

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**PENGARUH PENGGABUNGAN PEMLASTIS TRIASETIN**  
**DAN SERAT SELULOSA SORGUM TERHADAP SIFAT**  
**MEKANIK DARI KOMPOSIT POLI ASAM LAKTAT**  
**(PLA)/SERAT SELULOSA/TRIASETIN**

**DI PUSAT PENELITIAN BIOMATERIAL LIPI**  
**(Januari–Juli 2019)**



**Disusun oleh :**

**Novi Indriawati**

**(1515035)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER**  
**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**

**2019**

**SUMBANGAN ALUMNI**

<b>DATA BUKU PERPUSTAKAAN</b>	
<b>Tgl Terima</b>	10/08/22
<b>No Induk Buku</b>	564/TICP/SB/TA/22

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**  
**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**  
**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

JUDUL PENELITIAN :


PENGARUH PENGGABUNGAN PEMLASTIS TRIASETIN DAN SERAT  
SELULOSA SORGUM TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI KOMPOSIT  
POLI ASAM LAKTAT (PLA)/SERAT SELULOSA/TRIASETIN

DISUSUN OLEH :  
NAMA : Novi Indriawati  
NIM : 1515035  
PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer


Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, 15 Agustus 2019

Menyetujui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer

  
Ir. Roosmariharso, MBA  
NIDK. 8873590019

Dosen Pembimbing

  
Ir. Roosmariharso, MBA  
NIDK. 8873590019

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN

JUDUL PENELITIAN :

- PENGARUH PENGGABUNGAN PEMLASTIS TRIASETIN DAN SERAT SELULOSA SORGUM TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI KOMPOSIT POLI ASAM LAKTAT (PLA)/SERAT SELULOSA/TRIASETIN

DISUSUN OLEH :

NAMA : Novi Indriawati  
NIM : 1515035  
PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer

Cibinong, September 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing



Dr. Lisman Suryanegara, M.Agr.

NIP. 197502092000121001

**POLITEKNIK STMI JAKARTA**

**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS  
AKHIR**

JUDUL PENELITIAN :

PENGARUH PENGGABUNGAN PEMLASTIS TRIASETIN DAN SERAT  
SELULOSA SORGUM TERHADAP SIFAT MEKANIK DARI KOMPOSIT  
POLI ASAM LAKTAT (PLA)/SERAT SELULOSA/TRIASETIN

DISUSUN OLEH :

NAMA : Novi Indriawati

NIM : 1515035

PROGRAM STUDI : Teknik Kimia Polimer

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik  
Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, 16 September 2019

Penguji 1



Dr. Ir. Lintong Sopandi H, MS.ChE

NIP. 195803221986031002

Penguji 2



Dr. Erfina Oktariani, S.T., M.T.

NIP. 198210012014022001

Penguji 3



Fitria Ika Aryanti, S.T, M.Eng

NIP. 19850511201402200

Dosen pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA

NIDK. 8873590019



Nomor : /f/ /SJ-IND.7.2/X/2018  
Lampiran :  
Perihal : Permohonan Penelitian

Jakarta, 25 Oktober 2018

Kepada  
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan  
Pusat Penelitian Biomaterial LIPI  
Kawasan Cibinong Science Center Jl. Raya  
Bogor KM 46 Cibinong Bogor

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.


Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Novi Indriawati	1515035	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I,



**Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T**

NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal



LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA  
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCE)  
PUSAT PENELITIAN BIOMATERIAL  
(RESEARCH CENTER FOR BIOMATERIALS)

Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911, Indonesia  
Telp. +6221 87914511, Fax. (+6221) 87914510, E-mail: kontak@biomaterial.lipi.go.id  
Website: www.biomaterial.lipi.go.id



No. : B- 2122 /IPH.4/KS.02.03/XII/2018

Cibinong, 11 Desember 2018

Lampiran : -

Perihal : Perizinan Penelitian

Yth. Politeknik STMI Jakarta  
d.h Sekolah Tinggi Manajemen Industri  
Jl. Letjen Suprpto No. 26 Cempaka Putih, Jakarta.


Menjawab surat Saudara No. 117/SJ-IND.7.2/X/2018 tanggal 25 Oktober 2018, perihal Permohonan Pembimbingan Mahasiswa, dengan ini kami sampaikan, bahwa pada prinsipnya Pusat Penelitian Biomaterial - LIPI tidak berkeberatan dan dapat menerima Mahasiswa sebagai berikut:

No	Nama	NIM
1.	Novi Indriawati	1515035

untuk menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang ada di Pusat Penelitian Biomaterial - LIPI yang akan dibimbing oleh Dr. Lisman Suryanegara, M.Agr, pada periode 2 Januari 2019 – 2 Juni 2019.

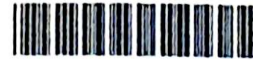
Adapun informasi mengenai ketentuan yang wajib dipenuhi oleh mahasiswa yang akan melakukan Praktek Lapangan/Magang/Penelitian di Instansi kami, dapat diperoleh di bagian kerjasama Pusat Penelitian Biomaterial - LIPI.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian yang diberikan kami ucapkan terimakasih.

Plt Kepala,  
  
Dr. Dede Heri Yuli Yanto, S. Si, M.Agr

Tembusan:

1. Kepala Bidang PDHP Puslit Biomaterial - LIPI
2. Kepala Bagian Tata Usaha Puslit Biomaterial - LIPI



Nomor : 040 /BPSDMI/STMI/VI/2019  
Lampiran : 1 (satu)  
Perihal : Penugasan Proses  
Bimbingan Tugas Akhir  
Tahun Akademik 2018/2019

Jakarta, 17 Juni 2019

Kepada  
Yth. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA  
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/BPSDMI/STMI/KEP/01/2019 tanggal 02 Januari 2019 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Assisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2018/2019, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Novi Indriawati  
No. Induk : 1515035

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Pengaruh Penggabungan Pemlastis Triasetin dengan Serat Selulosa Sorgum terhadap Sifat Mekanik dan Komposit PLA. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Direktur,

**Dr. Mustofa, ST, MT**  
NIP : 19700924 200312 1 001






Tembusan:

1. Pudir 1;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Peringgal

## LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN

Nama : Novi Indriawati  
 Nim : 1515035  
 Judul Tugas Akhir : Pengaruh penggabungan pemlastis triasetin dan serat selulosa sorgum terhadap sifat mekanik dari komposit poli asam laktat(PLA)/serat selulosa/triasetin  
 Pembimbing : Ir. Roosmariharso, MBA.

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
12 April 2019	I	- Latar Belakang - Rumusan Masalah - Batasan masalah	<i>pe</i>
24 April 2019	• I • III • IV	- Latar Belakang • Prosedur Penelitian • Pembahasan	<i>pe</i>
12 Juni 2019	III	Diagram Alir Penelitian	<i>pe</i>
14 Juni 2019	• II • III	• Tinjauan Pustaka • Hasil pengujian	<i>pe</i>
23 Juni 2019	• III • IV	• Penulisan • Hasil dan Pembahasan	<i>pe</i>
25 Juni 2019	• III • IV	Hasil dan Pembahasan	<i>pe</i>
27 Juni 2019	V	kesimpulan dan saran.	<i>pe</i>

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
1 Juli 2019		Proposal tugas Akhir	
3 Juli 2019	<u>IV</u>	Hasil dan Pembahasan	
10 Juli 2019	• <u>IV</u> • <u>V</u>	• Hasil dan Pembahasan • Kesimpulan dan saran	
17 Juli 2019		Revisi power point	
22 Juli 2019		Revisi power point	

Jakarta, 15 Agustus 2019

Menyetujui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA  
NIDK. 8873590019

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA  
NIDK. 8873590019

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian Republik Indonesia:

Nama : Novi Indriawati  
NIM : 1515035  
Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir Penelitian yang saya buat dengan judul Pengaruh Penggabungan Pemlastis dan Serat Selulosa Sorgum terhadap Sifat Mekanik dari Komposit Poli Asam Laktat (PLA)/serat selulosa/triasetin :

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir penelitian ini.
- Bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir Penelitian saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang di atas, maka karya Tugas Akhir Penelitian saya ini dibatalkan.

Jakarta, 16 Agustus 2019  
Yang Membuat Pernyataan



Novi Indriawati

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh penggabungan pemlastis triasetin dan serat selulosa sorgum terhadap sifat mekanik dari komposit poli asam laktat (PLA)/serat selulosa/triasetin”. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, Saya mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta,
2. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer. Sekaligus dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini,
3. Ibu Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer.
4. Bapak Dr. Lisman Suryanegara M.Agr, selaku pembimbing penelitian yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan dalam penelitian di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Cibinong,
5. Bapak Fazhar Akbar yang telah membantu pengujian kekuatan tarik dan pengoperasian alat *Universal Testing Machine* (UTM),
6. Bapak Keco Karsa'i dan Ibu Eti Maryati selaku orangtua dari penulis yang telah memberikan dukungan moril maupun materil,
7. Seluruh karyawan dan peneliti Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Cibinong yang telah membantu untuk mengerjakan penelitian,

8. Seluruh teman-teman Teknik Kimia Polimer angkatan 2015 Politeknik STMI Jakarta yang telah memberikan saya motivasi dan membantu penyusunan Laporan Tugas Akhir Penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas kebaikan dari semua pihak. Saya sangat berharap Laporan Tugas Akhir Penelitian ini dapat membawa manfaat pengembangan ilmu bagi setiap pembacanya khususnya untuk saya penulisnya.

Jakarta, Agustus 2019

Penulis

## ABSTRAK

Saat ini penelitian pengembangan material berbahan baku biopolimer sedang menjadi pusat perhatian. Hal ini dikarenakan meningkatnya kepedulian akan kelestarian lingkungan. Salah satu biopolimer yang dapat digunakan adalah poli asam laktat (PLA). Namun, PLA memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang getas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini menambahkan pemlastis triasetin dan serat selulosa sorgum untuk meningkatkan kekuatan tarik. Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik dan elongasi dari komposit PLA/serat selulosa/triasetin, serta pengaruh dari penambahan pemlastis terhadap sifat getas PLA, dan pengaruh gabungan pemlastis dan serat selulosa terhadap kekuatan tarik dan nilai elongasi. Pencampuran PLA, pemlastis dan serat selulosa dilakukan dengan metode pelarutan dan dilanjutkan dengan pencetakan komposit menggunakan mesin *hotpress*. Pengujian sifat mekanik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dan untuk melihat permukaan serta dimensi serat selulosa menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat selulosa yang dicampurkan memiliki ukuran diameter rata-rata dari 3 titik pengujian sebesar  $7,61 \mu\text{m}$  dan komposit PLA/serat selulosa /triasetin memiliki nilai elongasi yang cukup baik.

**Kata Kunci :** komposit, poli asam laktat (PLA), pemlastis triasetin, serat selulosa, sifat mekanik

## DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING PENELITIAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR PENELITIAN .....	ix
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	xii
KATA PENGANTAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Komposit.....	5
2.2 Bahan Penyusun Komposit .....	5
2.2.1 Matriks.....	5
2.2 Reinforcement (penguat).....	7
2.4 Penggunaan Komposit .....	8
2.5 Poli Asam Laktat (PLA) .....	8
2.6 Serat Sorgum .....	9
2.7 Serat Selulosa .....	10
2.8 Pemlastis .....	11
2.9 Scanning Electron Microscope (SEM) .....	13

2.10 Sifat Mekanik.....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.2.1 Alat .....	16
3.2.2 Bahan .....	17
3.3 Variabel.....	18
3.3.1 Variabel Tetap.....	18
3.3.2 Variabel Berubah .....	18
3.4 Prosedur Penelitian .....	18
3.4.1 Persiapan Bahan Baku .....	20
3.4.2 Persiapan Serat Selulosa .....	20
3.4.3 Pengujian Morfologi Serat Selulosa .....	21
3.4.4 Preparasi Komposit.....	21
3.4.5 Pengujian Sifat Mekanik Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Morfologi Serat Selulosa.....	24
4.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanik.....	26
4.2.1 Pengaruh Penambahan Serat Selulosa Terhadap Nilai Kekuatan Tarik.....	26
4.2.2 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi.....	27
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>29</b>
5.1 Kesimpulan .....	29
5.2 Saran.....	29
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>30</b>
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	
LAMPIRAN D	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar II.1</b> Struktur Poli Asam Laktat (PLA).....	8
<b>Gambar II.2</b> Kurva Tegangan-Regangan .....	14
<b>Gambar III.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	18
<b>Gambar IV.1</b> Hasil Uji Morfologi Dimensi Serat Selulosa Sebelum dan Sesudah Proses <i>Ultrasonic Homogenizer</i> .....	24
<b>Gambar IV.2</b> Hasil Uji Morfologi Permukaan Serat Selulosa Sebelum dan Sesudah Proses <i>Ultrasonic Homogenizer</i> .....	25
<b>Gambar IV.3</b> Nilai Kekuatan Tarik Komposit PLA/Serat Selulosa/ Triasetin.....	26

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel II.1</b> Sifat Fisika dan Kimia Poli Asam Laktat jenis <i>Amorf</i> tipe 4060D.....	9
<b>Tabel III.1</b> Variasi Penelitian Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin .....	18
<b>Tabel III.2</b> Komposisi bahan Pembuatan Komposit PLA/Serat Selulosa /Triasetin .....	22
<b>Tabel III.3</b> Suhu Pengempaan Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin .....	22
<b>Tabel IV.1</b> Nilai Elongasi Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin.....	27

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Plastik telah menjadi kebutuhan hidup masyarakat seluruh dunia, sehingga jumlah penggunaannya akan terus mengalami peningkatan. Plastik yang digunakan saat ini merupakan plastik berbahan baku polimer sintesis, terbuat dari minyak bumi yang sulit terdegradasi oleh mikro organisme di alam. Maka, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Firdaus dkk, 2018). Kesadaran akan kelestarian lingkungan menyebabkan masyarakat mulai mengkritik atas penggunaan plastik tersebut yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional yaitu, dengan mengganti bahan baku polimer sintesis menggunakan biopolimer (Suryanegara dkk, 2009).

Biopolimer menawarkan manfaat yang baik untuk lingkungan seperti, *biodegradable*, emisi gas rumah kaca dan berbahan baku terbarukan. Berdasarkan sifat mekanik biopolimer yang menerima banyak perhatian dan memiliki potensi besar untuk menggantikan polimer sintesis yaitu, poli asam laktat (PLA) (Suryanegara dkk, 2018). PLA merupakan biopolimer yang tidak beracun, dapat di daur ulang dan nonarsienik bagi tubuh manusia sehingga baik bila digunakan pada bidang biomedis dan pengemasan. Disamping itu, PLA juga memiliki kelemahan yaitu, bersifat getas, ketahanan panas rendah dan laju kristalinitas yang lambat sehingga sulit untuk di proses (Rahmayetty dkk, 2018).

Kelemahan PLA dapat dikurangi dengan menambahkan bahan penguat dan pemlastis. Penambahan bahan penguat dapat mempengaruhi perubahan stabilitas termal dan sifat mekanik. Bahan penguat yang banyak digunakan dalam komposit plastik adalah serat selulosa. Penelitian tentang serat selulosa untuk komposit *biodegradable* telah diteliti oleh para peneliti seperti, serat selulosa dari serat rami (Oksman dkk,2003), serat kenaf (Ibrahim dkk, 2010) dan ampas tebu (Perdana dkk,2016).

Pada penelitian ini menggunakan serat selulosa yang berasal dari serat sorgum. Saat ini sorgum telah dikembangkan di Indonesia bagian Timur. Sorgum dimanfaatkan sebagai bahan baku untuk pembuatan gula cair, dengan pemanfaatan tersebut dapat menghasilkan limbah batang sorgum yang mengandung selulosa, lignin dan hemiselulosa. Sehingga penelitian ini memanfaatkan serat selulosa yang terdapat dalam limbah sebagai bahan penguat (Kusumawati dkk, 2013).

Penambahan serat selulosa tidak dapat sepenuhnya untuk mengatasi kelemahan PLA yang bersifat getas, sehingga perlu ditambahkan bahan pemlastis untuk meningkatkan nilai elongasi. Umumnya pemlastis yang digunakan seperti polietilen glikol (PEG), gliserol dan triasetin. Penelitian ini menambahkan pemlastis triasetin, karena triasetin memiliki titik didih sebesar 259°C. Diharapkan dengan titik didih tersebut tidak mengalami kerusakan dan penguapan saat diproses dengan PLA (Oksman dkk, 2003). Triasetin merupakan pemlastis yang aman digunakan untuk diaplikasikan di bidang pengemasan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, permasalahan yang akan diangkat pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh penambahan pemlastis triasetin terhadap elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin?
2. Bagaimana pengaruh penambahan serat selulosa sorgum terhadap kekuatan tarik pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin?
3. Bagaimana pengaruh penambahan gabungan serat selulosa sorgum dan pemlastis triasetin terhadap kekuatan tarik dan elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Poli asam laktat (PLA) jenis *amorf* tipe 4060D yang diperoleh dari Natureworks USA,

2. Menggunakan bahan baku berupa serat selulosa dari serat batang sorgum varietas lepeng yang diperoleh dari Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan (LIPI), Cibinong, Bogor, Jawa Barat,
3. Menggunakan bahan pemlastis berupa triasetin,
4. Persentase berat serat selulosa yang digunakan 0% dan 10%,
5. Persentase berat triasetin yang digunakan 0% dan 10%,
6. *Ultrasonic homogenizer* serat selulosa dengan menggunakan alat *sonic ruptor 400* merek Omni International,
7. Pengujian sifat mekanik menggunakan mesin *Universal Testing Machine* (UTM) merek Shimadzu dan tipe AIS1 50Kn,
8. Pengujian morfologi menggunakan mesin *Scanning electron microscope* (SEM) merek Quanta 650 dengan tipe tungsten, yang dilakukan di Balai Inkubator Teknologi, Tangerang Selatan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari melakukan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh dari penambahan pemlastis triasetin terhadap elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin,
2. Mengetahui pengaruh dari penambahan serat selulosa sorgum terhadap kekuatan tarik pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin,
3. Mengetahui pengaruh dari penambahan penggabungan pemlastis triasetin dan serat selulosa sorgum terhadap kekuatan tarik dan elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini memberikan informasi upaya untuk mengurangi sifat PLA yang getas dengan penambahan pemlastis,
2. Penelitian ini memberikan informasi tentang pengaruh kekuatan tarik pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin dengan penambahan serat selulosa sorgum,

3. Penelitian ini memberikan informasi pengaruh kekuatan tarik dan elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin dengan penambahan gabungan serat selulosa dan pemlastis.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Didalamnya terdapat lima bab yang masing-masing berkaitan erat. Adapun susunan ke lima bab tersebut sebagai berikut :

##### **BAB I: PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang melakukan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini.

##### **BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai komposit, bahan penyusun komposit, klasifikasi Komposit, Poli Asam Laktat (PLA), Serat Sorgum, Serat Selulosa, Pemlastis Triasetin, *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan Sifat Mekanik .

##### **BAB III: METODE PENELITIAN**

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian, prosedur penelitian dan tahapan pembuatan komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin.

##### **BAB IV: HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi data hasil pengujian, analisis data berdasarkan grafik hasil pengujian, dan pembahasan terhadap hasil pengujian dan analisis data.

##### **BAB V: PENUTUP**

Bab ini berisi dua bagian yaitu, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah di dapat pada bab sebelumnya.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Komposit

Pada umumnya komposit tersusun dari campuran dua atau lebih material yang tidak saling terlarut. Penggabungan material tersebut akan menghasilkan sifat baru yang memiliki sifat unggul dibandingkan satu bahan pembentuknya saja. Kebanyakan komposit dikembangkan untuk memperbaiki sifat mekanik dan fisik seperti, kekuatan, kekakuan, ketahanan korosi, tampilan, konduktivitas material dan ketahanan gesek (Sulistijono, 2012).

Komposit biasanya terdiri dari penggabungan matriks dan bahan penguat (*reinforcement*). Matriks yang dapat digunakan salah satunya adalah matriks polimer dan penguat yang dipakai umumnya seperti serat sintetis dan serat alam. Saat ini kebanyakan pembuatan komposit menggunakan matriks polimer dikarenakan sifat khas yang dimiliki polimer. Keunggulan dari sifat polimer adalah ketahanan air dan zat kimia yang baik, bahan relatif lebih murah, produk yang dihasilkan relatif lebih ringan dan kuat, pemrosesan dan pencetakan lebih mudah dan ketahanan abrasi yang cukup tinggi. Namun, polimer juga memiliki kekurangan yaitu, kurang tahan terhadap panas, kekerasan permukaan yang kurang jika dibandingkan dengan besi dan logam, mudah termuati listrik elektrostatik dan kurang tahan terhadap pelarut (Sudia & Saito, 1985).

Komposit dengan campuran memiliki perbedaan yaitu, dua atau lebih material yang terdapat di dalam komposit masih dapat dikenali (Sulistijono, 2012). Sedangkan, campuran seluruh bahan yang ditambahkan saling terlarut secara homogen sehingga tidak dapat dikenali kembali (Perdana dkk, 2016).

#### 2.2 Bahan penyusun komposit

##### 2.2.1 Matriks

Matriks berfungsi sebagai pengikat serat, mentransfer beban ke serat dan melindungi serat dari kerusakan mekanis ataupun lingkungan. Umumnya matriks memiliki kekuatan yang baik dan keuletan. Matriks polimer umumnya

menggunakan polimer dengan jenis termoplastik dan termoset. Termoplastik merupakan polimer yang jika dipanaskan kembali dapat melunak sehingga dapat di daur ulang menjadi bentuk yang lain. Polimer yang termasuk ke dalam termoplastik seperti, polipropilena, polivinil klorida, polietilena dan polistirena. Sedangkan, termoset merupakan polimer yang tidak dapat di daur ulang. Termoset yang umum dipakai adalah *epoxy*, fenolik, silikon dan poliester (Surdia & Saito, 1999).

Dalam pembuatan komposit, matriks diklasifikasikan menjadi tiga yaitu,:

1. *Metal Matrix Composites* (MMC)

MMC mulai dikembangkan pada tahun 1996. Awal mulanya diteliti untuk diaplikasikan pada industri penerbangan. Komposit ini menggunakan matriks metal seperti aluminium, magnesium dan titanium. Serat yang digunakan adalah silikon karbida dan karbon. Kelebihan dari MMC dibandingkan PMC yaitu, tidak lembap, tidak mudah terbakar dan tahan terhadap suhu tinggi. Namun, MMC memiliki kekurangan yaitu, biaya yang relatif mahal (Thomas dkk, 2012).

2. *Ceramic Matrix Composites* (CMC)

CMC digunakan pada temperatur sangat tinggi, komposit ini menggunakan matriks keramik. Keuntungan dari CMC yaitu, keras dan kekuatan yang tinggi. Umumnya pada matriks ini ditambahkan penguat berupa serat. Penggabungan matriks dengan penguat serat untuk menghasilkan sifat mekanik yang tinggi dan tahan terhadap suhu ekstrim (Thomas dkk, 2012).

3. *Polymer Matrix Composites* (PMC)

Matriks polimer sangat umum digunakan pada komposit yang ada saat ini. Karena polimer memiliki sifat ketahanan korosi yang baik dan menghasilkan produk yang lebih ringan. Matriks polimer terbagi menjadi dua yaitu, termoplastik dan termoset. Perbedaan termoplastik dan termoset adalah termoplastik dapat didaur ulang sedangkan, termoset tidak dapat didaur ulang. Matriks termoplastik yang umumnya digunakan adalah polipropilena, polietilena dan poliester (Thomas dkk, 2012).

## 2.2 Penguat (*Reinforcement*)

Komposit merupakan gabungan antara dua material biasanya matriks dan penguat. Penguat yang biasa digunakan adalah serat, partikel, dan laminat. Namun, saat ini bahan penguat yang banyak digunakan oleh para peneliti adalah serat alam. Penggunaan serat alam sebagai penguat dikarenakan serat alam memiliki harga yang relatif lebih murah dan termasuk bahan baku terbarukan. Sebelumnya, serat yang sering digunakan adalah serat sintetis seperti serat kaca dan karbon. Serat sintesis merupakan serat yang sulit terurai di alam sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Sulistijono, 2012).

Penambahan serat juga dapat merubah sifat mekanik dan konduktivitas termal. Komposit serat diaplikasikan pada peralatan canggih seperti bodi mobil dan komponen mobil. Selain itu, komposit juga dapat diaplikasikan pada pengemasan dan bidang kesehatan (Syamani, 2014).

Bahan penguat pada komposit dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, :

### 1. Komposit Partikel

Komposit ini merupakan gabungan dari partikel dengan matriks. Partikel pengisi yang biasanya diterapkan pada matriks komposit berguna untuk mengurangi biaya karena harganya relatif lebih murah. Partikel penguat terbagi menjadi beberapa jenis yaitu, *partikulat*, *dispersodial*, *platelet*, serat pendek dan *whiskers*. Untuk matriks pada komposit partikel biasanya menggunakan matriks *polymer matrix composites* (PMC) dan *ceramic matrix composites* (CMC) (Sulistijono, 2012).

### 2. Komposit laminat

Komposit ini merupakan gabungan dari beberapa lapisan lamina yang berpenguat fiber, partikel atau logam. Komposit laminat terbagi menjadi beberapa klasifikasi yaitu, laminat serat, laminat *clad metals*, laminat *cermet*, laminat kaca, laminat sarang madu tawon, dan laminat *glare* (Sulistijono, 2012).

### 3. Komposit serat

Komposit serat tersusun dari matriks polimer atau logam dan berpenguat serat/fiber panjang. Serat adalah material yang berbentuk bulat dan panjang yang berperan sebagai penguat. Umumnya serat memiliki diameter sebesar 3 sampai 30

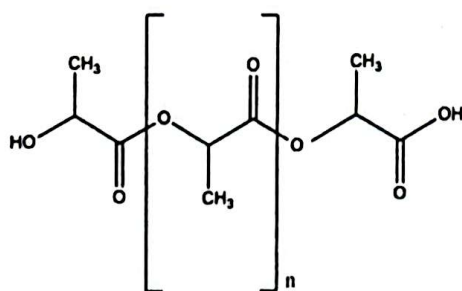
$\mu\text{m}$ . Serat digunakan agar dapat menahan beban yang diberikan kepada matriks sehingga matriks tidak mudah patah (Sulistijono, 2012).

#### 2.4 Penggunaan Komposit

Komposit Poli asam laktat umumnya digunakan pada bidang pengemasan dan industri biomedis, karena tidak beracun dan bersifat nonarsienik bagi tubuh manusia. Sehingga sangat baik untuk diaplikasikan pada pengemasan dan biomedis.

#### 2.5 Poli Asam Laktat (PLA)

Poli Asam Laktat (PLA) merupakan polimer *biodegradable* yang tersusun dari monomer asam laktat yang difermentasi dari bahan pertanian seperti, pati jagung. PLA sangat menjanjikan untuk menggantikan polimer yang berbahan dasar dari minyak bumi. Karena, PLA termasuk ke dalam polimer termoplastik yang dapat di biodegradasi (Oksumam, 2004). PLA dapat di metabolisme oleh mikroorganisme menjadi air dan karbon dioksida. Ketika dikomposkan dengan biomassa lain proses biodegradasi terjadi dalam jangka waktu dua minggu. Kemudian bahan tersebut akan sepenuhnya terurai dalam waktu tiga sampai empat minggu (Ibrahim, 2010). Struktur dari poli asam laktat ditunjukkan pada gambar II.1



**Gambar II.1** Struktur Poli Asam Laktat (PLA)

Sumber : Rahmayetty dkk, 2018

Selain *biodegradable*, PLA juga memiliki kelebihan lain seperti, berat molekul tinggi, kekuatan yang baik, kekakuan yang baik, tidak berwarna dan dapat di proses sama dengan polimer sintesis lainnya seperti, proses menggunakan *injection molding* (Suryanegara dkk, 2011). Tabel II.1 menunjukkan sifat fisik dan kimia PLA jenis *amorf* tipe 4060D.

**Tabel. II.1. Sifat Fisika dan Kimia Poli Asam Laktat jenis *Amorf* tipe 4060D**

Sifat fisika dan kimia	Nilai	Satuan
Densitas	1,24	kg/m <sup>3</sup>
Temperatur transisi kaca (Tg)	50-60	°C
Temperatur leleh (Tm)	210	°C

Sumber : datasheet Natureworks

Namun, selain kelebihan tersebut PLA juga memiliki kekurangan yaitu, harga penjualannya masih tinggi, sifatnya yang getas, tingkat kekerasan dan ketahanan panas yang rendah sehingga sulit untuk diproses serta memerlukan waktu yang lama untuk kristalisasi (Suryanegara dkk, 2010).

## 2.6 Serat Sorgum

Sorgum merupakan tanaman serealia yang termasuk kedalam tanaman biji-bijian seperti gandum, jagung dan padi. Tanaman sorgum berasal dari wilayah Afrika. Batang tanaman sorgum berbentuk tegak, silindris, lurus dan beruas-ruas (Amrizal, 2015). Sorgum dikenal sebagai tanaman yang toleransi terhadap kondisi kekeringan. Karena, pada permukaan batang dan daun sorgum mengandung lapisan lilin yang baik sehingga dapat menahan laju penguapan air (Biba, 2011).

Di Indonesia tanaman sorgum mulai dikenal sejak tahun 1925. Namun sampai saat ini perkembangan tanaman masih terpusat di beberapa wilayah Indonesia seperti Jawa, NTT dan NTB. Di Jawa sorgum dikenal dengan nama cantel. Perkembangan tanaman sorgum di Indonesia memiliki potensi untuk digunakan sebagai sumber daya pangan, pakan ternak dan sumber energi seperti, bioetanol (Biba, 2011).

Pengolahan sorgum dapat menghasilkan produk samping yaitu, batang sorgum yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Produk samping ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan serat selulosa murni yang dapat diaplikasikan pada industri tekstil dan sebagai penguat pada komposit. Daun sorgum mengandung selulosa sebesar  $64,8 \pm 1,7$  dan lignin sebesar  $9 \pm 0,7$ . Sedangkan, batang sorgum memiliki komposisi lignin sebesar  $6,5 \pm 1,1$  dan selulosa sebesar  $65,1 \pm 2,1$ . Sehingga, dengan besarnya kandungan selulosa pada

batang sorgum berpotensi untuk menjadikan serat selulosa batang sorgum sebagai penguat pada komposit (Reddy dkk, 2007).

Selulosa sorgum merupakan salah satu serat alam yang dapat dikembangkan. Karena, beberapa tahun belakangan ini mulai banyak pengembangan pembuatan komposit dengan menggunakan bahan alami seperti, menggabungkan antara biopolimer dengan penguat serat alam. Penggabungan kedua bahan tersebut akan menghasilkan komposit berbasis bahan terbarukan (*bio-based*). Penguat serat alam dipilih karena memiliki densitas yang rendah, biaya pemrosesan murah, memiliki kekuatan tarik yang tinggi, tidak mengandung racun dan dapat didaur ulang (Sulistijono, 2012). Namun, penambahan serat alam juga memiliki kekurangan yaitu, sifat serat yang hidrofilik menyebabkan serat mengandung kadar air yang cukup tinggi sehingga dapat menurunkan nilai kekuatan tarik dari serat (Belgacem, 2008).

## 2.7 Serat Selulosa

Selulosa adalah karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tanaman. Selulosa merupakan polimer berantai panjang dan tidak bercabang (linier). Sehingga bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Selulosa umumnya tersusun dari sekitar 300.000 satuan monomer dan mempunyai berat molekul sekitar 250.000 sampai lebih dari 1.000.000 gram/mol, dengan rumus kimia  $(C_6H_{10}O_5)_n$  (Fatruyani, 2017).

Terdapat dua sumber utama untuk memperoleh serat selulosa yaitu, tumbuhan dan bakteri yang dikenal dengan *bacterial cellulose*. Serat selulosa dari tanaman memiliki keunggulan yaitu, jumlah bahan baku yang sangat melimpah dan mudah didapat. Namun, untuk mendapatkan serat selulosa pada tanaman diperlukan melakukan beberapa proses. Hal ini dikarenakan selulosa merupakan penyusun dinding sel tanaman diantara lignin dan hemiselulosa. Sehingga, untuk mengambil serat selulosa diperlukan pengekstrakan untuk menghilangkan penyusun lainnya (Putera, 2012). Seperti penelitian yang pernah dilakukan oleh Abe dkk, 2007. Mengekstraksi selulosa dengan menggunakan bahan sodium klorida, kalium hidroksida dan asam asetat untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa sehingga diperoleh selulosa murni.

Serat selulosa pada tumbuhan umumnya terdapat pada bagian batang tanaman. Serat selulosa memiliki keunggulan yaitu, mudah didapat dan jumlah bahan baku yang melimpah. Karakteristik selulosa muncul karena adanya struktur kristalin dan amorf. Parameter yang sering digunakan untuk mengukur sifat selulosa sebagai polimer yaitu, derajat polimerisasi (DP) dan kekentalan (viskositas) yang juga dijadikan tolak ukur kualitas serat selulosa (Putera, 2012). Berdasarkan derajat polimerisasinya selulosa dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu:

1.  $\alpha$ -selulosa (Alfa selulosa) adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-1500.  $\alpha$ -selulosa dipakai sebagai penduga atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2.  $\beta$ -selulosa (Beta selulosa) adalah selulosa berantai pendek dan dapat larut dalam NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90 dan dapat mengendap bila dinetralkan.
3.  $\gamma$ -selulosa (Gama selulosa) sama seperti  $\beta$ -selulosa hanya saja DPnya kurang dari 15. Kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

Sifat fisik yang terpenting pada selulosa yaitu, panjang, lebar dan tebal molekulnya dan sifat fisik lain yang dimiliki yaitu, dapat terdegradasi oleh hidrolisa dan oksidasi, tidak terlarut dalam air dan selulosa dalam keadaan kristal kekuatannya lebih baik dibanding kondisi amorf.

## 2.8 Pemlastis (*Plasticizer*)

Pemlastis merupakan material yang berfungsi untuk meningkatkan sifat polimer seperti, kemampuan kerja, ketahanan terhadap panas, ketahanan terhadap temperatur rendah, ketahanan terhadap minyak dan ketahanan terhadap cuaca. (Surdia & Saito, 1999).

Menurut Surdia & Saito, 1999. Sifat-sifat yang diperlukan untuk menentukan jenis pemlastis yang akan digunakan yaitu :

1. Mudah untuk larut dalam matriks
2. Memiliki tekanan uap yang rendah
3. Tidak rapuh pada suhu rendah dan tidak mudah mendidih jika dipanaskan

4. Tidak berwarna, tidak berbau dan tidak beracun suatu keharusan untuk pemrosesan makanan.

Secara umum pemlastis meningkatkan permeabilitas film terhadap gas, uap air, dan zat-zat terlarut, juga dapat meningkatkan elastisitas dan daya kohesi film, meningkatkan daya rentang dan menghaluskan film. Sothornvit dan Krochta (2001) mengemukakan pemlastis dapat mempengaruhi efisiensi dalam mengelastiskan termasuk, ukuran dan bentuk dari molekul pemlastis, jumlah atom oksigen, jarak struktur molekul dari pemlastis dan daya ikat airnya. Disamping itu, efek ikatan hidrogennya menimbulkan gaya tolak antar molekul sesamanya atau antara polimer polar/non-polarnya dan dapat meningkatkan jarak antar molekulnya.

Pemlastis mampu menempatkan dirinya di antara molekul polimer sehingga mengganggu interaksi polimer-polimer dan meningkatkan fleksibilitas. Pemlastis meningkatkan mobilitas molekular molekul polimer dan menyebabkan turunnya suhu transisi gelas ( $T_g$ ). Suatu polimer dengan  $T_g$  yang rendah memiliki tingkat kekakuan yang lebih kecil, sehingga lebih mudah diproses. Sebaliknya jika, polimer memiliki  $T_g$  yang tinggi dan viskositas lelehan yang tinggi pula mendapatkan kemudahan proses tetapi, tidak ada perubahan yang berarti pada kekakuan rantai polimer.

Pemlastis yang dapat digunakan pada penelitian ini adalah triasetin. Triasetin merupakan triester yang terbentuk dari gliserol dan asam asetat. Triasetin biasanya digunakan pada bidang polimer sebagai pemlastis, bidang pangan sebagai bahan aditif dan pengikat untuk bahan yang mudah terbakar. Untuk mendapatkan triasetin dapat menggunakan proses esterifikasi antara gliserol dengan asam asetat. Selain itu, dapat juga menggunakan reaksi interesterifikasi dan reaksi esterifikasi enzimatis. Triasetin juga dapat diperoleh secara alami di dalam minyak ikan cod, mentega dan lemak lainnya (Quinn dkk, 2015).

Triasetin memiliki berat molekul sebesar 218,21 gram/mol. Tampilan fisik yang dimiliki oleh triasetin seperti cairan yang berminyak dengan warna bening dan tidak berbau. Titik lebur yang dimiliki oleh senyawa ini sebesar  $-78^{\circ}\text{C}$  dengan

titik didihnya sebesar 259°C dan densitas yang dimiliki oleh triasetin 1,15 gram/cm<sup>3</sup> (Quinn dkk, 2015).

## 2.9 Scanning Electron Microscope (SEM)

SEM adalah mikroskop yang menggunakan elektron untuk membentuk gambar. SEM digunakan untuk mengamati permukaan spesimen. Prinsip kerja SEM yaitu, bermula dari memancarkan *electron beam* yang dihasilkan oleh *filamen* yang terdapat pada *electron gun* ke arah permukaan sampel. Umumnya *electron gun* yang digunakan adalah tungsten hairpin gun dengan *filamen* berupa lilitan tungsten yang sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan yang mengakibatkan pemanasan. Anoda kemudian akan membentuk gaya yang dapat menarik *electron* melaju menuju katoda. Kemudian *electron beam* difokuskan ke suatu titik pada permukaan sampel dengan menggunakan dua buah *condenser lens*. *Condenser lens* kedua atau biasa disebut lensa objektif memfokuskan *electron beam* dengan diameter yang sangat kecil, yaitu sekitar 10-20 nm. Hamburan elektron, baik *secondary electron* (SE) atau *back scattered electron* (BSE) dari permukaan sampel akan dideteksi oleh detektor dan dimunculkan dalam bentuk gambar pada layar CRT (Mohammed & Abdullah, 2019).

SEM memiliki beberapa detektor yang berfungsi untuk menangkap hamburan elektron dan memberikan informasi yang berbeda-beda. Detektor-detektor tersebut antara lain:

- Detektor EDX, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai komposisi sampel pada skala mikro.
- *Backs catter detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai nomor atom dan topografi.
- *Secondary detector*, yang berfungsi untuk menangkap informasi mengenai topografi.

Alat SEM terbagi menjadi tiga jenis yaitu, SEM konvensional (CSEM), SEM lingkungan (ESEM) dan vakum rendah SEM (LVSEM) (Mohammed & Abdullah, 2019).

### 1. Tipe pertama adalah SEM konvensional (CSEM),

Pada tipe ini, Interaksi berkas elektron dengan spesimen terjadi dalam ruang hampa tinggi ( $10^{-6}$  torr), di mana torr adalah satuan ukuran tekanan (1 torr =

133,32 Pascal). Dengan demikian elektron sekunder energi rendah akan dipancarkan dari sampel dengan tumbukan minimum dengan molekul gas.

2. Tipe kedua adalah SEM lingkungan (ESEM).

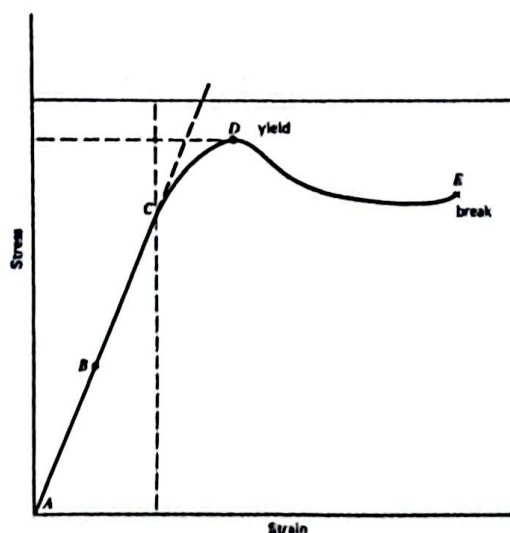
Dalam jenis ini interaksi antara berkas elektron dan spesimen terjadi pada tekanan tinggi (0,2 hingga 20 torr), ini memiliki efek positif dan negatif.

3. Tipe ketiga adalah SEM vakum rendah (LVSEM)

Jenis ketiga ini merupakan SEM vakum rendah (LVSEM). Instrumen pada SEM ini sangat mirip dengan CSEM, tetapi telah diadaptasi untuk juga beroperasi pada tekanan tinggi (0,2 hingga 2 torr) sama seperti ESEM.

### 2.10 Sifat Mekanik

Sifat mekanik merupakan karakteristik utama untuk bahan komposit. Sifat mekanik umumnya meliputi kekuatan tarik, elongasi, dan modulus young. Pengujian sifat mekanik dilakukan dengan menggunakan alat *Universal testing machine* (UTM) (Fatruyani, 2017). Hasil dari pengujian sifat mekanik dapat menghasilkan diagram tegangan regangan yang menunjukkan nilai modulus, elongasi dan kekuatan tarik pada komposit. Kurva tegangan regangan ditunjukkan pada gambar II.2



Gambar II.2 Kurva Tegangan-Regangan  
Sumber: Shah, 2007

Dari Gambar II.2 terdapat beberapa istilah untuk memahami kurva tegangan-regangan yang dapat dijelaskan sebagai berikut (Shah, 2007) :

1. Tegangan (*stress*) adalah gaya yang diterapkan untuk menghasilkan deformasi pada spesimen uji dimana rasio beban yang diterapkan sebesar dengan luas penampang aslinya.
2. Regangan (*strain*) adalah rasio perpanjangan terhadap panjang spesimen uji.
3. Elongasi (*Elongation*) adalah peningkatan panjang spesimen uji yang dihasil beban tarik.
4. Titik luluh (*yield point*) adalah titik pertama pada kurva tegangan-regangan dimana peningkatan regangan terjadi tanpa adanya peningkatan tegangan.
5. Kekuatan luluh (*yield strength*) adalah tegangan yang menunjukkan deviasi pembatas yang ditentukan dari proporsional tegangan terhadap regangan.
6. Batas proporsional adalah tegangan terbatas dimana material mampu menopang beban yang diterapkan tanpa ada penyimpangan dari proporsional tegangan ke regangan.
7. Modulus elastisitas/modulus young adalah rasio tegangan terhadap regangan yang sesuai dibawah batas proporsional suatu material. Batas ini merupakan ukuran kekuatan material.
8. Kekuatan maksimum adalah nilai maksimum penekanan suatu material yang dimana material tersebut akan tahan ketika mengalami beban yang diterapkan dalam kompresi, tegangan atau gaya geser.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proses Biomaterial, Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor. Pada Januari s.d Juli 2019.

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

1. *Magnetic stirrer*,
2. Gelas ukur,
3. Lemari asam,
4. Pipet,
5. Cawan petri,
6. Batang pengaduk,
7. Masker,
8. Kertas saring,
9. *Aluminium foil*,
10. *Plastic wrap*,
11. *Beaker glass*,
12. Cetakan,
13. Sarung tangan,
14. Corong,
15. Gunting,
16. *Cutter*,
17. Termometer,
18. *Erlenmeyer*,
19. Penjepit,
20. Ayakan 20 mesh dan 40 mesh,

21. *Stopwatch*,
22. Timbangan analitis,
23. Oven,
24. Wadah nampan beralas teflon,
25. *Ultrasonic homogenizer*,
26. *Moisture content*,
27. Mesin *hotpress*,
28. *Waterbath*,
29. *Dumbbllle cutter*,
30. *Scanning Electron Microscope (SEM)* merek Quanta,
31. Mesin *Universal Testing Machine (UTM)* bermerek Shimadzu dengan tipe AIS1 50 kN,

Beberapa alat yang disebutkan di atas terdapat gambarnya pada lampiran A.

### 3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Poli asam laktat (PLA) berjenis *amorf* tipe 4060D yang diproduksi oleh Natureworks,
2. Serat batang sorgum varietas lepeng yang berasal dari Pusat Penelitian Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Cibinong, Bogor.
3. Bahan pemlastis triasetin,
4. Akuades,
5. Asam asetat glasial,
6. Sodium klorida,
7. Kalium hidroksida,
8. Natrium hidroksida,
9. Aseton,
10. Etanol,
11. Diklorometan.

Beberapa bahan yang disebutkan di atas terdapat gambarnya pada lampiran B.

### 3.3 Variabel

#### 3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu, :

1. Volume larutan aseton 300 mL,
2. Volume larutan serat selulosa untuk *ultrasonic homogenizer* 150 mL,
3. Suhu pengeringan sampel pada oven 60°C,
4. Waktu pengeringan dan penguapan di ruang asam 12 jam,
5. Waktu pengeringan pada oven 24 jam,
6. Proses *ultrasonic homogenizer* dilakukan selama 2 x 15 menit,
7. Komposisi berat total sebesar 60 g,

#### 3.3.2 Variabel Berubah

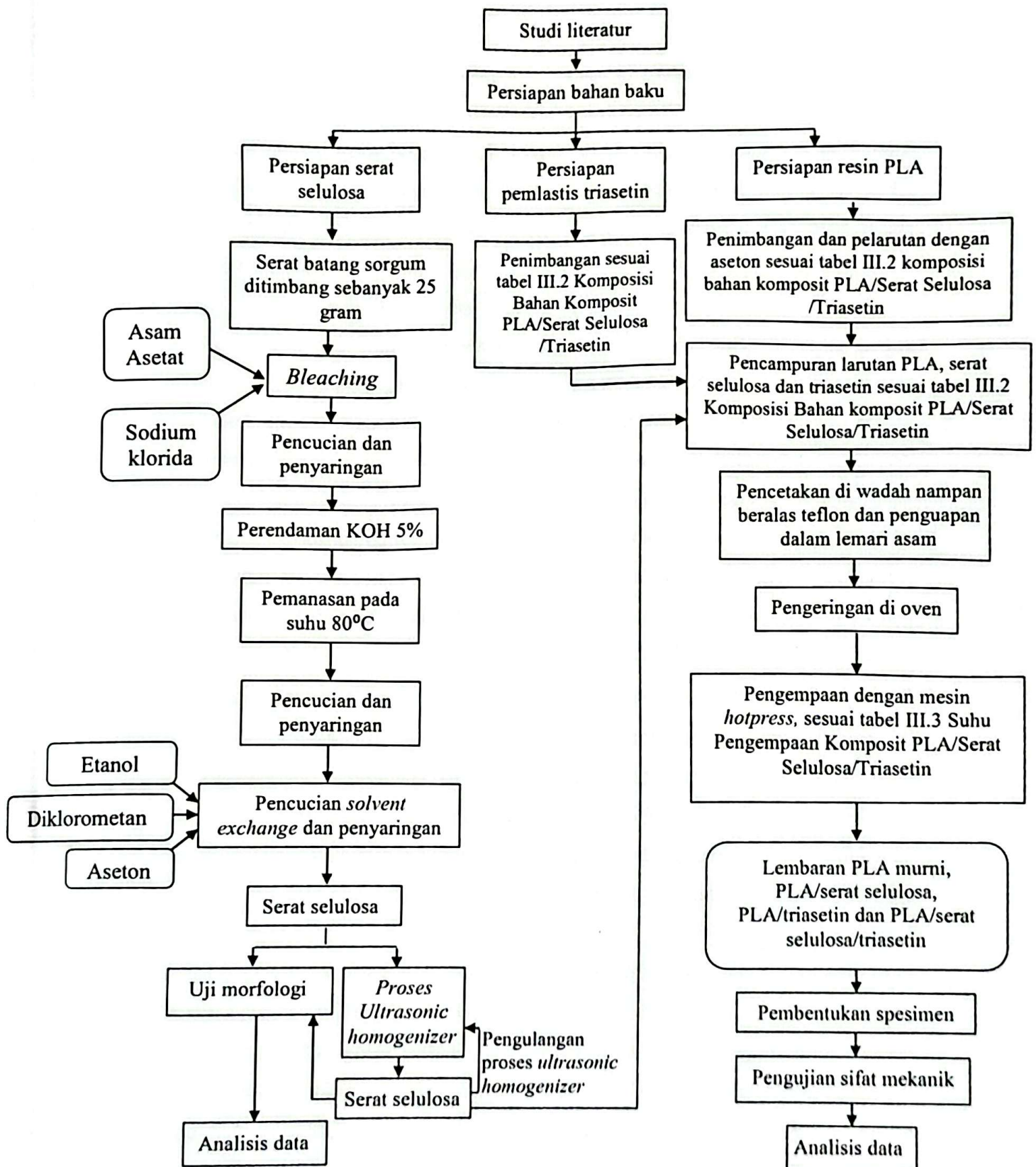
Variabel berubah merupakan variabel yang divariasikan selama penelitian berlangsung. Bertujuan untuk mendapatkan hasil sampel yang baik. Pada penelitian ini variabel berubah yaitu, variasi persentase berat dari poli asam laktat (PLA) sebagai matriks. Variasi tersebut disajikan pada tabel III.1.

**Tabel III.1. Variasi Penelitian Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin**

No	Sampel	PLA (%wt)	Serat Selulosa (%wt)	Triasetin (%wt)
1	PLA murni	100	0	0
2	PLA/serat selulosa	90	10	0
3	PLA/triasetin	90	0	10
4	PLA/serat selulosa/triasetin	80	10	10

### 3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dari tahap studi literatur, tahap persiapan bahan baku, persiapan serat selulosa, tahap preparasi komposit yang terdiri dari pencampuran bahan, pencetakan larutan komposit di wadah nampan beralas teflon, pengeringan pada oven, pelelehan dan pengempaan lembaran komposit dengan mesin *hotpress*, kemudian dilanjutkan tahap pengujian dan analisis data. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar III.1.



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.4.1 Persiapan Bahan Baku

Serat sorgum disaring dengan menggunakan penyaring dengan ukuran 20 mesh dan 40 mesh. Serat yang digunakan untuk penelitian ini adalah serat yang lolos dari penyaringan 20 mesh tertahan 40 mesh. Kemudian, dilakukan ekstraksi serat sorgum untuk menghasilkan serat selulosa. Melarutkan poli asam laktat (PLA) dengan pelarut aseton dan menimbang triasetin dengan komposisi sesuai pada tabel III.2.

### 3.4.2 Persiapan Serat Selulosa

Serat selulosa yang digunakan berasal dari serat batang sorgum. Untuk meningkatkan ikatan antar muka maka serat batang sorgum dilakukan proses ekstraksi. Proses ekstraksi terbagi beberapa tahap yaitu, dengan tahapan proses delignifikasi atau proses *bleaching*, proses penghilangan hemiselulosa, *solvent exchange* pada serat selulosa dan proses *ultrasonic homogenizer*.

Pada proses delignifikasi atau dikenal dengan proses *bleaching*, pertama melakukan penimbangan serat batang sorgum sebanyak 25 gram, kemudian ditambahkan air akuades sebanyak 750 mL di dalam *beaker glass* 1000 mL, lalu dipanaskan di dalam *waterbath* pada suhu 80°C. Setelah suhu di dalam *beaker glass* mencapai 80°C maka, proses di mulai dengan menambahkan 1 mL asam asetat dan 26-28 mL sodium klorida ke dalam *beaker glass*. Proses ini berlangsung secara berulang, pengulangan penambahan sodium klorida dan asam asetat dilakukan minimal sebanyak 5 kali dan jangka waktu penambahan bahan tersebut dilakukan setiap satu jam sekali. Setelah selesai, serat selulosa dilakukan penyaringan dan pencucian menggunakan akuades sampai pH filtrat netral dan menghasilkan selulosa yang berwarna putih.

Tahap selanjutnya proses penghilangan Hemiselulosa yang di mulai dengan menambahkan KOH 5%. Komposisi membuat larutan KOH yaitu, dengan melarutkan 44,146 gram butir KOH dilarutkan dalam 500 mL akuades. Larutan tersebut ditambahkan ke dalam *beaker glass* yang berisi serat selulosa, kemudian ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 750 mL. Selanjutnya, di simpan dalam ruang asam selama  $\pm 12$  jam dengan kondisi bagian atas *beaker glass* tertutup *plastic wrap* dan *aluminium foil*. Setelah itu, serat selulosa dipanaskan

selama 2 jam pada suhu 80°C. Kemudian dilakukan penyaringan dan pencucian menggunakan akuades hingga pH filtrat menjadi netral.

Serat selulosa hasil ekstraksi dilakukan proses *solvent exchange* dengan cara memasukkan serat selulosa ke dalam *beaker glass* kemudian ditambahkan etanol dan dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama  $\pm 15$  menit selanjutnya, dilakukan penyaringan dengan kertas saring. Proses tersebut dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, setelah pengadukan dengan etanol selanjutnya dilakukan pengadukan dan penyaringan dengan cara yang sama tetapi menggunakan diklorometan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan yang terakhir dilakukan pengadukan dan penyaringan menggunakan aseton sebanyak tiga kali pengulangan. Setelah itu dilakukan proses *ultrasonic homogenizer*.

Proses *ultrasonic homogenizer* dilakukan menggunakan alat *sonic ruptor* dengan type 400. Pada saat menggunakan alat tersebut power yang digunakan sebesar 40%, waktu yang digunakan selama 2 kali 15 menit dan dilakukan *pulser* 20% agar selulosa tidak mengalami kerusakan. Dengan proses *ultrasonic homogenizer* diharapkan dapat menghomogenisasikan serat selulosa dan memperkecil ukuran serat selulosa. Setelah proses *ultrasonic homogenizer* kemudian serat selulosa dapat ditambahkan ke dalam campuran bahan komposit.

### 3.4.3 Pengujian Morfologi Serat Selulosa

Serat sorgum hasil dari proses pemurnian dilihat morfologinya dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM) merek Quanta dengan pembesaran 120 $\times$ , 200 $\times$  dan 1500 $\times$ . Pengujian morfologi dilakukan pada serat selulosa sebelum dilakukan proses *ultrasonic homogenizer* dan serat selulosa sesudah proses *ultrasonic homogenizer* sehingga dapat dilihat pengaruh dari proses tersebut terhadap permukaan serat selulosa, ukuran diameter dan panjang.

### 3.4.4 Preparasi Komposit

Preparasi komposit meliputi tahapan seperti, pencampuran bahan, pencetakan pada nampan beralas teflon, pengeringan pada oven, pengempaan dan pencetakan lembaran dengan mesin *hotpress* dan yang terakhir pembentukan spesimen dengan *dumbbell cutter*.

Pembuatan komposit dilakukan dengan pencampuran PLA yang telah dilarutkan dengan aseton kemudian ditambahkan pemlastis dan serat selulosa. Serat selulosa yang digunakan adalah hasil dari ekstraksi serat batang sorgum yang telah dilakukan proses *ultrasonic homogenizer*. Untuk melarutkan PLA diperlukan penambahan pelarut aseton sebanyak 300 mL. Saat proses pelarutan penambahan pelet PLA dilakukan secara perlahan-lahan agar tidak terjadi penggumpalan dan dapat terlarut secara homogen antara PLA dan pelarut. Untuk komposisi pencampuran bahan dapat dilihat pada tabel III.2.

**Tabel III.2. Komposisi Bahan Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin**

No	Sampel	PLA (g)	Serat Selulosa (g)	Triasetin (g)
1	PLA murni	60	0	0
2	PLA/serat selulosa	54	6	0
3	PLA/triasetin	54	0	6
4	PLA/serat selulosa/triasetin	48	6	6

Setelah larutan PLA terlarut homogen dengan pelarutnya, maka dilakukan pencampuran bahan sesuai dengan tabel III.2. Kemudian, dilakukan pengadukan kembali  $\pm 2$  jam hingga bahan yang baru ditambahkan merata dan tidak menumpuk di salah satu tempat. Setelah itu, campuran larutan dituangkan pada nampan beralas teflon lalu di taruh dalam lemari asam selama 12 jam. Selanjutnya, dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Setelah pengeringan dalam oven, dilanjutkan pencetakan lembaran dengan pengempaan menggunakan mesin *hotpress* sehingga lembaran terbentuk sesuai dengan cetakan. Untuk kondisi pengempaan dapat dilihat pada tabel III.3. Kemudian, dilakukan pemotongan pada lembaran tersebut menggunakan *dumbbell cutter* untuk membentuk spesimen yang akan digunakan pada saat pengujian sifat mekanik dengan alat *Universal Testing Machine* (UTM).

**Tabel III.3. Suhu Pengempaan Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin**

No	Sampel	Suhu (°C)	Waktu (menit)	
			Pelelehan	Pengempaan
1	PLA murni	119	5	2
2	PLA/serat selulosa	120	12	5
3	PLA/triasetin	116	4	2
4	PLA/serat selulosa /triasetin	120	12	5

#### 3.4.5 Pengujian Sifat Mekanik Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin

Pengujian yang dilakukan setelah seluruh spesimen tersedia yang dilakukan yaitu pengujian *Universal Testing Machine* (UTM) dengan merek Shimadzu dan tipe AISI 50 kN, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui elongasi dan kekuatan tarik yang dimiliki oleh komposit. Ukuran spesimen mengacu pada standar ISO 527 dengan panjang dimensi 80 mm, lebar 6 mm dan kecepatan pembebanan (*load-cell speed*) yang digunakan 5 mm/menit. Dalam pengujian setiap sampel dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali spesimen.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini dilakukan dua pengujian yaitu, pengujian morfologi serat selulosa dan untuk hasil komposit dilakukan pengujian sifat mekanik yang terdiri dari nilai kekuatan tarik dan nilai elongasi.

#### 4.1 Morfologi Serat Selulosa

Pengujian morfologi dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kondisi permukaan serat selulosa dan perubahan dimensi panjang serta lebar dari serat selulosa sebelum proses *ultrasonic homogenizer* dan sesudah proses *ultrasonic homogenizer*. Hasil morfologi disajikan pada gambar IV.1.



a. Serat selulosa sebelum proses *ultrasonic homogenizer* (perbesaran 120 kali)



b. Serat selulosa sesudah proses *ultrasonic homogenizer* (perbesaran 120 kali)

**Gambar IV.1.** Hasil Uji Morfologi Dimensi Serat Selulosa Sebelum dan Sesudah Proses *Ultrasonic Homogenizer*

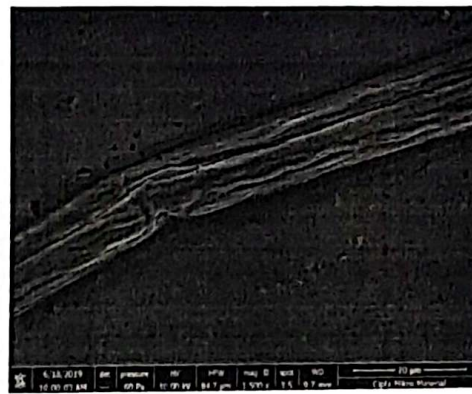
Kondisi serat selulosa hasil ekstraksi sebelum *ultrasonic homogenizer* cenderung lebih menumpuk dibandingkan dengan kondisi sesudah *ultrasonic homogenizer*. Dengan melakukan proses *ultrasonic homogenizer* juga dapat menyebabkan perubahan ukuran dimensi serat menjadi lebih kecil, karena gelombang yang dipancarkan pada saat proses *ultrasonic homogenizer*.

Hasil rata-rata ukuran serat selulosa sesudah proses *ultrasonic homogenizer* memiliki panjang 440,5  $\mu\text{m}$  dan diameter sebesar 7,61  $\mu\text{m}$ . Sedangkan, ukuran serat selulosa sebelum di proses *ultrasonic homogenizer* memiliki panjang 1,02 mm (1020  $\mu\text{m}$ ) dan diameter 13,59  $\mu\text{m}$ . Maka, serat selulosa yang ditambahkan ke dalam komposisi komposit merupakan serat selulosa yang berukuran pendek. Perlakuan *ultrasonic homogenizer* pada serat selulosa juga dilakukan oleh Nikmatin dkk, 2012. Waktu sonikasi selama 75 menit hanya memperkecil ukuran menjadi 294,68 nm, sedangkan dalam waktu 105 menit ukurannya menjadi semakin kecil yaitu 229,04 nm. Perkecilan ukuran disebabkan oleh proses kavitasi yang ditimbulkan dari gelombang *ultrasonic homogenizer*.

Untuk pengaruh dari proses *ultrasonic homogenizer* terhadap kondisi permukaan serat selulosa disajikan melalui gambar IV.2.



a. Serat selulosa sebelum proses *ultrasonic homogenizer* (perbesaran 1500 kali)



b. Serat selulosa sesudah proses *ultrasonic homogenizer* (perbesaran 1500 kali)

**Gambar IV.2** Hasil Uji Morfologi Permukaan Serat Selulosa Sebelum dan Sesudah Proses *Ultrasonic Homogenizer*

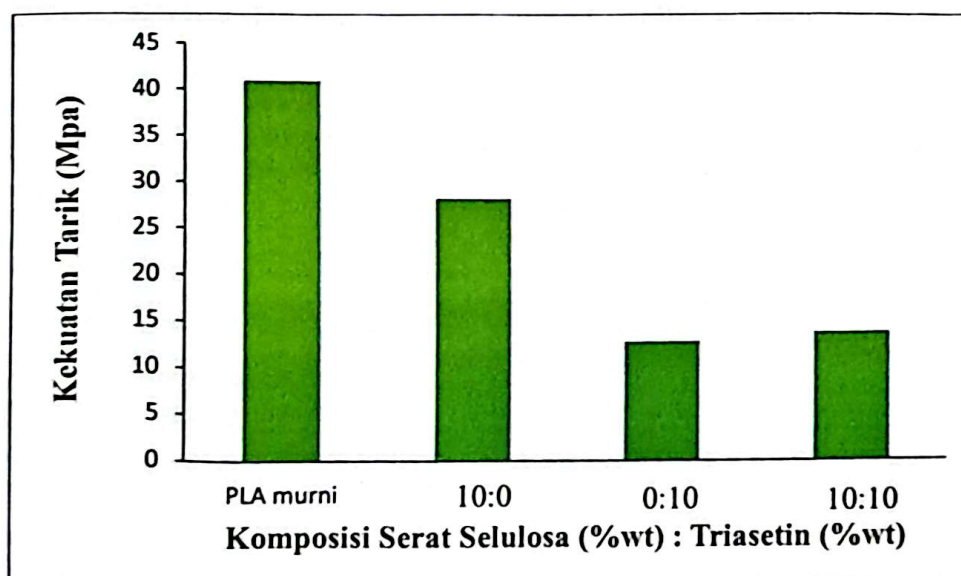
Hasil morfologi permukaan serat selulosa menunjukkan bahwa serat selulosa berwarna putih yang menandakan sudah hilangnya kandungan lignin dan hemiselulosa pada serat tersebut. Untuk kondisi permukaan serat tidak terjadi perubahan ataupun kerusakan setelah proses homogenisasi, diharapkan dengan kondisi permukaan seperti ini, dapat menghasilkan ikatan yang baik antara serat selulosa dengan matriks PLA.

## 4.2 Hasil Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik yang dilakukan dengan alat *Universal testing machine* (UTM). Pengujian ini menghasilkan nilai kekuatan tarik dan elongasi komposit PLA.

### 4.2.1 Pengaruh Penambahan Serat Selulosa Terhadap Nilai Kekuatan Tarik

Hasil kekuatan tarik komposit disajikan pada gambar IV.3. Nilai kekuatan tarik yang terendah yaitu PLA/triasetin 10%(wt) dengan nilai 13,04 MPa. Rendahnya nilai kekuatan tarik ini dikarenakan penambahan pemlastis triasetin. Penambahan pemlastis triasetin dapat meningkatkan mobilitas PLA sehingga memperpanjang nilai elongasi dan nilai kekuatannya menurun (Ibrahim dkk, 2010). Penurunan ini juga di alami oleh hasil penelitian Oksman dkk, 2003. Nilai kekuatan tarik PLA/triasetin 10% sebesar 43,6 MPa. Sedangkan nilai dari PLA murni sebesar 50,3 MPa.



Gambar IV.3 Nilai Kekuatan Tarik Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin

Komposit PLA/serat selulosa 10%(wt) sebesar 28,61 MPa, nilai tersebut mengalami penurunan jika dibandingkan dengan PLA murni. Kekuatan tarik PLA murni sebesar 40,92 MPa. Penurunan tersebut disebabkan oleh penyebaran serat selulosa yang tidak merata pada matriks, sehingga terdapat celah kosong matriks tanpa serat maka perpindahan tekanan ke serat selulosa tidak efisien dan bisa juga karena kompatibilitas PLA dan serat selulosa. Dimana, serat selulosa bersifat

hidrofilik dan PLA bersifat hidrofobik sehingga ikatan antara matriks dan serat menjadi sangat lemah (Kusumaningrum dkk, 2018). Walaupun telah dilakukan penghilangan kadar air pada serat selulosa tidak berpengaruh untuk memperbaiki ikatan antara PLA dan serat selulosa (Syamani dkk, 2014).

Kekuatan tarik komposit PLA/serat selulosa 10%(wt)/triasetin 10%(wt) sebesar 13,97 MPa, nilai tersebut menurun cukup jauh dibanding PLA murni dan PLA/serat selulosa 10%(wt). Penurunan kuat tarik sesuai dengan hasil yang diperoleh Ibrahim dkk, 2010. Nilai komposit PLA/triasetin/serat 38 MPa sedangkan kekuatan tarik PLA murni sebesar 58 MPa. Menurut Harmaen dkk, 2013. Hal ini disebabkan karena kandungan air yang terdapat pada serat selulosa memberikan efek negatif pada triasetin. Ikatan hidrogen yang dimiliki triasetin berinteraksi dengan kandungan air dari selulosa sehingga ikatan antarmuka melemah maka nilai kekuatan tariknya menjadi rendah.

#### 4.2.2 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi

Hasil nilai elongasi komposit ditunjukkan pada tabel IV.1.

**Tabel IV.1 Nilai Elongasi Komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin**

Sampel	Nilai elongasi (%)
PLA Murni	2,12
Komposit PLA/Serat Selulosa 10%wt	1,45
Komposit PLA/Triasetin10%wt	230,52
Komposit PLA/Serat Selulosa 10%wt/Triasetin 10%wt	6,55

Melalui tabel tersebut menunjukkan nilai elongasi setelah ditambahkan pemlastis triasetin 10% pada PLA berpengaruh untuk meningkatkan nilai elongasi. Sehingga, efektif untuk mengurangi kekurangan dari sifat PLA yang getas. Hasil dari penambahan triasetin 10% sebesar 230,52%. Nilai tersebut sangat tinggi dibandingkan dengan PLA murni yang nilai elongasi sebesar 2,12%. Penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim dkk, 2010. juga mendapatkan hasil nilai elongasi PLA murni dan PLA/triasetin yang berbeda jauh.

Penambahan triasetin pada komposit PLA/serat selulosa 10%(wt)/trisetin 10%(wt) juga meningkatkan nilai elongasi, jika dibandingkan dengan nilai

elongasi dari PLA murni dan PLA/serat selulosa 10%(wt) yaitu, sebesar 6,55%. Menurut Syamani, dkk. 2012. Peningkatan nilai elongasi dikarenakan molekul pemlastis dapat memutuskan kekuatan ikatan antara matriks PLA dan serat. Sehingga ikatan molekul pemlastis dapat dengan mudah meluncur dan bergerak maka menimbulkan peningkatan nilai elongasi.

Pada komposit PLA/serat selulosa 10%(wt) mengalami penurunan nilai elongasi dibandingkan dengan PLA murni. Dari nilai 2,12% menjadi 1,45%. Penelitian yang dilakukan oleh Syamani dkk, 2014 juga mengalami penurunan elongasi pada komposit PLA/serat selulosa nilainya adalah 6,3%, sedangkan PLA murni sebesar 6,8%. Hal ini terjadi karena penambahan serat selulosa pada komposit dapat menimbulkan efek kekakuan dan penurunan deformabilitas antarmuka antara serat selulosa dan matriks PLA sehingga dapat mempengaruhi penurunan nilai elongasi pada komposit PLA/serat selulosa 10% (Marwanto, 2017).

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh beberapa kesimpulan seperti sebagai berikut:

1. Penambahan pemlastis triasetin dapat meningkatkan nilai elongasi pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin.
2. Penambahan serat selulosa dapat menurunkan nilai kekuatan tarik pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin.
3. Penambahan gabungan pemlastis triasetin dan serat selulosa dapat menurunkan nilai kekuatan tarik yang disebabkan serat selulosa tidak berikatan baik dengan matriks PLA. Namun, dapat meningkatkan nilai elongasi yang disebabkan dari penambahan pemlastis triasetin pada komposit PLA/serat selulosa/triasetin.

#### 5.2 Saran

Saran yang dapat digunakan untuk melakukan pengembangan penelitian ini yaitu, perlu dilakukan pengujian *differential scanning calorimetry* (DSC) untuk mengetahui sifat termal dari komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin dan pengujian biodegradabilitas untuk mengetahui berapa lama waktu yang diperlukan agar komposit PLA/Serat Selulosa/Triasetin dapat terurai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abe, K., Iwamoto, S., Yano, H. "Obtaining cellulose nanofibers with uniform width of 15 nm from wood", *Biomicromolecules*, 8, 3276-3278, 2007.
- Amrizal, A. "Pengaruh pemberian pupuk urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) pada lahan gambut", Skripsi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, 2015
- Biba, M.A. "Prospek pengembangan sorgum untuk ketahanan pangan dan energi", *Iptek Tanaman Pangan*, Vol. 6 No 2, 2011.
- Belgacem, M.N., Gandini, A., "Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources", 2008
- Fatruyani. "Sifat mekanik dan biodegradabilitas komposit poli asam laktat (PLA) dan serat selulosa dengan penambahan plasticizer", *Jurnal Hutan Lestari*, Vol. 5 (3), 775-781, 2017.
- Harmaen, A.S., Khalina, A., Faizal, A.R., Jawaid, M. "Effect of Triacetine on Tensile Properties of Oil Palm Empty Fruit Bunch Fiber Reinforced Polylactic acid Composites", *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 52:4, 400-406, 2013.
- Ibrahim, N.A., Yunus, W.M.Z.W., Othman, M., Abdan, K., Hadithon, K.,A. "Poly(Lactic Acid) (PLA)-Reinforced Kenaf Bast Fiber Composites : The effect of triacetine", 2010.
- Kusumaningrum, W.B., Syamani, F.A., Suryanegara, L., Masruchin, N. "Pengaruh pemlastis dan serat pelepah sawit terhadap sifat mekanis biokomposit poli asam laktat", *Prosiding Seminar Lignoselulosa*, 2018.
- Kusumawati, A., Putri, N.E., Suliansyah, I. "Karakterisasi dan evaluasi beberapa genotipe sorgum di sukarami kabupaten solok", *Jurnal Agroteknologi*, Vol. 4 No. 1, 2013.

- Mohammed, A., Abdullah, A. "Scanning Electron Microscope (SEM): A Review", Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulic and Pneumatics-HERVEX, 2019.
- Marwanto. "Sifat mekanik komposit berbasis poli asam laktat (PLA) dan serat selulosa tandan kosong kelapa sawit", Jurnal Hutan Lestari, Vol.5 (2) : 412-417, 2017.
- Nikmatin, S., Kurniawan, D., Maddu, A. "Sintesis nanopartikel serat rami dengan metode ultrasonikasi untuk aplikasi filler bionanokomposit", Jurnal Biofisika, Vol. 8 No.2, 2012.
- Oksman, K., Skrifvars, M., Selin, J.F. "Natural fibres as reinforcement in polylactic acid (PLA) composites", Composites Science and Technology, 63, 1317-1324, 2003.
- Perdana, M., Mastariyanto. "Pengaruh fraksi volume penguat terhadap kekuatan lentur green composite untuk aplikasi pada bodi kendaraan", Jurnal Ipteks Terapan, V9.i4, 276-284, 2016.
- Putera, R.D.H., "Ekstraksi serat selulosa dari tanaman eceng gondok (*eichornia crassipes*) dengan variasi pelarut", Skripsi Fakultas Teknik Kimia, Universitas Indonesia, 2012.
- Quinn, Jr., Michael, J., David, Z., Jr., "Wildlife Toxicity Assessment for Triacetin", 2015.
- Rahmayetty, Kanani, N., Endarto, Y., W., "Pengaruh penambahan PLA pada pati terplastisasi gliserol terhadap sifat mekanik *blend film*", 2018.
- Reddy, N., Yang, Y., "Structure and Properties of Natural Cellulose Fibers Obtained from Sorghum Leaves and Stems", Jurnal Agricultural and Food Chemistry, 55, 5569-5574, 2007.
- Shah, V., "Handbook of Plastics Testing and Failure Analysis: Third Edition", John Wiley & Sons, Inc, 2007.
- Sulistijono., "Mekanika Material Komposit", Buku, 2012.

- Sothornvit, R., Krochta, J., M., “ Plasticizer effect on mechanical properties of  $\beta$ -lactoglobulin film”, *Journal of Food Engineering*, 50, 149-155, 2001.
- Surdia, T.,MS & Saito, S. “Pengetahuan bahan teknik”, Buku cetakan ke empat, 1999.
- Suryanegara, L., Nakagaito, A.N., Okumura, H., Yano, H “The synergetic od phenylphosphonic acid zinc and microfibrillated cellulose on the injection molding cycle time of PLA composites”, *Cellulose*, 18 : 689-698, 2011.
- Suryanegara, L., Nakagaito, A.N., Yano, H. “The effect of crystallization of PLA on the thermal and mechanical properties of microfibrillates cellulose-reinforced PLA composites”, *Composites Science and Technology*, 69, 1187-1192, 2009.
- Suryanegara, L., Nakagaito, A.N., Yano, H. “Thermo-mechanical properties of microfibrillated cellulose-reinforced partially crystallized PLA composites”, *Cellulose*, 17, 771–778, 2010.
- Suryanegara, L., Indrayani, Y., Sagiman, S., Rosalinda, E., Marwanto. “Short Communication: Biodegradable of bio-composites made from Polylactid Acid (PLA) and cellulose fibers from oil palm empty fruit bunch”, *Nusantara Bioscience*, Vol. 11, No. 1, 8-11, 2018.
- Syamani, F.A., Yudhi, D.K., Suryanegara, L. “Cellulose Fibers from Oil Palm Frond Reinforced Polylactic acid Composite”. *MEV Journal*, XX:1-5. 2014.

## LAMPIRAN A

### ALAT



*Magnetic stirrer*



oven



*waterbath*



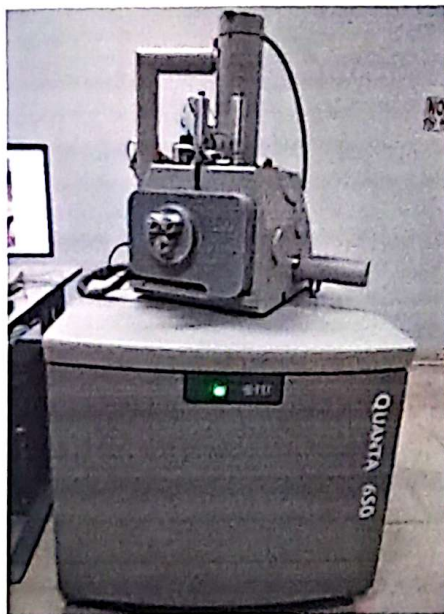
*manual hotpress*



*Ultrasonic homogenizer*



*moisture content*



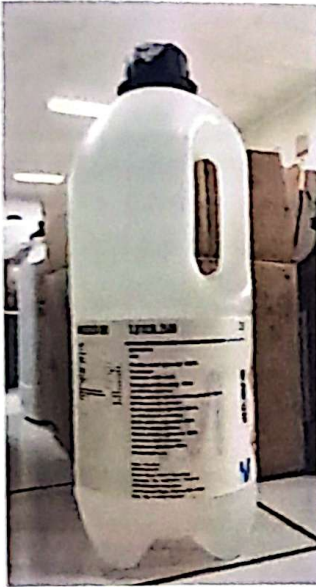
*Scanning electron microscope (SEM)*



*Universal testing machine (UTM)*

## LAMPIRAN B

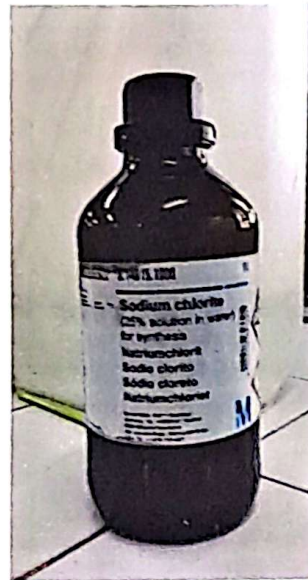
### BAHAN



Asam asetat



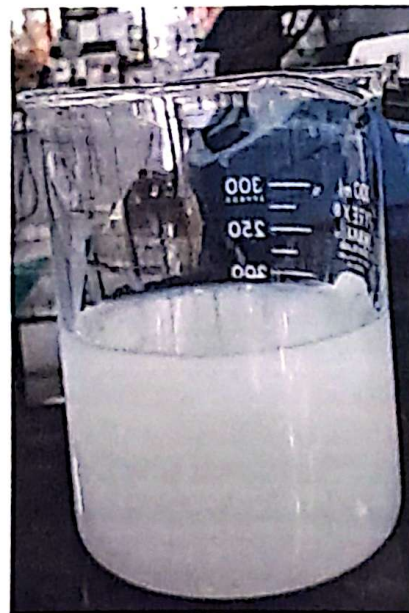
kalium hidroksida



sodium klorida



Triasetin



serat selulosa



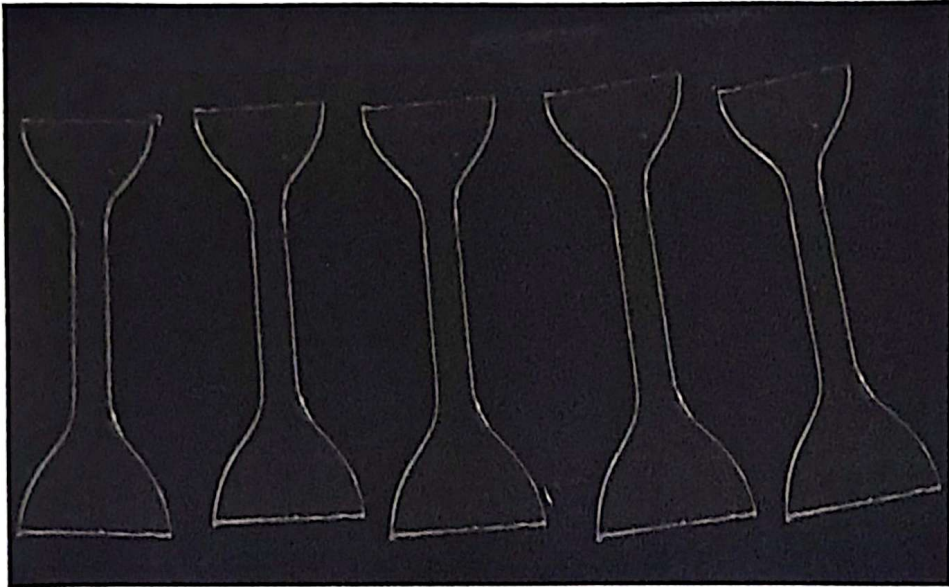
Serat sorgum



pelet PLA

LAMPIRAN C

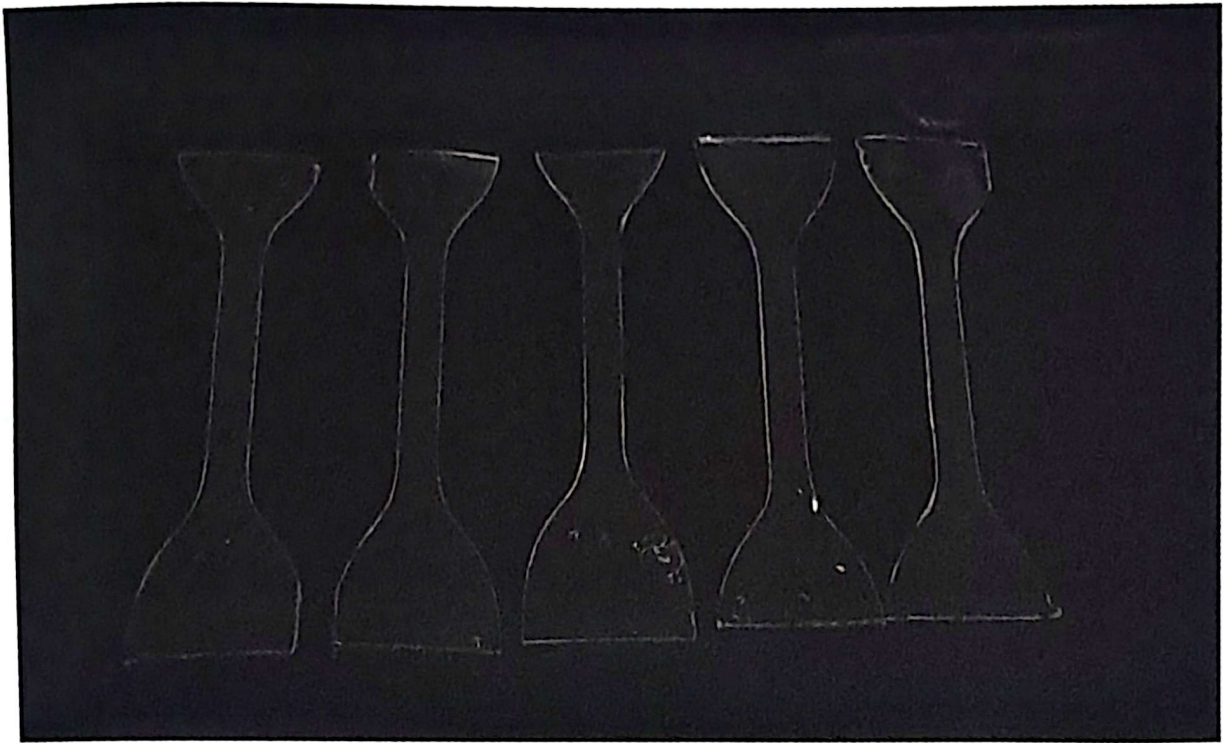
SPESIMEN KOMPOSIT PLA



Spesimen PLA murni



Spesimen PLA/Serat Selulosa



Spesimen PLA/Triasetin



Spesimen PLA/Serat Selulosa/Triasetin

## LAMPIRAN D

### PERHITUNGAN

#### 1. Perhitungan pengecekan kadar air dalam selulosa

➤ Moisture content selulosa untuk komposit PLA/serat selulosa

I. 98,110%

II. 98,044%

III. 97,044%

---

Rata – rata 97,935%

Kadar solid yang dimiliki oleh selulosa tersebut adalah

$$\text{kadar solid} = 100\% - 97,935\% = 2,065$$

Maka untuk mendapatkan 6 gram selulosa diperlukan selulosa sebanyak :

$$6 \text{ gram} = \frac{\text{kadar solid selulosa}}{100} \times \alpha$$

$$6 \text{ gram} = \frac{2,065 \text{ gram}}{100} \times \alpha$$

$$\alpha = \frac{600}{2,065 \text{ gram}} = 290,557 \text{ gram}$$

➤ Moisture content selulosa untuk campuran PLA/serat selulosa/triasetin

I. 94,210%

II. 93,812%

---

Rata – rata 94,011%

Kadar solid yang terkandung dalam selulosa tersebut adalah

$$\text{kadar solid} = 100\% - 94,011\% = 5,989$$

Maka untuk mendapatkan selulosa sebanyak 6 gram diperlukan selulosa sebanyak:

$$6 \text{ gram} = \frac{\text{kadar solid selulosa}}{100} \times \alpha$$

$$6 \text{ gram} = \frac{5,989 \text{ gram}}{100} \times \alpha$$