

**STUDI SIFAT MEKANIKAL BIOKOMPOSIT POLI ASAM  
LAKTAT PARTIKEL SERAT PISANG DENGAN  
PENAMBAHAN BAHAN PENYERASI (*Compatibilizing Agent*)**

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**LEONARDO LUMBAN GAOL**

**188130122**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/11/23

Access From (repository.uma.ac.id)1/11/23

**STUDI SIFAT MEKANIKAL BIOKOMPOSIT POLI ASAM  
LAKTAT PARTIKEL SERAT PISANG DENGAN  
PENAMBAHAN BAHAN PENYERASI (*Compatibilizing Agent*)**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program  
Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

**OLEH :**

**LEONARDO LUMBAN GAOL**

**188130122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 1/11/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)1/11/23

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Proposal : Studi Sifat Mekanikal Biokomposit Poli Asam Laktat  
Partikel Serat Pisang Dengan Penambahan Bahan  
Penyerasi (*Compatibilizing Agent*)  
Nama Mahasiswa : Leonardo Lumban Gaol  
NIM : 188130122  
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh  
Komisi Pembimbing

(Muhammad Yusuf R. Siahaan, ST, MT.) (Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT, Ph.D.)  
Pembimbing I Pembimbing II

(Dr. Rahmat Syah, S.Kom, M.Kom.)  
Dekan

(Muhammad Idris, ST, MT.)  
Ka. Prodi/ WD 1

Tanggal Lulus: 14 Agustus 2023

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 14 Agustus 2023



Leonardo Lumban Gaol

188130122



## Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah

### HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Leonardo Lumban Gaol  
NPM : 188130122  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Studi Sifat Mekanikal Biokomposit Poli Asam Laktat Partikel Serat Pisang Dengan Penambahan Bahan Penyerasi (*Compatibilizing Agent*)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Medan

Pada tanggal: 14 Agustus 2023

Yang menyatakan



(Leonardo Lumban Gaol)



## ABSTRAK

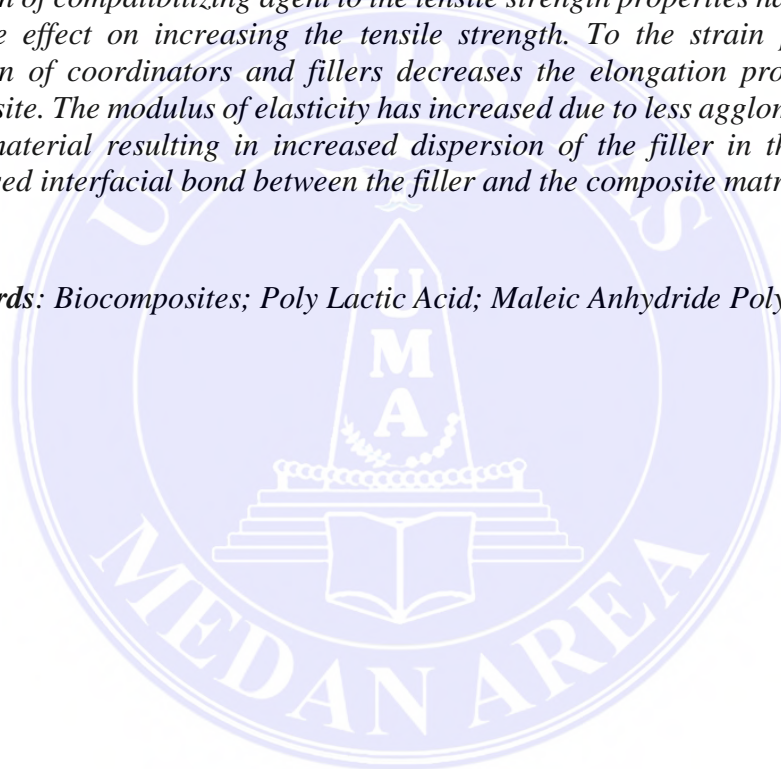
Tujuan penelitian ini adalah (1) mengetahui proses pembuatan spesimen uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi (2) mengetahui proses pengujian spesimen uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi (3) menganalisis sifat mekanikal hasil uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi partikel serat pisang dengan penambahan penyerasi. Metode yang digunakan adalah melakukan observasi spesimen komposit. Alat uji yaitu *universal Testing machine* standart ASTM dan bahan baku yang digunakan yaitu poli asam laktat, partikel serat pisang, *maleat anhidrida grafting polypropylene*. Hasil penelitian ini ialah penambahan bahan penyerasi terhadap sifat kekuatan tarik memberikan pengaruh baik secara signifikan meningkatkan kekuatan tarik. Terhadap sifat regangan penambahan penyerasi dan pengisi menurunkan sifat perpanjangan komposit. Terhadap sifat modulus elastisitas mengalami peningkatan disebabkan bahan pengisi kurang beraglomerasi sehingga meningkatnya dispersi bahan pengisi didalam matriks dan meningkatkan ikatan antar muka antara pengisi dan matriks komposit.

**Kata Kunci** :Biokomposit; Poli Asam Laktat; *Maleat Anhidrida Polypropylene*.

## ABSTRACT

*The aims of this study were (1) to know the process of making tensile test specimens of poly lactic acid biocomposite material filled with banana fiber particles with the addition of compatibilizing agent (2) know the process of testing tensile test specimens of lactic acid poly biocomposite materials filled with banana fiber with the addition of compatibilizing agent (3) analyzed the mechanical properties of the results of the tensile test of poly lactic acid biocomposite material filled with banana particles with the addition of compatibilizing agent. The method used is to observe composite specimens. The test equipment is the ASTM standard universal Testing machine and the raw materials used are lactic acid poly, banana fiber particles, maleic anhydride grafting polypropylene. The results of this study are that the addition of compatibilizing agent to the tensile strength properties has a significant positive effect on increasing the tensile strength. To the strain properties the addition of coordinators and fillers decreases the elongation properties of the composite. The modulus of elasticity has increased due to less agglomeration of the filler material resulting in increased dispersion of the filler in the matrix and increased interfacial bond between the filler and the composite matrix.*

**Keywords:** *Biocomposites; Poly Lactic Acid; Maleic Anhydride Polypropylene.*



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sitalmak Pada tanggal 08 Mei 2000 dari ayah Maringan Lumban Gaol dan ibu Delima Siregar. Penulis merupakan putra kedua dari delapan bersaudara.

Tahun 2018 Penulis lulus dari SMK Negeri Binaan Provinsi Sumatera Utara dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi asisten mata kuliah Material Manufaktur pada tahun ajaran 2020/2021. Pada tahun 2021 Penulis melaksanakan Magang kampus merdeka di PT. Ganda Saribu Utama Medan.





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karuniaNya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah Tren Biokomposit dengan judul Studi Sifat Mekanikal Biokomposit Poli Asam Laktat Partikel Serat Pisang Dengan Penambahan Bahan Penyerasi (*Compatibilizing Agent*).

Terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Muhammad Yusuf Rahmansyah Siahaan, ST., MT. dan Bapak Faisal Amri Tanjung, S.ST., MT., Ph.D. selaku pembimbing yang telah banyak memberi saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada teman-teman teknik mesin stambuk 18 yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah Maringan Lumban Gaol, ibu Delima Siregar, serta keluarga seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

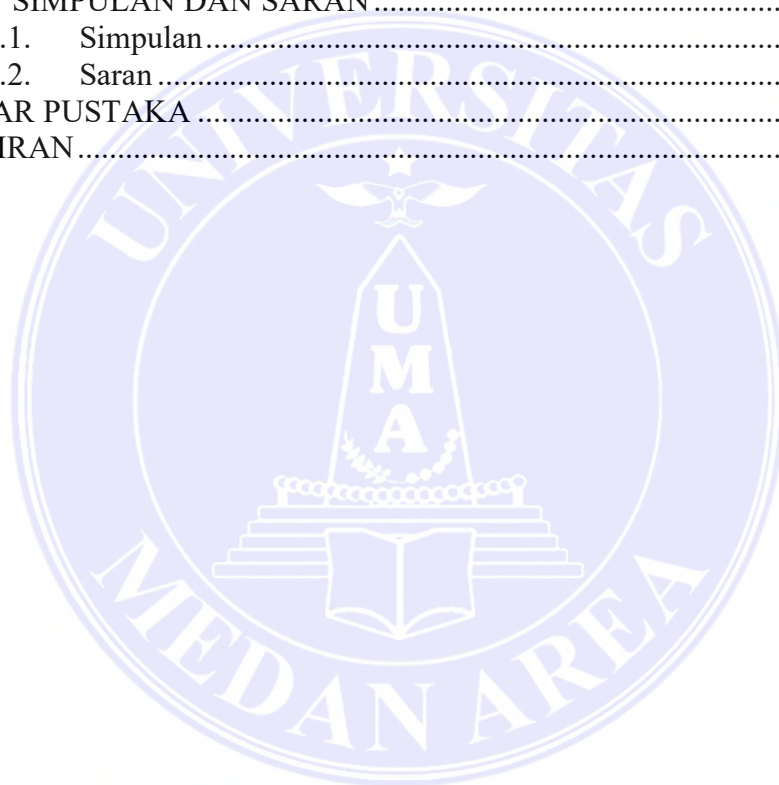
Penulis

(Leonardo Lumban Gaol)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah.....	iv
ABSTRAK .....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Hipotesis Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Komposit .....	5
2.1.1. Material Penyusun Komposit .....	7
2.1.2. Penguat ( <i>Reinforcement</i> ) Atau Pengisi ( <i>Filler</i> ).....	9
2.1.3. Jenis dan Klasifikasi Komposit .....	9
2.1.4. Faktor yang mempengaruhi performa komposit.....	12
2.2. Serat .....	13
2.2.1. Serat Pisang .....	14
2.3. Poly Lactic Acid (PLA).....	17
2.3.1. Komposit PLA Diperkuat Serat Alami.....	18
2.3.2. Pengembangan Serat Alam Biokomposit PLA .....	18
2.3.3. Potensi Aplikasi Komposit PLA Diperkuat Serat Alam.....	19
2.4. Biokomposit.....	20
2.5. Sifat Mekanikal Material .....	20
2.5.1. Kekuatan.....	21
2.6. Bahan Penyerasi ( <i>Compatibilizer</i> ).....	24
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>27</b>
3.1. Waktu dan Tempat dan Penelitian.....	27
3.1.1. Waktu.....	27
3.1.2. Tempat .....	27
3.1.3. Penelitian .....	27
3.2. Bahan dan Alat .....	27
3.2.1. Bahan .....	27
3.2.2. Alat .....	28
3.3. Metode Penelitian .....	31
3.3.1. Sistematika Penelitian.....	31
3.3.2. Standart Spesimen Pengujian .....	32
3.4. Populasi dan Sampel.....	33

3.4.1. Populasi .....	33
3.4.2. Sampel .....	33
3.5. Prosedur Kerja .....	33
3.5.1. Persiapan Bahan .....	33
3.5.2. Pembuatan Spesimen Material .....	35
3.5.3. Pengujian Spesimen.....	36
3.5.4. Diagram Alir Penelitian.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	38
4.1. Hasil.....	38
4.2. Pembahasan .....	39
4.2.1. Sifat Kekuatan Tarik.....	40
4.2.2. Sifat Regangan putus .....	42
4.2.3. Modulus Elastisitas .....	44
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1. Simpulan.....	48
5.2. Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA .....	49
LAMPIRAN.....	51



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir .....	27
Tabel 3.2. Komposisi Pembuatan Spesimen.....	35
Tabel 4.1. Hasil pengujian spesimen tanpa bahan penyerasi (compatilizer). ....	38
Tabel 4.2. Hasil pengujian spesimen penambahan penyerasi (compatibilizer). .	38
Tabel 4.3. Kekuatan Tarik Tanpa Penyerasi. ....	40
Tabel 4.4. Kekuatan Tarik Dengan Penyerasi.....	41
Tabel 4.5. Regangan Tanpa Penyerasi. ....	43
Tabel 4.6. Regangan Dengan Penyerasi.....	43
Tabel 4.7. Modulus Elastisitas Tanpa Penyerasi.....	45
Tabel 4.8. Modulus Elastisitas Dengan Penyerasi. ....	45



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Penggunaan Material Komposit.....	5
Gambar 2.2. Komponen Penyusun Komposit.....	7
Gambar 2.3. Metal Matriks Composite.....	8
Gambar 2.4. Ceramic Matriks Composite.....	8
Gambar 2.5. Polymer Matriks Composite.....	9
Gambar 2.6. Klasifikasi komposit.....	9
Gambar 2.7. Komposit partikel penguatnya berbentuk serbuk.....	10
Gambar 2.8. Komposit serat dapat berupa serat sintetis atau serat alam. ....	10
Gambar 2.9. Komposit Sandwich. ....	11
Gambar 2.10. Komposit Lamina. ....	11
Gambar 2.11. Serat alami.....	14
Gambar 2.12. Serat sintetis karbon dan nylon.....	14
Gambar 2.13. Pohon pisang. ....	15
Gambar 2.14. Serat pisang. ....	16
Gambar 2.15. Klasifikasi Biopolimer. ....	17
Gambar 2.16. Kurva tegangan dan regangan.....	22
Gambar 2.17. Perbandingan material ulet dan getas.....	23
Gambar 2.19. Kurva S-N. ....	24
Gambar 3.1. Partikel Serat Pisang.....	28
Gambar 3.2. PLA Berbentuk Pelet.....	28
Gambar 3.3. Mesin Uji Tarik. ....	29
Gambar 3.4. Mesin Dan Ayakan.....	29
Gambar 3.5. Hot Press. ....	30
Gambar 3.6. Plat Besi Cetakan Spesimen.....	30
Gambar 3.7. Timbangan Digital.....	30
Gambar 3.8. Dimensi Spesimen Uji Tarik. ....	32
Gambar 3.9. Sampel Uji Tarik. ....	33
Gambar 4.1. Spesimen setelah dilakukan uji tarik. ....	39
Gambar 4.2. Pengaruh Penambahan MAPP Terhadap Sifat kekuatan Tarik.....	42
Gambar 4.3. Pengaruh Penambahan MAPP Terhadap Sifat Regangan.....	44
Gambar 4.4. Pengaruh Penambahan MAPP Terhadap Sifat Modulus Elastitas. 46	
Gambar 4.5. Pengamatan Visual Spesimen Uji Tarik.....	47



## DAFTAR NOTASI

PLA	= Poli Asam Laktat
PSP	= Partikel Serat Pisang
MAPP	= <i>Maleat Anhidrida Polypropylene</i>
h	= Lebar Penampang (mm)
b	= Tebal Penampang (mm)
$\sigma$	= Kekuatan tarik (MPa)
F	= Gaya (N)
A	= Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )
E	= Modulus elastisitas (GPa)
$\sigma$	= Tegangan (MPa)
$\varepsilon$	= Regangan
$\Delta L$	= Pertambahan Panjang (mm)
L	= Panjang Permulaan (mm)
$\mu m$	= Mikrometer
$\bar{\sigma}$	= Nilai Rata-rata Kekuatan Tarik
$\bar{\varepsilon}$	= Nilai Rata-rata Regangan
$\bar{E}$	= Nilai Rata-rata Modulus Elastisitas



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Meningkatnya permintaan untuk produk "hijau" telah menyebabkan peningkatan popularitas material biokomposit dalam dunia industri dan ilmiah global. Minat yang meningkat pada komposit serat alami oleh perusahaan dan peneliti dikarenakan biaya serat alami yang relatif rendah, kepadatan rendah (dibandingkan dengan serat kaca) biodegradabilitas, kemudahan pemisahan, peningkatan pemulihan energi, dan kelestarian lingkungan. mendorong pengembangan produk baru biokomposit untuk digunakan dalam pengemasan, otomotif, konstruksi, farmasi, bioteknologi (Walczak 2022).

Serat alam adalah serat yang asalnya dari tumbuh-tumbuhan pada lingkungan kita, salah satu serat alam yang banyak dimanfaatkan dalam bahan komposit adalah serat pisang dikarenakan sifat fisik dan mekanikalnya yang tinggi, pisang belum banyak diolah maka hanya akan menjadi limbah (Kosim et al. 2017).

Berkenaan dengan sifat bioplastik yang paling menonjol adalah biodegradable dan sepenuhnya atau sebagian berbasis bio, karena bahan dapat mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil dan dengan demikian mengurangi emisi gas rumah kaca. Poli asam laktat adalah salah satu polimer biodegradable yang paling banyak digunakan karena harganya yang kompetitif, stabilitas termal yang cocok untuk pemrosesan industri, sifat mekanik yang baik sebanding dengan beberapa kinerja polimer non-biodegradable (Dominguez-

candela et al. 2022). Dengan demikian, PLA menyumbang 24% dari produksi pasar polimer biodegradable global, diikuti oleh poli(butilena suksinat) (PBS) dan poli(adipat-cobutylene terephthalate) (PBAT) dengan hasil 23%. Kelemahan utama adalah kerapuhan yang melekat dan kompatibilitas yang buruk dengan pengisi organik, seperti yang dapat digunakan untuk mengembangkan komposit hijau, membuat beberapa aplikasi komersial menjadi sulit.

Bioplastik PLA berbasis serat alami saat ini sedang dikembangkan untuk mengurangi biaya pembuatan bahan PLA dengan menggabungkan serat yang lebih murah, dan untuk meningkatkan kekuatan dan modulus bahan melalui penguatan serat alami. Namun, karena tingginya hidrofilisitas serat alami ini, kompatibilitas antar muka yang rendah dapat menghambat interaksi serat-polimer. Masalah ini seringkali dapat diatasi dengan mengolah serat secara kimiawi atau menambahkan polimer yang difungsikan ke dalam sistem bioplastik. (Tanjung, 2020).

Pembuatan bioplastik membutuhkan bahan pengisi supaya memberikan pengaruh pada sifat-sifat komposit yang terbentuk (Pertanian, Udayana, and Bukit 2021). Komposit bisa menjadi lebih baik sifat mekaniknya dengan penambahan bahan penyerasi (compatibilizer) dan beberapa jenis filler yang biasanya digunakan pembuatan bioplastik seperti ZnO, clay, CaCO<sub>3</sub>, dan nanoselulosa.

Dalam penelitian ini, thermoplastik polimer PLA digunakan sebagai matriks dan serat pisang sebagai serat pengisi untuk membuat material komposit. Dibandingkan dengan bahan pengisi sintetik yang lain, serat pisang dapat diperoleh dengan mudah, kualitas kekuatan yang baik, dan relatif murah. Penggunaan serat pisang dan PLA akan menghasilkan bahan komposit dengan kekuatan mekanikal yang baik, mudah terurai dan tidak menghasilkan residu.

## 1.2. Perumusan Masalah

Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari pengaruh bahan peyerasi (compatibilizer) terhadap sifat-sifat mekanikal biokomposit poliasam laktat terisi partikel serat pisang.

Pada penelitian ini yang menjadi rumusan masalah adalah :

- a) Bagaimana pengaruh kandungan partikel serat pisang terhadap sifat-sifat mekanikal biokomposit PLA.
- b) Bagaimana ukuran partikel serat pisang terhadap sifat-sifat mekanikal biokomposit PLA.
- c) Bagaimana pengaruh bahan penyerasi (compatibilizer) terhadap sifat-sifat mekanikal PLA/ partikel serat pisang.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dari penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui proses pembuatan spesimen uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi.
- b. Untuk mengetahui proses pengujian spesimen uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi.
- c. Untuk menganalisis sifat mekanikal hasil uji tarik material biokomposit poli asam laktat terisi partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi.

## 1.4. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian dalam penelitian ini yaitu: Hasil penelitian penambahan bahan penyerasi Maleat anhidrida polipropilena dan tanpa bahan penyerasi terhadap sifat mekanikal kekuatan tarik memberikan pengaruh baik dan meningkatkan ikatan antar muka.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Memberikan pengetahuan tentang keunggulan limbah serat batang pisang untuk pembuatan produk baru yang berguna bagi masyarakat atau industri.
- b. Mengembangkan pemamfaatan limbah batang pisang menjadi harga jual yang ekonomis.
- c. Menjadi potensi bahan pengemas makan yang ramah lingkungan, menggantikan plastik konvensional.



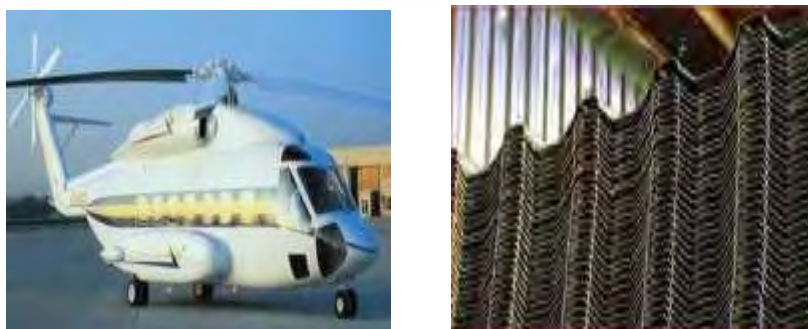


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Komposit

Komposit adalah bahan yang saat ini hidup berdampingan dengan bahan lain seperti logam, polimer, dan keramik. Komposit adalah bahan multifase yaitu suatu bahan campuran yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang tidak bereaksi secara kimiawi bila dicampur. Komposit merupakan gabungan dari sifat-sifat bahan awal, yaitu matriks dan penguat atau pengisi, yang keduanya memiliki sifat yang berbeda. Pemberian bahan penguat harus dapat menunjang/meningkatkan sifat matriks dalam pembentukan komposit. Secara umum, karakteristik komposit adalah ikatan diferensial antara matriks dan struktur mikro dalam bentuk penguatan. Kelebihan dari bahan ini adalah kekuatan, kekakuan dan bobot yang ringan, tetapi "kelemahan" adalah harga tinggi dan delaminasi. Dalam perkembangan terakhir di milenium ini, material komposit telah banyak digunakan dalam transportasi (darat, udara, laut), permesinan, elektronik, dan bangunan dapat dilihat pada Gambar 2.1. Hal ini menunjukkan bahwa material komposit digunakan dalam berbagai bidang.



Gambar 2.1. Penggunaan Material Komposit.

Komposit yang diperkuat serat dapat dikategorikan ke dalam dua jenis, khususnya komposit serat pendek dan komposit serat panjang. Serat panjang lebih kuat daripada serat pendek. Serat panjang (serat tanpa henti) lebih hijau dalam peletakan dari pada serat pendek cepat tetapi serat pendek lebih mudah untuk diletakkan. Durasi serat mempengaruhi kemampuan proses komposit serat. Dalam istilah teori, serat panjang dapat mengirimkan ratusan dan tegangan dari faktor tekanan ke serat lainnya.

Tinggi atau rendahnya daya komposit sangat bergantung pada serat yang digunakan karena tekanan yang diberikan pada komposit primer diperoleh melalui matriks dan ditransmisikan ke serat, sehingga serat akan menahan beban sebanyak beban terbanyak. Serat perlu memiliki tekanan tarik dan modulus elastisitas yang lebih baik daripada matriks komposit.

Bahan komposit memiliki rumah yang unik dari tempat yang tidak biasa atau bahan yang biasa digunakan. Sementara produksi melalui proses pencampuran yang tidak homogen, agar kita dapat lebih fleksibel dalam membuat rencana kekuatan kain komposit yang kita butuhkan melalui cara menyesuaikan komposit dari kain yang dibentuknya.

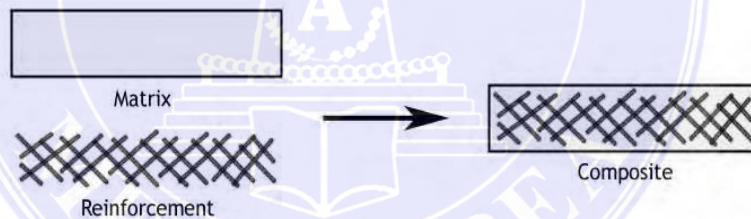
Pada umumnya sifat-sifat yang dimiliki komposit ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain (Prantasi Harmi Tjahjanti, 2018):

1. Jenis bahan-bahan penyusunnya.
2. Rasio perbandingan bahan-bahan penyusunnya.
3. Daya lekat antara bahan-bahan penyusunnya.
4. Orientasi bahan penguat dan proses pembentukannya.

### 2.1.1. Material Penyusun Komposit

Komposit terdiri dari dua fase, matriks dan pengaku, yang bertindak sebagai pengikat dan pengaku.

1. Pengisi Ini memiliki sifat elastis yang buruk, tetapi memiliki kekakuan dan kekuatan yang tinggi dan berfungsi untuk menahan beban.
2. Matriks struktur komposit dapat diperoleh dari bahan polimer atau logam. Syarat utama matriks yang digunakan dalam komposit adalah matriks harus mampu mentransfer beban, sehingga serat harus melekat pada matriks dan harus ada kesesuaian antara serat dengan matriks. Matriks rakitan komposit membantu melindungi dan mengikat serat, memungkinkannya berfungsi dengan baik. Selain itu, matriks juga bertindak sebagai pelapis serat. Bahan bangunan komposit ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Komponen Penyusun Komposit.

Berdasarkan jenis matriksnya, maka komposit dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu (Mikell P. Groover, 2007):

#### 1. Metal Matriks Composite (MMC)

Dikembangkan sejak 1996. Pertama, filamen kontinyu MMC-nya yang digunakan dalam industri kedirgantaraan dipelajari. MMC dengan matriks logam aluminium disebut komposit matriks logam aluminium (AMMC). AMMC diproduksi dengan menggunakan proses pengecoran yang disebut Aluminium

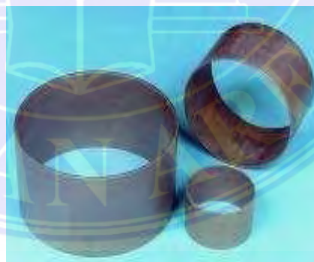
Metal Matrix Composite Cast Composite (AMMCC) dapat dilihat pada Gambar 2.3 Menunjukkan penggunaan AMMC di sektor otomotif.



Gambar 2.3. Metal Matriks Composite.

## 2. Ceramic Matriks Composite (CMC)

CMC adalah material dua fase, satu fase bertindak sebagai penguat dan yang lainnya bertindak sebagai matriks, matriks adalah keramik. Enhancer yang umum digunakan dalam CMC adalah oksida, karbida, dan nitrida. Salah satu proses pembuatan CMC adalah proses Dymox. Ini memanfaatkan reaksi oksidasi logam cair untuk membentuk bahan komposit dan menumbuhkan matriks keramik di sekitar area pengisian dapat dilihat pada Gambar 2.4 Aplikasi CMC.



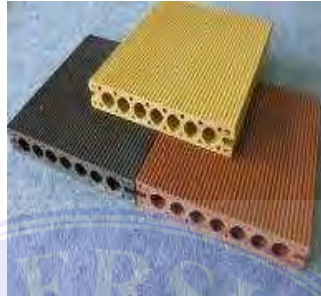
Gambar 2.4. Ceramic Matriks Composite.

## 3. Polymer Matriks Composite (PMC)

Bahan komposit yang mengandung matriks polimer. Polimer adalah matriks yang paling umum digunakan dalam komposit. Ini karena sangat tahan lama dan ringan. Ada dua jenis polimernya matriksnya: termoset dan termoplastik. Perbedaannya adalah bahwa polimer termoplastik dapat didaur ulang sedangkan



polimer termoset tidak, itulah sebabnya mereka semakin banyak digunakan akhir-akhir ini. Jenis resin termoplastik yang umum digunakan termasuk polipropilen (PP), polistirena (PS) dan polietilen (PE) dapat dilihat pada Gambar 2.5. menunjukkan aplikasi PMC.



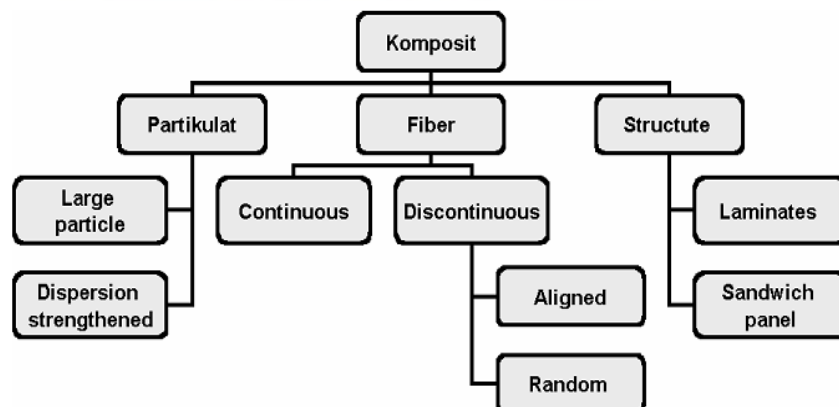
Gambar 2.5. Polymer Matriks Composite.

### 2.1.2. Penguat (*Reinforcement*) Atau Pengisi (*Filler*)

Penguat/pengisi adalah material yang diisikan kepada matriks dan berfungsi untuk menunjang sifat-sifat matriks dalam membentuk bahan komposit. penguat (penahan beban utama), *Interphase* (perekat anatar dua penyusun), *interface* (permukaan *phase* yang berbatasan dengan phase lain).

### 2.1.3. Jenis dan Klasifikasi Komposit

Klasifikasi komposit berdasarkan penguat atau pengisi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Klasifikasi komposit.



Berdasarkan pada Gambar 2.6 klasifikasi komposit berdasarkan jenis penguatnya dapat dijelaskan sebagai (Nasmi Herlina Sari, 2019):

### 1. Komposit Partikel (*Particle Composite*)

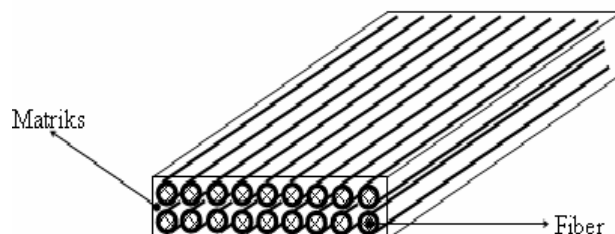
Komposit partikel adalah komposit di mana partikel atau bubuk digunakan sebagai bahan penguat dan tersebar merata di dalam matriks. Komposit partikel-matriks, yaitu partikel yang diperkuat semen (pasir batu), sering dilihat sebagai beton, senyawa kompleks hingga senyawa kompleks. Komposit partikel adalah produk yang diproduksi dengan menempatkan partikel dan secara bersamaan mengikatnya ke dalam matriks bersama dengan satu atau lebih faktor pemrosesan seperti panas, tekanan, kelembapan, atau katalis. Berbeda dengan jenis serat acak, komposit partikel ini bersifat isotropik dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Komposit partikel penguatnya berbentuk serbuk.

### 2. Komposit Serat

Komposit ini hanya terdiri dari satu lamina atau satu lapisan yang menggunakan pengisi berupa serat. biasanya disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman dapat dilihat pada Gambar 2.8.

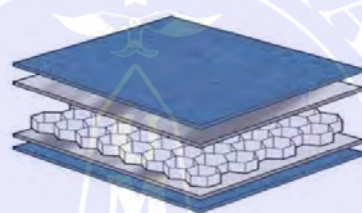


Gambar 2.8. Komposit serat dapat berupa serat sintetis atau serat alam.

### 3. Komposit Struktural

Material komposit yang terdiri dari dua lapis material atau lebih yang digabungkan menjadi satu lapis, yang masing-masing lapis memiliki karakteristiknya masing-masing.

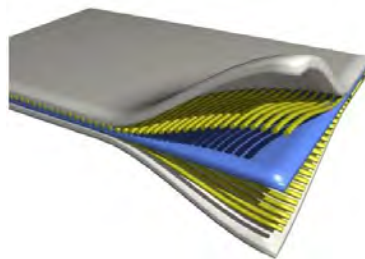
- a. Sandwich komposit Sandwich Composite adalah kombinasi dari dua kulit luarnya dan inti yang lebih ringan di antara kedua kulit tersebut. Konstruksi sandwich biasanya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan bobot ringan, kekuatan lentur tinggi, dan kekakuan. Fitur kulit harus menahan beban aksial dan transmisi (yaitu, kuat dan kaku) dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Komposit Sandwich.

#### b. Komposit Laminat

Komposit laminasi adalah jenis material komposit di mana dua atau lebih lapisan digabungkan bersama, setiap lapisan memiliki sifat tertentu, ada empat jenis komposit laminasi: komposit serat kontinu, komposit serat anyaman, komposit serat terjerat, dan komposit serat hibrida. Dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10. Komposit Lamina.

#### 2.1.4. Faktor yang mempengaruhi performa komposit

Studi gabungan matriks-serat perlu mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja komposit serat-matriks.

##### 1. Faktor Serat

Serat merupakan bahan yang digunakan untuk memperkuat sifat dan struktur matriks yang tidak memilikinya. Juga diharapkan dapat menjadi bahan penguat matriks untuk komposit yang tahan terhadap gaya-gaya yang dihadapi.

##### 2. Letak serat

Dalam fabrikasi komposit, posisi dan orientasi serat dalam matriks menentukan kekuatan mekanik komposit, dan posisi serta orientasi dapat mempengaruhi kinerja komposit.

Tergantung pada susunan dan arah serat, ini dibagi menjadi tiga bagian:

- a. Penguat satu dimensi, kekuatan sepanjang sumbu serat.
- b. Penguat dua dimensi (Plapper) memiliki kekuatan dua arah atau sembarang arah orientasi serat.
- c. Penguat tiga dimensi menampilkan isotropi dengan kekuatan lebih tinggi dari dua jenis sebelumnya.

##### 3. Panjang serat

Panjang Serat Panjang serat dalam produksi komposit matriks serat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan. Ada dua jenis serat yang digunakan dalam campuran komposit: serat pendek dan panjang. Serat alami bervariasi panjang dan diameternya dibandingkan dengan serat sintetis. Bentuk serat yang digunakan untuk membuat komposit tidak terlalu penting. Diameter serat itu

penting. Secara umum, semakin kecil diameter serat, semakin kuat komposit tersebut.

#### 4. Jenis serat

Berdasarkan jenis serat yang digunakan sebagai bahan penguat komposit yaitu :

Serat organik adalah serat yang berasal dari bahan organik misalnya : Serat pisang, serat kelapa, serat nanas, serat rami, serat kapas, dll.

### 2.2. Serat

Kekuatan suatu komposit sangat bergantung pada kekuatan serat-serat penyusunnya, karena serat-serat komposit berperan sebagai bagian penahan beban utama (Nasmi Herlina Sari, 2019). Semakin kecil material (diameter serat kurang lebih sama dengan ukuran kristal), semakin kuat material tersebut karena cacat pada material dapat diminimalkan. Serat Alami (Natural Fibers) Salah satu penyusun utama komposit adalah pengaku (stiffener), yang berperan sebagai pembawa beban utama pada komposit seperti contoh serat. Serat adalah jenis bahan berupa unsur-unsur penyusunnya yang membentuk jaringan memanjang sempurna. Serat dapat dikategorikan menjadi dua jenis:

#### 1. Serat Alam

Serat alam adalah serat yang diperoleh dari alam, terutama serat tumbuhan seperti daun, akar, dan batang yang telah diolah menjadi serat. Serat ini banyak digunakan karena limbahnya lebih ramah lingkungan dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Serat alami.

## 2. Serat Sintetis

Sintetis adalah produk yang di buat oleh manusia atau hasil pengolahan tidak terdapat pada alam dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Serat sintesis karbon dan nylon.

### 2.2.1. Serat Pisang

Ada banyak sumber serat tumbuhan di seluruh dunia, terutama di daerah tropis. Serat pisang salah satunya, batang biasanya dikenal sebagai batang semu berbentuk silinder dan mengandung banyak serat panjang. Serat pisang terdiri dari 71,08% selulosa, 12,61% hemiselulosa dan 7,67% lignin dalam komposisi kimianya, dengan diameter 138  $\mu$ m dan kepadatan 1,28 g/cm<sup>3</sup> (Malalli and Ramji 2022). Negara tropis seperti Indonesia, tanaman pisang dianggap sebagai tanaman pertanian, tumbuh subur karena kondisi iklim yang menguntungkan dapat dilihat pada gambar 2.13.





Gambar 2.13. Pohon pisang.

Setelah panen buah, tanaman pisang dipotong di bagian bawah dan seluruh bagian pemotongan dianggap sebagai limbah total termasuk batang semu dan daun, ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber serat alami untuk pembuatan, tekstil, tenunan, bahan pengemas, bahan penyeka, dll. Serat dapat digunakan dalam industri tanpa biaya tambahan dalam hal budidaya (Balaji et al. 2020). Selain itu, serat pisang menunjukkan sifat mekanik yang baik jika dibandingkan dengan serat selulosa lainnya, yang menjadikannya bahan penguat potensial dalam berbagai aplikasi teknik.

Tidak diragukan lagi bahwa serat alam memiliki banyak potensi karena sifatnya yang unik dan ramah lingkungan. Namun memiliki beberapa kelemahan juga, seperti penyerapan air yang tinggi, kompatibilitas rendah dengan resin komersial, adhesi yang buruk antara serat dan matriks, filamen kurang homogen, dan ketahanan yang rendah terhadap api. Namun, tantangan ini dapat diatasi melalui berbagai jenis perawatan fisik dan kimia. Perlakuan kimia terhadap serat, termasuk alkali, salin, asetilasi, benzoilasi dan banyak lagi, dapat meningkatkan adhesi antara serat dan matriks. Serat dapat digunakan dalam industri tanpa setiap biaya tambahan dalam hal budidaya. Selain itu, serat pisang menunjukkan hal yang baik

sifat mekanik jika dibandingkan dengan serat selulosa lainnya, yang menjadikannya bahan penguat potensial dalam berbagai aplikasi teknik dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Serat pisang.

Serat alami memiliki banyak potensi karena keunikannya properti dan keramahan lingkungan. Namun, serat pisang memiliki beberapa kelemahan seperti penyerapan kelembapan tinggi, kompatibilitas rendah dengan resin komersial, adhesi yang buruk antara serat dan matriks, filamen yang kurang homogen, dan resistensi yang rendah terhadap api. tantangan ini dapat diatasi melalui berbagai jenis fisik dan perawatan kimia. Perlakuan kimiawi dari serat, termasuk alkali, saline, asetilasi, benzoilasi dan banyak lagi, dapat meningkatkan daya rekat antara serat dan matriks (Molding 2020).

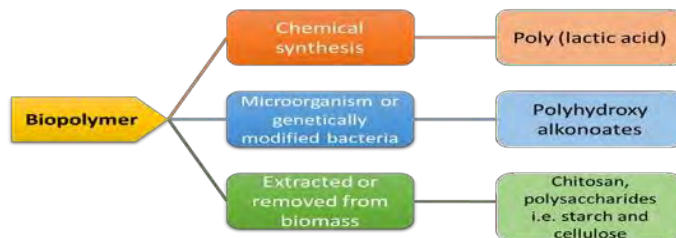
Pada penelitian sebelumnya pada serat pisang yang dilakukan Yusriza Syahid telah menganalisis karakteristik mekanik pada komposit kertas kardus yang di perkuat serat pisang mendapatkan hasil yang baik pada kardus. Sejumlah perawatan perkembangan untuk meningkatkan ikatan antarmuka dan untuk meningkatkan sifat mekanik dan karakteristik tahan air dari serat alami. Banyak kotoran fisik ditemukan pada permukaan serat yang memengaruhi kinerjanya sebagai penguat. Dengan melakukan modifikasi permukaan dan perawatan telah dieksplorasi untuk mendapatkan sifat yang dinginkandari komposit polimer.

### 2.3. Poly Lactic Acid (PLA)

Poly lactic acid (PLA) adalah biopolimer multifungsi yang dipolimerisasi dari asam laktat yang diperoleh dengan fermentasi bahan baku pertanian terbarukan. telah menarik banyak perhatian untuk biodegradabilitas, biokompatibilitas, transparansi, modulus elastisitas tinggi dan kekuatannya. Selanjutnya, prosesnya mirip dengan yang digunakan untuk poliolefin atau termoplastik lainnya namun, kekuatan lelehnya yang terbatas, rendah suhu distorsi panas, kerapuhan tinggi, dan fleksibilitas rendah membatasi penggunaannya.

Salah satu strategi untuk meningkatkan sifat-sifat PLA adalah penambahan serat alami seperti serat selulosa. sebagai bala bantuan. selulosa adalah komponen utama dari dinding sel tanaman dan menunjukkan mekanik yang sangat baik dan sifat termal selain dapat terurai secara biodegradabilitas (Ruz-cruz, Herrera-franco, and Flores-johnson 2022).

Biopolimer PLA yang paling banyak diteliti dan menjanjikan yang mampu menggantikan polimer berbasis minyak bumi konvensional karena dapat diperbarui, dapat didaur ulang, dapat terurai secara hayati, dan dapat dibuat kompos, PLA mempunyai keunggulan manufaktur sangat baik karena cocok untuk diproses dengan berbagai metode. cetakan injeksi, ekstrusi film, blow moulding, thermoforming, pemintaan serat dan pembentukan film adalah beberapa di antaranya (Igwe, Nwabanne, and Tanjung 2021) dapat dilihat pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Klasifikasi Biopolimer.

### 2.3.1. Komposit PLA Diperkuat Serat Alami

komposit berbasis PLA dengan penguat serat alami, sebuah tinjauan literatur sistematis baru-baru ini tentang komposit PLA yang diperkuat serat alami. Berhasil menunjukkan perkembangan dalam studi komposit serat alami berdasarkan PLA. Penelitian dilakukan untuk memahami karakteristik serat alam dan PLA dan aktivitasnya setelah berbagai teknik pemrosesan. Ditunjukkan bahwa komposit PLA yang diperkuat serat alami dapat memberikan alternatif yang memungkinkan untuk menggantikan pemanfaatan polimer sintetik yang tidak berkelanjutan dan sulit dibuang. Namun, ada kemajuan terbatas dalam upaya membangun komposit yang sepenuhnya dapat terurai secara hayati dari biopolimer. Studi ini menunjukkan penggantian yang efisien dari komposit polimer sintetik dengan komposit yang dapat terurai secara hayati akan membutuhkan perbaikan dalam hal biaya produksi PLA.

### 2.3.2. Pengembangan Serat Alam Biokomposit PLA

komposit yang diperkuat serat alami (PLA) dengan cara yang sistematis. Ada semakin banyak literatur yang mengakui pentingnya kombinasi polimer biodegradable dengan serat tumbuhan untuk menghasilkan komposit. melakukan penerapan komposit polimer yang diperkuat serat alami di industri otomotif. serat alami misalnya, kenaf, rami, dan sisal ditemukan menawarkan manfaat seperti berat, biaya, pengurangan CO<sub>2</sub>, ketergantungan lebih sedikit pada sumber minyak eksternal dan daur ulang. Produksi komposit melibatkan kombinasi preform serat alam dengan sistem pengikat termoplastik.

Sistem yang paling populer saat ini digunakan dalam industri kendaraan adalah polypropylene termoplastik, terutama untuk komponen non-struktural.



Dalam berbagai komponen otomotif, penggunaan perkuatan serat alam terbukti layak. Aplikasi pelapis sandaran kursi, penutup pintu, dan panel lantai. Serat kelapa digunakan dalam pembuatan alas kursi, sandaran kepala, dan bantalan punggung, sedangkan kapas dapat digunakan untuk penghalang suara dan serat kayu sering digunakan di kursi belakang. Hanya jika area bermasalah seperti masalah kelembaban, kompatibilitas, daya tahan, dan sumber serat kontinu dapat ditangani oleh produsen kendaraan, komposit serat alam dapat bersaing sebagai bahan yang dapat diandalkan di industri otomotif.

### 2.3.3. Potensi Aplikasi Komposit PLA Diperkuat Serat Alam

Komposit PLA yang diperkuat serat alami memiliki banyak potensi penggunaan. Memiliki kekuatan mekanik yang tinggi mirip dengan serat kaca konvensional, serat kaca ini dipandang sebagai pengganti serat kaca yang potensial. Serat kaca sulit terurai dan merusak lingkungan. Komposit PLA yang diperkuat serat alami memiliki biodegradabilitas tinggi dan daur ulang yang ramah lingkungan.

Diantara kemungkinan alternatif untuk serat tradisional dan polimer sintetik adalah PLA dan serat alami karena dapat diperbarui dan mudah didaur ulang. Karena mereka memiliki sifat mekanik dan fisik yang hampir mirip, biokomposit memiliki kemampuan yang menjanjikan untuk menggantikan komposit berbasis bensin seperti komposit serat kaca (Mohd F. Omar, 2020) dan digunakan sebagai bahan pengemas. Peningkatan jumlah suku cadang otomotif dan bahan kemasan menggunakan komposit serat alami diamati di Indonesia. Dengan demikian, komposit PLA yang diperkuat serat alami bahkan dapat menggantikan produk berbasis minyak bumi konvensional dengan dampak lingkungan yang baik.



## 2.4. Biokomposit

Biokomposit adalah material komposit yang terdiri dari matriks (resin) dan penguat serat alam. Masalah lingkungan dan biaya serat sintetis telah menyebabkan penggunaan serat alami sebagai penguat komposit polimer. Fase matriks dibentuk oleh polimer yang berasal dari sumber daya terbarukan dan tidak terbarukan (Wikipedia, 2009). Matriks penting dalam melindungi serat dari degradasi lingkungan dan kerusakan mekanis, menyatukan serat, dan mentransmisikan beban melintasi serat. Selanjutnya, biofiber adalah biokomposit yang berasal dari sumber biologis seperti serat yang berasal dari tanaman (kapas, rami atau rami), kayu daur ulang, kertas bekas, produk sampingan dari pengolahan tanaman, atau serat selulosa yang diregenerasi (viscose/viscose).

Bahan utama Karena keunggulannya yang luar biasa (terbarukan, berbiaya rendah, dapat didaur ulang, dapat terurai secara hayati), biokomposit semakin populer dalam aplikasi industri (otomotif, kereta api, kedirgantaraan, militer, konstruksi, pengemasan) dan penelitian dasar. Biokomposit dapat digunakan sendiri atau sebagai pelengkap bahan standar seperti serat karbon. Pendukung biokomposit mengklaim bahwa penggunaan bahan ini meningkatkan kesehatan dan keselamatan pembuatan, lebih ringan, memiliki daya tarik visual yang sama seperti kayu, dan ramah lingkungan.

## 2.5. Sifat Mekanikal Material

Sifat bahan mekanik adalah salah satu faktor kunci dalam memilih bahan untuk desain Anda. Sifat mekanik dapat didefinisikan sebagai perilaku atau respons suatu material terhadap beban tertentu. Beban dapat berupa torsi, gaya, atau kombinasi keduanya. Dalam prakteknya, pembebanan material dapat dibagi

menjadi dua domain: pembebanan statis dan pembebanan dinamis (Sari, 2018). yang membedakan keduanya hanyalah fungsi waktu, beban statis tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu, sedangkan beban dinamis dipengaruhi oleh sebuah fungsi waktu. Pengujian mekanik biasanya dilakukan untuk mendapatkan sifat mekanik.

Pengujian mekanis pada dasarnya bersifat destruktif (pengujian destruktif). Hasil pengujian berupa kurva atau data kualitas atau jumlah cacat bahan dan ketelitian pembuatan sampel. Sifat mekanis suatu material adalah hubungan respons atau deformasi material terhadap beban yang diterapkan. Sifat mekanik bahan mencirikan keadaan bahan tersebut, diantaranya :

### 2.5.1. Kekuatan

Kekuatan adalah ukuran gaya yang diperlukan untuk mematahkan atau merusak suatu material. Kekuatan material selanjutnya diklasifikasikan menjadi dua jenis:

1. Kekuatan Tarik (*Tensile strenght*) merupakan salah satu sifat bahan polimer yang terpenting dan sering digunakan untuk uji sifat suatu bahan polimer penarikan suatu bahan yang dibutuhkan untuk memutuskan spesimen.

Tegangan  $\sigma$  merupakan hasil bagi antara gaya tarik  $F$  yang dialami spesimen dengan luas penampang spesimen. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots \dots \dots (2.1)$$

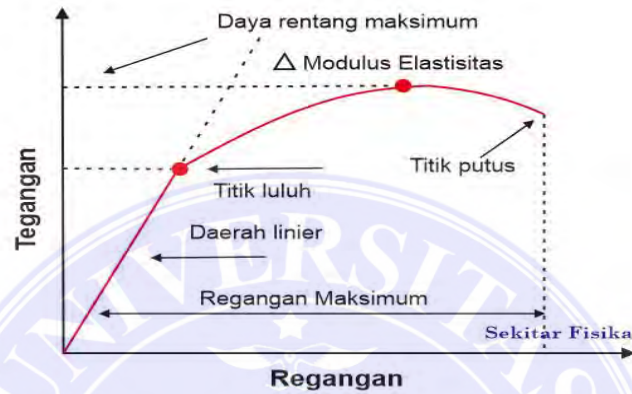
Keterangan:

$\sigma$  = Kekuatan tarik (MPa)

$F$  = Gaya (N)

$A$  = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

Untuk mengetahui seberapa besar tegangan dan regangan yang diberikan pada suatu benda, maka perlu dilakukan suatu pengujian yang disebut dengan uji tarik. Beberapa parameter bahan uji dapat diperoleh dari pengujian tersebut, yaitu kekuatan tarik dan kemuluran dapat dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16. Kurva tegangan dan regangan.

2. Modulus Elastisitas

Elastisitas adalah kemampuan bahan yang direkayasa untuk kembali ke bentuk aslinya ketika gaya yang diterapkan dihilangkan. Semua bahan teknik dapat kembali ke bentuk aslinya selama berada dalam rentang elastisnya, yaitu selama tenaga kerja dihilangkan. Dalam rentang elastis, hubungan antara tegangan dan regangan adalah proporsional dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

$E$  = Modulus elastisitas (GPa)

$\sigma$  = Tegangan (MPa)

$\epsilon$  = Regangan

Regangan  $\varepsilon$  merupakan ukuran seberapa jauh batang berubah bentuk. Atau regangan didefinisikan pergeseran relatif dimensi/bentuk pada materi terhadap tegangan akhir tarikan pada spesimen dirumuskan sebagai berikut :

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

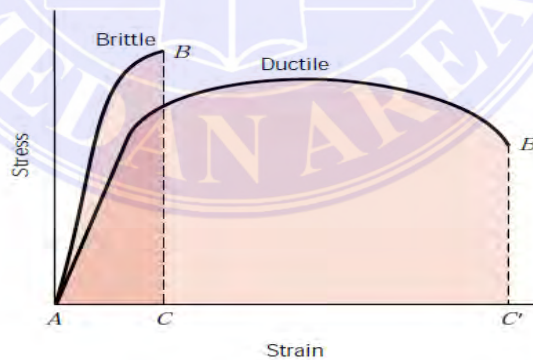
$\varepsilon$  = Regangan

$\Delta L$  = Pertambahan Panjang (mm)

$L$  = Panjang Permulaan (mm)

### 3. Keuletan

Ductility material adalah tingkat deformasi plastis sebelum kegagalan. Kebalikan dari ulet adalah getas. Perbandingan bahan ulet dan rapuh ketika mengalami gaya tetapan yang menyebabkan retak dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Perbandingan material ulet dan getas.

### 4. Ketangguhan

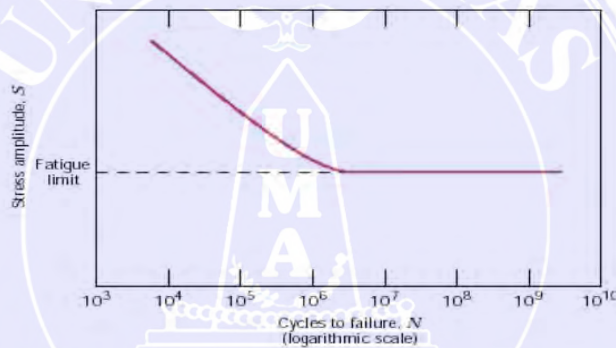
Ketangguhan adalah ukuran kemampuan material untuk menyerap energi hingga terjadi keruntuhan.

## 5. Kekerasan

Kekerasan adalah bahan yang diperoleh dengan pengujian kekerasan. Sederhananya, mekanisme pengujian kekerasan suatu material adalah dengan membuat lekukan pada permukaan sampel dengan indenter. Kedalaman depresi menunjukkan kekerasan material.

## 6. Kelelahan

Kelelahan adalah ketahanan material kerja terhadap beban berputar. Hasil uji kelelahan adalah plot logaritmik antara amplitudo tegangan ( $S$ ) dan jumlah putaran ( $N$ ) yang dialami oleh sampel dapat dilihat pada Gambar 2.19..



Gambar 2.18. Kurva S-N.

### 2.6. Bahan Penyerasi (*Compatibilizer*)

Modifikasi permukaan bahan pengisi dilakukan dengan menambahkan bahan pengandeng dan modifikasi pada matriks dilakukan dengan menggunakan bahan pengkoordinir. Agen perekat atau koordinasi yang digunakan harus kompatibel atau reaktif dengan senyawa yang ada pada permukaan pengisi atau matriks.

Adaptan adalah entitas kimia dengan satu segmen kimia yang menghubungkan satu polimer dan segmen kimia kedua ke polimer lain dengan membentuk kovalen. ikatan antara dua fasa. Agen harmonik meningkatkan adhesi



antarmuka antara dua fase, sehingga mengurangi pemisahan dua fase polimer. Secara umum, bahan yang cocok adalah kopolimer blok atau cangkok yang terdiri dari segmen diskrit yang secara kimia cocok dengan fase matriks polimer yang digunakan. Secara umum, tujuan dari proses penyelarasan adalah untuk:

1. Menyesuaikan tegangan antarmuka untuk mendapatkan tingkat dispersi yang diinginkan.
2. Pastikan bahwa morfologi yang diperoleh pada tahap paduan menghasilkan struktur yang optimal pada tahap pembentukan.
3. Meningkatkan adhesi interfase dalam keadaan padat dan meningkatkan transfer tegangan.

Jenis bahan interkalasi yang dilakukan pada penelitian sebelumnya meliputi:

a. Maleat anhidrida (MA)

Maleat anhidrida (MA) adalah senyawa organik yang digunakan sebagai bahan baku produk lain dan juga dikenal sebagai senyawa berharga dalam industri kimia. Konduktivitas dan kerapatan termal komposit poliester dapat ditingkatkan secara signifikan karena serat yang dimodifikasi memberikan kontak yang lebih baik antara komponen serat/matriks. Maleic anhydride (MA) dicangkokkan ke polypropylene (PP) dan polyethylene (PE) agar sesuai sebagai pengikat antara filler dan matriks. Ketangguhan meningkatkan sifat mekanik yang sangat baik.

b. Asam stearat

Penggunaan asam stearat sebagai compatibilizer dapat meningkatkan fleksibilitas matriks polimer. Selain sifat-sifatnya sebagai penyerasi, asam

stearat juga memiliki sifat sebagai dispersan, yang memungkinkan aditif dicampur secara merata ke dalam matriks plastik dan memfasilitasi demolding produk akhir.

c. Metil etil keton peroksida

MEKP adalah pengukur kimia yang digunakan pada suhu kamar dan tekanan atmosfer untuk memfasilitasi reaksi polimerisasi struktur atau untuk memfasilitasi proses pengeringan bahan matriks dalam komposit. Dosis metil etil keton peroksida dapat digunakan untuk menyesuaikan waktu yang diperlukan untuk pembentukan busa propelan.

d. Alkanolamida

Karena amida adalah turunan asam karboksilat yang paling tidak reaktif, golongan senyawa ini tersebar luas di alam. Alkanolamina, seperti etanolamin, bereaksi dengan asam lemak membentuk alkanolamida dan melepaskan air. Alkanolamida adalah kelompok surfaktan nonionik yang berkembang pesat.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Waktu dan Tempat dan Penelitian

##### 3.1.1. Waktu

Waktu penelitian ini mulai tanggal 14 November 2022 s/d 13 Februari 2023.

##### 3.1.2. Tempat

Tempat penelitian ini yaitu : Laboratorium Kimia Polimer FMIPA Universitas Sumatera Utara.

##### 3.1.3. Penelitian

dilaksanakan pada bulan Juni 2022, dengan detail jadwal Tugas Akhir seperti terlihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

Tabel 3.1. Jadwal Tugas Akhir

No	Aktifitas	Tahun 2022 - Tahun 2023					
		Juni	September	Februari	Maret	Mei	Juli
1.	Pengajuan Judul	■					
2.	Penyelesaian Proposal		■				
3.	Seminar Proposal			■			
4.	Persiapan Alat Dan Bahan				■		
5.	Pembuatan Spesimen					■	
6.	Melakukan Pengujian						■
7.	Analisis data						
8.	Penyelesaian Laporan						
9.	Seminar Hasil						
10.	Sidang Sarjana						

#### 3.2. Bahan dan Alat

##### 3.2.1. Bahan

###### 1. Partikel Serat Pisang

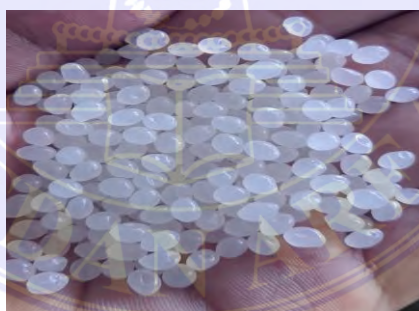
Bahan serat batang pisang akan dijadikan bentuk partikel dengan ukuran 120 mesh. Ukuran partikel serat yang kecil sangat kecil tersebut dimanfaatkan untuk mendesain dan menyusun material dapat dilihat gambar 3.1.



Gambar 3.1. Partikel Serat Pisang.

## 2. Poli asam Laktat

Bahan PLA salah satu bahan yang paling mudah untuk dicetak, meskipun memiliki kecenderungan menyusut sedikit setelah di cetak dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. PLA Berbentuk Pelet.

## 3. Penyerasi (*Compatibilizer*)

*Maleic Anhydride grafted Polypropylene (MAPP)*

### 3.2.2. Alat

#### 1. Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik berfungsi untuk mengetahui sifat mekanikal spesimen dengan pemberian beban statis dapat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Mesin Uji Tarik.

## 2. Mesin dan ayakan

Mesin ayakan digunakan untuk memisahkan bagian partikel kasar dan halus dan untuk mengetahui ukuran partikel atau gradasi agregat suatu bahan dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Mesin Dan Ayakan.

## 3. Hot Press

Hot press digunakan untuk pengempaan atau memadatkan komposit dengan aplikasi panas dan tekanan agar spesimen merata sesuai cetakan dapat dilihat pada gambar 3.5.





Gambar 3.5. Hot Press.

#### 4. Cetakan Spesimen

Cetakan spesimen digunakan untuk membentuk bahan komposit dengan sesuai standart pengujian yang akan dilakukan pada mesin uji tarik dapat di lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Plat Besi Cetakan Spesimen.

#### 5. Timbangan Digital

Timbangan dipergunakan untuk mengetahui berat bahan serat pisang dengan poli asam laktat dan penyerasi pada proses pembuatan spesimen dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Timbangan Digital.

### 3.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara kuantitatif metode penelitian yang digunakan dapat dijabarkan sebagai berikut:

#### 3.3.1. Sistematika Penelitian

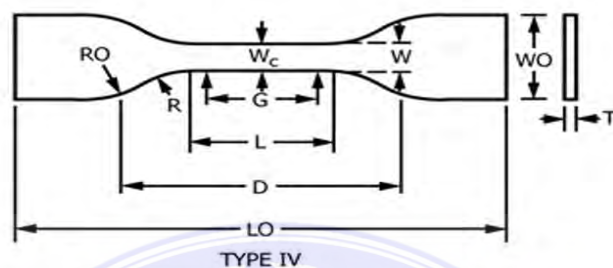
Sistematika pada Studi sifat mekanikal bikomposit poli asam laktat partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyersi (compatibilizing agent) adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur mencari informasi dari jurnal, internet, buku pendukung dan melakukan diskusi mengenai penelitian ini pada dosen pembimbing.
2. Melakukan Survei atau observasi lapangan untuk melihat peralatan dan bahan yang akan dipergunakan untuk penelitian serta memperlajarinya.
3. Membuat spesimen komposit dalam penelitian ini menggunakan serat pisang kepok dimana pohon pisang tersebut sangat mudah untuk ditemukan pada lingkungan rumah. Adapun tahap-tahapannya yaitu :
  1. Persiapan alat dan bahan
  2. Melakukan pencampuran bahan sesuai komposisi
  3. Penuangan bahan dalam cetakan spesimen
  4. Pengeringan dan pelepasan bahan dari cetakan spesimen
  5. Pengukuran spesimen sesuai standart spesimen uji
4. Pengujian spesimen dilakukan menggunakan alat standart pengujian tarik dan selanjutnya analis data untuk mendapatkan data yang sesuai.
5. Menarik kesimpulan

### 3.3.2. Standart Spesimen Pengujian

#### Uji tarik (*Tensile Strength*) ASTM

Adapun dimensi pada penelitian ini menggunakan standart ASTM D 638-IV dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Dimensi Spesimen Uji Tarik.

W	= 7 mm
WO	= 19 mm
LO	= 115 mm
G	= 25 mm
T	= 2 mm
D	= 45 mm
R	= 14 mm

### 3.4. Populasi dan Sampel

#### 3.4.1. Populasi

Populasi sampel pada penelitian itu yaitu sebanyak 27 spesimen dimana setiap 1 variasi terdapat 3 spesimen yang di buat.

#### 3.4.2. Sampel

Berikut adalah contoh sampel 1 variasi terdapat 3 spesimen yang akan di uji dalam 1 variasi untuk mendapatkan data perbandingan dari spesimen variasi lainnya dapat dilihat pada gambar 3.9.

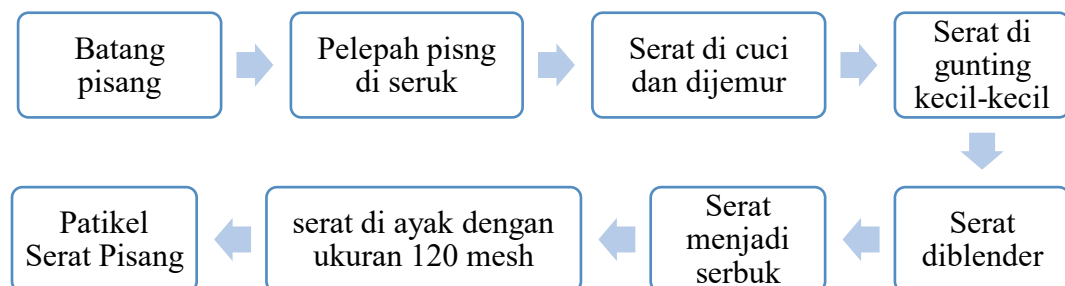


Gambar 3.9. Sampel Uji Tarik.

### 3.5. Prosedur Kerja

#### 3.5.1. Persiapan Bahan

1. Melakukan pembelian bahan poli asam laktat secara online shop.
2. Mempersiapkan bahan yaitu, Serat pisang, Penyerasi.
  - a. Partikel serat pisang



b. Poli asam Laktat (PLA) dilakukan pembelian secara online shop

c. Penyerasi (*Compatibilizer*)

Penyerasi komposit berupa MAPP disediakan berdasarkan prosedur sebagai berikut :

1. Tahap pertama plastik Polypropilene digunting dengan ukuran 10 mm.
2. Tahap kedua pencucian Plastik polypropilene dengan air bersih lalu dijemur di bawah panas matahari selama 12 jam.
3. Tahap ketiga cacahan plastik polypropilene di oven pada suhu 400 °C selama 24 jam.
4. Tahap keempat wadah panci berisi minyak goreng dipanaskan dengan magnetic stirrer hot plate sampai suhu 135 °C.
5. Tahap kelima merefluks dimasukan maleat anhidrida 1 gram, cacahan plastik polipropoilene sebanyak 100 gram dan xylene sebanyak 100 ml di aduk dengan magnetic stirrer selama 20 menit.
6. Tahap keenam ditambahkan benzoil peroksida 0,1 gram dan di aduk selama 10 menit.
7. Tahap ketujuh setelah selesai hasil reaksi yang direfluks di tuangkan pada wadah dan dilakukan blower selama 12 jam.
8. Tahap kedelapan selesai diblower MAPP dicuci dan disaring dengan aquades sampai Ph-nya netral.
9. Tahap kesembilan MAPP dikeringkan di dalam blower selama 24 jam dan dibelender sampai halus.



### 3.5.2. Pembuatan Spesimen Material

Tabel 3.2. Komposisi Pembuatan Spesimen.

Bahan	Tanpa MAPP	Dengan MAPP
Poli Asam Laktat (gram)	100,90,80,70,60	90,80,70,60
Partikel Serat Pisang (gram)	10,20,30,40	10,20,30,40
Penyerasi (3% dari berat serat)	-	Maleat Anhidrida-g-Polypropilene

1. Tahap pertama melakukan penimbangan komposisi sampel dibuat dengan berdasarkan tabel 3.2.
2. Tahap kedua poli asam laktat terlebih dahulu dipanaskan dengan suhu 180 °C. selama 30 menit sampai PLA mencair.
3. Tahap ketiga tambahkan bahan penyerasi dan tunggu selama 10 menit, setelah itu ditambahkan partikel serat pisang dan diaduk dengan magnetic stirer sampai komposit homogen.
4. Tahap keempat cetakan terlebih dahulu di lapiasi dengan aluminum foil agar saat pelepasan spesimen dari cetakan mudah dikeluarkan.
5. Tahap kelima setelah komposit homogen, dilakukan penuangan komposisi pada cetakan spesimen plat uji tarik.
6. Tahap keenam pastikan penuangan komposit pada cetakan sudah merata, dilakukan proses penghotpressan dengan suhu 180 °C. Selama 40 menit.
7. Tahap ketujuh hotpress berbunyi maka plat spesimen sudah bisa diangkat dari hotpress dan disiram dengan air agar cepat dingin.
8. Tahap kedelapan setelah dingin maka spesimen dapat di lepaskan dari cetakan plat spesimen.
9. Tahap kesembilan memberi tanda pada setiap spesimen yang telah selesai di cetak

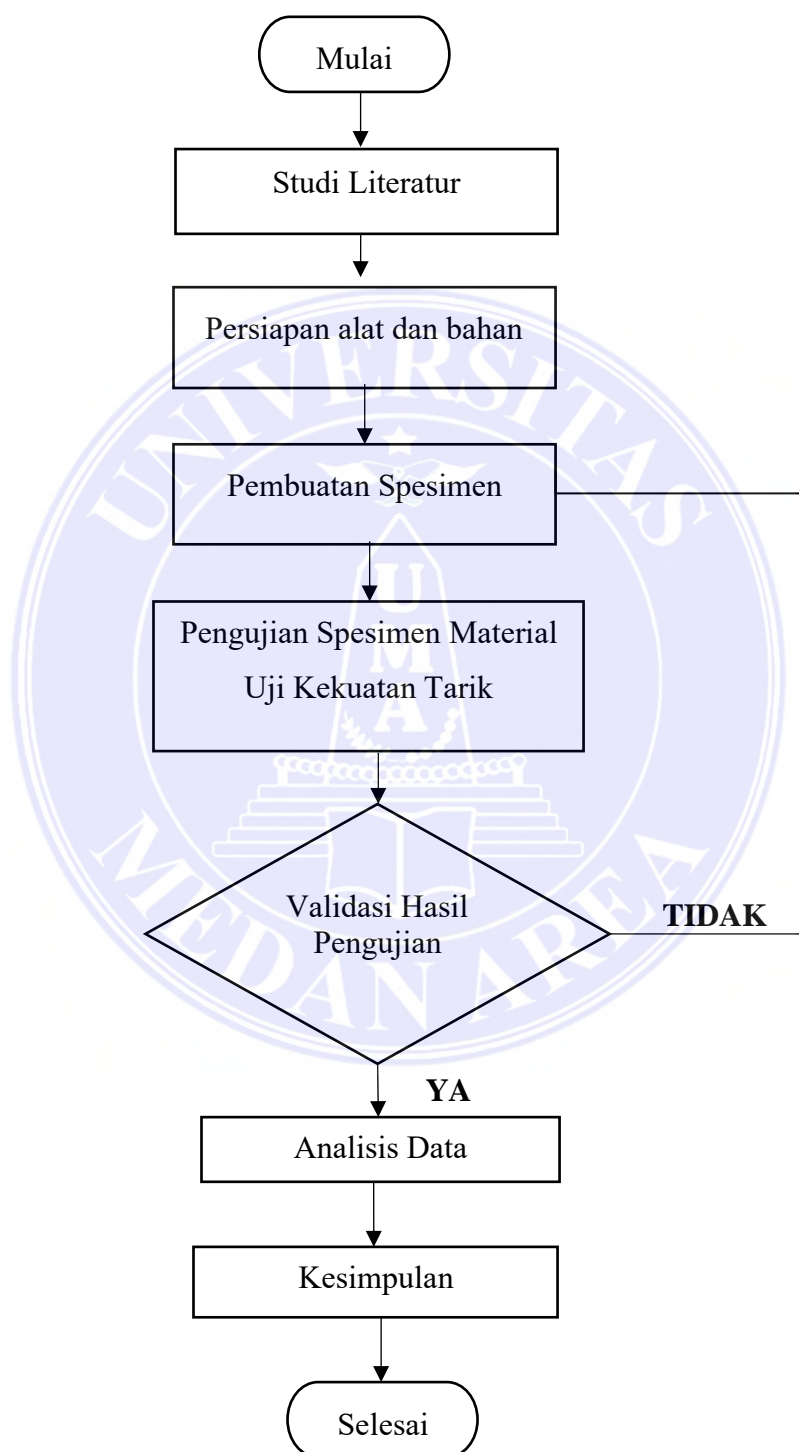
### 3.5.3. Pengujian Spesimen

Berikut adalah prosedur pengujian pada proses pengujian spesimen komposit menggunakan mesin RTF-1350 uji tarik berstandart ASTM D 638 yaitu :

1. Nyalakan switch on pada panel arus listrik.
2. Nyakan tombol power on pada mesin uji tarik sampai indikator warna hijau menyala.
3. Pengecekan mensterilkan mesin uji tarik selama 15 menit.
4. Pengujian tarik siap dilakukan.
5. Pada komputer uji tarik dilakukan pengisian data sampel yang akan diuji.
6. Putar pengunci sampel berlawanan arah jarum jam untuk mengendorkan dan searah jarum jam untuk mengunci.
7. Setelah sampel telah terpadang pada mesin uji tarik, pastikan pembebanan pada layar monitor zero.
8. Tekan tombol start untuk memulai pengujian.
9. Setelah sampel mengalami patah tekan tombol stop.
10. Lalu pilih file dan print untuk melihat data hasil pengujian.

### 3.5.4. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian yang akan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Diagram Alir Penelitian.

## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Simpulan

Dari hasil pengujian kekuatan tarik, berpengisi partikel serat pisang dengan penambahan bahan penyerasi *maleat anhidrida grafting polipropylene* dapat diambil kesimpulan, antara lain :

1. Penambahan bahan penyerasi MAPP termasuk komposit memberikan pengaruh yang baik terhadap sifat kekuatan tarik komposit PLA yang memuat partikel serat pisang.
2. Interaksi penambahan bahan penyerasi Maleat anhidrida polypropilene (MAPP) terhadap sifat pengaturan konfigurasi poli asam laktat (PLA) terisi partikel serat pisang dengan ukuran 125  $\mu\text{m}$ .
3. Sifat mekanikal modulus elastisitas komposit PLA dengan penambahan bahan penyerasi MAPP sebanyak 3% menunjukkan sifat lebih baik dibandingkan dengan komposit PLA tanpa penambahan MAPP.

#### 5.2. Saran

Untuk kesempurnaan penelitian ini, maka peneliti menyarankan :

1. Dilakukan variasi ukuran partikel pengisi pada komposit sebagai perbandingan.
2. Digunakan alat pencampur (Mixer) agar proses pencampuran antara matrik dan pengisi lebih sempurna.
3. Spesimen yang telah jadi tidak perlu dilakukan penghalusan menggunakan kertas pasir atau kikir karna dapat merusak fisik komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balaji, A et al. 2020. "Study on Mechanical , Thermal and Morphological Properties of Banana Fiber- Study on Mechanical , Thermal and Morphological Properties of Banana Fiber - Reinforced Epoxy Composites." *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion* (June). <https://doi.org/10.1007/s40735-020-00357-8>.
- Dominguez-candela, Ivan, Jaume Gomez-caturla, S C Cardona, and Jaime Loragarcía. 2022. "Novel Compatibilizers and Plasticizers Developed from Epoxidized and Maleinized Chia Oil in Composites Based on PLA and Chia Seed Flour." *European Polymer Journal* 173(May): 111289. <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2022.111289>.
- Igwe, Christopher, Joseph T Nwabanne, and Faisal A Tanjung. 2021. "Novel Trends in Poly ( Lactic ) Acid Hybrid Bionanocomposites." *Cleaner Materials* 2(October): 100022. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2021.100022>.
- James Holbery, & Houston. (2006, November). Komposit Polimer yang diperkuat serat alami dalam aplikasi otomotif. 58, 80-86.
- Kosim, Kosim et al. 2017. "Sifat Mekanik Papan Komposit Berbahan Dasar Serat Sabut Kelapa Dan Serat Batang Pisang." (December).
- Malalli, Chandrashekhar S, and B R Ramji. 2022. "Materials Today : Proceedings Mechanical Characterization of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites and Their Application in Prosthesis : A Review." *Materials Today: Proceedings* 62: 3435-43. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.276>.
- Mikell P. Groover. (2007). *Dasar-Dasar Manufaktur Modern*. Lehigh University.
- Molding, Injection. 2020. "Thermal and Mechanical Characterization of Banana Fiber Reinforced Composites for Its Application In."
- Nasmi Herlina Sari. (2019). *Teknologi Papan Komposit Diperkuat Serat*. Yogyakarta: Cv Budi Utama.
- Pertanian, Fakultas Teknologi, Universitas Udayana, and Kampus Bukit. 2021. "Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Bahan Pengisi Terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Umbi Gadung-Karagenan." 9(3): 312-22.
- Prantasi Harmi Tjahjanti. (2018). *Teori Dan Aplikasi Material Komposit Dan Polimer*. Sidoarjo: UMSIDA.
- Ruz-cruz, M A, P J Herrera-franco, and E A Flores-johnson. 2022. "Thermal and Mechanical Properties of PLA-Based Multiscale Cellulosic Biocomposites."
- Sari, N. (2018). *Material Teknik*. Yogyakarta: CV Budi Utama.
- Tanjung F. A. (2020, Maret 29). *Degradasi Bioplastik Asam Polilaktat (PLA) Secara Enzimatik*. Retrieved Juni 10, 2022, from



<https://biologi.uma.ac.id/2020/03/29/degradasi-bioplastik-asam-polilaktat-pla-secara-enzimatik>.

Walczak, Maciej. 2022. "Industrial Crops & Products Flax Fibres Modified with a Natural Plant Agent Used as a Reinforcement for the Polylactide-Based Biocomposites." 184(May): 0–2.

Wikipedia. (2009, Oktober). *Biokomposit*. (Biocomposite) Retrieved Juni 12, 2022, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Biocomposite>



