

**STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK DENGAN  
BAHAN DASAR PATI UBI JALAR CILEMBU**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**NOVA FATHUR ROSID**

**145090307111005**

**PROGRAM STUDI : S1 FISIKA**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



**STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK DENGAN  
BAHAN DASAR PATI UBI JALAR CILEMBU**

**SKRIPSI**

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Fisika

**Oleh:**

**NOVA FATHUR ROSID**

145090307111005

**PROGRAM STUDI : S1 FISIKA**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MIPA  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK DENGAN  
BAHAN DASAR PATI UBI JALAR CILEMBU**

Oleh :  
**NOVA FATHUR ROSID**  
**145090307111005**

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji  
Pada Tanggal .....  
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
**Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si  
NIP. 19560617.198602.2.001

Muhammad Ghufron, S.Si., M.Si  
NIP. 19880727.201404.1.0002

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Fisika**  
**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**  
**Universitas Brawijaya**

Prof. DR. rer. Nat. Muhammad Nurhuda  
NIP. 196409101.199002.1.001



## LEMBAR PERNYATAAN

**Saya yang bertanda tangan di bawah ini:**

Nama : Nova Fathur Rosid  
NIM : 145090307111005  
Jurusan : Fisika  
Penulis Skripsi berjudul :

**STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR  
TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK DENGAN  
BAHAN DASAR PATI UBI JALAR CILEMBU**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain. Nama - nama yang termaksud di isi dan tertulis di daftar pustaka digunakan sebagai referensi pendukung dalam skripsi ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Mei 2018  
Yang menyatakan,

Nova Fathur Rosid  
NIM. 145090307111005



repository.ub.ac.id

# STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK DENGAN BAHAN DASAR PATI UBI JALAR CILEMBU

## ABSTRAK

Metode *casting* telah digunakan untuk pembuatan bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur. Tahapan pembuatan bioplastik dimulai dari pembuatan pati ubi jalar cilembu dengan metode *blending*, proses glatinisasi, pengovenan, dan pengeringan di udara selama 48 jam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan komposisi pemlastis putih telur 0,5 sampai 2 ml terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu sebelum dan sesudah uji ketahanan udara. Nilai kuat tarik bioplastik mengalami peningkatan maksimal sebesar 12,85 MPa dengan penambahan komposisi pemlastis putih telur. Nilai kuat tarik bioplastik paling optimal dengan komposisi pemlastis putih telur 1,5 ml adalah 38,14 MPa. Berdasarkan analisis uji tarik diperoleh hasil bahwa penyimpanan sampel bioplastik berpengaruh terhadap uji ketahanan udara. Penyimpanan selama 5 hari, peningkatan nilai kuat tarik tertinggi pada sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis sebesar 16,15 MPa. Nilai kuat tarik sampel bioplastik dengan penambahan komposisi pemlastis putih telur 0,5 ml; 1 ml dan 1,5 ml mengalami peningkatan maksimal setelah penyimpanan selama 5 hari sedangkan penambahan komposisi pemlastis 0 ml dan 2 ml mengalami peningkatan maksimal setelah penyimpanan selama 10 hari. Nilai elongasi terbesar diperoleh dengan penambahan pemlastis 1 ml setelah penyimpanan selama 15 hari yaitu 6,98% dan nilai modulus elastisitas terbesar terdapat pada bioplastik tanpa pemlastis putih telur setelah penyimpanan selama 20 hari yaitu 1947,05 MPa. Uji serapan air yang paling optimal dihasilkan oleh sampel bioplastik tanpa pemlastis.

**Kata kunci** : bioplastik, pati ubi jalar cilembu, putih telur, uji mekanik, uji ketahanan udara, uji serapan air



repository.ub.ac.id

# STUDY ON THE EFFECT OF PLASTILIZER WHITE EGG TROUGH CHARACTERISTIC OF BIOPLASTIC MECHANICS WITH BASIC MATERIALS CILEMBU SWEET POTATO STARCH

## ABSTRACT

Cilembu sweet potato based bioplastic with white egg as a plastilizer has been made using a casting method. The manufacture of the bioplastic started by extracting the cilembu sweet potato using a blending method, the next steps were glatinization process, baking process and 48 hours air drying process. In this research, the effect of the addition of 0.5 to 2 ml white egg plastilizer on mechanical properties of the bioplastic before and after an air endurance test was analyzed. Based on the experimental result, the addition of white egg plastilizer increases the tensile strength of the bioplastic up to 12.85 MPa. The highest tensile strength of 38.14 MPa is obtained at addition of 1.5 ml white egg plastilizer. The duration of bioplastic storage effects the air resistance test, interaction of the bioplastic with air increases the tensile strength of the bioplastic. The bioplastic without addition of white egg plastilizer has the highest increasing of tensile strength of 16.15 MPa after 5 days of storage. At addition of 0.5 ml, 1 ml and 1.5 ml white egg plastilizers, the highest increasing of tensile strengths are obtained at 5 days of storage, while at addition of 0 ml and 2 ml white egg plastilizers, the highest increasing of tensile strengths are obtained at 10 days of storage. The highest elongation of 6.98% is obtained at addition of plastilizer 1 ml after 15 days of storage and the highest elasticity modulus of 1947.05 MPa is obtained at bioplastic without addition of white egg plastilizer after 20 days of storage. The highest water absorption test value is obtained at bioplastic without addition of white egg plasticizer.

**Keywords:** bioplastic, cilembu sweet potato starch, white egg, mechanical test, air resistance test, water absorption test.



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah robbil ‘alamin puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, karunia, perlindungan dan kasih sayang sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul “STUDI PENGARUH PEMLASTIS PUTIH TELUR TERHADAP BIOPLASTIK DENGAN BAHAN DASAR PATI JALAR CILEMBU” dapat terselesaikan dengan baik. Tentunya proposal ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penyusul ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ahmad Amin dan Siti Aisah selaku kedua orang tua penulis yang senantiasa memberi semangat dan dukungan materi maupun doa.
2. Ibu Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan dan semua bantuan yang telah diberikan.
3. Bapak Muhammad Ghufron, S.Si.,M.Si selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan dan semua bantuan yang telah diberikan.
4. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Muhammad Nurhuda selaku ketua jurusan Fisika Fakultas MIPA.
5. Bapak Ahmad Nadhir, Dr.Eng.,S.Si., M.T selaku sekretaris jurusan Fisika Fakultas MIPA.
6. Ibu Masruroh, Dr. Eng.,S.Si., M.Si selaku ketua prodi jurusan Fisika Fakultas MIPA.
7. Bapak Chomsin S. Widodo, MSi selaku dosen pembimbing akademik.
8. Teman seperjuangan dalam skripsi yaitu Amalia Adhani, Ririn Dwi Eristina dan Lita Prastika atas dukungan dan bantuannya.
9. Seluruh Pihak yang tidak disebutkan disini yang telah memberi dukungan moral maupun materi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan atas penulisan proposal ini. Kritik dan saran sangat diharapkan oleh penulis agar

kedepannya dapat lebih baik lagi. Terima kasih penulis ucapkan kepada pembaca atas perhatiannya dan semoga bermanfaat.

Malang, Mei 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....i**

**LEMBAR PERNYATAAN .....iii**

**ABSTRAK..... v**

**ABSTRACT ..... vii**

**KATA PENGANTAR ..... ix**

**DAFTAR ISI..... xi**

**DAFTAR GAMBAR ..... xvi**

**DAFTAR TABEL..... xix**

**DAFTAR LAMPIRAN ..... xxi**

**BAB I PENDAHULUAN ... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

1.1. Latar Belakang ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

1.2. Rumusan Masalah..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

1.3. Tujuan penelitian ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

1.4. Batasan Masalah ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

1.5 Manfaat ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.1. Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.2. Pelmastis ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.3. Bioplastik (Plastik Biodegradabel) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.4. Glatinisasi ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.5. Pati ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.5.1. Amilosa..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.5.2. Amilopektin..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.6. Ubi Jalar Cilembu ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

2.7. Polimer..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

**BAB III METODE PENELITIAN ..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

- 3.1. Waktu dan Tempat .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.2. Alat dan Bahan..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.2.1. Alat ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.2.2. Bahan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.3. Prosedur Penelitian ... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.3.1. Studi Literatur..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.3.2. Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.3.3. Pembuatan Bioplastik **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4. Pengujian Sampel Bioplastik **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.1. Pembentukan Sampel **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.2. Pengukuran Ketebalan Sampel Bioplastik..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.3. Uji Kuat Tarik Sampel Bioplastik **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.4. Elongasi ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.5. Uji Ketahanan terhadap Udara **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.4.6. Uji ketahanan terhadap Air **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 3.5. Diagram Alir ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN** **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

- 4.1. Hasil Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.2. Hasil Pembuatan Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.3. Sifat Mekanik Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

- 4.3.1. Kuat Tarik Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.3.2. Elongasi dan Modulus Elastisitas Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.4. Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.4.1. Perubahan Massa Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.4.2. Kuat Tarik Setelah Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.4.3. Elongasi dan Modulus Elastisitas Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemplastis Putih Telur Setelah Uji Ketahanan Udara **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.4.4. Pengaruh Lingkungan terhadap Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Pemplastis Putih Telur Secara Visual **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.5. Uji Ketahanan Terhadap Air Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.5.1. Perubahan Massa Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur terhadap Lama Perendaman Air **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- 4.5.2. Pengaruh Perendaman Air Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur secara Visual **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

**BAB V PENUTUP** ..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.  
5.1. Kesimpulan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
5.2. Saran ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
**DAFTAR PUSTAKA** ..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.  
**LAMPIRAN** ..... Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.





## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Bagian-bagian telur ayam ras petelur (MOP Indonesia, 2012)..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.2 Bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu (Razananta, 2017) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.3 Struktur Amilosa (Mario, 2012) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.4 Struktur Amilopektin (Mario, 2012)..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.5 Ubi Jalar Cilembu (Mora, 2005) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.6 Grafik Bahan Polimer setelah Uji Parameter Kuat Tarik (Davis, 2004) **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 2.7 Grafik Bahan Polimer setelah Uji Parameter Ketahanan terhadap Suhu (Samllman & Bishop, 2000) . **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3.2 Pembentukan Sampel Bioplastik Sebelum Dilakukan Pengujian .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3.3 Tiga Titik Pengukuran Ketebalan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.1 (a) Ubi Jalar Cilembu (b) Serbuk Pati Ubi Jalar Cilembu ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.2 Bentuk sampel bioplastik dengan variasi komposisi pemlastis (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.3 Hasil perekaman pemberian gaya dari luar kepada sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.4 Grafik hubungan kuat tarik (MPa) dengan penambahan komposisi pemlastis **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

- Gambar 4.5 Grafik hubungan elongasi (%) dengan modulus elastisitas (MPa) pada setiap penambahan komposisi pemlastis putih telur (ml) ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.6 Grafik perubahan massa (%), penambahan komposisi pemlastis (ml) dengan lama uji udara (hari) ..**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.7 Grafik kuat tarik (MPa) terhadap lama penyimpanan bioplastik dengan komposisi pemlastis putih telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.8 Grafik persen elongasi sampel bioplasti dengan variasi pemlastis putih telur pada lama penyimpanan sampel bioplastik..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.9 Grafik modulus elastisitas sampel bioplasti dengan variasi pemlastis putih telur pada lama penyimpanan sampel bioplastik..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.10 Sampel bioplastik setelah uji ketahanan udara selama 5 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.11 Sampel bioplastik setelah uji ketahanan udara selama 15 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.12 Sampel bioplastik setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 30 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.13 Grafik Hubungan Perubahan Massa (%) terhadap Perendaman air (menit) pada Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.14 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 5 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Gambar 4.15 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 15 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Gambar 4.16 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemplastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 15 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**



## DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Komposisi Telur Ayam Ras Petelur (Fadillah & Fatkhuroji, 2013). ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2.2 Suhu Glatinisasi Jenis Pati (Knight, 1969).....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2.3 kandungan pati dari bahan pangan (Hartati, 2003) ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2.4 Perbandingan Karakteristik Amilosa dan Amilopektin (Pomeranz, 1991)**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 2.5 Kandungan Gizi Ubi Jalar Cilembu tiap 100 gr Bahan (Mayastuti, 2002)**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 3.1 komposisi pembuatan bioplastik**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.1 Perbedaan Massa dan Ketebalan Sampel Bioplastik dengan Penambahan Pemplastis Putih Telur.....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.2 Hasil Uji Mekanik Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.3 Hubungan Perubahan Massa (g) antara Komposisi Lama Uji Ketahanan Udara (hari) pada setiap Penambahan Komposisi Pemplastis Putih Telur**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.4 hubungan kuat tarik antara penambahan komposisi pemplastis dengan lama uji ketahanan udara.....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.5 Hubungan Elongasi antara komposisi pemplastis dengan lama uji ketahanan udara**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tabel 4.6 Perubahan massa (%) hubungan antara penambahan komposisi pemplastis dengan lama uji ketahanan terhadap air (menit)..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data hasil uji mekanik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur sebelum uji ketahanan udara. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 2. Data hasil uji mekanik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji ketahanan udara. .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
Tidak ditemukan entri tabel gambar.
- Lampiran 3. Data hasil perubahan massa sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji ketahanan udara. .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
Tidak ditemukan entri tabel gambar.
- Lampiran 4. Data hasil perubahan massa sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji serapan udara. .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
Tidak ditemukan entri tabel gambar.
- Lampiran 5. Perhitungan data hasil uji mekanik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur sebelum uji ketahanan udara. .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 6. Perhitung data hasil uji mekanik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji ketahanan udara. .... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**  
Tidak ditemukan entri tabel gambar.
- Lampiran 7. Perhitungan data hasil perubahan massa sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji ketahanan udara. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Tidak ditemukan entri tabel gambar.
- Lampiran 8. Perhitungan data hasil perubahan massa sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu setelah uji serapan udara. **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tidak ditemukan entri tabel gambar.

Lampiran 9. Persamaan perhitungan data hasil uji mekanik  
..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 10. Grafik perekaman uji tarik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu tanpa pemlastis putih telur  
..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tidak ditemukan entri tabel gambar.

Lampiran 11. Grafik perekaman uji tarik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur 0,5 ml  
..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.1. Sebelum dilakukan penyimpanan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.2. Setelah penyimpanan selama 5 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.3. Setelah penyimpanan selama 10 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.4. Setelah penyimpanan selama 15 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.5. Setelah penyimpanan selama 20 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.6. Setelah penyimpanan selama 25 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 11.7. Setelah penyimpanan selama 30 hari ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 12. Grafik perekaman uji tarik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur 1 ml  
..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tidak ditemukan entri tabel gambar.

Lampiran 13. Grafik perekaman uji tarik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur 1,5 ml  
..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 13.1. Sebelum dilakukan penyimpanan ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

- Lampiran 13.2. Setelah penyimpanan selama 5 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 13.3. Setelah penyimpanan selama 10 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 13.4. Setelah penyimpanan selama 15 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 13.5. Setelah penyimpanan selama 20 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 13.6. Setelah penyimpanan selama 25 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 13.7. Setelah penyimpanan selama 30 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14. Grafik perekaman uji tarik sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur 2 ml ..... **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.1. Sebelum dilakukan penyimpanan .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.2. Setelah penyimpanan selama 5 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.3. Setelah penyimpanan selama 10 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.4. Setelah penyimpanan selama 15 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.5. Setelah penyimpanan selama 20 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.6. Setelah penyimpanan selama 25 hari .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 14.7. Setelah penyimpanan selama 30 hari .....**Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**
- Lampiran 15. Sampel bioplastik berbahan pati ubi jalar cilembu dengan komposisi pemlastis putih telur secara visual setelah dilakukan uji ketahanan udara .....**Kesalahan!  
Bookmark tidak ditentukan.**
- Tidak ditemukan entri tabel gambar.

Lampiran 16. Sampel bioplastik berbahan pati ubi jalar cilembu dengan komposisi pemlastis putih telur secara visual setelah dilakukan uji serapan air **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Tidak ditemukan entri tabel gambar.

Lampiran 17. Alat penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**

Lampiran 18. Bahan Penelitian **Kesalahan! Bookmark tidak ditentukan.**



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Masyarakat Indonesia banyak menggunakan kantong plastik dalam segala kemasan. Plastik mempunyai keunggulan dalam segi ketahanan terhadap air, memiliki kekuatan, transparan, ringan dan harganya murah (Mulyadi dkk, 2013). Kelemahan plastik yaitu merupakan sampah anorganik yang berbahaya terhadap lingkungan karena sulitnya terurai (biodegradabel) oleh lingkungan, cahaya matahari, air hujan dan tanah (Lindawati, 2004). Kelemahan plastik tersebut dapat diatasi dengan adanya plastik biodegradabel.

Plastik biodegradabel biasa disebut bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang dapat terurai secara alami tetapi terurainya memiliki waktu tertentu. Bioplastik ini fungsinya sama seperti plastik lainnya. Bioplastik memiliki keunggulan yang dapat terurai secara alami dibandingkan dengan plastik konvensional. Plastik dapat terurai secara alami harus memiliki kandungan zat tepung dari karbohidrat yang komponen utamanya adalah amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dan amilopektin juga terdapat pada ubi jalar cilembu.

Ubi jalar cilembu berasal dari Desa Cilembu Jawa barat dan sudah banyak tersebar di daerah-daerah Indonesia sehingga lebih mudah untuk didapatkan. Kandungan ubi jalar cilembu tiap 100 g memiliki 20,1 g kandungan karbohidrat dan 12,7 g kandungan pati (Mayastuti, 2002). Kandungan total dari amilosa dan amilopektin pada pati ubi jalar cilembu sebesar 89%. Kandungan amilosa sebesar 33% dan 56% untuk kandungan amilopektin (Mahmudatussa'adah, 2014). Hal ini dapat menjadikan ubi jalar cilembu sebagai bahan baku pembuatan bioplastik.

Bioplastik dapat dibuat dengan tambahan pemlastis. Pemlastis yang ditambahkan dapat memperlemah kekakuan dari bioplastik (Ward & Hadley, 1993). Penambahan pemlastis dapat dilihat dari seberapa banyak kandungan protein pada bahan pemlastis. Putih telur

ayam ras petelur memiliki kandungan protein sangat besar dibandingkan putih telur yang lain. Kandungan protein yang terdapat pada putih telur ayam ras petelur sebesar 11% setiap 100g (Fadillah & Fatkhuroji, 2013).

Pembuatan bioplastik di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya dengan bahan dasar pati ubi jalar cilembu telah dilakukan oleh Razananta pada tahun 2017 dengan pemlastis gliserol kuat tariknya menjadi lebih kecil sedangkan setelah dengan pemlastis sorbitol sebanyak 0,5 ml kuat tariknya naik sebesar 0,79 MPa dibandingkan dengan tanpa pemlastis dan setelah diberi penambahan pemlastis lebih besar dari 0,5 ml kuat tariknya menjadi lebih kecil. Penelitian ini dilakukan oleh penulis untuk menganalisis pengaruh volume pemlastis putih telur dengan bahan ubi jalar cilembu untuk mendapatkan kuat tarik yang lebih tinggi.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur dengan metode *casting*?
2. Bagaimana pengaruh volume atau komposisi pemlastis putih telur terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu?
3. Bagaimana sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur setelah uji ketahanan udara?
4. Bagaimana perubahan massa bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur setelah uji serapan air?

### 1.3. Tujuan penelitian

1. Menganalisis sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur dengan metode *casting*.
2. Menganalisis volume atau komposisi pemlastis putih telur terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu.
3. Menganalisis sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur setelah uji ketahanan udara.
4. Menganalisis perubahan massa bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur setelah uji serapan air.

### 1.4. Batasan Masalah

1. Pemlastis putih telur ayam ras petelur.
2. Pengujian sifat mekanik yaitu uji tarik, elongasi dan modulus elastisitas.
3. Tidak membahas reaksi kimia antara pati ubi jalar cilembu dengan putih telur.
4. Pengujian ketahanan terhadap udara dilakukan selama 30 hari dengan selang 5 hari, setelah pembuatan bioplastik dan berinteraksi dengan udara.
5. Pengujian serap air dilakukan 0 menit sampai 30 menit dengan selang 5 menit, setelah pembuatan bioplastik dan berinteraksi dengan air.

### 1.5 Manfaat

Memberi pengetahuan perbedaan sifat mekanik bioplastik dari pati ubi jalar cilembu sebelum dan sesudah diuji ketahanan terhadap udara dan uji ketahanan terhadap air dengan volume pemlastis putih telur ayam yang berbeda.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Putih Telur

Putih telur ayam mempunyai kandungan protein yang tinggi. Protein yang terkandung dalam putih telur meliputi *ovomucin*, *globulin*, *ovomukoid* dan *ovalbumin*. Putih telur dibagi menjadi 4 yaitu *outer thin layer*, *outer thick layer*, *inner thin layer* dan *inner thick layer* (Triawati, 2013). Putih telur merupakan salah satu bagian dari sebuah telur utuh yang mempunyai persentase sekitar 58-60 % dari berat telur itu dan mempunyai dua lapisan, yaitu lapisan kental dan lapisan encer (King'ori, 2012).



Gambar 2.1 Bagian-bagian telur ayam ras petelur  
(MOP Indonesia, 2012)

Pada Tabel 2.1 dapat diketahui komposisi telur pada ayam ras petelur (Fadillah & Fatkhuroji, 2013) sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi Telur Ayam Ras Petelur (Fadillah & Fatkhuroji, 2013).

Komposisi (%)	Telur Utuh (100%)	Putih telur (58%)	Kuning telur (31%)	Cangkang telur (11%)
Air	65,5	88	48	-
Protein	11,8	11	17,5	-
Lemak	11	0,2	32,5	-
Abu	11,7	0,8	2	96
Total	100	100	100	96

## 2.2. Pemlastis

Pemlastis adalah bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk menurunkan kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Pada pembuatan biodegradabel plastik ini sangat diperlukan sekali adanya pemlastis untuk memperoleh sifat film yang khusus, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Pilla, 2011). Menurut Purwati (2001), pemlastis larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga gerakan molekul polimer akan dipermudah dan bekerja untuk menurunkan suhu transisi gelas, suhu kristalisasi atau suhu pelelehan dari polimer.

Menurut Gioai dan Darby (1999), mekanisme proses plastisasi polimer sebagai akibat penambahan pemlastis sebagai berikut:

1. Pembasahan dan adsorpsi
2. Pemecahan dan atau penetrasi pada permukaan
3. Absorpsi, difusi
4. Pemutusan pada bagian amorf
5. Pemotongan struktur

Pemlastis berfungsi sebagai peningkat elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antar

molekul dari polimer. Syarat pemlastis yang digunakan sebagai zat pelembut (pemlastis) adalah stabil (inert), yaitu tidak terdegradasi oleh panas dan cahaya, tidak mengubah warna polimer dan tidak menyebabkan korosi (Fauzi, 2013).

### 2.3. Bioplastik (Plastik Biodegradabel)

Plastik biodegradabel adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan, karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, maka dikategorikan sebagai plastik yang ramah lingkungan. Pembentukan bioplastik dari pati, pada prinsipnya merupakan gelatinasi molekul pati. Adanya penambahan sejumlah air dan dipanaskan pada suhu yang sesuai suhu gelatinasi maka akan terjadi gelatinasi. Gelatinisasi mengakibatkan ikatan amilosa akan cenderung saling berdekatan karena adanya ikatan hidrogen. Proses pengeringan akan mengakibatkan penyusutan sebagai akibat lepasnya air sehingga gel akan membentuk film yang stabil (Cui, 2005).



Gambar 2.2 Bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu (Razananta, 2017)

Menurut Averous (2004), Biodegradabel adalah degradasi suatu bahan organik yang disebabkan adanya aktivitas biologis, dimana aktivitas enzimatik mikroorganisme yang mempengaruhinya. Aktivitas

enzimatik mikroorganismen inilah yang menyebabkan perubahan yang signifikan dari struktur kimia suatu material.

Plastik biodegradabel adalah kondisi bahan dimana dalam waktu tertentu akan mengalami suatu perubahan struktur kimia, karena adanya pengaruh mikroorganismen sehingga sifat-sifat yang dimiliki akan berubah (Griffin, 1994). Berdasarkan bahan baku yang dapat dipakai untuk plastik biodegradabel dibagi menjadi dua kelompok yaitu dengan bahan baku petrokimia dan bahan baku produk tanaman seperti pati dan selulosa (Fauzi, 2013)

#### 2.4. Glatinisasi

Glatinisasi adalah suatu peristiwa perkembangan granula pati dari peristiwa yang terjadi maka granula pati tidak akan dapat kembali keadaan semula (Winarno, 1984). Perkembangan dari granula pati awalnya dapat bersifat balik tetapi jika mencapai suhu tertentu maka perkembangan granula pati menjadi tidak dapat balik sehingga akan mengalami perubahan struktur granula. Suhu saat granula pati membengkak dengan cepat dan mengalami perubahan dimana sifatnya tidak dapat balik maka dapat disebut suhu glatinasi pati (Winarno, 1992).

Proses gelatinisasi pati secara umum ada tiga tahap, yaitu:

1. Penyerapan air oleh granula pati sampai batas yang akan mengembang secara lambat dimana air secara perlahan-lahan dan bolak-balik berimbibisi ke dalam granula, sehingga terjadi pemutusan ikatan hidrogen antara molekul-molekul granula.
2. Pengembangan granula secara cepat karena menyerap air secara cepat sampai kehilangan sifat *birefringence*-nya
3. Granula pecah jika cukup air dan suhu terus naik sehingga molekul amilosa keluar dari granula (Beynum & Roels, 1985).

Glatinisasi tiap jenis pati memiliki perbedaan. Pada Tabel 2.2 merupakan suhu glatinisasi tiap pati, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2.2 Suhu Glatinisasi Jenis Pati (Knight, 1969).

Jenis Pati	Kisaran Suhu Glatinisasi
Sagu	60-72
Beras	61-78
Jagung	62-74
Kentang	56-69
Tapioka	52-64
Gandum	52-64
Ubi Jalar	58-74

## 2.5. Pati

Pati adalah salah satu jenis polisakarida yang terpenting dan banyak tersebar selain selulosa, lignin, pektin, khitin, dan lain-lain. Fungsi pati adalah sebagai penyimpan menyimpan glukosa dalam proses metabolisme dan sebagai cadangan makanan bagi tumbuh-tumbuhan yang terdapat pada biji buah (padi, jagung, gandum), pada umbi (ubi kayu, ubi jalar, talas, ganyong, kentang), dan pada batang (aren dan sagu) (Tjokroadikoesoemo, 1986). Bentuk pati berupa granul atau butir-butir kecil yang karakteristiknya berlapis-lapis. Lapisan-lapisan, ukuran dan bentuk granula dari pati dapat digunakan sebagai identitas tanaman aslinya karena kekhasannya bagi spesies tanaman (Claus dkk, 1970). Menurut Dwidjoseputro (1994), umumnya pati terdiri dari 20% bagian yang larut yaitu amilosa dan 80% bagian yang tidak larut dalam air yaitu amilopektin.

Pati dari umbi-umbian maupun dari biji bahan pangan telah banyak dilakukan untuk penelitian bioplastik karena bahan dasar umbi-umbian maupun biji bahan pangan sangat mudah untuk diambil patinya. Perbedaan kandungan pati pada bahan pangan secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 kandungan pati dari bahan pangan (Hartati, 2003)

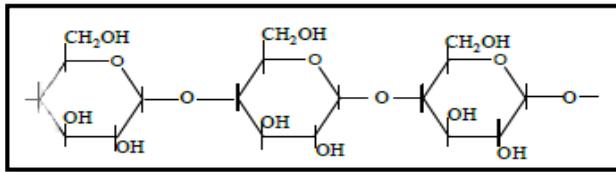
Bahan pangan	% pati kering
Biji gamdum	67
Beras	89
Jagung	57
Biji sorghum	72
Kentang	75
Ubi jalar	90
Singkong	90
Talar	68,24-72,61

Monomer dari pati adalah glukosa yang berikatan dengan ikatan  $\alpha$  (1,4)-glikosidik, dimana ikatan kimia yang menggabungkan dua buah molekul monosakarida yang berikatan kovalen terhadap sesamanya. Pati termasuk zat tepung dari karbohidrat dan polimer senyawa glukosa yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin (Pranamuda, 2003).

### 2.5.1. Amilosa

Amilosa adalah polimer linier dari  $\alpha$ -D-glukosa yang dihubungkan dengan ikatan 1,4- $\alpha$ . Jumlah satu molekul amilosa terdapat 250 satuan glukosa atau lebih. Senyawa kompleks yang dibentuk amilosa dengan iodium berwarna biru (Sumbono, 2016). Kandungan amilosa berbanding lurus dengan ikatan intramolekulnya, jadi semakin tinggi kandungan amilosa maka semakin kuat ikatan intramolekulnya, sedangkan viskositas pasta amilosa memiliki hubungan linier dengan konsentrasi amilosa. Pada peningkatan konsentrasi amilosa antara 0% sampai 0,6% akan meningkatkan viskositasnya (Ulyarti, 1997).

Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:

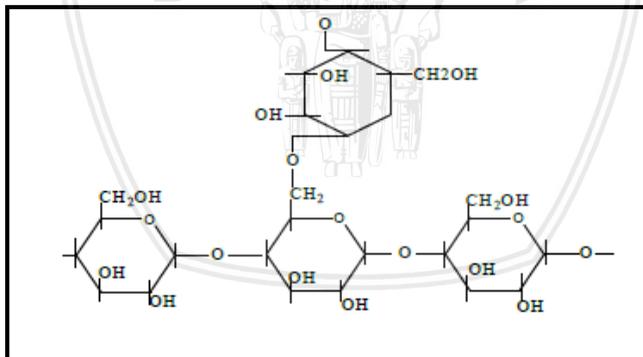


Gambar 2.3 Struktur Amilosa (Mario, 2012)

### 2.5.2. Amilopektin

Amilopektin adalah rantai polimer yang bercabang. Polimer amilopektin terbentuk dari ikatan  $\alpha$ -(1,4)-glukosida dan membentuk cabang pada ikatan  $\alpha$ -(1,6)-glukosida untuk plastik biodegradabel (Pranamuda, 2003). Menurut Winarno (1995), tiap cabang yang dibentuk mengandung 20-25 unit D-glukosa. Adanya rantai cabang membuat amilopektin memiliki ikatan yang lebih kuat daripada amilosa sehingga struktur molekulnya lebih stabil. Karena itu amilopektin kurang larut dalam air dan cenderung bersifat lengket.

Struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.4 sebagai berikut:



Gambar 2.4 Struktur Amilopektin (Mario, 2012)

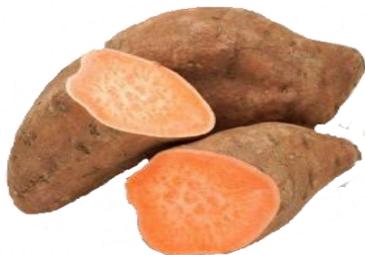
Pada Tabel 2.4 dapat diketahui perbandingan karakteristik antara amilosa dan amilopektin sebagai berikut:

Tabel 2.4 Perbandingan Karakteristik Amilosa dan Amilopektin (Pomeranz, 1991)

Karakteristik	Amilosa	Amilopektin
Struktur umum	Linier	Bercabang
Ikatan	$\alpha$ -1,4	$\alpha$ -1,4 dan $\alpha$ -1,6
Derajat polimerisasi	$\sim 10^3$	20-25
Komplek terhadap ion	$\sim 10^3$	$10^4 \sim 10^5$
Produk hidrolisi dengan $\alpha$ -amilase	Maltotrio, glukosa, maltose, oligosakarida	Gula pereduksi (sedikit), oligodakarida (dominan)
Pembentuk lapisan film	Kuat	Rapuh

**2.6. Ubi Jalar Cilembu**

Ubi jalar cilembu berasal dari Desa Cilembu, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Karena di Desa Cilembu lahannya yang subur dan gembur sangat cocok dengan tanaman sejenis umbi jalar dan di Desa Cilembu termasuk daerah pegunungan dimana hawanya yang dingin dan menyejukkan (Pratiw, 2016).



Gambar 2.5 Ubi Jalar Cilembu (Mora, 2005)

Kandungan ubi jalar cilembu dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut:

Tabel 2.5 Kandungan Gizi Ubi Jalar Cilembu tiap 100 gr Bahan (Mayastuti, 2002)

Kandungan Gizi	Ubi Jalar Cilembu
Energi	360 kJ (86 kcal)
Karbohidrat	20,1 g
Pati	12,7 g
Gula	4,2 g
Diet serat	3,0 g
Lemak	0,1 g
Protein	1,6 g
Vitamin A	9218 mg
Vitamin B	12.81 mg
Vitamin C	2,4 mg
Air	68,50 g
Kalsium	30,0 mg
Besi	0,6 mg
Magnesium	25,0 mg
Fosfor	47,0 mg
Kalium	337 mg
Sodium	55 mg
Seng	0,3 mg

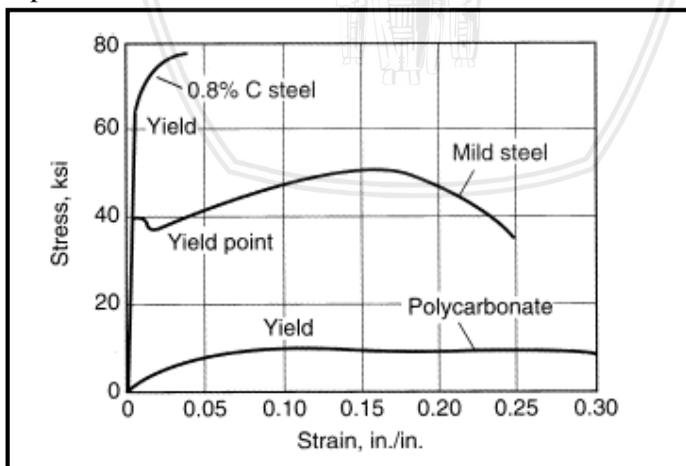
## 2.7. Polimer

Polimer ialah suatu rangkaian dari unit molekul yang sangat panjang dan tersusun atas molekul yang kecil (makromolekuler) serta sederhana dan terjadi secara berulang. Menurut Powell (1999), polimer adalah pejalan ataupun cairan yang sangat pekat pada suhu sekitar. Produk polimer dapat dibuat dengan cara memanaskan polimer sehingga menjadi leburan yang masih likat sehingga membentuk leburan untuk mendapatkan hasil yang dikehendaki. Pemrosesan polimer biasanya agak intensif dari segi penggunaan

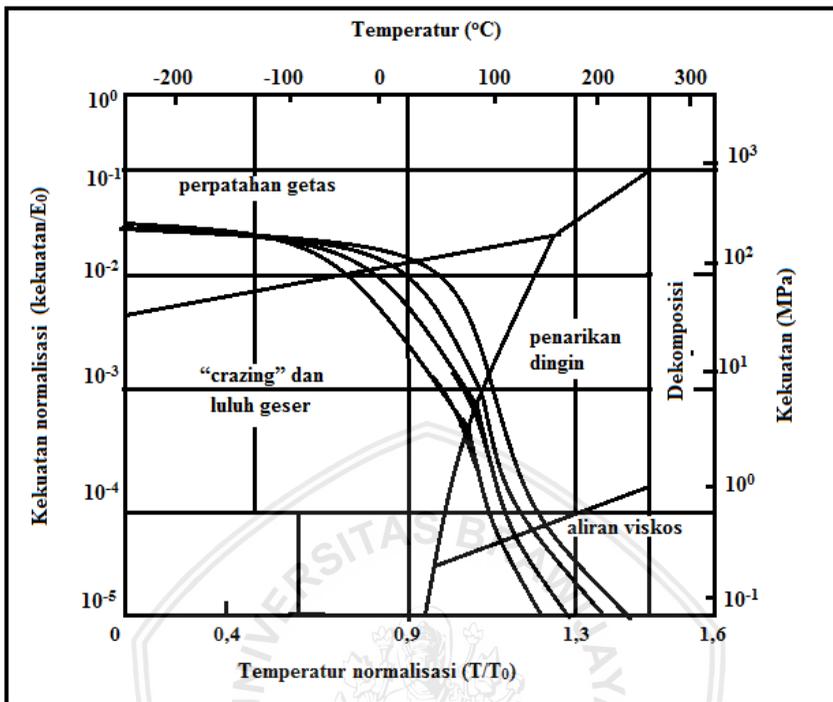
tenaga untuk memanaskan polimer, sehingga terjadinya leburan dan menstabilkan hingga bentuk akhir produk.

Polimer adalah senyawa molekul yang ciri-cirinya adalah memiliki massa molar yang tinggi, mulai dari ribuan hingga jutaan gram dan terbuat dari banyak unit yang berulang. Sifat-sifat fisik yang dikenal sebagai makromolekul, makromolekul ini berbeda jauh dari sifat-sifat molekul biasa yang kecil, sehingga diperlukan teknik khusus untuk mempelajarinya. Polimer alami antara lain adalah protein, asam nukleat, selulosa (poli sakarida), dan karet (poli isoprena). Kebanyakan polimer sintetik ialah senyawa organik seperti nilon, poli (heksametilena) dacron, poli (etiena tereftalat), dan *lucite* atau *plexyglass* (metil metakrilat) (Chang, 2004).

Karakteristik dari bahan polimer dapat diketahui melalui beberapa uji parameter. Parameter yang dapat di uji adalah kuat tarik dan ketahanan terhadap suhu pada bahan polimer. Uji bahan polimer melalui parameter kuat tarik dapat diketahui sampai bahan polimer tersebut patah, sehingga bahan polimer yang diuji bias dibaca melalui grafik seperti Gambar 2.5. Uji bahan polimer melalui parameter ketahanan terhadap suhu dapat dilihat pada Gambar 2.6. Grafik pada Gambar 2.5 dapat mengetahui bahan polimer yang telah di uji melalui parameter-parameter di atas.



Gambar 2.6 Grafik Bahan Polimer setelah Uji Parameter Kuat Tarik (Davis, 2004)



Gambar 2.7 Grafik Bahan Polimer setelah Uji Parameter Ketahanan terhadap Suhu (Samllman & Bishop, 2000)

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan November 2017 sampai bulan Maret 2018 di Laboratorium Biofisika dan Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

### 3.2. Alat dan Bahan

#### 3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : blender, loyang teflon, pisau, gunting, pengayakan 60 mesh, gelas ukur, beker gelas, oven listrik, neraca centaurus ( $200,000 \pm 0,001$ ) g, *hot magnetic stirrer*, termometer digital, akrilik ukuran (20 x 20) cm<sup>2</sup>, *thickness meter* tipe TT210, alat uji tarik *strength ZP Recorder* 50 N Imada dan komputer.

#### 3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ubi jalar cilembu, putih telur, dan aquades.

### 3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian akan dilakukan beberapa tahap yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur.
2. Pembuatan bahan pati ubi jalar cilembu.
3. Pembuatan bioplastik.
4. Pembuatan sampel.
5. Uji mekanik yaitu uji tarik.
6. Uji ketahanan terhadap udara.
7. Uji Ketahanan terhadap air.
8. Uji mekanik (uji tarik) setelah dilakukan uji ketahanan terhadap udara dan ketahanan terhadap air.

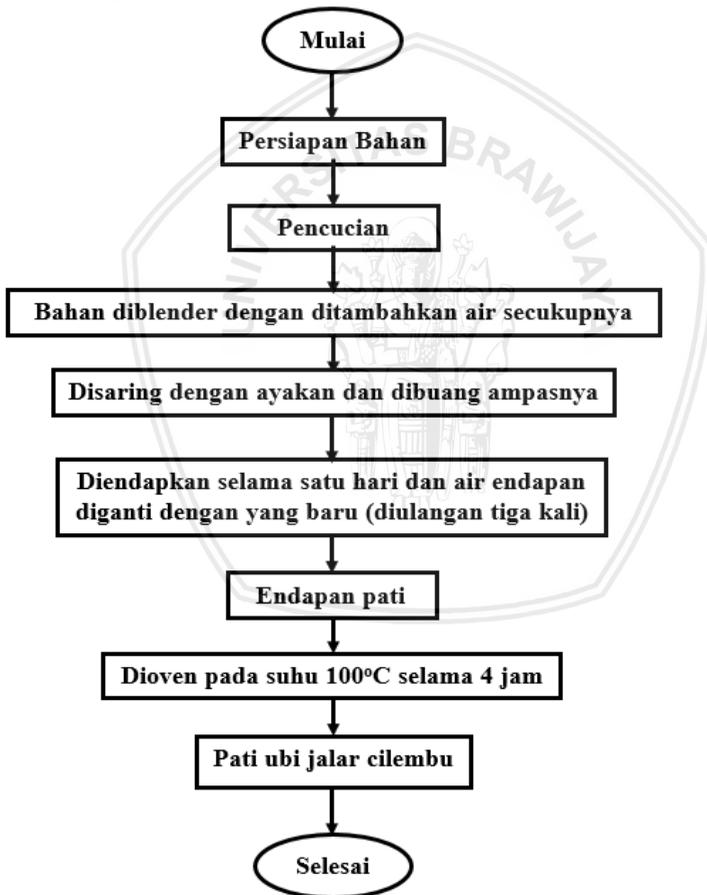
Untuk Diagram alir dijelaskan pada Gambar 3.4

### 3.3.1. Studi Literatur

Prosedur ini diawali dengan studi literatur untuk mengetahui proses pembuatan bahan pati ubi jalar cilembu, mengetahui suhu glatinisasi pada ubi jalar cilembu, mengetahui komposisi dari pemlastis dan komposisi aquades saat pembuatan bioplastik dan pengujian terhadap bioplastik yang akan dibuat.

### 3.3.2. Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu

Pembuatan pati ubi jalar cilembu akan dijelaskan pada Gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu

### 3.3.3. Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik pada penelitian ini menggunakan metode *casting* dengan suhu glatinisasi ( $68 \pm 3$ ) °C sesuai menurut Knight (1969), mengatakan bahwa suhu glatinisasi pada ubi jalar sebesar 58°C sampai 75°C. Proses pembuatan bioplastik ada beberapa tahapan sebagai berikut:

Tabel 3.1 komposisi pembuatan bioplastik

Jenis Pemlastis	Pemlastis putih telur (ml)	Massa Pati (g)	Aquades (ml)
Putih Telur Ayam	0,0	3,500	70
	0,5	3,500	
	1,0	3,500	
	1,5	3,500	
	2,0	3,500	

1. Pati ubi jalar cilembu yang telah ditimbang dengan massa 3,500 g dicampur dengan aquades sebanyak 70 ml pada beker glas 250 ml.
2. Diaduk dengan digunakannya *hot magnetic stirrer* selama 5 menit dengan suhu ruang agar aquades dengan pati homogen.
3. Suhu dinaikkan, ketika suhu mencapai 50°C pemlastis yaitu putih telur dicampur dan Suhu distabilkan antara 68°C – 71°C. Perlakuan ini dilakukan sampai sekitar 15 menit hingga terjadi glatinisasi.
4. Bioplastik yang cair di letakkan pada akrilik ukuran (20 x20) cm<sup>2</sup> dan diusahakan tidak ada gelembung saat pencetakan pada akrilik.
5. Didiamkan selama 10 menit pada suhu ruang dan dioven pada suhu 60°C selama 6-8 jam.
6. Dikeluarkan dari oven dan didiamkan pada suhu ruang 1-2 hari sehingga bioplastik dapat diambil dari cetakan pada akrilik.

### 3.4. Pengujian Sampel Bioplastik

Sampel bioplastik dilakulakan uji antara lain sebagai berikut:

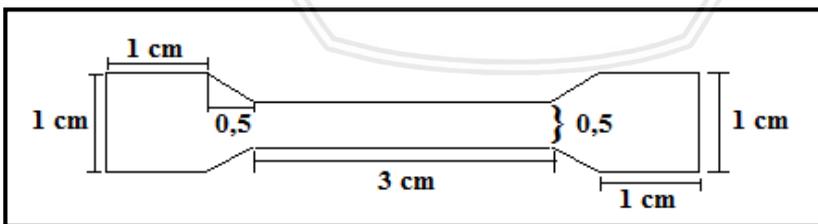
1. Pengukuran ketebalan
2. Uji kuat tarik
3. Elongasi
4. Uji ketahanan terhadap udara
5. Uji ketahanan terhadap air

Setelah dilakukan uji ketahanan terhadap udara dan ketahanan terhadap air, akan dilakukan uji tarik kembali untuk mengetahui karakteristik kuat tarik dari sampel bioplastik setelah berinteraksi terhadap udara dan terhadap air.

#### 3.4.1. Pembentukan Sampel

Pengujian sampel bioplastik terhadap uji kuat tarik, uji ketahanan udara dan uji ketahanan terhadap air harus dilakukan pembentukan sampel. Pembentukan sampel pada ketiga uji di atas dibuat dengan bentuk yang sama, karena setelah dilakukan uji ketahanan terhadap udara dan ketahanan terhadap air akan dilakukan uji kuat tarik.

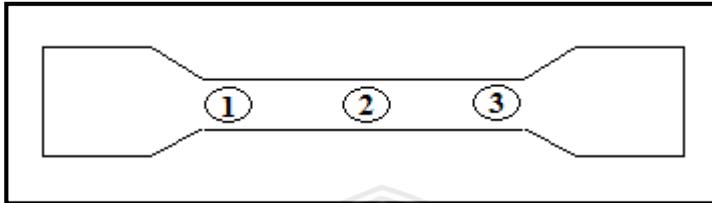
Pembentukan sampel bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Pembentukan Sampel Bioplastik Sebelum Dilakukan Pengujian

### 3.4.2. Pengukuran Ketebalan Sampel Bioplastik

Uji ketebalan pada sampel bioplastik dilakukan sebelum uji kuat tarik pada sampel. Uji ketebalan ini dilakukan pada tiga titik pada sampel. Untuk tiga titik yang akan diuji ketebalannya dapat dilihat pada Gambar 3.3 sebagai berikut:



Gambar 3.3 Tiga Titik Pengukuran Ketebalan

Pengukuran ketebalan digunakan alat *thickness meter* tipe TT210. Pengambilan data ketebalan terhadap sampel harus setelah *thickness meter* tipe TT210 telah dikalibrasi, jika telah dikalibrasi pada alat *thickness meter* tipe TT210 akan menunjukkan angka 0. Pengujian ini dilakukan pada leher atas sampel (1), Bagian tengah sampel (2) dan leher bawah sampel (3). Untuk nilai ketebalan dapat dihitung dengan persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

- $\bar{d}$  = tebal rata-rata sampel
- $\sum d$  = tebal sampel
- n = banyaknya pengukuran

### 3.4.3. Uji Kuat Tarik Sampel Bioplastik

Sampel yang telah dibentuk seperti Gambar 3.2 dan sudah diukur ketebalan dari sampel berarti sampel sudah siap dilakukan uji tarik. Digunakan alat uji tarik *strength ZP Recorder 50 N* Imada dan aplikasi *recorder* yang ada pada komputer yang telah tersambung

dengan alat uji tarik tarik *strength ZP Recorder* 50 N Imada. Tahapan perlakuan uji tarik sebagai berikut:

1. Aplikasi *recorder* pada komputer dibuka.
2. Sampel dikaitkan pada alat uji tarik tarik *strength ZP Recorder* 50 N Imada.
3. Pemberian gaya pada alat uji tarik *strength ZP Recorder* 50 N Imada harus bersamaan dengan memulainya perekaman pada aplikasi *recorder* yang ada pada komputer. Pemberian gaya harus secara konstan dan tidak ada jeda, agar grafik yang didapatkan sesuai dengan karakter sampel yang diuji.
4. Pemberhentian perekaman pada aplikasi *recorder* harus bersamaan saat sampel bioplastik yang diuji patah.
5. Hasil dari perekaman dengan aplikasi *recorder* disimpan dalam bentuk file pdf agar dapat dibaca hasil dari uji kuat tarik sampel bioplastik.

Sehingga nilai kuat tarik pada sampel bioplastik dapat dihitung dengan digunakan persamaan 3.2 berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \dots \dots \dots (3.2)$$

Keterangan:

- $\sigma$  = kuat tarik (N/m<sup>2</sup>)
- Fmaks = gaya tarik maksimum (F)
- A = luas lenampang (m<sup>2</sup>) (Febriyantoro, 2015).

**3.4.4. Elongasi**

Pertambahan panjang sampel bioplastik pada sampel dapat dihitung saat sebelum dan sesudah uji kuat tarik. Sebelum uji kuat tarik diberikan gaya dilihat batas awal sebagai L<sub>0</sub> dan setelah sampel uji tarik patah dilihat batas akhir sebagai L<sub>1</sub>. Sehingga nilai pertambahan panjang pada sampel dapat dihitung dengan digunakan persamaan (3.3) dan untuk persentase pertambahan panjang pada sampel bioplastik dapat dihitung dengan digunakan persamaan (3.4) sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \dots \dots \dots (3.3)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4)$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = elongasi (%)

$\Delta L$  = (L-L<sub>0</sub>) pertambahan panjang (mm)

L<sub>0</sub> = panjang mula-mula (mm) (Razanata, 2017).

### 3.4.5. Uji Ketahanan terhadap Udara

Sampel bioplastik setelah dibentuk seperti Gambar 3.2, sampel bioplastik ditimbang sebagai m<sub>0</sub> dan setelah penyimpanan 5 hari sampel ditimbang kembali sebagai m<sub>1</sub> dengan perlakuan tersebut sampel dapat dihitung perubahan massa dengan digunakan persamaan (3.5) dan persentase perubahan massa dengan digunakan persamaan (3.6) sebagai berikut:

$$\Delta m = m_a - m_0 \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\% \Delta m = \frac{m_a - m_0}{m_0} \times 100\% \dots \dots \dots (3.6)$$

Keterangan:

$\Delta m$  = perubahan massa (g)

$\% \Delta m$  = persentase perubahan massa (%)

m<sub>a</sub> = massa yang akan di uji setelah hari ke- (g)

m<sub>0</sub> = massa mula mula (g)

Setelah dihitung massa saat penyimpanan selama 5 hari akan dilakukan uji kuat tarik, untuk mengetahui kuat tarik setelah diuji ketahanan terhadap udara. Hal yang sama dilakukan pada lama penyimpanan sampel 10, 15, 20, 25 dan 30 hari. Sampel bioplastik sebelum dilakukan uji tarik akan didokumentasikan secara visual.

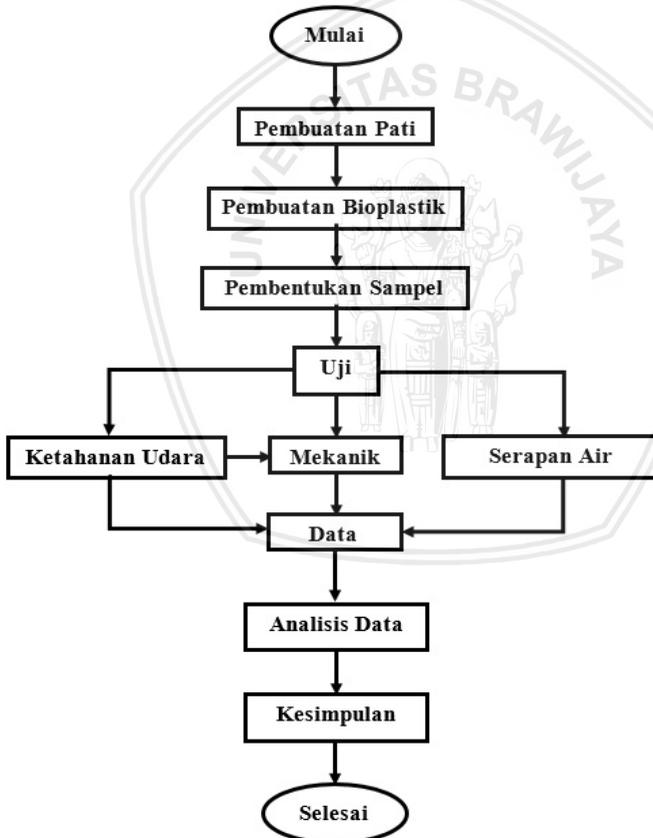
### 3.4.6. Uji ketahanan terhadap Air

Sampel bioplastik setelah dibentuk seperti Gambar 3.2, sampel bioplastik ditimbang sebagai m<sub>0</sub> dan setelah dilakukan perendaman di dalam air, sampel ditimbang kembali sebagai m<sub>1</sub>

dengan perlakuan tersebut sampel dapat dihitung perubahan massa dengan digunakan persamaan (3.5) dan persentase perubahan massa dengan digunakan persamaan (3.6) diatas. Hal yang sama dilakukan pada perendaman sampel bioplastik dengan waktu perendaman 10, 15, 20, 25, dan 30 menit. Sampel bioplastik setelah dilakukan perendaman selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 menit akan diambil foto sebagai dokumentasi visual.

### 3.5. Diagram Alir

Penelitian ini keseluruhannya dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Hasil Pembuatan Pati Ubi Jalar Cilembu

Hasil pembuatan pati ubi jalar cilembu berupa serbuk dapat dilihat pada Gambar 4.1.



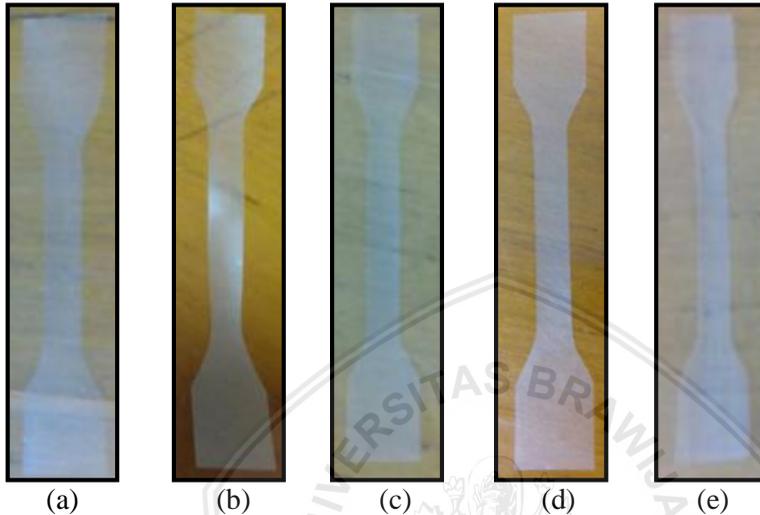
Gambar 4.1 (a) Ubi Jalar Cilembu (b) Serbuk Pati Ubi Jalar Cilembu

Gambar 4.1 menunjukkan dengan metode *blending* sesuai prosedur dari Dziendzic pada tahun 1995, pati ubi jalar cilembu berhasil dibentuk Serbuk pati ubi jalar cilembu. Serbuk pati ubi jalar cilembu memiliki ciri-ciri yaitu berwarna putih, sangat halus, lembut, memiliki ukuran butir  $< 250 \mu\text{m}$  setelah diayak dengan ayakan 60 mesh dan tidak berbau.

### 4.2. Hasil Pembuatan Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur

Bioplastik berbahan ubi jalar cilembu dengan pemlastis putih telur pada penelitian ini berhasil dibuat, hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.2. Bioplastik yang berhasil dibuat mempunyai kesamaan antara lain berwarna bening, tidak memiliki *crack* dan tidak terdapat gelembung pada sampel bioplastik, hal ini menunjukkan bahwa sampel bioplastik telah bercampur secara homogen dan berikatan secara baik. Sampel bioplastik juga memiliki perbedaan ketebalan

dimana sampel bioplastik dengan tambahan komposisi pemlastis 0,5 ml memiliki ketebalan yang paling tipis dibandingkan variasi komposisi pemlastis yang lain dan memiliki massa yang berbeda.



Gambar 4.2 Bentuk sampel bioplastik dengan variasi komposisi pemlastis (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Pembentukan sampel bioplastik yang berhasil dibuat seperti Gambar 4.2 akan digunakan dalam beberapa uji antara lain: uji kuat tarik, uji ketahanan udara dan uji serapan air. Gambar 4.2 merupakan bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu yang memiliki perbedaan ketebalan dan massa setiap penambahan komposisi pemlastis yang berbeda. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbedaan Massa dan Ketebalan Sampel Bioplastik dengan Penambahan Pemlastis Putih Telur.

Bahan Pati Ubi Jalar Cilembu (g)	Komposisi pemlastis (ml)	Aquades (ml)	Massa Sampel (g)	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )
3,5	0	70	0,033	58,80
	0,5		0,011	23,80
	1		0,029	41,40
	1,5		0,029	43,20
	2		0,028	37,30

Penambahan pemlastis putih telur 0,5 memiliki massa dan ketebalan lebih kecil dibandingkan dengan variasi komposisi pemlastis putih telur lainnya. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Razananta pada tahun 2017, penambahan pemlastis volume terkecil didapatkan nilai ketebalan dan massa lebih kecil dibandingkan dengan penambahan pemlastis yang lebih besar. Massa sampel bioplastik, jika semakin ringan maka akan memiliki nilai ketebalan yang kecil. Hal ini terjadi saat penambahan komposisi pemlastis dengan volume terkecil. Nilai ketebalan sampel bioplastik berbanding lurus dengan massa sampel bioplastik, karena semakin tebal sampel bioplastik maka semakin berat massa sampel bioplastik.

#### 4.3. Sifat Mekanik Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur

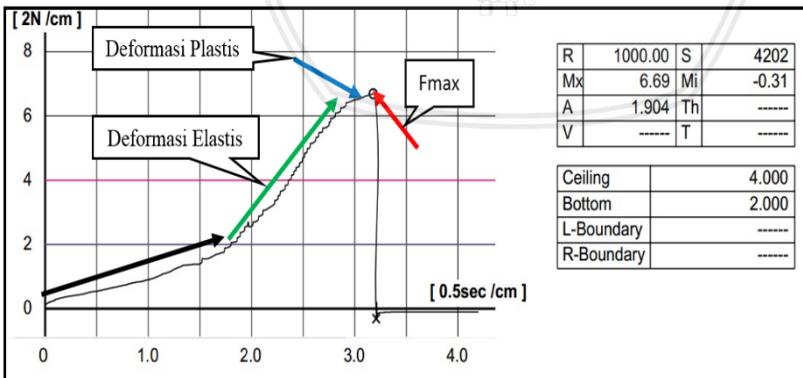
Sifat mekanik yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah kuat tarik, elongasi dan modulus elastisitas pada sampel bioplastik serta sampel bioplastik yang sudah di uji ketahanan udara. Kuat tarik juga dipengaruhi oleh jenis bahan dan kerapatan pada sampel. Uji kuat tarik pada penelitian ini memberikan informasi antara lain: gaya dari luar yang diberikan terhadap sampel, kuat tarik, elongasi dan modulus elastisitas pada sampel yang diuji. Hasil data penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Uji Mekanik Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur

Pati Ubi Jalar Cilembu (g)	Aquades (ml)	Komposisi Pemlastis (ml)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
3,5	70	0	25,19	4,12	612,01
		0,5	28,89	4,17	693,34
		1	36,38	2,13	1709,71
		1,5	38,14	4,45	857,29
		2	32,40	4,02	806,38

### 4.3.1. Kuat Tarik Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur

Hasil kuat tarik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu tanpa pemlastis putih telur dibuat acuan untuk mengetahui adanya peningkatan atau penurunan kuat tarik yang dilakukan pada penelitian ini. Hasil kuat tarik yang didapatkan karena adanya pemberian gaya dari luar. Gaya yang diberikan dari luar ke sampel bioplastik menghasilkan grafik pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hasil perekaman pemberian gaya dari luar kepada sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu

repository.ub.ac.id

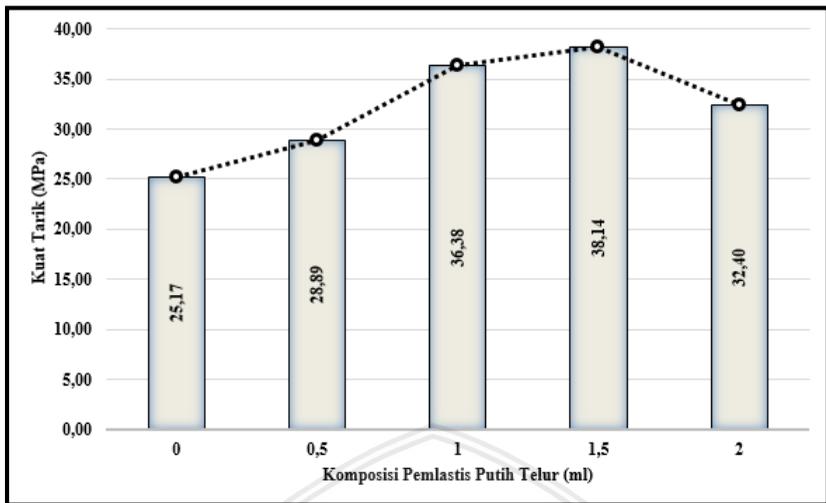
Gambar 4.3 memberikan beberapa informasi dengan sumbu x adalah lama perekaman sampel bioplastik saat diberikan gaya dari luar hingga sampel bioplastik mengalami putus. Sumbu y adalah gaya dari luar yang dapat ditahan oleh sampel bioplastik hingga putus. Anak panah berwarna hitam menunjukkan grafik linier. Gambar 4.3 didapatkan 2 grafik linier yang terjadi pada anak panah berwarna hitam dan hijau. Anak panah berwarna hitam mengalami grafik linier karena saat pemberian gaya, sampel bioplastik mengalami perpanjangan secara tidak kompak (masih sebagian) sehingga membentuk grafik linier saat diberi gaya kurang dari 1,8N. Anak panah berwarna hijau menunjukkan sampel bioplastik mulai mengalami deformasi elastis setelah diberikan gaya dari luar. Anak panah berwarna hijau menunjukkan grafik linier, hal ini terjadi karena sampel bioplastik mempunyai karakter plastik. Karakter plastik terjadi adanya deformasi elastis dan dapat mengalami pertambahan panjang. Anak panah berwarna hijau menunjukkan sampel bioplastik masih dapat menahan gaya lebih besar dari 1,8N hingga 6,2N. Gaya yang diberikan jika lebih besar dari 6,2N akan mengalami deformasi plastis. Sampel bioplastik yang mengalami deformasi plastis, tidak dapat kembali ke bentuk semula. Anak panah berwarna biru merupakan daerah plastis. Anak panah berwarna merah merupakan gaya maksimal. Gaya maksimal merupakan gaya yang membuat sampel bioplastik putus. Sampel bioplastik memiliki gaya maksimum sebesar 6,69N. Gaya maksimal yang didapatkan oleh sampel bioplastik digunakan untuk mencari nilai kuat tarik. Sampel bioplastik sebelum diberi gaya hingga putus akan memberikan informasi lain yaitu nilai elastisitas dan juga nilai modulus elastisitas setelah dilakukan perhitungan data.

Hasil kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 4.2. Sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan penambahan pemlastis putih telur yang di berikan gaya dari luar mengalami kenaikan kuat tarik dibandingkan dengan sampel bioplastik berbahan dasar ubi jalar cilembu tanpa pemlastis. Nilai kuat tarik yang didapatkan paling tinggi sebesar 38,14 MPa yaitu pada penambahan pemlastis putih telur

dengan volume 1,5 ml. Nilai kuat tarik terkecil didapatkan pada bioplastik tanpa penambahan pemlastis putih telur sebesar 25,19 MPa.

Penambahan komposisi pemlastis putih telur meningkatkan kuat tarik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu. Penambahan pemlastis 0,5 ml mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 3,7 MPa, penambahan pemlastis 1 ml mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 11,19 MPa, penambahan pemlastis 1,5 ml mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 12,95 MPa, sedangkan penambahan pemlastis 2 ml mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 7,21 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kuat tarik bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu mengalami penambahan kuat tarik terbaik dengan tambahan pemlastis terbesar 1,5 ml. Penambahan pemlastis 1,5 ml ke 2 ml mengalami penurunan kuat tarik. Menurut Olakitan dkk (2010), komposisi pemlastis yang berlebihan meningkatkan mobilitas dari campuran tetapi hal tersebut tidak banyak memberikan efek dari proses pemlastis.

Penambahan pemlastis putih telur mengalami kenaikan pada sifat mekanik bioplastik terutama kuat tarik disebabkan karena kandungan protein yang dimiliki oleh putih telur yaitu sebesar 11% dari telur utuh (Fadillah & Fatkhuroji, 2013). Kandungan protein yang digunakan sebagai pemlastis putih telur membuat kuat tarik meningkat karena memiliki interaksi intra dan inter molekuler yang kuat seperti ikatan hidrogen, dipol-dipol, muatan-muatan dan kemungkinan tidak membuat pecah ikatan antar molekuler. Peningkatan kuat tarik dari bioplastik tanpa penambahan pemlastis serta dengan adanya penambahan pemlastis putih telur. Grafik hasil kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 4.4.



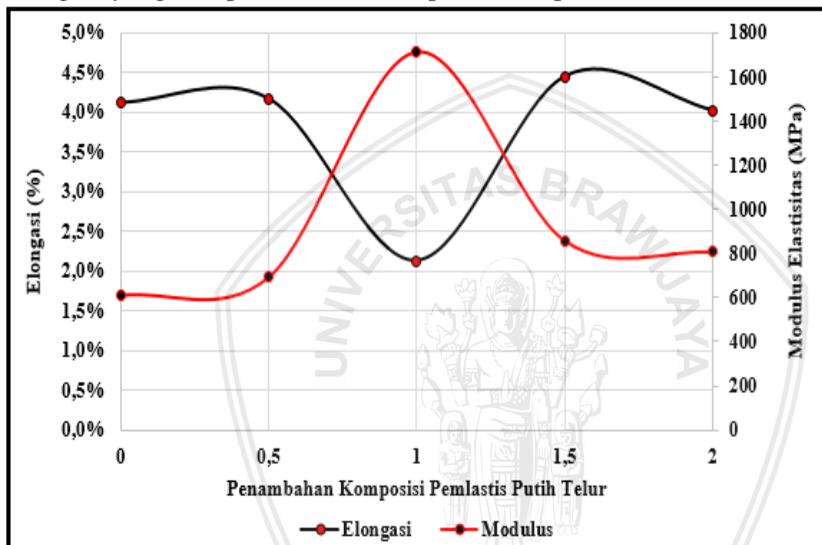
Gambar 4.4 Grafik hubungan kuat tarik (MPa) dengan penambahan komposisi pemlastis

Gambar 4.4 merupakan grafik hubungan kuat tarik (MPa) dengan penambahan komposisi pemlastis putih telur. Naiknya kuat tarik dengan adanya penambahan pemlastis putih telur hanya mencapai 1,5 ml untuk nilai maksimal.

#### 4.3.2. Elongasi dan Modulus Elastisitas Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur

Elongasi adalah pertambahan panjang sampel bioplastik dari panjang awal hingga sebelum patah setelah di beri gaya dari luar. Elongasi didapatkan dengan menandai batas awal saat diberi gaya hingga sampel bioplastik putus dan diperoleh batas akhir. Elongasi yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 2,13% hingga 4,45%. Elongasi terbesar didapatkan pada penambahan komposisi pemlastis 1,5 ml dan elongasi terkecil didapatkan pada penambahan komposisi pemlastis 1 ml. Hasil elongasi yang didapatkan pada semua penambahan komposisi pemlastis dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Data yang didapatkan menunjukkan pada saat penambahan pemlastis 1 ml dan 2 ml mengalami penurunan elongasi sebesar 1,26% dan 0,10% sedangkan saat penambahan 0,5 ml dan 1,5 ml mengalami penambahan elongasi sebesar 0,05% dan 0,33%. Data Tabel 4.2 menunjukkan bahwa setiap elongasi yang didapatkan semakin kecil maka nilai modulus elastisitasnya akan semakin besar, sedangkan nilai elongasi yang besar akan menurunkan nilai modulus elastisitas dikarenakan nilai modulus elastisitas berbanding terbalik dengan nilai elongasi yang didapatkan Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hubungan elongasi (%) dengan modulus elastisitas (MPa) pada setiap penambahan komposisi pemlastis putih telur (ml)

Gambar 4.5 menunjukkan grafik hubungan elongasi (%) dengan modulus elastisitas (MPa) pada setiap penambahan komposisi pemlastis putih telur. Penambahan komposisi pemlastis 1 ml dan 2 ml mengalami penurunan elongasi dikarenakan percabangan ikatan polimer pada bioplastik yang sangat sedikit sehingga akan mengurai fleksibilitas pada polimer tersebut, sedangkan pada penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml dan 1,5 ml mengalami kenaikan dikarenakan ikatan intramolekuler diantara rantai polimer menurun

dan meningkatkan fleksibilitas pada polimer tersebut (Callister, 2007). Grafik 4.5 setiap penurunan elongasi akan mengakibatkan modulus elastisitas meningkat dan saat elongasi meningkat akan menyebabkan modulus elastisitas menurun. Hal ini disebabkan karena modulus elastisitas berbanding terbalik dengan elongasi.

#### **4.4. Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur**

Uji ketahanan udara dilakukan untuk mengetahui daya tahan sampel terhadap lingkungan, adanya perubahan massa, mengetahui kuat tarik, elongasi dan modulus elastisitas. Uji udara ini dilakukan pada kelembapan (70-85)% dengan suhu (24-28)°C di Laboratorium Biofisika Universitas Brawijaya. Waktu yang digunakan untuk uji ketahanan udara sesuai dengan metodologi penelitian yaitu 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari.

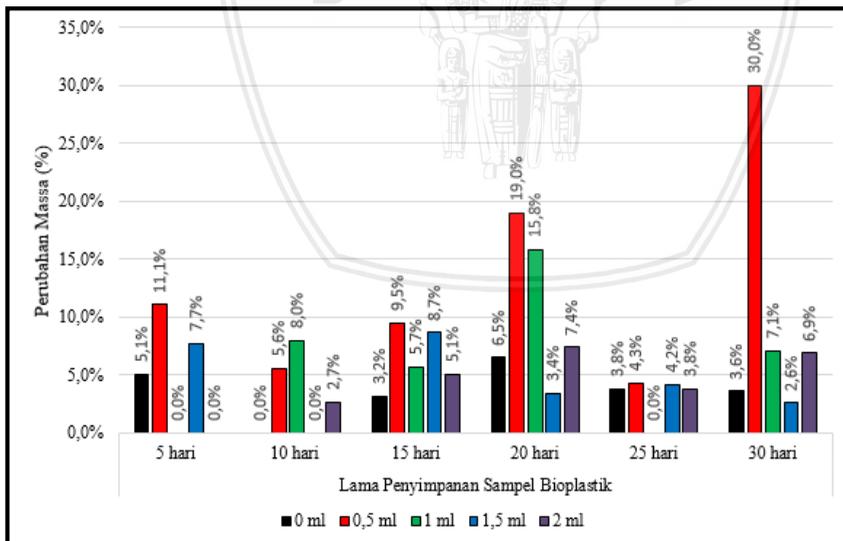
##### **4.4.1. Perubahan Massa Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur**

Perubahan massa sampel bioplastik ini dihitung sebelum dan sesudah uji ketahanan udara pada kelembapan (70- 85)% dengan suhu (24-27)°C. Perubahan massa (%) pada sampel bioplastik yang diuji tidak mempunyai perubahan massa (%) yang tetap, sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan penambahan pemlastis putih telur yang diuji memiliki % perubahan massa antara 0% sampai 30%. Hari ke 30 pada konsentrasi 1 ml mengalami % perubahan massa yang sangat tinggi yaitu mengalami pengurangan massa dari 0,010g menjadi 0,007g, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hubungan Perubahan Massa (g) antara Komposisi Lama Uji Ketahanan Udara (hari) pada setiap Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur

Lama Uji Ketahanan Udara (hari)	Perubahan Massa $\Delta m$ (mg) pada setiap Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur				
	0 ml	0,5 ml	1 ml	1,5 ml	2 ml
5	2	2	0	2	0
10	0	1	2	0	1
15	1	2	2	2	2
20	2	4	3	1	2
25	1	1	0	1	1
30	1	3	3	1	1

Data pada Tabel 4.3 dapat dilihat lebih jelasnya pada diagram, adanya kenaikan atau penurunan persen perubahan massa. Data yang didapatkan untuk persen perubahan massa dari sampel bioplastik memiliki nilai persen perubahan massayang naik turun tidak beraturan, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik perubahan massa (%), penambahan komposisi pemlastis (ml) dengan lama uji udara (hari)

repository.ub.ac.id

Grafik pada Gambar 4.6 menunjukkan perubahan massa (%) terbesar saat penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml setelah penyimpanan 5 hari. Perubahan massa (%) tertinggi saat penambahan komposisi pemlastis 1 ml setelah penyimpanan 10 hari. Perubahan massa (%) tertinggi saat penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml setelah penyimpanan 15 hari. Perubahan massa (%) paling tinggi saat penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml setelah penyimpanan 20 hari. Perubahan massa (%) paling tinggi saat penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml setelah penyimpanan 25 hari. Perubahan massa (%) paling tinggi saat penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml setelah penyimpanan 30 hari. Pada umumnya penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml mengalami perubahan massa (%) yang sangat tinggi dibandingkan penambahan komposisi pemlastis 0 ml, 1 ml, 1,5 ml, dan 2 ml. Naik turunnya data yang didapatkan dikarenakan suhu dan kelembapan. Menurut Callister (2007), kondisi lingkungan, jenis bahan, suhu ruangan dan kelembapan sangat mempengaruhi sampel. Kondisi lingkungan untuk penyimpanan sampel bioplastik memiliki kelembapan (70- 85)% dengan suhu (24-27)°C, kelembapan dan suhu ruang setiap saat dapat berubah sehingga menyebabkan perubahan persen massa tidak beraturan.

#### **4.4.2. Kuat Tarik Setelah Uji Ketahanan Udara Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur**

Uji ketahanan udara ini juga melibatkan uji kuat tarik bertujuan ingin mengetahui adanya perubahan kuat tarik sebelum dan sesudah dilakukan penyimpanan sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan penambahan komposisi pemlastis. Sampel bioplastik yang disimpan, dibentuk sama seperti Gambar 4.2. Penyimpanan sampel bioplastik dilakukan selama 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 hari. Bioplastik tanpa pemlastis mengalami peningkatan kuat tarik setelah dilakukan uji ketahanan udara selama 5 hari sebesar 16,15 MPa. Hal ini dikarenakan, sebelum sampel bioplastik disimpan kerapatannya belum sempurna sehingga kuat tariknya tidak maksimal,

tetapi penyimpanan selama 5 hari kerapatan sudah stabil sehingga ada kenaikan kuat tarik pada sampel bioplastik tanpa pemlastis. Hal yang sama terjadi pada penambahan komposisi pemlastis putih telur sebesar 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml dan 2 ml. Data kuat tarik sebelum dan sesudah di uji ketahanan terhadap udara dapat di lihat pada Tabel 4.4.

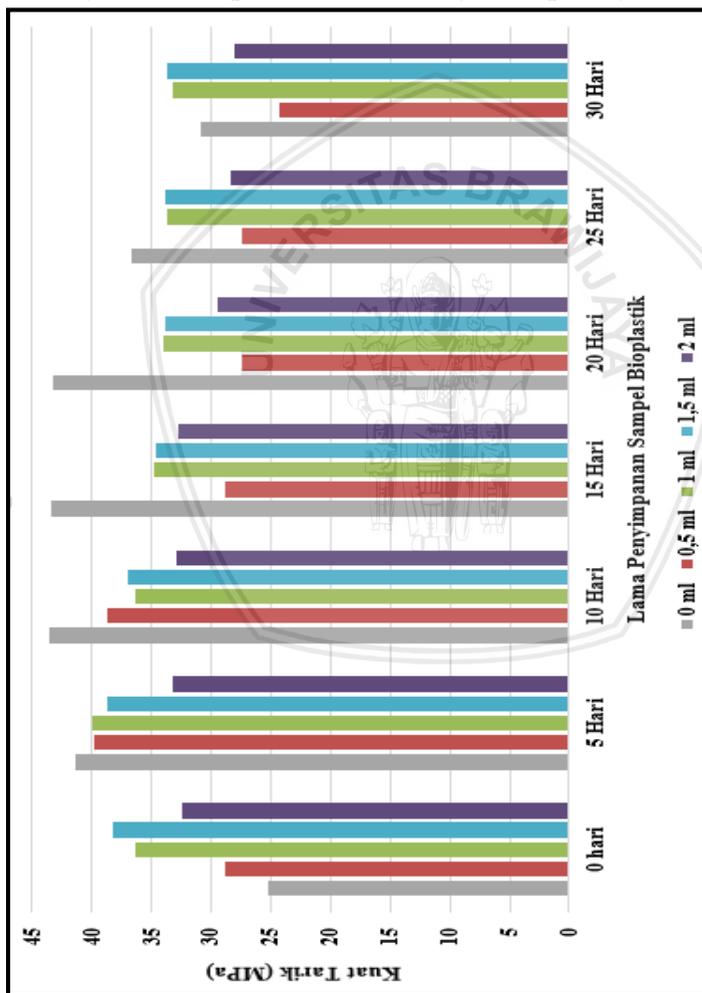
Tabel 4.4 hubungan kuat tarik antara penambahan komposisi pemlastis dengan lama uji ketahanan udara

Lama Penyimpanan Sampel (hari)	Kuat Tarik pada Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur (MPa)				
	0 ml	0,5 ml	1 ml	1,5 ml	2 ml
0	25,19	28,89	36,38	38,14	32,40
5	41,34	39,82	39,98	38,75	33,14
10	43,46	38,61	36,28	36,95	33,25
15	43,31	28,85	34,76	34,59	32,66
20	43,27	27,46	33,94	33,90	29,51
25	36,70	27,39	33,74	33,78	28,35
30	30,83	24,21	32,23	33,74	28,10

Data Tabel 4.4 menunjukkan bahwa penyimpanan selama 5 hari, kuat tarik sampel bioplastik mengalami peningkatan, karena ikatan antar molekulnya semakin erat dibandingkan sampel bioplastik yang belum disimpan. Penyimpanan selama 5 sampai 30 hari, kuat tarik yang didapatkan tidak lebih besar dari sampel bioplastik tanpa pemlastis. Kerapatan sampel bioplastik tanpa pemlastis saat penyimpanan selama 10 hari lebih rapat dibandingkan penyimpanan selama 5 hari. Hal ini ditandai dengan meningkatnya nilai kuat tarik, saat penyimpanan 10 hari dari penyimpanan 5 hari.

Bioplastik penambahan komposisi 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml dan 2 ml setelah penyimpanan selama 10, 15, 20, 25 dan 30 hari kuat tarik yang didapatkan mengalami penurunan. Kuat tarik sampel bioplastik dengan tambahan pemlastis 1 ml dan 1,5 ml setelah penyimpanan selama 5 hari sampai 30 hari tidak terlalu besar penurunannya. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya pemlastis 1 ml dan 1,5 ml merupakan penambahan komposisi pemlastis yang stabil. Penurunan kuat tarik sampel bioplastik yang sudah dilakukan uji ketahanan udara

diakibatkan oleh faktor lingkungan sehingga menyebabkan sampel bioplastik timbul jamur dikarenakan faktor suhu atau kelembapan ruangan. Menurut Krochta (1992), struktur bahan penyusun dan kondisi lingkungan seperti kelembapan dan suhu ruangan dapat menyebabkan sampel timbul jamur. Sampel bioplastik yang muncul jamur, sehingga ikatan yang ada pada sampel bioplastik akan melemah dan kerapatan sampel bioplastik kurang maksimal. Hal ini yang menyebabkan nilai kuat tarik bioplastik menurun. Gambar 4.7 menunjukkan data pada Tabel 4.4 dengan tampilan grafik.



Gambar 4.7 Grafik kuat tarik (MPa) terhadap lama penyimpanan bioplastik dengan komposisi pemlastis putih telur

Gambar 4.7 sampel bioplastik tanpa pemlastis setelah penyimpanan selama penyimpanan 5 hari didapatkan nilai kuat tarik lebih tinggi dari nilai kuat tarik bioplastik pada penyimpanan selama 0 hari, peningkatannya sebesar 16,17 MPa. Hal ini menunjukkan sampel bioplastik lebih rapat setelah penyimpanan selama 5 hari. Penyimpanan sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis selama 10 hari mengalami peningkatan kuat tarik sebesar 2,12 MPa dari penyimpanan selama 5 hari. Hal ini menunjukkan bahwa ikatan sampel bioplastik lebih erat setelah penyimpanan selama 10 hari dibandingkan dengan penyimpanan selama 5 hari.

Penambahan pemlastis 0,5 ml, memberikan informasi bahwa penambahan komposisi pemlastis pada 0,5 ml mengalami peningkatan nilai kuat tarik setelah penyimpanan selama 5 hari sebesar 10,93 MPa. Hal ini menunjukkan penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari mengalami peningkatan kerapatan sehingga nilai kuat tarik meningkat. Penyimpanan bioplastik selama 10 hari mengalami penurunan nilai kuat tarik dari penyimpanan selama 5 hari sebesar 1,21 MPa. Penurunan kuat tarik juga terjadi saat penyimpanan 15, 20 dan 30 hari.

Penambahan pemlastis 1 ml, memberikan informasi bahwa nilai kuat tarik mengalami peningkatan setelah penyimpanan bioplastik selama 5 hari yaitu sebesar 3,6 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari mengalami peningkatan kerapan yang ditandai dengan adanya meningkatnya nilai kuat tarik sampel bioplastik. Penyimpanan selama 10 hari sampel mengalami penurunan nilai kuat tarik dari penyimpanan selama 10 hari sebesar 3,7 MPa. Penurunan kuat tarik juga terjadi saat penyimpanan 15, 20 25 dan 30 hari.

Penambahan pemlastis 1,5 ml, memberikan informasi bahwa nilai kuat tarik mengalami peningkatan setelah penyimpanan bioplastik selama 5 hari yaitu sebesar 0,61 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari mengalami peningkatan kerapan yang ditandai dengan adanya meningkatnya nilai kuat tarik sampel bioplastik. Penyimpanan selama 10 hari sampel

repository.ub.ac.id

mengalami penurunan nilai kuat tarik sebesar 1,8 MPa. Penurunan kuat tarik juga terjadi saat penyimpanan 15, 20 25 dan 30 hari.

Penambahan pemlastis 2 ml, memberikan informasi bahwa penyimpanan sampel bioplastik mengalami kenaikan yang disebabkan adanya peningkatan kerapian sampel bioplastik, kenaikan kuat tarik sebesar 0,74 MPa. Penyimpanan sampel bioplastik selama 10 hari mulai mengalami penurunan nilai kuat tarik dari penyimpanan selama 5 hari sebesar 0,29 MPa. Penurunan kuat tarik juga terjadi saat penyimpanan 15, 20 25 dan 30 hari.

Umumnya Gambar 4.7, setelah penyimpanan selama 5 hari sampel bioplastik mengalami peningkatan kerapatan karena terjadi penguapan pada sampel bioplastik setelah berinteraksi dengan lingkungan seperti suhu atau kelembapan. Penguapan yang terjadi membuat kerapantannya meningkat dan ikatannya semakin kuat sehingga nilai kuat tarik menjadi meningkat. Bioplastik tanpa pemlastis setelah penyimpanan selama 15, 20, 25 dan 30 hari mengalami penurunan, sedangkan penambahan pemlastis 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml dan 2 ml, mengalami penurunan saat penyimpanan 10, 15, 20, 25 dan 30 hari. Penurunan nilai kuat tarik disebabkan karena adanya interaksi antara sampel bioplastik dengan udara, sehingga sampel bioplastik mengalami kerusakan akibat faktor lingkungan. Menurut (Krochta, 1992) struktur bahan penyusun dan kondisi lingkungan seperti kelembapan dan suhu ruangan dapat menyebabkan sampel mengalami perubahan sifat, sehingga ikatan yang ada pada sampel bioplastik akan melemah dan membuat sampel bioplastik mengalami penurunan nilai kuat tarik.

#### **4.4.3. Elongasi dan Modulus Elastisitas Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur Setelah Uji Ketahanan Udara**

Elongasi dan modulus elastisitas pada penelitian ini dilakukan sama seperti pengambilan data kuat tarik yaitu dilakukan setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari sampai 30 hari. Data elongasi dan modulus elastisitas yang didapatkan memiliki nilai

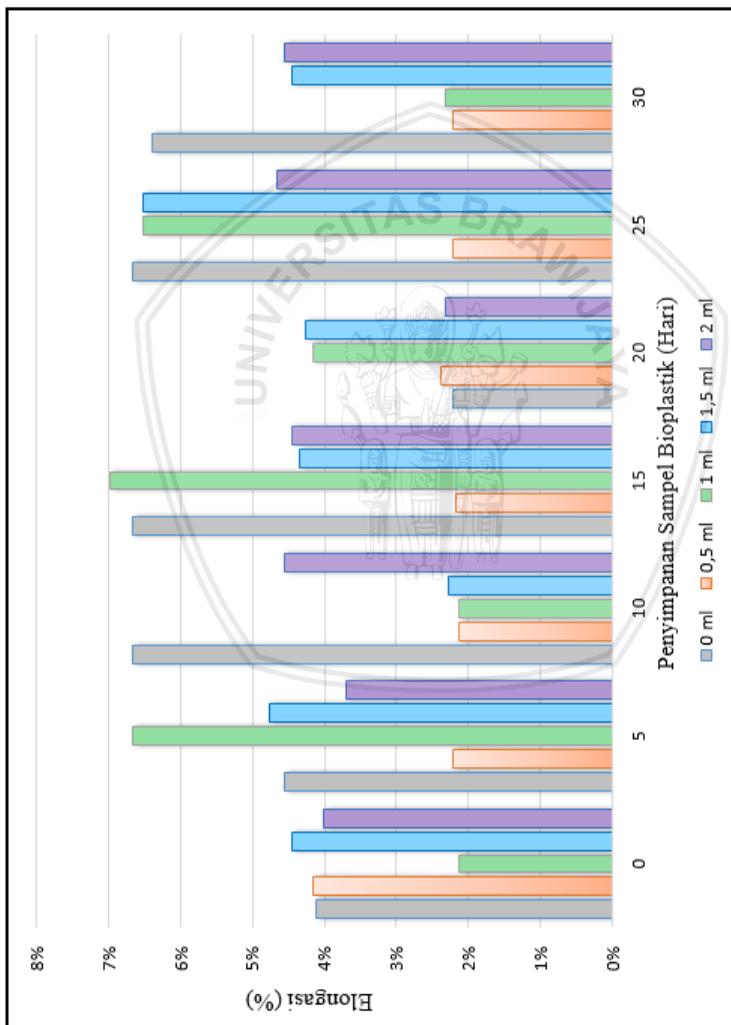
elongasi yang tidak beraturan naik turunnya dari penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari sampai 30 hari. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pemlastis putih telur tidak berpengaruh banyak terhadap elongasi (%) pada sampel bioplastik, elongasi dengan komposisi pemlastis 0 ml mengalami kenaikan pada penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari sampai 15hari, kemudian saat penyimpanan sampel bioplastik selama 20 hari elongasi turun dan mengalami kenaikan setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 25 hari sampai 30 hari. Penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml memiliki nilai elongasi terkecil dibandingkan dengan penambahan komposisi pemlastis yang lainnya. Penambahan pemlastis 0 ml; 1 ml; 1,5 ml dan 2 ml mengalami perubahan elongasi (%) tidak beraturan setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari, hal ini dikarenakan ikatan antar molekuler yang sangat tidak stabil dikarenakan adanya pengaruh lingkungan yaitu suhu ruang dan kelembapan. Data hasil penelitian ini akan disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hubungan Elongasi antara komposisi pemlastis dengan lama uji ketahanan udara

Lama Penyimpanan Sampel (hari)	Elongasi pada setiap Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur (%)				
	0 ml	0,5 ml	1 ml	1,5 ml	2 ml
0	4,12	4,17	2,13	4,45	4,02
5	4,55	2,22	6,67	4,76	3,70
10	6,67	2,13	2,13	2,27	4,55
15	6,67	2,17	6,98	4,35	4,44
20	2,22	2,38	4,17	4,26	2,33
25	6,67	2,22	6,52	6,52	4,65
30	6,38	2,22	2,33	4,44	4,55

Tabel 4.7 memberikan informasi bahwa nilai elongasi (%) paling tinggi terjadi saat penyimpanan sampel bioplastik selama 15 hari pada penambahan komposisi pemlastis putih telur 1 ml yaitu dengan nilai 6,98% dan memiliki nilai terendah saat penyimpanan

sampel bioplastik selama 10 hari pada penambahan pemlastis putih telur 0,5 ml nilai elongasinya sebesar 0,23%. Umumnya pada nilai elongasi (%) mengalami naik dan turun secara tidak beraturan dikarenakan pengaruh lingkungan yang tidak stabil seperti suhu ruang dan kelembapan yang tidak sama saat pagi dan malam sehingga berpengaruh terhadap nilai elongasi %. Menurut Callister (2007) mengatakan pengaruh lingkungan seperti kelembapan dan suhu ruang, akan mempengaruhi sifat mekanik dari sampel tersebut.



Gambar 4.8 Grafik persen elongasi sampel bioplasti dengan variasi pemlastis putih telur pada lama penyimpanan sampel bioplastik

repository.ub.ac.id

Data Tabel 4.7 ditampilkan berupa grafik tiap penambahan komposisi pemlastis putih telur (ml) pada Gambar 4.8. Gambar 4.8 tanpa pemlastis (0 ml), menunjukkan bahwa penambahan komposisi pemlastis putih telur 0 ml memiliki nilai elongasi meningkat setelah penyimpanan 5 hari sampai penyimpanan 10 hari sebesar 2,12%. Penyimpanan sampel setelah 25 hari dan kembali meningkat saat penyimpanan selama 30 hari sebesar 0,29 %. Penurunan elongasi terjadi setelah penyimpanan selama 20 hari sebesar 4,45% dari penyimpanan selama 15 hari.

Penambahan pemlastis 0,5 ml, memberikan informasi bahwa elongasi yang didapatkan pada penyimpanan selama 5 hari mengalami penurunan elongasi sebesar 1,95 %. Penyimpanan sampel selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari mengalami penurunan dibandingkan dengan penyimpanan selama 0 hari. Penyimpanan sampel setelah 20 hari kembali meningkat sebesar 0,21% dibandingkan penyimpanan selama 15 hari.

Penambahan pemlastis 1 ml, memberikan informasi bahwa elongasi yang didapatkan pada penyimpanan selama 5 hari mengalami peningkatan elongasi sebesar 4,54% dan mengalami penurunan kembali saat penyimpanan 10 hari sebesar 4,54% dari penyimpanan selama 5 hari. Penyimpanan sampel selama 20 hari mengalami penurunan dibandingkan dengan penyimpanan selama 15 hari. Penyimpanan sampel 25 hari mengalami peningkatan elongasi dan nilai kuat tarik turun saat penyimpanan selama 30 hari sebesar 4,19 % dari penyimpanan selama 25 hari.

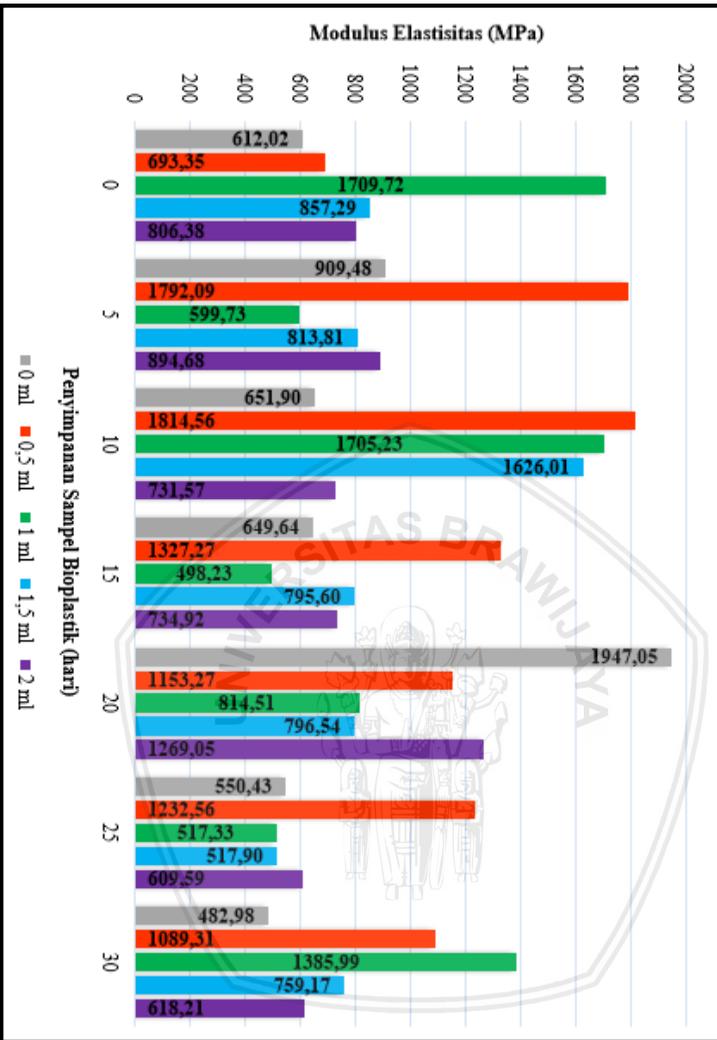
Penambahan pemlastis 1,5 ml, memberikan informasi bahwa elongasi yang didapatkan pada penyimpanan selama 5 hari mengalami penurunan elongasi sebesar 0,31 % dan mengalami penurunan kembali saat penyimpanan 10 hari sebesar 2,49 %. Penyimpanan sampel selama 15 hari mengalami peningkatan elongasi (%) sebesar 2,08%. penyimpanan sampel 25 hari ke penyimpanan selama 30 hari nilai elongasi turun sebesar 2,08 %.

Penambahan pemlastis 2 ml, memberikan informasi bahwa elongasi yang didapatkan pada penyimpanan selama 5 hari mengalami penurunan elongasi sebesar 0,32% dan mengalami penurunan kembali

saat penyimpanan 15 hari sebesar 0,11% dari penyimpanan sampel selama 10 hari. Penyimpanan sampel bioplastik selama 30 hari mengalami penurunan nilai elongasi sebesar 0,10% dibandingkan penyimpanan setelah 25 hari.

Gambar 4.8 memberi informasi bahwa, penurunan dan kenaikan elongasi dikarenakan adanya pengaruh lingkungan yang menyebabkan sampel bioplastik mengalami penurunan dan kenaikan elongasi yang tidak stabil. Berubahnya kelembapan dan suhu ruang pada siang dan malam hari merupakan faktor utama yang membuat nilai elongasi tidak stabil. Menurut Krochta (1992), Pengaruh lingkungan seperti kelembapan dan suhu ruang akan mempengaruhi sifat mekanik sampel. Menurut Callister (2010), peningkatan elongasi disebabkan oleh menurunnya ikatan intramolekuler bioplastik sehingga akan meningkatkan fleksibilitas bioplastik. Ruang penyimpanan sampel bioplastik tercatat memiliki kelembapan (70-85)% dengan suhu (24-27)°C, kelembapan dan suhu ruangan pada siang dan malam hari berbeda. Peningkatan elongasi disebabkan karena menurunnya ikatan intramolekuler bioplastik sehingga nilai elongasi meningkat dan penurunan elongasi disebabkan karena ikatan intramolekuler meningkat sehingga meningkatkan kekakuan dan menurunkan fleksibilitas bioplastik.

Nilai elongasi sampel bioplastik berbanding terbalik dengan modulus elastisitas ( $E \sim \frac{1}{\epsilon}$ ). Modulus elastisitas merupakan ukuran dasar untuk kekakuan bioplastik pada penelitian ini. Nilai modulus elastisitas meningkat disebabkan karena fleksibilitas yang menurun dan menurunnya nilai modulus elastisitas disebabkan karena meningkatnya fleksibilitas bioplastik. Nilai modulus elastisitas tertinggi terdapat pada sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis setelah penyimpanan selama 20 hari yaitu 1947,05 MPa dan nilai terkecil terdapat pada sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis yaitu 482,98. Nilai modulus elastisitas untuk variasi pemlastis sebelum dan sesudah diuji lingkungan akan ditampilkan berupa grafik pada Gambar 4.9.

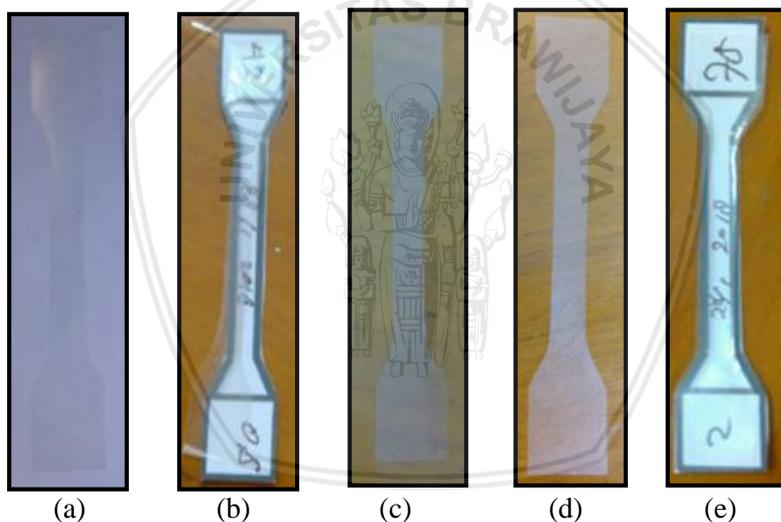


Gambar 4.9 Grafik modulus elastisitas sampel bioplastik dengan variasi pemlastis putih telur pada lama penyimpanan sampel bioplastik

#### 4.4.4. Pengaruh Lingkungan terhadap Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Pemlastis Putih Telur Secara Visual

Penelitian ini melibatkan dokumentasi secara visual untuk mengetahui pengaruh sampel bioplastik setelah berinteraksi dengan lingkungan. Data visual yang didapatkan menunjukkan pengaruh lingkungan setelah penyimpanan bioplastik selama 15 sampai 30 hari,

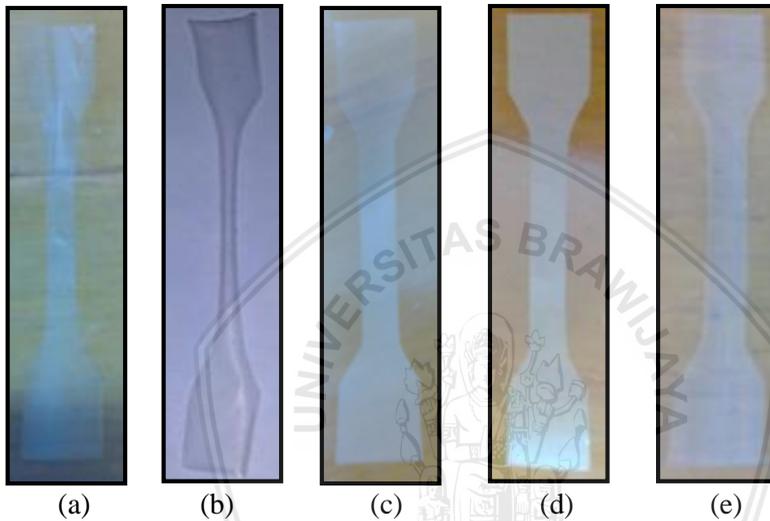
sampel bioplastik mengalami perubahan yang berpengaruh terhadap kuat tarik dan perubahan massa sehingga mengalami penurunan. Penurunan kuat tarik disebabkan karena sampel bioplastik mengalami interaksi terhadap udara sehingga secara visual sampel bioplastik mengalami perubahan bentuk yang awalnya lurus menjadi agak melengkung, hal ini terjadi pada penambahan komposisi pemlastis 0,5 ml, 1 ml, 1,5 ml dan 2 ml. Hal ini disebabkan adanya penambahan pemlastis dari kandungan alami yaitu putih telur. Data untuk penambahan pemlastis 0 ml terjadi perubahan massa sampel setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 5 hari sampai 30 hari dan mengalami penurunan kuat tarik saat penyimpanan sampel bioplastik selama 25 hari sampai 30 hari. Dokumentasi secara visual pada Gambar 4.10 sampai 4.12.



Gambar 4.10 Sampel bioplastik setelah uji ketahanan udara selama 5 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Informasi yang didapatkan dari Gambar 4.10 menunjukkan sampel bioplastik secara visual mengalami kerapatan secara optimal yang ditandai dengan sampel bioplastik yang berbentuk masih bagus tidak ada kerusakan.

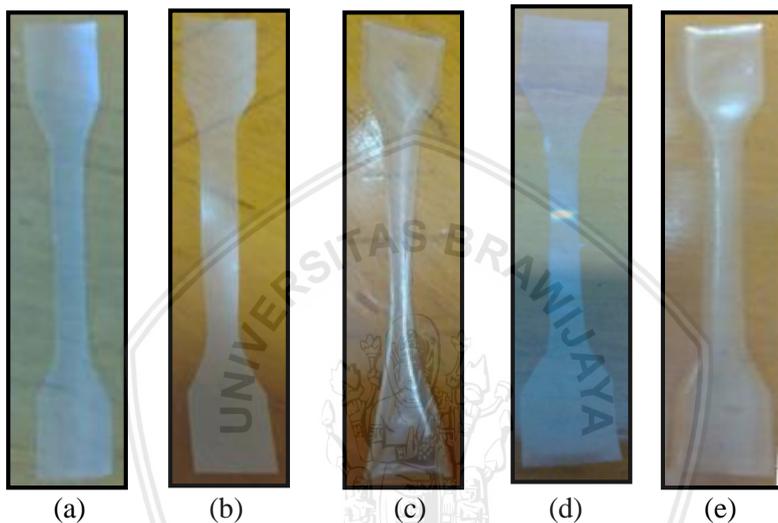
Penyimpanan sampel bioplastik selama 15 hari massa sampel bioplastik mengalami penurunan untuk penambahan pemlastis 0 ml; 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml dan 2 ml, dari data yang didapatkan untuk kuat tarik mengalami penurunan pada penambahan pemlastis 0,5 ml; 1 ml dan 1,5 ml sedangkan pada penambahan pemlastis 0 ml dan 2 ml mengalami penurunan yang tidak terlalu besar. Secara visual dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Sampel bioplastik setelah uji ketahanan udara selama 15 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Dari data Gambar 4.11 menunjukkan bahwa pada sampel 0,5 ml mengalami perubahan fisik. Perubahan secara fisik berupa melengkungnya sampel bioplastik. Melengkungnya sampel bioplastik disebabkan karena adanya perubahan struktur kimia yang disebabkan oleh mikroorganisme (Griffin, 1994). Penambahan komposisi lain tidak ada kerusakan secara visual. Sehingga nilai kuat tarik yang didapatkan tidak terlalu besar penurunannya. Penambahan pemlastis 0 ml dan 2 ml secara visual tidak terlalu mengalami perubahan tetapi mengalami perubahan massa.

Penyimpanan sampel bioplastik selama 30 hari, kuat tarik yang didapatkan mengalami penurunan untuk semua penambahan komposisi dan mengalami perubahan massa. Hal ini dikarenakan adanya perubahan sampel bioplastik yang sudah mengalami kerusakan akibat interaksi dengan lingkungan seperti pengaruh temperatur ruang dan kelembapan. Secara visual sampel bioplastik untuk semua penambahan komposisi dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Sampel bioplastik setelah penyimpanan sampel bioplastik selama 30 hari (a) 0 ml, (b) 0,5 ml, (c) 1 ml, (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Data Gambar 4.12 yang didapatkan yaitu penyimpanan sampel bioplastik selama 30 hari sudah mengalami kerusakan yang ditandai dengan melengkungnya sampel bioplastik. Sampel bioplastik pada semua penambahan komposisi pmlastis karena adanya kerusakan yang diakibatkan pengaruh lingkungan seperti pengaruh kelembapan dan temperatur ruang. Data visual yang didapatkan berpengaruh terhadap perubahan massa dan pengaruh terhadap kuat tarik yang didapatkan dari sampel bioplastik. Sampel bioplastik mengalami penurunan kuat tarik yang drastis setelah penyimpanan 5 hari ke 30 hari. Hal ini disebabkan adanya kerusakan sampel

bioplastik seperti Gambar 4.12. Menurut Callister (2007), sesuai dengan data yang didapatkan secara visual, dimana sampel bioplastik setelah mengalami interaksi dengan lingkungan mengalami kerusakan yang diakibatkan pengaruh lingkungan seperti kelembapan dan suhu ruang.

#### **4.5. Uji Ketahanan Terhadap Air Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur**

Uji ketahanan terhadap air dilakukan dengan cara merendam sampel bioplastik yang sudah dibentuk seperti uji yang lainnya. Uji serap air ini dilakukan uji dengan membatasi uji serap air yang akan di lihat dari perubahan massa sebelum dan sesudah dilakukan perendaman air, serta didokumentasi secara visual. Data serap air yang didapatkan memberi informasi bahwa serap air pada sampel bioplastik berbahan dasar pati ubi jalar cilembu dengan penambahan pemlastis putih telur pada komposisi 0 ml; 0,5 ml; 1 ml; 1,5ml; dan 2 ml mengalami serap air yang sangat tinggi. Data serap air yang didapatkan dari perubahan massa (%) sebelum dan sesudah di uji terhadap air paling tinggi perubahan massa (%) mencapai 158,62% pada sampel dengan penambahan komposisi pemlastis 0 ml. Nilai terendam perubahan massa (%) mencapai 51,11 (%) pada penambahan komposisi pemlastis 1,5 ml dengan waktu perendaman 30 menit.

##### **4.5.1. Perubahan Massa Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur terhadap Lama Perendaman Air**

Data perubahan massa (%) mengalami peningkatan setelah dilakukan perendaman di dalam air. Perubahan massa (%) penurunan massa dari 5 menit hingga 30 menit setelah dilakukan perendaman di dalam air. Hal ini disebabkan karena penyerapan air yang semakin lama, maka sampel bioplastik akan mengalami penyerapan maksimal sehingga penyerapan air oleh sampel bioplastik mengalami penurunan karena terlalu lama berinteraksi dengan air. Lamanya sampel

bioplastik berinteraksi terhadap air akan membuat sampel bioplastik mengalami kerusakan sehingga akan mengurangi serap airnya. Data perubahan massa (%) akibat perendaman di dalam air dapat dilihat pada Tabel 4.6.

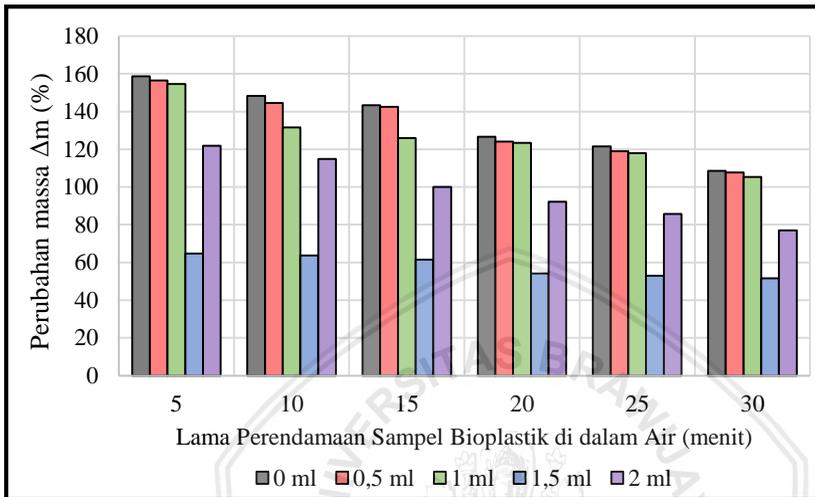
Tabel 4.6 Perubahan massa (%) hubungan antara penambahan komposisi pemlastis dengan lama uji ketahanan terhadap air (menit).

Komposisi Pemlastis (ml)	Perubahan Massa (%) pada Lama Perendaman di dalam Air (menit)					
	5	10	15	20	25	30
0	159	148	143	127	121	109
0,5	157	144	142	124	119	108
1	155	132	126	123	118	105
1,5	65	64	62	54	53	52
2	122	115	100	92	86	77

Data Tabel 4.6 menunjukkan nilai perubahan massa (%). Penambahan komposisi pemlastis 1,5 ml mengalami penurunan perubahan massa (%) kemudian naik lagi saat penambahan komposisi pemlastis 2 ml dari 1,5 ml. Kenaikan perubahan massa dari 1,5 ml ke 2 ml sebanyak 57,36 % untuk perendaman di dalam air selama 5 menit, kenaikan perubahan massa (%) yang didapat kan dari penambahan komposisi pemlastis putih telur dari 1,5 ml ke 2 ml cukup besar. Data yang didapatkan akan di tampilkan berupa grafik pada Gambar 4.12 untuk penambahan komposisi pemlastis 0 ml; 0,5 ml dan 1 ml, sedangkan lama perendaman selama 1,5 ml dan 2 ml akan ditampilkan berupa grafik pada Gambar 4.13.

Data yang didapatkan dari uji serapan air. Perendaman setelah 5 menit hingga 30 menit mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena terlalu lamanya interaksi antara air dengan sampel bioplastik sehingga dapat mengalami penyerapan yang maksimal kemudian air pada sampel keluar lagi dari sampel bioplastik karena terlalu lamanya berinteraksi dengan air. Lamanya berinteraksi terhadap air menyebabkan sampel bioplastik mengalami penurunan perubahan massa (%). Penambahan komposisi pemlastis putih telur 1,5 ml

memiliki perubahan massa (%) paling kecil dibandingkan dengan penambahan komposisi pemlastis putih telur 0 ml; 0,5 ml; 1 ml dan 2 ml. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan komposisi pemlastis putih telur 1,5 memiliki nilai serap air yang rendah.

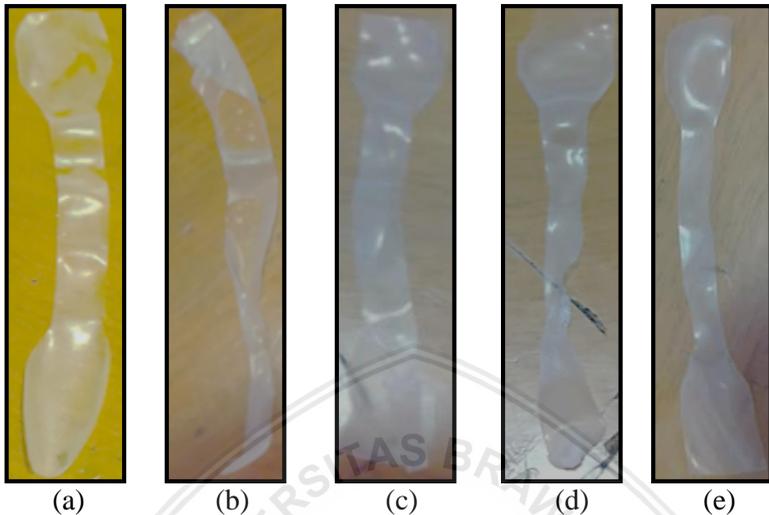


Gambar 4.13 Grafik Hubungan Perubahan Massa (%) terhadap Perendaman air (menit) pada Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur

#### 4.5.2. Pengaruh Perendaman Air Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Penambahan Komposisi Pemlastis Putih Telur secara Visual

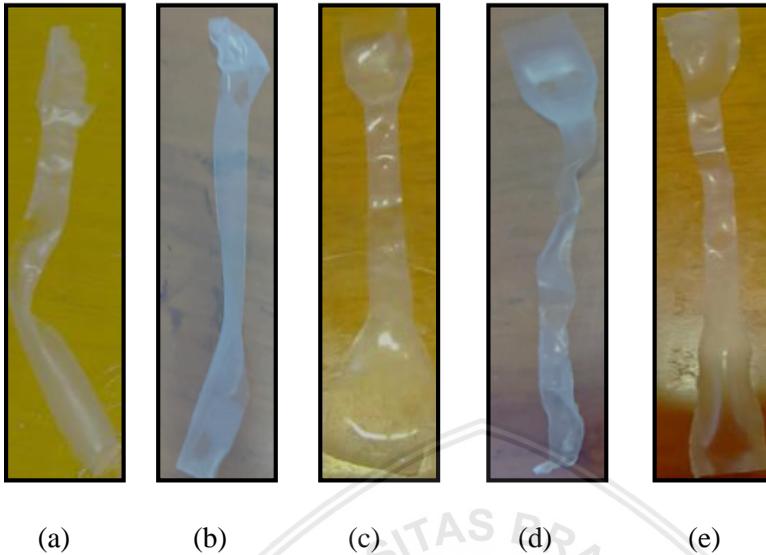
Uji perendaman air sampel bioplastik didokumentasikan secara visual. Hal ini dilakukan untuk mengetahui bentuk fisik sampel bioplastik sesudah dilakukan perendaman di dalam air. Perendaman air ini akan memberikan informasi bentuk fisik sampel bioplastik dilihat secara visual. Informasi bentuk fisik sampel bioplastik setelah dilakukan perendaman di dalam air mengalami perubahan bentuk seperti penyusutan sampel, melengkungnya sampel, dan serap air sampel yang ditunjukkan dengan adanya pertambahan massa (%). Perubahan fisik sampel bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.14 untuk perendaman 5 menit. Perendaman selama 15 menit dapat dilihat

pada Gambar 4.15 sedangkan Gambar 4.16 merupakan bentuk fisik sampel bioplastik setelah dilakukan perendaman selama 30 menit.



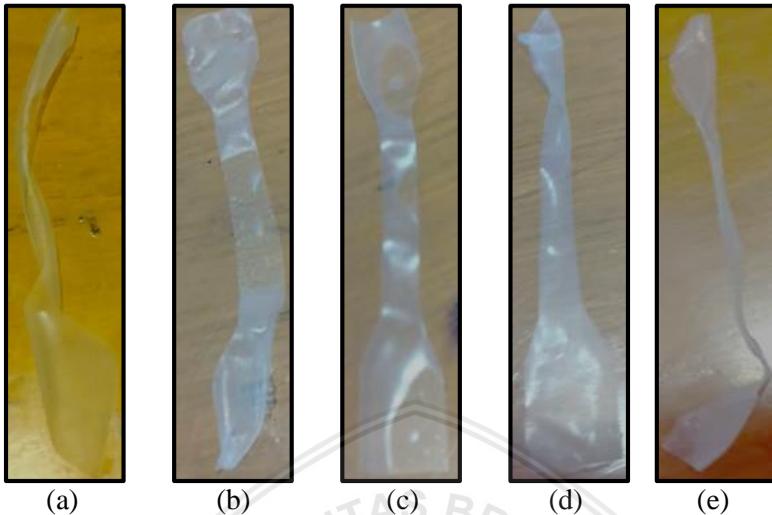
Gambar 4.14 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 5 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Gambar 4.14 memberikan informasi fisik sampel bioplastik setelah dilakukan perendaman di dalam air selama 5 menit. Sampel bioplastik pada Gambar 4.14 mengalami perubahan bentuk fisik seperti melengkung, menyusut dan mengembangnya sampel bioplastik yang disebabkan oleh interaksi sampel bioplastik dengan air, adanya kerusakan sampel bioplastik pada penambahan komposisi pemlastis putih telur 0 ml; 0,5 ml; 1 ml; 1,5 ml dan 2 ml. melngkungnya sampel bioplastik tersebut karena mengalami penyerapan air yang ditandai dengan adanya pertambahan massa (%). Perendaman sampel bioplastik di dalam air selama 5 menit mempunyai penyerapan paling tinggi dibandingkan sampel bioplastik yang direndam di dalam air dengan waktu 10, 15, 20, 25 dan 30 menit.



Gambar 4.15 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 15 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Gambar 4.15 memberikan informasi bentuk fisik yang sama seperti Gambar 4.14. Perubahan bentuk fisik yang terjadi yaitu melengkung, menyusut dan melebarinya sampel bioplastik yang sudah dilakukan perlakuan perendaman di dalam air, sampel bioplastik dapat dikatakan rusak karena tidak sesuai dengan sampel standar karena mengalami perubahan bentuk. Perbedaan sampel bioplastik pada Gambar 4.14 dengan Gambar 4.15 terjadi pada perubahan massa (%) perubahan ini terjadi secara menurun, artinya Gambar 4.15 mempunyai perubahan massa (%) lebih besar dibandingkan dengan perubahan massa (%) pada Gambar 4.14. Hal ini disebabkan pada sampel di Gambar 4.15 mengalami kerusakan akibat lebih lamanya berinteraksi dengan air sehingga penyerapan air oleh sampel bioplastik lebih optimal pada Gambar 4.14.



Gambar 4.16 Sampel Bioplastik Berbahan Dasar Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Pemlastis Putih Telur (ml) setelah dilakukan Perendaman di dalam Air selama 15 menit (a) 0 ml (b) 0,5 ml (c) 1 ml (d) 1,5 ml dan (e) 2 ml

Gambar 4.16 secara fisik mempunyai kesamaan seperti Gambar 4.14 dan 4.15 di atas. Perubahan secara fisik berupa berubahnya bentuk sampel bioplastik berupa melengkung, menyusul dan melebarnya sampel bioplastik setelah dilakukan perendaman di dalam air seperti Gambar 4.16. Gambar 4.16 mempunyai perbedaan pada perubahan massa (%) yang lebih kecil dibandingkan dengan Gambar 4.14 dan 4.15.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



**DAFTAR PUSTAKA**

- Averous , L. 2004. Biodegradabel Multiphase Systems Based on Plasticized Starch : A Review. *Journal of Macromolecular Science*, 44(3) : 231-274.
- Beynum, V., & Roels, J. A. 1985. *Starch Conversion Tehnology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Callister, W. D. 2007. *Material Science and Engineering : An Introduction 7 edition*. Washington DC: John Willey and Sons.
- Chang, R. 2004. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti Edisi ke-3 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Claus, E. P., Varro, E. T., & Lynn, R. B. 1970. *Pharmacognosy 6th Edition*. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Cui, S. W. 2005. *Food Carbohidrates Chemistry Physic, Properties, and Aplications*. New York: CRC Press.
- Davis, J. R. 2004. *Tensile Testing Second Edition*. New York: ASM International Technical Book Committe New York.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dziendzic, S. 1995. *The Technology of Starch Production*. London: Blackie Academic.
- Fadillah, R., & Fatkhuroji. 2013. *Memaksimalkan Produksi Ayam Ras Petelur*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Fauzi, A. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2): 12-15.
- Febriyantoro, I. 2015. *Pengaruh Komposisi Pati Kulit Raja dan Singkong sebagai Bahan Baku Bioplastik dan Pengukuran Karakteristiknya*. Malang: Skripsi Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
- Gioia, L., & Darby, J. R. 1999. Corn Protein-Based Thermoplastic resins : Effece of Polar and Amphiphilic Plasticsizer. *J. Agric. Food. Chem*, 47 : 1254-1261.
- Griffin, R. C. 1994. *Technical Methode of Analyst*. New York: MC. Graw Hill.
- Hartati, N. 2003. Analisa Kadar Pati dan Serat Kasar beberapa Kultivar Talas (*Coloscasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia*.
- King'ori, A. M. 2012. Uses of poultry egg:. *Scientist*, 5 (2): 9-13.

- Knight, J. W. 1969. *The Starch Industry*. London: Pergamon Press.
- Krochta, J. M. 1992. *Control of Mass Transfer in Food With Edible Coating and Film*. Advantage in Food Engineering.
- Lindawati. 2004. *Pengaruh Jenis Ubi Jalar (ipomea batatas, L) dan Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Tepung Ubi Jalar*. Banda Aceh: Skripsi Jurusan THP Fakultas Pertanian Unsyiah.
- Mahmudatussa'adah, A. 2014. Komposisi Kimia Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L*) Cilembu pada Berbagai Waktu Simpan sebagai Bahan Baku Gula Cair. *Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 23: 53-64.
- Mario, P. B. 2012. *Pemisahan Dan Pencirian Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati agung Dan Pati Kentang Pada Berbagai Suhu*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Maryanti, E. 2016. Pembuatan Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*), Gliserin Dan Penambahan Nanopartikel Zno Dengan Menggunakan Metode Melt-Intercalation. *Jurnal Gradien*, Vol 12 No.2.
- Mayastuti, A. 2002. *Pengaruh Penyimpanan dan Pemanngangan Terhadap Kandungan Zat Gizi dan Daya Terima Ubi Jalar (Ipomoea batatas (L). Lam) Cilembu*. Bogor: Skripsi Fakultas Pertanian Institut Bogor.
- Mulyadi, S., Ningsih, E. S., & Abbas, A. 2013. *Modifikasi Proilena sebagai Polimer Komposit Biodegradable dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol sebagai Plastisizer*. Padang: Skripsi Jurusan Fisika UNAND.
- Paramawati, R. 2001. *Properties of Plasticized-Zein Film as Affected by Plasticizer Treatments*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Pilla, S. 2011. *Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications*. Washington DC: University of Wisconsin-Madison.
- Platt, K. D. 1984. *Biodegradable Polymers*. New York: Smithers Raphra limited United Kingdom Roy.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. San Diego: Academic Press Inc.
- Powell, P. C. 1999. *Kejuruteraan dengan Polimer*. Kuala Lumpur: Universitas Teknologi Malaysia.
- Pranamuda, H. 2003. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Pati Tropis*. Jakarta: UI Press.

- Pratiw, K. W. 2016. *Formulation Of Sweet Cilembu Flour (Ipomoea batatas (L.) Lam) Andfermented Maize (Zea mays L) On Thechemical And Sensory Of Flakes*. Lampung: Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Purwati, A. 2010. Analisi Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3 (2): 103-106.
- Razanata, A. 2017. *Studi Pengaruh Pemlastis Terhadap Bioplastik dengan Bahan Pati Ubi Jalar Cilembu*. Malang: Skripsi Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
- Samllman, R. E., & Bishop, R. J. 2000. *Metalurgi Fisika Modern dan Rekayasa Material Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Sujionohadi, Kliwon, & Setiawan, A. 2007. *Ayam Kampung Petelur*. Jakarta: Penebar Swadya.
- Sumbono, A. 2016. *Biokimia Pangan Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tjokroadikoesoemo, P. S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Triawati, N. W. 2013. *Evaluation Of Pasteurized Chicken Egg On Albumen Foam, Stability Foam And Coagulation And Volume Of Sponge Cake*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ulyarti. 1997. *Mempelajari Sifat-Sifat Amilografi pada Amilosa, Amilopektin, dan Campurannya*. Bogor: Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Ward , I. M., & Hadley, D. W. 1993. *An introduction on the mechanical properties of solid polymers*. New York: Wiley.
- Winarno, F. G. 1984. *Kimia Pangan*. Jakarta: PT Gramedia Utama.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Utama.
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**



## DAFTAR PUSTAK

- Averous , L. 2004. Biodegradabel Multiphase Systems Based on Plasticized Starch : A Review. *Journal of Macromolecular Science*, 44(3) : 231-274.
- Beynum, V., & Roels, J. A. 1985. *Starch Conversion Tehnology*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Callister, W. D. 2007. *Material Science and Engineering : An Introduction 7 edition*. Washington DC: John Willey and Sons.
- Chang, R. 2004. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti Edisi ke-3 Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Claus, E. P., Varro, E. T., & Lynn, R. B. 1970. *Pharmacognosy 6th Edition*. Philadelphia: Lea and Febiger.
- Cui, S. W. 2005. *Food Carbohidrates Chemistry Physic, Properties, and Aplications*. New York: CRC Press.
- Davis, J. R. 2004. *Tensile Testing Second Edition*. New York: ASM International Technical Book Committe New York.
- Dwidjoseputro, D. 1994. *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dziendzic, S. 1995. *The Technology of Starch Production*. London: Blackie Academic.
- Fadillah, R., & Fatkhuroji. 2013. *Memaksimalkan Produksi Ayam Ras Petelur*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Fauzi, A. 2013. Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2): 12-15.
- Febriyantoro, I. 2015. *Pengaruh Komposisi Pati Kulit Raja dan Singkong sebagai Bahan Baku Bioplastik dan Pengukuran Karakteristiknya*. Malang: Skripsi Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
- Gioia, L., & Darby, J. R. 1999. Corn Protein-Based Thermoplastic resins : Effece of Polar and Amphiphilic Plasticsizer. *J. Agric. Food. Chem*, 47 : 1254-1261.
- Griffin, R. C. 1994. *Technical Methode of Analyst*. New York: MC. Graw Hill.
- Hartati, N. 2003. Analisa Kadar Pati dan Serat Kasar beberapa Kultivar Talas (*Coloscasia esculenta L. Schott*). *Jurnal Natur Indonesia*.
- King'ori, A. M. 2012. Uses of poultry egg:. *Scientist*, 5 (2): 9-13.

- Knight, J. W. 1969. *The Starch Industry*. London: Pergamon Press.
- Krochta, J. M. 1992. *Control of Mass Transfer in Food With Edible Coating and Film*. Advantage in Food Engineering.
- Lindawati. 2004. *Pengaruh Jenis Ubi Jalar (ipomea batatas, L) dan Suhu Pengeringan terhadap Kualitas Tepung Ubi Jalar*. Banda Aceh: Skripsi Jurusan THP Fakultas Pertanian Unsyiah.
- Mahmudatussa'adah, A. 2014. Komposisi Kimia Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L*) Cilembu pada Berbagai Waktu Simpan sebagai Bahan Baku Gula Cair. *Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 23: 53-64.
- Mario, P. B. 2012. *Pemisahan Dan Pencirian Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati agung Dan Pati Kentang Pada Berbagai Suhu*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Maryanti, E. 2016. Pembuatan Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.*), Gliserin Dan Penambahan Nanopartikel Zno Dengan Menggunakan Metode Melt-Intercalation. *Jurnal Gradien*, Vol 12 No.2.
- Mayastuti, A. 2002. *Pengaruh Penyimpanan dan Pemanngangan Terhadap Kandungan Zat Gizi dan Daya Terima Ubi Jalar (Ipomoea batatas (L). Lam) Cilembu*. Bogor: Skripsi Fakultas Pertanian Institut Bogor.
- Mulyadi, S., Ningsih, E. S., & Abbas, A. 2013. *Modifikasi Proilena sebagai Polimer Komposit Biodegradable dengan Bahan Pengisi Pati Pisang dan Sorbitol sebagai Plastisizer*. Padang: Skripsi Jurusan Fisika UNAND.
- Paramawati, R. 2001. *Properties of Plasticized-Zein Film as Affected by Plasticizer Treatments*. Bogor: Skripsi Institut Pertanian Bogor.
- Pilla, S. 2011. *Handbook of Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications*. Washington DC: University of Wisconsin-Madison.
- Platt, K. D. 1984. *Biodegradable Polymers*. New York: Smithers Raphra limited United Kingdom Roy.
- Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. San Diego: Academic Press Inc.
- Powell, P. C. 1999. *Kejuruteraan dengan Polimer*. Kuala Lumpur: Universitas Teknologi Malaysia.
- Pranamuda, H. 2003. *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradable Berbahan Pati Tropis*. Jakarta: UI Press.

- Pratiw, K. W. 2016. *Formulation Of Sweet Cilembu Flour (Ipomoea batatas (L.) Lam) Andfermented Maize (Zea mays L) On Thechemical And Sensory Of Flakes*. Lampung: Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Purwati, A. 2010. Analisi Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3 (2): 103-106.
- Razanata, A. 2017. *Studi Pengaruh Pemlastis Terhadap Bioplastik dengan Bahan Pati Ubi Jalar Cilembu*. Malang: Skripsi Jurusan Fisika Universitas Brawijaya.
- Samllman, R. E., & Bishop, R. J. 2000. *Metalurgi Fisika Modern dan Rekayasa Material Edisi Keenam*. Jakarta: Erlangga.
- Sujionohadi, Kliwon, & Setiawan, A. 2007. *Ayam Kampung Petelur*. Jakarta: Penebar Swadya.
- Sumbono, A. 2016. *Biokimia Pangan Dasar*. Yogyakarta: Deepublish.
- Tjokroadikoesoemo, P. S. 1986. *HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya*. Jakarta: PT.Gramedia.
- Triawati, N. W. 2013. *Evaluation Of Pasteurized Chicken Egg On Albumen Foam, Stability Foam And Coagulation And Volume Of Sponge Cake*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Ulyarti. 1997. *Mempelajari Sifat-Sifat Amilografi pada Amilosa, Amilopektin, dan Campurannya*. Bogor: Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Ward , I. M., & Hadley, D. W. 1993. *An introduction on the mechanical properties of solid polymers*. New York: Wiley.
- Winarno, F. G. 1984. *Kimia Pangan*. Jakarta: PT Gramedia Utama.
- Winarno, F. G. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Utama.
- Winarno, F. G. 1995. *Enzim Pangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

**(Halaman ini sengaja dikosongkan)**

