

**STUDI PENGARUH PEMLASTIS GLISEROL DAN  
SROBITOL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK  
BIOPLASTIK BERBAHAN PATI JAGUNG**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Sains Dalam Bidang Fisika

Oleh:

**REZA SHABRINA ARYUSMAL  
115090307111018**



**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2018**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### STUDI PENGARUH PEMLASTIS GLISEROL DAN SORBITOL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN PATI JAGUNG

Oleh:  
**REZA SHABRINA ARYUSMAL**  
 115090307111018

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal **05 JULI 2018** Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II



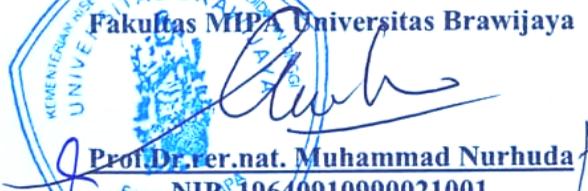
Gancang Saroja, S.Si., M.T  
 NIP 197711182005011001



Dr. Eng Masruroh S.Si., M.Si  
 NIP. 197512312002122002

Mengetahui

Ketua Jurusan Fisika  
 Fakultas MIPA Universitas Brawijaya



Prof. Dr. rer.nat. Muhammad Nurhuda  
 NIP. 19640910990021001



## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Reza Shabrina  
NIM : 115090307111018  
Jurusan : Fisika  
Penulisan Skripsi Berjudul :

### STUDI PENGARUH PEMLASTIS GLISEROL DAN SORBITOL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN PATI JAGUNG

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Isi dari Skripsi yang saya buat adan benar-benar karya saya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang tercantum di isis dan tertulis di daftar pustaka skripsi ini.
2. Apabila di kemudian 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, Mei 2018  
Yang Menyatakan

(Reza Shabrina A)  
115090307111018



# STUDI PENGARUH PEMLASTIS GLISEROL DAN SORBITOL TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN PATI JAGUNG

## ABSTRAK

Plastik adalah kemasan makanan yang sangat efisien dan praktis digunakan. Akan tetapi penggunaannya dapat menyebabkan pencemaran. Sebagai alternative maka dikembangkan bioplastik yang dibuat dengan bahan-bahan alami. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan komposisi pemlastis gliserol dan sorbitol terhadap kuat tarik dari bioplastik berbahan pati jagung.

Pembuatan bioplastik pati jagung dilakukan dengan tahapan gelatinisasi, pengeringan, dan kemudian menjadi lembaran bioplastik. Pemlastis yang digunakan yaitu gliserol dan sorbitol dengan konsentrasi 70% dan digunakan variasi komposisi pemlastis yaitu 1,0 ml, 1,5 ml, dan 2,0 ml untuk 70 ml aquades. Bioplastik yang dihasilkan diuji dengan karakteristik tegangan-regangan dan daya serap air.

Hasil penelitian menunjukkan penambahan komposisi pemlastis mempengaruhi nilai kuat tarik pada bioplastik. Kuat tarik optimum didapatkan pada sampel sorbitol 1.0 ml dengan nilai  $25,35 \pm 0,002$  Mpa. Sementara itu nilai elongasi optimum didapatkan pada sampel gliserol dengan nilai  $22,03 \pm 0,12\%$ . Penambahan komposisi pemlastis mempengaruhi daya tahan bioplastik pada air. Bioplastik tanpa penambahan pemlastis memiliki nilai daya serap air tertinggi yaitu 67,06% dan nilai terendah pada sampel bioplastik dengan penambahan 2,0 ml gliserol yaitu 35,89%

Kata kunci: pati jagung, bioplastik, pemlastis, gliserol, dan sorbitol





# THE STUDY OF PLASTICIZERS INFLUENCE GLYCEROL AND SORBITOL TO CHARACTERISTIC MECHANICAL OF BIOPLASTIC WITH BASIC INGREDIENT OF CORN STARCH

## ABSTRACT

Plastic is very efficient and practical food packaging to use. However, its use may cause contamination. As an alternative, developed bioplastic made with natural ingredients. This research was conducted to determine the effect of addition plasticizers composition of glycerol dan sorbitol to characteristic of tensile strength corn starch bioplastic.

The making of corn starch bioplastic is done by step of gelatinization, drying, and then become bioplastic sheet. The plasticizers use was glycerol dan sorbitol with 70% concentration and used variation of plasticizer composition is 1.0 ml, 1.5 ml, and 2.0 ml for aquades 70 ml. the resulting bioplastics were tested tensile strength-elongation at break and water absorption.

The result showed that the addition of plasticizer composition influences the value of tensile strength of bioplastic. The optimum tensile strength was obtained in 1.0 ml sorbitol with  $25.35 \pm 0,002$  MPa value. Meanwhile, the optimum elongation value was obtained on glycerol sample with value of  $22,03 \pm 0,12\%$ . The addition of the plasticizer composition affects the water's bioplastic resistance. Bioplastic without addition of plasticizer has the highest value of water resistance that is 67,06% and the lowest values in bioplastic samples with addition of 2,0 ml glycerol were 35,89%.

Keyword: corn starch, bioplastic, plasticizer, glycerol, and sorbitol



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahma, iman dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Pengaruh Pemplastis Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Karakteristik Sifat Mekanik Bioplastik berbahan Pati Jagung”

Penulisan Skripsi ini tidak akan selesai jika tanpa doa dan dukungan dari berbagai pihak yang membantu. Oleh karena itu, ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Yusmal Rasyid dan Ibu Viky Arini selaku orang tua penulis yang tak kenal lelah selalu membantu dalam doa dan motivasi
2. Naufal Aryusmal dan Nabila Rozza Aryusmal selaku adik kandung penulis yang selalu membantu dalam bentuk motivasi dan doa
3. Bapak Gancang Saroja, S.Si., M.T., sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, dan kesebaran yang besar kepada penulis hingga terselesaikannya skripsi ini
4. Ibu Dr.Eng Masrurroh, S.Si.,M.Si selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bantuan, bimbingan, dan kesabara yang besar kepada penulis sehingga terselesaikannya skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan Fisika 2011 yang tak pernah berhenti dalam membantu dan memotivasi penulis
6. Serta semua pihak yang telah mendukung penulis baik langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak sekali kekurangan dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini. Saran dan kritik sangat dibutuhkan untuk mengembangkan dan menyempurnakan penelitian selanjutnya. Terima kasih atas segala perhatian pembaca dan semoga dapat bermanfaat.

Malang, Mei 2018

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	2
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1    Bioplastik .....	5
2.2    Polimer .....	6
2.3    Biopolimer.....	7
2.3.1 Pati Jagung .....	7
2.3.2 Gelatinasi.....	8
2.4    Pemlastis.....	9
2.4.1 Gliserol.....	9
2.4.2 Sorbitol.....	11
2.5    Sifat Mekanik .....	11
2.5.1 Tegangan (Tensile Strenght) .....	12



2.5.2 Regangan (Elongation at Break).....	13
2.5.3 Uji Daya Serap Air .....	13
2.5.4 Karakteristik Tegangan Regangan.....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	17
3.2 Alat dan Bahan .....	17
3.2.1 Alat .....	17
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Pembuatan Sampel .....	17
3.3.1 Persiapan bahan .....	17
3.3.2 Pembuatan Bioplastik .....	18
3.4 Pengujian Bioplastik.....	18
3.4.1 Uji Tarik .....	18
3.4.2 Uji Daya Serap Air.....	19
3.5 Alur Penelitian.....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1 Hasil Bioplastik .....	23
4.2 Sifat Mekanik .....	23
4.2.1 Kuat Tarik.....	24
4.2.2 Elongasi .....	26
4.2.3 Daya Serap Air .....	28
4.3 Standar Sifat-Sifat Bioplastik .....	30
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>33</b>
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	33



**DAFTAR PUSTAKA** ..... 35  
**LAMPIRAN**..... 39





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Bioplastik .....	6
Gambar 2.2	Struktur Gliserol.....	10
Gambar 2.3	Struktur Sorbitol.....	11
Gambar 2.4	Diagram Tegangan Regangan .....	14
Gambar 3.1	Bentuk dan ukuran uji Tarik.....	18
Gambar 3.2	Daerah titik pengukuran ketebalan.....	19
Gambar 3.3	Bentuk dan ukuran sampel ketahanan air.....	19
Gambar 3.4	Alur Penelitian .....	21
Gambar 4.1	Hasil Bioplastik Pada Sampel Tanpa Pemlastis.....	23
Gambar 4.2	Grafik hubungan kuat tarik dan komposisi pemlastis	25
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Antara Nilai Elongasi (%) dan komposisi pemlastis .....	27
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara komposisi pemlastis dengan persen penambahan berat bioplastik .....	29





## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Jagung .....	8
Tabel 2.2 Suhu Gelatinisasi Pada Setiap Variasi Asal Pati .....	9
Tabel 3.1 Komposisi Bahan .....	17
Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Setiap Sampel.....	24
Tabel 4.2 Hasil Elongasi Setiap Sampel.....	27
Tabel 4.3 Hasil Daya Serap Air.....	29
Tabel 4.5 Standar Edible Film.....	31





## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran1. Alat Dan Bahan.....	39
Lampiran 2. Hasil Uji Tarik .....	40
Lampiran 3. Hasil Elongasi.....	42
Lampiran 4 Hasil Uji Daya Serap Air .....	43





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam kehidupan sehari-hari sepertinya plastik tidak bisa dipisahkan dari kita atau dapat dikatakan kita sangat tergantung dari penggunaan produk-produk dari bahan plastik, karena plastik mudah diperoleh, dibentuk, ringan, kuat, praktis dan dapat didaur ulang (PPLH,2007). Kebutuhan manusia akan plastik pun seakan tidak bisa dilepaskan, mulai dari bahan alat makan sampai pengemas makanan hampir semuanya menggunakan plastik. Untuk setiap tahunnya tercatat sekitar 100 juta ton plastik kemasan diproduksi untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam berbagai sektor dan sekitar 2,3 juta ton merupakan kebutuhan plastik dalam negeri (Musthofa,2011).

Namun permasalahannya adalah sebagian besar jenis plastik yang digunakan merupakan plastik sintetik, yang mana tidak dapat terurai (*nondegradabel*). Butuh waktu sekitar kurang lebih 100 tahun bagi plastik sintetik untuk bisa terurai dengan sempurna. Permasalahan lainnya adalah saat plastik terurai, partikel partikel plastik sintetik akan mencemari air dan tanah disekitarnya Akibatnya muncul pencemaran air dan tanah yang diakibatkan tumpukan plastik konvensional ini dan menyebabkan kerusakan lingkungan (Kumar, dkk., 2011). Plastik non degradabel terbuat dari minyak bumi yang menyebabkan sulit terurai (terdegradasi) karena memiliki berat molekul yang sangat tinggi dan kereaktifan yang rendah (Tahkor dkk, 2005).

Dampak negatif dari pemakaian plastik sintetik sendiri mendorong para peneliti dan ilmuwan untuk menciptakan upaya dan inovasi untuk mengurangi dampak negatif dari sampah plastik sintesis. Salah satu solusinya adalah dengan menjadikan polimer alami yang sifatnya mudah terurai sebagai pengganti plastik, atau yang dikenal dengan bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang dibuat secara ilmiah dan dapat terdegradasi dengan baik melalui cuaca maupun serangan mikroorganisme.

Salah satu bahan utama pembuatan bioplastik ini adalah pati. Karena menurut Darni & Utami (2010), pati digunakan sebagai bahan utama pembuatan bioplastik dikarenakan merupakan bahan yang mudah diuraikan oleh alam menjadi senyawa senyawa yang

ramah di lingkungan. Pati dapat mudah ditemukan pada tanaman umbi-umbian seperti singkong, kentang, dan jagung. Jagung sendiri memiliki kandungan pati yang cukup besar sekitar 57% dan berpotensi dijadikan sebagai bahan bioplastik. (Hartati, 2003)

Di Indonesia khususnya di Universitas Brawijaya sudah dilakukan penelitian sebelumnya tentang bioplastik. Penelitian yang dilakukan oleh (Elvis, 2008) dan (Yunita, 2009) dengan menggunakan pati ubi kayu. Tetapi terdapat kekurangan di penelitian sebelumnya pada rendahnya nilai kuat tarik serta elongasi.

Berdasarkan penelitian diatas, penulis termotivasi melakukan penelitian mengenai bioplastik dengan menggunakan bahan dasar pati jagung dengan ditambahkan pemlastis. Pati jagung sendiri memiliki potensi yang cukup besar dijadikan sebagai bahan dari bioplastik karena kandungan pati nya yang cukup tinggi. Dengan demikian diharapkan dapat memberikan nilai kuat tarik serta elongasi dengan hasil yang lebih baik lagi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membuat bioplastik dengan bahan dasar pati jagung
2. Bagaimana pengaruh komposisi pemlastis terhadap kuat tarik dan daya serap air pada bioplastik berbahan dasar pati jagung?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Tidak menggunakan pemlastis selain gliserol dan sorbitol
2. Komposisi pemlastis yang digunakan hanya 1.0 ml, 1.5 ml, dan 2.0 ml.
3. Tidak menggunakan bahan biopolimer lainnya kecuali pati jagung
4. Karakteristik yang diuji adalah kuat tarik dan uji daya serap air

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Diperoleh bioplastik dengan bahan dasar pati jagung
2. Diperoleh pengaruh komposisi terhadap karakteristik kuat tarik dan daya serap air bioplastik dengan bahan dasar pati jagung.

#### 1.5 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat tentang pengembangan bioplastik di Indonesia dengan menggunakan bahan alami. Pengembangan plastik yang ramah lingkungan ini nantinya digunakan dalam industry di Indonesia terutama dalam industry kemasan makanan.



**(Halaman Sengaja Dikosongkan)**



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

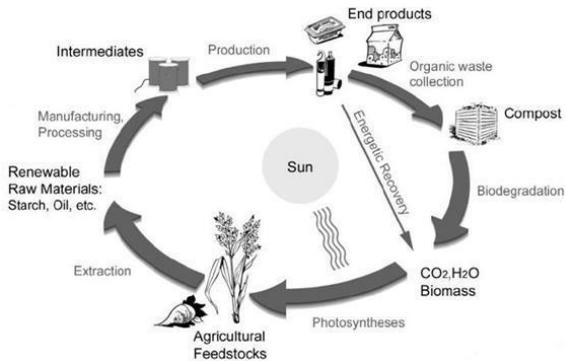
### 2.1 Bioplastik

Bioplastik atau yang lebih sering disebut plastik *biodegradable* merupakan salah satu jenis plastik yang komponen penyusunnya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Bioplastik mengandung satu atau lebih bahan biopolimer sebagai unsur penting yang dikombinasikan dengan satu atau lebih zat pemlastis dan satu atau lebih zat aditif. Setiap komponen akan berkontribusi memberikan sifat khusus pada komposisi akhir. Bioplastik dalam suatu lingkungan harus bersifat praktis dan dapat terdegradasi secara alami (Stevens,2002)

Secara umum, bioplastik dapat didefinisikan sebagai kemasan film yang dapat didaur ulang dan dapat terdegradasi (hancur) alami. Bioplastik tidak memiliki kandungan racun, dapat terdegradasi, serta memiliki efek yang lebih rendah di dalam lingkungan. Jika dibandingkan dengan plastik, bioplastik akan jauh lebih aman. Bioplastik dapat dibakar tanpa mengeluarkan gas beracun dan ketika menjadi sampah.

Saat ini sudah banyak perusahaan-perusahaan di dunia yang memproduksi plastic dengan bahan dasar pati (amilum) dan polisakarida. Plastic dengan bahan dasar pati ini memiliki sifat yang mudah menyerap air sehingga akan semakin mudah terdegradasi. (Selke, 2006)

Bioplastik yang terurai oleh aktivitas pengurai melalui proses biodegradasi. Dan kemudian hasil biodegradasi tersebut akan diolah tanaman melalui proses fotosintesis yang hasilnya kemudian disimpan dalam bentuk cadangan makanan, misalnya umbi. Dan kemudian akan dijadikan bahan baku dalam pembuatan bioplastik (IBAW,2005)



Gambar 2.1 Siklus Bioplastik

## 2.2 Polimer

Polimer adalah molekul besar yang terbentuk dari unit yang berulang sederhana. Polimer berasal dari bahasa Yunani yaitu *poly* yang memiliki arti “banyak dan *mer* memiliki arti “bagian”. Molekul yang terdapat pada polimer berukuran lebih besar dibandingkan dengan molekul pada *hydrocarbon* atau yang dikenal sebagai makromolekul (Stevens,2001)

Menurut Callister (1985), karakter fisik pada polimer tidak hanya bergantung pada bentuk dan berat molekulnya saja, namun juga pada perbedaan struktur yang terdapat di rantai molekulnya. Macam-macam struktur molekuler antara lain meliputi linier, bercabang, silang, dan network.

### 1. Polimer Linier

Rantai yang dibetuk uni mer yang bergabung bersama serta membentuk rantai tunggal. Rantai panjang yang terbentuk memiliki sifat fleksibel dan panjang lurus. Sebagian besar polimer linier memiliki ikatan van der waals dan ikatan hidrogen antar rantai

### 2. Polimer Bercabang

Merupakan polimer yang disintesis membentuk rangkaian cabang yang saling berhubungan. Cabang yang terbentuk dianggap sebagai bagian dari rantai utama pada

molekul yang merupakan hasil reaksi selama proses sintesis dari polimer.

### 3. Polimer Bersilang

Pada polimer bersilang, rantai linier yang berdekatan saling bergabung dan membentuk struktur polimer. Proses berkait terjadi selama reaksi non reversible. Umumnya polimer bersilang dilakukan pada atom ataupun molekul aditif yang berikatan kovalen dengan rantai

### 4. Polimer Berjejaring

Polimer dengan jumlah persilangan yang banyak dan diklasifikasikan sebagai polimer berjejaring. Material yang termasuk ke dalam golongan polimer berjejaring memiliki sifat mekanik serta termal yang berbeda.

## 2.3 Biopolimer

### 2.3.1 Pati Jagung

Pati adalah karbohidrat yang tersebar di berbagai tanaman, terutama pada tanaman berklorofil. Bagi tanaman, pati adalah cadangan makanan yang terletak pada batang, biji, maupun umbi tanaman. Pati atau amilum  $(C_6H_{10}O_5)_n$  adalah polisakarida dari tumbuh-tumbuhan. Bahan ini memiliki peranan yang sangat penting dalam pembuatan bioplastik. Pati memiliki kemampuan untuk merekatkan dan mengenyalkan.

Kandungan terbesar di dalam pati adalah amilosa dan amilopektin. Komposisi kedua kandungan ini bervariasi sesuai dengan sumber dan lokasi penanaman. Kandungan amilosa dan amilopektin di dalam pati menyebabkan pati tidak dapat terlarut di dalam alkohol dan air dingin (Maryadele J.O'neil, 1997)

Tepung jagung memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu 79,98% jika didapatkan dengan menggunakan metode basah. Dan 71,59% jika didapatkan dengan metode kering seperti yang tertera pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kandungan Nutrisi Jagung

Komponen	Tepung Jagung metode basah	Tepung Jagung metode kering
Air (%)	10,15	9,45
Abu (%)	0,98	1,05
Protein (%)	1,99	2,05
Lemak (%)	6,70	7,89
Serat (%)	1,05	1,31
Karbohidrat (%)	79,98	79,51

Sumber: Suarni dan Firmansyah (2005)

### 2.3.2 Gelatinasi

Karena struktur yang cukup rumit, maka pengolahan pati akan melibatkan terganggunya tatanan structural yang ada di dalam butiran ketika dipanaskan di dalam air. Hal ini akan menyebabkan terganggunya ikatan intermolekuler yang ada di dalam butiran pati.

Proses gelatinisasi pada pati akan pertama kali terjadi pada daerah amorf. Bagian amorf yang terdapat di granula pati akan menyerap air hingga 30%. Ikatan hydrogen di daerah ini akan mengalami putus dikarenakan proses pemanasan sehingga menyebabkan granula pati terhidrasi. Granula pati akan terus mengalami pengembangan sehingga viskositas pati akan meningkat hingga volume hidrasi maksimum yang dapat dicapai pati. Fenomena ini ditandai dengan meningkatnya viskositas dan menghilangnya sifat *birefringence* (Swinkels, 1985).

Gelatinisasi dipengaruhi berbagai macam faktor seperti pH, keberadaan komponen lain, hingga suhu gelatinisasi. Proses pembuatan ini akan mengarah ke pembuatan “gel” atau yang dikenal sebagai gelatinisasi. Suhu gelatinisasi dari masing-masing variasi asal pati berbeda beserta rasio antar amilosa dan amilopektin serta faktor lainnya (Shrestha & Halley, 2014).

Tabel 2.2 Suhu Gelatinisasi Pada Setiap Variasi Asal Pati

<b>Pati</b>	<b>Suhu Gelatinisasi (°C)</b>
Jagung	75-80
Kentang	60-65
Gandum	80-85
Ubi kayu	65-70
Shorgum	75-80
Beras	70-75
Sagu	65-70
Ubi Jalar	65-70

Sumber: (Swinkle, 1985)

## 2.4 Pemlastis

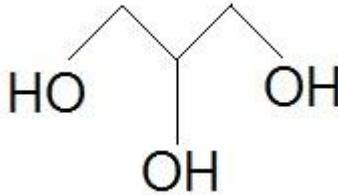
Pemlastis atau *plasticizer* merupakan sebuah bahan yang ditambahkan pada polimer untuk memfasilitasi pengolahan ataupun untuk meningkatkan sifat fisik seperti fleksibilitas atau ketangguhan. Ketika pemlastis ditambahkan pada bahan polimer, akan membuat struktur polimer mengendurkan struktur dan membuat lebih mudah untuk ruas rantai polimer bergerak (Steven,2002). Pemlastis memiliki fungsi untuk meningkatkan elastisitas, fleksibilitas, dan ekstensibilitas material, meningkatkan permeabilitas terhadap zat terlarut, uap air, dan gas serta menghindari resiko material dari keretakan (Mujiarto,2005)

Umumnya pemlastis yang digunakan berbentuk cairan yang memiliki berat molekul dan tekanan uap yang rendah. Molekul pada pemlastis yang kecil akan mengisi kekosongan diantara rantai polimer yang berukuran besar. Secara efektif, pemlastis akan mengurangi ikatan intermolekular sehingga dapat meningkatkan jarak ikatan (Callister,1985). Pemlastis yang sering digunakan dalam pembuatan bioplastik yaitu gliserol dan sorbitol

### 2.4.1 Gliserol

Gliserol merupakan komponen yang menyusun berbagai macam lipid, termasuk gliserida. Gliserol mempunyai rasa yang manis dan tidak beracun. Gliserol adalah senyawa alcohol polihidrat (polyol) yang memiliki 3 buah gugus hidroksil di dalam 1 molekul atau yang dikenal dengan alokhol triavalent. Rumus kimia gliserol

adalah  $C_3H_8O_3$ . Berat molekul gliserol adalah 92,10 dan massa jenisnya adalah  $1,23 \text{ g/cm}^3$  (Winarno,1992)



Gambar 2.2 Struktur Gliserol  
(Solvay, 2001)

Gliserol menjadi salah satu pemlastis yang banyak digunakan dalam pembuatan bioplastik karena efektif mengurangi ikatan hydrogen internal sehingga meningkatkan jarak internolekular.

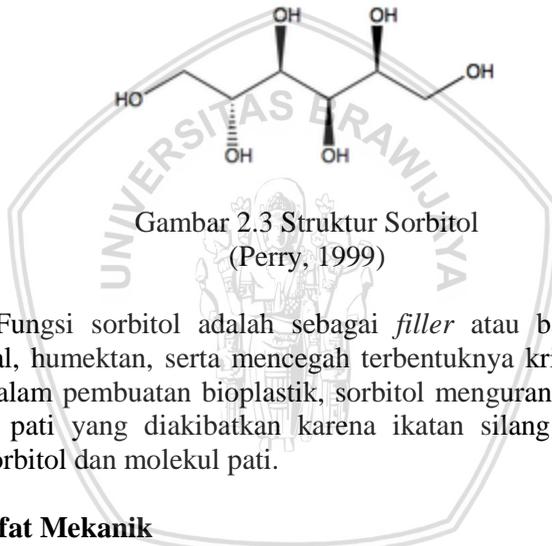
Gliserol memiliki sifat hidrofilik sehingga sangat tepat dijadikan bahan pembentuk plastik yang bersifat hidrofilik seperti pati. Gliserol dapat meningkatkan sorpsi molekul polar seperti air. Meningkatkan komposisi gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas plastic. Molekul di dalamnya akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan interaksi intermolecular, dan meningkatkan mobilitas polimer. Hal ini akan mengakibatkan peningkatakn elongasi dan penurunan nilai kuat tarik seiring dengan penambahan gliserol (Gontard et al, 1993)

Gliserol diproduksi dari fermentasi gula atau dari miyak nabati, hewani, dan lemak. Gliserol merupakan pemlastis yang efektif dan murah dan cenderung menghasilkan plastik yang fleksibel bahkan pada suhu yang sangat rendah sekalipun. Namun, apabila terlalu banyak kandungan gliserol dalam suatu plastik, akan membuat terjadinya pengerutan. Kekurangan dari gliserol lainnya adalah cenderung kehilangan keefektivasnnya sebagai pemlastis seiring waktu (Steve,2002)

## 2.4.2 Sorbitol

Sorbitol atau dikenal pula sebagai glusitol merupakan gula alkohol yang di metabolisme pada tubuh manusia secara lamban. Kebanyakan sorbitol dibuat dari sirup jagung, namun dapat pula ditemukan pada apel, pir, persik dan buah prune.

Nama kimia lain dari Sorbitol adalah glusitol dan hexitol dengan rumus kimia  $C_6H_{14}O_6$ . Struktur molekul sorbitol mirip dengan struktur molekul yang terdapat pada glukosa. Hanya saja berbeda pada gugus aldehyd pada glukosa diganti dengan gugus alkohol.



Gambar 2.3 Struktur Sorbitol  
(Perry, 1999)

Fungsi sorbitol adalah sebagai *filler* atau bahan pengisi, pengental, humektan, serta mencegah terbentuknya kristal di dalam sirup. Dalam pembuatan bioplastik, sorbitol mengurangi pergerakan molekul pati yang diakibatkan karena ikatan silang yang terjadi antara sorbitol dan molekul pati.

## 2.5 Sifat Mekanik

Setiap material memiliki sifat mekaniknya masing-masing termasuk polimer. Baik itu kuat tariknya, ketahanan, persen pemanjangan, kekerasan, kerapuhan, dan lainnya. Sifat mekanik dari polimer ini lah yang kemudian menjadi penentu karakteristik dari polimer. Sifat mekanik dipengaruhi gaya antar molekul di dalam polimer.

Sifat mekanik yang pada polimer memiliki spesifikasi yang hampir sama dengan sifat mekanik pada logam yaitu kekuatan modulus elastis, regangan, *fatigue*, dan gaya tekan. Sifat mekanik polimer cukup sensitif terhadap laju deformasi regangan. Zat-zat

kimia alami pada lingkungan, dan temperatur berdasarkan pernyataan Callister (1985).

Tiga tipe polimer yang berasal dari tingkal laku tegangan-regangan, yaitu:

1. Rapuh  
Pada umumnya bahan mengalami retakan saat deformasi secara elastis terjadi
2. Elastis  
Deformasi awal elastis dapat ditandai dengan adanya deformasi dan tarikan yang terjadi di daerah plastik
3. Elastis Total  
Kemampuan untuk dapat kembali ke kondisi awal (*recovery*) pada daerah regangan terjadi di tingkat tegangan yang rendah yang disebut sebagai elastomer

### 2.5.1 Tegangan (Tensile Strenght)

Kuat tarik merupakan salah satu sifat bahan. Kuat tarik merupakan kemampuan bahan dalam menahan gaya yang dibebankan pada sebuah bahan hingga mengalami putus. Beberapa bioplastik memiliki nilai kuat tarik yang terbatas.

Kuat tarik bertujuan untuk dapat mengetahui ketahanan dan sifat fisik polimer. Secara umum, kuat tarik dapat meningkat seiring dengan penambahan panjang rantai dan ikatan silang yang terdapat di dalam polimer. Kuat tarik adalah perbandingan antara gaya maksimum dalam sebuah pengujian yang tegak lurus terhadap luas penampang original dari suatu sampel (Budinski, 1996). Yang mana satuan dari kuat tarik adalah  $N/m^2$ .

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

$\sigma$  = Kuat tarik (Mpa)

$F_{maks}$  = Gaya tarik maksimum (N)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Tegangan tersebut merupakan tegangan normal, sebab gaya yang terdistribusi adalah tegak lurus pada luas. Satuan tegangan adalah ( $\text{N}/\text{m}^2$ ) atau Newton per meter kuadrat. Tegangan bukan besaran vector, tidak seperti gaya karena tegangan tidak memiliki arah tertentu (Sears dan Zemansky, 1982).

### 2.5.2 Regangan (Elongation at Break)

Keuletan dalam bahan polimer merupakan sifat yang menunjukkan kemampuan bahan untuk dapat bertambah panjang saat diberi gaya tarik atau beban. Besaran ini yang disebut dengan elongasi atau regangan. Regangan dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang awal (Sears dan Zemansky, 1982). Perbandingan perubahan panjang bahan terhadap panjang mula-mula diakibatkan sebuah gaya dengan arah yang sejajar dengan perubahan panjang tersebut. (Van Vlack, 1991). Dalam Satuan Internasional (SI), regangan memiliki lambing  $\epsilon$  dengan besaran satuan  $\text{mm}/\text{mm}$  (%). Pemanjangan yang terjadi pada bahan dapat disertai dengan patahan. Biasanya elongasi dituliskan dalam bentuk persen.

$$\% \text{elongasi} = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana:

$\Delta L$  = Pertambahan panjang (mm)

$L_0$  = Panjang awal (mm)

### 2.5.3 Uji Daya Serap Air

Pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui seberapa besar daya serap sampel bioplastik terhadap air. Pada sampel bioplastik diharapkan jika air yang terserap pada sampel bioplastik bernilai rendah (Suryanti dkk, 2016). Data yang didapatkan adalah presentase perubahan massa sampel yang dihitung dengan menggunakan persamaan (2.3).

$$\%m = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100\% \tag{2.3}$$

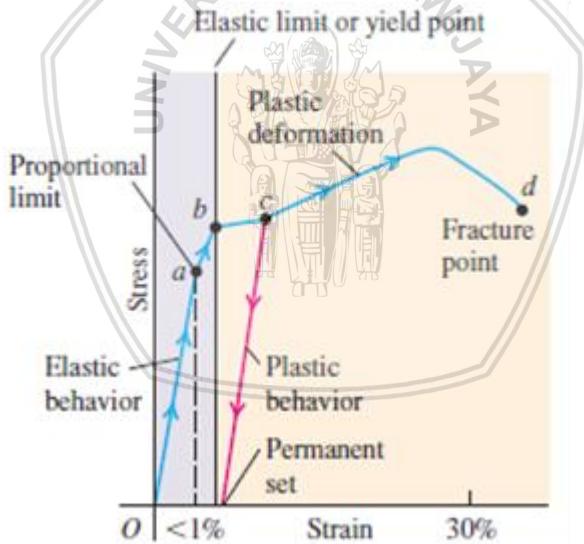
Dimana:

$m_0$  = Massa awal (gr)

$m_t$  = Massa akhir (gr)

### 2.5.4 Karakteristik Tegangan Regangan

Karakteristik sifat mekanik suatu material dapat dianalisa dengan uji tarik. Dimana hasil dari uji tarik berupa kurva gaya, pertambahan panjang, dan perubahan bentuk sampel yang dijelaskan secara teori (Callister,2007) yang dapat ditunjukkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram Tegangan Regangan (Zemansky & Sears, 2000)

Diagram antara tegangan (stress) dan regangan (strain) dapat menentukan sifat mekanik yang ada pada sebuah bahan. Diagram tersebut menggambarkan mengenai perubahan tegangan terhadap regangan bila sebuah bahan dikenai suatu gaya. Pada titik tertentu terjadi deformasi struktur benda yang ditandai dengan *fracture point*.

Hukum Hooke menyatakan bahwa regangan berbanding lurus dengan tegangan, dan hukum ini dapat dipenuhi sebuah bahan pada daerah elastis. Jika bahan diberikan gaya (ditarik) pada daerah elastis, maka benda akan mengalami perubahan ukuran. Setelah gaya dihilangkan, maka bahan tersebut dapat kembali seperti keadaan semula. Pada tegangan yang melewati batas elastis, terjadi pergeseran tetap pada atom-atom yang ada di dalam suatu bahan di samping regangan. Regangan tetap ini tidak akan mampu kembali ke kondisi semula saat tegangan dihilangkan. Regangan ini disebut dengan *plastic strain* atau regangan plastis. Pada daerah plastis, ukuran atau panjang bahan tidak dapat kembali ke kondisi semula ketika gaya dihilangkan.

Grafik regangan pada daerah elastis merupakan linier, sedangkan pada daerah plastis menunjukkan harga maksimum dari *ultimate strength*. Harga sloper pada grafik linier dinyatakan sebagai Modulus Young. Luas total dari daerah kurve menyatakan nilai *modulus of toughness*, sedangkan luas untuk daerah elastis menyatakan nilai *modulus of resilience*. *Modulus of toughness* atau ketangguhan merupakan energi total yang diserap sebuah bahan dalam satu satuan volume hingga bahan tersebut mengalami deformasi struktur (robek atau patah). *Modulus of resilience* merupakan energi yang diserap bahan dalam satu satuan pada daerah elastis. Kedua besar ini memiliki pengaruh pada kerja bahan yang umumnya terjadi pada daerah elastis (Nugraheni, dkk, 2014)



**(Halaman Sengaja Dikosongkan)**



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di rumah penulis dan Laboraturium Material Jurusan Fisika Universitas Brawijaya pada bulan April-Mei 2018.

### 3.2 Alat dan Bahan

#### 3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu gelas beker, gelas ukur(10ml, 50 ml), timbangan digital, cetakan akrilik, thermometer, alat uji tarik, alat pengukur ketebalan CTG (*Coating Thickness Gauge*)

#### 3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah pati jagung, aquades, sorbitol dan gliserol konsentrasi 70%.

### 3.3 Pembuatan Sampel

#### 3.3.1 Persiapan bahan bahan

Penimbangan rasio bahan sesuai dengan yang telah ditentukan seperti yang disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Komposisi Bahan

Jenis Pemlastis	Pati (g)	Aquades (ml)	Komposisi Pemlastis (ml)	Nama Sampel
Gliserol	3,5	70	1,0	G1
	3,5	70	1,5	G2
	3,5	70	2,0	G3
Sorbitol	3,5	70	1,0	S1
	3,5	70	1,5	S2
	3,5	70	2,0	S3
Tanpa Pemlastis	3,5	70	0	B0

### 3.3.2 Pembuatan Bioplastik

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dalam beberapa tahapan:

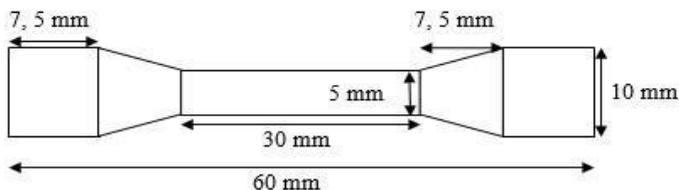
1. Pati dan Aquades dicampurkan ke dalam gelas beaker 500 ml dan diaduk selama 5 menit dengan suhu  $30^{\circ}\text{C}$
2. Dilakukan proses gelatinisasi dengan menaikkan suhu hingga mencapai suhu gelatinisasi jagung yaitu  $75-80^{\circ}\text{C}$ . Saat proses gelatinisasi, masukkan pemlastis dengan komposisi yang telah ditentukan pada saat suhu  $45^{\circ}\text{C}$ .
3. Dilakukan pengadukan secara terus menerus hingga mencapai suhu  $75-80^{\circ}\text{C}$  (suhu gelatinisasi). Pengadukan ini dilakukan untuk menghilangkan gelembung di dalam sampel bioplastik.
4. Bioplastik cair yang dihasilkan kemudian dicetak ke dalam cetakan ukuran  $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ . Bioplastik yang telah dicetak kemudian dikeringkan pada suhu  $50-55^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam. Setelah itu dikeringkan 12 jam dalam suhu ruang hingga dapat diambil sebagai lembaran bioplastik.

### 3.4 Pengujian Bioplastik

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu sampel dipilih dan dibentuk sesuai dengan kebutuhan dari pengujian tarik dan pengujian pengemasan makanan. Dipilih lembaran sampel dari bioplastik dengan ketebalan yang sama.

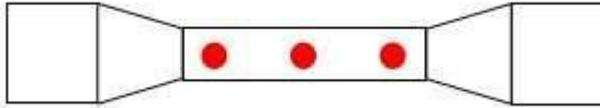
#### 3.4.1 Uji Tarik

Pengujian sampel bioplastik yang dilakukan untuk dapat mengetahui karakteristik dari sampel bioplastik. Untuk melakukan uji tarik, digunakan sampel bioplastik dengan bentuk seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bentuk dan ukuran uji Tarik

Sebelum dilakukan uji tarik, terlebih dahulu diukur panjang dan tebal dari sampel bioplastik. Untuk pengukuran tebal sampel bioplastik diambil dari rata-rata di 3 titik yang ada di leher sampel.



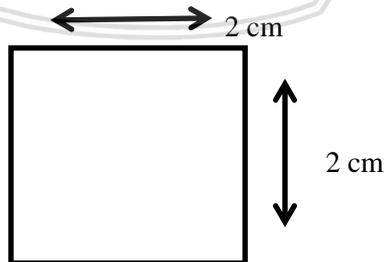
Gambar 3.2 Daerah titik pengukuran ketebalan

Setelah melakukan pengukuran, sampel dijepit pada bagian penjepit di alat uji tarik. Skala penghitung gaya diatur pada posisi nol. Berikan gaya dengan cara memutar tuas hingga sampel bioplastik putus.

Untuk persen pemanjangan didapatkan dari pengujian tarik sampel sebelum mengalami putus. Pengukuran panjang awal sampel dilakukan sebelum uji tarik sebagai  $L_0$ . Saat sampel diberikan gaya hingga sebelum putus sebagai  $L$ . Dan perbandingan antara besarnya pertambahan panjang bioplastik yaitu  $\Delta L$  dan  $L_0$  dikalikan 100% sebagai persen pemanjangan (elongasi).

### 3.4.2 Uji Daya Serap Air

Pengujian dilakukan untuk dapat mengetahui daya tahan dari sampel bioplastik pati jagung terhadap air. Sampel bioplastik yang akan diuji adalah sebanyak 3 lembar pada masing-masing percobaan dengan bentuk dan ukuran seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Bentuk dan ukuran sampel ketahanan air

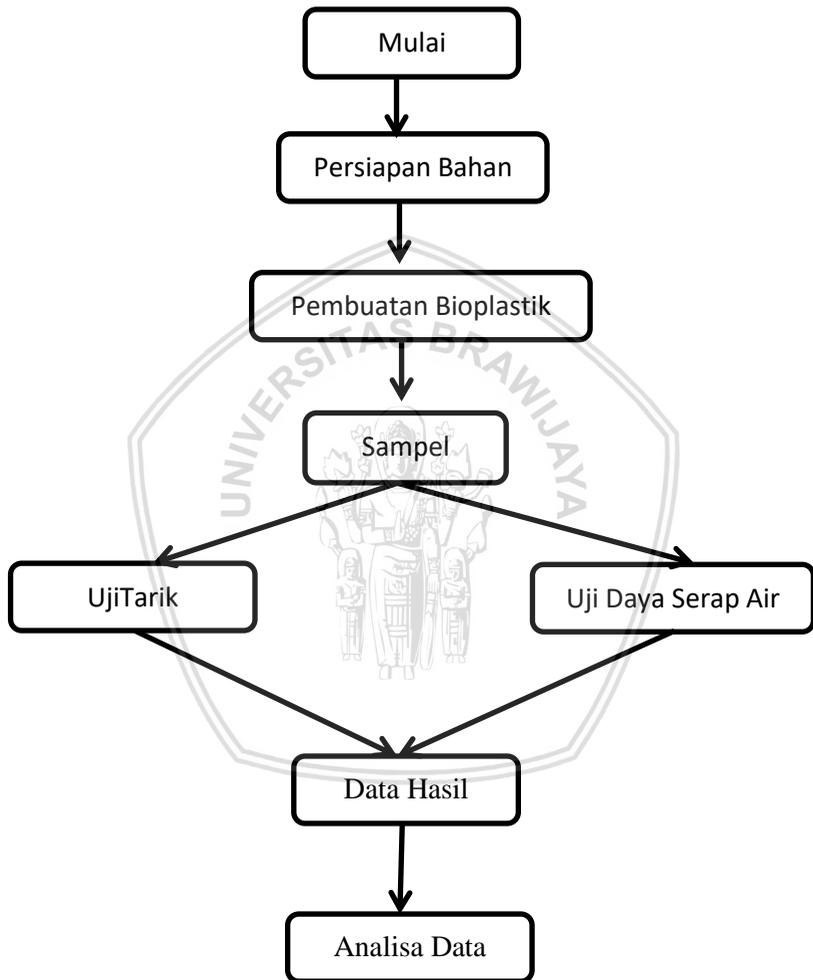
Sebelum melakukan pengujian, sampel bioplastik terlebih dahulu ditimbang untuk mendapatkan massa awal ( $m_0$ ). Selanjutnya sampel bioplastik direndam di dalam gelas kimia berisikan aquades 30 ml selama jangka waktu 15 menit. Sample di lap dengan menggunakan tissue dan kemudian ditimbang. Hasil yang didapatkan dalam uji daya serap air ini adalah massa akhir ( $m_t$ ) Dari data yang diperoleh kemudian dihitung presentase perubahan massa sampel bioplastik dengan menggunakan persamaan berikut

$$\%m = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100\% \quad (3.1)$$



### 3.5 Alur Penelitian

Metodologi penelitian yang telah dilakukan kemudian tersaji dalam alur penelitian di bawah ini.



Gambar 3.4 Alur Penelitian



**(Halaman Sengaja Dikosongkan)**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Bioplastik

Proses pembuatan bioplastik hingga mendapatkan lembaran plastic dilakukan selama 15 jam. Pada umumnya, hasil bioplastik yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis, transparan elastis, tidak memiliki bau, dan memiliki permukaan yang rata seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1, dengan ketebalan 86-175  $\mu\text{m}$  yang diukur dengan menggunakan alat CTG.



Gambar 4.1 Hasil Bioplastik Pada Sampel Tanpa Pemplastis

### 4.2 Sifat Mekanik

Sifat mekanik yang ingin diketahui dalam penelitian ini merupakan nilai kuat tarik dan elongasinya. Kuat tarik merupakan kemampuan sebuah bahan dalam menerima gaya yang berasal dari luar yang dipengaruhi oleh faktor jenis bahan dan bentuk ikatan dalam sample uji. Sifat mekanik tersebut didapatkan melalui respon uji tarik. Uji tarik adalah jenis pengujian pada bahan uji untuk dapat mengetahui respon material ketika diberikan gaya, sehingga diketahui sifat dari bahan uji tersebut. Uji tarik ini akan memberikan informasi mengenai nilai kuat tarik dan elongasi pada sampel bioplastik (Hartatik et al., nd)

#### 4.2.1 Kuat Tarik

Hasil data kuat tarik yang diperoleh merupakan data tanpa dan dengan variasi pemlastis. Sampel bioplastik pati jagung yang tidak diberikan pemlastis memiliki fungsi sebagai nilai acuan dari uji tarik dan sebagai perbandingan untuk pengujian lainnya. Nilai kuat tarik sampel yang paling tinggi diperoleh pada sampel dengan pemlastis sorbitol dengan komposisi 1,0 yaitu sebesar  $25,35 \pm 0,02$  MPa dan nilai terendah diperoleh pada sampel dengan pemlastis gliserol 2,0 yaitu  $2,35 \pm 0,02$  MPa. Dan untuk acuan nilai kuat tarik sampel tanpa pemlastis yaitu  $21,3 \pm 0,02$  MPa

Tabel 4.1 Hasil Uji Tarik Setiap Sampel

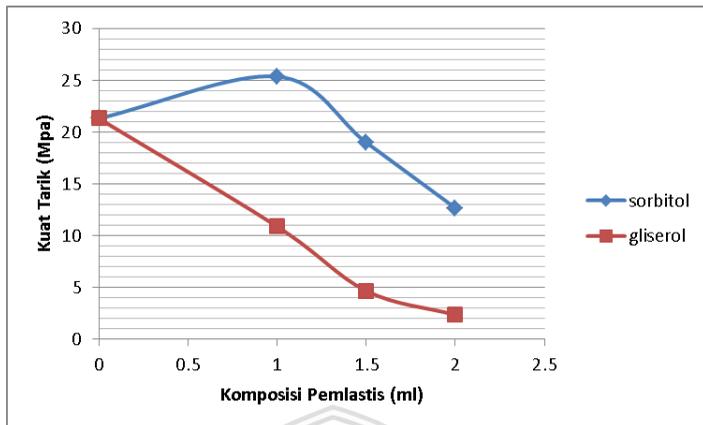
Komposisi Pemlastis (ml)	Kuat Tarik (MPa)		
	Gliserol	Sorbitol	Tanpa Pemlastis
1,0	$10,88 \pm 0,002$	$25,35 \pm 0,02$	$21,3 \pm 0,02$
1,5	$4,67 \pm 0,001$	$18,99 \pm 0,002$	
2,0	$2,35 \pm 0,02$	$12,67 \pm 0,02$	

Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.2, hasil kuat tarik mengalami perubahan nilai kuat tarik dalam setiap komposisi pemlastis yang mengakibatkan nilai kuat tarik sampel mengalami penurunan.

Penurunan nilai kuat tarik mengalami perubahan yang cukup signifikan dalam setiap penambahan komposisi pemlastis. Pada penambahan pemlastis gliserol 1,0 ml hingga ke 1,5 ml terjadi perubahan dari  $10,88 \pm 0,002$  MPa ke  $4,67 \pm 0,001$  Mpa.

Sedangkan pada pemlastis sorbitol 1,0 ml hingga ke 1,5 ml terjadi perubahan penurunan kuat tarik dari  $25,35 \pm 0,02$  MPa ke  $18,99 \pm 0,002$  MPa.

Jika dilihat dari data yang dihasilkan maka dapat terlihat jika penurunan nilai kuat tarik bioplastik pati jagung menurun setengah dari komposisi pemlastis sebelumnya. Namun asumsi tersebut tidak berlakuan pada penambahan komposisi pemlastis lebih dari 2,0 ml dan sampel tanpa penambahan pemlastis.



Gambar 4.2 Grafik hubungan kuat tarik dan komposisi pemlastis

Penurunan nilai tarik ini disebabkan karena penambahan pemlastis yang memberikan volume bebas pada sampel bioplastik. Volume bebas ini akan mempengaruhi nilai kuat tarik (Olakitan.et.al,2010). Molekul-molekul di dalam pemlastis berada diantara rantai ikatan polimer dan mengalami interaksi dengan membentuk ikatan hydrogen di dalam rantai ikatan antar polimer. Hal ini menyebabkan interaksi yang terjadi antara molekul polimer menjadi berkurang. Dapat disimpulkan jika penambahan bahan pemlastis dapat menurunkan kuat tarik lapisan film (Purwanti,2010). Pada bioplastik tanpa penambahan pemlastis, besarnya nilai kuat tarik disebabkan karena pengaruh ikatan atom karbon yang kuat pada ikatan intermolecular di dalam pati.

Pada Gambar grafik 4.2 menunjukkan jika nilai kuat tarik antara sampel bioplastik dengan pemlastis sorbitol dan gliserol memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pengaruh massa molar dari masing-masing pemlastis. Pada sorbitol memiliki massa molar 182,17 g/mol dan gliserol memiliki massa molar yaitu 92,09 g/mol. Massa molar mempengaruhi distribusi pemlastis pada ikatan hidrogen di dalam pati, sehingga memudahkan interaksi antara pemlastis dan ikatan hidrogen. Massa molar pada pemlastis akan memberikan ukuran serta bentuk pada molekul di dalam pemlastis yang dapat mempengaruhi mobilitas antara pemlastis dengan molekul pati. Karena nilai massa molar sorbitol lebih besar dibandingkan gliserol, sehingga nilai kuat tarik bioplastik

dengan pemlastis sorbitol lebih tinggi dibandingkan pemlastis gliserol

Kuat tarik dan efisiensi dari jenis pemlastis tergantung dari berat molekulnya. Kuat tarik bioplastik akan meningkat saat berat molkulnya meningkat. Sehingga bioplastik dengan pemlastis sorbitol memberikan nilai kuat tarik yang besar jika dibandingkan dengan gliserol (Laila,2008)

Jika berdasar pada sifat, gliserol memiliki sifat yang lebih volatile dibandingkan dengan sorbitol. Karena sifat tersebutlah, menyebabkan volume gliserol akan lebih banyak hilang saat proses pembuatan dan pengeringan dibandingkan dengan sorbitol. Hal ini akan menyebabkan gugus OH pada gliserol yang berikatan intermolecular dengan pati akan semakin berkurang pula.

Jika melihat dari molekulnya, gugus OH pada sorbitol memang lebih banyak jika dibandingkan dengan gliserol dalam jumlah kadar yang sama. Sehingga menyebabkan ikatan molecular yang terbentuk juga semakin banyak.( Donhowe dan Femena, 1993)

#### 4.2.2 Elongasi

Elongasi merupakan penambahan panjang sampel bioplastik dari panjang awal ( $L_0$ ) hingga panjang akhir ( $L_i$ ) sebelum sampel putus. Ketika sampel ditarik sebuah gaya, maka jarak anta molekul-molekulnya menjadi semakin besar sehingga membuat sampel bioplastik semakin panjang. Apabila gaya tarik yang diberikan pada bahan uji melebihi dari gaya tarik antar molekulnya, maka akan menyebabkan perpanjangan pada sampel yang bersifat permanen (Steven,2001)

Untuk nilai elongasi sampel bioplastk disajikan dalam tabel 4,2 yang menunjukkan jika nilai elongasi tertinggi didapatkan pada sampel bioplastik dengan penambahan gliserol 2,0 ml yaitu  $22,03 \pm 0,12$  % dan nilai terendah didapatkan sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis yaitu  $4,4 \pm 0,02$ % Sedangkan untuk pemlastis sorbitol memiliki nilai tertinggi pada sorbitol 2,0 ml yaitu  $13,71 \pm 0,01$ %

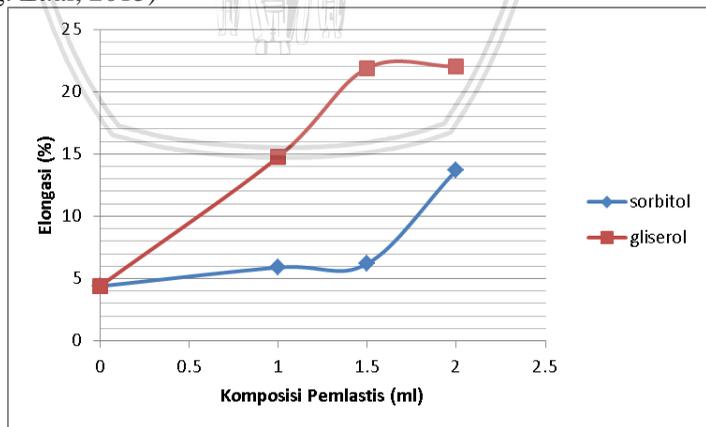
Tabel 4.2 Hasil Elongasi Setiap Sampel

Komposisi Pemlastis (ml)	Elongasi (%)		
	Gliserol	Sorbitol	Tanpa Pemlastis
1,0	$14,76 \pm 0,06$	$5,98 \pm 0,007$	$4,4 \pm 0,02$
1,5	$21,89 \pm 0,042$	$6,22 \pm 0,12$	
2,0	$22,03 \pm 0,12$	$13,71 \pm 0,01$	

Pada Gambar 4.3 memperlihatkan jika penambahan pemlastis akan meningkatkan nilai elongasi dari sampel bioplastik. Pada penambahan sorbitol 1.0 ml didapatkan hasil  $5,985 \pm 0,007\%$ , pada penambahan sorbitol 1.5 ml didapatkan hasil  $6,22 \pm 0,12$  dan untuk penambahan sorbitol 2.0 ml didapatkan hasil  $13,71 \pm 0,01\%$

Dan untuk penambahan pemlastis gliserol 1.0 ml mengalami persen pemanjangan yaitu  $14,76 \pm 0,06\%$ , untuk gliserol 1.5 ml mendapatkan hasil  $21,89 \pm 0,042\%$ , dan untuk penambahan gliserol 2.0 mendapatkan hasil  $22,03 \pm 0,12\%$ .

Peningkatan nilai elongasi seperti yang tersaji pada Gambar 4.3 grafik hubungan antara nilai elongasi (%) dan komposisi pemlastis, pada bioplastik diakibatkan karena penambahan pemlastis menyebabkan menurunnya ikatan yang ada pada molekul amilosa dengan amilopektin, pengaruh ikatan hydrogen molekul pada pati dengan pemlastis dan amilosa-amilopektin dengan matriks pati (Sanyang, Et.al, 2015)



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Antara Nilai Elongasi (%) dan komposisi pemlastis

Perubahan nilai elongasi pada bioplastik sangat tergantung mobilitas pada rantai molekul polimer. Hal ini yang menjelaskan nilai elongasi pada sampel bioplastik dengan penambahan sorbitol lebih rendah dibandingkan dengan bioplastik dengan penambahan gliserol dikarenakan mobilitas pada pemlastis sorbitol lebih rendah dibandingkan pemlastis gliserol (Zavareza.et.al, 2012)

Besarnya perubahan nilai elongasi pada sampel bioplastik yang ditambahkan dengan pemlastis gliserol disebabkan karena penambahan gliserol ( $C_3H_5(OH)_3$ ) pada pati ( $C_6H_{10}O_5$ ) dapat meningkatkan jumlah percabangan yang ada di dalam ikatan bioplastik sehingga menyebabkan semakin banyaknya ikatan bercabang pada polimer, fleksibilitas pada polimer juga turut semakin meningkat. Semakin banyak ikatan yang bercabang dalam suatu polimer akan meningkatkan fleksibilitas pada bioplastik (Callister, 2007). Meningkatnya nilai elongasi dikarenakan penambahan pemlastis dapat menurunkan kekuatan internolekuler bioplastik diantara rantai polimer serta meningkatkan fleksibilitas bioplastik (Latief, 2001)

Jika dilihat dari segi sifat, gliserol memiliki sifat yang lebih elastis dan fleksibel dibandingkan dengan sorbitol. Sorbitol cenderung membentuk fase kristal yang lebih tinggi. Di dalam suhu kamar, sorbitol berbentuk krsital dan gliserol dalam fase cair. Krsitalinitas pada sorbitol menyebabkan nilai kuat tarik bioplastik semakin meningkat namun menyebabkan fleksibilitas semakin menurun (Cervera, dkk, 2004)

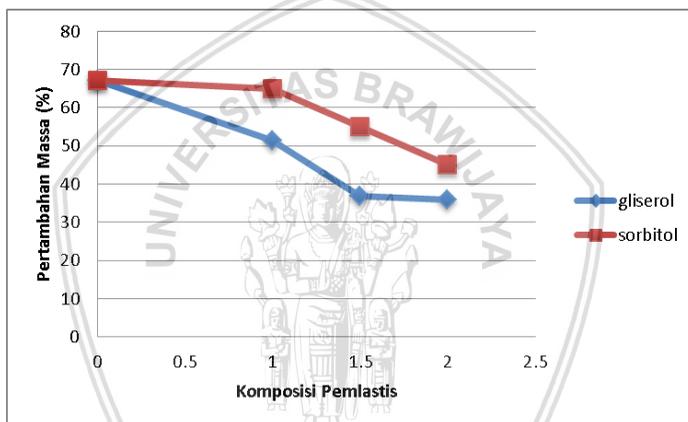
#### **4.2.3 Daya Serap Air**

Daya serap air merupakan banyaknya air yang diserap bioplastik dalam persen. Pada pengujian daya serap ini dapat menentukan sifat ketahanan bioplastik pada air. Semakin rendah nilai daya serap bioplastik pada air, menunjukkan jika memiliki hasil ketahanan air yang baik. Pada pengujian daya serap air, didapatkan hasil dengan nilai tertinggi yaitu pada sample bioplastik tanpa pemlastis yaitu 67,06 seperti yang tersaji dalam Tabel 4.3

Tabel 4.3 Hasil Daya Serap Air

Komposisi Pemlastis (ml)	Pertambahan Berat (%)		
	Gliserol	Sorbitol	Tanpa Pemlastis
1,0	51,38	64,8	67,06
1,5	36,75	55,096	
2,0	35,89	45,02	

Penambahan komposisi sorbitol dan gliserol yang diberikan kepada bioplastik menyebabkan daya serap air bioplastik semakin rendah. Hal ini dapat terlihat dari Gambar grafik 4.4.



Gambar 4.4 Grafik hubungan antara komposisi pemlastis dengan persen penambahan berat bioplastik

Pada sampel bioplastik dengan penambahan gliserol 1,0 ml didapatkan hasil 51,38%, untuk penambahan gliserol 1,5 ml didapatkan hasil 36,75% dan untuk gliserol 2,0 ml didapatkan hasil 35,89%. Sedangkan pada penambahan sorbitol 1,0 ml didapatkan hasil 64,8ml, untuk sorbitol 1,5 ml didapatkan hasil 55,096% dan untuk sorbitol 2,0 didapatkan hasil 45,02%. Penambahan komposisi pemlastis cenderung mengurangi nilai daya serap air pada bioplastik. Semakin besar konsentrasi pemlastis yang digunakan maka ketahanan air juga semakin rendah dengan persentase daya serap air (*water upatake*) yang tinggi yang menunjukkan jika terjadi proses penyerapan air yang besar.

Pada sampel bioplastik tanpa pemlastis, hanya memiliki kandungan utama yaitu pati. Kandungan pati ini memiliki karakteristik mekanik yang kecil sehingga menyebabkan sampel bioplastik mudah rapuh dan sobek. Akan tetapi daya serap air menjadi semakin meningkat. Pati memiliki gugus hidroksil dalam jumlah yang lebih banyak sehingga menyebabkan daya serap air juga semakin meningkat. Sifat pati yang lebih hidrofilik mampu mengikat molekul air dan membentuk ikatan hidrogen antara pati dan air.

Namun nilai daya serap air ini menurun seiring dengan penambahan pemlastis dikarenakan adanya ikatan yang terjadi antara gugus karboksil dan hidroksil sehingga menyebabkan pengurangan nilai daya serap air yang melapisi lapisan bioplastik. Penambahan *plasticizer* menyebabkan menurunnya ikatan hydrogen internal serta meningkatkan jarak antar molekuler sehingga menyebabkan peningkatan nilai permeabilitas film. Selain itu menurunkan interaksi molekul dan meningkatnya mobilitas yang akan memfasilitasi perpindahan air. Sehingga meningkatkan komposisi gliserol dapat meningkatkan permeabilitas air (Naufal, 2016)

Perbandingan nilai daya serap air pada bioplastik dengan pemlastis gliserol dan sorbitol menunjukkan jika nilai daya serap air dengan pemlastis sorbitol lebih besar dibandingkan dengan bioplastik dengan penambahan pemlastis gliserol. Hal ini dikarenakan sifat *plasticizer* pada gliserol yang lebih hidrofobik. Sehingga semakin besar penambahan konsentrasi gliserol menyebabkan nilai daya serap air menurun dan nilai ketahanan film meningkat (Riza, dkk, 2013)

#### 4.3 Standar Sifat-Sifat Bioplastik

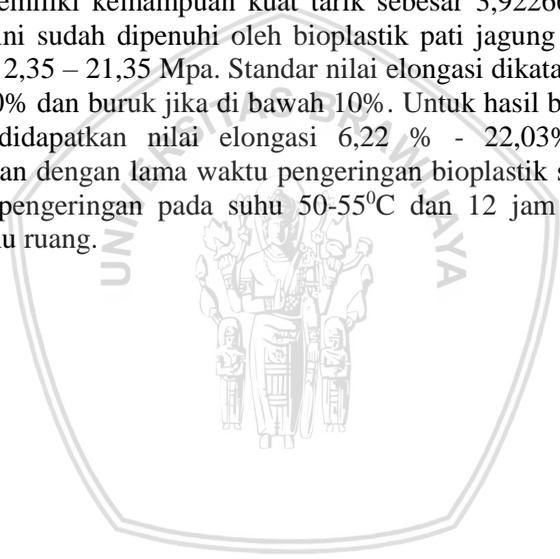
Standar JIS untuk *Edible film* ditunjukkan pada table 4.5 di bawah ini. JIS atau Japanese Industrial Standard merupakan standarisasi yang digunakan dalam kegiatan industry yang ada di Negara Jepang. Hasil yang diperoleh pada beberapa pengujian memiliki banyak perbedaan dibandingkan nilai standar edible film yang sudah ditetapkan JIS.

Tabel 4.5 Standar Edible Film

No	Karakteristik	Nilai
1	Ketebalan	0,25 mm
2	Kuat Tarik	3,92266 Mpa
3	Elongasi	Buruk <10% Bagus >50%
4	Modulus Young	0,35 Mpa
5	Transmisi Uap Air	10 g/m <sup>2</sup> h

Sumber: (JIS, 1975 In Krochta,dkk, 1997)

Standar JIS untuk edible film ini menyatakan jika bioplastik harus memiliki kemampuan kuat tarik sebesar 3,92266 Mpa. Nilai standar ini sudah dipenuhi oleh bioplastik pati jagung dengan nilai rata-rata 2,35 – 21,35 Mpa. Standar nilai elongasi dikatakan baik jika diatas 50% dan buruk jika di bawah 10%. Untuk hasil bioplastik pati jagung didapatkan nilai elongasi 6,22 % - 22,03%. Hasil ini didapatkan dengan lama waktu pengeringan bioplastik selama 3 jam dengan pengeringan pada suhu 50-55<sup>0</sup>C dan 12 jam pengeringan pada suhu ruang.





**(Halaman Sengaja Dikосongkan)**



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuat bioplastik berbahan dasar pati jagung dengan pemlastis gliserol dan sorbitol
2. Jenis dan komposisi pemlastis yang digunakan mempengaruhi sifat kuat tarik bioplastik. Pemlastis sorbitol 2.0 ml memberikan nilai uji tarik yang tinggi yaitu 25.13. Sedangkan penambahan gliserol 2.0 ml memberikan nilai elongasi yang tertinggi yaitu  $22.03 \pm 0,12\%$ .
3. Hasil optimum dari uji daya serap air didapatkan pada sampel bioplastik tanpa penambahan pemlastis yaitu 67.06% Penambahan pemlastis gliserol dan sorbitol menyebabkan meningkatnya nilai daya serap air dan menurunnya nilai daya ketahanan air pada bioplastik. Nilai terendah bioplastik dengan penambahan gliserol terdapat pada komposisi 2.0 ml yaitu 35.89% dan nilai terendah pada bioplastik dengan penambahan sorbitol pada komposisi 2.0 ml yaitu 45.02%

### 5.2 Saran

1. Pada pencetakan bioplastik diharapkan selanjutnya menggunakan loyang cetakan yang benar-benar rata sehingga mendapatkan hasil ketebalan bioplastik yang lebih homogen
2. Dilakukan Uji FTIR untuk mengetahui komposisi gugus fungsi pada bioplastik
3. Dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan komposisi pemlastis yang lebih beragam sehingga mendapatkan pengukuran yang lebih optimal
4. Dilakukan pengujian lainnya semisal uji biodegradable dan uji ketahanan kimia untuk mengetahui sifat bioplastik yang lebih banyak lagi





**(Halaman Sengaja Dikosongkan)**

## DAFTAR PUSTAKA

- Austin. 1985. Shreve's Chemical Process Industries, Mc Graw-Hill Book Co. Tokyo.
- Budinski, Kenneth. 1996. Engineering Materials Properties And Selection 5<sup>th</sup> Ed. Prentice hall. New Jersey.
- Callister, 1985. *Materials Science And Engineering An Introduction*. John Willey. New York
- Gontard, N.S., Guilbert, & J.L., Cuq. 1993. Water and Glycerol as Plasticizer Effect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten FiSci., Vol.58, No. 1, 206-211
- Cervera, M.F., Heinamaki, J., Krogars, K., and Jorgesen, A.C., (2005), Solid-State and Mechanical Properties of Aqueous Chitosan-Amylose Starch Films Plasticized With Polyols, APPS Pharm SciTech, 5, pp. hal 15-20
- Darni, Y. & H. Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.
- Donhowe, L.G. and Fennema, O., (1993), The Effects Of Plasticizers of Crystallinity, Permeability, and Mechanical Properties of Methylcellulose Films. J Food Process. Press., 17, hal 247-255.
- Jane, J. (1995). Starch Properties, Modifications, and Application. Dalam: Degradable Polymers, Recycling, and Plastics Waste Management. (Ann-Christine, A. dan Samuel J.H., eds), New York: Marcel Dekker. pp 159 – 165
- Highlights in Bioplastic. 2005. IBAW Publication
- <https://id.wikipedia.org/wiki/Gliserol> diakses 19 April 2016
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Sorbitol> diakses 19 April 2016

- Kumar, A. Ashwin, Karthick K. dan K.P. Arumugam. 2011. Biodegradable Polymers and Its Applications. *International Journal of Bioscience, Biochemistry, and Bioinformatics*.
- Krochta and De Mulder Johston, 1997. *Edible And Biodegradable Polymer Film: Changes & Oppurtunnities*. Food Technology 51.
- Laila, U., (2008), Pengaruh Platicizer dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Mekanik Edible Film Dari Kitosan, Laporan Penelitian Laboraturium Teknik Pangan dan Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gajah Mada.
- Mujiarto, Imam. 2005. Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. Jurnal Traksi.
- Musthofa, M. H. 2011. Uji Coba Bahan Kantong Bioplastik Pati dan Onggok Tapioka dengan Gliserol sebagai *Plastizer*. Laporan Skripsi Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya: Malang
- Nahwi, Naufal Fadli. 2016. Analisis Pengaruh Penambahan Platicizer Gliserol Pada Karakteristik Edible Film Dari Pati Kulit Pisang Raja, Tongkol Jagung, dan Bonggol Enceng Gondok. Jurusan Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim: Malang.
- Nugraheni, Tri, dkk. 2014. Pengukuran Tensile Strength dan Modulus Elastisitas Benda Padat. Jurusan Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Airlangga: Surabaya.
- Olakitan, I.C., Toyin, O.D. & Oke, A.A. 2010. Development of Bioplastic1 Film for Food Packaging. *Departement of Mechanical Engineering, Federal University of Thecnology Departement of Metallurgical and Material Engineering*

- Perry, R.H. and Green, D.W. 1999. Perry's Chemical Engineer's Handbook. 7th edition. McGraw Hill Book Company. Singapore
- Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup (PPLH), 2007
- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol.
- Rambitan, J. 1988. Isolasi dan Karakterisasi Pati Dari Beberapa Varietas Jagung. Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor
- Riza, Medyan, Darmadi, Syaubari, dan Nur Abidah, Sintesa Plastik Biodegradable Dari Pati Sagu Dengan Gliserol Dan Sorbitol Sebagai Plasticizer. Magister Kimia, Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala. Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia V 2013.
- Sanyang, M., Sapuan, S., Jawaid, M., Ishak, & Sahari. 2015. Effect of Plasticizer Type and Concentration on Tensile, Thermal and Barrier Properties of Biodegradable Films Based on Sugar Palm (*Arenaga pinnata*) Starch. *Polymers*, 7(6): 1106-1124.
- Sears dan Zemansky. 1982. *Fisika Untuk Universitas 1*. Binacipta. Jakarta
- Sears and Zemansky, *University Physics with Modern Physics*, Copy Right, 2000, By Addison Wesley
- Selke, Susan E. 2006. *Handbook of Plastics Technologies: Plastics Recycling And Biodegradable Plastics*
- Stevens, ES. 2002. *Green Plastics An Introduction To The New Science Of Biodegradable Plastic*. Princeton University Press: New York.
- Shrestha, A.K. & Halley, P. 2014. Starch modification to develop novel starch-biopolymer blends: state of art and perspectives. U.K.: Elsevier, hal 105-143.

- Solvay, 2001. Sifat Fisik Gliserol. (Online). (<http://dewa2.blogspot.com/gliserol.>) (Diakses 6 Juni 2018).
- Suarni dan I.U Firmansyah. 2005. Beras Jagung: Prosesing dan Kandungan Nutrisi Sebagai Bahan Pangan Pokok. Prosiding Seminar dan Lokarya Nasional Jagung: Makasar
- Swinkles, 1985. *Source of Starch, its Chemistry and Physics dalam Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker Inc: New York
- Thakor, Nehal, Ujjval Trivedi dan K C Pattel. 2005. Microbiological And Biotechnological Aspects Of Biodegradable Plastics: Poly(Hydroxyalkanoates). *Indian Journal of Biotechnology*, 5(4): 137-147.
- Van Vlack, L.H., (1991), Ilmu dan Teknologi Bahan, terjemahan: Dr.Ir.Sriati Djaprie, Edisi Kelima, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1992. Kimia Pangan dan Gii Gramedia. Jakarta.
- Zavareze, E.da R., Pinto, V.Z., Klein, B. El Halal, S.L.M., Elias, M.C., Prentice-Hernandez, C. & Dias, A.R.G. 2012. Development of Oxidised and Heat Moisture Treated Potato Starch Film. *Food Chemistry*, 132(1): 344-350.

## LAMPIRAN

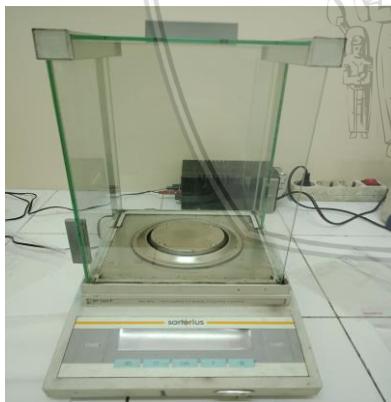
### Lampiran1. Alat Dan Bahan



Gambar 1.1 Alat Uji Tarik



Gambar 1.2 Alat Pengukur ketebalan



Gambar 1.3 Timbangan Digital



Gambar 1.4 Gelas Ukur

## Lampiran 2. Hasil Uji Tarik

Gliserol 1,0

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	121	105	119	5,7	6,5	6,82
2	119	102	119	5,8	6,7	5,610

Sorbitol 1,0

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	150	102	97,8	5,8	6,2	14,78
2	135	96,5	98,8	5,8	6,1	13,96

Gliserol 1,5

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	120	128	122	5,6	7	2,430
2	119	102	119	5,7	6,7	3,32

Sorbitol 1,5

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	156	90,4	146	4,8	5,1	6,357
2	82,6	90,4	146	5,65	6,2	13,250



Gliserol 2,0

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	104	125	135	5,5	6,9 5	1,83
3,43	175	142	160	5,8	6,9	1,352

Sorbitol 2,0

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	155	126	86	5,6	6,3 5	7,640
2	150	126	90, 3	5,7	6,5	7,850

Tanpa Pemlastis

No. Sampel	Ketebalan ( $\mu\text{m}$ )			Penarikan (cm)		Fmax
	1	2	3	Lo	Li	
1	103	105	97	5,5	5,8	11,23
2	150	102	101	5,8	6	10,58



**Lampiran3. Hasil Elongasi**

Gliserol 1,0

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	14,03	14,765
2	15,5	

Sorbitol 1,0

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	5,98	5,575
2	5,17	

Gliserol 1,5

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	25,	21,89
2	18,18	

Sorbitol 1,5

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	6,25	7,99
2	9,73	

Gliserol 2,0

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	26,36	22,66
2	18,9	

Sorbitol 2,0

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	13,39	13,71
2	14,03	

Tanpa Pemplastis

No. Sampel	$\epsilon(\%)$	$\epsilon(\%)$ rata-rata
1	5,34	4,37
2	3,4	

### Lampiran 4 Hasil Uji Daya Serap Air

#### Sorbitol 1,0

Sampel Uji	M <sub>o</sub>	M <sub>t</sub>	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,0784	0,1520	48,42%
2	0,0793	0,1725	54,02%
3	0,0784	0,1625	51,7%

#### GLiseorll 1,0

Sampel Uji	M <sub>o</sub>	M <sub>t</sub>	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,0823	0,1963	65,14%
2	0,0954	0,2055	63,79%
3	0,0852	0,2216	65,47%

#### Gliserol 1,5

Sampel Uji	M <sub>o</sub>	M <sub>t</sub>	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,0675	0,1560	36,07%
2	0,0814	0,1284	36,60%
3	0,0803	0,1287	37,60%

#### Sorbitol 1,5

Sampel Uji	M <sub>o</sub>	M <sub>t</sub>	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,0762	0,1695	55%
2	0,0742	0,1602	53,68%
3	0,0602	0,1390	56,69%

## Gliserol 2,0

Sampel Uji	$M_o$	$M_t$	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,1387	0,2144	35,30%
2	0,1129	0,1721	34,39%
3	0,1136	0,1832	37,99%

## Sorbitol 2,0

Sampel Uji	$M_o$	$M_t$	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,1271	0,2207	42,41%
2	0,1245	0,2284	45,49%
3	0,1351	0,2558	47,18%

## Tanpa Pemplastis

Sampel Uji	$M_o$	$M_t$	Persen Penambahan Massa (%)
1	0,0870	0,2476	64,86%
2	0,0822	0,2590	68,26%
3	0,0855	0,2583	70%