



**KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT POLYLACTIC ACID-PATI JAGUNG  
DENGAN VARIASI KOMPOSISI DAN BENTUK SERAT JERAMI PADI  
UNTUK *DISPOSABLE TABLEWARE***

**SKRIPSI**

Oleh

**Ilham Nur Hidayat**

**221910101003**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK MESIN  
JEMBER**

**2026**



**KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT POLYLACTIC ACID-PATI JAGUNG  
DENGAN VARIASI KOMPOSISI DAN BENTUK SERAT JERAMI PADI  
UNTUK *DISPOSABLE TABLEWARE***

*Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
Program studi Strata 1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember*

**SKRIPSI**

Oleh  
**Ilham Nur Hidayat**  
**221910101003**

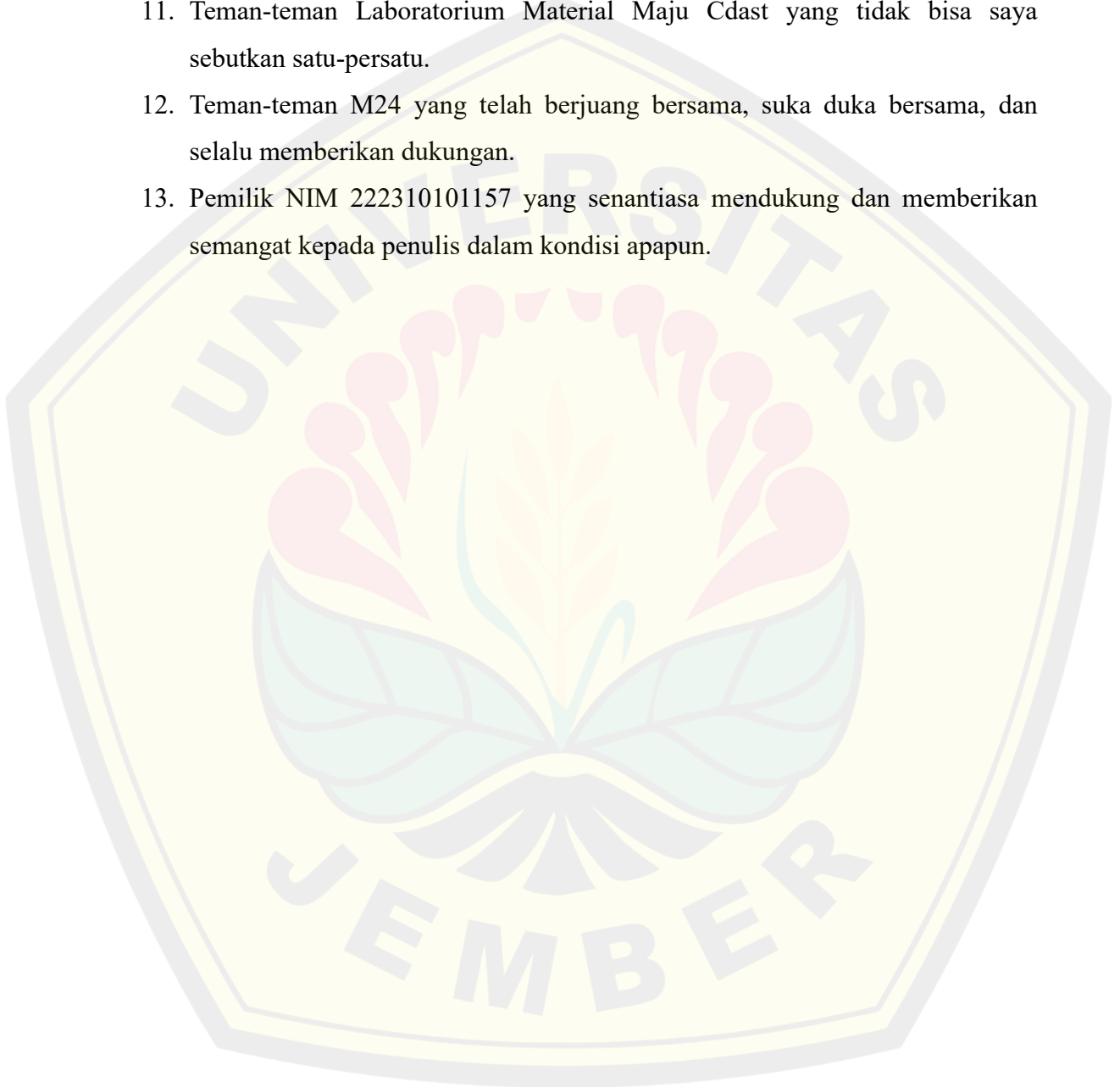
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI STRATA SATU TEKNIK MESIN  
JEMBER  
2026**

## PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur terhadap Allah SWT, dan dengan segala kerendahan hati saya, skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, hidayah, kesehatan, serta kekuatan batin disetiap proses dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua penulis, Bapak Kusno dan Ibu Suwarti yang selalu memberikan dukungan berupa doa maupun materi, memberikan motivasi, memberikan kasih sayang, dan telah mengorbankan segala hal untuk penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Tidak ada pengorbanan dari segala hal yang setara dengan pengorbanan orang tua penulis.
3. Nenek saya, selaku orang tua kedua bagi penulis yang membantu merawat saya sejak kecil, selalu senantiasa mengarahkan, menasehati, dan memberikan kasih sayang yang tulus kepada penulis.
4. Kakak saya, Joveny Meining Tyas yang selalu memberikan dukungan emosional, motivasi, dan semangat kepada penulis untuk bisa berkembang lebih jauh lagi.
5. Semua Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta arahnya untuk penulis hingga penulis bisa berkembang sejauh ini.
6. Dosen Pembimbing Akademik, Bapak Dr. Ir. Andi Sanata.,S.T.,M.T. yang memberikan arahan serta dukungan akademik untuk terus maju melangkah kedepan.
7. Dosen Pembimbing Skripsi, Ibu Ir. Rahma Rei Sakura.,S.T.,M.T. yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan arahan selama mengerjakan skripsi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu.
8. Dosen Penguji saya, Bapak Ir. Sumarji., S.T.M.T. dan Bapak Ir. Aris Zainul Mutaqqin.,S.T.,M.T. yang selalu memberikan saran dan arahan yang membangun dan memotivasi kepada penulis sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik.

9. Teman-teman *Kost The Raid* (Bintang, Risky, Elga, Sultan, Archie, Razy, Agung) yang telah menemani perjalanan kuliah penulis dari semester awal sampai akhir.
10. Teman-teman satu project (Fikri, Tian, dan Sultan) yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
11. Teman-teman Laboratorium Material Maju Cdastr yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
12. Teman-teman M24 yang telah berjuang bersama, suka duka bersama, dan selalu memberikan dukungan.
13. Pemilik NIM 222310101157 yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam kondisi apapun.



**MOTTO**

“Boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, Dan boleh jadi kamu menyenangi sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu, Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui.”

(Al-Baqarah: 216)

“Waktu yang akan menyembuhkan, dan ku akan kembali berperang.”

(The Cloves and The Tobacco)

“Kegagalan, kehilangan, penolakan, penderitaan, dan ketidaknyamanan adalah bagian dari proses yang membentuk pria menjadi lebih dewasa, kuat, dan berkembang.”

(Ilham)

**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan disini :

Nama : Ilham Nur Hidayat

NIM : 221910101003

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT POLYLACTIC ACID-PATI JAGUNG DENGAN VARIASI KOMPOSISI DAN BENTUK SERAT JERAMI PADI UNTUK *DISPOSABLE TABLEWARE*.

adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juni 2026

Yang menyatakan,

Ilham Nur Hidayat

NIM. 221910101003

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “KARAKTERISASI BIOKOMPOSIT POLYLACTIC ACID-PATI JAGUNG DENGAN VARIASI KOMPOSISI DAN BENTUK SERAT JERAMI PADI UNTUK DISPOSABLE TABLEWARE” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 11 Juni 2026  
Tempat : Ruang Rapat IsDB Lantai 3

| Pembimbing          |                                   | Tanda Tangan |
|---------------------|-----------------------------------|--------------|
| 1. Pembimbing Utama |                                   |              |
| Nama                | : Ir. Rahma Rei Sakura.,S.T.,M.T. | (.....)      |
| NIP                 | : 199102282022032003              |              |

| Penguji            |                                       |         |
|--------------------|---------------------------------------|---------|
| 1. Penguji Utama   |                                       |         |
| Nama               | : Ir. Sumarji.,S.T.,M.T.              | (.....) |
| NIP                | : 196802021997021001                  |         |
| 2. Penguji Anggota |                                       |         |
| Nama               | : Ir. Aris Zainul Mutaqqin.,S.T.,M.T. | (.....) |
| NIP                | : 196812071995121002                  |         |



## ABSTRAK

Peningkatan penggunaan plastik sekali pakai mendorong pengembangan material ramah lingkungan seperti biokomposit berbasis *Polylactic Acid* (PLA). Peningkatan penggunaan plastik sekali pakai mendorong pengembangan material ramah lingkungan seperti biokomposit berbasis *Polylactic Acid* (PLA). Penambahan pati jagung dan jerami padi sebagai bahan pengisi alami berpotensi meningkatkan biodegradabilitas material sekaligus memanfaatkan limbah pertanian yang melimpah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi komposisi dan bentuk pengisi jerami padi terhadap sifat mekanik, biodegradasi, dan morfologi biokomposit PLA-pati jagung untuk *disposable tableware*. Biokomposit dibuat menggunakan metode *solvent casting* dengan penambahan pati jagung sebesar 5% serta pengisi jerami padi dalam bentuk PJP dan SJP dengan variasi fraksi volume 3%, 4%, 5%, dan 6%. Karakterisasi dilakukan melalui uji tarik ASTM D638, uji biodegradasi ASTM D5988, dan analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi komposisi dan bentuk pengisi memengaruhi sifat mekanik dan biodegradasi biokomposit. Nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi 5% PJP, masing-masing sebesar 2,70 MPa dan 341,32 MPa, sedangkan nilai elongasi tertinggi diperoleh pada variasi 4% PJP sebesar 2,03%. Hasil SEM menunjukkan bahwa PJP memiliki distribusi *filler* yang lebih homogen dan adhesi antarmuka yang lebih baik dibandingkan SJP. Selain itu, penambahan pati jagung dan jerami padi meningkatkan kemampuan biodegradasi material. Berdasarkan hasil penelitian, biokomposit PLA-pati jagung dengan pengisi 5% PJP menunjukkan karakteristik terbaik dan berpotensi digunakan sebagai material ramah lingkungan untuk aplikasi *disposable tableware*.

**Kata Kunci:** Biokomposit, *Polylactic Acid* (PLA), pati jagung, jerami padi, *Disposable Tableware*.



**ABSTRACT**

*The increasing use of single-use plastics has encouraged the development of environmentally friendly materials, such as biocomposites based on Polylactic Acid (PLA). The addition of corn starch and rice straw as natural fillers has the potential to enhance the biodegradability of the material while simultaneously utilizing abundant agricultural waste. This study aimed to analyze the effect of composition variation and rice straw reinforcement forms on the mechanical properties, biodegradability, and morphology of PLA-corn starch biocomposites for disposable tableware applications. The biocomposites were fabricated using the solvent casting method with the addition of 5% corn starch and rice straw reinforcements in the form of particles (PJP) and fibers (SJP) with volume fraction variations of 3%, 4%, 5%, and 6%. Characterization was conducted through tensile testing based on ASTM D638, biodegradation testing based on ASTM D5988, and morphological analysis using Scanning Electron Microscopy (SEM). The results showed that the variation in composition and reinforcement form affected the mechanical properties and biodegradability of the biocomposites. The highest tensile strength and modulus of elasticity were obtained at the 5% PJP variation, reaching 2.70 MPa and 341.32 MPa, respectively, while the highest elongation value was obtained at the 4% PJP variation at 2.03%. SEM observations indicated that PJP exhibited a more homogeneous filler distribution and better interfacial adhesion compared to SJP. In addition, the incorporation of corn starch and rice straw improved the biodegradability of the material. Based on the results, the PLA-corn starch biocomposite reinforced with 5% rice straw particles demonstrated the best characteristics and has potential as an environmentally friendly material for disposable tableware applications.*

**Keywords:** Biocomposite, Polylactic Acid (PLA), corn starch, rice straw, disposable tableware.

## RINGKASAN

**“Karakterisasi Biokomposit Polylactic Acid-Pati Jagung Dengan Variasi Komposisi dan Bentuk Serat Jerami Padi untuk Disposable Tableware”**

Ilham Nur Hidayat., 221910101003; 85 Halaman, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Penelitian ini dilatar belakangi oleh meningkatnya penggunaan plastik sekali pakai yang sulit terurai dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Akumulasi limbah plastik yang terus meningkat dapat menyebabkan pencemaran tanah dan perairan serta mengganggu keseimbangan ekosistem. Salah satu alternatif material ramah lingkungan yang dapat dikembangkan adalah biokomposit berbasis *Polylactic Acid* (PLA). Namun, PLA masih memiliki keterbatasan pada sifat mekanik dan laju biodegradasi sehingga diperlukan penambahan *filler* alami seperti pati jagung dan jerami padi untuk meningkatkan karakteristik material sekaligus memanfaatkan limbah pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi dan bentuk pengisi jerami padi dalam bentuk partikel dan serat terhadap sifat mekanik, biodegradasi, dan morfologi biokomposit PLA-pati jagung. Biokomposit dibuat menggunakan metode *solvent casting* dengan variasi fraksi volume pengisi sebesar 3%, 4%, 5%, dan 6%. Karakterisasi material dilakukan menggunakan uji tarik ASTM D638, uji biodegradasi ASTM D5988, dan analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi pengisi memengaruhi karakteristik biokomposit. Nilai kekuatan tarik dan modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi 5% partikel jerami padi, sedangkan hasil SEM menunjukkan distribusi *filler* yang lebih homogen dan adhesi antarmuka yang lebih baik dibandingkan serat. Selain itu, penambahan pati jagung dan jerami padi meningkatkan kemampuan biodegradasi material sehingga biokomposit ini berpotensi digunakan sebagai material ramah lingkungan untuk aplikasi *disposable tableware*.

## PRAKATA

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Karakterisasi Biokomposit Polylactic Acid-Pati Jagung Dengan Variasi Komposisi Dan Bentuk Serat Jerami Padi Untuk Disposable Tableware” yang disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Dalam kesempatan ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi, di antaranya:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat, hidayah, kesehatan, serta kekuatan batin disetiap proses dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua penulis, Bapak Kusno dan Ibu Suwarti yang selalu memberikan dukungan berupa doa maupun materi, memberikan motivasi, memberikan kasih sayang, dan telah mengorbankan segala hal untuk penulis sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan tepat waktu. Tidak ada pengorbanan dari segala hal yang setara dengan pengorbanan orang tua penulis.
3. Nenek saya, selaku orang tua kedua bagi penulis yang membantu merawat saya sejak kecil, selalu senantiasa mengarahkan, menasehati, dan memberikan kasih sayang yang tulus kepada penulis.
4. Kakak saya, Joveny Meining Tyas yang selalu memberikan dukungan emosional, motivasi, dan semangat kepada penulis untuk bisa berkembang lebih jauh lagi.
5. Semua Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember yang telah memberikan ilmu serta arahannya untuk penulis hingga penulis bisa berkembang sejauh ini.
6. Dosen Pembimbing Akademik, Bapak Dr. Ir. Andi Sanata., S.T.,M.T. yang memberikan arahan serta dukungan akademik untuk terus maju melangkah kedepan.

7. Dosen Pembimbing Skripsi, Ibu Ir. Rahma Rei Sakura.,S.T.,M.T. yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan arahan selama mengerjakan skripsi sehingga skripsi ini bisa terselesaikan tepat waktu.
8. Dosen Penguji saya, Bapak Ir. Sumarji.,S.T.M.T. dan Bapak Ir. Aris Zainul Mutaqqin.,S.T.,M.T. yang selalu memberikan saran dan arahan yang membangun dan memotivasi kepada penulis sehingga skripsi dapat terselesaikan dengan baik.
9. Teman-teman satu project (Fikri, Tian, dan Sultan) yang selalu memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi.
10. Teman-teman Laboratorium Material Maju Cdaat yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu
11. Teman-teman M24 yang telah berjuang bersama, suka duka bersama, dan selalu memberikan dukungan.
12. Pemilik NIM 222310101157 yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam kondisi apapun.
13. Terakhir kepada anime *One Piece* yang telah memberikan pelajaran tentang perjuangan, kerja keras, persahabatan, dan semangat pantang menyerah, serta menjadi hiburan bagi penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penyusun berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta dapat membantu bagi kemajuan serta pengembangan. Saya ucapkan terima kasih banyak kepada semua pihak yang telah membantu, semoga Allah SWT. membalas semua kebaikan kalian, Aamin.

Jember, 11 Juni 2026

Ilham Nur Hidayat

2219101010003

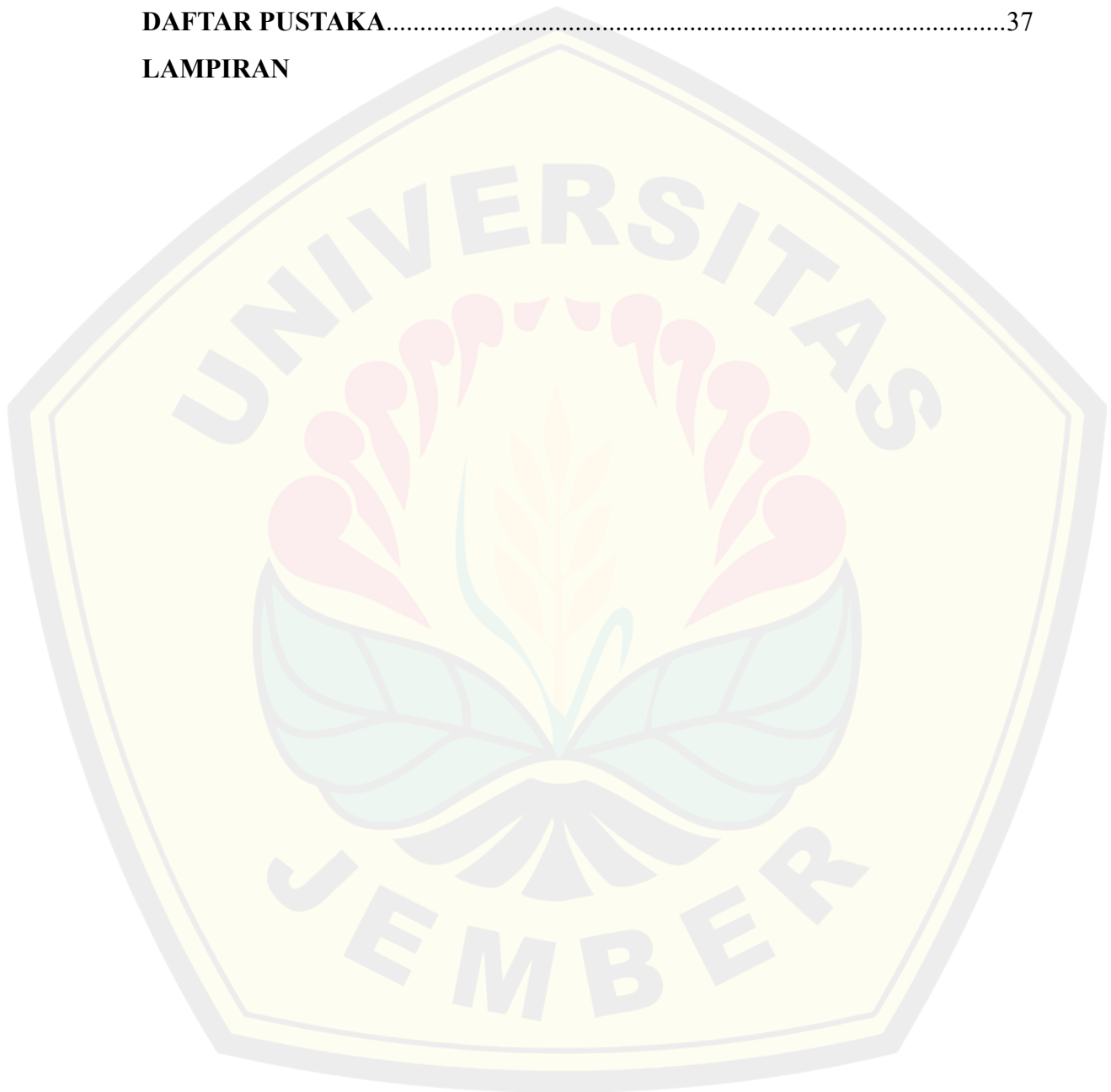
## DAFTAR ISI

|                                                       |              |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                            | <b>i</b>     |
| <b>PERSEMBAHAN.....</b>                               | <b>ii</b>    |
| <b>MOTTO .....</b>                                    | <b>iv</b>    |
| <b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>                   | <b>v</b>     |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                        | <b>vi</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                                  | <b>vii</b>   |
| <b>RINGKASAN .....</b>                                | <b>ix</b>    |
| <b>PRAKATA.....</b>                                   | <b>x</b>     |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                | <b>xii</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                            | <b>xv</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                             | <b>xvi</b>   |
| <b>DAFTAR NOTASI .....</b>                            | <b>xvii</b>  |
| <b>DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN .....</b>             | <b>xviii</b> |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>                       | <b>1</b>     |
| <b>1.1 Latar Belakang.....</b>                        | <b>1</b>     |
| <b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>                      | <b>3</b>     |
| <b>1.3 Tujuan dan Manfaat.....</b>                    | <b>3</b>     |
| 1.3.1 Tujuan .....                                    | 3            |
| 1.3.2 Manfaat .....                                   | 3            |
| <b>1.4 Batasan Masalah .....</b>                      | <b>4</b>     |
| <b>1.5 Hipotesis.....</b>                             | <b>4</b>     |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                   | <b>5</b>     |
| <b>2.1 Penelitian Terdahulu .....</b>                 | <b>5</b>     |
| <b>2.2 Disposable Tableware .....</b>                 | <b>5</b>     |
| <b>2.3 Matriks PLA (<i>Polylactida Acid</i>).....</b> | <b>7</b>     |
| <b>2.4 Pati Jagung.....</b>                           | <b>8</b>     |
| <b>2.5 Jerami Padi .....</b>                          | <b>9</b>     |
| <b>2.6 Proses Alkalisasi.....</b>                     | <b>10</b>    |
| <b>2.7 Solvent Casting .....</b>                      | <b>11</b>    |

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.8 Karakterisasi Material</b>                                  | 11 |
| 2.8.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)                           | 11 |
| 2.8.2 Uji Tarik (Tensile Strength)                                 | 12 |
| 2.8.3 Uji Biodegradasi                                             | 13 |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b>                                | 15 |
| <b>3.1 Metodologi Penelitian</b>                                   | 15 |
| <b>3.2 Waktu dan Tempat</b>                                        | 15 |
| <b>3.3 Alat dan Bahan</b>                                          | 15 |
| <b>3.4 Skema Penelitian</b>                                        | 16 |
| <b>3.5 Prosedur Penelitian</b>                                     | 16 |
| 3.4.1 Preparasi Partikel dan Serat Jerami Padi                     | 16 |
| 3.4.2 Pembuatan Biokomposit                                        | 17 |
| 3.4.3 Pengujian Tarik ( <i>Tensile Strength</i> )                  | 17 |
| 3.4.4 Pengujian SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> )        | 18 |
| 3.4.5 Pengujian Biodegradasi ( <i>Biodegradable Test</i> )         | 18 |
| <b>3.6 Variabel Penelitian</b>                                     | 19 |
| 3.5.1 Variabel Bebas                                               | 19 |
| 3.5.2 Variabel Terikat                                             | 19 |
| 3.5.3 Variabel Kontrol                                             | 19 |
| <b>3.7 Diagram Alir Penelitian</b>                                 | 20 |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                 | 21 |
| <b>4.1 Hasil Pembuatan Biokomposit</b>                             | 21 |
| 4.1.1 Spesimen Pengujian tarik                                     | 21 |
| 4.1.2 Spesimen Pengujian Biodegradasi                              | 22 |
| <b>4.2 Hasil Uji Tarik (<i>Tensile Strength</i>)</b>               | 22 |
| 4.2.1 Kekuatan Tarik                                               | 23 |
| 4.2.2 Elongasi                                                     | 24 |
| 4.2.3 Modulus Elastisitas                                          | 26 |
| <b>4.3 Uji Morfologi SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)</b> | 27 |
| <b>4.4 Pengujian Biodegradasi</b>                                  | 31 |
| 4.4.1 Hasil Pengujian PJP (Partikel Jerami Padi)                   | 31 |



|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 4.4.2 Hasil Pengujian SJP (Serat Jerami Padi) ..... | 32 |
| 4.5 Aplikasi Disposable Tableware .....             | 34 |
| <b>BAB 5. PENUTUP</b> .....                         | 35 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b> .....                         | 35 |
| <b>5.2 Saran</b> .....                              | 36 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....                         | 37 |
| <b>LAMPIRAN</b>                                     |    |



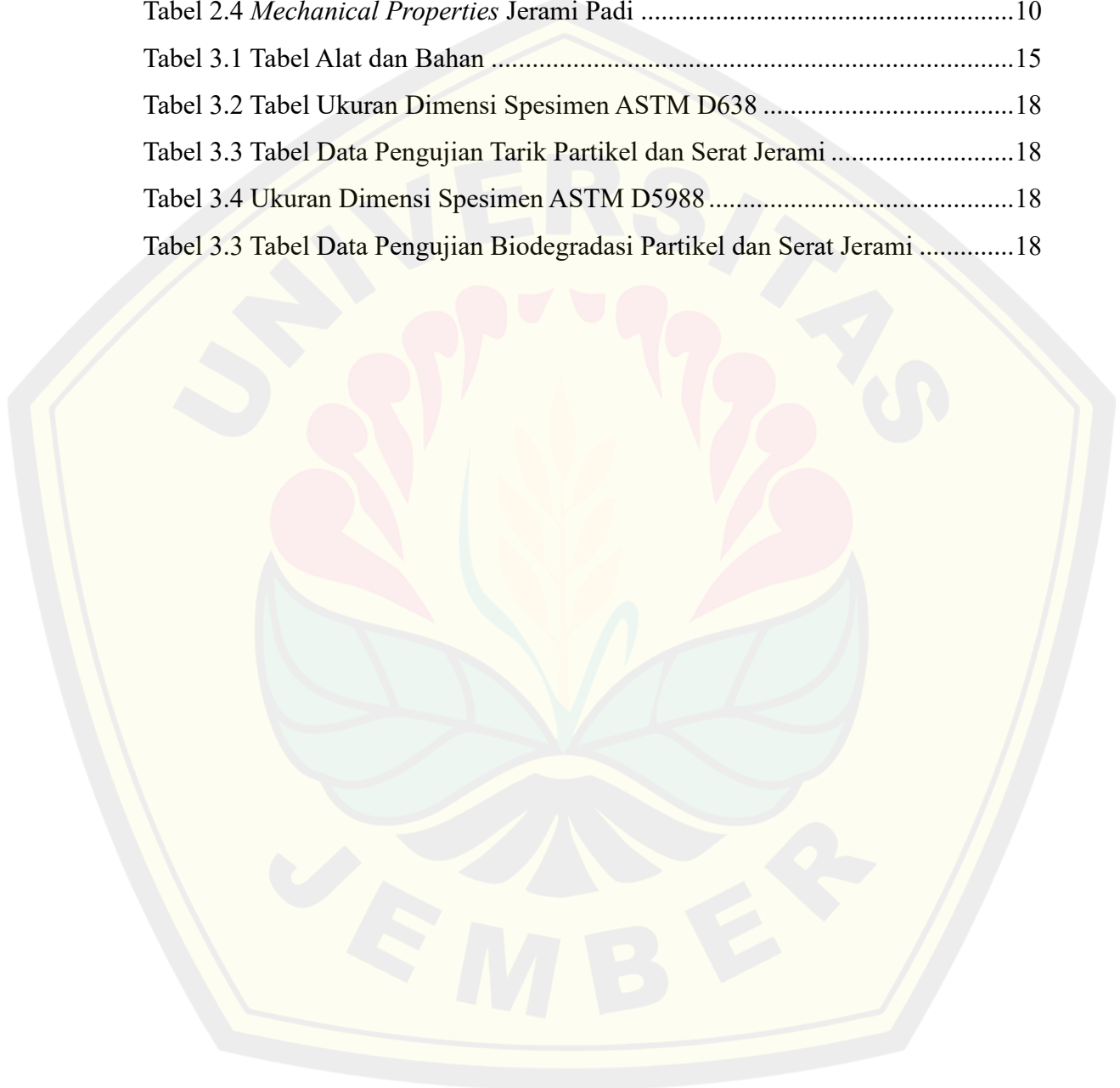


## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu .....                                                       | 5  |
| Gambar 2.2 Pembuatan <i>Disposable Tableware</i> dengan Metode <i>Hot Press</i> .....              | 7  |
| Gambar 2.3 Proses degradasi komposit PLA.....                                                      | 8  |
| Gambar 2.4 Metode <i>Solvent Cast</i> .....                                                        | 11 |
| Gambar 2.5 Hasil Struktur Morfologi dengan SEM.....                                                | 12 |
| Gambar 2.6 Hasil uji biodegradasi pada aplikasi <i>Disposable Tableware</i> .....                  | 14 |
| Gambar 3.1 Skema Prosedur Penelitian.....                                                          | 16 |
| Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....                                                            | 20 |
| Gambar 4.1 Spesimen uji tarik biokomposit PJP/SJP.....                                             | 21 |
| Gambar 4.2 Spesimen uji biodegradasi biokomposit PJP/SJP .....                                     | 22 |
| Gambar 4.3 Grafik Kekuatan tarik PJP dan SJP .....                                                 | 23 |
| Gambar 4.4 Grafik Elongasi PJP dan SJP .....                                                       | 25 |
| Gambar 4.5 Grafik Modulus Elastisitas PJP dan SJP .....                                            | 26 |
| Gambar 4.6 Hasil Morfologi SEM (a) Permukaan PLA Murni, (b) Permukaan<br>Patahan PLA Murni .....   | 28 |
| Gambar 4.7 Hasil Morfologi SEM (a) PLA/PJP3% 100x, (b) PLA/PJP3% 300x,<br>(c) PLA/PJP3% 1300x..... | 29 |
| Gambar 4.8 Hasil Morfologi SEM (d) PLA/PJP5% 100x, (e) PLA/PJP5% 500x,<br>(f) PLA/PJP5% 1300x..... | 30 |
| Gambar 4.9 Grafik pengujian biodegradasi PJP .....                                                 | 31 |
| Gambar 4.10 Grafik pengujian biodegradasi SJP .....                                                | 32 |
| Gambar 4.11 Produk <i>Disposable Tableware</i> .....                                               | 34 |

## DAFTAR TABEL

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Kriteria Kelayakan Kemasan Makanan (SPA) .....                    | 6  |
| Tabel 2.2 <i>Mechanical Properties Polylactid Acid (PLA)</i> .....          | 8  |
| Tabel 2.3 Tabel komposisi dasar pati jagung .....                           | 9  |
| Tabel 2.4 <i>Mechanical Properties</i> Jerami Padi .....                    | 10 |
| Tabel 3.1 Tabel Alat dan Bahan .....                                        | 15 |
| Tabel 3.2 Tabel Ukuran Dimensi Spesimen ASTM D638 .....                     | 18 |
| Tabel 3.3 Tabel Data Pengujian Tarik Partikel dan Serat Jerami .....        | 18 |
| Tabel 3.4 Ukuran Dimensi Spesimen ASTM D5988 .....                          | 18 |
| Tabel 3.3 Tabel Data Pengujian Biodegradasi Partikel dan Serat Jerami ..... | 18 |



## DAFTAR NOTASI

| Notasi         | Keterangan                                            |
|----------------|-------------------------------------------------------|
| $\sigma$       | Tegangan tarik maksimum (MPa atau N/mm <sup>2</sup> ) |
| $\varepsilon$  | Regangan (%)                                          |
| E              | Modulus elastisitas (GPa atau MPa)                    |
| F              | Beban maksimum (N)                                    |
| A <sub>0</sub> | Luas penampang awal spesimen (mm <sup>2</sup> )       |
| $\Delta L$     | Pertambahan panjang (mm)                              |
| L <sub>0</sub> | Panjang awal (mm)                                     |
| WL             | Persentase kehilangan massa (%)                       |
| W <sub>1</sub> | Massa awal spesimen sebelum penguburan (g)            |
| W <sub>2</sub> | Massa akhir spesimen setelah penguburan (g)           |
| $\rho$         | Massa Jenis (g/cm <sup>3</sup> )                      |
| T              | Suhu (°C)                                             |
| m              | Massa material (g)                                    |
| V              | Volume (cm <sup>3</sup> atau mL)                      |

## DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN

| <b>Istilah / Singkatan</b>                  | <b>Arti dan Keterangan</b>                                                                                              |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Biokomposit                                 | Material gabungan antara dua bahan atau lebih dengan campuran bahan yang bersifat alami dan ramah lingkungan            |
| Biodegradasi                                | Proses penguraian material menjadi lebih sederhana oleh senyawa mikroorganisme                                          |
| <i>Disposable Tableware</i>                 | Peralatan makan sekali pakai yang memiliki sifat praktis dan mudah terurai                                              |
| Matriks                                     | Bahan utama pada material komposit yang berfungsi sebagai pengikat dan penyalur beban                                   |
| Pengisi                                     | Bahan tambahan pada komposit yang berfungsi untuk meningkatkan sifat dari material tersebut                             |
| PLA (Polylactic Acid)                       | Polimer biodegradable berbasis sumber daya terbarukan yang digunakan sebagai matriks biokomposit                        |
| Alkalisasi                                  | Perlakuan kimia menggunakan larutan basa untuk menghilangkan lignin dan hemiselulosa pada serat                         |
| <i>Bleaching</i>                            | Proses pemutihan serat untuk menghilangkan sisa lignin dan kotoran pada permukaan serat                                 |
| <i>Solvent Casting</i>                      | Metode pembuatan biokomposit dengan cara melarutkan semua bahan menjadi satu lalu dituang dalam cetakan dan dikeringkan |
| SEM ( <i>Scanning Electron Microscopy</i> ) | Metode karakterisasi material menggunakan mikroskop elektron untuk melihat morfologi permukaan material                 |
| Morfologi                                   | Struktur atau bentuk permukaan material yang diamati secara mikroskopis                                                 |
| Hidrofilik                                  | Sifat material yang mudah dan dapat berikatan baik dengan air                                                           |

|                       |                                                                                                                                              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hidrofobik            | Sifat material yang menolak dan buruk ketika berikatan dengan air                                                                            |
| Lignin                | Senyawa penyusun serat alami yang memberikan kekakuan pada tanaman                                                                           |
| Selulosa              | Komponen utama serat alami yang memberikan kekuatan mekanik pada material tanaman                                                            |
| Hemiselulosa          | Polisakarida penyusun dinding sel tanaman yang mendukung struktur serat alami                                                                |
| <i>Platicizer</i>     | Bahan tambahan untuk meningkatkan fleksibilitas dan mengurangi kekakuan material                                                             |
| Aglomerasi            | Penggumpalan partikel atau serat dalam material komposit yang dapat memengaruhi sifat mekanik                                                |
| Kompatibilitas        | Kemampuan dua material berbeda untuk berikatan dengan baik dalam komposit                                                                    |
| <i>Compostable</i>    | Material yang dapat terurai sempurna menjadi kompos tanpa meninggalkan residu berbahaya                                                      |
| Mesh                  | Ukuran ayakan untuk menentukan ukuran partikel material                                                                                      |
| Bioplastik            | Plastik berbahan dasar alami yang dapat terurai secara hayati                                                                                |
| Termoplastik          | Jenis polimer yang dapat dilelehkan dan dibentuk ulang dengan pemanasan                                                                      |
| Homogen               | Campuran material yang tercampur merata                                                                                                      |
| Delaminasi            | Terpisahnya ikatan antar lapisan atau antar material pada komposit                                                                           |
| Adhesi                | Kemampuan ikatan antara matriks dan serat pengisi                                                                                            |
| <i>Fiber Pull-Out</i> | Fenomena tercabutnya serat dari matriks komposit akibat lemahnya adhesi antarmuka antara serat dan matrik                                    |
| <i>Rough Surface</i>  | Permukaan material yang kasar dan tidak merata akibat distribusi <i>filler</i> yang kurang homogen atau adanya cacat morfologi pada material |

|                          |                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Compact Structure</i> | Struktur material yang padat dan rapat dengan distribusi <i>filler</i> yang homogen serta minim cacat morfologi, sehingga menunjukkan ikatan antarmuka yang baik antara matriks dan <i>filler</i> |
| <i>Smooth Adhesion</i>   | Kondisi ikatan antarmuka yang baik dan merata antara matriks dan <i>filler</i> sehingga menunjukkan adhesi yang optimal pada material komposit                                                    |
| <i>Good Dispersion</i>   | Distribusi matriks dan pengisi tersebar secara merata                                                                                                                                             |
| <i>Crack</i>             | Retakan pada permukaan material akibat tegangan atau lemahnya ikatan material                                                                                                                     |
| <i>Gap</i>               | Celah antar matriks dan <i>filler</i> akibat ikatan antarmuka yang kurang baik                                                                                                                    |
| <i>Filler</i>            | Material tambahan dalam komposit untuk meningkatkan sifat tertentu                                                                                                                                |
| <i>Void</i>              | Rongga udara kecil pada material komposit yang dapat menurunkan kekuatan mekanik                                                                                                                  |
| Sorbitol                 | Bahan tambahan yang berfungsi sebagai pengikat dan plasticizer                                                                                                                                    |
| Kekuatan tarik           | Kemampuan maksimum material menahan gaya tarik sebelum mengalami patah                                                                                                                            |
| Elongasi                 | Persentase pertambahan panjang material akibat pembebanan tarik                                                                                                                                   |
| Modulus Elastisitas      | Nilai yang menunjukkan tingkat kekakuan material terhadap deformasi elastis                                                                                                                       |
| PLA                      | Polylactic Acid                                                                                                                                                                                   |
| SEM                      | Scanning Electron Microscopy                                                                                                                                                                      |
| ASTM                     | American Society for Testing and Materials                                                                                                                                                        |
| UTM                      | Universal Testing Machine                                                                                                                                                                         |
| SPA                      | Sustainable Packaging Alliance                                                                                                                                                                    |
| PJP                      | Partikel Jerami Padi                                                                                                                                                                              |
| SJP                      | Serat Jerami Padi                                                                                                                                                                                 |

|                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| NaOH                          | Natrium Hidroksida           |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> | Hidrogen Peroksida           |
| MPa                           | Megapascal                   |
| GPa                           | Gigapascal                   |
| mm                            | Milimeter                    |
| °C                            | Derajat Celcius              |
| ml                            | Milimeter                    |
| g                             | Gram                         |
| cm <sup>3</sup>               | Centimeter kubik             |
| N                             | Newton                       |
| pH                            | <i>Potential of Hydrogen</i> |

---



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, lonjakan penggunaan kemasan plastik sekali pakai meningkat secara pesat dan menjadi kontributor utama terhadap akumulasi limbah plastik non-biodegradasi. Konsumsi plastik didunia saat ini diperkirakan melebihi 700 juta ton per tahun dan akan terus meningkat dengan sering bertambah nya tahun (Fonseca-García et al., 2021). *Disposable tableware* menjadi salah satu solusi inovasi dalam perkembangan material yang ramah lingkungan. Kemasan *biodegradable* merupakan kemasan yang mampu terurai menjadi karbon dioksida, metana, air, senyawa organik, dan biomassa dengan melalui berbagai proses penguraian (Tian & Bilal, 2019).

Biokomposit merupakan sebuah solusi untuk material yang menawarkan sifat biodegradasi dan sifat kompatibilitas yang baik dengan lingkungan. Akan tetapi tidak semua jenis biokomposit memiliki sifat dapat terbiodegradasi. PLA (Polylactic Acid) adalah salah satu jenis polimer *biodegradable* dan dapat difungsikan dalam berbagai aplikasi seperti film kemasan, cangkir minuman dan juga peralatan makan sekali pakai yang akan terdegradasi di bawah kondisi komposisi industri (Ashothaman et al., 2023).

Sebuah studi oleh Falzarano et al., (2025) mengungkapkan bahwa bahkan setelah 155 hari proses biodegradasi, PLA masih belum terurai sepenuhnya, sehingga menunjukkan bahwa material ini membutuhkan waktu yang relatif lama untuk terdegradasi. Hasilnya menunjukkan bahwa meskipun tingkat biodegradasi mencapai lebih dari 80%, waktu yang dibutuhkan sangat lama dan tidak sesuai dengan waktu tinggal pada skala industri (Falzarano et al., 2025). Temuan ini menunjukkan bahwa PLA (Polylactic Acid) memiliki potensi sebagai bahan yang ramah lingkungan, akan tetapi efektivitas yang dihasilkan PLA dalam proses biodegradasi masih sangat lambat.

Salah satu polimer alami yang dapat digunakan untuk dicampur dengan PLA untuk meningkatkan biodegradabilitasnya adalah pati, yang memiliki biaya rendah, dapat diperbarui, tidak beracun, tersedia dengan mudah, dan 100% berbasis

bio (Mayekar et al., 2023). *Starch* merupakan salah satu biopolimer alami yang bersifat hidrofilik serta mudah terdegradasi, sehingga banyak dimanfaatkan dalam pengembangan bioplastik. Penambahan *starch* ke dalam matriks polylactic acid (PLA) diketahui dapat meningkatkan sifat biodegradabilitas komposit melalui mekanisme peningkatan kemampuan penyerapan air yang mempercepat proses degradasi (Estrada-Girón et al., 2024). Pati jagung merupakan polisakarida alami yang memiliki sifat hidrofilik dan dapat dengan mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Pati jagung menjadi solusi untuk meningkatkan sifat serta laju biodegradasi dari PLA (Polylactic Acid). Penambahan pati ke dalam matriks PLA terbukti dapat meningkatkan laju biodegradasi komposit. Namun menurut penelitian oleh (Massijaya et al., 2024) penambahan pati jagung ini dapat menurunkan sifat mekanik dari komposit karena inkompatibilitas antara PLA dan pati jagung.

Penambahan serat jerami menjadikan solusi untuk mendapatkan sifat mekanik yang lebih baik. Serat Jerami memiliki kandungan nilai selulosa yaitu 32,2% berat kering, 24,5%, hemi selulosa dan lignin hingga 23,4% (Rochim & Ningsih, 2021). Sebagai contoh, studi yang dilakukan oleh (Mat Zubir et al., 2016) mengungkapkan bahwa dengan menambahkan serat jerami ke dalam PLA, modulus elastisitas komposit meningkat, hal ini dikarenakan serat jerami berperan sebagai pengisi kaku. Peningkatan ini menunjukkan potensi besar serat jerami sebagai pengisi alami, bahkan berpotensi mengurangi ketergantungan pada serat sintetis. Selain itu, penggunaan limbah jerami juga menawarkan keuntungan dalam aspek keberlanjutan dan ekonomi.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan material biokomposit dengan mengombinasikan dua bahan alami, yaitu pati jagung sebagai polimer alami dan serat jerami sebagai pengisi dalam campuran PLA (Polylactic Acid). Penelitian ini dilakukan untuk menguji pengaruh variasi komposisi sebesar 5%,10%,15%,20% dan bentuk serat jerami padi dengan dilakukan proses alkalisasi sebesar 9% NaOH dengan menggunakan metode *Solvent Casting* yang kemudian dilakukan pengujian biodegradasi, uji tarik, dan analisis morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Penelitian ini diharapkan menghasilkan formulasi biokomposit

untuk aplikasi *disposable tableware* yang efektif, ramah lingkungan, serta dapat berkontribusi mengurangi masalah sampah plastik karena sifat biodegradasinya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang ada diatas, terdapat rumusan masalah penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil kekuatan tarik biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.
2. Bagaimana pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil biodegradasi biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.
3. Bagaimana pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil struktur morfologi biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1 Tujuan

- a. Mengetahui pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil kekuatan tarik biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.
- b. Mengetahui pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil biodegradasi biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.
- c. Mengetahui pengaruh variasi komposisi sebesar 3%,4%,5%,6% dan bentuk pengisi PJP dan SJP hasil struktur morfologi biokomposit *Polylactid Acid-Pati Jagung*.

### 1.3.2 Manfaat

- a. Memanfaatkan dan memaksimalkan nilai guna dari limbah Jerami yang tidak dimanfaatkan pada Desa Banyubiru, Kec. Widodaren, Kab. Ngawi.

- b. Menambah pengetahuan mengenai pengaruh variasi bentuk pengisi PJP dan SJP terhadap hasil uji tarik, uji biodegradasi, dan struktur morfologi biokomposit PLA-Pati Jagung.
- c. Memberikan referensi bagi peneliti selanjutnya untuk penelitian mengenai pengaruh bentuk pengisi jerami padi pada biokomposit berbasis PLA ditambah pati jagung.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dengan luasnya ruang lingkup pada penelitian ini, dan agar terciptanya tujuan penelitian yang spesifik perlu adanya batasan masalah. Berikut batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Limbah jerami pada penelitian ini didapatkan di Desa Banyubiru, Kec. Widodaren, Kab. Ngawi.
2. Ukuran panjang serat jerami  $\pm 3$  mm dan dianggap sama.
3. Ukuran partikel jerami sebesar mesh 100.
4. Jenis tanah yang digunakan dalam pengujian laju biodegradasi berupa tanah kompos organik.
5. Pengujian ini dibatasi dengan pengujian biodegradasi, uji tarik, dan uji SEM.
6. Proses penelitian biokomposit dilakukan pada suhu ruangan.

#### 1.5 Hipotesis

Penambahan pati jagung dan pengisi PJP dan SJP pada biokomposit berbasis PLA mempengaruhi karakterisasi material, dimana hal ini akan mempengaruhi hasil kekuatan tarik, hasil uji biodegradasi, dan struktur morfologi, penggunaan PJP dalam komposisi optimum menghasilkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan SJP sehingga memberikan karakteristik yang optimal untuk aplikasi *disposable tableware*.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini mengambil referensi dari beberapa peneliti terdahulu guna memperdalam kajian dan penelitian. Pada penelitian terdahulu ditampilkan pada tabel gambar 2.1 dibawah ini:

| BIOCOMPOSITE BASED ON POLYLACTIC ACID AND RICE STRAW FOR FOOD PACKAGING PRODUCTS<br>(KAMPEERAPPUN ET AL., 2024)                                                                                                                                                                                                                                                                         | MECHANICAL AND THERMAL PROPERTIES OF POLY (LACTIC ACID) COMPOSITES WITH RICE STRAW FIBER MODIFIED BY POLY (BUTYL ACRYLATE)<br>(QIN ET AL., 2011)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF COMMERCIAL BIODEGRADABLE FILM FROM PLA AND CORN STARCH FOR FRESH PRODUCE PACKAGING<br>(RAUDHATUSSYARIFAH, 2022)                                                                                                                                                                                                                                                 | DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE TABLEWARE FROM NOVEL COMBINATION OF PADDY STRAW AND PINE NEEDLES: A POTENTIAL ALTERNATIVE AGAINST PLASTIC<br>(GUPTA ET AL., 2023)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil</li> <li>Penambahan serat jerami menurunkan kekuatan tarik dan stabilitas termal, tetapi meningkatkan modulus elastisitas, kristalinitas, dan penyerapan air.</li> <li>• Kekurangan</li> <li>aglomerasi serat pada kadar tinggi yang menyebabkan penurunan kekuatan, serta tidak adanya kajian langsung terkait biodegradasi.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil</li> <li>Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi (Serat jerami padi) RSF dengan kadar poly (butyl acrylate) yang tepat dapat meningkatkan kekuatan tarik, mengurangi penyerapan air, serta memperbaiki stabilitas termal dan interaksi antarfasa</li> <li>• Kekurangan</li> <li>Kadar PBA terlalu tinggi, kekuatan mekanik menurun karena dispersi serat yang kurang baik dan penurunan kristalinitas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil</li> <li>Penambahan pati menurunkan kekuatan tarik, sedikit menurunkan kestabilan termal, serta meningkatkan haze dan laju transmisi uap air</li> <li>• Kekurangan</li> <li>penurunan sifat mekanik akibat dispersi pati yang kurang baik, meningkatnya penyerapan uap air, dan tidak adanya uji biodegradasi langsung pada material film</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil</li> <li>PLA coating meningkatkan kekuatan mekanik, menurunkan penyerapan air, dan memberikan sifat antimikroba yang baik. Produk juga stabil hingga <math>\pm 110^{\circ}\text{C}</math>, memiliki permukaan lebih halus, serta tetap mampu terurai 100% dalam 5-7 minggu.</li> <li>• Kekurangan</li> <li>PLA hanya sebagai coating, bukan sebagai matriks utama, sehingga kontribusi PLA terhadap sifat mekanik komposit tidak dievaluasi secara menyeluruh</li> </ul> |

Gambar 2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

### 2.2 Disposable Tableware

*Disposable tableware* adalah peralatan makan sekali pakai seperti piring, gelas, dan alat makan lainnya yang dapat terurai oleh alam serta dirancang untuk memudahkan penyajian dan konsumsi makanan tanpa perlu dicuci Kembali (Pantović et al., 2025). Penggunaan bahan terbarukan pada produk ini menjadi inovasi berkelanjutan dalam ilmu material yang mendukung pengurangan ketergantungan terhadap plastik konvensional dan penerapan prinsip keberlanjutan. Selain berkontribusi terhadap pencapaian SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur) melalui pengembangan teknologi bersih, penggunaannya juga membantu mencegah kontaminasi silang serta mendukung SDG 3 (Kehidupan Sehat dan Kesejahteraan) dengan mengurangi risiko pencemaran makanan (Falzarano et al., 2025).

Studi oleh Genovesi et al. (2022) menunjukkan bahwa sistem berbasis bioplastik yang dapat dikompos memiliki emisi lebih rendah pada akhir masa



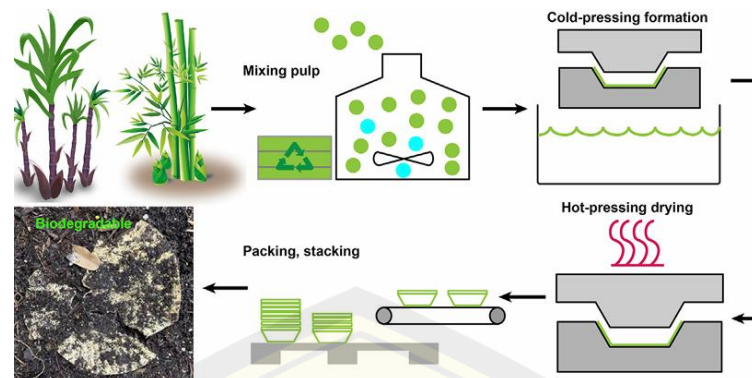
pakainya dibanding plastik fosil. Oleh karena itu, penggunaan alat makan sekali pakai ini tidak hanya praktis dan higienis, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan dampak lingkungan, mendukung SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) melalui pengelolaan produk yang lebih berkelanjutan dari hulu hingga hilir (Genovesi et al., 2022).

Menurut Gadaleta et al. (2025), standarisasi *disposable tableware* berbahan bioplastik dilakukan melalui pengujian biodegradabilitas dan kompostabilitas yang diatur oleh lembaga internasional seperti ASTM, ISO, dan EN. Standar seperti EN 13432, ISO 17088, dan ASTM D6400 menetapkan bahwa material dinyatakan *compostable* jika sedikitnya 90% bahan organik terurai menjadi CO<sub>2</sub> dalam 6 bulan dan residu padat tidak lebih dari 10% setelah 3 bulan proses kompos. Pengujian dilakukan dalam kondisi terkontrol untuk meniru proses kompos industri, dengan tujuan memastikan produk *disposable tableware* ramah lingkungan dapat terurai sempurna tanpa meninggalkan residu berbahaya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi tingkat biodegradasi suatu material, maka semakin baik kemampuan material tersebut untuk terurai secara alami di lingkungan. (Gadaleta et al., 2025). Menurut *Sustainable Packaging Alliance* (SPA), kriteria kelayakan produk kemasan makanan yaitu:

Tabel 2.1 Kriteria Kelayakan Kemasan Makanan (SPA)

(Sumber : (Rezaei et al., 2019)

| <b><i>Sustainable Packaging Alliance</i> (SPA)</b> |                                                                                 |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Efektif                                         | Kemasan harus memberikan manfaat sosial dan ekonomi.                            |
| 2. Efisien                                         | Kemasan harus berdasarkan prinsip "melakukan lebih banyak dengan lebih sedikit. |
| 3. Siklus                                          | Kemasan mengoptimalkan proses pemulihan dan daur ulang.                         |
| 4. Bersih/Aman                                     | Kemasan bebas dari bahan mencemari dan tidak beracun.                           |



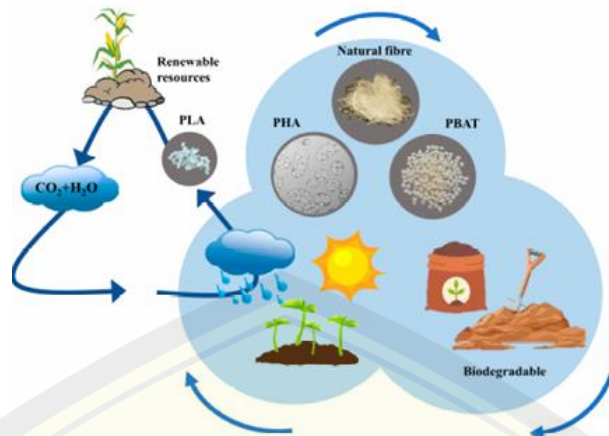
Gambar 2.2 Pembuatan *Disposable Tableware* dengan Metode *Hot Press*  
(Sumber : (C. Liu et al., 2020))

### 2.3 Matriks PLA (*Poly lactid Acid*)

PLA atau *Poly lactid Acid* merupakan sebuah polimer termoplastik yang banyak digunakan pada era sekarang dikarenakan memiliki nilai kekuatan dan modulus yang tinggi. PLA sendiri terbuat dari sumber daya terbarukan seperti jagung, singkong, bit gula, dll. Polimer ini tergolong dalam kelompok poliester alifatik yang umumnya disintesis dari asam  $\alpha$ -hidroksi, seperti asam poliglikolat atau asam polimandelat, dan dikenal sebagai material yang dapat terurai secara hayati dan dikategorikan sebagai kompos (Rajeshkumar et al., 2021).

Pada aplikasi biokomposit, PLA menjadi bahan utama penyusunannya yaitu sebagai matriks dimana fungsinya untuk mengikat dan mendukung bahan pengisi atau penguat lainnya. Pada penelitian ini serat jerami dan pati jagung adalah contoh bahan penguat dan pengisinya. Dalam pembuatannya terdapat beberapa teknik yang dapat digunakan untuk memproduksi PLA, antara lain polimerisasi dengan mekanisme pembukaan cincin, poli-kondensasi, pengeringan azeotropik, serta polimerisasi berbasis enzim (Rajeshkumar et al., 2021).





Gambar 2.3 Proses degradasi komposit PLA  
(Sumber : (Wu et al., 2023))

Tabel 2.2 *Mechanical Properties Polylactid Acid (PLA)*  
(Sumber : (Farah et al., 2016))

| Keterangan                    | Nilai      |
|-------------------------------|------------|
| Densitas (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.25       |
| Temperatur Transisi Kaca (°C) | 54–56      |
| Titik Lebur (°C)              | 120–170    |
| Berat Molekul (g/mol)         | 66,000     |
| Kekuatan Tarik (MPa)          | 21–60      |
| Modulus Elastisitas (GPa)     | 0.35 – 3.5 |

## 2.4 Pati Jagung

Pati jagung atau *corn starck* merupakan bahan tambahan makanan dan hasil olahan dari tanaman jagung berbentuk seperti tepung. Tanaman jagung ini mempunyai nama latin yaitu *Zea mays* yang merupakan tanaman yang gampang dan banyak dijumpai diseluruh belahan dunia. Tanaman ini sangat berguna bagi manusia dikarenakan selain bisa dikonsumsi sebagai bahan pangan juga bisa dimanfaatkan pada berbagai sektor. Produk dari tanaman jagung sendiri yaitu pati jagung. Pati jagung memiliki sifat yang dapat terurai dan mampu berikatan dengan air (Hidrofilik) dimana ini sangat cocok untuk bahan tambahan untuk aplikasi *disposable tableware*. Selain itu pati jagung sendiri bisa digunakan pada pembuatan *biopolymer* atau polimer alami. Pada polimer sendiri penambahan pati jagung

bertujuan untuk meningkatkan sifat biodegradasi dan mengurangi tingkat resistensi terhadap air (Anderas Sitompul & Iskandar, 2023).

Dengan kemampuan biodegradasi dan hidrofilik yang dimiliki, pati jagung banyak dimanfaatkan dalam berbagai kebutuhan, seperti bahan kemasan makanan, bioplastic, dan biokomposit yang menunjukkan bahwa mereka memiliki prospek baik untuk aplikasi *disposable tableware* (Cheng et al., 2021). Beberapa riset menunjukkan bahwa penambahan pati jagung bisa mempercepat proses penguraian plastik dan menjadi pilihan yang lebih ramah lingkungan dibanding plastik berbasis bahan kimia yang tidak dapat terurai, sehingga sangat membantu dalam mengurangi masalah limbah plastik yang terus meningkat (X. Liu et al., 2013).

Tabel 2.3 Tabel Mechanical Properties Pati Jagung  
(Sumber : (Oromiehie et al., 2013))

| Keterangan                     | Nilai  |
|--------------------------------|--------|
| Densitas (g/cm <sup>3</sup> )  | 1,4301 |
| Kekuatan Tarik (MPa)           | 2,3    |
| Modulus Elastisitas (MPa)      | 579    |
| <i>Elongation at Break</i> (%) | 4,3    |

## 2.5 Jerami Padi

Padi merupakan salah satu tanaman yang sangat penting dan paling banyak dikonsumsi diseluruh dunia. Padi termasuk diantara tiga tanaman pokok paling penting didunia dan memegang posisi vital dalam memenuhi sumber energi setiap orang (Singh et al., 2021). Tanaman padi termasuk dalam genus *Oryza* dan suku *Oryzae* di bawah keluarga *Poaceae*, tanaman ini juga memiliki nama latin yaitu *Oryza sativa* (Seck et al., 2012). Mengingat peran sentralnya sebagai sumber pangan utama bagi miliaran penduduk, pengelolaan dan pemanfaatan setiap bagian dari tanaman padi, termasuk limbah pertanian seperti jerami, menjadi krusial untuk keberlanjutan lingkungan dan ekonomi.

Jerami padi merupakan serat alami berbasis tanaman yang dapat terurai sendirinya dengan alam. Jerami padi juga bisa digunakan untuk pengisi dalam aplikasi biokomposit dimana posisi pengisi itu adalah sebagai penahan beban (Ranjan et al., 2021). Terdapat beberapa kandungan yang ada pada jerami padi,

seperti 32,2% selulosa, 24,5%, hemi selulosa dan lignin hingga 23,4% (Rochim & Ningsih, 2021). Dimana kandungan tersebut berfungsi untuk menyusun sebagian besar biomassa keringnya, memberikan struktur dan kekuatannya (Ali et al., 2024). Proporsi relatif dari kandungan-kandungan ini, terutama kandungan selulosa yang tinggi menjadikan jerami padi sumber yang menjanjikan untuk bahan biokomposit dan biomaterial (Sanoja-López et al., 2024).

Tabel 2.4 *Mechanical Properties* Jerami Padi  
(Sumber : (S. Liu et al., 2024))

| Keterangan                     | Nilai |
|--------------------------------|-------|
| Densitas (g/cm <sup>3</sup> )  | 1.53  |
| Kekuatan Tarik (N)             | 162.4 |
| Modulus Elastisitas (MPa)      | 6-7   |
| <i>Ultimate Elongation</i> (%) | 2     |

## 2.6 Proses Alkalisasi

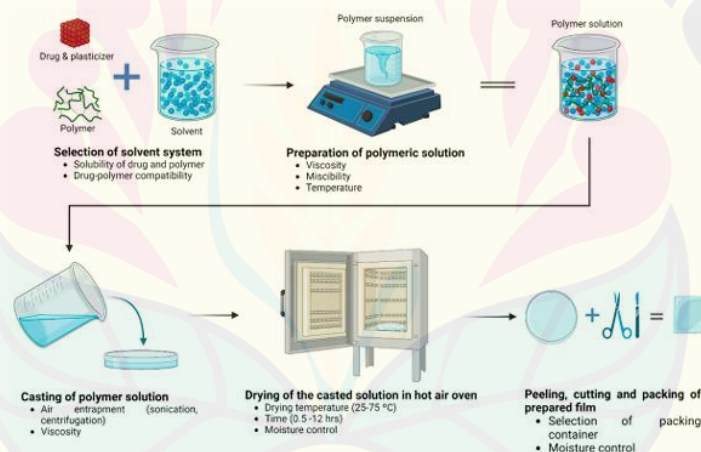
Alkalisasi merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam perlakuan awal serat alam karena tergolong ekonomis dan efektif dalam menghilangkan kandungan lignin serta memisahkan struktur selulosa. Meskipun demikian, penggunaan larutan basa kuat seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) dalam proses ini dapat menyebabkan penurunan kekuatan mekanik serat apabila tidak dikontrol dengan tepat. Secara umum, proses alkalisasi bertujuan untuk meningkatkan karakteristik permukaan serat agar interaksi antar muka antara serat dan matriks dalam bahan komposit dapat ditingkatkan secara signifikan (Nisa et al., 2022).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Sakura et al., 2025) terkait modifikasi kimia pada serat ampas tebu dilakukan dengan merendam 10 gram serat dalam larutan NaOH pada berbagai konsentrasi, yaitu 0%, 5%, 7%, dan 9%, selama 3 jam pada suhu kamar. Rasio serat terhadap larutan dijaga tetap, yaitu 1 gram serat per 10 mL larutan. Setelah perendaman, serat dibilas menggunakan air suling hingga pH netral untuk menghilangkan sisa NaOH, lalu dikeringkan pada suhu 60 °C selama 10 jam guna mengurangi kadar air. Perlakuan ini menghasilkan permukaan serat yang lebih kasar sehingga dapat meningkatkan adhesi dengan matriks.

## 2.7 Solvent Casting

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode solvent casting, yang juga dikenal sebagai solution casting atau teknik pemrosesan berbasis larutan. Metode ini dipilih karena selain kesederhanaannya dan kebutuhan alat yang tidak terlalu khusus juga mampu menghasilkan film polimer yang homogen dengan ketebalan yang dapat dikontrol secara akurat (Hanifa et al., 2024).

Metode *solvent casting* adalah proses mencampurkan bahan aktif dan aditif ke dalam pelarut yang mudah menguap, seperti air atau etanol. Setelah semua bahan tercampur jadi satu, larutan tersebut dituangkan ke dalam wadah datar untuk dibentuk jadi film tipis, lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu sekitar 45–50°C. Setelah kering, film yang terbentuk kemudian dipotong sesuai ukuran dan dikemas serta disegel dengan rapi (Hanifa et al., 2024).



Gambar 2.4 Metode *Solvent Cast*  
(Sumber : (Borbolla-Jiménez et al., 2023))

## 2.8 Karakterisasi Material

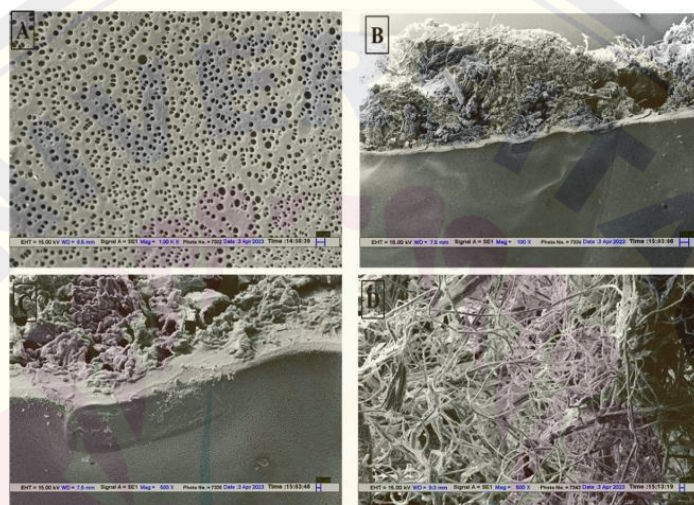
### 2.8.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan sebuah mikroskop canggih yang serbaguna dan digunakan untuk mengamati fenomena struktur mikro dari sebuah material. *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat menyajikan berbagai informasi kualitatif dari suatu spesimen, seperti topografi, morfologi, komposisi, serta data kristalografi. Artinya, SEM mampu mengungkap karakteristik



permukaan, termasuk tekstur dan bentuknya, ukuran serta konfigurasi partikel yang terdapat pada permukaan sampel dengan perbesaran yang sangat optimal (Akhtar et al., 2018)

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Gupta et al., 2023) SEM memberikan pandangan secara mendalam dan terperinci terhadap distribusi partikel dan serat dimana itu sangat penting untuk pengembangan pada material yang lebih unggul secara mekanik dan struktur morfologinya.



Gambar 2.5 Hasil Struktur Morfologi dengan SEM  
(Sumber : (Gupta et al., 2023))

### 2.8.2 Uji Tarik (*Tensile Strength*)

Uji tarik merupakan sebuah pengujian pada material dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material tersebut, sehingga setelah dilakukan pengujian menunjukkan output berupa data hasil dari karakteristik material tersebut. Pada penelitian ini material yang dipakai adalah biokomposit. Sifat tarik suatu biokomposit biasanya meningkat secara signifikan dengan penambahan serat ke dalam matriks polimer, karena serat memiliki kekuatan dan kekakuan yang jauh lebih tinggi dibandingkan matriksnya (Ku et al., 2011).

#### a. Rumus Tegangan

$$\sigma = F / A_0 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

$\sigma$  = Tegangan Tarik maksimal ( $N/mm^2$  atau MPa)

F = Beban maksimum (N)

$A_0$  = Luas Penampang mula-mula ( $mm^2$ )

b. Rumus Regangan

$$\epsilon = \Delta L / L_0 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

$\epsilon$  = Regangan

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (m)

$L_0$  = Panjang mula-mula (m)

c. Modulus Elastisitas

$$E = \sigma / \epsilon \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

$E$  = Modulus Elastisitas (MPa)

$\sigma$  = Tegangan ( $N/mm^2$  atau MPa)

$\epsilon$  = Regangan

### 2.8.3 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi merupakan proses evaluasi untuk mengukur sejauh mana material dapat terurai secara alami di lingkungan, seperti melalui metode penguburan tanah, guna menilai kelayakannya sebagai bahan ramah lingkungan pengganti plastik (C. Liu et al., 2020). Pada dasarnya uji biodegradasi bisa dilihat dari bentuk, massa, dan volume dari material yang mengalami pengujian.

Pengujian pada penelitian ini mengacu pada standar ASTM D5988 dan dilakukan dalam kondisi pengomposan yang terkontrol, seperti suhu dan kelembapan. Prosedur pengujian dilakukan dengan membandingkan massa sampel sebelum dan sesudah perlakuan. Penurunan massa spesimen kemudian dihitung menggunakan persamaan (4).



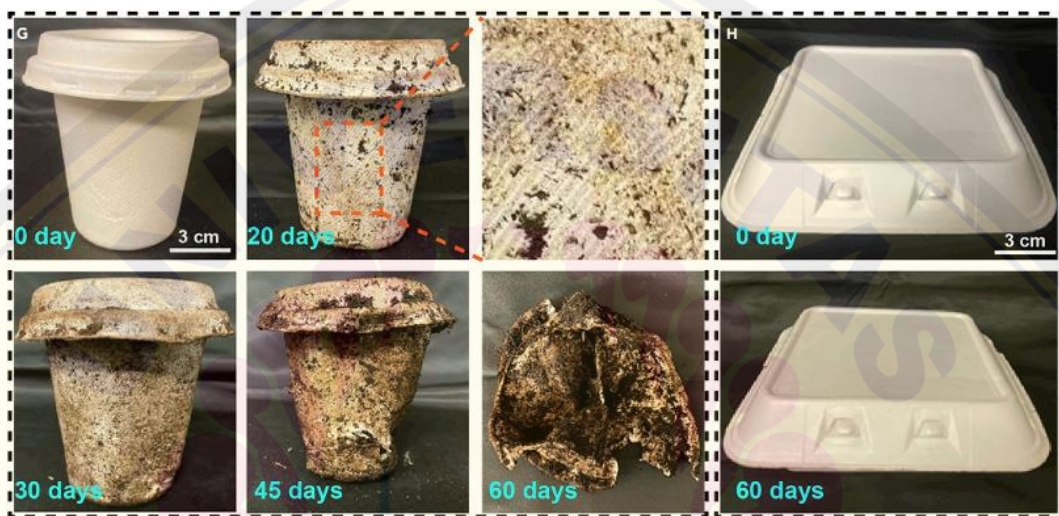
$$WL (\%) = \left( \frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

dimana:

WL = Persen berat (%)

W<sub>1</sub> =Berat awal (kg)

W<sub>2</sub> =Berat setelah proses penguburan (kg)



Gambar 2.6 Hasil uji biodegradasi pada aplikasi *Disposable Tableware*  
(Sumber : (C. Liu et al., 2020))

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimental secara langsung dengan menggunakan variasi komposisi (3%,4%,5%,6%) dan bentuk pengisi PJP dan SJP berbasis *Polylactid Acid* (PLA) ditambah pati jagung terhadap hasil karakteristik guna untuk aplikasi *Disposable Tableware*.

#### 3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material Maju Gedung CDAST Universitas Jember dan Laboratorium Material, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember selama bulan November hingga selesai.

#### 3.3 Alat dan Bahan

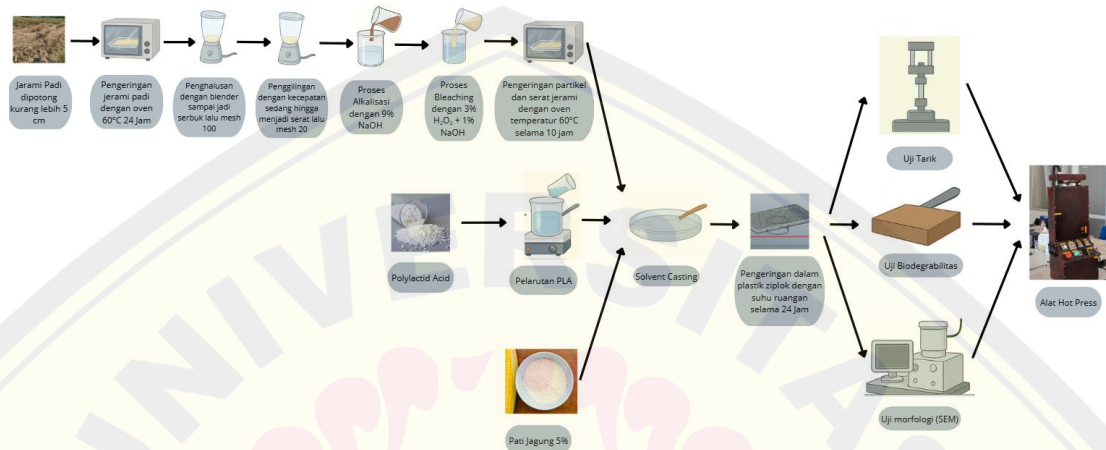
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel Alat dan Bahan

| Alat                          | Bahan                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------------|
| a. Oven                       | a. Jerami Padi                            |
| b. <i>Magnetic Stirrer</i>    | b. PLA ( <i>Polylactid Acid</i> ) tipe WR |
| c. <i>Beaker Glass</i>        | c. Chlorofom                              |
| d. Blender                    | d. NaOH                                   |
| e. SEM                        | e. <i>Polybag</i>                         |
| f. Alat Uji Tarik             | f. Aquades                                |
| g. Timbangan Digital          | g. Sorbitol                               |
| h. Cetakan ASTM               | h. <i>Ziplock Plastic</i>                 |
| i. Mesh 80 dan 100            | i. Tanah Kompos Organik                   |
| j. Baskom/Wadah               | j. Larutan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>  |
| k. Gunting                    | k. <i>Mold Release Wax</i>                |
| l. Mixer                      |                                           |
| m. PH indikator               |                                           |
| n. <i>Hot Press</i>           |                                           |
| o. <i>Soil moisture meter</i> |                                           |
| p. Mesh 20 dan Mesh 40        |                                           |

### 3.4 Skema Penelitian

Skema proses pembuatan biokomposit dengan menggunakan PLA + Pati Jagung dengan penambahan pengisi jerami padi dapat diamati pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Skema penelitian biokomposit

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Preparasi Partikel dan Serat Jerami Padi

- Batang jerami padi dilakukan pemotongan hingga berukuran  $\pm 5$  cm, kemudian bersihkan dengan menggunakan air bersih hingga pengotor hilang.
- Batang jerami padi dikeringkan dengan menggunakan oven temperature  $60^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam hingga kandungan air benar-benar hilang.
- Jerami padi diblender kemudian dilakukan proses penyaringan dengan mesh 80 kemudian mesh 100 hingga mendapatkan partikel jerami yang konstan.
- Jerami padi dilakukan proses penggilingan dengan kecepatan sedang kemudian dilakukan mesh 20 hingga mendapatkan serat acak jerami padi berukuran  $\pm 3$  mm.
- Serat jerami dilakukan proses alkalisasi dengan perbandingan 1:10, 10 gram serat jerami dan 100 ml dengan larutan 9% NaOH selama kurang lebih 3 jam dengan menggunakan suhu ruang, kemudian bilas dengan air bersih.

- f. Serat jerami dilakukan proses *bleaching* dengan perbandingan 1:20, misal 10 gram serat jerami 200 ml larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  3% + NaOH 1%, Proses Bleaching dilakukan dengan suhu berkisar 80 °C - 90 °C selama 1 jam.
- g. Serat jerami dibilas dengan air bersih hingga pH netral.
- h. PJP dan SJP dikeringkan menggunakan oven suhu 60 °C selama kurang lebih 24 jam.

### 3.5.2 Pembuatan Biokomposit

- a. Melarutkan PLA dengan perbandingan 1:3 dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan sedang selama 1 jam.
- b. Selama proses pelarutan PLA tambahkan sorbitol sebesar 3 ml sebagai agen *plastilizer*.
- c. Penambahan pati jagung sebesar 5% lalu dilakukan pengadukan dengan menggunakan *mixer high speed* selama 20 menit hingga larutan homogen.
- d. Tambahkan serat jerami padi dengan variasi komposisi (3%, 4%, 5%, 6%) dan bentuk serat dengan dilakukan pengadukan menggunakan *mixer high speed* selama 20 menit hingga larutan homogen.
- e. Campurkan dicetak menggunakan metode *Solvent Casting*, Lalu tuang kedalam cetakan sesuai standart ASTM.
- f. Pengeringan dilakukan dalam *plastic ziplock* selama 24 jam pada suhu ruangan untuk mengurangi penyusutan ekstrim dan menciptakan permukaan lebih halus.

### 3.5.3 Pengujian Tarik (Tensile Strength)

Pengujian tarik diawali dengan pembuatan spesimen sesuai dengan standar pengujian. Pengujian tarik ini dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan spesimen dalam menerima beban maksimum yang diberikan. Pengujian menggunakan standar ASTM D638.

Tabel 3.2 Ukuran Dimensi Spesimen ASTM D638.

| Panjang | Lebar | Tinggi  | Lebar Tengah |
|---------|-------|---------|--------------|
| 165 mm  | 19 mm | 3,20 mm | 13 mm        |

Tabel 3.3 Tabel Data Pengujian Tarik Partikel dan Serat Jerami

| Sampel | Replika Sampel | Elongation (%) | Modulus Elasticity (MPa) | Tensile Stress (MPa) |
|--------|----------------|----------------|--------------------------|----------------------|
| 0%     | 0A             |                |                          |                      |
|        | 0B             |                |                          |                      |
|        | 0C             |                |                          |                      |

#### 3.5.4 Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Prosedur awal pengujian SEM adalah menyiapkan spesimen yang akan dilakukan pengujian. Sediakan spesimen sesuai ukuran pada mesin foto pengujian SEM. Letakan spesimen yang telah siap diuji kedalam mesin foto pengujian SEM. Lakukan pengamatan pada hasil morfologi struktur dari SEM.

#### 3.5.5 Pengujian Biodegradasi (Biodegradable Test)

Pengujian biodegradasi dimaksudkan untuk mengetahui daya degradasi spesimen terhadap lingkungan agar lebih ramah lingkungan. Pengujian menggunakan standar ASTM D5988.

Tabel 3.4 Ukuran Dimensi Spesimen ASTM D5988

| Panjang | Lebar | Tinggi            |
|---------|-------|-------------------|
| 30 mm   | 30 mm | <1 mm (0,04 inch) |

Tabel 3.5 Tabel Data Pengujian Biodegradasi Partikel dan JeramiJerami

| Sampel | Replikasi Sampel | Lama penimbunan (gram) |        |         |         |
|--------|------------------|------------------------|--------|---------|---------|
|        |                  | 0 hari                 | 7 hari | 14 hari | 21 hari |
| 0%     | 0A               |                        |        |         |         |
|        | 0B               |                        |        |         |         |
|        | 0C               |                        |        |         |         |



### 3.5 Variabel Penelitian

#### 3.5.1 Variabel Bebas

##### a. Partikel Jerami

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi komposisi berupa fraksi volume sebesar 3% PJP, 4% PJP, 5% PJP, dan 6% PJP.

##### b. Serat Jerami

Variabel bebas pada penelitian ini adalah variasi komposisi berupa fraksi volume sebesar 3% SJP, 4% SJP, 5% SJP, dan 6% SJP.

#### 3.5.2 Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini meliputi kekuatan tarik, morfologi, dan biodegradabilitas. Nilai dari variabel ini dipengaruhi oleh perubahan pada variabel lain. Pengujian kekuatan tarik pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kekuatan spesimen berupa nilai kekuatan tarik, *elongation*, dan modulus elastisitas sampai spesimen mengalami deformasi. Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui struktur morfologi pada permukaan spesimen. Pengujian Biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu spesimen bisa terurai.

#### 3.5.3 Variabel Kontrol

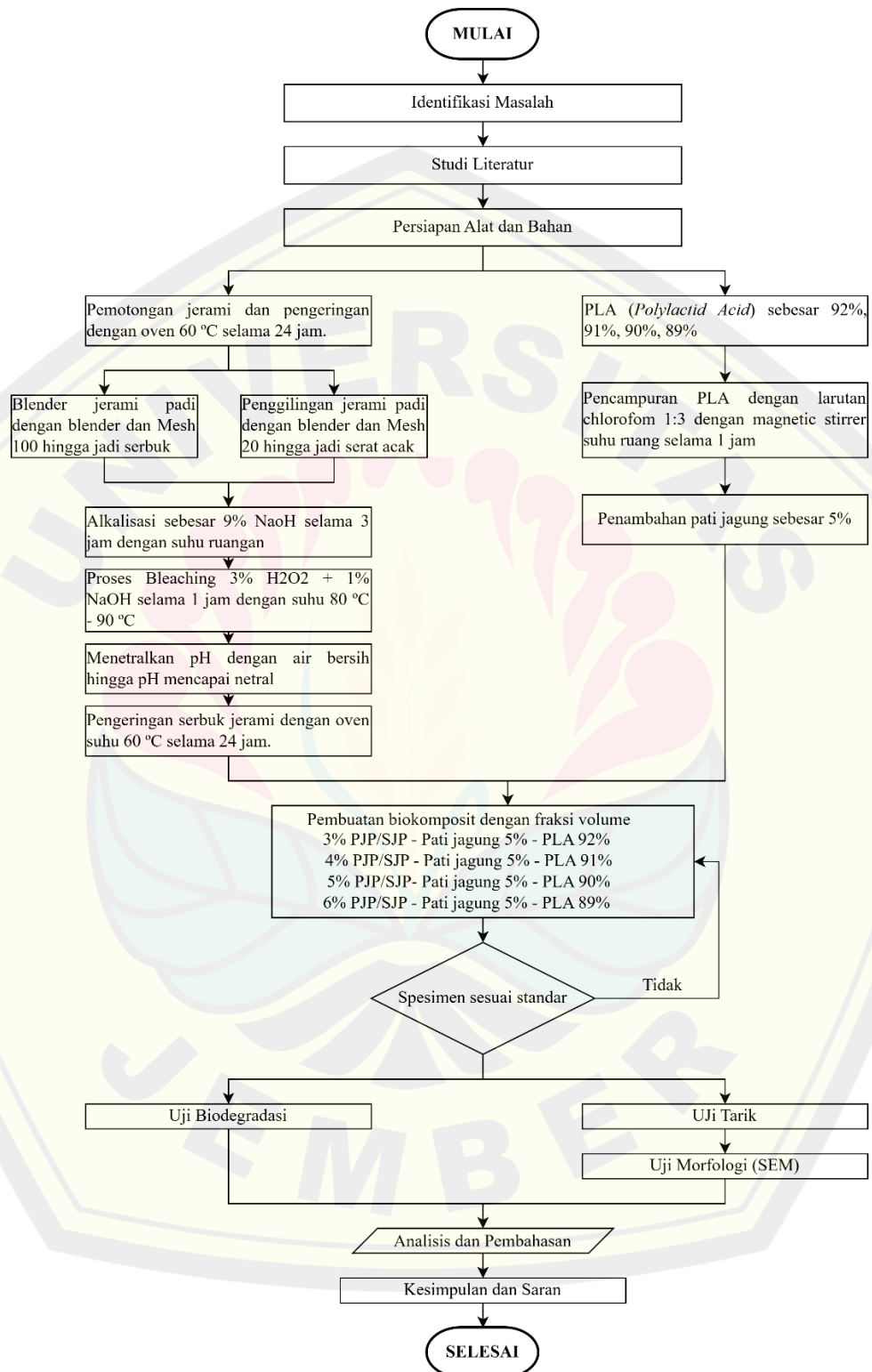
Dalam penelitian ini terdapat variabel yang dikontrol oleh peneliti agar tetap stabil, yaitu sebagai berikut.

- Proses alkalisasi PJP dan SJP menggunakan 9% NaOH selama kurang lebih 3 jam dengan menggunakan suhu ruangan.
- Proses bleaching menggunakan larutan 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + 1% NaOH dengan suhu 80 °C - 90 °C selama 1 jam.
- Pengeringan PJP dan SJP setelah *bleaching* dengan suhu 60 °C selama 24 jam.
- Proses pengadukan dilakukan dengan menggunakan *mixer high speed* selama 20 menit.
- Pengeringan spesimen dilakukan pada *plastic ziplock* dengan menggunakan suhu ruangan.



### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

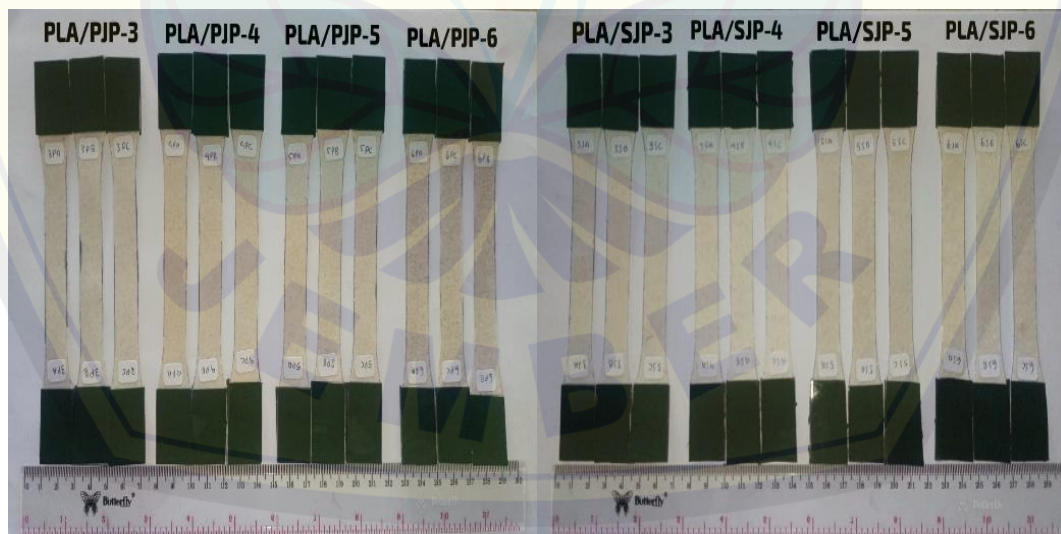
## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pembuatan Biokomposit

Material biokomposit dengan bahan utama yang terdiri dari matriks dan juga pengisi. Matriks yang digunakan dalam biokomposit ini menggunakan *Polylactid Acid* dengan penambahan pati jagung, penambahan ini difungsikan untuk menciptakan material yang lebih cepat terbiodegradasi (Estrada-Girón et al., 2024). Pengisi dalam material biokomposit ini berupa jerami padi yang dibagi menjadi dua bentuk, berupa PJP dan SJP. Sampel biokomposit dibuat sesuai standar pengujian, dimana terdapat tiga pengujian dalam penelitian ini berupa uji tarik, uji biodegradasi, dan uji morfologi.

#### 4.1.1 Spesimen Pengujian Tarik

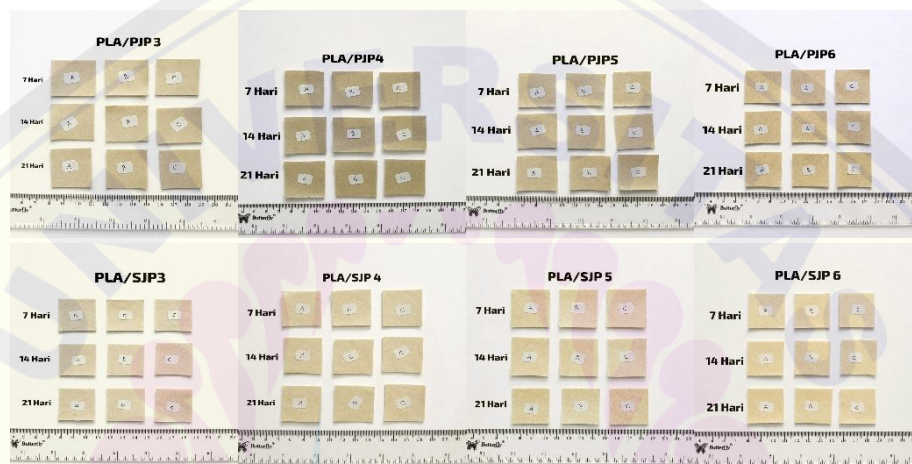
Hasil pembuatan biokomposit berbasis *Polylactid acid* dengan penambahan pati jagung dengan berpengisi PJP dan SJP ditunjukkan pada gambar 4.1. Pembuatan biokomposit dilakukan dengan metode *solvent casting* dengan variasi fraksi volume sebesar 3%, 4%, 5%, 6% dan bentuk serat. Spesimen pengujian tarik biokomposit dibuat dengan mengacu pada standar ASTM D638.



Gambar 4.1 Spesimen uji tarik biokomposit PJP/SJP

#### 4.1.2 Spesimen Pengujian Biodegradasi

Hasil pembuatan biokomposit berbasis *Polylactid acid* dengan penambahan pati jagung dengan pengisi PJP dan SJP untuk pengujian biodegradasi ditunjukkan pada gambar 4.2. Pengujian biodegradasi mengacu pada standar ASTM D5988 dengan penguburan tanah kompos terkontrol. Spesimen uji biodegradasi berukuran 30mm x 30mm dengan tebal <1 mm, penguburan dilakukan selama 7 hari, 14 hari, 21 hari untuk mengetahui perubahan massa yang terjadi terhadap biokomposit.



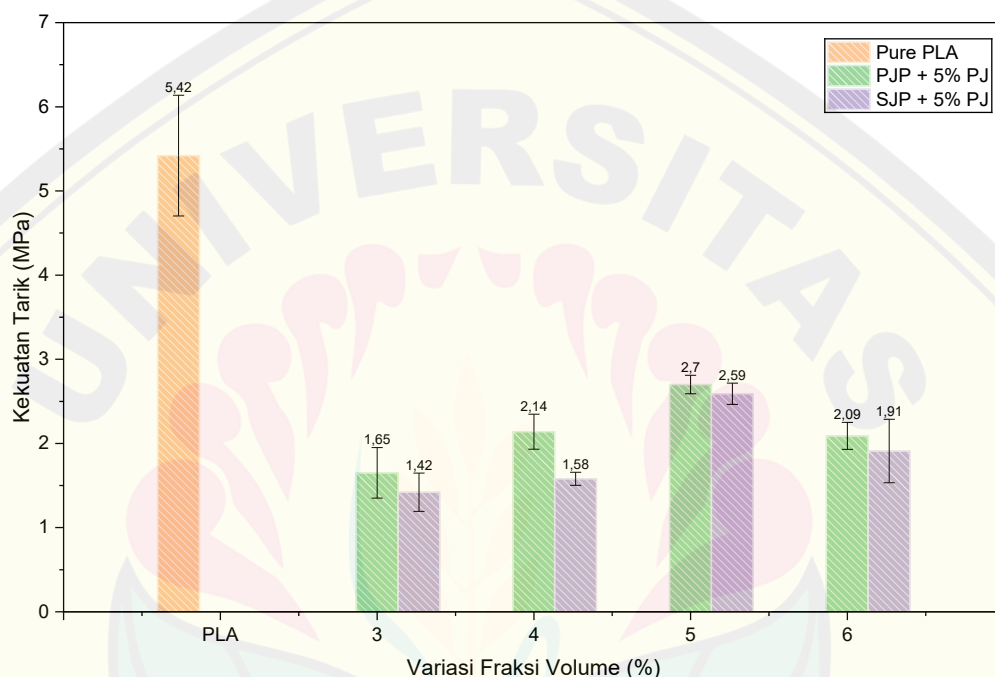
Gambar 4.2 Spesimen uji biodegradasi biokomposit PJP/SJP

#### 4.2 Hasil Uji Tarik (*Tensile Strength*)

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik dari material biokomposit dengan pengisi partikel dan serat jerami padi dengan matriks PLA-Pati jagung. Sifat mekanik yang dimaksudkan berupa kekuatan tarik, elongasi, dan modulus elastisitas material. Pengujian tarik dilakukan di ISDB Fakultas Teknik, Universitas Jember dengan menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) RTH-2430. Sampel yang digunakan dalam pengujian tarik sebanyak tiga replika dari masing-masing variasi komposisi partikel dan serat jerami padi. Hasil yang didapatkan dari pengujian tarik digunakan untuk mengetahui beban maksimum yang mampu ditahan material biokomposit berbasis PLA-Pati Jagung dengan pengisi PJP dan SJP.

#### 4.2.1 Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik merupakan beban atau gaya optimum yang mampu ditahan oleh sebuah material hingga putus (Hilmi et al., 2021). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan tarik biokomposit, seperti bentuk serat, distribusi serat, aglomerrasi dan cacat yang terdapat pada biokomposit. Hasil kekuatan tarik ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Kekuatan tarik PJP dan SJP

Hasil pengujian tarik biokomposit berbasis PLA dengan penambahan pati jagung serta pengisi PJP dan SJP dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan pati jagung pada seluruh variasi PJP/SJP menyebabkan penurunan kekuatan tarik biokomposit. Penurunan tersebut disebabkan oleh rendahnya adhesi antara matriks PLA dengan *filler*, serta adanya perbedaan sifat antara PLA dan granula pati jagung yang menyebabkan ikatan antar material menjadi kurang optimal (Pradiza et al., 2025). Kondisi tersebut diperkuat oleh hasil pengamatan SEM (*Scanning Electron Microscopy*) yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Hasil pengamatan menunjukkan adanya permukaan yang kasar serta ikatan antarmuka yang kurang baik antara PLA dan pati jagung. Selain itu,

pati jagung terlihat tidak terbasahi secara sempurna oleh matriks PLA, sehingga menyebabkan terbentuknya *gap* dan *void* pada struktur biokomposit. Fenomena tersebut mengindikasikan bahwa proses transfer beban antara matriks dan *filler* kurang optimal.

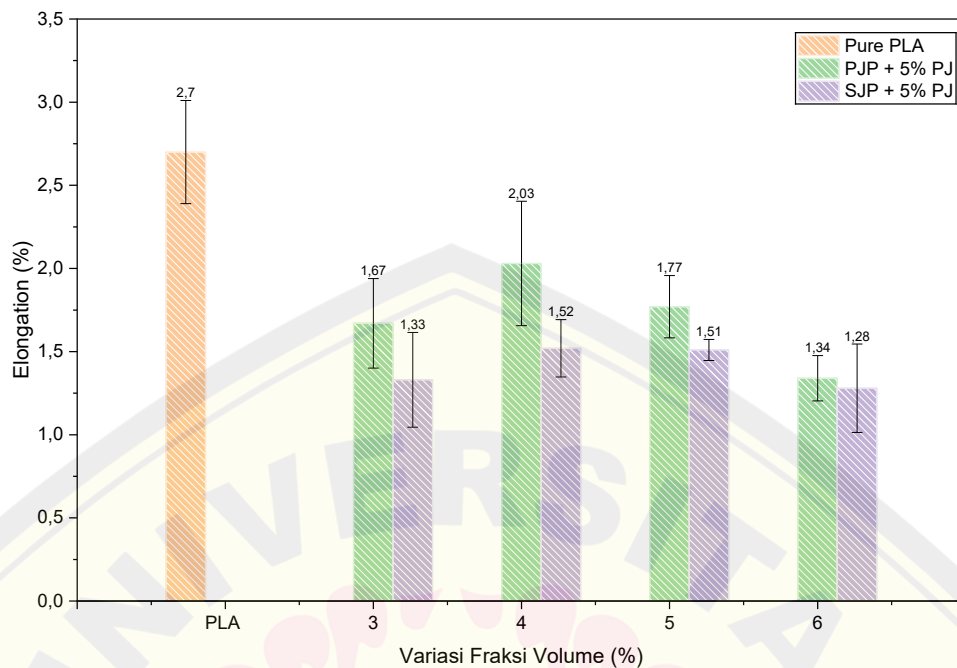
Berdasarkan Gambar 4.3, nilai kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada spesimen PLA murni dengan nilai sebesar 5,42 MPa. Nilai kekuatan tarik tertinggi pada variasi biokomposit diperoleh pada variasi 5%, yaitu sebesar 2,70 MPa untuk PJP dan 2,59 MPa untuk SJP. Penambahan pengisi dalam batas tertentu dapat meningkatkan kemampuan material dalam menahan beban tarik. Hasil tersebut terjadi akibat terbentuknya adhesi antarmuka yang baik antara matriks dan pengisi, sehingga memungkinkan terjadinya transfer beban yang lebih optimal dari matriks menuju *filler* (Lee et al., 2021). Penambahan fraksi volume sebesar 6% menurunkan kekuatan tarik, menurut penelitian yang dilakukan Mazur et al., (2022) hal ini terjadi karena penambahan pengisi yang tidak optimal menyebabkan aglomerasi, *void*, dan porositas pada biokomposit.

Selain itu, biokomposit dengan pengisi PJP menunjukkan nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan SJP. Kondisi tersebut disebabkan oleh distribusi partikel PJP yang lebih homogen di dalam matriks dibandingkan SJP (Lee et al., 2021). Penambahan SJP secara acak menurunkan kekuatan tarik karna ukuran dari serat yang tidak seragam dan pembebanan yang tidak searah, sehingga memungkinkan terjadinya aglomerasi dan rongga pada biokomposit (Akbar & Tri Hartutuk Ningsih, 2023).

#### 4.2.2 Elongasi

Elongasi merupakan hasil dari perbandingan pertambahan panjang awal spesimen sebelum dan setelah material dilakukan proses penarikan (Setiawan et al., 2021). Material yang memiliki elongasi tinggi biasanya bersifat ulet, sedangkan material yang memiliki elongasi rendah cenderung getas. Namun elongasi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti penambahan massa serat, dan juga cacat yang terdapat pada spesimen (Hilmi et al., 2021). Hasil elongasi dari biokomposit dapat dilihat pada gambar 4.4.





Gambar 4.4 Grafik Elongasi PJP dan SJP

Hasil pengujian elongation biokomposit berbasis PLA dengan penambahan pati jagung serta pengisi PJP dan SJP dapat dilihat pada Gambar 4.3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan pati jagung dan pengisi jerami padi cenderung menurunkan nilai elongasi biokomposit. Nilai elongasi tertinggi diperoleh pada PLA murni, yaitu sebesar 2,7%, sedangkan pada variasi PJP dan SJP nilai elongasi mengalami penurunan. Penurunan tersebut terjadi akibat penambahan pati jagung dan pengisi jerami padi yang menyebabkan material menjadi lebih kaku dan rapuh, sehingga kemampuan deformasi plastis material menurun. Selain itu, rendahnya adhesivitas antara matriks dan *filler* juga turut memengaruhi penurunan kemampuan regangan pada biokomposit (Akbar & Tri Hartutuk Ningsih, 2023). Kondisi ini diperkuat dengan pengamatan SEM pada gambar 4.7 adanya permukaan patahan yang kasar, *void*, dan rongga yang dihasilkan oleh penambahan pati jagung.

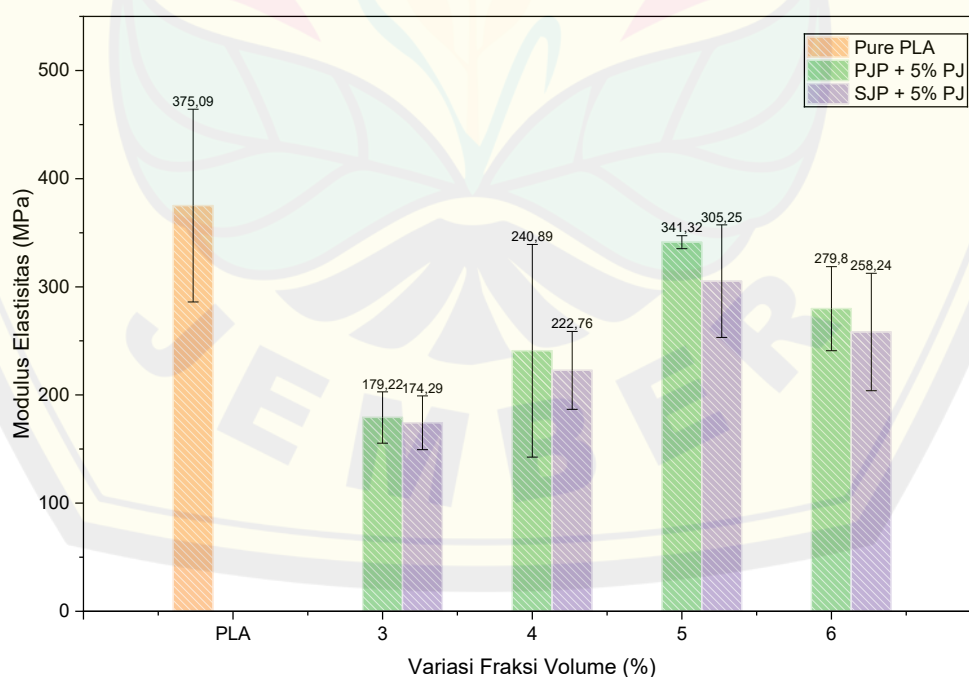
Berdasarkan Gambar 4.3, diantara seluruh variasi biokomposit, nilai tertinggi elongasi diperoleh pada variasi 4% PJP sebesar 2,03%, sedangkan pada variasi 4% SJP sebesar 1,52%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan pengisi dalam jumlah tertentu masih mampu mempertahankan fleksibilitas



material. Kondisi ini terjadi akibat terbentuknya interaksi yang cukup baik antara matriks dan *filler*, sehingga material masih mampu mengalami deformasi sebelum mengalami patah (Graupner et al., 2009). Namun, pada penambahan fraksi volume 6% untuk PJP maupun SJP, nilai elongasi cenderung mengalami penurunan. Penurunan tersebut disebabkan oleh terbentuknya ikatan antarmuka yang kurang baik antara matriks dan *filler*, serta munculnya cacat seperti aglomerasi dan *gap* akibat penambahan pengisi dalam jumlah yang terlalu besar. Kondisi tersebut menyebabkan material menjadi lebih rapuh dan mudah mengalami patah tanpa mengalami deformasi plastis yang signifikan (Artika & Mahyudin, 2019).

#### 4.2.3 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas merupakan suatu sifat material yang menyatakan kekakuan dari material. Modulus elastisitas menunjukkan kemampuan material menahan deformasi elastis saat diberi tegangan, dengan kata lain mencerminkan hubungan antara tegangan dan regangan dalam batas elastis material tersebut (Priambodo et al., 2025). Hasil modulus elastisitas biokomposit dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Modulus elastisitas PJP dan SJP

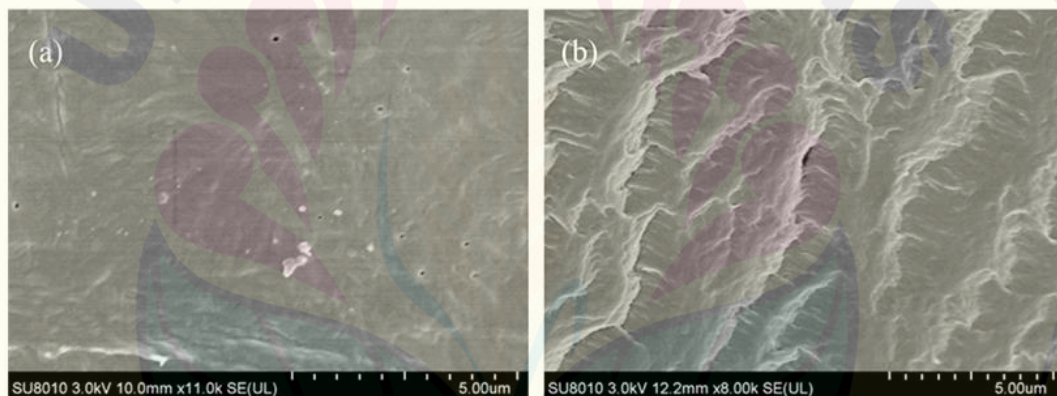
Hasil pengujian modulus elastisitas biokomposit dapat dilihat pada Gambar 4.5. PLA murni memiliki nilai modulus elastisitas sebesar 375,09 MPa. Secara umum, penambahan pati jagung dan pengisi jerami padi menyebabkan nilai modulus elastisitas biokomposit lebih rendah dibandingkan PLA murni. Penurunan tersebut diduga disebabkan oleh kompatibilitas yang masih terbatas antara PLA, pati jagung, dan jerami padi, sehingga interaksi antarmuka antar material belum terbentuk secara optimal. Ikatan antarmuka yang lemah menyebabkan proses transfer tegangan antara matriks dan *filler* tidak berlangsung secara optimal, sehingga kekakuan material mengalami penurunan (Weng et al., 2025).

Pada seluruh variasi biokomposit, nilai modulus elastisitas tertinggi diperoleh pada variasi 5%, yaitu sebesar 341,32 MPa untuk PJP dan 305,25 MPa untuk SJP. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan pengisi dalam jumlah tertentu mampu meningkatkan kekakuan biokomposit. Peningkatan tersebut terjadi akibat dispersi *filler* yang baik di dalam matriks, sehingga menghasilkan adhesi antarmuka yang lebih optimal antara matriks dan pengisi (Abral et al., 2017). Pada penambahan fraksi volume 6% pada PJP maupun SJP, nilai modulus elastisitas mengalami penurunan. Kondisi tersebut terjadi karena kandungan pengisi jerami padi telah melebihi batas optimal, sehingga menyebabkan terjadinya aglomerasi partikel pengisi di dalam matriks. Aglomerasi tersebut mengakibatkan *filler* tidak terikat secara baik oleh matriks PLA, sehingga menurunkan kekakuan biokomposit (Battezzatore et al., 2018). Selain itu nilai modulus elastisitas PJP lebih tinggi dibandingkan dengan SJP, hal ini disebabkan bentuk dan distribusi yang lebih homogen dibandingkan serat jerami padi sehingga interaksi antara matriks dan pengisi menjadi lebih baik (Desiasni et al., 2023).

#### 4.3 Uji Morfologi SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pada penelitian ini, pengujian SEM bertujuan untuk memberikan informasi mendalam mengenai distribusi dari efek penambahan pati jagung, PJP, dan SJP dalam matriks. Selain itu, fenomena lain seperti cacat, *void*, aglomerasi, dan *gap* yang terjadi pada spesimen biokomposit (Gupta et al., 2023).

Pada pengamatan SEM dalam penelitian ini, tidak semua variasi sampel dilakukan pengamatan morfologi. Terdapat dua sampel biokomposit yang dilakukan pengamatan, diantaranya variasi PJP 3% dengan nilai kekuatan tarik terendah, variasi 5% PJP dengan nilai kekuatan tarik tertinggi. Sebagai pembanding dalam analisis morfologi permukaan biokomposit, digunakan hasil pengujian SEM pada PLA murni yang diperoleh dari penelitian (Qian et al., 2018). Pengamatan terhadap PLA murni digunakan sebagai acuan untuk mengidentifikasi perubahan struktur morfologi yang terjadi akibat penambahan pati jagung, PJP, dan SJP ke dalam matriks PLA. Melalui perbandingan tersebut, dapat dilakukan analisis terhadap pengaruh penambahan *filler* terhadap distribusi partikel, tingkat homogenitas matriks, serta potensi terbentuknya cacat morfologi seperti *void*, aglomerasi, dan *gap* pada material biokomposit.



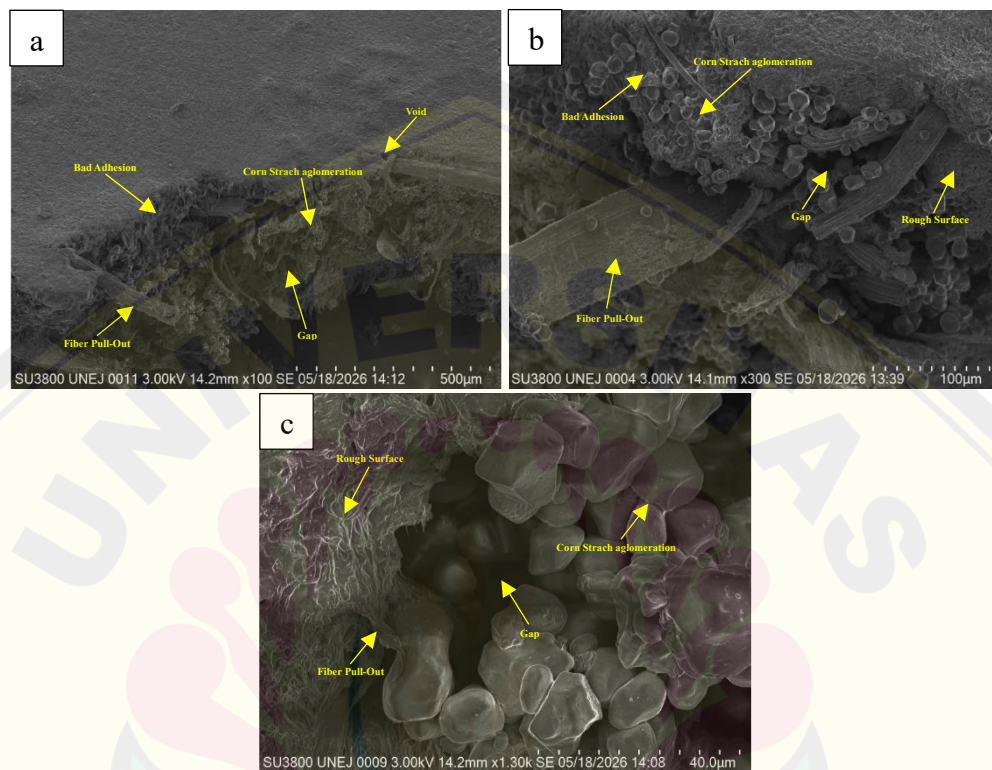
Gambar 4.6 Hasil Morfologi SEM (a) Permukaan PLA Murni, (b) Permukaan Patahan PLA Murni

(Sumber : (Qian et al., 2018))

Hasil pengamatan morfologi permukaan menunjukkan bahwa PLA murni memiliki permukaan yang relatif halus dan homogen. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa PLA murni memiliki kemampuan kristalisasi yang rendah, sehingga sebagian besar rantai molekulnya tetap berada dalam fase amorf selama proses penguapan pelarut. Selain itu, hasil pengamatan pada permukaan patahan menunjukkan karakteristik patahan yang halus, bersih, dan bersifat rapuh, yang ditandai dengan tidak ditemukannya fenomena penarikan kawat (*fiber pulling*).

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa PLA murni memiliki sifat tarik yang

cenderung kaku dengan deformasi plastis yang rendah, sehingga material mengalami patah secara tiba-tiba ketika tegangan yang diberikan telah melebihi batas lelehnya (Qian et al., 2018).

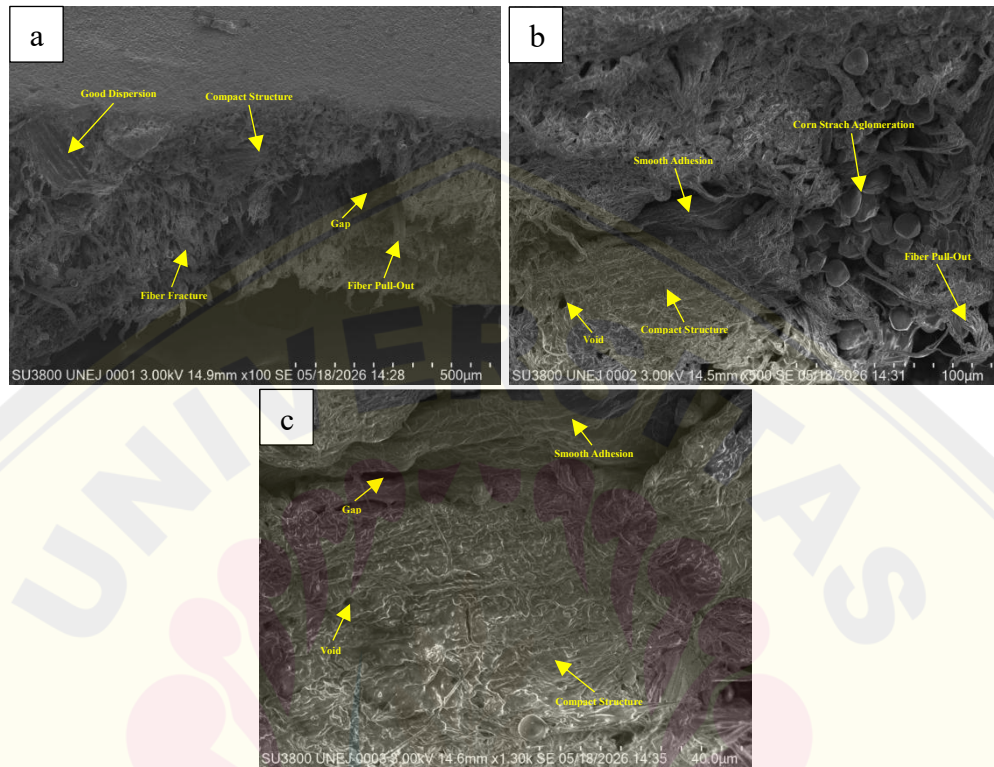


Gambar 4.7 Hasil Morfologi SEM (a) PLA/PJP3% 100x, (b) PLA/PJP3% 300x, (c) PLA/PJP3% 1300x

Hasil pengujian SEM dapat dilihat pada gambar 4.7 yang menunjukkan hasil struktur morfologi dari biokomposit setelah dilakukan pengujian tarik. Gambar 4.7 (a) merupakan PLA/PJP 3% dengan perbesaran 100x, gambar 4.7 (b) merupakan PLA/PJP3% dengan perbesaran 300x dan gambar 4.7 (c) PLA/PJP3% dengan perbesaran 1300x. Terlihat pada gambar tersebut penambahan PJP sebesar 3% membuat permukaan patahan sampel menjadi lebih kasar akibat agregasi PJP dan pati jagung yang teridentifikasi, selain itu terdapat beberapa cacat yang teridentifikasi seperti *void*, aglomerasi, *rough surface*, *bad adhesion* dan *gap* yang diakibatkan pencampuran yang tidak homogen serta perbedaan sifat dari matriks dan pengisi. Adanya beberapa cacat berdampak buruk terhadap sifat mekanik



biokomposit, seperti penurunan kekuatan tarik dan modulus elastisitas (Buran et al., 2024).



Gambar 4.8 Hasil Morfologi SEM (a) PLA/PJP5% 100x, (b) PLA/PJP5% 500x, (c) PLA/PJP3% 1300x

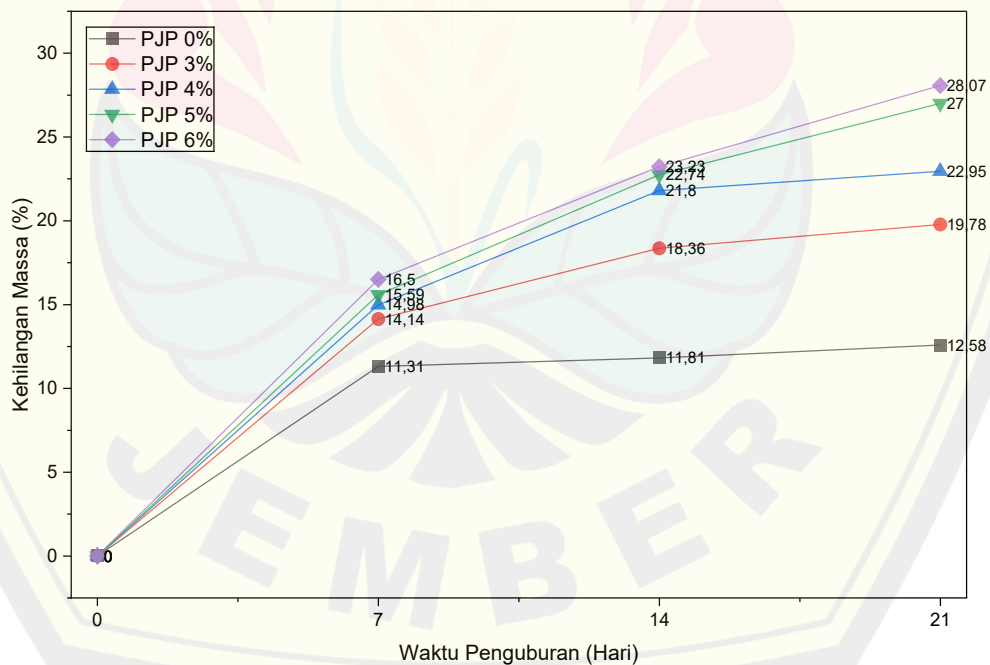
Hasil pengamatan SEM dengan variasi PJP 5% dapat dilihat pada gambar 4.8 (a) PLA/PJP5% dengan perbesaran 100x, gambar 4.8 (b) PLA/PJP5% dengan perbesaran 500x dan gambar 4.8 (c) PLA/PJP5% dengan perbesaran 1300x. Hasil menunjukkan terlihat adanya struktur yang padat (*compact structure*) serta adhesi antar muka yang cukup baik (*smooth adhesion*) antara matriks PLA, pati jagung, dan partikel jerami padi. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa distribusi *filler* di dalam matriks berlangsung lebih homogen sehingga ikatan antar material menjadi lebih optimal, sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya (Asrofi et al., 2018). Namun, pada beberapa bagian permukaan patahan masih ditemukan cacat morfologi berupa *void*, aglomerasi, dan *gap*. Keberadaan cacat tersebut mengindikasikan bahwa ikatan antarmuka antara matriks dan *filler* belum terbentuk secara optimal, sehingga menyebabkan

kemampuan material dalam menahan beban tarik menurun dibandingkan dengan PLA murni (Labbafzadeh & Vakili, 2020).

#### 4.4 Pengujian Biodegradasi

Pengujian biodegradasi merupakan proses pengujian terhadap suatu material untuk mengukur kemampuan material terurai terhadap lingkungan melalui metode penguburan dengan tanah kompos (C. Liu et al., 2020). Proses pengujian biodegradasi biokomposit PLA–Pati Jagung dengan pengisi jerami padi dilakukan selama 0–21 hari untuk mengetahui persentase kehilangan massa setelah proses penguburan. Pengujian biodegradasi ini mengacu pada standar ASTM D5988 dengan metode sederhana berbasis pengurangan massa spesimen. Hasil pengujian biodegradasi pada setiap variasi penambahan PJP dan SJP selanjutnya dianalisis berdasarkan perubahan persentase kehilangan massa selama periode penguburan.

##### 4.4.1 Hasil Pengujian PJP (Partikel Jerami Padi)



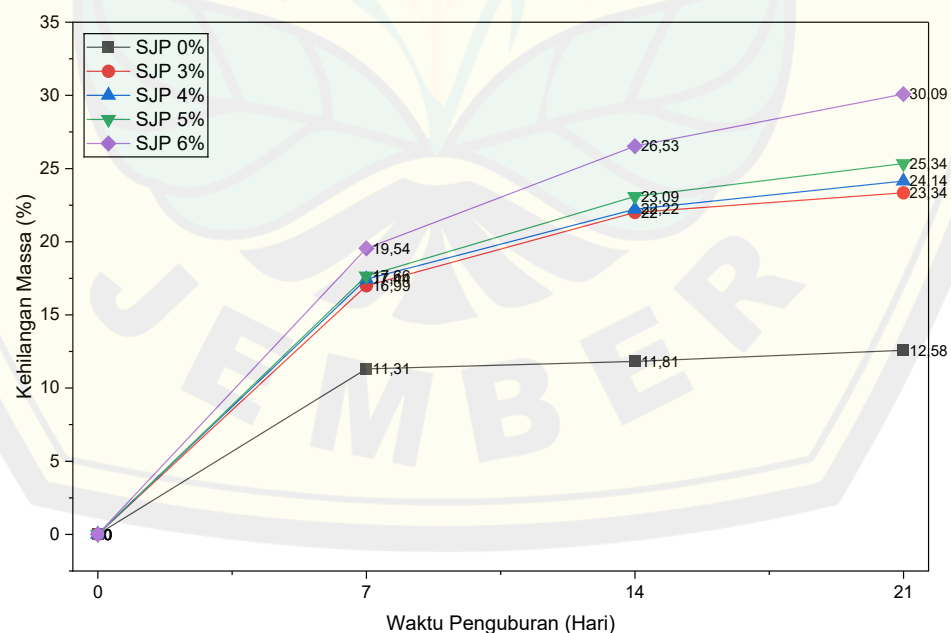
Gambar 4.9 Gambar grafik pengujian biodegradasi PJP



Hasil pengujian biodegradasi dari grafik diatas menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu penguburan biokomposit selama 7 hari, 14 hari dan 21 hari mengalami peningkatan hasil laju biodegradasi (kehilangan massa). Beberapa faktor dapat mempengaruhi laju biodegradasi dari material seperti nutrisi, kadar air, suhu, dan kandungan mikroorganisme pada tanah (Buxoo & Jeetah, 2020). Pada hari ke-21, nilai kehilangan massa berturut-turut untuk PJP 3%, 4%, 5%, dan 6% adalah sekitar 19,78%, 22,95%, 27,00%, dan 28,07%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar PJP yang ditambahkan, maka semakin besar tingkat biodegradasi material yang terjadi (Lee et al., 2021).

Penambahan PJP meningkatkan laju biodegradasi karena kandungan selulosa, hemiselulosa, dan ligin yang ada pada PJP yang mudah dimasuki oleh mikroorganisme, ditambah PJP bersifat hidrofilik yang dapat meningkatkan penyerapan air pada biokomposit (Lee et al., 2021). Selain itu penambahan pati jagung juga mempercepat laju kehilangan massa karena sifat hidrofilik yang dimiliki, serta struktur pati yang tersusun dari amilosa dan amilopektin sehingga mudah menyerap air dan terurai oleh mikroorganisme (Estrada-Girón et al., 2024).

#### 4.4.2 Hasil Pengujian SJP (Serat Jerami Padi)



Gambar 4.10 Gambar grafik pengujian biodegradasi SPJ

Hasil pengujian biodegradasi pada grafik menunjukkan penambahan persentase SPJ mengalami kenaikan nilai kehilangan massa selama proses penanaman hingga 21 hari. Sampel tanpa penambahan SPJ cenderung menunjukkan nilai biodegradasi yang relative kecil dibandingkan dengan adanya penambahan pati jagung dan SJP. Pada hari ke-21, persentase kehilangan massa untuk variasi SJP 3%, 4%, 5%, dan 6% masing-masing mencapai sekitar 23,34%, 24,14%, 25,34%, dan 30,09%. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar SJP yang digunakan pada biokomposit, maka kemampuan material untuk terdegradasi juga semakin meningkat.

Penambahan SJP pada biokomposit dapat meningkatkan laju biodegradasi karena jerami padi mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme tanah. Selain itu, sifat hidrofilik serat jerami padi membuat material lebih mudah menyerap air sehingga proses degradasi berlangsung lebih cepat (Lee et al., 2021). Penambahan pati jagung juga berpengaruh terhadap meningkatnya kehilangan massa karena pati memiliki gugus hidroksil yang mudah berikatan dengan air. Struktur pati yang tersusun dari amilosa dan amilopektin membuatnya lebih mudah diuraikan oleh aktivitas mikroorganisme, sehingga proses biodegradasi material berlangsung lebih cepat (Estrada-Girón et al., 2024).

#### 4.5 Aplikasi *Disposable Tableware*

Hasil pembuatan produk *disposable tableware* dari biokomposit berbasis PLA-Pati Jagung dengan pengisi jerami padi yang dikembangkan ditunjukkan pada Gambar 4.11 sebagai berikut.



Gambar 4.11 Produk *Disposable Tableware*

Biokomposit berbasis PLA, pati jagung, dan jerami padi berpotensi diaplikasikan sebagai bahan pembuatan *disposable tableware* karena memiliki sifat biodegradabilitas yang baik serta karakteristik mekanik yang mendukung penggunaan pada aplikasi pangan sekali pakai (Mallick et al., 2019). Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, material biokomposit mampu mengalami degradasi secara alami di lingkungan sehingga berpotensi mengurangi permasalahan limbah plastik konvensional yang sulit terurai. Selain itu, keberadaan matriks PLA memberikan kekuatan struktural yang cukup, sedangkan pati jagung dan jerami padi berperan sebagai bahan pengisi yang mendukung penggunaan sumber daya terbarukan dalam pembuatan produk. Oleh karena itu, biokomposit yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat menjadi alternatif material yang lebih ramah lingkungan untuk diaplikasikan pada berbagai produk peralatan makan sekali pakai, seperti piring, mangkuk, maupun wadah makanan.

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai pengaruh komposisi dan bentuk serat jerami padi terhadap karakteristik biokomposit, dapat disimpulkan bahwa:

1. Variasi komposisi dan bentuk pengisi jerami padi berpengaruh terhadap sifat mekanik biokomposit PLA-pati jagung. PLA murni memiliki kekuatan tarik tertinggi, sedangkan biokomposit terbaik diperoleh pada variasi 5% PJP dengan kekuatan tarik 2,70 MPa dan modulus elastisitas 341,32 MPa. Pada variasi 6%, sifat mekanik mengalami penurunan akibat terbentuknya aglomerasi, void, dan porositas. Selain itu, pengisi PJP padi menunjukkan sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan SJP karena distribusi *filler* yang lebih homogen dan adhesi antarmuka yang lebih optimal.
2. Variasi komposisi dan bentuk pengisi jerami padi memberikan pengaruh terhadap kemampuan biodegradasi biokomposit PLA-pati jagung. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan fraksi volume pengisi jerami padi dari 3% hingga 6% cenderung meningkatkan laju biodegradasi material. Selain itu, biokomposit dengan pengisi SJP menunjukkan tingkat biodegradasi yang lebih tinggi dibandingkan PJP karena struktur serat memiliki kemampuan penyerapan air yang lebih baik sehingga mempercepat aktivitas mikroorganisme dalam proses degradasi material.
3. Hasil pengamatan morfologi SEM menunjukkan bahwa penambahan pati jagung dan jerami padi menyebabkan terbentuknya fenomena seperti *void*, *gap*, *rough surface*, dan aglomerasi pada biokomposit. Namun, pada variasi 5% PJP terlihat struktur yang lebih compact dan adhesi antarmuka yang lebih baik dibandingkan variasi lainnya.

## 5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan, maka dari itu terdapat beberapa saran yang dapat diambil untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Perlu dilakukan perlakuan mekanis tambahan seperti ultrasonik untuk mengatasi masalah yang terjadi seperti aglomerasi, *gap*, dan *void* yang terjadi pada biokomposit.
2. Perlu dilakukan *heat treatment* pada saat pencampuran pati jagung dan pengisi jerami padi untuk mengurangi terjadinya kompatibilitas yang rendah antara mariks dan pengisi.
3. Perlu pengoptimalan komposisi sorbitol sebagai plasticizer, karena penambahan sorbitol pada penelitian ini masih belum mampu menghasilkan adhesi antarmuka yang optimal antara PLA, pati jagung, dan jerami padi.
4. Metode *solvent casting* disarankan digunakan untuk pembuatan biokomposit dengan ketebalan tipis hingga sedang, karena pada ketebalan yang terlalu besar proses pengeringan menjadi kurang merata dan berpotensi menimbulkan cacat morfologi seperti *void*, retak, serta penyusutan material.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abral, H., Putra, G. J., Asrofi, M., Park, J., & Kim, H. (2017). Effect of Vibration Duration of High Ultrasound Applied to Bio- composite While Gelatinized on its Properties. *Ultrasonics - Sonochemistry*. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2017.08.019>
- Akbar, R. R., & Tri Hartutuk Ningsih. (2023). KEKUATAN TARIK KOMPOSIT SERAT KULIT JAGUNG Rizki Rochmat Akbar Tri Hartutuk Ningsih Abstrak. *JTM, Volume 12*, 1–6.
- Akhtar, K., Khan, S. A., Khan, S. B., & Asiri, A. M. (2018). Scanning electron microscopy: Principle and applications in nanomaterials characterization. In *Handbook of Materials Characterization*. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2_4)
- Ali, B. A., Hosny, M., Nassar, H. N., Elhakim, H. K. A., & El-Gendy, N. S. (2024). A Study on the Valorization of Rice Straw into Different Value-Added Products and Biofuels. *International Journal of Chemical Engineering*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/9185870>
- Anderas Sitompul, K., & Iskandar, N. (2023). Analisis Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami Berpenguat Matriks Gondorukem. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 11(3), 450–459.
- Artika, M. P., & Mahyudin, A. (2019). Pengaruh Persentase Serat Pinang terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradabilitas Komposit Polipropilena dengan Penambahan Pati Pisang. *Jurnal Fisika Unand*, 8(2), 158–163.
- Ashothaman, A., Sudha, J., & Senthilkumar, N. (2023). A comprehensive review on biodegradable polylactic acid polymer matrix composite material reinforced with synthetic and natural fibers. *Materials Today: Proceedings*, 80(xxxx), 2829–2839. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.07.047>
- Asrofi, M., Abral, H., Kasim, A., Pratoto, A., & Mahardika, M. (2018). Isolation of Nanocellulose from Water Hyacinth Fiber ( WHF ) Produced via Digester-Sonation and Its Characterization. *Fibers and Polymer*, 19(8), 1618–1625. <https://doi.org/10.1007/s12221-018-7953-1>
- Battegazzore, D., Noori, A., & Frache, A. (2018). Natural wastes as particle filler for poly ( lactic acid ) -based composites. *JOURNAL OF COMPOSITE MATERIALS*, 0(0), 1–15. <https://doi.org/10.1177/0021998318791316>
- Borbolla-Jiménez, F. V., Peña-Corona, S. I., Farah, S. J., Jiménez-Valdés, M. T., Pineda-Pérez, E., Romero-Montero, A., Del Prado-Audelo, M. L., Bernal-Chávez, S. A., Magaña, J. J., & Leyva-Gómez, G. (2023). Films for Wound Healing Fabricated Using a Solvent Casting Technique. *Pharmaceutics*, 15(7), 1–27. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15071914>
- Buran, A., Durğun, M. E., Karataş, M., & Aydoğmuş, E. (2024). Production and Characterization of Epoxy Resin-Based Biocomposites Reinforced with Citrus maxima Peel. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, Volume 8, 18–28.
- Buxoo, S., & Jeetah, P. (2020). Feasibility of producing biodegradable disposable paper cup from pineapple peels , orange peels and Mauritian hemp leaves with

- beeswax coating. *SN Applied Sciences*, 2(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-3164-7>
- Cheng, H., Chen, L., McClements, D. J., Yang, T., Zhang, Z., Ren, F., Miao, M., Tian, Y., & Jin, Z. (2021). Starch-based biodegradable packaging materials: A review of their preparation, characterization and diverse applications in the food industry. *Trends in Food Science and Technology*, 114(February), 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.017>
- Desiasni, R., Azman, N., & Widyawati, F. (2023). SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT PAPAN PARTIKEL BERDASARKAN VARIASI UKURAN SERBUK KAYU MAHONI ( SWIETENIA MACROPHYLLA ) SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF : PAPAN KOMPOSIT. *JURNAL TAMBORA*, 7(2).
- Estrada-Girón, Y., Fernández-Escamilla, V. V. A., Martín-del-Campo, A., González-Núñez, R., Canché-Escamilla, G., Uribe-Calderón, J., Tepale, N., Aguilar, J., & Moscoso-Sánchez, F. J. (2024). Characterization of Polylactic Acid Biocomposites Filled with Native Starch Granules from *Dioscorea remotiflora* Tubers. *Polymers*, 16(7). <https://doi.org/10.3390/polym16070899>
- Falzarano, M., Poletini, A., Pomi, R., Rossi, A., Zonfa, T., Bracciale, M. P., Gabrielli, S., Sarasini, F., & Tirillò, J. (2025). Anaerobic Biodegradation of Polylactic Acid-Based Items: A Specific Focus on Disposable Tableware Products. *Materials*, 18(5), 1–19. <https://doi.org/10.3390/ma18051186>
- Farah, S., Anderson, D. G., & Langer, R. (2016). Physical and mechanical properties of PLA, and their functions in widespread applications — A comprehensive review. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 107, 367–392. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.06.012>
- Fonseca-García, A., Jiménez-Regalado, E. J., & Aguirre-Loredo, R. Y. (2021). Preparation of a novel biodegradable packaging film based on corn starch-chitosan and poloxamers. *Carbohydrate Polymers*, 251(June 2020), 117009. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117009>
- Gadaleta, G., Andrade-Chapal, J. C., López-Ibáñez, S., Mozo-Toledo, M., & Navarro-Calderón, Á. (2025). Biodegradability of Bioplastics in Managed and Unmanaged Environments: A Comprehensive Review. *Materials*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/ma18102382>
- Genovesi, A., Aversa, C., Barletta, M., Cappiello, G., & Gisario, A. (2022). Comparative life cycle analysis of disposable and reusable tableware: The role of bioplastics. *Cleaner Engineering and Technology*, 6, 100419. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100419>
- Graupner, N., Herrmann, A. S., & Müssig, J. (2009). Composites : Part A Natural and man-made cellulose fibre-reinforced poly ( lactic acid ) ( PLA ) composites : An overview about mechanical characteristics and application areas. *Composites Part A*, 40(6–7), 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2009.04.003>
- Gupta, A., Singh, G., Ghosh, P., Arora, K., & Sharma, S. (2023). Development of biodegradable tableware from novel combination of paddy straw and pine needles: A potential alternative against plastic cutlery. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(6), 111310.

- <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.111310>
- Hanifa, K., Suprihanto, A., Haryadi, G. D., Jurusan, M., Mesin, T., Teknik, F., Diponegoro, U., Jurusan, D., Mesin, T., Teknik, F., & Diponegoro, U. (2024). Pengaruh Persentase Flake Polylactic Acid ( Pla ) Terhadap Densitas Campuran Biodegradable Polymer Pla Dengan Polycaprolactone. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 12(2), 71–76.
- Hilmi, A., Radtra, A., Udjiana, D. S., Si, M., Kimia, J. T., Malang, P. N., Soekarno, J., & No, H. (2021). PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI LIMBAH TONGKOL JAGUNG ( ZEA MAYS ) DENGAN PENAMBAHAN FILLER KALSIMUM SILIKAT DAN KALSIMUM KARBONAT. *Jurnal Teknologi Separasi*, 7(9), 427–435.
- Ku, H., Wang, H., Pattarachaiyakoo, N., & Trada, M. (2011). A review on the tensile properties of natural fiber reinforced polymer composites. *Composites Part B: Engineering*, 42(4), 856–873. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.01.010>
- Labafzadeh, M. R., & Vakili, M. H. (2020). Application of magnetic electrospun polyvinyl alcohol / collagen nanofibres for drug delivery systems. *MOLECULAR SIMULATION*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/08927022.2020.1783462>
- Lee, C. H., Khalina, A., & Lee, S. H. (2021). Importance of Interfacial Adhesion Condition on Characterization of Plant-Fiber-Reinforced Polymer Composites : A Review. *Polymers*, 13, 438.
- Liu, C., Luan, P., Li, Q., Cheng, Z., Sun, X., Cao, D., & Zhu, H. (2020). Biodegradable, Hygienic, and Compostable Tableware from Hybrid Sugarcane and Bamboo Fibers as Plastic Alternative. In *Matter* (Vol. 3, Issue 6, pp. 2066–2079). <https://doi.org/10.1016/j.matt.2020.10.004>
- Liu, S., Wang, Y., Tian, H., Sun, S., Zhang, L., Zhou, R., & Han, C. (2024). Mechanical properties and toughening effect of rice straw fiber-reinforced soil. *Case Studies in Construction Materials*, 21(July), e03511. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e03511>
- Liu, X., Yu, L., Xie, F., Petinakis, E., Sangwan, P., Shen, S., Dean, K., Ammala, A., & Wong-Holmes, S. (2013). New evidences of accelerating degradation of polyethylene by starch. *Journal of Applied Polymer Science*, 130(4), 2282–2287. <https://doi.org/10.1002/app.39421>
- Mallick, N., Pal, D., & Soni, A. B. (2019). film for food packaging application Corn-Starch / Polyvinyl Alcohol Bio-Composite Film For Food Packaging Application. *Second International Conference on Material Science, Smart Structures and Applications*, 020005(December).
- Massijaya, S. Y., Lubis, M. A. R., Nissa, R. C., Nurhamiyah, Y., Kusumaningrum, W. B., Marlina, R., Ningrum, R. S., Sutiawan, J., Hidayat, I., Kusumah, S. S., Karlinasari, L., & Hartono, R. (2024). Thermal Properties' Enhancement of PLA-Starch-Based Polymer Composite Using Sucrose. *Polymers*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/polym16081028>
- Mat Zubir, N. H., Ting, S. S., Santiagoo, R., Noimam, N. Z., & Wang, J. (2016). Tensile Properties of Rice Straw Fiber Reinforced Poly(Lactic Acid) Biocomposites. *Advanced Materials Research*, 1133, 598–602.



- <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.1133.598>
- Mayekar, P. C., Limsukon, W., Bher, A., & Auras, R. (2023). Breaking It Down: How Thermoplastic Starch Enhances Poly(lactic acid) Biodegradation in Compost—A Comparative Analysis of Reactive Blends. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 11(26), 9729–9737. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.3c01676>
- Mazur, K. E., Borucka, A., Kaczor, P., Gądek, S., Bogucki, R., Mirzawiński, D., & Kuciel, S. (2022). Mechanical, Thermal and Microstructural Characteristic of 3D Printed Polylactide Composites with Natural Fibers: Wood, Bamboo and Cork. *Journal of Polymers and the Environment*, 30(6), 2341–2354. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02356-3>
- Nisa, K. S., Melyna, E., & Samida, M. R. M. (2022). Sintesis Biokomposit Serat Sabut Kelapa dan Resin Poliester dengan Alkalisasi KOH. *Rekayasa*, 15(3), 354–361. <https://doi.org/10.21107/rekayasa.v15i3.16713>
- Oromiehie, A. R., Lari, T. T., & Rabiee, A. (2013). Physical and thermal mechanical properties of corn starch/LDPE composites. *Journal of Applied Polymer Science*, 127(2), 1128–1134. <https://doi.org/10.1002/app.37877>
- Pantović, A., Tomić, N., Petrović, T., & Djekić, I. (2025). Sustainable Perspectives of Disposable Tableware: A Systematic Review. *Sustainability (Switzerland)*, 17(4). <https://doi.org/10.3390/su17041434>
- Pradiza, R. R., Mohammad Thoha Amin, Khoirul Basyar, Mochamad Asrofi, Muhammad Abduh, Muhammad Trifiananto, Salahuddin Junus, Gaguk Jatisukanto, Haris Setyawan, & Mohammed Alahmad. (2025). Study of tensile strength, microstructure and density-porosity properties of cassava starch-PLA bioplastic manufactured through solution casting. : : *Earth and Environmental Science*, 1454 (2025). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1454/1/012014>
- Priambodo, T. A., Judawisastra, H., & Wirawan, R. (2025). Kajian Penentuan Modulus Elastisitas Baja dan Aluminium dengan Metoda Ultrasonic Pitch & Catch. *Journal Mesin*, 30(2), 119–127. <https://doi.org/10.5614/MESIN.2025.30.2.4>
- Qian, S., Zhang, H., Yao, W., & Sheng, K. (2018). Effects of bamboo cellulose nanowhisker content on the morphology, crystallization, mechanical, and thermal properties of PLA matrix biocomposites. *Composites Part B*, 133, 203–209. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2017.09.040>
- Rajeshkumar, G., Arvinth Seshadri, S., Devnani, G. L., Sanjay, M. R., Siengchin, S., Prakash Maran, J., Al-Dhabi, N. A., Karuppiah, P., Mariadhas, V. A., Sivarajasekar, N., & Ronaldo Anuf, A. (2021). Environment friendly, renewable and sustainable poly lactic acid (PLA) based natural fiber reinforced composites – A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 310(January), 127483. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127483>
- Ranjan, C., Ahmed, Z., Raj Kumar, S., Kumar, A., Kumar, A., & Kumar, K. (2021). Fabrication and strength analysis of rice straw fibers reinforced epoxy biodegradable composite. *Materials Today: Proceedings*, 46(xxxx), 331–335. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.299>

- Rezaei, J., Papakonstantinou, A., Tavasszy, L., Pesch, U., & Kana, A. (2019). Sustainable product-package design in a food supply chain: A multi-criteria life cycle approach. *Packaging Technology and Science*, 32(2), 85–101. <https://doi.org/10.1002/pts.2418>
- Rochim, M. N., & Ningsih, T. H. (2021). PENGGUNAAN SERAT JERAMI PADI DALAM PEMBUATAN MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BUMPER MOBIL. *JTM*, 9, 1–6.
- Sakura, R. R., Sugiharto, B., Sawitri, W. D., Asrofi, M., & Junus, S. (2025). Mechanical and Structural Properties of Biocomposites Reinforced with Bagasse Fibers from Sugarcane Overexpressing Sucrose Synthesis. *Journal of Composites Science*, 1–13.
- Sanoja-López, K. A., Llor-Molina, N. S., & Luque, R. (2024). Rice Waste Feedstocks: A Review of Alternatives for their Conversion into High-Value Added Products. In *BioResources* (Vol. 19, Issue 1, pp. 1–30). <https://doi.org/10.15376/biores.19.1.Sanoja-Lopez>
- Seck, P. A., Diagne, A., Mohanty, S., & Wopereis, M. C. S. (2012). Crops that feed the world 7: Rice. *Food Security*, 4(1), 7–24. <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0168-1>
- Setiawan, S. I. J., Maman Kartaman Ajiriyanto, & Rohmad Sigit. (2021). ANALISIS KETIDAKPASTIAN PENGUKURAN KEKUATAN TARIK DAN ELONGASI SPESIMEN SS304 BERBENTUK RING. *Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 27(3), 133–142.
- Singh, G., Gupta, M. K., Chaurasiya, S., Sharma, V. S., & Pimenov, D. Y. (2021). Rice straw burning: a review on its global prevalence and the sustainable alternatives for its effective mitigation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(25), 32125–32155. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14163-3>
- Tian, K., & Bilal, M. (2019). Research progress of biodegradable materials in reducing environmental pollution. In *Abatement of Environmental Pollutants: Trends and Strategies*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818095-2.00015-1>
- Weng, Q., Hu, M., & Wang, J. (2025). Enhancing the Flexibility and Hydrophilicity of PLA via Polymer Blends : Electrospinning vs . Solvent Casting. *Polymers*, 2025, 17, 1–25.
- Wu, Y., Gao, X., Wu, J., Zhou, T., Nguyen, T. T., & Wang, Y. (2023). Biodegradable Polylactic Acid and Its Composites: Characteristics, Processing, and Sustainable Applications in Sports. *Polymers*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/polym15143096>



LAMPIRAN



[https://drive.google.com/drive/folders/1vGzvsfMhMTBfFtlnsYmUslk2boqpmD9A?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1vGzvsfMhMTBfFtlnsYmUslk2boqpmD9A?usp=drive_link)