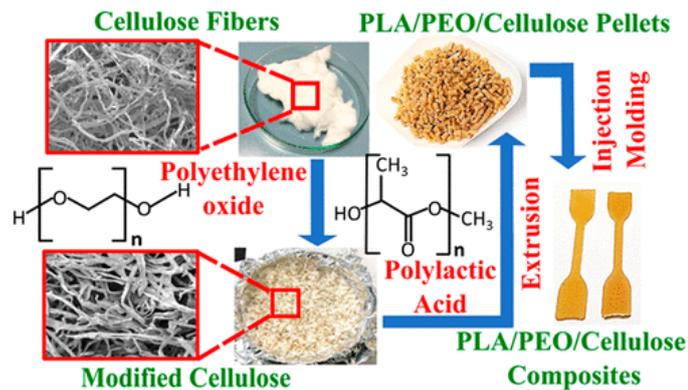
Gambar 2. 3 Klasifikasi polimer biodegradable. PLA: poli (asam laktat); PHA: polihidroksialkanoat; PHF: asam lemak polihidroksi PCL: poli(ϵ -kaprolakton); PGA: poli (asam glikolat; PVA: poli (vinil alkohol); POE: poli(orto ester).

Bioplastik berbasis bio dapat diperoleh dari *mikroorganisme*, hewan, atau tumbuhan. Patut dicatat bahwa polimer berbasis bio bukanlah polimer yang berkelanjutan; keberlanjutan bahan akan bergantung pada berbagai hal, seperti sumber bahan, prosedur pembuatannya, dan cara penanganan produk setelah digunakan.

Biopolimer atau bioplastik, mis. polylactic acid (PLA) dan *polyhydroxyalkanoates* (PHA), biasanya menunjukkan kinerja mekanik yang buruk, oleh karena itu, Fiber alami dapat digunakan sebagai penguat yang meningkatkan sifat matriks (terutama kekuatan dan kekakuan), menghasilkan material komposit dengan kinerja yang lebih baik. Pendekatan lain untuk meningkatkan sifat mekanik polimer biodegradable bisa menjadi penggabungan nanoclays (Shamsuddin 2013). Lembaran nanoclay dapat terkelupas dalam matriks biopolimer, menghasilkan partikel berskala nano dengan area superfisial yang sangat tinggi dan rasio aspek yang tinggi (Sharma, Nema, and Nayak 2012).

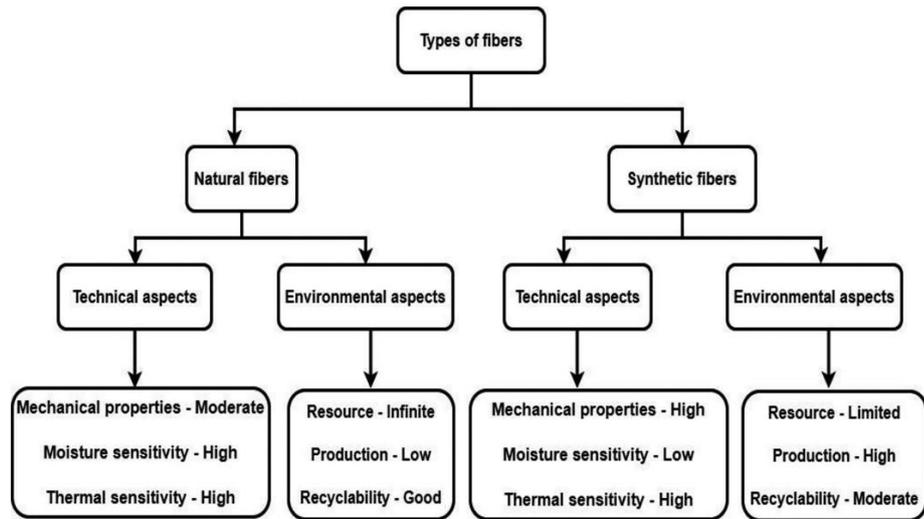
2.2.2 Fiber

Fiber berbasis selulosa seperti abaca, goni, rami, bambu, rami, kenaf, pisang, ampas tebu, sisal, dan kapas digunakan sebagai penguat dalam komposit matriks polimer karena bobotnya yang rendah, kekakuan sedang, emisi rendah, harga murah, tidak berbahaya penggunaan, konsumsi lebih sedikit energi untuk ekstraksi, daur ulang, dan biodegradabilitas (Devi, Bhagawan, and Thomas 2010).



Gambar 2. 4 Fiber berbasis selulosa (Singh et al. 2020)

Biofiber adalah bahan berkelanjutan yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang sangat baik dibandingkan dengan Fiber sintetis. Ada peningkatan kesadaran di antara peneliti material dan pembuat mobil tentang penggunaan Fiber, yang telah mempercepat pengembangan komposit yang diperkuat Fiber alami (NFRC). Pedoman yang dikeluarkan oleh berbagai negara telah menekankan banyak sektor industri seperti dirgantara, mobil, bangunan, pengemasan, rekreasi, dan olahraga untuk mencari bahan yang berkelanjutan dan dapat terurai secara hayati. Saat ini, bahan berbasis biofiber banyak digunakan dalam industri otomotif dan pesawat terbang. Fiber alami terdiri dari selulosa, hemiselulosa, pektin, lignin, lilin, dan minyak, yang menutupi permukaan elemen Fiber luar (Devi et al. 2010). Kandungan selulosa yang lebih tinggi, diameter Fiber yang lebih kecil, sudut spiral yang lebih kecil, dan Fiber yang lebih panjang adalah keunggulan Fiber alami.



Gambar 2. 5 Klasifikasi fiber

Polimer yang diperkuat biofiber adalah salah satu pengganti yang menjanjikan dan dipertimbangkan dalam membantu pengurangan dampak ekologis yang diciptakan oleh Fiber sintesis. Ada peningkatan kesadaran tentang penggunaan Fiber berbasis selulosa sebagai bahan penguat. Jumlah perusahaan yang menggunakan bahan komposit yang diperkuat Fiber selulosa meningkat di seluruh dunia. Seperti disebutkan dalam literatur sebelumnya, industri komposit yang diperkuat biofiber dinilai tumbuh sebesar 10% secara global (Uddin 2013). Biofiber tidak lebih padat jika dibandingkan dengan Fiber berbasis minyak bumi. Komposit yang diperkuat Fiber minyak bumi dapat diganti dengan komposit yang diperkuat biofiber karena kepadatannya yang rendah, dapat didaur ulang, dapat terurai secara hayati, ketersediaan, kekuatan dan modulus sedang, efektivitas biaya, keramahan pengguna, dan konsumsi energi yang lebih sedikit (Gokulkumar et al. 2019).

2.2.3 Drum Logam

Drum merupakan benda yang terbuat dari plat besi yang telah melalui proses galvanisasi. Galvanis merupakan proses yang dilakukan untuk melapisi lebaran baja dengan menggunakan seng. Tujuan dilakukannya galvanisasi adalah untuk menambah umur dari baja atau untuk menahan baja agar tidak mudah berkarat.



Gambar 2. 6 Drum logam (Cervantes 2019)

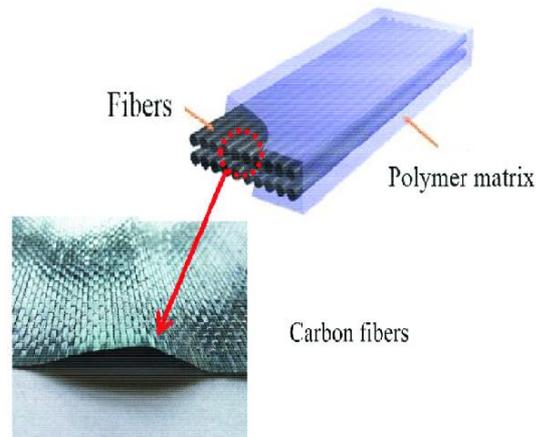
Aliran listrik yang dilakukan oleh sel galvanis terutama disebabkan oleh energi Gibbs dari reaksi redoks spontan dalam sel volta. Biasanya terdiri dari dua setengah sel dan jembatan garam. Setiap setengah sel selanjutnya terdiri dari elektroda logam yang dicelupkan ke dalam elektrolit. Kedua setengah sel ini terhubung ke voltmeter dan sakelar secara eksternal dengan bantuan kabel logam. Dalam beberapa kasus, ketika kedua elektroda dicelupkan ke dalam elektrolit yang sama, jembatan garam tidak diperlukan (Utomo 2017).

Cairan galvanis pada pembuatan drum logam umumnya terdiri dari 97% seng dan $\pm 1\%$ aluminium dan sisanya merupakan bahan lainnya. Pada drum logam mempunyai plat besi yang berukuran 0,6 hingga 0,8 milimeter. Potensi yang dimiliki oleh drum logam untuk dijadikan pot karena terbuat dari bahan besi atau logam lainnya. Sehingga pada perawatannya penggunaan drum logam lebih stabil dan tidak menimbulkan guncangan yang dapat merusak tanaman.

2.3 Komposit

Bahan komposit telah memainkan peran penting sepanjang sejarah manusia, mulai dari menampung peradaban awal hingga memungkinkan inovasi di masa depan. Komposit menawarkan banyak manfaat; kunci di antaranya adalah ketahanan terhadap korosi, fleksibilitas desain, daya tahan, bobot ringan, dan kekuatan. Komposit telah merasuki kehidupan sehari-hari seperti produk yang digunakan dalam konstruksi, aplikasi medis, minyak dan gas, transportasi,

olahraga, kedirgantaraan, dan banyak lagi. Beberapa aplikasi, seperti kapal roket, mungkin tidak akan lepas landas tanpa bahan komposit.



Gambar 2. 7 Contoh komposit FRP (Khan and Halder 2020)

Sepotong kayu adalah komposit, dengan serat selulosa panjang yang disatukan oleh zat yang disebut lignin. Bahan komposit dibentuk dengan menggabungkan dua atau lebih bahan yang memiliki sifat yang sangat berbeda, dan tidak larut atau menyatu satu sama lain. Berbagai bahan dalam komposit bekerja sama untuk memberikan sifat unik komposit. Manusia telah menggunakan material komposit selama ribuan tahun di berbagai bidang.

Penggunaan komposit pertama kali dilakukan pada tahun 1500 SM, ketika pemukim awal Mesir dan Mesopotamia menggunakan campuran lumpur dan jerami untuk membuat bangunan yang kuat dan tahan lama. Kombinasi lumpur dan jerami dalam balok bata memberikan sifat yang kuat terhadap tekanan dan robekan atau pembengkokan. Jerami terus memperkuat produk komposit kuno, termasuk tembikar dan perahu. Pada tahun 1200 M, bangsa Mongol menemukan busur komposit pertama dengan menggunakan kombinasi “lem binatang”, tulang, dan kayu. Busur ditekan dan dibungkus dengan kulit kayu birch. Busur ini kuat dan akurat. Busur komposit Mongolia membantu memastikan dominasi militer Jenghis Khan. Karena kelebihan seperti ringan dan kuat, banyak kemajuan terbesar dalam komposit adalah hasil dari kebutuhan masa perang. Selama Perang Dunia II, banyak material komposit dikembangkan dan dipindahkan dari laboratorium ke produksi sebenarnya (Ngo 2020).

Perkembangan dan kebutuhan material komposit juga berdampak pada industri *fiberglass reinforced polymers* (FRP). Pada tahun 1945, lebih dari 7 juta pon serat kaca digunakan untuk berbagai produk, terutama untuk aplikasi militer. Bahan komposit terus lepas landas setelah perang dan berkembang pesat hingga tahun 1950-an. Para inovator komposit secara ambisius mencoba memperkenalkan komposit ke pasar lain seperti kedirgantaraan, konstruksi, dan transportasi. Segera manfaat komposit FRP, terutama ketahanan korosinya, diketahui oleh sektor publik. Perahu adalah salah satu produk yang jelas menguntungkan. Lambung kapal komersial komposit pertama diperkenalkan pada tahun 1946. Badan mobil penuh dibuat dari komposit dan diuji pada tahun 1947 (Ngo 2020). Ini mengarah pada pengembangan *Chevrolet Corvette* 1953. Munculnya era mobil memunculkan beberapa metode baru untuk pencetakan seperti pencetakan kompresi senyawa cetakan massal (BMC) dan senyawa cetakan lembaran (SMC). Kedua teknik tersebut muncul sebagai metode moulding yang dominan untuk industri otomotif dan industri lainnya.

Pada awal 1950-an, metode pembuatan seperti gulungan filamen skala besar, pultrusion, dan pencetakan kantong vakum dikembangkan. Pada 1960-an, pasar kelautan menjadi konsumen terbesar material komposit (Ngo 2020). Pada tahun 1961, serat karbon pertama dipatenkan dan beberapa tahun kemudian tersedia secara komersial. Pada tahun 1970-an industri komposit mulai matang. Banyak resin yang lebih baik dan serat penguat yang lebih baik dikembangkan selama periode ini untuk aplikasi komposit. Pada tahun 1970-an, pasar otomotif melampaui laut sebagai pasar nomor satu—posisi yang dipertahankan hingga saat ini. Selama akhir 1970-an dan awal 1980-an, komposit pertama kali digunakan dalam aplikasi infrastruktur di Asia dan Eropa. Jembatan penyeberangan semua komposit pertama dipasang di Aberfeldy, Skotlandia, pada 1990-an. Pada periode ini, dek jembatan beton bertulang FRP pertama dibangun di *McKinleyville, Virginia* Barat, dan dek jembatan kendaraan semua komposit pertama dibangun di Russell, Kansas. Komposit terus menemukan aplikasi hari ini. Nanomaterial dimasukkan ke dalam serat dan resin yang lebih baik yang digunakan dalam komposit baru. Nanoteknologi mulai digunakan dalam produk komersial pada awal tahun 2000-an. Nanotube karbon curah dapat digunakan sebagai penguat

komposit dalam polimer untuk meningkatkan sifat mekanik, termal, dan listrik dari produk curah (Ngo 2020).

Saat ini, industri komposit masih berkembang, dengan sebagian besar pertumbuhan saat ini terfokus pada energi terbarukan. Bilah turbin angin, khususnya, terus-menerus mendorong batas ukuran dan membutuhkan bahan komposit canggih, misalnya, para insinyur dapat merancang untuk menyesuaikan komposit berdasarkan persyaratan kinerja, membuat lembaran komposit sangat kuat dalam satu arah dengan menyelaraskan serat-serat itu. cara, tapi lebih lemah ke arah lain di mana kekuatan tidak begitu penting. Para insinyur juga dapat memilih sifat seperti ketahanan terhadap panas, bahan kimia, dan pelapukan dengan memilih bahan matriks yang sesuai. Dalam beberapa tahun terakhir, kesadaran lingkungan yang meningkat dan kesadaran akan perlunya pembangunan berkelanjutan telah meningkatkan minat untuk menggunakan serat alam sebagai penguat komposit untuk menggantikan serat sintetis (Sanjay et al. 2016).

Secara umum, komposit terdiri dari tiga komponen:

1. Matriks sebagai fasa kontinu;
2. Penguat sebagai fase terputus atau terdispersi, termasuk serat dan partikel; dan
3. Daerah interfase halus, juga dikenal sebagai antarmuka.

Dengan hati-hati memilih matriks, penguatan, dan proses pembuatan yang menyatukannya, para insinyur dapat menyesuaikan properti untuk memenuhi persyaratan tertentu. Selama beberapa dekade terakhir, banyak komposit baru telah dikembangkan, beberapa dengan sifat yang sangat berharga.

Bahan apa pun dapat berfungsi sebagai bahan matriks untuk komposit. Namun, bahan matriks umumnya keramik, logam, dan polimer. Pada kenyataannya, mayoritas material matriks yang ada di pasar komposit adalah polimer. Ada beberapa matriks polimer berbeda yang dapat digunakan dalam material komposit.

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi performa komposit yang dibuat di penelitian sebelumnya, sebagai berikut (Sari and Sinarep 2011):

1. Faktor Serat

Serat mempunyai fungsi sebagai bahan pengisi dari matrik dan memperbaiki sifat yang tidak dimiliki oleh matrik. Selain itu, serat juga berguna sebagai penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang diberikan.

2. Letak Serat

Kinerja komposit tergantung pada letak dari serat yang dijadikan bahan pada komposit tersebut. Selain itu, kekuatan komposit juga ditentukan oleh letak dan arah serat. Pada pencampuran dan arah serat mempunyai beberapa keunggulan, jika orientasi serat semakin acak (random) maka sifat mekanik pada 1 arahnya akan melemah, bila arah tiap serat menyebar maka kekuatannya juga akan menyebar ke segala arah maka kekuatan akan meningkat.

3. Panjang Serat

Penggunaan serat dalam komposit dibedakan menjadi dua yaitu serat panjang dan serat pendek. Untuk mengetahui serat pada komposit tersebut merupakan serat panjang atau pendek perlu dilakukan perhitungan aspect ratio. Aspect ratio merupakan perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat. Nilai aspect ratio mempengaruhi kekuatan tarik dari komposit, dimana semakin besar nilai aspect ratio maka akan semakin besar kekuatan tarik dari komposit tersebut. Serat panjang mempunyai beberapa keunggulan daripada serat pendek, salah satunya mempunyai efisiensi dalam peletakan dan penanganan yang lebih mudah. Namun, serat pendek lebih mudah dalam peletakan.

4. Diameter Serat

Diameter serat mempunyai pengaruh pada kualitas komposit yang dihasilkan, dimana semakin kecil diameter serat maka akan menghasilkan kekuatan komposit yang semakin tinggi.

5. Faktor Matriks

Pada sebuah komposit, matrik merupakan bagian yang penting untuk membentuk struktur dari komposit tersebut. Matrik ini berfungsi untuk bahan yang mengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat saling berhubungan.

6. Faktor Ikatan Fiber-Matrik

Yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks adalah void, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang tidak sempurna mencegah matriks mengisi rongga pada cetakan. Ketika material komposit mengalami beban, zona tegangan akan bergerak menuju zona kosong sehingga mengurangi kekuatan material komposit.

7. Katalis

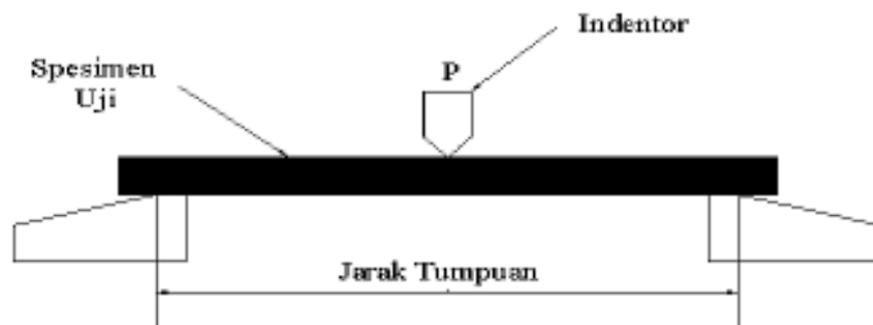
Katalis ini digunakan untuk membantu proses pengeringan resin dan serat pada material komposit. Waktu yang dibutuhkan resin untuk menjadi plastik tergantung pada jumlah katalis yang tercampur. Semakin banyak katalis yang ditambahkan, semakin cepat proses curing. Namun, jika katalis digunakan secara berlebihan, akan dihasilkan bahan rapuh atau resin yang akan terbakar.

2.4 Ketahanan Bending Lengkung

Ketahan bending didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menahan deformasi di bawah beban, ini merupakan tegangan tertinggi yang dialami material pada saat pecah. Ada dua jenis tes lentur yaitu uji tekuk tiga titik dan uji tekuk empat titik. Dalam uji tekuk tiga titik, area tegangan seragam cukup kecil dan terkonsentrasi di bawah titik pembebanan pusat. Dalam uji tekuk empat titik, area tegangan seragam ada di antara titik pembebanan bentang dalam (biasanya setengah panjang bentang luar).

Ketika spesimen dibengkokkan, akan mengalami berbagai tekanan di kedalamannya. Pada tepi muka cekung tegangan akan berada pada nilai tekan maksimumnya. Pada permukaan cembung spesimen, tegangan akan berada pada nilai tarik maksimumnya. Sebagian besar material gagal di bawah tegangan tarik sebelum gagal di bawah tekanan tekan, sehingga nilai tegangan tarik maksimum yang dapat dipertahankan sebelum spesimen gagal adalah kekuatan lenturnya. Ketahan bending akan sama dengan kekuatan tarik jika bahannya homogen. Oleh karena itu sifat lentur spesimen adalah hasil dari efek gabungan dari ketiga tegangan serta (walaupun pada tingkat yang lebih rendah) geometri spesimen dan laju beban yang diterapkan. Pengujian tikungan memberikan wawasan tentang modulus elastisitas dan kekuatan lentur suatu material.

Kekuatan lentur suatu material dapat ditentukan dengan menguji kelenturan suatu material komposit. Kekuatan lentur atau kekuatan lentur adalah tegangan lentur maksimum yang dapat diterima akibat beban luar tanpa mengalami deformasi atau keruntuhan yang besar. Besarnya kekuatan lentur tergantung pada jenis bahan dan beban. Sebagai hasil dari pengujian tekuk, bagian atas benda uji mengalami tegangan tekan, sedangkan bagian bawahnya mengalami tegangan tarik. Pada material komposit, kuat tekan lebih tinggi daripada kuat tarik. Karena ketidakmampuan untuk menahan tegangan tarik yang dialami, spesimen akan patah, mengakibatkan kegagalan pengujian komposit. Kekuatan lentur permukaan atas sama dengan kekuatan lentur permukaan bawah. Pengujian dilakukan three point bending ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2. 8 Pemasangan benda uji

Three-point bending adalah jenis pengujian struktural yang digunakan untuk menentukan sifat mekanik suatu material atau komponen. Pengujian ini melibatkan penerapan beban pada sampel pada dua titik, dengan satu titik ketiga di tengah jarak. Beban biasanya diterapkan menggunakan mesin pengujian, dan deformasi sampel diukur menggunakan sensor pergeseran (Senthilkumar et al. 2016). Untuk memahami mekanika *three-point bending*, penting untuk memahami konsep-konsep berikut (Fajrin et al. 2017):

- Hukum Hooke
Hukum Hooke menyatakan bahwa deformasi material sebanding dengan tekanan yang diterapkan. Ini berarti bahwa jika suatu material dikenakan beban, ia akan terdeformasi secara linier sampai mencapai titik luluh.

- Tekanan dan Regangan

Tekanan adalah gaya per satuan luas yang diterapkan pada suatu material, sedangkan regangan adalah perubahan panjang relatif dari material yang dihasilkan oleh tekanan. Tekanan dan regangan dapat diukur selama three-point bending untuk menentukan sifat mekanik sampel.

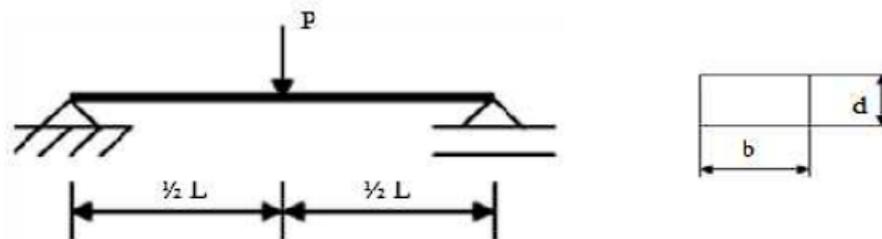
- Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah ukuran kekakuan suatu material dan didefinisikan sebagai rasio tegangan terhadap regangan. Semakin tinggi modulus elastisitas suatu material, semakin besar tekanan yang dapat ditangani oleh material tanpa mengalami deformasi permanen.

- *Yield Strength*

Kekuatan luluh adalah tegangan maksimum yang dapat ditangani oleh suatu material sebelum mulai mengalami deformasi permanen atau patah. Kekuatan luluh dapat diukur selama *three-point bending* untuk menentukan sifat mekanik sampel.

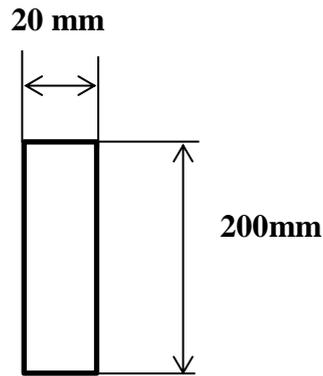
Gaya yang ada pada uji ketahanan bending, dijelaskan lebih lanjut pada gambar berikut:



Gambar 2. 9 Gaya yang bekerja pada *three point bending*

Pada penelitian ini digunakan *Three Point Bending*, dimana ketika pengujian terdapat 2 tumpuan dan 1 penekan

Standar uji yang digunakan yaitu berbentuk spesimen uji tekan berdasarkan standar ASTM D790. Bentuk dan ukuran spesimen uji dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 2. 10 Spesimen Uji Bending

Sehingga kekuatan bending dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{PL/4x^1/2d}{bxd^1/12} \dots\dots\dots (2.1a)$$

$$\sigma_b = \frac{12PLd}{8bd^3} \dots\dots\dots (2.1b)$$

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (2.1c)$$

Keterangan:

- σ_b = Tekanan lengkung (kgf/mm²)
- P = Beban atau Gaya yang terjadi (kgf)
- L = Jarak point (mm)
- b = lebar benda uji (mm)
- d = Ketebalan benda uji (mm)

Pada perhitungan kekuatan bending ini, digunakan persamaan yang ada pada standar ASTM D790, sama seperti pada persamaan di atas, yaitu:

$$S = \frac{3PL}{2bd^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana; S = Tegangan bending (MPa), P = Beban/Load (N), L = Panjang Span/Support span(mm), b = Lebar/Width (mm), d = Tebal/Depth (mm), Sedangkan untuk mencari modulus elastisitas bending menggunakan rumus

$$E_b = \frac{L^3m}{4bd^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana; Eb = Modulus Elastisitas Bending (MPa), L = Panjang Span/Support span(mm), b = Lebar/Width (mm), d = Tebal/Depth (mm), m = Slope Tangent pada kurva beban defleksi (N/mm).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada tempat dan waktu yang telah ditentukan untuk menunjang keberlanjutan penelitian. Selanjutnya, dilakukan penjadwalan secara teratur agar penelitian dapat selesai tepat pada waktunya.

3.1.1 Tempat

Adapun tempat pelaksanaan penelitian dilaksanakan di laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan.

3.1.2 Waktu

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan setelah mendapat persetujuan dari pembimbing dimulai dari awal hingga akhir ditunjukkan pada tabel 3.1:

Tabel 3. 1 Tabel Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Bulan (Waktu)			
		1	2	3	4
1	Pengajuan Judul				
2	Studi literatur				
3	Penyusunan BAB 1 s/d BAB 3				
4	Penulisan laporan				
5	Pembuatan spesimen				
6	Pengujian spesimen				
7	Seminar Proposal dan sidang sarjana				

3.2 Bahan Dan Alat

3.2.1 Bahan

1. kulit durian

Kulit durian digunakan untuk bahan pembuatan *eco-pot* serat kulit durian. Dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kulit Durian

2. *Epoxy resin*

Epoxy resin digunakan untuk mempersekat serat kulit durian yang ingin di cetak. Dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Epoxy Resin

3. NaOH

Sebagai salah satu hidroksida paling sederhana, natrium hidroksida sering digunakan bersama air yang bersifat netral dan asam klorida. Dapat dilihat pada gambar 3.3



Gambar 3. 3 NaOH

4. Katalis hardener

Bahan yang memungkinkan terjadinya proses curing, yaitu proses pengerasan terhadap resin. Dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 4 katalis hardener

3.2.2 Alat

1. Timbangan digital

Timbangan badan digital adalah timbangan badan yang menggunakan sensor dan juga layar LCD sebagai penampil hasil pengukuran resi dan katalis 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 gram. Dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3. 5 Timbangan digital

2. Gelas ukur

Yang digunakan untuk mengukur volume cairan. Dapat dilihat pada gambar 3.6



Gambar 3. 6 gelas ukur

3. Gelas plastik

Digunakan untuk pencampuran *resin epoxy* dan katalis hardener. Dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3. 7 Gelas plastik

4. Cetakan *eco-pot*

Digunakan untuk mencetak *eco-pot* serat kulit durian dan *resin epoxy* yang telah dicampur. Dapat dilihat pada gambar 3.8



Gambar 3. 8 cetakan *eco-pot*

5. Plat Seng

Digunakan untuk melapisi bagian bawah dari cetakan *eco-pot*. Dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 9 plat seng

6. Alumunium foil

Digunakan untuk membungkus cetakan *eco-pot* yang sudah dituangkan kedalam cetakan. Dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 10 aluminium coil

7. Gunting

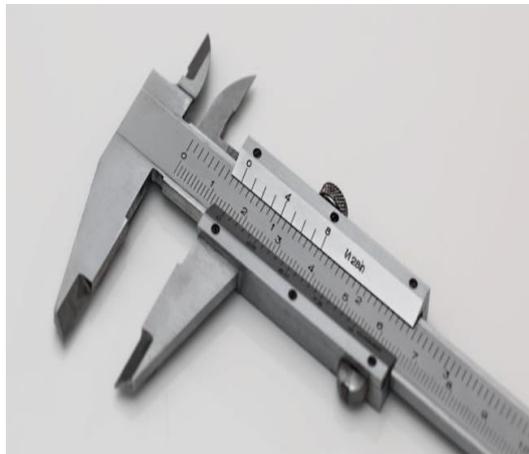
Digunakan untuk menggunting aluminium coil. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 11 gunting

8. Vernier caliper

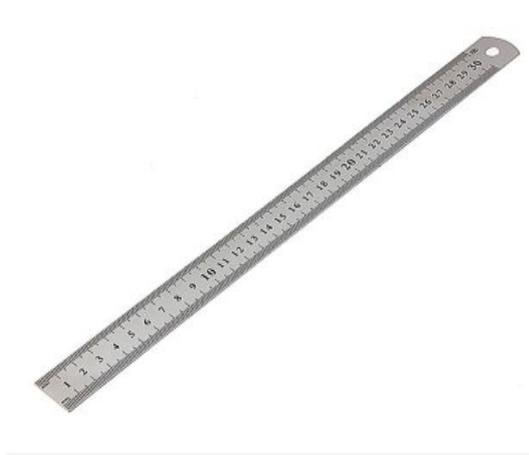
Alat ukur yang dapat digunakan untuk mengetahui panjang, diameter luar, dan diameter benda yang akan diukur. Dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 12 vernier caliper

9. Penggaris

Digunakan untuk mengukur panjang benda yang akan kita ukur. Dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 13 penggaris

10. Kertas Amplas

Digunakan untuk menghaluskan permukaan benda dengan cara menggosokkan permukaan kasarnya ke permukaan suatu benda. Dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3. 14 kertas amplas

11. Alat Uji Bending

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekuatan lengkung (bending) pada suatu bahan atau material. Alat tersebut berada di Laboratorium Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3. 15 alat uji bending

3.3 Langkah-langkah membuat eco-pot

Untuk membuat eco-pot dari serat kulit durian menggunakan resin epoxy, Anda perlu mengikuti beberapa langkah dasar. Berikut adalah panduan umumnya:

Bahan dan Peralatan yang Diperlukan:

1. Serat kulit durian yang telah dikeringkan dan dipotong sesuai ukuran yang diinginkan.
2. Resin epoxy yang aman untuk lingkungan.
3. Katalis epoxy (sesuai instruksi pada kemasan resin epoxy).
4. Wadah untuk mencampur resin dan katalis.
5. Sarung tangan, masker, dan kaca pelindung untuk keamanan.
6. Cetakan atau bentuk yang sesuai dengan desain pot yang Anda inginkan.
7. Alat pengaduk (biasanya spatula atau batang kayu).
8. Pelindung permukaan kerja (plastik atau kertas).

9. Alat pengukur untuk mencampur resin dan katalis dengan benar.

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan serat kulit durian dengan membersihkannya dan memotongnya sesuai dengan bentuk pot yang diinginkan.
2. Letakkan pelindung permukaan kerja untuk melindungi area kerja Anda.
3. Campurkan resin epoxy dan katalis sesuai dengan instruksi pada kemasan resin epoxy. Biasanya, perbandingan resin dan katalis adalah 2:1 atau sesuai dengan instruksi produsen.
4. Gunakan alat pengaduk untuk mencampurkan resin dan katalis hingga tercampur sempurna. Pastikan untuk mengikuti instruksi waktu kerja (pot life) resin epoxy, karena ini akan memengaruhi proses pembuatan.
5. Tempatkan serat kulit durian di dalam cetakan atau bentuk yang telah Anda persiapkan.
6. Tuangkan campuran resin epoxy ke dalam cetakan dengan serat kulit durian. Pastikan untuk meratakan campuran dan memastikan semua serat terendam dalam resin.
7. Biarkan pot tersebut mengeras sesuai dengan instruksi pada kemasan resin epoxy. Ini biasanya memerlukan beberapa hari hingga pot benar-benar keras.
8. Setelah pot sudah mengeras sepenuhnya, Anda dapat melepaskannya dari cetakan atau bentuk dan membersihkannya jika diperlukan.
9. Anda sekarang memiliki eco-pot yang terbuat dari serat kulit durian dan resin epoxy yang dapat Anda gunakan untuk menanam tanaman.

3.4 Prosedur Pembuatan Eco-Pot & Spesimen Uji Bending

3.3.1 Preparasi Fiber Kulit Durian

1. Bersihkan kulit durian dari daging durian dan cuci hingga bersih
2. Potong kulit durian hingga berbentuk seperti serat, kemudian keringkan
3. Setelah kering, potong kembali kulit durian menjadi ukuran sekitar 0,5-3 cm
4. Rendam kulit durian pada NaOH selama 2 jam untuk menghilangkan

getah dan minyak yang terkandung pada serat

5. Rendam kulit durian pada air selamam 7-10 jam hingga serat kulit durian menjadi lembek
6. Tiriskan kulit durian selama 30 menit dan ditumbuk dengan menggunakan palu hingga serat dari kulit durian dapat terlihat dan terpisah
7. Keringkan dibawah sinar matahari selama 3-5 hari
8. Pisahkan serat kulit durian yang telah mengering menjadi ukuran 0,5-3 cm

3.4. Prosedur mendapatkan sifat-sifat mekanis eco-pot

Berikut adalah prosedur umum untuk mendapatkan sifat mekanis dari pembuatan eco-pot dari serat kulit durian menggunakan resin epoxy:

1. Persiapan Bahan dan Alat
 - Kumpulkan serat kulit durian yang telah dikeringkan dan bersihkan dengan baik.
 - Siapkan resin epoxy, pengeras (hardener), dan pigmen jika ingin memberikan warna pada eco-pot.
 - Sediakan alat seperti sarung tangan, kaca mata pelindung, spatula, wadah campuran, dan cetakan pot yang diinginkan.
2. Pencampuran Resin Epoxy
 - Ikuti petunjuk penggunaan resin epoxy dan pengeras yang tertera pada kemasan.
 - Campur resin dan pengeras dalam wadah campuran sesuai dengan perbandingan yang disarankan. Pastikan untuk mencampurnya dengan baik dan gradien.
3. Penggabungan Serat Kulit Durian
 - Campurkan serat kulit durian yang telah dibersihkan ke dalam campuran resin epoxy. Pastikan serat terendam dengan baik dalam resin.
 - Anda dapat menggunakan spatula atau alat lain untuk memastikan serat tercampur merata dengan resin.
4. Pembentukan Eco-Pot
 - Tuangkan campuran resin dan serat ke dalam cetakan pot yang telah Anda siapkan sebelumnya.

- Bentuk pot sesuai dengan desain yang diinginkan dan pastikan permukaannya rata.

5. Proses Pengeringan

- Tempatkan cetakan pot di tempat yang hangat dan kering.
- Biarkan eco-pot mengering dan mengeras sesuai dengan petunjuk penggunaan resin epoxy yang Anda gunakan. Ini biasanya memakan waktu beberapa hari.

6. Penghalusan dan Finishing

- Setelah pot mengeras, Anda dapat menghaluskannya dengan kertas pasir atau alat penghalus sesuai dengan keinginan.
- Jika ingin memberikan warna pada pot, gunakan pigmen atau cat sesuai dengan instruksi yang sesuai.

7. Pemotongan dan Penyelesaian

- Potong pot jika perlu sesuai dengan ukuran yang diinginkan setelah pot benar-benar kering.
- Berikan lapisan pelindung tambahan jika diinginkan untuk menjaga keindahan dan ketahanan eco-pot.

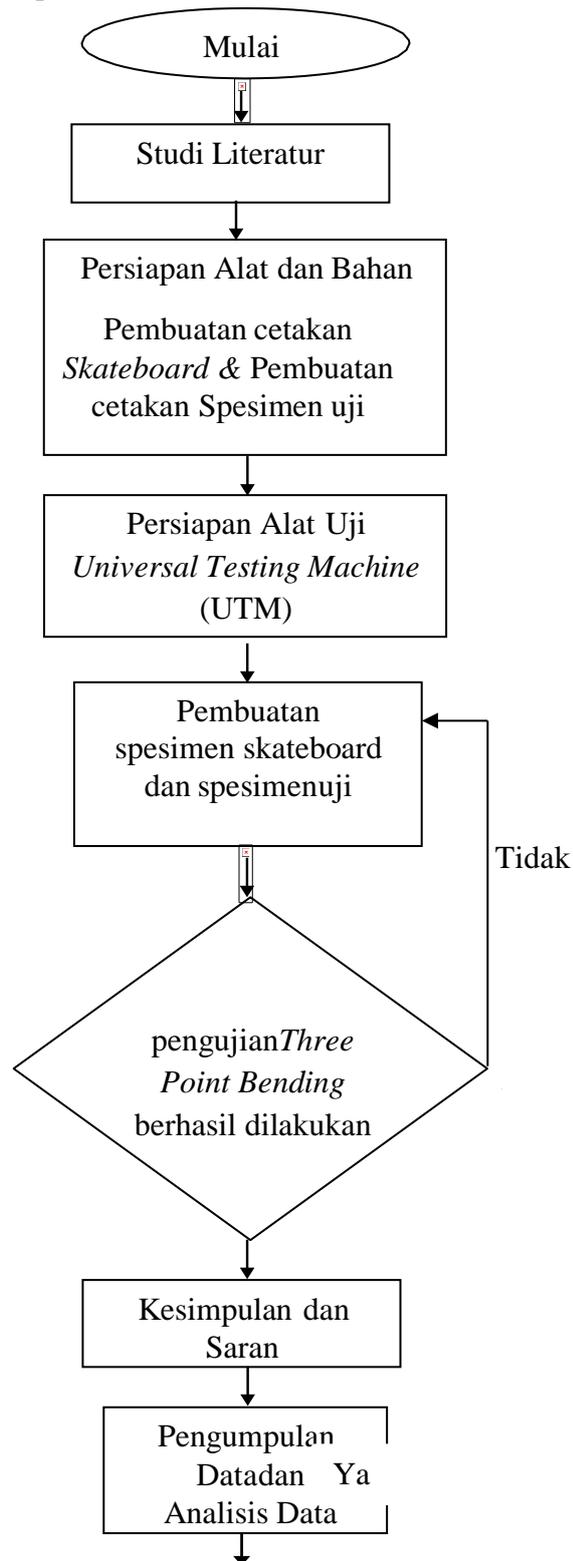
3.5. Diagram Pembuatan *Eco-Pot*

3.4.1 Preparasi Fiber Kulit Durian



Gambar 3. 16 Diagram alir preparasi serat kulit durian

3.4.2 Pembuatan Komposit Fiber Kulit Durian



Gambar 3. 17 Diagram alir pembuatan komposit eco-pot serat kulit durian

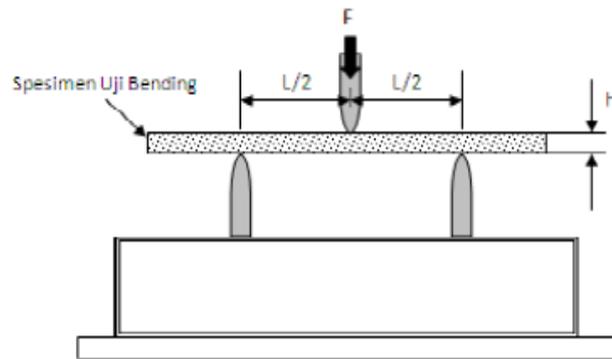
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Spesimen Komposit

Proses dalam membuat komposit dilakukan dengan komposisi serat dan resin dengan rasio perbandingan 100:1 antara resin & serat. Spesifikasi ukuran cetakan spesimen dapat dilihat pada gambar 4.1.

1. Skema speimen uji bending



Gambar 4. 1 Spesimen Berbentuk persegi panjang

Langkah-langkah pembuatan spesimen komposit serat kulit durian dengan resin epoxy adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Serat Durian

Mengumpulkan serat kulit durian dari sisa pedagang kaki lima, untuk selanjutnya dilakukan proses pemisahan serat. Dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 pengumpulan kulit durian

2. Perendaman Kulit Durian

Merendam kulit durian kedalam larutan alkali terbuat dari NaOH yang dilarutkan. Perendaman dilakukan selama 1 hari dengan larutan 10%. Metode umum ini berguna untuk membersihkan dan memodifikasi serat menurunkan tegangan permukaan dan meningkatkan adhesi antar serat alami dan matriks polimer. Dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Merendam kulit durian

3. pengeringan kulit durian

Proses pengeringan kulit durian dari cairan NaOH, proses pengeringan ini menggunakan sinar matahari selama 2-3 hari atau sampai serat benar-benar kering. Dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4. 4 Proses pengeringan

4. Persiapan Kulit Durian

Mempersiapkan serat kulit durian yang sudah melalui proses pemisahan serat dengan cara digiling. Dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4. 5 Serat Kulit Durian

5. Menimbang Resin

Menimbang berat resin dengan berat resin 50,90,80,70,60 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4. 6 menimbang berat resin

6. Menimbang Katalis

Menimbang berat katalis menyesuaikan berat resin dengan perbandingan 100:1. Berat katalis yang dibutuhkan sebesar 50,10,20,30,40 gram. Dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4. 7 menimbang berat katalis

7. Pencampuran resin dan katalis

Mencampurkan resin dan katalis yang telah ditimbang sesuai dengan standart operasional prosedur. Dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Mencampurkan resin dan katalis

8. Penuangan campuran matriks

Menuangkan campuran matriks (resin dan katalis) dengan serat durian didalam cetakan dengan rasio 10:1. Dengan berat serat 0,50 gr yang didapat dari proses penimbangan. Dalam mencetak komposit terdapat beberapa kali proses, yang pertama permukaan yang dapar, selanjutnya pada permukaan sisi yang miring, masing-masing melakukan satu kali proses mencetak. Dapat dilihat pada gambar 4.9.



Gambar 4. 9 menuangkan resin dan katalis kedalam cetakan

9. Proses pengeringan spesimen komposit

Proses pengeringan spesimen komposit dilama cetakan selama 1 hari kemudian spesimen dilepas dari cetakan. Dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Proses pengeringan specimen

10. Hasil Spesimen

Setelah spesimen dilepas dan sudah mengeras maka spesimen tersebut sudah bisa di uji dengan pengujian *Three Point Bending*. Dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Spesimen uji bending

4.2 . Pelaksanaan untuk mendapatkan sifat-sifat mekanis pada pembuatan eco-pot dari serat kulit durian menggunakan resin epoxy dapat melibatkan beberapa langkah dan proses berikut:

1. Pemilihan Serat Kulit Durian:

Pilih serat kulit durian yang berkualitas baik. Pastikan serat tersebut bersih dari kotoran dan bahan asing.

2. Pemotongan Serat:

Potong serat kulit durian menjadi ukuran yang sesuai untuk pot yang akan dibuat. Pastikan serat-serat ini seragam panjangnya.

3. Pengeringan Serat:

Keringkan serat kulit durian dengan baik untuk menghilangkan kelembaban. Ini bisa dilakukan dengan cara menjemurnya di bawah sinar matahari atau menggunakan oven.

4. Pengencangan Serat:

Serat yang telah dikeringkan kemudian harus diencangkan. Ini bisa dilakukan dengan merendam serat dalam air panas kemudian mengeringkannya kembali untuk membentuk struktur yang lebih kaku.

5. Pencampuran dengan Resin Epoxy:

Campurkan serat kulit durian dengan resin epoxy sesuai dengan rasio yang ditentukan. Pastikan campuran ini sesuai dengan prosedur pembuatan.

6. Pembentukan Pot:

Bentuk campuran serat dan resin epoxy ke dalam cetakan pot yang sesuai. Gunakan alat atau cetakan yang telah dipersiapkan sebelumnya.

7. Pemasakan dan Pengeringan:

Tekan dan padatkan campuran di dalam cetakan. Kemudian biarkan pot mengering dalam kondisi yang sesuai sesuai petunjuk pengeringan resin epoxy.

8. Pemotongan dan Finishing:

Setelah pot mengering sepenuhnya, potong dan haluskan permukaan sesuai dengan keinginan. Anda juga dapat melengkapi dengan pewarna atau finishing tambahan.

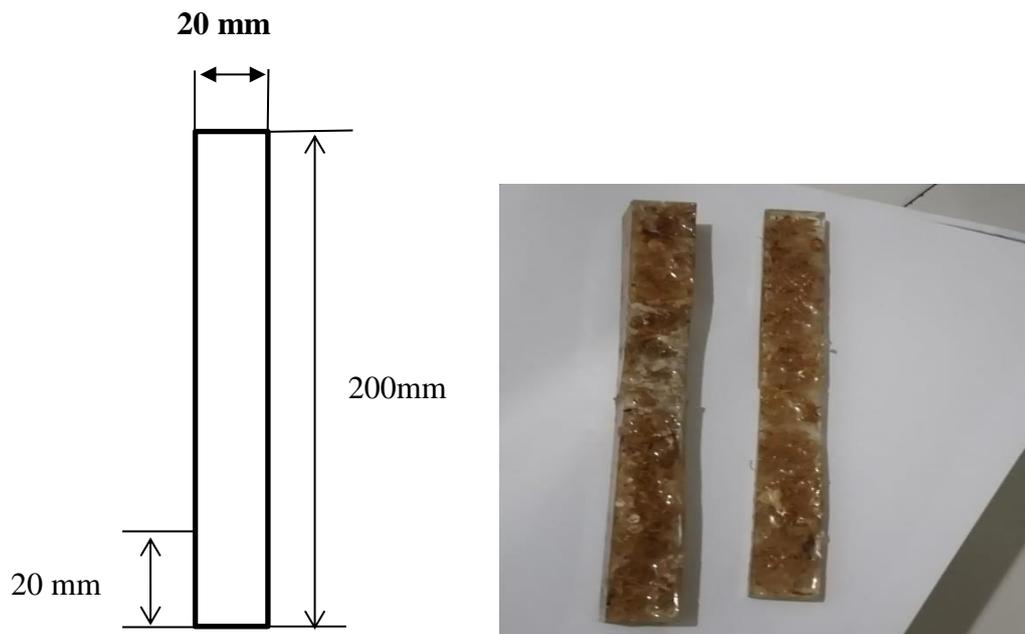
9. Uji Sifat Mekanis:

Akhirnya, lakukan uji sifat mekanis pada eco-pot yang telah dibuat, seperti kekuatan, ketahanan terhadap beban, dan lainnya. Ini akan membantu mengevaluasi kualitas produk akhir.

4.3 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Bending

Pada penelitian ini menggunakan material uji yang dibuat dari *resin epoxy* dengan penambahan serat kulit durian dengan masing-masing berat serat durian 0,50 gr.

Material uji pada penelitian ini dibuat berdasarkan standart ASTM D790 dengan metode pengujian *Three Point Bending*. Jarak antar penumpu pada pengujian ini sebesar 102 mm, Material uji yang digunakan memiliki ukuran panjang 150 mm, lebar sebesar 10 mm, ketebalan 12,7 mm. Dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4. 12 Bentuk dan Ukuran Spesimen Uji Bending

Keterangan ukuran dan bentuk spesimen uji bending:

- Lebar : 20 mm
- Ketebalan : 20 mm
- Tinggi : 200 mm

Pembuatan material diawali dengan pembuatan cetakan yang terbuat dari silicon agar material/spesimen memiliki ukuran yang sesuai dengan standart yang sudah diterapkan. Dan material dibuat dengan mencampurkan antara *epoxy resin* dan katalis dengan ratio perbandingan (100:1%) antara resin & serat. Sebelum dituang kedalam ceteakan harus dipastikan terlebih dahulu cetakan sudah dioles *mirror glaze* guna menghindari spesimen uji melekat pada cetakan. Kemudian spesimen uji ditunggu mongering selama 1 hingga 2 jam. Berikut hasil specimen yang telah di uji:

1. Perbandingan resin dan serat



Gambar 4. 13 Perbandingan resin dan serat 50:50

2. Perbandingan resin dan katalis



Gambar 4. 14 Perbandingan resin dan serat 10:90

3. Perbandingan resin dan serat



Gambar 4. 15 Perbandingan Resin dan serat

4. Perbandingan resin dan serat



Gambar 4. 16 Perbandingan Resin dan serat

5. Perbandingan resin dan serat



Gambar 4. 17 Perbandingan Resin dan serat

Dari beberapa spesimen uji diatas, maka diperoleh hasil-hasil berikut ini:

Tabel 4. 1 Perbandingan resin dan katalis 90:10

Spesimen	Panjang(mm)	Lebar(mm)	Tebal(mm)	Berat Serat(gr)
1	200	20	20	0,50
2	200	20	20	0,50
3	200	20	20	0,50
4	200	20	20	0,50
5	200	20	20	0,50

Tabel 4. 2 Perbandingan resin dan katalis 80:20

Spesimen	Panjang(mm)	Lebar(mm)	Tebal (mm)	Berat Serat(gr)
1	200	20	20	0,50
2	200	20	20	0,50
3	200	20	20	0,50
4	200	20	20	0,50
5	200	20	20	0,50

Tabel 4. 3 Perbandingan resin dan katalis 70:30

Spesimen	Panjang(mm)	Lebar(mm)	Tebal (mm)	Berat Serat(gr)
1	200	20	20	0,50
2	200	20	20	0,50
3	200	20	20	0,50
4	200	20	20	0,50
5	200	20	20	0,50

Tabel 4. 4 Perbandingan resin dan katalis 60:40

Spesimen	Panjang(mm)	Lebar(mm)	Tebal (mm)	Berat Serat(gr)
1	200	20	20	0,50
2	200	20	20	0,50
3	200	20	20	0,50
4	200	20	20	0,50
5	200	20	20	0,50

Tabel 4. 5 Perbandingan resin dan katalis 50:50

Spesimen	Panjang(mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Berat Serat(gr)
1	200	20	20	0,50
2	200	20	20	0,50

3	200	20	20	0,50
4	200	20	20	0,50
5	200	20	20	0,50

4.4 Pembahasan

Dalam pembahasan analisa data diperoleh dari hasil pengujian spesimen di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian *Three Point Bending* dengan spesimen komposit serat kulit durian ini mengacu pada standart ASTM D790.

Dari pengujian *Three Point Bending* yang dilakukan dengan menggunakan mesin uji *Universal Testing Machine* (UTM). Maka didapatkan hasil daya tekan masing-masing komposit berdasarkan pengujian alat tersebut.

4.3.1 Pengujian Three Point Bending

Tabel 4. 6 Hasil Uji Three Point Bending perbandingan resin & katalis 90 : 10

Spesimen (gr)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Tekan(N)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
Berat serat 0,50	200	20	20	10.326	7,7445	0,00036625
Berat serat 0,50	200	20	20	14,243	10,68225	0,45875
Berat serat 0,50	200	20	20	3,323	2,4225	0,05125

Pada data hasil pengujian *Three Point Bending* yang terdapat pada table 4.2 diatas, didapat dari spesimen uji yang menunjukkan besarnya gaya tekan maksimal untuk menentukan Tegangan Bending (Mpa) dan hasil modulus elastis (N/m²). Berikut ini merupakan hasil dari pengujian *Three Point Bending* terhadap spesimen menggunakan rumus:

1. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 7,7445 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,00036625 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 10.326 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 10,326 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2}$$

$$= \frac{123912}{16000}$$

$$= 7,7445 \text{ Mpa}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$E_f = \frac{L^3 m}{4 \cdot b d^3} = \frac{200^3 \times 2,93 \text{ N/mm}^2}{4 \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}^3}$$

$$= \frac{80,00000 \times 2,93 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3}$$

$$= \frac{293 \text{ N}}{800,000 \text{ mm}^3}$$

$$= 0,00036625 \text{ Mpa}$$

2. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 10,68225 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,45875 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 14,243 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\sigma_b = \frac{3 \cdot PL}{2 \cdot b d^2} = \frac{3 \times 14,243 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}^2}$$

$$= \frac{170916}{16000}$$

$$= 10,68225 \text{ Mpa}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan Modulus Elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$E_f = \frac{L^3 m}{4 \cdot b d^3} = \frac{200^3 \times 3,67 \text{ N/mm}}{4 \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}^3}$$

$$= \frac{80,00000 \times 3,67 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3}$$

$$= \frac{367 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3}$$

$$= 0,45875 \text{ Mpa}$$

3. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 3,323 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 2,49225 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 0,05125 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 3,323 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{38760}{16000} \\ &= 2,4225 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan Modulus Elastisitas pada spesimen dengan panjang 200mm:

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 0,41 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 0,41 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{41 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\ &= 0,05125 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Tabel 4. 7 Hasil Uji Three Point Bending perbandingan resin & katalis 80: 20

Spesimen (gr)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Tekan(N)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
Berat serat 0,50	200	20	20	3,620	2,715	0,30625
Berat serat 0,50	200	20	20	10,860	8,145	0,00235
Berat serat 0,50	200	20	20	11,750	8,8125	0,62875

4. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 2,715 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,30625 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 3,620 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 3,620 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{43440}{16000} \\ &= 2,715 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 0,49 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 0,49 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{49 \text{ N}}{160.000 \text{ mm}^3} \\ &= 0,30625 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

5. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 8,145 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,00235 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 10.860 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 10,860 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{130320}{16000} \\ &= 8,145 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 1,88 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 1,88 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{47 \text{ N}}{20.000 \text{ mm}^3}\end{aligned}$$

$$= 0,00235 \text{ Mpa}$$

6. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 8,8125 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,62875 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 11.750 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 11.750 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{141000}{16000} \\ &= 8,8125 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned} E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 5,03 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 5,03 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{503 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\ &= 0,62875 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Tabel 4. 8 Hasil Uji *Three Point Bending* perbandingan resin & katalis 70: 30

Spesimen (gr)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Tekan(N)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
Berat serat 0,50	200	20	20	2,967	2,22525	0,17375
Berat serat 0,50	200	20	20	11,275	8,45625	0,30125
Berat serat 0,50	200	20	20	13,946	10,4595	0,24875

7. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 2,22525 (Mpa) dan Modulus Elastisitas

sebesar 0,17375 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 2,967 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 2,967 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{35604}{16000} \\ &= 2,22525 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 1,39 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 1,39 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{139 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\ &= 0,17375 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

8. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 8,45625 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,30125 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 11,275 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 11,275 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{135300}{16000} \\ &= 8,45625 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$E_f = \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 2,41 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{80,00000 \times 2,41 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\
&= \frac{241 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\
&= 0,30125 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

9. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 10,4595 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,24875 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 13,946 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 13,946 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\
&= \frac{167352}{16000} \\
&= 10,4595 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}
E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 1,99 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\
&= \frac{80,00000 \times 1,99 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\
&= \frac{199 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\
&= 0,24875 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Hasil Uji Three Point Bending perbandingan resin & katalis 60: 40

Spesimen (gr)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Tekan(N)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
Berat serat 0,50	200	20	20	9,139	6,85425	0,77
Berat serat 0,50	200	20	20	7,121	5,34075	0,57125
Berat	200	20	20	9,614	7,2105	0,61875

10. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 6,85425 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,77 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 9,139 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 9,139 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{109668}{16000} \\ &= 6,85425 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 6,16 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 6,16 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{77 \text{ N}}{100 \text{ mm}^3} \\ &= 0,77 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

11. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 5,34075 dan Modulus Elastisitas sebesar 0,57125 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 7,121 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 7,121 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{85452}{16000} \\ &= 5,34075 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 4,57 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 4,57 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{457 \text{ N}}{800 \text{ mm}^3} \\ &= 0,57125 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

12. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 7,2105 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,61875 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 9,614 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 9,614 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{115368}{16000} \\ &= 7,2105 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 4,95 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 4,95 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{99 \text{ N}}{160 \text{ mm}^3}\end{aligned}$$

$$= 0,61875 \text{ Mpa}$$

Tabel 4. 10 Hasil Uji Three Point Bending perbandingan resin & katalis 50 : 50

Spesimen (gr)	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Beban Tekan(N)	Tegangan Bending(Mpa)	Modulus Elastisitas(Mpa)
Berat serat 0,50	200	20	20	7,418	5,5635	0,00036625
Berat serat 0,50	200	20	20	17,091	12,81825	0,18625
Berat serat 0,50	200	20	20	2,611	1,95825	0,04375

13. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 5,5635 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,00036625 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 7,418 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 7,418 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{89016}{16000} \\ &= 5,5635 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned} E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 2,93 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 2,93 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{293 \text{ N}}{800000 \text{ mm}^3} \\ &= 0,00036625 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

14. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 12,81825 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,18625 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 17,091 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 17,091 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{205092}{16000} \\ &= 12,81825 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned}E_f &= \frac{L^3m}{4.bd^3} = \frac{200^3 \times 1,49 \text{ N/mm}}{4 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 1,49 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{149 \text{ N}}{80 \text{ mm}^3} \\ &= 0,18625 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

15. Pada spesimen dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm dan tebal 20 mm yang menggunakan berat serat 0,50 gr pada saat pengujian *Three Point Bending* mendapatkan nilai Tegangan Bending 1,95825 (Mpa) dan Modulus Elastisitas sebesar 0,04375 (Mpa). Berdasarkan nilai beban tekan sebesar 2,611 (N). Adapun hasil yang didapat berdasarkan perhitungan menggunakan rumus uji *Three Point Bending* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\sigma_b &= \frac{3.PL}{2.bd^2} = \frac{3 \times 2,611 \text{ N} \times 200 \text{ mm}}{2 \times 20\text{mm} \times 20\text{mm}^2} \\ &= \frac{31332}{16000}\end{aligned}$$

$$= 1,95825 \text{ Mpa}$$

Berikut ini adalah perhitungan untuk menentukan modulus elastisitas pada spesimen dengan panjang 200 mm.

$$\begin{aligned} E_f &= \frac{L^3 m}{4 \cdot b d^3} = \frac{200^3 \times 0,35 \text{ N/mm}}{4 \times 20 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{80,00000 \times 0,35 \text{ N/mm}}{640,000 \text{ mm}^3} \\ &= \frac{7 \text{ N}}{160 \text{ mm}^3} \\ &= 0,04375 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4.5 Hasil pembuatan produk berbentuk *Eco-Pot*

Pembuatan produk berbentuk *Eco-Pot* mengacu pada hasil uji *Three Point Bending* diatas. Serat yang digunakan dalam pembuatan *Eco-Pot* adalah serat kulit durian. Dapat dilihat pada gambar 4.18



Gambar 4. 18 Produk Berbentuk *Eco-Pot*

BAB 5

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan yang ditinjau dari kekuatan *Three Point Bending* maka dapat diambil beberapa kesimpulan pada akhir penulisan sebagai berikut:

1. Hasil dari uji *Three Point Bending* pada seluruh varian material komposit (spesimen uji) yaitu: varian spesimen yang menggunakan panjang serat 200 (mm) mengalami nilai tegangan bending sebesar 12,81825 (Mpa) dan tingkat modulus elastisitas sebesar 0,61875 (Mpa) dengan beban tekan sebesar 17,091 (N).
2. Setelah mengetahui hasil pengujian bending terhadap masing-masing campuran antara resin, dan serat kulit durian yang dipilih untuk menjadi produk eco-pot didapat hasil yang terbaik yaitu kekuatan bending pada spesimen dengan rasio komposisi resin dan serat 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50 gram dengan kekuatan tertinggi dengan nilai rata-rata sebesar 76,19 Kgf, Tegangan 6,409125 N/m², Modulus 0,00036625 N/m². Berdasarkan dari data uji bending yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penambahan serat durian maka semakin tinggi kekuatan bending yang didapat. Hal ini dikarenakan durian memiliki pengaruh keuletan yang terdapat kekuatan lengkung.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih mempunyai kekurangan dan keterbatasan baik itu disebabkan oleh keterbatasan biaya, waktu, peralatan dan bahan. Oleh sebab itu penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap

1. Disarankan agar pengujian dilakukan dengan menggunakan standart pengujianlain seperti J12, SNI serta klasifikasi lainnya seperti DNV, ABS, GL, NK dan lainnya sebagainya.
2. Sebelum menghidupkan mesin uji serta menggunakan semua peralatan pengujian, pastikan mesin dan peralatan dalam keadaan baik dan layak digunakan.
3. Dalam melakukan pengujian harap mengutamakan keselamatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Khairunnisa, K., & Anggraini, D. (2021). Studi Awal Pembuatan Pot Tanaman Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Serat Kulit Buah Durian. *Prosiding SNST Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang*, 1(1), 142-148.
- Prasetyo, D., & Wahyuni, E. T. (2020). Pemanfaatan Serat Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Ecopot. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 9(1), 7-13.
- Rosli, W. I. W., et al. (2020). Review on Nutritional Composition and Health Benefits of Durian (*Durio zibethinus* L.) Fruit. *Food Research*, 4(5), 1287-1296.
- Yulianti, E., & Mahardika, G. (2018). Pembuatan pot tanaman dari serat kulit durian (*Durio zibethinus murr*) dan analisis kualitasnya. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(2), 102-107.
- Kurniawan, F., et al. (2020). Potential of Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Fruit Waste as Raw Material for Sustainable Textile Fiber. *Journal of Textile Science and Technology*, 6(2), 29-35.
- Devi, L. Uma, S. S. Bhagawan, and S. Thomas. 2010. "Dynamic Mechanical Analysis of Pineapple Leaf/Glass Hybrid Fiber Reinforced Polyester Composites." *Polymers and Polymer Composites* 16(2):101–13. doi: 10.1002/pc.
- Evans, M. R., A. K. Koeser, G. Bi, S. Nambuthiri, R. Geneve, S. T. Lovell, J. Ryan, and Stewart. 2015. "Impact of Biocontainers with and without Shuttle Trays on Water Use in the Production of a Containerized Ornamental Greenhouse Crop." *Horttechnology* 25:35–41.
- Gokulkumar, S., P. R. Thyla, L. Prabhu, S. Sathish, and N. Karthi. 2019. "A Comparative Study on Epoxy Based Composites Filled with Pineapple/Areca/Ramie Hybridized with Industrial Tea Leaf Wastes/GFRP." *Materials Today: Proceedings* 27(xxxx):2474–76. doi: 10.1016/j.matpr.2019.09.221.
- Li, Tongyin, Guihong Bi, Richard L. Harkess, Geoffrey C. Denny, Eugene K. Blythe, and Dxiaojie Zhao. 2018. "Nitrogen Rate, Irrigation Frequency, and Container Type Affect Plant Growth and Nutrient Uptake of Encore Azalea 'Chiffon.'" *HortScience* 53(4):560–66. doi: 10.21273/HORTSCI12817-17.
- Lopez, R. G., and D. M. Camberato. 2011. "Growth and Development of 'Eckespoint Classic Red' Poinsettia in Biodegradable and Compostable Containers." *HorTechnology* 21:419–23.
- Malinconico, M. 2017. "Soil Degradable Bioplastics for a Sustainable Modern Agriculture." in *Green Chemistry and Sustainable Technology (GCST)*.

- Ngo, Tri-Dung. 2020. "Introduction to Composite Materials." *Composite and Nanocomposite Materials - From Knowledge to Industrial Applications*. doi: 10.5772/intechopen.91285.
- Niaounakis, Michael. 2015. *Definitions of Terms and Types of Biopolymers*.
- Sanjay, M. R., G. R. Arpitha, L. Laxmana Naik, K. Gopalakrishna, and B. Yogesha. 2016. "Applications of Natural Fibers and Its Composites: An Overview." *Natural Resources* 07(03):108–14. doi: 10.4236/nr.2016.73011.
- Sari, Nasmi Herlina, and S. Sinarep. 2011. "Analisa Kekuatan Bending Komposit Epoxy Dengan Penguatan Serat Nilon." *Dinamika Teknik Mesin* 1(1). doi: 10.29303/d.v1i1.130.
- Schrader, James A., Heidi Kratsch, and William R. Graves. 2016. "Bioplastic Container Cropping Systems : Green Technology for the Green Industry." P. 308 in *Bioplastic Container Cropping Systems: Green Technology for the Green Industry*.
- Shamsuddin, Muhammad Rasyid. 2013. "PROTEIN-INTERCALATED BENTONITE FOR BIO-COMPOSITES." The University of Waikato.
- Sharma, S. K., Ajay K. Nema, and S. K. Nayak. 2012. "Effect of Modified Clay on Mechanical and Morphological Properties of Ethylene Octane Copolymer-Polypropylene Nanocomposites." *Journal of Composite Materials* 46(10):1139–50. doi: 10.1177/0021998311413686.
- Uddin, N. 2013. *Developments in Fiber Reinforced Polymer (FRP) Composites or Civil Engineering*. Amsterdam: Elsevier.
- Utomo, Trian Cahyo. 2017. "Perancangan Kursi Dan Meja Tamu Dari Limbah Drum Dan Limbah Kayu Palet." Universitas Negeri Yogyakarta.

LAMPIRAN

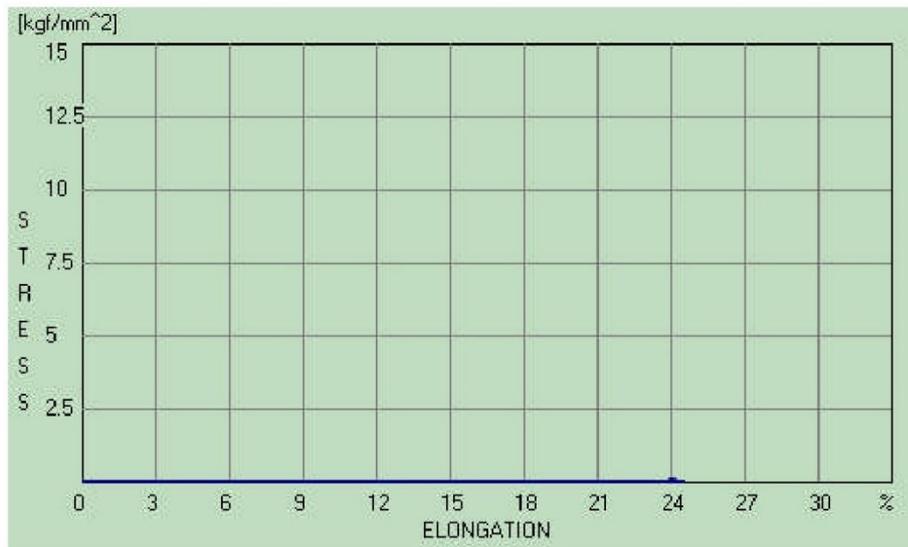


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	4.55 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	0.00 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:47:13	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

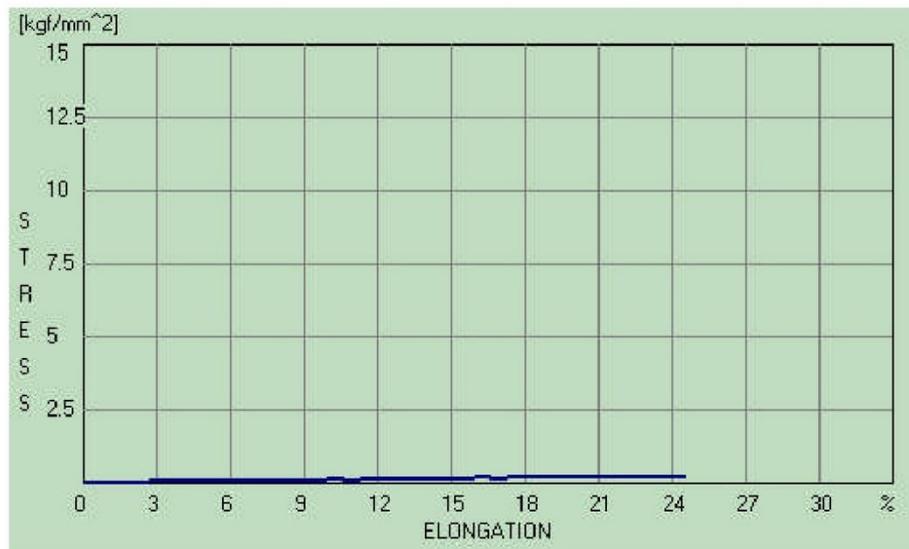


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	76.19 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	76.19 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 5:26:20	Yield Strength :	0.07 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.21 (kgf/mm ²)
Area :	360.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

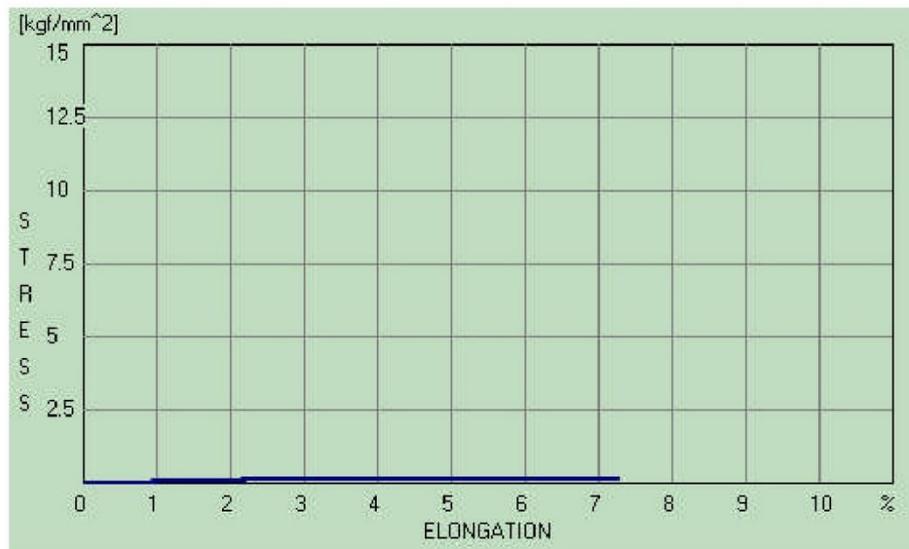


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	39.05 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	39.05 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 5:14:27	Yield Strength :	0.07 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.11 (kgf/mm ²)
Area :	360.00 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

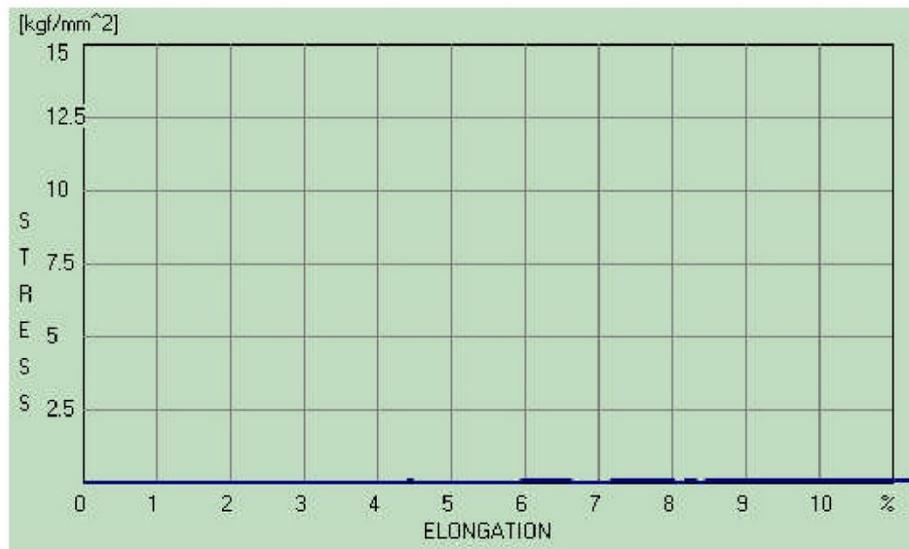


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	29.76 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	39.05 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 5:20:26	Yield Strength :	0.07 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.08 (kgf/mm ²)
Area :	360.00 (mm ²)	Elongation :	0.00 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

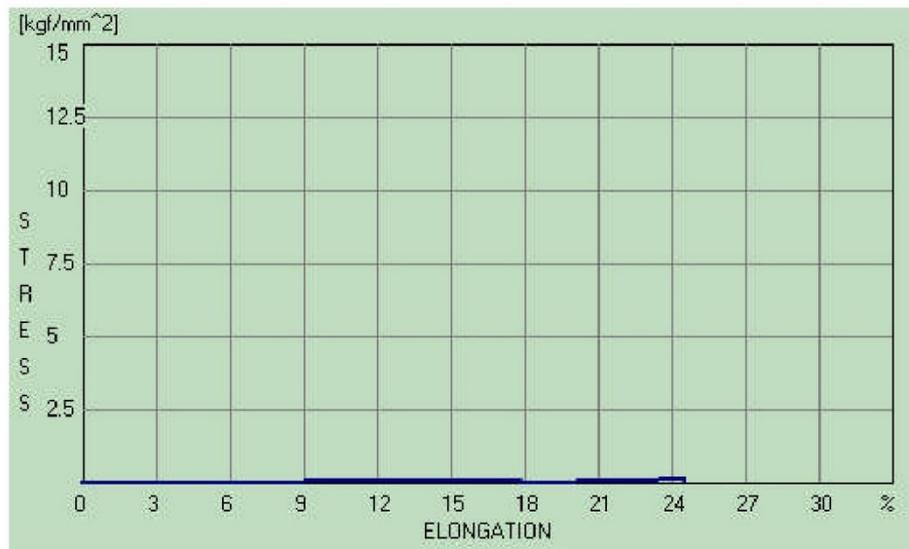


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	13.84 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	11.19 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:7:6	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.10 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

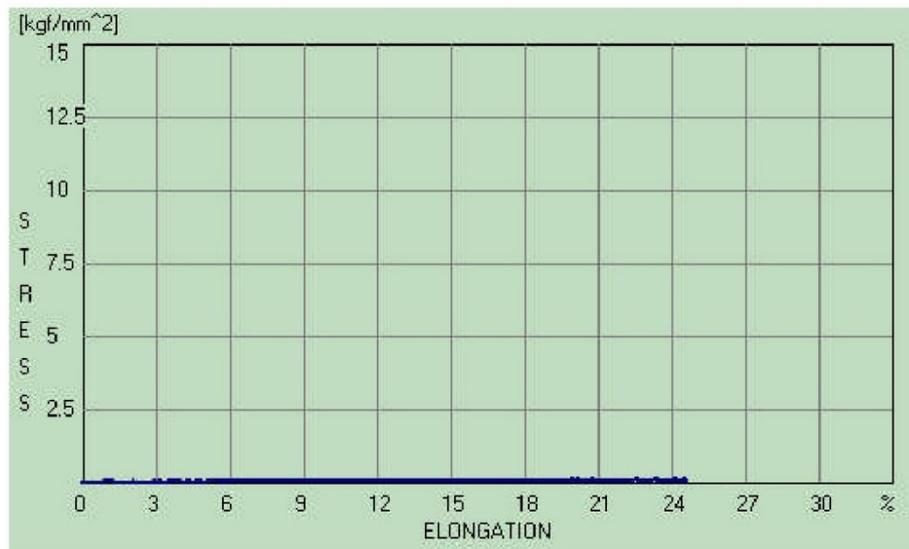


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	2	Max. Force :	13.84 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	9.86 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:0:12	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.10 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

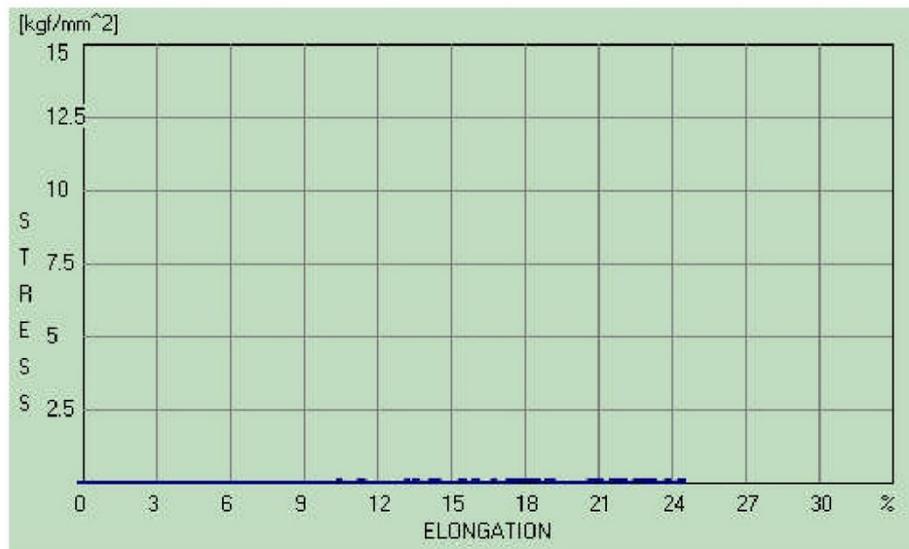


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	4	Max. Force :	4.55 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	4.55 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:11:2	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

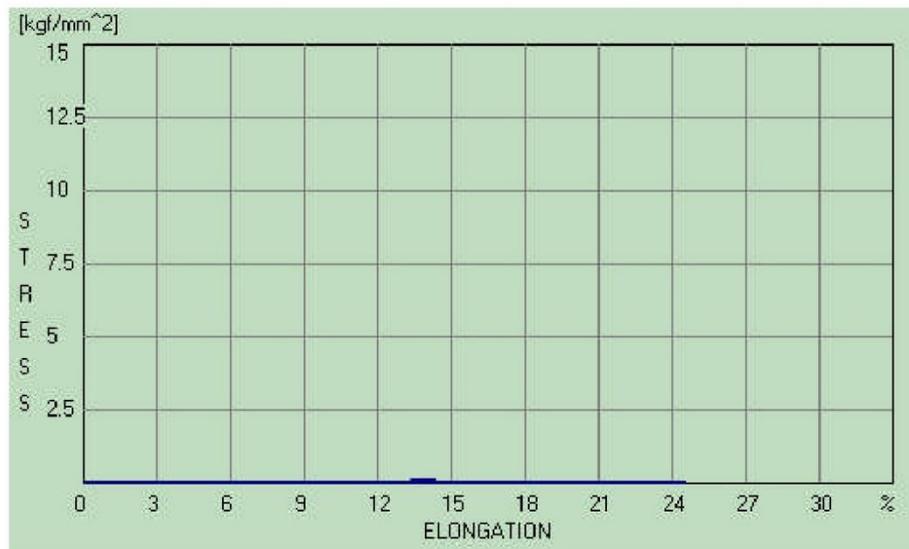


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	1.90 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:22:27	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.01 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

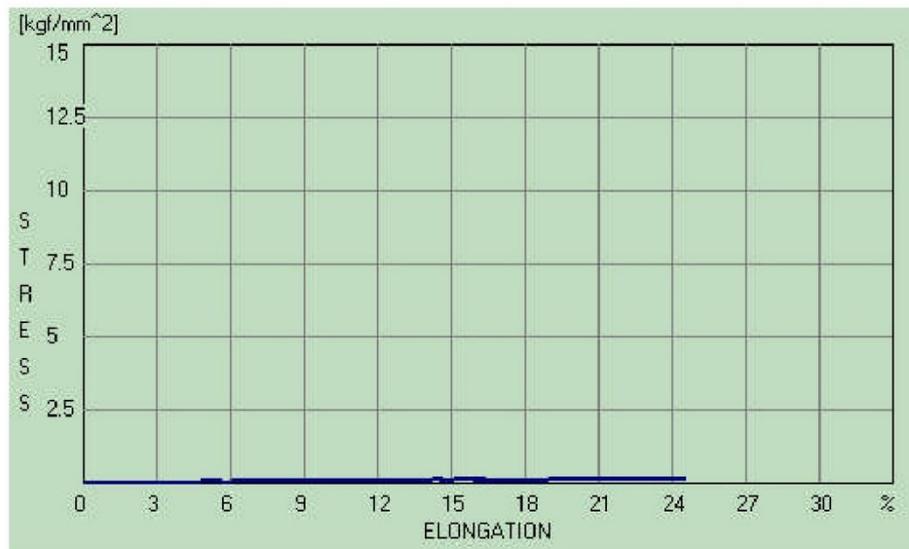


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	21.80 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	21.80 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:16:34	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.17 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

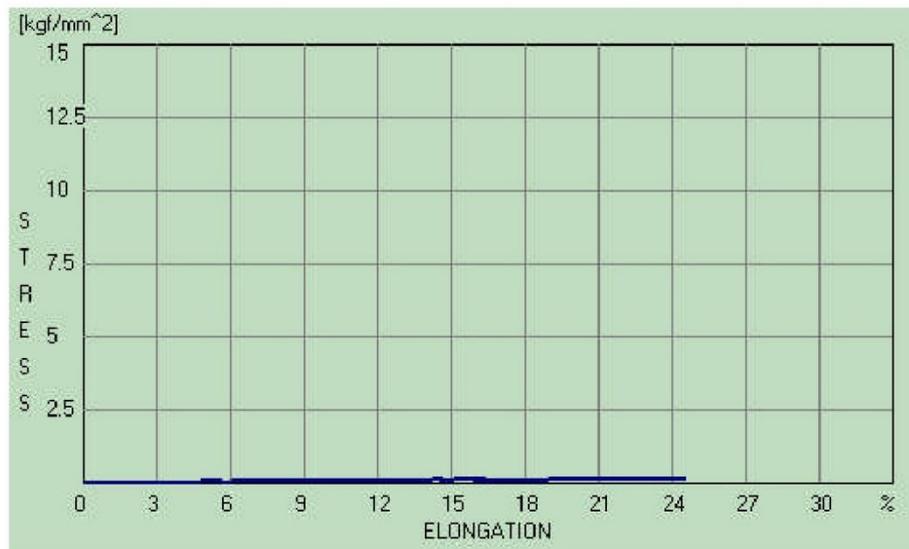


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	21.80 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	21.80 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:16:34	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.17 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

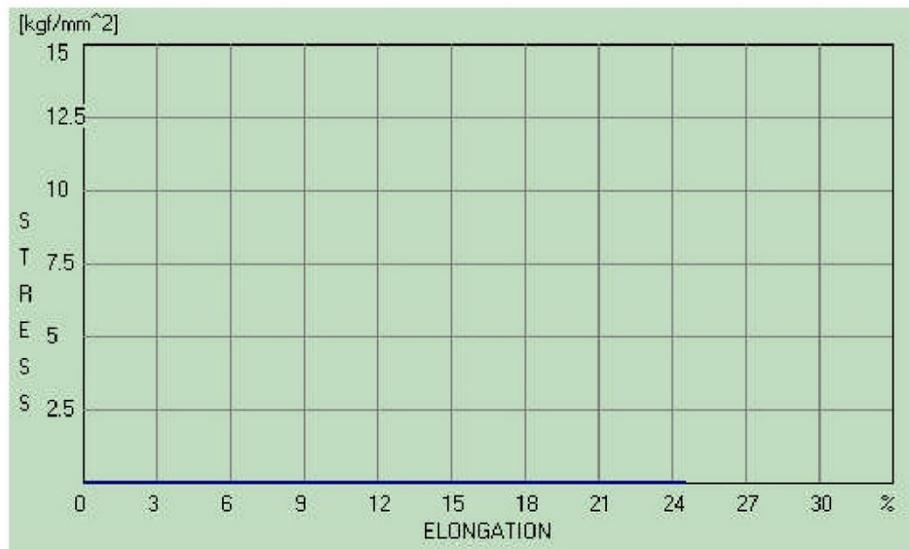


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	3	Max. Force :	4.55 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	1.90 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:41:10	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.03 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

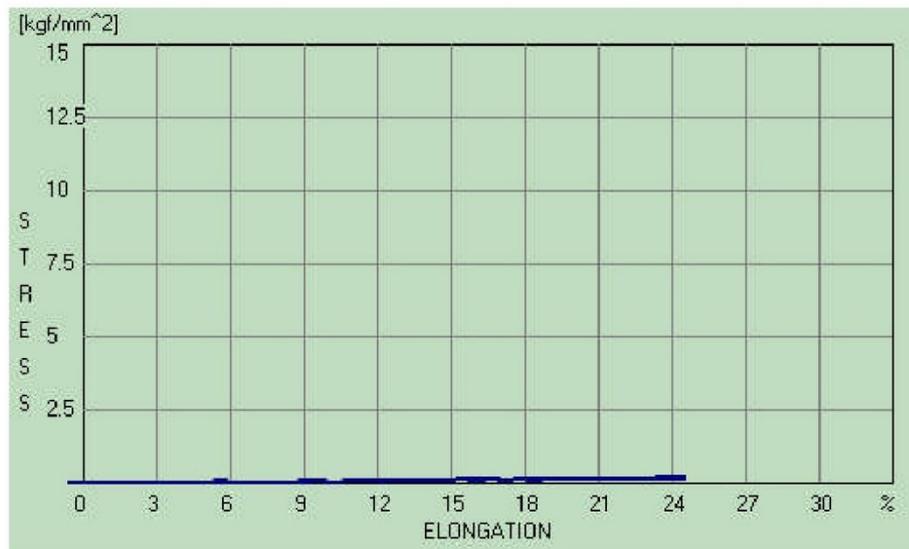


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	27.11 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	27.11 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:29:21	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.21 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

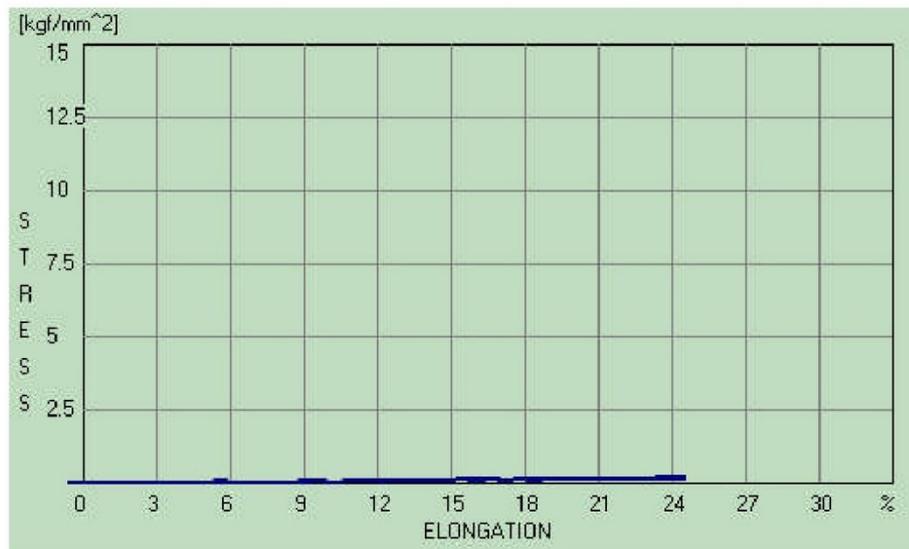


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	27.11 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	27.11 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:29:21	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.21 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material

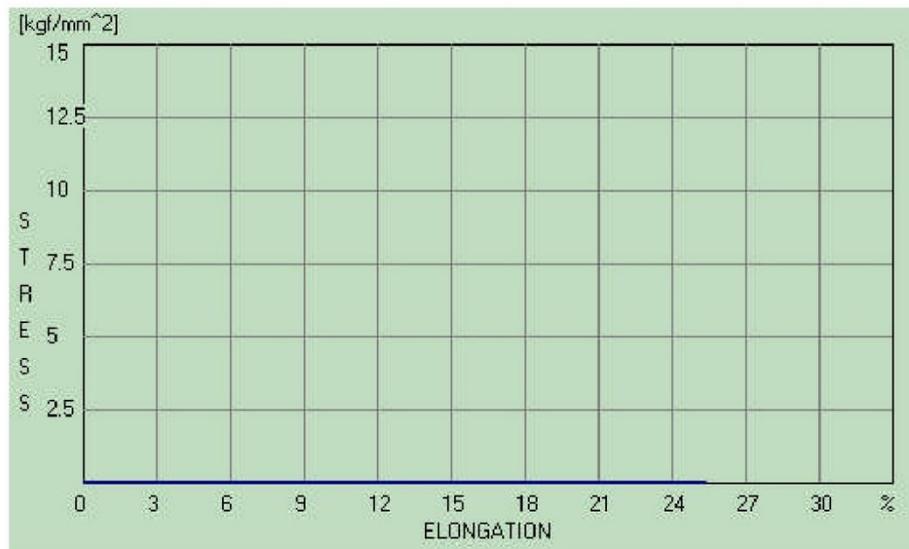


UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Kampus: Jl. Kapten Mochtar Basri, BA. No. 3, Email: proditmesin_fatek@umsu.ac.id

TEST REPORT

Test No. :	1	Max. Force :	3.23 (kgf)
Test Type :	3P-Bending	Break Force :	3.23 (kgf)
Date Test :	14-9-2023 ; 4:56:34	Yield Strength :	0.19 (kgf/mm ²)
Specimens :	Others	Tensile Strength :	0.02 (kgf/mm ²)
Area :	132.00 (mm ²)	Elongation :	24.51 (%)



Kaprodi Teknik Mesin

Kalab. Pengujian Material



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

UMSU Terakreditasi A Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 89/SK/BAN-PT/Akred/PT/III/2019
Pusat Administrasi: Jalan Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - 66224567 Fax. (061) 6625474 - 6631003
<https://fatek.umsu.ac.id> fatek@umsu.ac.id [f umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 3011.3AU/UMSU-07/F/2023

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Mesin pada Tanggal 9 Januari 2023 dengan ini Menetapkan :

Nama : RIZKI RAMADHAN
Npm : 1907230062
Program Studi : TEKNIK Mesin
Semester : V11 (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PEMBUATAN ECO -POT DARI SERAT ALAM KOMPOSIT SERAT KULIT DURIAN MENGGUNAKAN PEREKAT RESIN EPOXY .
Pembimbing : M. YANI ST. MT

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Mesin
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 13 Jumadil Akhir 1444 H
9 Januari 2023 M



Munawar Alfansury Siregar, ST.,MT
NIDN: 0101017202



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Rizki Ramadhan
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Tanah Tinggi, 10 Desember 2000
Alamat : Dusun IV Melati Desa Tanah Rendah,
Kecamatan Air Putih, Kabupaten Batu Bara
Sumatera Utara
Agama : Islam
E-mail : rizkymadan91@gmail.com
No. Hp : 089669177840

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

SDN 015875 Tanah Tinggi	Tahun 2007 - 2013
SMP N3 AIR PUTIH	Tahun 2013 - 2016
SMK SWASTA T. AMIR HAMZAH	Tahun 2016 - 2019
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Tahun 2019 - 2023