



Repository Universitas Brawijaya

## SKRIPSI

# PENGARUH PENAMBAHAN PEMLASTIS TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI SINGKONG (STUDI LITERATUR)

Oleh:

WULAN TRI DAYANTI

165090301111037

PROGRAM STUDI: S1 FISIKA



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU

PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2020



**PENGARUH PENAMBAHAN PEMLASTIS TERHADAP  
SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI  
SINGKONG (STUDI LITERATUR)**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**WULAN TRI DAYANTI**

**165090301111037**



**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU  
PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2020**



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

IB.ACID

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

IB.ACID

# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya



Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya  
Repository Universitas Brawijaya

# **LEMBAR PENGESAHAN**

## **SKRIPSI**

## PENGARUH PENAMBAHAN PEMLASTIS TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PAT SINGKONG (STUDI LITERATUR)

Oleh:

WULAN TRI DAYANTI

165090301111037

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Pengujian  
Pada tanggal 16 JULI 2020 . . .**

**Dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Pembimbing I

(Ganeang Saroja, S.Si., M.T.)  
NIP. 197711182005011001

Pembimbing II

(Dra. Lailatin Nuriyah, M.Si.)  
NIP. 195606171986022001

### **Mengetahui,**

### Ketua Jurusan Fisika

Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

*Robert Wier*

(Prof. Dr.rer.nat. Muhammad Nurhuda)

NIP: 196409101990021001



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wulan Tri Dayanti  
NIM : 165090301111037  
Jurusan : Fisika  
Prodi : Fisika  
Penulis Tugas Akhir Berjudul :

**PENGARUH PENAMBAHAN PEMLASTIS TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI SINGKONG (STUDI LITERATUR)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Skripsi ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Skripsi saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 2020

Yang menyatakan,



(Wulan Tri Dayanti)

NIM. 165090301111037



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

# PENGARUH PENAMBAHAN PEMLASTIS TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATAK SINGKONG (STUDI LITERATUR)

## Abstrak

Pemakaian plastik konvensional atau plastik sintetis telah diketahui dapat mencemari lingkungan. Untuk mengurangi pencemaran limbah plastik dapat dilakukan dengan mengganti plastik konvensional dengan plastik ramah lingkungan atau bioplastik. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *review* mengenai pengaruh penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis deskriptif dengan mengumpulkan informasi berupa data yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan mengkaji dan menganalisa data dari setiap sumber studi. Analisa ini berfokus pada pengaruh penambahan pemlastis berupa sorbitol dan gliserol terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong. Sumber studi yang digunakan yaitu sebanyak 20 buah jurnal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemlastis sorbitol dan gliserol dapat menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan nilai elongasi. Peningkatan konsentrasi pemlastis sorbitol memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemlastis gliserol, tetapi pemlastis sorbitol memiliki nilai elongasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pemlastis gliserol.

**Kata Kunci:** Bioplastik, pati singkong, pemlastis, sorbitol, gliserol, sifat mekanik



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## **THE EFFECT OF PLASTICIZER ADDITION ON MECHANICAL PROPERTIES OF BIOPLASTIC MADE FROM CASSAVA STARCH (STUDY REFERENCE)**

### **Abstract**

The use of conventional plastic or synthetic plastic has been known to pollute the environment. Reducing plastic waste pollution can be done by replacing conventional plastics with environmentally friendly plastics or bioplastics. This study aimed to review the effect of adding plasticizers to the mechanical properties of cassava starch-based bioplastics. The method used in this research is descriptive analysis method by collecting information in the form of relevant data, then reviewing and analyzing data from each study source. This analysis focused on the effect of plasticizers in the form of sorbitol and glycerol on the mechanical properties of cassava starch-based bioplastics. The study sources used were 20 journals. The results showed that sorbitol and glycerol plasticizers can reduce the value of tensile strength and increase the elongation value. The increase in sorbitol concentration has a higher tensile strength than glycerol plasticizers, but plasticizer sorbitol has a lower elongation value than glycerol plasticizers.

**Keywords:** Bioplastics, cassava starch, plasticizers, sorbitol, glycerol, mechanical properties



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Repository Universitas Brawijaya

Repository Univers

Aprilia atas dukungan dan doa, serta selalu bersedia memberi saran.

8. Teman-teman Jurusan Fisika 2016 dan kakak-kakak tingkat Jurusan Fisika atas segala dukungannya.
  9. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membutuhkan.

Penulis





## Repository Universitas Brawijaya

## Repository Universitas Brawijaya

## LEMBAR PENGESAHAN.....

i

## LEMBAR PERNYATAAN.....

ii

## Abstrak .....

v

## Abstract .....

vii

## KATA PENGANTAR .....

vii

## DAFTAR ISI .....

xi

## DAFTAR GAMBAR .....

xv

## DAFTAR TABEL .....

xvi

## BAB I PENDAHULUAN .....

1

## 1.1 Latar Belakang.....

1

## 1.2 Rumusan Masalah .....

2

## 1.3 Tujuan Penelitian.....

2

## 1.4 Batasan Penelitian .....

2

## 1.5 Manfaat Penelitian.....

3

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....

4

## 2.1 Plastik .....

5

## 2.1.1 Plastik sintetis.....

5

## 2.1.2 Bioplastik (Plastik biodegradasi).....

5

## 2.2 Pati.....

6

## 2.2.1 Pengertian pati.....

6

## 2.2.2 Gelatinisasi pati .....

7

## 2.3 Singkong.....

7

## 2.3.1 Klasifikasi dan karakteristik tanaman singkong .....

7

## 2.3.2 Morfologi dan kandungan tanaman singkong .....

8

## 2.4 Pemlastis.....

9

## DAFTAR ISI

xi

<b>2.4.1 Sorbitol .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4.2 Gliserol .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Uji Sifat Mekanik .....</b>	<b>11</b>
<b>    2.5.1 Uji tarik .....</b>	<b>11</b>
<b>    2.5.2 Persen pemanjangan (<i>elongasi</i>) bioplastik .....</b>	<b>12</b>
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Metode Pengumpulan Data Studi Pustaka .....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Metode Analisis .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Sumber Studi yang Digunakan .....</b>	<b>14</b>
<b>3.5 Tahapan Penelitian .....</b>	<b>15</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Data Hasil Jurnal Referensi .....</b>	<b>17</b>
<b>4.2 Hasil Pengelompokan Pemlastis .....</b>	<b>21</b>
<b>4.3 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik .....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 Pengaruh Jenis Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik .....</b>	<b>26</b>
<b>    4.4.1 Pemlastis sorbitol .....</b>	<b>26</b>
<b>    4.4.2 Pemlastis gliserol .....</b>	<b>27</b>
<b>4.5 Sifat Mekanik Bioplastik .....</b>	<b>28</b>
<b>    4.5.1 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik .....</b>	<b>28</b>
<b>        4.5.2 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik dengan tambahan zat lain .....</b>	<b>31</b>
<b>        4.5.3 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi .....</b>	<b>35</b>

<b>4.5.4 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi dengan penambahan zat lain .....</b>	38
<b>4.6 Alternatif Bioplastik Pengganti Plastik Sintetis .....</b>	42
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	45
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	46
<b>5.2 Saran .....</b>	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	47
<b>Lampiran .....</b>	56



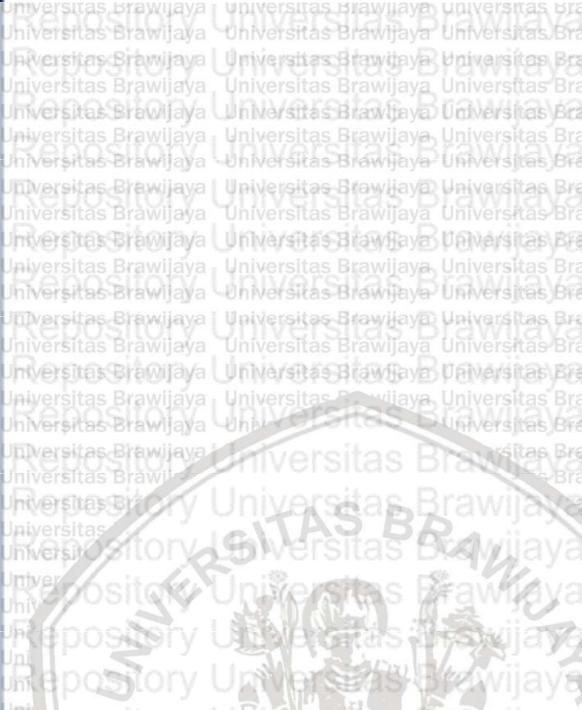
UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

# Repository Universitas Brawijaya



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya

## Repository Universitas Brawijaya

## Repository Universitas Brawijaya

### Repository Universitas Brawijaya

### Repository Universitas Brawijaya

#### Repository Universitas Brawijaya

#### Repository Universitas Brawijaya

##### Repository Universitas Brawijaya

##### Repository Universitas Brawijaya

###### Repository Universitas Brawijaya

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1</b> Sifat mekanik plastik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) (Anggarini, 2013).....	5
<b>Tabel 2. 2</b> Taksonomi tanaman singkong (Septiriyani, 2017) .....	7
<b>Tabel 2. 3</b> Karakteristik gliserol (Jabbar, 2017).....	10
<b>Tabel 4. 1</b> Data hasil jurnal referensi .....	17
<b>Tabel 4. 2</b> Pengelompokan pemlastis.....	21
<b>Tabel 4. 3</b> Pengaruh Penambahan Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Singkong.....	21



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## 1.1 Latar Belakang

Plastik adalah polimer sintetis yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan seperti mengemas makanan/minuman, pengemas peralatan elektronik maupun peralatan rumah tangga lainnya. Permintaan plastik meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, plastik sintetis berasal dari minyak bumi dan tidak dapat diperbarui karena memiliki ikatan yang kuat dan bersifat tahan lama sehingga tidak dapat dihancurkan secara alami. Hal tersebut menjadi permasalahan, karena limbah plastik akan meningkat seiring dengan kebutuhan pemakaian plastik. Selain itu, jumlah minyak bumi untuk bahan baku plastik makin menipis. Indonesia memiliki cadangan minyak bumi yang melimpah namun diperkirakan akan habis 10-15 tahun kedepan (Karina, 2015).

Penelitian mengenai bioplastik harus dilakukan untuk mengurangi pencemaran limbah plastik. Menurut (Agustin & Padmawijaya, 2016) bioplastik merupakan plastik biopolimer yang dapat menjadi pengganti alternatif plastik komersial karena mudah diuraikan. Bioplastik terbuat dari bahan-bahan alami yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan lebih ramah lingkungan. Pati dan kitosan merupakan bahan yang sering digunakan dalam sintesis bioplastik.

Pati bisa didapatkan dari tanaman yang menjadi sumber karbohidrat seperti tamanan biji-bijian (jagung, padi, gandum), umbi-umbian (ubi kayu, ubi jalar, kentang) dan batang (sagu)(Koswara, 2009). Pati singkong merupakan salah satu bahan yang berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik, karena singkong memiliki kandungan pati yang cukup tinggi yaitu 64 hingga 72% dari total karbohidrat dan kandungan amilosanya mencapai 17 hingga 20% (Hadi, 2017).

Kandungan pati yang cukup tinggi dapat berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik, namun bioplastik memerlukan bahan lain untuk meningkatkan sifat mekaniknya. Penelitian bioplastik telah dikembangkan yaitu dengan menggabungkan pati dengan pemlastis, salah satu contohnya yaitu pati sagu dengan pemlastis gliserol (Imran *et al.*, 2014). Jenis pemlastis atau *plasticizer*

## BAB I PENDAHULUAN

### BAB I PENDAHULUAN

#### BAB I PENDAHULUAN

##### BAB I PENDAHULUAN

###### BAB I PENDAHULUAN

yang paling umum digunakan pada pembuatan bioplastik adalah sorbitol dan gliserol, karena sifatnya yang hidrofilik (Dwi Putra *et al.*, 2017).

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan untuk melakukan *review* pengaruh penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong.

## 1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh jenis pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong?
2. Bagaimana pengaruh variasi penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong?

## 1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui dan menganalisis pengaruh jenis pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong.
2. Mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong.

## 1.4 Batasan Penelitian

1. Jurnal referensi yang digunakan minimal terbit pada tahun 2012
2. Jurnal yang digunakan berfokus pada penambahan pemlastis dalam berbagai jenis pati
3. Pemlastis yang digunakan pada jurnal referensi yaitu sorbitol dan gliserol
4. Analisis difokuskan pada pengaruh sifat mekanik berupa kuat tarik dan elongasi
5. Tidak melakukan pengkajian terhadap sifat kimia yang dihasilkan



## 1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan alternatif pengganti plastik sintetis dengan plastik berbahan baku alami
2. Meningkatkan pemanfaatan limbah singkong agar nilai ekonominya meningkat
3. Memberikan informasi pengaruh penambahan pemplastis terhadap karakteristik bioplastik berbahan dasarpati singkong.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



mudah degradasi (*nonbiodegradable*) atau biasa disebut dengan plastik konvensional (Kamsiati *et al.*, 2017). Bioplastik atau plastik biodegradasi merupakan plastik yang dibuat dengan menggabungkan plastik dan bahan yang bersumber dari alam. Plastik biodegradasi adalah plastik yang mengalami perubahan dalam struktur kimianya karena kondisi dan waktu tertentu, perubahan tersebut dipengaruhi oleh mikroorganisme yang dapat merubah sifat-sifat yang dimiliki plastik tersebut (Matondang *et al.*, 2013). Pemutusan rantai polimer menjadi monomer-monomer pada plastik biodegradasi yang berbahannya dasar pati/amilum didegradasikan oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus*. Hasil degradasi berupa senyawa-senyawa karbongioksida dan air. Pembakaran plastik biodegradasi tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya, plastik biodegradasi dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat dibandingkan plastik konvensional. Selain itu kualitas tanah dapat ditingkatkan, karena hasil penguraian plastik biodegradasi oleh mikroorganisme dapat meningkatkan unsur hara dalam tanah (Aripin, Saing, & Kustiyah, 2017).

## 2.2 Pati

### 2.2.1 Pengertian pati

Pati merupakan bahan yang paling banyak ditemukan di alam, pati merupakan karbohidrat cadangan pangan pada tanaman. Minimal terdapat tiga komponen utama penyusun pati yaitu amilosa, amilopektin dan material antara (protein, lemak). Kandungan pati biasanya terdiri dari 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara (Zulaidah, 2012).

Sumber dan produksi pati-pati sangat berlimpah di Indonesia, namun pemanfaatanya masih belum maksimal. Sumber pati bisa didapatkan dari tanaman yang kaya akan karbohidrat seperti pati beras, pati sagu, pati umbi-umbian, dan pati buah-buahan (Koswara, 2009). Pati bertempat didalam batang dan biji yang membentuk butiran dalam sel di plastid dan terpisah dari sitoplasma. Pati adalah serbusk armorf lunak berwarna putih dan tidak memiliki rasa manis. Pati alami akan mengalami berbagai perubahan fisikokimia selama proses termal. Khususnya, ketika dipanaskan dalam air, butiran pati akan membengkak, diikuti dengan perubahan struktur kristal pati tersebut (Sakinah & Kurniawansyah, 2018). Pati merupakan polimer



alami yang tersusun dari struktur lurus (amilosa) dan struktur bercabang (amilopektin) (Cornelia *et al.*, 2013).

## 2.2.2 Gelatinisasi pati

Umumnya pada pembuatan bioplastik terdapat proses gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan suatu proses ketika granula pati dipanaskan dengan air yang cukup sehingga terjadi pengembangan granula pati dan menghasilkan cairan yang kental untuk memberikan kualitas produk yang diinginkan. Pada proses ini terjadi pemecahan ikatan intermolekul dari pati karena diberi panas dan air. Proses gelatinisasi dengan menggunakan panas dan air menyebabkan pembengkakan granula yang tinggi sehingga amilosa mampu berdifusi dan keluar dari granula (Florentina *et al.*, 2017).

## 2.3 Singkong

### 2.3.1 Klasifikasi dan karakteristik tanaman singkong

Ubi kayu atau yang biasa disebut singkong merupakan salah satu bahan makanan pokok dan jumlah produksinya berada diurutan kedua setelah padi. Singkong paling banyak tumbuh di dataran tropis rendah dengan ketinggian 150 mdpl dan temperatur rata-rata 25° hingga 27° C, namun ada beberapa jenis singkong yang mampu tumbuh pada ketinggian 1500 mdpl. Selain itu, singkong juga dapat tumbuh dengan baik saat curah hujan cukup tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan, taksonomi singkong dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

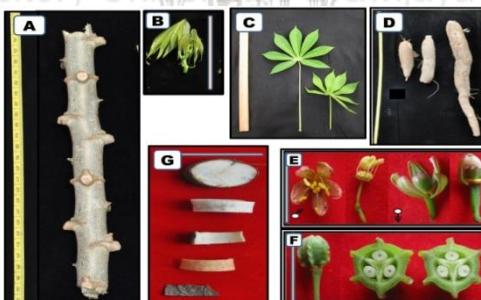
**Tabel 2. 2** Taksonomi tanaman singkong (Septiriyani, 2017)

Kingdom	Plantae
Divisio	Spermatophyta
Sub Divisio	Angiospermae
Classis	Dicotyledoneae
Ordo	Euphorbiales
Familia	Euphorbiaceae
Genus	<i>Manihot</i>
Spesies	<i>Manihot utilissima</i> Pohl.

### **2.3.2 Morfologi dan kandungan tanaman singkong**

Singkong terdiri dari batang, daun, bunga dan umbi. Batang tanaman singkong berkayu dan beruas-ruas, dengan warna yang berbeda sesuai dengan umurnya, saat muda warnanya hijau, ketika tua warnanya berubah menjadi keputihan, kelabu atau hijau kelabu. Batang tanaman singkong berlubang, berisi empelur berwarna putih bertekstur lunak dan strukturnya seperti gabus (Septiriyani, 2017).

Daun singkong berbentuk menjari dan termasuk daun tunggal yang bertulang. Tangkai daun panjang, setiap tangkai memiliki 3-8 lembar daun, helaian daunnya menyerupai telapak tangan. Daun singkong berwarna hijau muda ketika masih muda dan berwarna hijau tua ketika sudah tua. Tanaman singkong memiliki bunga berumah satu dengan penyerbukan silang sehingga jarang berbuah. Bunga ini terkumpul pada ujung batang dan berada dalam tandan yang tidak rapat. Akar tanaman singkong menggelembung yang merupakan umbi singkong, akar berfungsi sebagai tempat cadangan makanan. Umumnya, umbi singkong berbentuk bulat memanjang terdiri dari kulit luar berwarna coklat (kering), kulit dalam berwarna keputih-putihan agak tebal (basah) dan daging berwarna putih atau kuning tergantung jenisnya (Septiriyani, 2017). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2. 1** (A) Morfologi batang, (B) Daun muda (pucuk), (C) Daun dewasa, (D) Umbi, (E) Bunga jantan dan bunga betina, (F) Buah dan irisan melintang, (G) Umbi dengan irisan melintang (Restiani *et al.*, 2014).

Ubi kayu memiliki kandungan karbohidrat yang sangat tinggi yaitu sekitar 80-90, dengan komponen utamanya yaitu pati

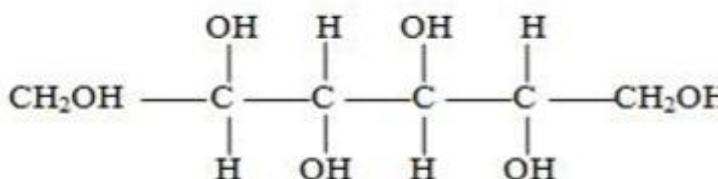
Kandungan pati dalam ubi kayu mencapai 64 hingga 72% dari total karbohidrat dan kandungan amilosanya mencapai 17 hingga 20% (Hadi, 2017). Umbi singkong miskin akan protein, namun banyak mengandung glukosa. Singkong banyak digunakan pada berbagai macam panganan, seperti keripik, sayuran, tape bahkan bisa dibuat tepung tapioka (tepung singkong) sebagai pengganti gandum (Restiani et al., 2014)

## 2.4 Pemlastis

Pemlastis (*plasticizer*) dan *stabilizer* merupakan bahan tambahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik. Pemlastis berfungsi untuk mengurangi kekakuan pada bahan polimer sehingga diperoleh lapisan yang elastis dan fleksibel. Pemlastis dapat ditambahkan untuk mengatasi sifat rapuh, mudah patah serta kurang elastis. Selain itu, *plasticizer* dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas film dengan memperlebar ruang kosong molekul serta melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer. Sedangkan *stabilizer* digunakan untuk menstabilkan, memekatkan dan mengentalkan. Jenis *plasticizer* yang paling umum digunakan pada pembuatan bioplastik adalah sorbitol dan gliserol, karena sifatnya yang hidrofilik dan *stabilizer* yang biasa digunakan adalah kitosan(Dwi Putra *et al.*, 2017).

### 2.4.1 Sorbitol

Sorbitol adalah gula alkohol yang memiliki kadar manis 60-70% seperti gula karena tebuat dari dektrosa. Sorbitol memiliki beberapa kegunaan, salah satunya sebagai pemlastis. Pemlastis sorbitol lebih unggul dibandingkan gliserol dalam ketahanannya terhadap radiasi gelombang mikro dan tidak kehilangan efektivitasnya. Sorbitol mampu membentuk *film* dengan ketahanan mekanik tinggi karena penambahan sorbitol sebagai pemlastis memiliki permeabilitas uap air yang rendah. Namun pemlastis sorbitol memiliki fleksibilitas yang rendah jika dibandingkan dengan pemlastis yang lain (Kurniawati, 2015). Untuk lebih jelas mengenai struktur kimia sorbitol dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.

**Gambar 2. 2 Struktur kimia sorbitol (Kurniawati, 2015)**

#### 2.4.2 Gliserol

Asal kata gliserol yaitu dari bahasa Yunani *glykys* yang artinya “manis”. Gliserol ditemukan pertama kali oleh seorang ilmuwan yang bernama Scheele pada tahun 1779. Gliserol dapat diperoleh dengan cara mengekstrasi campuran timbal monoksida dan minyak zaitun yang telah dipanaskan, proses ekstraksi dengan menggunakan air (Jabbar, 2017). Untuk lebih jelas mengenai karakteristik gliserol dapat dilihat pada **Tabel 2.3**

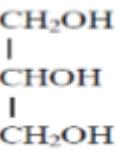
**Tabel 2. 3Karakteristik gliserol(Jabbar, 2017)**

Rumus Kimia	$\text{C}_2\text{H}_5(\text{OH})_3$
Massa molekul	92.09382 g/mol
Densitas	1.261 g/cm <sup>3</sup>
Viskositas	1.5 Pa.s
Titik Lebur	18.2° C
Titik Didih	290° C

Gliserol adalah alkohol terhidrik. Nama lain gliserol adalah gliserin atau 1,2,3-propanetriol. Sifat fisik gliserol tidak berwarna, tidak berbau, rasanya manis, bentuknya liquid sirup, meleleh pada suhu 17,8°C, mendidih pada suhu 290°C dan larut dalam air dan etanol. Gliserol digunakan sebagai pelembap pada kosmetik karena memiliki sifat higroskopis seperti dapat menyerap air dari udara. Gliserol dapat ditemukan pada semua hewan, lemak nabati dan minyak dalam bentuk ester atau gliserida (Lismawati, 2017). Rumus struktur gliserol dapat dilihat pada **Gambar 2.3**

# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya



**Gambar 2.3 Rumus struktur gliserol (Lismawati, 2017)**

Fungsi *plasticizer* gliserol yaitu untuk meningkatkan elastisitas, dengan cara mengurangi derajat ikatan hydrogen dan jarak antara molekul dari polimer ditingkatkan. Penggunaan *plasticizer* dapat meningkatkan kelarutan dalam air terutama yang bersifat hidrofilik. Jika dibandingkan dengan sorbitol, gliserol memberikan kelarutan yang tinggi pada bioplastik yang berbahan dasar pati (Aripin, Saing, & Kustiyah, 2017).

## 2.5 Uji Sifat Mekanik

### 2.5.1 Uji tarik

Gaya Tarik maksimum yang dapat ditahan oleh lembaran plastik selama pengukuran berlangsung disebut dengan kuat tarik. Kekuatan maksimum adalah tegangan maksimum yang dapat dicapai pada diagram tegangan suatu regangan. Tegangan dapat terjadi karena adanya fenomena pengecilan dan berlanjut hingga benda uji patah. Alat yang digunakan untuk mengukur nilai kuat tarik dapat dilihat pada **Gambar 2.4**.



**Gambar 2.4 Mesin kuat tarik (Jabbar, 2017)**

Pada uji kekuatan tarik ini, dapat diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Kekuatan tarik dapat diukur berdasarkan beban maksimum ( $F_{maks}$ ) yang digunakan untuk mematahkan material dibagi dengan luas penampang awal ( $A_0$ ) yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\tau = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (2.1)$$

Keterangan:

$\tau$  = Kekuatan Tarik ( $N/m^2$ )

$F_{maks}$  = Beban Maksimum (N)

$A_0$  = Luas Penampang ( $m^2$ )

(Sumber : Jabbar, 2017)

## 2.5.2 Persen pemanjangan (*elongasi*) bioplastik

Perubahan panjang maksimum pada saat terjadinya peregangan hingga sampel terputus dinamakan proses pemanjangan atau panjang putus (*elongation at break*). Penambahan *plasticizer* dapat meningkatkan nilai persen pemanjangan, tanpa penambahan *plasticizer* akan mengakibatkan sampel menjadi rapuh dan kaku. Elongasi atau pertambahan panjang suatu material dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\varepsilon$  = elastisitas/regangan (%)

$\Delta l$  = pertambahan panjang (cm)

$l_0$  = panjang mula-mula material yang diukur (cm)

(Sumber : Jabbar, 2017)

### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di rumah peneliti di Kampung Cibatu Tengah RT. 27 RW.04 No.79, Desa Nagrak, Kecamatan Cisaat, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 sampai bulan Juni 2020.

### 3.2 Metode Pengumpulan DataStudi Pustaka

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode pengumpulan data studi pustaka dengan mengumpulkan jurnal bereputasi yang memiliki data-data sebagai bahan analisa untuk mengembangkan pengetahuan dan merencanakan alternatif yang lebih baik. Pengumpulan data dilakukan menggunakan *search engine* Google Cendikia dan Portal Garuda untuk jurnal nasional serta *Science Direct*, *Elsevier*, *Springer*, *Scopus* dan Google Cendikia untuk jurnal internasional. Pencarian sumber data menggunakan kata kunci “*cassava starch film*, *cassava starch plastic*, *cassava starch biodegradable*, *cassava starch effect plasticizer*, *characterization cassava starchbased film*”. Pada tahap pengumpulan jurnal dilakukan penyeleksian terhadap tahun terbitnya yaitu minimal terbit pada tahun 2012. Jurnal yang telah terkumpul dikaji dan dianalisa, dimana jurnal yang tidak relevan dengan pembahasan pengaruh pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong akan digantikan dengan jurnal yang lebih relevan. Jurnal yang memenuhi kriteria dan akan digunakan minimal 60% jurnal internasional dan 40% jurnal nasional.

### 3.3 Metode Analisis

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis deskriptif dengan mengumpulkan informasi berupa data yang relevan, kemudian dilanjutkan dengan mengkaji dan menganalisa data dari setiap sumber studi. Analisa ini berfokus pada pegaruh penambahan pemlastis berupa sorbitol dan gliserol terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong. Kemudian hasilnya

# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya

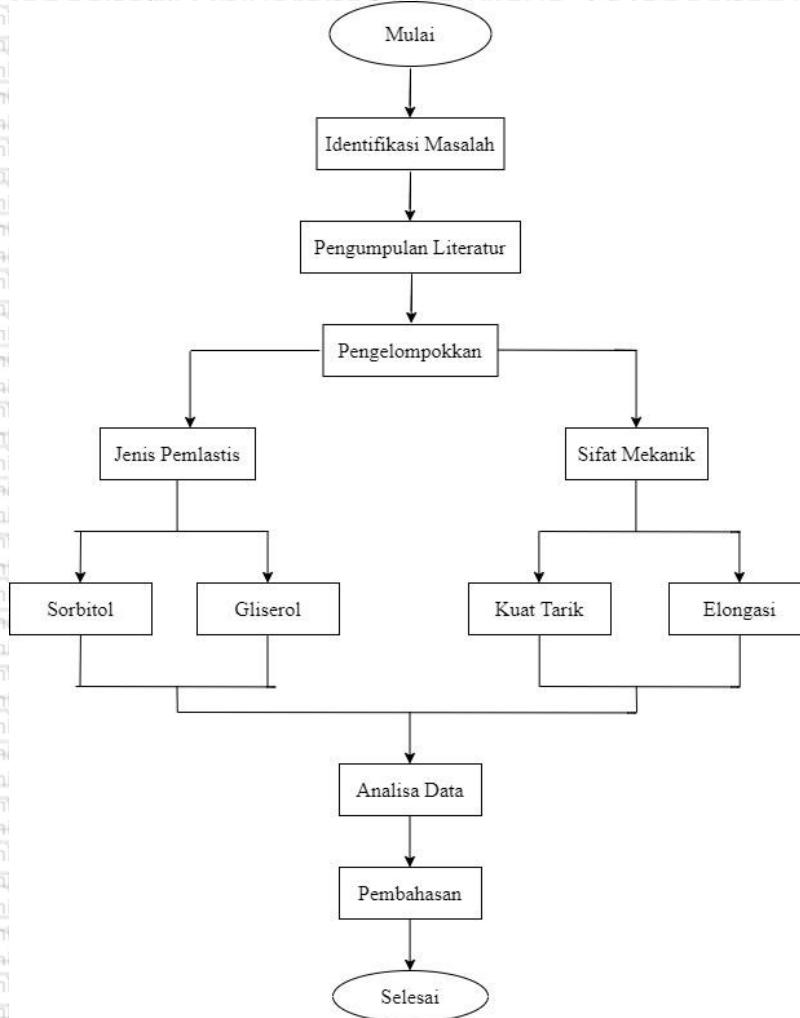
akan dibandingkan dengan plastik berstandar nasional Indonesia, sehingga didapatkan alternatif pengganti plastik konvensional.

### 3.4 Sumber Studi yang Digunakan

Sumber studi yang digunakan yaitu sebanyak 20 buah jurnal dengan rincian 16 jurnal internasional dan 4 jurnal nasional, dengan kebaruan jurnal yang digunakan yaitu maksimal terbit tahun 2012. Rincian jurnal berdasarkan tahun terbitnya yaitu 1 jurnal terbit tahun 2012, 1 jurnal terbit tahun 2013, 2 jurnal terbit 2014, 3 jurnal terbit tahun 2015, 1 jurnal terbit tahun 2016, 3 jurnal terbit tahun 2017, 4 jurnal terbit tahun 2018, dan 5 jurnal terbit tahun 2019.



### 3.5 Tahapan Penelitian





# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB IV**

# **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Data Hasil Jurnal Referensi**

Hasil pengumpulan data studi pustaka diperoleh beberapa jurnal yang relevan dengan pembahasan pengaruh pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik dan minimal terbit tahun 2012. Adapun data hasil jurnal referensi yang didapatkan dapat dilihat pada **Tabel 4.1**

**Tabel 4.1** Data hasil jurnal referensi

Inisial	Sitasi	Judul Jurnal
A	(Theamdee & Pansaeng, 2019)	The effect of glycerol on the properties of biodegradable cassava strach ( <i>saai dieow cultivar</i> ) films for plastic plant bag application
B	(Belibi <i>et al.</i> , 2014)	A comparative study of some properties of cassava and tree cassava starch films
C	(Souza <i>et al.</i> , 2013)	Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties
D	(Bruna <i>et al.</i> , 2017)	Characterization of cassava starch films plasticized with glycerol and strengthened with nanocellulose from green coconut fibers

Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya

<b>Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya</b>	
F	(Nafilah <i>et al.</i> , 2019)
G	(Da Silva <i>et al.</i> , 2015)
H	(Adamu <i>et al.</i> , 2017)
I	(Chiumarelli & Hubinger, 2014)
J	Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles

		(Souza <i>et al.</i> , 2012)	content on tensile and barrier properties and glass transition temperature
<hr/>			
		Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya	
<hr/>			
		Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya	
<hr/>			
K	(Nafilah <i>et al.</i> , 2019)	Pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap degradasi bioplastik pati singkong dalam media tanah dan kompos	
L	(dos Santos Caetano <i>et al.</i> , 2018)	Characterization of active biodegradable films based on cassava starch and natural compounds	
M	(Riyajan & Patisat, 2018)	A novel packaging film from cassava starch and natural rubber	
N	(Iamareerat <i>et al.</i> , 2018)	Reinforced cassava starch based edible film incorporated with essential oil and sodium bentonite nanoclay as food packaging material	
O	(Bani, 2019)	Variasi volume gliserol terhadap sifat fisis plastik <i>biodegradable</i> berbahan dasar pati ubi kayu	

**Repository Universitas Brawijaya****Repository Universitas Brawijaya**

Universitas Brawijaya

---

---

**(*manihot esculenta*  
*craenz*)****Preparation of cassava****bagasse starch-based****biodegradable film****reinforced with chicken****feet gelatin, citric acid as****crosslinker, and glycerol****as plasticizer**

---

**Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya**

---

**Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya**

---

**Q (Mery Apriyani  
dan Endaruji  
Sedyadi, 2015)****Sintesis dan karakterisasi  
plastik *biodegradable*  
dari pati onggok  
singkong dan ekstrak  
lidah buaya (*aloevera*)  
dengan *plasticizer*  
gliserol**

---

**R (Chantawee &  
Riyajan, 2019)****Effect of glycerol  
on the physical properties  
of carboxylated styrene  
butadiene rubber/cassava  
starch blend films**

---

**S (Lubis &  
Fathanah, 2015)****Biodegradable plastic  
from cassava waste using  
sorbitol as plasticizer**

---

**T (Harunsyah *et al.*,  
2017)****Mechanical properties of  
bioplastics cassava starch  
film with Zinc Oxide**

## nanofiller as reinforcement

# Eco-compatible cassava starch films for fertilizer controlled-release

U (Versino *et al.*,  
2019)

## 4.2 Hasil Pengelompokan Pemlastis

Jurnal hasil referensi dikelompokan menjadi 2 bagian berdasarkan pemplastis yang digunakan, dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

**Tabel 4.2** Pengelompokan pemplastis

Jenis Pemlastis	Inisial Jurnal
Gliserol	A, B, C, D, E, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, T, dan U
Sorbitol	F dan S

#### **4.3 Pengaruh Penambahan Konsentrasi Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik**

Data hasil sumber studi yang diperoleh dari beberapa jurnal berdasarkan pengaruh penambahan konsentrasi pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik berbahan dasar pati singkong dapat dilihat pada **Tabel 4.3**

**Tabel 4. 3** Pengaruh Penambahan Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Singkong

Inisial	Zat Tambahan Pemlasti	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
A	0	0,00001065	1,84 ± 0,21
	15	0,00000942	10,70 ± 1,12
	25	0,00000714	15,20 ± 2,50
	35	0,00000607	18,05 ± 2,23
	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)

B	Universitas Brawijaya	30	$2,4 \pm 0,2$	$49,4 \pm 3,4$
a	Universitas Brawijaya	35	$2,1 \pm 0,2$	$41,9 \pm 3,2$
a	Universitas Brawijaya	40	$1,4 \pm 0,1$	$28,8 \pm 2,4$
a	Esensial Oil (g/100g)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
C	0	15	$3,75 \pm 0,70$	$128,81 \pm$
a	0,60	22,6	$1,36 \pm 0,18$	18,67
a	0,80	30	$1,05 \pm 0,16$	$264,03 \pm$
a	Nanoselulosa Kelapa Hijau	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
D	0,3	11	$14,09 \pm 1,22$	$6,01 \pm 0,43$
a	0,42	16,7	$3,82 \pm 0,36$	$14,91 \pm 1,11$
a	0,3	25	$3,22 \pm 0,41$	$56,18 \pm 1,20$
a	Kitosan (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
E	2	0,5	19,23	0
a	2	1	11,58	21,66
a	2	1,5	8,83	39,16

Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya

Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya

Zat Tambahan	Sorbitol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
-	10	30,2	2,28
-	20	6,6	14,425
-	30	5,12	21,70
-	40	3,74	20,83

	Nanoselulosa Eucalyptus	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
G	0,18	0,5	$33,00 \pm 1,3$	$30,7 \pm 5,2$
	0,30	0,9	$4,67 \pm 0,8$	$73,8 \pm 9,2$
	0,30	1,5	$3,17 \pm 0,4$	$3,3 \pm 0,5$
Zat Tambahan	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	
H	-	0	$3,82 \pm 0,2$	$3,93$
	5		$3,55 \pm 0,2$	$189,7 \pm 18$
	10		$2,98 \pm 0,3$	$384,52 \pm 30$
	15		$2,46 \pm 0,1$	$458,06 \pm 37$
Carnauba (%)	Stearic Acid (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
I	0,10	0,90	1,0	$1,067 \pm 0,099$
	0,38	0,62	1,5	$0,729 \pm 0,015$
	0,40	0,60	2,61	$0,211 \pm 0,011$
				$17,673 \pm 1,012$
				$0,342$
				$18,618 \pm 24,217 \pm 1,704$
Zat Tambahan	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	
J	-	0	$6,06 \pm 1,04$	$158,78 \pm 26,35$
		3,4	$2,37 \pm 0,16$	$213,43 \pm 34,52$
		6,8	$1,85 \pm 0,34$	$191,24 \pm 35,46$
		10	$2,72 \pm 0,23$	$168,64 \pm 30,96$
		15	$2,25 \pm 0,13$	$89,85 \pm 15,15$
K	Zat Tambahan	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
		10	7,43	8,28

Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya

Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya

	Residu Oregano (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)		
	Labu (%)	(%)			
L	1,2 1,2 3	0,4 0,4 1	1,64 1,76 2,55		
			$0,70 \pm 0,00$ $0,60 \pm 0,02$ $0,32 \pm 0,01$		
			$172 \pm 11$ $247 \pm 17$ $184 \pm 8$		
	Karet alami (g)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	
M	4,16 4,16 4,16	20 30 50	8 5 1,5	29,9 40,06 55,01	
	Sodium bentonit (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	
N	0 0,25 0,25	0 2 3	$1,68 \pm 0,10$ $1,43 \pm 0,31$ $0,36 \pm 0,05$	$92,38 \pm 25,54$ $94,39 \pm 18,68$ $147,29 \pm 56,95$	
	Asam Asetat 1% (ml)	NaOH 1% (ml)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
O	3 4 5	20 39 50	16,8 25,2 33,6	0,4132 1,2368 0,4539	
	Gelatin (%)	Citric acid (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
P	13 6 13	0,19 0,3 0,19	0,2 0,3 0,37	20,54 23,19 16,56 14,47	8,62 26,07 6,28 6,54



Zat Tambahan	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
Q	-	-	-
	12,6	13,02	1,83
	18,9	25,53	2,34
	25,2	3,15	13,73
	37,8	1,12	16,27

Tabel dilanjutkan pada halaman berikutnya

Tabel lanjutan dari halaman sebelumnya

	CSBR (g)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
R	22	1	52	2,90
	22	2	30	5,81
	22	3	29	84,19
	22	4	12,7	182,07
	Zat Tambahan	Sorbitol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
S	-	133	101,14	39,09
	-	200	94,08	55,45
	-	366	60,04	57,89
	Nanopartikel	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
T	ZnO	-	-	-
	0,6	25	218,6883	198,40
	0,6	30	202,017	122,80
	0,6	35	198,0943	206,00
	Urea (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
U	25	0	2,90	10,21
	12,5	12,5	5,16	8,57
	0	25	5,73	7,9



## 4.4 Pengaruh Jenis Pemlastis Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik

### 4.4.1 Pemlastis sorbitol

**Tabel 4.3** menunjukkan pengaruh penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik, bioplastik pada jurnal F dan S menggunakan penambahan pemlastis sorbitol. Penambahan sorbitol pada bioplastik pati singkong dapat menurunkan nilai kuat tarik. Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian jurnal F memiliki nilai kuat tarik maksimum 30,2 MPa dengan konsentrasi sorbitol 10%, kemudian menurun menjadi 3,74 MPa setelah penambahan sorbitol hingga 40%. Hal ini juga terjadi pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal S, dimana 133% sorbitol menghasilkan nilai kuat tarik 101,14 MPa dan menurun menjadi 60,04 MPa setelah penambahan sorbitol hingga 366%. Penambahan sorbitol pada bioplastik berbahan pati singkong dapat menurunkan nilai kuat tarik, sesuai dengan pernyataan Riyanto *et al.*, (2017) bahwa penambahan sorbitol pada bioplastik dapat menurunkan nilai kuat tarik, semakin tinggi konsentrasi sorbitol maka nilai kuat tariknya semakin kecil. Penambahan sorbitol sebagai pemlastis dapat menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer berkurang karena molekul sorbitol terletak diantara rantai ikatan biopolimer sehingga mampu berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen di dalam rantai ikatan antar biopolimer. Selain itu menurut Hidayati *et al.*, (2015), peningkatan konsentrasi sorbitol dapat menurunkan nilai kuat tarik pada bioplastik karena sifatnya yang hidrofilik (mampu mengikat air). Penambahan *plasticizer* sorbitol pada bioplastik akan mengganggu kekompakan pati, sehingga dapat menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer.

Penambahan pemlastis sorbitol juga berpengaruh terhadap nilai elongasi. Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian jurnal F dengan penambahan sorbitol meningkatkan nilai elongasi dari 2,28% menjadi 20,83% dengan konsentrasi sorbitol dari 10-40%. Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian jurnal S juga memiliki kesamaan yaitu penambahan sorbitol meningkatkan nilai elongasi dari 39% menjadi 57,89% dengan konsentrasi penambahan dari 133-366%. Hal ini



menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi sorbitol dapat meningkatkan nilai elongasi. Sesuai dengan pernyataan Hidayati *et al.*, (2015) bahwa penambahan pemlastis sorbitol berpengaruh terhadap nilai elongasi bioplastik yaitu peningkatan sorbitol menghasilkan nilai elongasi yang lebih besar. Peningkatan pemlastis dapat mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas. Selain itu, menurut Dwi Putra *et al.*, (2017) penambahan sorbitol mampu meningkatkan nilai elongasi karena dengan meningkatnya konsentrasi sorbitol energi aktivasi pergerakan molekul dalam matriks berkurang sehingga menghasilkan peningkatan nilai elastis dari film.

#### 4.4.2 Pemlastis gliserol

**Tabel 4.3** menunjukan pengaruh penambahan pemlastis terhadap sifat mekanik bioplastik, selain bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal S dan F pemlastis yang digunakan adalah gliserol. Pengaruh penambahan gliserol mempengaruhi nilai kuat tarik. Dari beberapa jurnal pada tabel dapat dilihat bahwa penambahan gliserol pada bioplastik dapat menurunkan nilai kuat tarik. Contohnya pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal A hingga E, bioplastik pada jurnal A awalnya memiliki nilai kuat tarik sebesar 0,00001065 MPa dengan konsentrasi gliserol 0% kemudian menurun menjadi 0,00000607 MPa dengan penambahan konsentrasi gliserol 35%. Bioplastik pada jurnal B juga memiliki kesamaan yaitu nilai kuat tarik menurun dari 2,4 MPa hingga 1,4 MPa dengan penambahan gliserol 30-40%. Bioplastik pada jurnal C memiliki nilai kuat tarik yang menurun dari 3,75 MPa hingga 1,05 MPa dengan penambahan gliserol 15-30%. Bioplastik pada jurnal D memiliki nilai kuat tarik yang menurun dari 14,09-1,81 MPa dengan penambahan gliserol 11-33%. Bioplastik pada jurnal E memiliki nilai kuat tarik yang menurun dari 19,23 MPa hingga 8,83 MPa dengan penambahan gliserol dari 0,5-1,5%. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sinaga *et al.*, (2014) bahwa semakin banyak penambahan gliserol maka sifat kuat tariknya akan semakin rendah. Penambahan gliserol dapat meningkatkan nilai fleksibilitas bioplastik serta mampu untuk menurunkan kekuatan intermolekul bioplastik diantara rantai polimer. Menurut Fatnasari *et al.*, (2018) penambahan gliserol pada film dapat menurunkan nilai

kuat tarik. Penambahan konsentrasi gliserol sebagai pemlastis mengakibatkan pembentukan ikatan hidrogen dalam rantai antara polimer, sehingga ikatan antar molekul biopolimer berkurang.

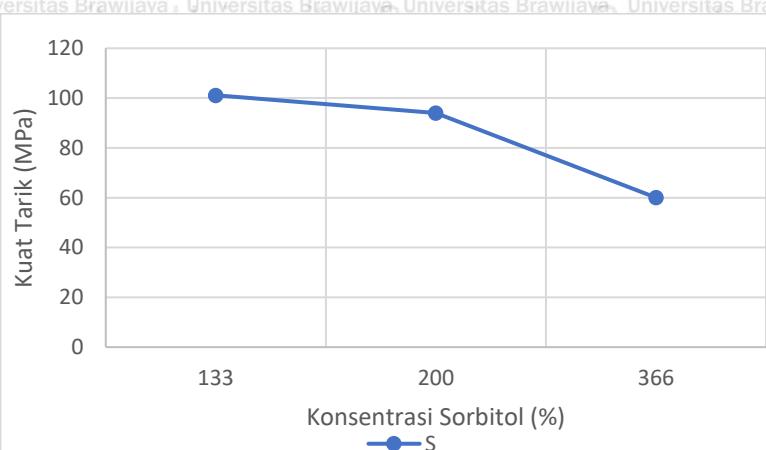
Penambahan pemlastis gliserol berpengaruh terhadap nilai elongasi, sama halnya dengan pemlastis sorbitol, penambahan gliserol juga dapat meningkatkan nilai elongasi. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel, bahwa setiap penambahan gliserol mampu meningkatkan nilai elongasi. Sinaga *et al.*, (2014) menyatakan bahwa semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka sifat elongasi semakin meningkat, hal tersebut dapat terjadi karena penambahan gliserol akan meningkatkan mobilitas molekuler rantai polimer sehingga bioplastik semakin elastis. Menurut Fatnasari *et al.*, (2018) penambahan pemlastis dapat menurunkan gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga fleksibilitas pada film meningkat. Penambahan gliserol mengakibatkan nilai elongasi pada film meningkat, gugus hidroksil disepanjang rantai gliserol menyebabkan pembentukan ikatan hidrogen antara polimer pati dengan pemlastis sebagai pengganti ikatan hidrogen antara polimer pati selama pembentukan biopolimer film. Pemlastis gliserol berfungsi secara efektif sebagai pemlastis berdasarkan kemampuannya dalam meningkatkan ruang kosong antar molekul, sehingga dapat meningkatkan fleksibilitas film dan mengurangi kekakuan.

## 4.5 Sifat Mekanik Bioplastik

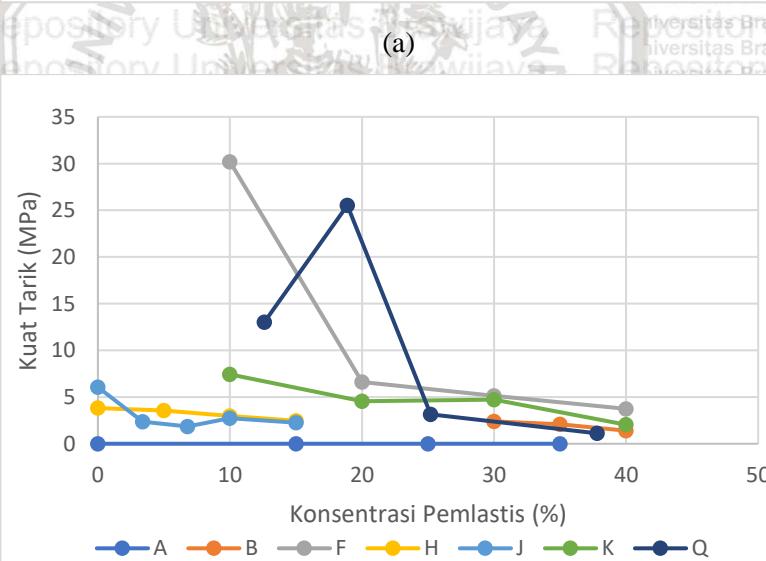
Sifat mekanik yang dianalisa pada penelitian ini yaitu kuat tarik dan elongasi. Nilai kuat tarik menunjukkan seberapa kuat bioplastik yang dihasilkan, karena semakin besar nilai kuat tarik maka semakin besar gaya yang dibutuhkan untuk menarik. Nilai elongasi yang tinggi menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan tidak mudah putus karena mampu menahan beban dan gaya tarik.

### 4.5.1 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik

Grafik dibawah ini menunjukkan pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan dari penelitian beberapa jurnal tanpa adanya penambahan zat lain.



(a)



(b)

**Gambar 4.1** (a)Konsentrasi pemlastis (133-366) dan (b)Konsentrasi pemlastis (0-50). Grafik pengaruh penambahan konsentrasi pemlastis terhadap nilai kuat tarik

Pada **Gambar 4.1** grafik (a) dan (b) rata-rata menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan pemlastis maka nilai kuat tarik



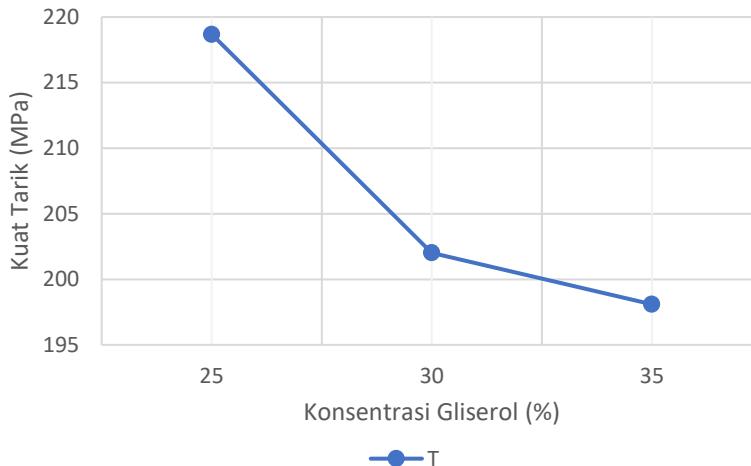
akan semakin menurun, hal ini dapat terjadi karena pemlastis gliserol mampu menghambat ikatan antar polisakarida sehingga menghasilkan ruang kosong. Gliserol memiliki molekul yang rendah yaitu 92,02 sehingga mudah menyisip dan masuk dalam rantai polimer. Gliserol yang menyisip dapat menyebabkan penurunan interaksi antar molekul, menghilangnya ikatan hidrogen dari molekul polisakarida dan melemahkan kuat tarik/daya regang bioplastik, sehingga film menjadi lebih elastis. Baik pemlastis gliserol maupun sorbitol mampu menurunkan nilai kuat tarik pada film. Menurut Dwi Putra *et al.*, (2017) peningkatan konsentrasi sorbitol dapat menurunkan nilai kuat tarik karena pemlastis sorbitol dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk bergerak sehingga dapat menurunkan nilai kuat tarik karena sifat kekakuannya pun menurun. Ab'ror *et al.*, (2020) menyatakan dalam penilitiannya mengenai pengaruh gliserol terhadap sifat mekanik bioplastik kulit pisang raja, yaitu besar konsentrasi pemlastis dapat mempengaruhi nilai kuat tarik bioplastik, semakin besar konsentrasinya maka semakin rendah nilai kuat tariknya. Adapun perbedaan yang terjadi yaitu pada nilai kuat tarik yang dihasilkan dari penelitian jurnal J, K dan Q, adanya peningkatan nilai kuat tarik pada titik tertentu kemudian menurun. Peningkatan nilai kuat tarik yang terjadi dapat disebabkan karena adanya keseimbangan antara ikatan polisakarida dengan polisakarida yang diputus oleh gliserol.

Berdasarkan kedua grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai kuat tarik dapat dipengaruhi oleh konsentrasi pemlastis. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal S yaitu sebesar 101,14 MPa untuk penambahan konsentrasi 133% sorbitol dan nilai kuat tarik terendah terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal A yaitu 0,00000607 MPa untuk penambahan konsentrasi 35% gliserol. Bioplastik dengan pemlastis sorbitol memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemlastis gliserol. Ditinjau dari jenis pemlastisnya, sorbitol memiliki nilai molekul yang lebih tinggi dibandingkan dengan gliserol, sehingga lebih sulit untuk menyisip atau masuk dalam rantai polimer. Pemlastis sorbitol dapat memberikan efek kuat dan kaku dalam penggabungannya terhadap pati jika dibandingkan dengan

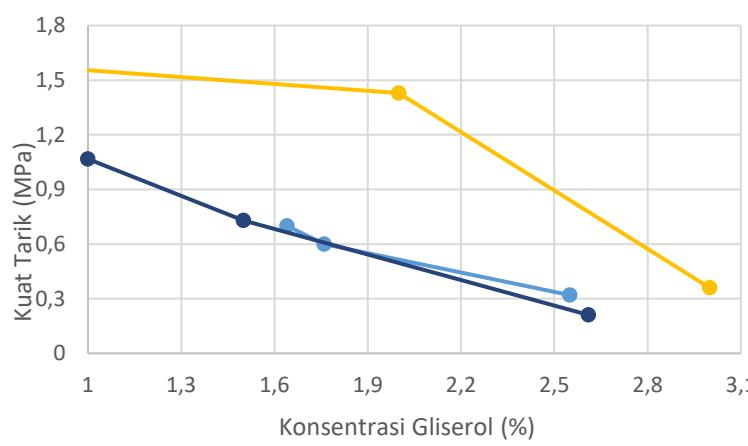
gliserol. Pada umumnya pemlastis sorbitol memang memiliki nilai kuat tarik yang lebih besar daripada gliserol sesuai dengan yang dinyatakan oleh Krisnadi *et al.*, (2019) bahwa sorbitol memiliki nilai kuat tarik yang lebih besar dibandingkan dengan gliserol karena sorbitol memiliki berat molekul yang besar (182,17 g/mol) dibandingkan gliserol (92,09). Semakin tinggi berat molekul pemlastis maka semakin tinggi nilai kuat tarik yang dihasilkan. Menurut Anggraeni *et al.*, (2016) sorbitol menghasilkan nilai kuat tarik yang tinggi tetapi nilai elongasi yang rendah. Sebaliknya, gliserol memiliki nilai kuat tarik yang lebih rendah tetapi memiliki nilai elongasi yang tinggi hal tersebut terjadi karena sorbitol membatasi kemampuannya dalam mengurangi ikatan rantai hidrogen dibandingkan dengan gliserol. Wittaya, (2013) juga menyatakan hal yang sama, bahwa pemlastis sorbitol memiliki nilai kuat tarik lebih tinggi dan elongasi lebih rendah jika dibandingkan dengan pemlastis polietilen glikol dan gliserol dalam semua konsentrasi. Hal ini dikaitkan dengan konformasi molekul cincin sorbitol, yang mungkin dapat menghalangi penyisipan antara rantai protein.

#### 4.5.2 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik dengan tambahan zat lain

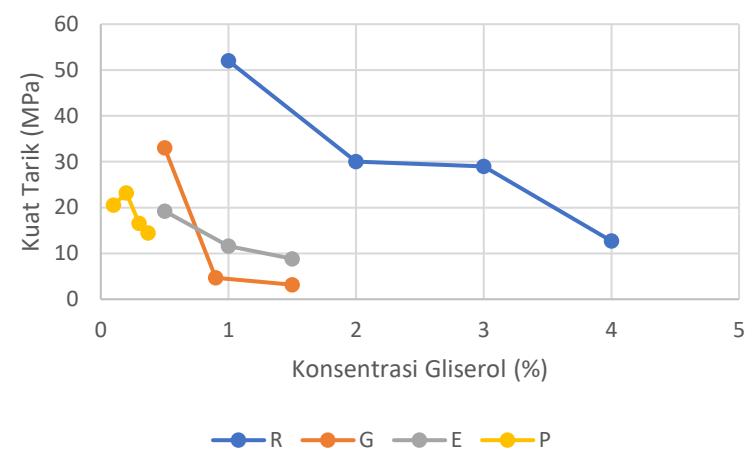
Grafik dibawah ini menunjukkan pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan dari penelitian beberapa jurnal dengan penambahan zat lain.



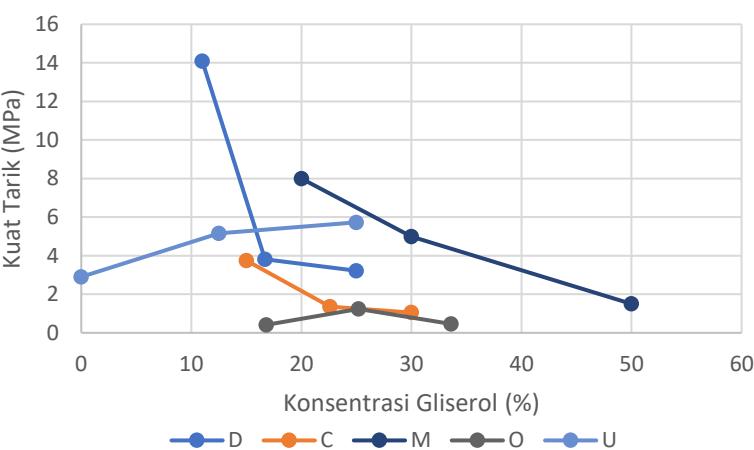
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4. 2** (a) Konsentrasi pemlastis (20-35); (b) Konsentrasi pemlastis (1-28); (c) Konsentrasi pemlastis (0-5) dan (d) Konsentrasi pemlastis (0-60). Grafik pengaruhnya penambahan konsentrasi pemlastis terhadap nilai kuat tarik

Pada **Gambar 4.2** grafik (a) hingga (d) rata-rata menunjukkan kesamaan yaitu penambahan pemlastis pada bioplastik dapat menurunkan nilai kuat tarik walaupun ada penambahan zat lain didalam nya, hal ini dapat dilihat bahwa dari 13 bioplastik, 10 diantaranya mengalami penurunan pada nilai kuat tarik. Adapun perbedaan yang terjadi yaitu pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal O, P dan U. Bioplastik pada jurnal O dan P mengalami peningkatan kuat tarik pada penambahan konsentrasi pemlastis dengan jumlah tertentu, kemudian dipenambahan berikutnya nilai kuat tariknya mengalami penurunan. Menurut Bani, (2019) kenaikan nilai kuat tarik ini dapat terjadi karena gliserol dan pati menyebar secara merata, serta adanya keseimbangan antara ikatan polisakarida dengan polisakarida yang diputus oleh gliserol. Bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal U menunjukkan bahwa semakin besar penambahan pemlastis maka semakin besar nilai kuat tariknya, hal ini berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik pada bioplastik lainnya. Peningkatan nilai kuat tarik ini dipengaruhi oleh zat pemlastis tambahan yang digunakan yaitu urea. Menurut Versino & García, (2018) urea lebih efisien sebagai pemlastis dibandingkan gliserol dari segi kinerja mekanik, hal tersebut dapat disebabkan karena perbedaan ukuran antara kedua pemlastis. Selain itu, interaksi yang kuat antara urea dengan pati dapat menyebabkan nilai resistensi mekanik film meningkat.

Nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan dari beberapa jurnal memiliki nilai yang berbeda-beda hal ini dapat disebabkan karena setiap bioplastik pada jurnal memiliki zat tambahan lain yang berbeda. Nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal T yaitu 218,6883 MPa untuk penambahan kosentrasi 25% gliserol dan nilai kuat tarik terendah terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal I yaitu 0,211MPa untuk penambahan konsentrasi 2,61% gliserol. Umumnya nilai kuat tarik dari pemlastis sorbitol lebih tinggi daripada pemlastis gliserol, namun pada grafik diatas nilai kuat tarik tertinggi yaitu pada bioplastik dari penelitian jurnal T dengan pemlastis gliserol, hal ini dapat terjadi karena pada komposisi bioplastik terdapat tambahan zat lain yaitu nanopartikel ZnO. Nanopartikel ZnO mampu untuk meningkatkan



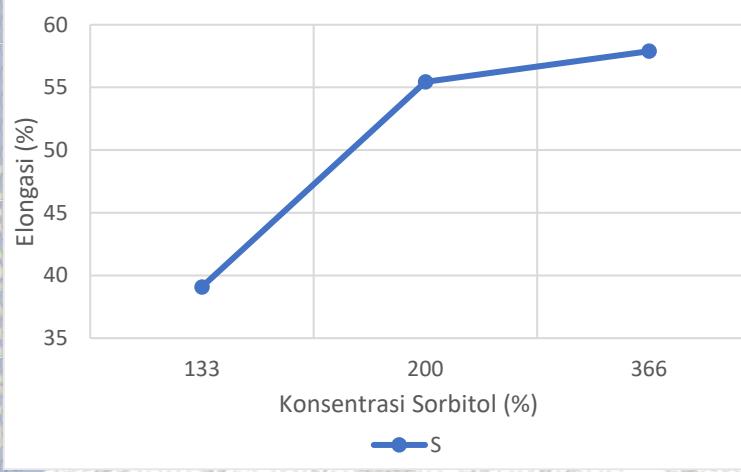


kuat tarik bioplastik, hal ini sesuai dengan pernyataan Erfan, (2012) bahwa penambahan konsentrasi ZnO dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan menurunkan nilai elongasi bioplastik. Perubahan sifat mekanik ini terjadi karena gugus-gugus ZnO menangkap elektron yang terdapat pada polimer pati yaitu dari gugus hidroksil, sehingga gugus tersebut saling berkaitan. Nanopartikel ZnO digunakan sebagai bahan penguat atau bahan pengisi dengan ukuran nanometer, dimana ukuran tersebut sangat kecil. Semakin kecil ukuran bahan pengisi maka persebarannya didalam matriks polimer semakin merata. ZnO dapat menyokong kekuatan polimer pati sehingga menghasilkan bioplastik dengan nilai kuat tarik yang tinggi atau bioplastik menjadi lebih kaku.

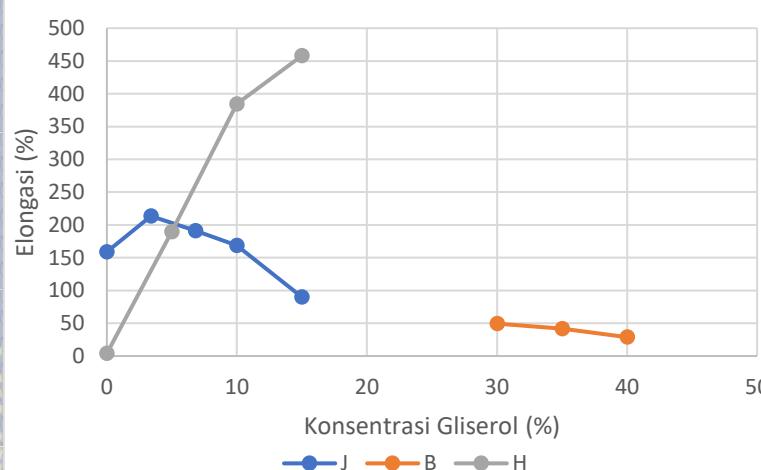
Secara umum, sifat kuat tarik bioplastik dipengaruhi oleh jumlah komposisi komponen penyusunnya yaitu pati dan pemlastis serta zat tambahan lain. Ditinjau dari hasil yang diamati dari grafik, penambahan konsentrasi pemlastis pada bioplastik pati singkong rata-rata dapat menurunkan nilai kuat tarik. Adapun peningkatan nilai kuat tarik yang terjadi, disebabkan oleh penambahan zat lain ke dalam pati bioplastik atau adanya keseimbangan antara ikatan polisakarida dengan polisakarida yang diputus oleh pemlastis.

#### 4.5.3 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi

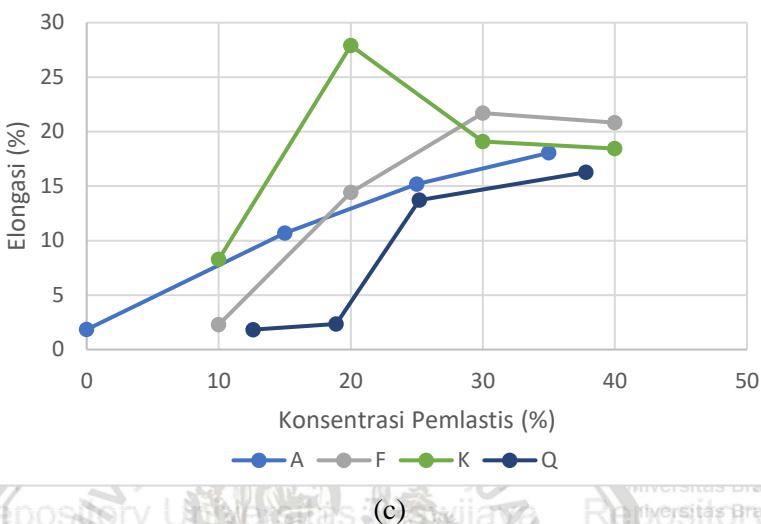
Grafik dibawah ini menunjukkan pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi bioplastik yang dihasilkan dari penelitian beberapa jurnal tanpa adanya penambahan zat lain.



(a)



(b)



(c)

**Gambar 4.3** (a) Konsentrasi pemlastis (133-366); (b) dan (c) Konsentrasi pemlastis (0-50). Grafik pengaruh penambahan konsentrasi pemlastis terhadap nilai elongasi

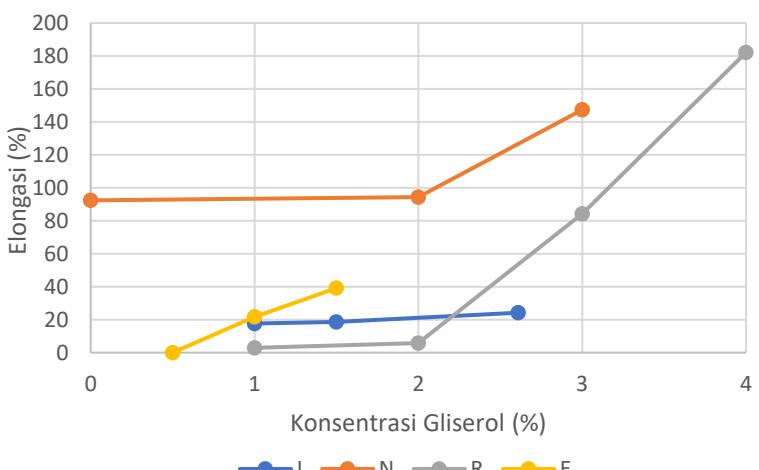
Pada **Gambar 4.3** grafik (a), (b) dan (c) rata-rata menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi pemlastis maka nilai elongasinya semakin meningkat. Hal ini dapat dilihat bahwa dari 8 bioplastik yang dihasilkan, 5 diantaranya mengalami peningkatan pada nilai elongasi. Salah satu fungsi pemlastis yaitu untuk meningkatkan sifat elastis pada bioplastik, karena dapat membuat ikatan hidrogen dalam rantai polimer melemah serta membuat jarak antar molekul meningkat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agustin & Padmawijaya,(2016) bahwa penambahan gliserol dapat membuat bioplastik semakin elastis karena letaknya berada diantara rantai biopolimer yang membuat jarak antar molekul meningkat dan membuat ikatan hidrogen antar molekul berkurang. Putra *et al.*, (2017) menjelaskan bahwa pada titik tertentu sorbitol dapat menaikkan nilai elongasi, hal itu terjadi karena penambahan pemlastis dapat mengurangi aktivitas pergerakan molekul yang menyebabkan elastisitas film meningkat. Adapun perbedaan yang terjadi yaitu

terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal B, J dan K, yaitu mengalami peningkatan pada penambahan konsentrasi pemlastis dengan jumlah tertentu kemudian dipenambahan berikutnya nilai elongasinya terus mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena penambahan pemlastis yang berfungsi untuk meningkatkan nilai elongasi telah mencapai titik maksimum, sehingga jika konsentrasi pemlastis terus ditingkatkan akan menurunkan nilai elongasi. Menurut Rahmadani,(2019) menjelaskan bahwa nilai elongasi akan menurun setelah melewati titik maksimum penambahan gliserol, penurunan nilai elongasi ini disebabkan karena jarak ikatan antar molekul menurun serta telah melampaui titik jenuh, sehingga molekul pemlastis berlebih dan berada diluar fase polimer yang menyebabkan gerakan antar rantai lebih bebas.

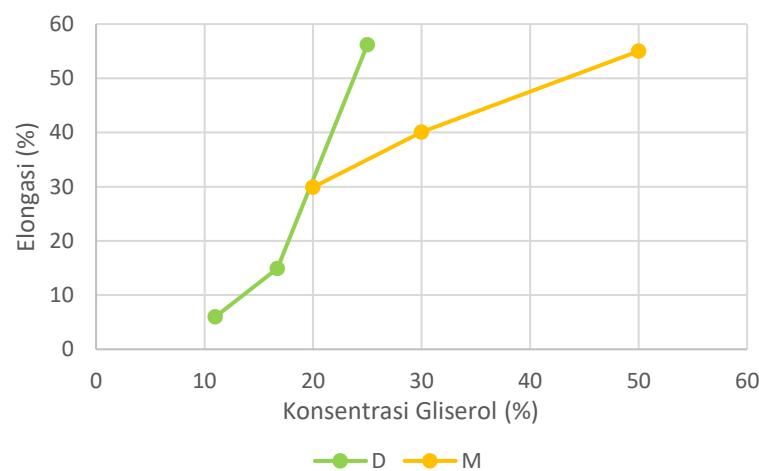
Nilai elongasi dipengaruhi oleh variasi konsentrasi pemlastis. Nilai elongasi tertinggi terdapat pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal H yaitu  $458,06 \pm 37\%$  untuk penambahan 15% konsentrasi gliserol dan padabioplastik dari penelitian jurnal S sebesar 57,89% untuk penambahan konsentrasi 366% sorbitol. Bioplastik dengan pemlastis gliserol memiliki nilai elongasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pemlastis sorbitol, hal ini menunjukkan bahwa pemlastis gliserol memiliki fleksibilitas yang tinggi sesuai dengan pernyataan Kurniawati (2015) bahwa pemlastis sorbitol memiliki fleksibilitas yang rendah jika dibandingkan dengan pemlastis yang lain. Nilai elongasi berpengaruh pada kualitas bioplastik, nilai elongasi yang tinggi menandakan bahwa bioplastik yang dihasilkan mampu untuk menahan beban dan gaya tarik sehingga menghasilkan bioplastik yang tidak mudah putus.

#### 4.5.4 Pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi dengan penambahan zat lain

Grafik dibawah ini menunjukan pengaruh penambahan pemlastis terhadap nilai elongasi bioplastik yang dihasilkan dari penelitian beberapa jurnal dengan penambahan zat lain.



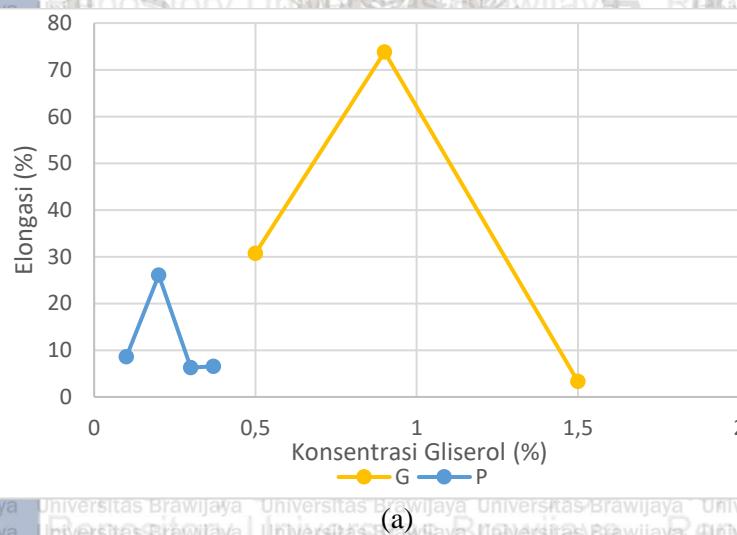
(a)



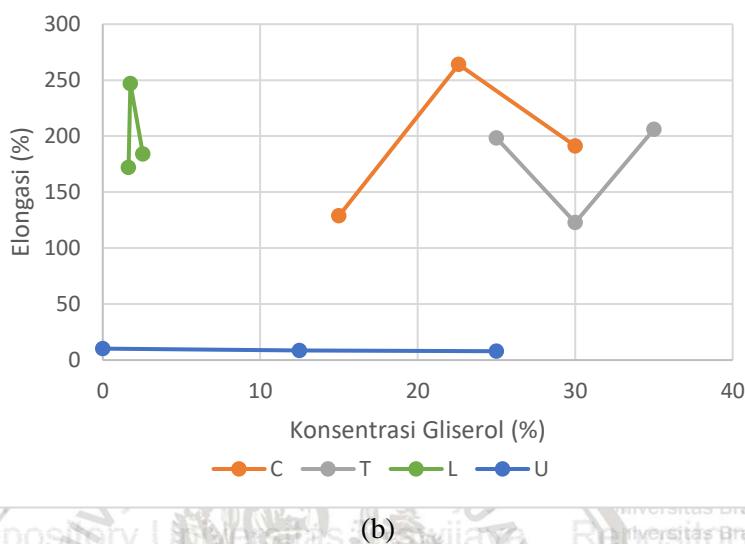
(b)

**Gambar 4.4** (a) Konsentrasi pemlastis (133-366); (b) dan (c) (c) pengaruh penambahan konsentrasi pemlastis terhadap nilai elongasi

Pada **Gambar 4.4** grafik (a) dan (b) menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi pemlastis maka nilai elongasinya semakin meningkat walaupun ditambahkan zat lain, hal ini menunjukkan bahwa penambahan pemlastis lebih dominan untuk meningkatkan nilai elongasi sesuai dengan fungsinya yaitu untuk meningkatkan elastisitas pada bioplastik. Beberapa penelitian mengenai bioplastik yang menggunakan zat tambahan lain yaitu penelitian Nafiyanto, (2019) tentang pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah bonggol pisang kepok dengan *plasticozer* gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot, penelitian Septiosari & Kusumastuti, (2014) tentang pembuatan dan karakterisasi bioplastik limbah biji mangga dengan penambahan selulosa dan gliserol dan penelitian Putra *et al.*, (2019) tentang sintesis bioplastik berbahan dasar pati jagung dengan penambahan *filler* selulosa serat daun nanas, menunjukkan bahwa penambahan gliserol sebagai pemlastis dapat meningkatkan nilai elongasi pada plastik *biodegradable*.



(a)



(b)

**Gambar 4.5** (a) Konsentrasi pemlastis (0-2); (b) dan (c) Konsentrasi pemlastis (0-40). Grafik pengaruh penambahan konsentrasi pemlastis terhadap nilai elongasi

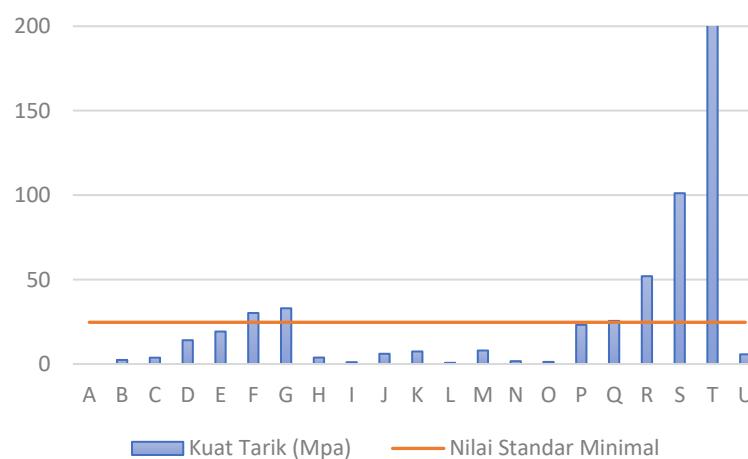
Pada **Gambar 4.5** grafik (a) dan (b) rata-rata menunjukkan nilai elongasi meningkat pada penambahan konsentrasi pemlastis dengan jumlah tertentu kemudian dipenambahan berikutnya nilai elongasinya mengalami penurunan. Secara umum, peningkatan konsentrasi pemlastis akan meningkatkan nilai elongasi namun pada hasil grafik tidak menunjukkan hal yang sama. Hal ini dapat dipengaruhi karena pemutusan ikatan hidrogen oleh pemlastis tidak merata. Nafilah *et al.*, (2019) berpendapat bahwa penurunan nilai elongasi ini dapat disebabkan oleh campuran yang tidak homogen, sehingga pemlastis tidak dapat memutus ikatan hidrogen secara merata. Menurut Rifaldi *et al.*, (2009) nilai elongasi yang tidak konsisten dapat dipengaruhi karena pemlastis gliserol tidak larut secara sempurna didalam air sehingga berpengaruh terhadap nilai elongasi yang dihasilkan. Adapun perbedaan yang terjadi yaitu pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal U yaitu semakin meningkatnya persentase pemlastis maka nilai elongasinya semakin menurun. Penurunan nilai elongasi ini dapat terjadi karena ada penambahan pemlastis urea didalamnya. Komposisi pemlastis gliserol dengan urea berbanding

terbalik yaitu (0:25), (12,5:12,5) dan (25:0). Jumlah komposisi sangat berpengaruh terhadap nilai elongasi, selain itu urea lebih mampu untuk meningkatkan nilai elongasi bioplastik dibandingkan dengan gliserol, hal ini sesuai dengan pernyataan Versino *et al.*, (2019) bahwa penambahan urea pada bioplastik dapat menyebabkan bahan menjadi lebih fleksibel dan ulet.

Berdasarkan hasil grafik, penambahan konsentrasi pemlastis pada bioplastik pati singkong rata-rata dapat meningkatkan nilai elongasi. Adapun penurunan yang terjadi, disebabkan oleh penambahan zat lain atau pencampuran pemlastis yang tidak homogen serta pemlastis telah mencapai titik maksimum (titik jenuh) untuk meningkatkan nilai elongasi.

#### 4.6 Alternatif Bioplastik Pengganti Plastik Sintetis

Grafik dibawah ini merupakan nilai kuat tarik tertinggi bioplastik yang diambil dari setiap jurnal untuk dibandingkan dengan nilai kuat tarik minimum Standar Nasional Indonesia (SNI).

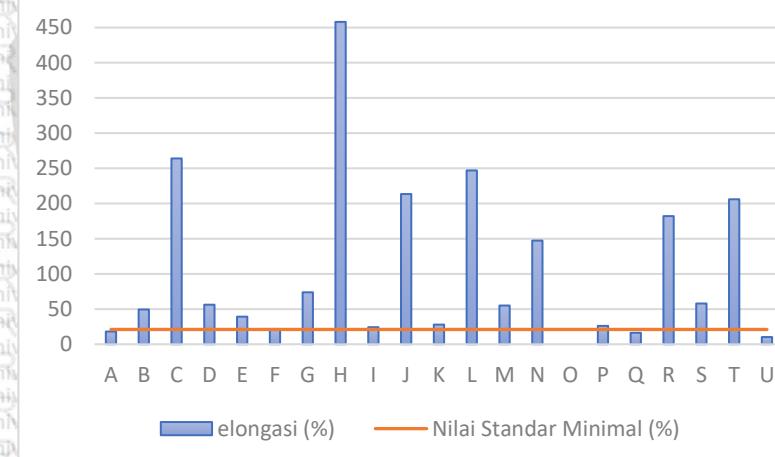


Gambar 4. 6 Grafik nilai kuat tarik masimum setiap jurnal

Nilai kuat tarik dan elongasi maksimum setiap jurnal berbeda, hal tersebut dapat terjadi karena pada beberapa jurnal memiliki zat tambahan lain yang dapat membuat sifat mekanik pada bioplastik

berubah. Komposisi penyusun bioplastik akan mempengaruhi sifat mekaniknya. Berdasarkan **Gambar 4.8** terdapat 6 nilai kuat tarik minimum Standar Nasional Indonesia, yaitu nilai kuat tarik pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal F sebesar 30,2 MPa, nilai kuat tarik dari penelitian jurnal G sebesar 33 MPa, nilai kuat tarik dari penelitian jurnal Q sebesar 25,53 MPa, nilai kuat tarik dari penelitian jurnal R sebesar 52 MPa, nilai kuat tarik dari penelitian jurnal S sebesar 101,14 MPa dan nilai kuat tarik dari penelitian jurnal T sebesar 218,6883 MPa.

Grafik dibawah ini merupakan data nilai elongasi tertinggi yang diambil dari setiap jurnal untuk dibandingkan dengan nilai standar minimum berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).



**Gambar 4.7** Grafik nilai elongasi maksimum setiap jurnal

Berdasarkan **Gambar 4.9** terdapat 17 bioplastik yang memenuhi nilai standar minimum elongasi sesuai SNI. Dari 21 bioplastik, hanya 4 bioplastik yang tidak memenuhi nilai elongasi minimum sesuai SNI hal ini menunjukkan bahwa penambahan pemplastis dapat meningkatkan nilai elongasi pada bioplastik berbahan dasar pati singkong. Nilai elongasi tertinggi yaitu pada bioplastik hasil



penelitian jurnal H sebesar 458,06% dan nilai elongasi terendah yaitu pada bioplastik hasil penelitian jurnal U yaitu 10,21%.

Bioplastik yang memenuhi nilai kuat tarik dan nilai elongasi sesuai standar minimum SNI yaitu pada bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal G, R, S dan T. Hasil penelitian bioplastik dari empat jurnal tersebut, memiliki nilai kuat tarik dan nilai elongasi yang sesuai untuk dijadikan alternatif pengganti plastik konvensional, karena memenuhi kriteria standar minimum sifat mekanik sesuai SNI.

Bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal S dan jurnal T merupakan bioplastik yang paling sesuai untuk alternatif pengganti plastik konvensional karena memiliki nilai kuat tarik dan elongasi yang cukup tinggi. Komposisi penyusun bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal S yaitu 12 gram pati singkong dan 133% sorbitol, sedangkan bioplastik yang dihasilkan dari penelitian jurnal T komposisi penyusunnya yaitu 0,6% nanopartikel ZnO dan 25% Gliserol. Untuk hasil terbaik yaitu pada bioplastik dari jurnal T, hanya saja pada proses pembuatan bioplastiknya menggunakan zat tambahan nanopartikel ZnO yang memiliki harga cukup mahal dan kurang terjangkau.



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

Repository Universitas Brawijaya

Repository Univers



(Halaman ini sengaja dikosongkan)



## **BAB V**

## **PENUTUP**

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi literasi yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemlastis sorbitol dan pemlastis gliserol dapat menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan nilai elongasi.
  2. Peningkatan konsentrasi pemlastis sorbitol memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan pemlastis gliserol, tetapi pemlastis sorbitol memiliki nilai elongasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pemlastis gliserol.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Diharapkan melakukan penelitian dengan penambahan 25% pemplastis gliserol dan memvariasikan penambahan nanopartikel ZnO.



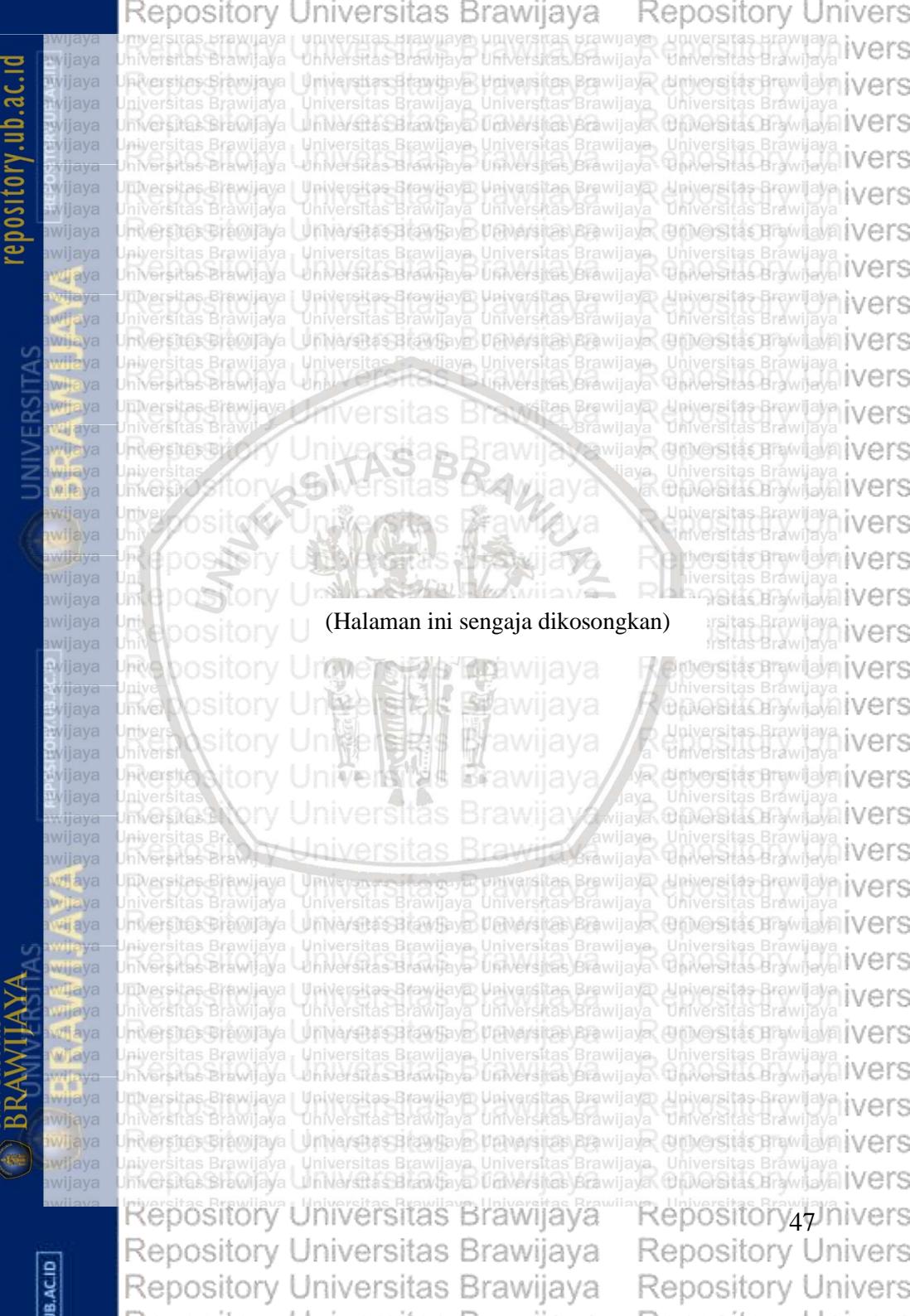
UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS

**BRAWIJAYA**

IB.ACID



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**DAFTAR PUSTAKA**

- Ab'rор, R. W., Chamisjatin, L., Waluyo, L., Hindun, I., & Setyawan, D. (2020). Pengaruh gliserol terhadap sifat mekanik bioplastik pati kulit pisang raja (*Musa paradisiaca L.*). 252–258.
- Adamu, A. D., Jikan, S. S., Talip, B. H. A., Badarulzaman, N. A., & Yahaya, S. (2017). Effect of glycerol on the properties of tapioca starch film. *Materials Science Forum*, 888 MSF(March), 239–243. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.888.239>
- Agustin, Y. E., & Padmawijaya, K. S. (2016). Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif. *Teknik Kimia*, 10(No.2), 9.
- Anggarini, F. (2013). APLIKASI PLASTICIZER GLISEROL PADA PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI BIJI NANGKA. *Skripsi*, 1–67.
- Anggraeni, Y., Sulistiawati, F., & Astria, D. W. I. N. U. R. (2016). Pengaruh Plasticizer Gliserol dan Sorbitol terhadap Karakteristik Film Penutup Luka Kitosan-Tripolifosfat yang Mengandung Asiatikosida (The Effect of Plasticizer Glycerol and Sorbitol on the Characteristics of Chitosan-Tripolyphosphate Films Dressing Con. 14(2).
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Teknik Mesin*, 6(2), 18. <https://doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1185>
- Aripin, S., Saing, B., Kustiyah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknik Mesin*, 06(2), 79–84.
- Bani, M. D. . (2019). Variasi Volume Gliserol terhadap Sifat Fisis Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Ubi Kayu (*Manihot Esculenta Crantz*). *Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 7(1), 61–78. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v7i1.678>



- Belibi, P. C., Daou, T. J., Ndjaka, J. M. B., Nsom, B., Michelin, L., & Durand, B. (2014). A comparative study of some properties of cassava and tree cassava starch films. *Physics Procedia*, 55, 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2014.07.032>
- Bruna, A. S. M., João, H. de O. R., Lindaiá, S. C., Ingrid, L. L., Josiane, D. V. B., Joyce, B. A., & Janice, I. D. (2017). Characterization of cassava starch films plasticized with glycerol and strengthened with nanocellulose from green coconut fibers. *African Journal of Biotechnology*, 16(28), 1567–1578. <https://doi.org/10.5897/ajb2017.15943>
- Chantawee, K., & Riyajan, S. A. (2019). Effect of Glycerol on the Physical Properties of Carboxylated Styrene-Butadiene Rubber/Cassava Starch Blend Films. *Journal of Polymers and the Environment*, 27(1), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s10924-018-1322-4>
- Chiumarelli, M., & Hubinger, M. D. (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food Hydrocolloids*, 38, 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.013>
- Cornelia, M., Syarieff, R., Effendi, H., & Nurtama, B. (2013). PEMANFAATAN PATI BIJI DURIAN (*Durio zibethinus* Murr.) DAN PATI SAGU (*Metroxylon* sp.) DALAM PEMBUATAN BIOPLASTIK (THE. *Jurnal Kimia Kemasan*, 35(1), 20–29.
- Da Silva, J. B. A., Nascimento, T., Costa, L. A. S., Pereira, F. V., Machado, B. A., Gomes, G. V. P., Assis, D. J., & Druzian, J. I. (2015). Effect of Source and Interaction with Nanocellulose on Cassava Starch, Glycerol and the Properties of Films Bionanocomposites. *Materials Today: Proceedings*, 2(1), 200–207. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.04.022>
- dos Santos Caetano, K., Almeida Lopes, N., Haas Costa, T. M., Brandelli, A., Rodrigues, E., Hickmann Flôres, S., & Cladera-Olivera, F. (2018). Characterization of active biodegradable films based on cassava starch and natural compounds. *Food Packaging and Shelf Life*, 16(March), 138–147.



- Dwi Putra, A., Setiaries Johan, V., & Efendi, R. (2017). Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer Dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun. *JOM Fakultas Pertanian*, 4(2), 1–15.
- Erfan, A. (2012). UNIVERSITAS INDONESIA SINTESIS BIOPLASTIK DARI PATI UBI JALAR UNIVERSITAS INDONESIA. Skripsi.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparhana, I. P. (2018). The Effect of Glycerol Concentration on The Characteristic Edible Film Sweet Potato Starch (*Ipomoea batatas* L.). *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 5(1), 27–35.
- Florentina, F., Syamsir, E., Hunaefi, D., & Budijanto, S. (2017). Teknik Gelatinisasi Tepung Beras untuk Menurunkan Penyerapan Minyak Selama Penggorengan Minyak Terendam (Gelatinization Technique of Rice Flour to Reduce Oil Uptake during Deep Fat Frying). *Agritech*, 36(4), 387. <https://doi.org/10.22146/agritech.16760>
- Hadi, D. T. (2017). ANALISIS SIFAT KIMIA DAN FUNGSIONAL PASTA PATI SINGKONG TERMODIFIKASI DENGAN FERMENTASI *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi, 1–63. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.758>
- Harunsyah, Yunus, M., & Fauzan, R. (2017). Mechanical properties of bioplastics cassava starch film with Zinc Oxide nanofiller as reinforcement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 210(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/210/1/012015>
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., & Ardiani, A. (2015). Aplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film Dari Nata De Cassava. *Reaktor*, 15(3), 195. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.3.195-203>
- Iamareerat, B., Singh, M., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2018). Reinforced cassava starch based edible film incorporated with essential oil and sodium bentonite nanoclay as food packaging material. *Journal of Food Science and Technology*, 55(5), 1953–1960.

- Imran, Y. L., Hutomo, G. S., & Rahim, A. (2014). SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU ( Metroxylon sp ) Synthesis and characterization of bioplastic based on sago starch ( Metroxylon sp ). *E-J. Agrotekbis*, 2(1), 38–46.

Jabbar, U. F. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI KULIT KENTANG (*Solanum tuberosum* L.). *Skripsi*, 71.

Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). POTENSI PENGEMBANGAN PLASTIK BIODEGRADABLE BERBASIS PATI SAGU DAN UBIKAYU DI INDONESIA / The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>

Karina, M. (2015). Penelitian dan Pengembangan Plastik, Myrtha Karina. Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet, Dan Plastik Ke-4 Yogyakarta, 28 Oktober 2015, 25–32.

Koswara, S. (2009). Teknologi modifikasi pati. *EbookPangan*, 1–32. <https://doi.org/10.1016/B978-1-85573-731-0.50013-X>

Krisnadi, R., Handarni, Y., & Udyani, K. (2019). Pengaruh Jenis Plasticizer Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable dari Bekatul Padi. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII*, 100, 125–130.

Kurniawati, K. (2015). POTENSI PEMANFAATAN PATI PROPAGUL *Bruguiera gymnorhiza* DALAM PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM DENGAN VARIASI KONSENTRASI SORBITOL SEBAGAI PEMLASTIS. *Skripsi*, 1–65. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4781.1969.tb04998.x>

Lismawati. (2017). TERHADAP KARAKTERISTIK EDIBLE FILM DARI PATI KENTANG ( *Solanum tuberosum* L .). *Skripsi*, 1–67.



- Lubis, M. R., & Fathanah, U. (2015). *Biodegradable Plastic from Cassava Waste using Sorbitol as Plasticizer. Cmc*, 62–66.
- Matondang, T. D. S., Wirjosentono, B., & Yunus, D. (2013). Pembuatan Plastik Kemasan Terbiodegradasikan Dari Polipropylene Tergrafting Anhidrid Maleat dengan Bahan Pengisi Pati Sagu Kelapa Sawit. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(2). <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.507>
- Mery Apriyani dan Endaruji Sedyadi. (2015). SINTESIS DAN KARAKTERISASI PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI ONGGOK SINGKONG DAN EKSTRAK LIDAH BUAYA ( Aloe vera ) DENGAN PLASTICIZER GLISEROL SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIODEGRDABLE PLASTIC FROM CASAVA STARCH AND ALOE VERA EXTRACT WITH GLYCEROL PLAS. *Sain Dasar*, 4(2), 145–152.
- Nafilah, I., Sedyadi, E., Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga, P., Laksda Adi Sucipto, J., & Surel, Y. (2019). Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos. *Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik*, 1(1), 38–47.
- Nafiyanto, I. (2019). Pembuatan plastik biodegradable dari limbah bonggol pisang kepok dengan plasticizer gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot ( achatina fullica ). *Inegrated Lab Journal*, 7(1), 75–89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2656812>
- Putra, Angga Dwina, Amri, I., & Irdoni. (2019). Sintesis Bioplastik Berbahan Dasar Pati Jagung dengan Penambahan Filler Selulosa Serat Daun Nanas ( Ananas cosmosus ). *Jom Fteknik*, 6, 1–8.
- Putra, Anugerah Dwi, Johan, V. S., & Efendi, R. (2017). Pembuatan Edible Film Pati Sukun the Addition of Sorbitol As a Plasticizer in the Production Edible Films Based Breadfruit Starch. *Jom Fakultas Pertanian*, 4(2), 1–15.
- Rahmadani, S. (2019). Pemanfaatan Pati Batang Ubi Kayu dan Pati

- Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.1913>
- Restiani, R., Roslim, D. I., & Herman. (2014). KARAKTERISASI MORFOLOGI UBI KAYU (*Manihot esculenta Crantz*) HIJAU DARI KABUPATEN PELALAWAN. *JOM FMIPA*, 1(2), 619–623.
- Rifaldi, A., Irdoni, H., & Bahruddin. (2009). SIFAT DAN MORFOLOGI BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU DENGAN PENAMBAHAN FILLER CLAY DAN PLASTICIZER GLISEROL. 1–7.
- Riyajan, S. A., & Patisat, S. (2018). A Novel Packaging Film from Cassava Starch and Natural Rubber. *Journal of Polymers and the Environment*, 26(7), 2845–2854. <https://doi.org/10.1007/s10924-017-1172-5>
- Riyanto, D. N., Utomo, A. R., & Setijawati, E. (2017). Pengaruh Penambahan Sorbitol Terhadap Karakteristik Fisikokimia Edible Film Berbahan Dasar Pati Gandum. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 16(1), 14–20.
- Sakinah, A. R., & Kurniawansyah, I. S. (2018). Isolasi, Karakterisasi Sifat Fisikokimia, Dan Aplikasi Pati Jagung Dalm Bidang Farmasetik. *Farmaka*, 16(2), 430–442.
- Septiosari, A., & Kusumastuti, E. (2014). Info Artikel. 3(2252).
- Septiriyani, I. V. (2017). POTENSI PEMANFAATAN SINGKONG (*Manihot utilissima*) SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN DALAM PEMBUATAN ES PUTER SECARA TRADISIONAL. *Skripsi*, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.758>
- Silviana, S., Brandon, P. B., & Silawanda, B. A. (2018). Preparation of cassava bagasse starch-based biodegradable film reinforced with chicken feet gelatin, citric acid as crosslinker, and glycerol as plasticizer. *Indonesian Journal of Chemistry*, 18(4), 688–695. <https://doi.org/10.22146/ijc.26766>



- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M. H. S., & Hasibuan, R. (2014). Pengaruh Penambahan Gliserolterhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 19–24. <https://doi.org/10.32734/jtk.v3i2.1608>
- Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V., & Tadini, C. C. (2012). Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature. *LWT - Food Science and Technology*, 46(1), 110–117. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.018>
- Souza, A. C., Goto, G. E. O., Mainardi, J. A., Coelho, A. C. V., & Tadini, C. C. (2013). Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties. *LWT - Food Science and Technology*, 54(2), 346–352. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.06.017>
- Theamdee, P., & Pansaeng, N. (2019). *The Effect of Glycerol on the Properties of Biodegradable Cassava Starch ( Saai Dieow Cultivar ) Films for Plastic Plant Bag Application*. 27, 27–38.
- Versino, F., & García, M. A. (2018). Starch films for agronomic applications: comparative study of urea and glycerol as plasticizers. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(5), 1854–1864. <https://doi.org/10.22161/ijeab/3.5.38>
- Versino, F., Urriza, M., & García, M. . (2019). Eco-compatible cassava starch films for fertilizer controlled-release. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.05.037>
- Wittaya, T. (2013). *Influence of Type and Concentration of Plasticizers on the Properties of Edible Film From Mung Bean Proteins*. 13(1), 51–58.
- Zulaidah, A. (2012). Peningkatan Nilai Guna Pati Alami Melalui Proses Modifikasi Pati. *Dinamika Sains*, 10(22), 1–13.



UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

repository.**ub.ac.id**

UNIVERSITAS  
**BRAWIJAYA**

IB.ACID

# Repository Universitas Brawijaya

# Repository Universitas Brawijaya



**Lampiran**  
**Lampiran 1** Tabel Referensi jurnal yang digunakan

No	Judul Jurnal	Reputasi Jurnal
1(A)  (Theamde e & Pansaeng, 2019)	The Effect of Glycerol on the Properties of <i>Biodegradable</i> Cassava Strach (Saai Dieow Cultivar) Films for Plastic Plant Bag Application	Naresuan University Journal : Science and Technology 2019; (27) 4 ISSN: 0858-7418 EISSN: 2539-553X The journal has been indexed by : Google Scholar Thai Journal Citation Index Centre Asean Citation Index (ACI)
2(B)  (Belibi <i>et al.</i> , 2014)	A comparative study of some properties of cassava and tree cassava starch films	Physics Procedia 55 (2014 ) 220 – 226 ISSN : 1875-3892 doi: 10.1016/j.phpro.2014.07.032 Eighth International Conference on Material Sciences (CSM8-ISM5) Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license ( <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/</a> ).
3(C)  (Souza <i>et al.</i> , 2013)	Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial	LWT - Food Science and Technology 54 (2013) 346- 352. Article history: Received 3 March 2013 Received in

	activity, microstructure, mechanical and barrier properties	revised form 20 May 2013 Accepted 20 June 2013 ISSN : 0023-6438/\$ e see front matter 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.jwt.2013.06.017">http://dx.doi.org/10.1016/j.jwt.2013.06.017</a>
4(D) (Bruna <i>et al.</i> , 2017)	Characterization of cassava starch films plasticized with glycerol and strengthened with nanocellulose from green coconut fibers	African Journal of Biotechnology Vol. 16(28), pp. 1567-1578, 12 July, 2017 DOI: 10.5897/AJB2017.15943 Article Number: 7A68A4765094 ISSN 1684-5315 Copyright © 2017 Author(s) retain the copyright of this article <a href="http://www.academicjournals.org/AJB_African">http://www.academicjournals.org/AJB_African</a>
5 (E) (Aripin, Saing, Kustiyah, <i>et al.</i> , 2017)	Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik <i>Biodegradable</i> dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliseroldengan Metode Melt Intercalation	Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06, Edisi Spesial 2017 ISSN 2549 – 2888 JTM is published and imprinted by Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) - ITP
6 (F) (Nafilah <i>et al.</i> , 2019)	Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi	Jurnal KRIDATAMA Sains dan Teknologi Vol. 1 No. 1 2019 ISSN : <u>26566966</u> SK no. 0005.26856921/JI.3.1/SK.IS

	<b>Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos</b>	<b>SN/2019.08 - 5 Agustus 2019</b> <b>Publish Date 01 Mar 2019</b>
7 (G)  (Da Silva <i>et al.</i> , 2015)	Effect of source and interaction with nanocellulose cassava starch, glycerol and the properties of films bionanocomposites	Materials Today: Proceedings 2 ( 2015 ) 200 – 207  5th International conference on Advanced Nano Materials  ISSN : 2214-7853 © 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved. Selection and peer-review under responsibility of TEMA Centre for Mechanical Technology and Automation.  doi: <a href="https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.04.022">10.1016/j.matpr.2015.04.022</a>
8 (H)  (Adamu <i>et al.</i> , 2017)	Effect of Glycerol on the Properties of Tapioca Starch Film	Materials Science Forum ISSN: 1662-9752, Vol. 888, pp 239-243  doi: <a href="https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.888.239">10.4028/www.scientific.net/MSF.888.239</a>  Submitted: 2016-05-24 Accepted: 2016-10-25 Revised: 2016-08-31 ©2017 Trans Tech Publications, Switzerland Online: 2017-03-06
9 (I)	Evaluation of edible films and coatings	Food Hydrocolloids 38 (2014) 20-27

(Chiumare Ili & Hubinger, 2014)	formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid	Article history: Received 16 March 2013 Accepted 19 November 2013 ISSN : 0268-005 see front matter 2013 Elsevier Ltd. All rights reserved. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.013">http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.11.013</a>
10 (J) (Souza <i>et al.</i> , 2012)	Cassava starch <i>biodegradable</i> films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature	LWT - Food Science and Technology 46 (2012) doi:10.1016/j.lwt.2011.10.018 ISSN: 0023-6438 Article history: Received 24 March 2011 Received in revised form 17 October 2011 Accepted 27 October 2011 Copyright © 2020 Elsevier Ltd. All rights reserved
11 (K) (Nafilah <i>et al.</i> , 2019)	Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos	Jurnal KRIDATAMA Sains dan Teknologi Vol. 1 No. 1a 2019 ISSN : <u>26566966</u> SK no. 0005.26856921/JI.3.1/SK.ISN/2019.08 - 5 Agustus 2019 Publish Date 01 Mar 2019
12 (L) (dos Santos	Characterization of active <i>biodegradable</i>	Food Packaging and Shelf Life 16 (2018) 138–147 ISSN : 2214-2894

Caetano <i>et al.</i> , 2018)	films based on cassava starch and natural compounds	<a href="https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.03.006">https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.03.006</a> Received 5 November 2017; Received in revised form 14 March 2018; Accepted 22 March 2018 Available online 05 April 2018 © 2018 Elsevier Ltd. All rights reserved.
13 (M) (Riyajan & Patisat, 2018)	A Novel Packaging Film from Cassava Starch and Natural Rubber	Journal of Polymers and the Environment (2018) 26:2845–2854 <a href="https://doi.org/10.1007/s10924-017-1172-5">https://doi.org/10.1007/s10924-017-1172-5</a> ISSN : 15728900, 15662543 Published online: 8 January 2018 Springer
14 (N) (Iamareeratt <i>et al.</i> , 2018)	Reinforced cassava starch based edible film incorporated with essential oil and sodium bentonite nanoclay as food packaging material	Journal of Food Science and Technology (May 2018) 55(5):1953–1959 <a href="https://doi.org/10.1007/s13197-018-3100-7">https://doi.org/10.1007/s13197-018-3100-7</a> Revised: 6 November 2017/Accepted: 26 February 2018/Published online: 5 March 2018 ISSN: 0022-1155(Print) and 0975-8402 (Online) Association of Food Scientists & Technologists (India) 2018 Springer

Universitas Brawijaya 15 (O) (Bani, 2019)	Variasi Volume Glicerol terhadap Sifat Fisis Plastik <i>Biodegradable</i> Berbahan Dasar Pati Ubi Kayu (Manihot Esculenta Cranz)	Al-Khwarizmi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Maret 2019, Vol.7, No.1, hal.61-78 ISSN(P): 2337- 7666; ISSN(E):2541-6499 <a href="http://ejournal.iainpalopo.ac.id/index.php/al-khwarizmi">http://ejournal.iainpalopo.ac id/index.php/al-khwarizmi</a> DOI: <a href="https://doi.org/10.24256/jpmipa.v7i1.678">https://doi.org/10.24256/jpmipa.v7i1.678</a>
Universitas Brawijaya 16 (P) (Silviana et al., 2018)	Preparation of Cassava Bagasse Starch-Based <i>Biodegradable</i> Film Reinforced with Chicken Feet Gelatin, Citric Acid as Crosslinker, and Glycerol as Plasticizer	Indonesian Journal of Chemistry., 2018, 18 (4), 688 – 695 <a href="https://doi.org/10.22146/ijc.26766">https://doi.org/10.22146/ijc. 26766</a> Received July 19, 2017; Accepted January 1, 2018 ISSN : 1411-9420 EISSN : 2460-1578 The journal is accredited by The Ministry of Research and Technology/National Agency for Research and Innovation (RISTEKBRIN) No: 85/M/ KPT/2020 (in First Rank) and indexed in Scopus since 2012.
Universitas Brawijaya 17 (Q) (Mery Apriyani)	Sintesis dan Karakterisasi Plastik <i>Biodegradable</i> dari	Jurnal Sains Dasar 2015 4 (2) 145 – 152

dan Endaruji Sedyadi, 2015)	Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya ( <i>Aloeevera</i> ) dengan <i>Plasticizer</i> <i>Glicerol</i>	<b>ISSN 2085-9872 (printed)</b> and <b>ISSN 2443-1273 (online)</b> . Jurnal Sains Dasar is licensed under a <u>Creative</u> <u>Commons Attribution 4.0</u> <u>International License</u>
18 (R) (Chantawe e & Riyajan, 2019)	Effect of Glycerol on the Physical Properties of Carboxylated Styrene Butadiene Rubber/Cassava Starch Blend Films	Journal of Polymers and the Environment (2019) 27:50– 60 <a href="https://doi.org/10.1007/s10924-018-1322-4">https://doi.org/10.1007/s10924-018-1322-4</a> ISSN : 15728900, 15662543 Published online: 20 October 2018 Springer
19 (S) (Lubis & Fathanah, 2015)	<i>Biodegradable</i> Plastic from Cassava Waste using Sorbitol as Plasticizer	Proceedings of The 5th Annual International Conference Syiah Kuala University (AIC Unsyiah) 2015 In conjunction with The 8th International Conference of Chemical Engineering on Science and Applications (ChESA) 2015 September 9-11, 2015
20 (T) (Harunsyah <i>et al.</i> , 2017)	Mechanical properties of bioplastics cassava starch film with Zinc Oxide nanofiller as reinforcement	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 210 (2017) doi:10.1088/1757- 899X/210/1/012015



Ver 21 (U)  
(Versino  
*et al.*,  
2019)

Eco-compatible  
cassava starch  
films for fertilizer  
controlled-release

International Journal of  
Biological Macromolecules  
134 (2019) 302–307  
<https://doi.org/10.1016/j.jibiomac.2019.05.037>  
ISSN : 0141-8130  
Article history: Received 28  
March 2019 Received in  
revised form 30 April 2019  
Accepted 5 May 2019  
Available online 7 May  
2019  
©2019 Elsevier B.V. All  
rights reserved

