

**PENGARUH JENIS *PLASTICIZER* DAN  
PERBANDINGAN KOMPOSISI TEPUNG BONGGOL  
PISANG DENGAN *PLASTICIZER* TERHADAP SIFAT  
MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE***

**Laporan Penelitian**

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar  
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

Oleh:

**Alvin Darmawan Setyadi**

(6141801047)

Pembimbing:

**Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.**



**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2022**

# **THE EFFECT FROM TYPES OF PLASTICIZER AND THE COMPOSITION RATIO OF BANANA WEEVIL FLOUR TO PLASTICIZER ON MECHANICAL PROPERTIES OF BIODEGRADABLE PLASTIC**

**Research Report**

Arranged to fulfill the final task to achieve a bachelor's degree in Chemical Engineering

Major

By:

**Alvin Darmawan Setyadi**

(6141801047)

Supervisor:

**Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.**



**CHEMICAL ENGINEERING UNDERGRADUATE STUDY PROGRAM**

**INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

**BANDUNG**

**2022**

## LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENGARUH JENIS *PLASTICIZER* DAN PERBANDINGAN  
KOMPOSISI TEPUNG BONGGOL PISANG DENGAN *PLASTICIZER* TERHADAP  
SIFAT MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE***

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui.

Bandung, 28 Agustus 2022

Pembimbing



Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alvin Darmawan Setyadi  
NPM : 6141801047

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**Pengaruh Jenis *Plasticizer* dan Perbandingan Komposisi Tepung Bonggol Pisang dengan *Plasticizer* Terhadap Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable***

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 1 Agustus 2022



Alvin Darmawan Setyadi  
(6141801047)

**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : PENGARUH JENIS *PLASTICIZER* DAN PERBANDINGAN  
KOMPOSISI TEPUNG BONGGOL PISANG DENGAN *PLASTICIZER* TERHADAP  
SIFAT MEKANIK PLASTIK *BIODEGRADABLE***

**CATATAN :**

Telah diperiksa dan disetujui.

Bandung, 28 Agustus 2022

Penguji 1

Penguji 2

  
Kevin Cleary Wanta, S.T., M.Eng.

  
Yansen Hartanto, S.T., M.T.

## INTISARI

Plastik *biodegradable* adalah sebuah alternatif dari plastik konvensional yang terdegradasi lebih cepat dan lebih ramah lingkungan. Penelitian ini meneliti tentang pembuatan plastik *biodegradable*. Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati yang berasal dari tepung bonggol pisang. Namun, jika plastik *biodegradable* dibuat dengan hanya menggunakan pati bonggol pisang maka akan terdapat kelemahan pada sifat mekaniknya sehingga diperlukan penambahan *plasticizer* dan zat aditif lain untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* terhadap sifat mekanik (kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas) dari plastik *biodegradable*.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu tahap persiapan bahan baku dan penelitian utama. Pada tahap persiapan bahan baku, bonggol pisang dibuat menjadi tepung bonggol pisang. Pada penelitian utama, tepung bonggol pisang dicampur dengan akuades lalu disaring untuk memperoleh larutan pati. Kemudian, larutan pati dicampur dengan *plasticizer* dan bahan aditif lainnya lalu dilanjutkan dengan pemanasan hingga pati tergelatinisasi (70-83 °C). Setelah itu, larutan yang sudah tergelatinisasi dicetak pada cawan petri dan dikeringkan dengan *tray dryer*. Variasi yang dilakukan adalah jenis *plasticizer* (gliserol, sorbitol, gliserol+sorbitol) dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* (4:1,5; 5:1; dan 6:0,5) %b/v. Sifat mekanik plastik *biodegradable* yang dianalisis adalah kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas. Untuk mengetahui pengaruh dari variasi terhadap sifat mekanik, metode analisis ANOVA dan metode *Least Significant Difference* (LSD) digunakan.

Dari hasil penelitian yang ditinjau menurut analisis ANOVA pada tingkat kepercayaan 95 %, jenis *plasticizer* mempengaruhi nilai kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas. Perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* mempengaruhi kuat tarik, % *swelling*, dan biodegradabilitas. Selain itu, terdapat interaksi antara kedua variasi terhadap nilai kuat tarik. Pada penelitian ini, variasi terbaik adalah plastik *biodegradable* dengan komposisi 6 gram tepung bonggol pisang + 2,5 gram tepung maizena + 0,5 mL sorbitol dengan nilai kuat tarik (6,70 MPa) yang sudah memenuhi JIS dan % elongasi (25,96 %) yang sudah memenuhi SNI. Namun, % *swelling* (36,27 %) dan biodegradabilitas (39,57 %) belum memenuhi standar.

**Kata kunci** : pati, gliserol, sorbitol, plastik *biodegradable*, bonggol pisang

## **ABSTRACT**

*Biodegradable plastic is an alternative to conventional plastic that degrades faster and is more environmentally friendly. This research examines the manufacture of biodegradable plastic. The main material used for the manufacture of biodegradable plastic is starch derived from banana weevil flour. However, if biodegradable plastic is made using only banana weevil starch, there will be weakness in its mechanical properties so that it is necessary to add plasticizers and other additives to improve its mechanical properties. The purpose of this study was to determine the effect of the type of plasticizer and the composition ratio of banana weevil flour to plasticizer on the mechanical properties (tensile strength, % elongation, % swelling, and biodegradability) of biodegradable plastics.*

*This research is divided into two stages, namely the preparation of raw material and the main research. In the raw material preparation stage, the banana weevil is made into banana weevil flour. In the main study, banana weevil flour was mixed with distilled water and then filtered to obtain a starch solution. Then, the starch solution is mixed with plasticizer and other additives and then continued with heating until the starch is gelatinized (70-83 °C). After that, the gelatinized solution was poured on a petri dish and dried using a tray dryer. Variations made are the types of plasticizer (glycerol, sorbitol, glycerol + sorbitol) and the composition ratio of banana weevil flour to plasticizer (4:1,5; 5:1; and 6:0,5) %w/v. The mechanical properties of biodegradable plastics analysed were tensile strength, % elongation, % swelling, and biodegradability. To determine the effect of variations on mechanical properties, the ANOVA analysis method and the Least Significant Difference (LSD) method were used.*

*From the results of the research reviewed according to ANOVA analysis at the 95% confidence level, the type of plasticizer affects the value of tensile strength, % elongation, % swelling, and biodegradability. The composition ratio of banana weevil flour to plasticizer affects the tensile strength, % swelling, and biodegradability. In addition, there is an interaction between the two variations on the tensile strength value. In this study, the best variation is biodegradable plastic with a composition of 6 grams of banana weevil flour + 2,5 grams of corn starch + 0,5 mL of sorbitol with tensile strength (6,70 MPa) which meets JIS and % elongation (25,96 %) which meets SNI. However, % swelling (36,27 %) and biodegradability (39,57 %) haven't meet the standards.*

**Keywords:** *starch, glycerol, sorbitol, biodegradable plastic, banana weevil*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan judul “Pengaruh Jenis *Plasticizer* dan Perbandingan Komposisi Tepung Bonggol Pisang dengan *Plasticizer* terhadap Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*” sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Dalam penyusunan laporan penelitian ini, penulis pastinya tidak akan dapat menyelesaikannya dengan baik tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan pengarang dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang berperan dalam penyusunan laporan penelitian, khususnya kepada:

1. Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, dan senantiasa memberikan bimbingan, pengarahan, motivasi dan saran kepada penulis selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, motivasi, dan dukungan selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
4. Semua pihak lain yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan kontribusi dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan penelitian ini tidak lepas dari kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis memohon maaf apabila ada penulisan kalimat yang kurang berkenan bagi pembaca. Penulis juga sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki dan mengembangkan laporan penelitian ini lebih baik lagi. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pembaca dan berharap agar laporan penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 20 Juli 2021

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
SURAT PERNYATAAN .....	iii
LEMBAR REVISI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
INTISARI .....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tema Sentral Masalah .....	5
1.3. Identifikasi Masalah .....	5
1.4. Premis .....	6
1.5. Hipotesis .....	6
1.6. Tujuan Penelitian .....	6
1.7. Manfaat Penelitian .....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	11
2.1. Tanaman Pisang .....	11
2.2. Pati .....	13
2.3. Plastik <i>Biodegradable</i> (Bioplastik) .....	14
2.3.1. Pengertian Plastik Secara Umum .....	14
2.3.2. Perbedaan Plastik <i>Biodegradable</i> dengan Plastik <i>Non-Biodegradable</i> .....	16
2.3.3. Pengertian Plastik <i>Biodegradable</i> (Bioplastik) .....	18
2.3.4. Jenis Plastik <i>Biodegradable</i> .....	19
2.3.5. <i>Edible Film</i> .....	23
2.3.6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	23
2.4. <i>Plasticizer</i> .....	25
2.4.1. Gliserol .....	25
2.4.2. Sorbitol .....	26

2.5. Bahan-Bahan Tambahan yang Dapat Digunakan Dalam Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	27
2.6. Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> Serta Cara Pengujiannya .....	29
2.7. Standar Mutu Plastik <i>Biodegradable</i> .....	31
2.8. Penelitian Terdahulu.....	32
2.8.1. Penelitian I.....	32
2.8.2. Penelitian II.....	36
2.8.3. Penelitian III .....	37
2.8.4. Penelitian IV .....	38
 BAB 3 METODE PENELITIAN .....	 38
3.1. Bahan .....	38
3.2. Alat .....	41
3.3. Prosedur Penelitian .....	41
3.3.1. Persiapan Bahan Baku .....	41
3.3.1.1. Pembuatan Tepung Bonggol Pisang.....	41
3.3.2. Penelitian Utama.....	42
3.3.3. Analisis .....	44
3.3.3.1. Kadar Pati .....	44
3.3.3.2. Uji Kuat Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ).....	44
3.3.3.3. Uji % Elongasi.....	44
3.3.3.4. Uji % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air).....	45
3.3.3.5. Uji Biodegradabilitas .....	45
3.4. Rancangan Percobaan.....	45
3.5. Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian.....	47
 BAB 4 PEMBAHASAN .....	 49
4.1. Persiapan Bahan Baku .....	49
4.1.1. Pembuatan Tepung Bonggol Pisang.....	49
4.2. Penelitian Utama.....	51
4.2.1. Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> dengan Tepung Bonggol Pisang.....	51
4.3. Analisis .....	53
4.3.1. Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> dari Bonggol Pisang .....	53
4.3.2. Persentase Elongasi (%) Plastik <i>Biodegradable</i> dari Bonggol Pisang .....	56

4.3.3. Persentase Ketahanan Air (% <i>Swelling</i> ) Plastik <i>Biodegradable</i> dari Bonggol Pisang.....	59
4.3.4. Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> dari Bonggol Pisang.....	62
4.4. Hasil Penelitian <i>Overall</i> .....	66
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1. Kesimpulan.....	68
5.2. Saran.....	68
 DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN A <i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	76
A.1. Asam Sitrat ( $C_6H_8O_7$ ).....	76
A.2. Gliserol ( $C_3H_8O_3$ ).....	77
A.3. Sorbitol ( $C_6H_{14}O_6$ ).....	78
A.4. Tembaga Sulfat Pentahidrat ( $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ ).....	79
A.5. Natrium Karbonat Dekahidrat ( $Na_2CO_3 \cdot 10 H_2O$ ).....	80
A.7. Indikator Pati.....	83
A.8. Asam Klorida (HCl 25 %).....	84
A.9. Natrium Hidroksida (NaOH 25 %).....	85
A.10. Asam Asetat ( $CH_3COOH$ ).....	86
A.11. Kalium Iodida (KI 20%).....	87
A.12. Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ).....	88
A.13. Natrium Tiosulfat ( $Na_2S_2O_3$ 0,1 N).....	90
LAMPIRAN B PROSEDUR ANALISIS.....	92
B.1. Analisis Kadar Pati.....	92
B.2. Uji Kuat Tarik ( <i>Tensile Strength</i> ).....	96
B.3. Uji % Elongasi.....	97
B.4. Uji % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air).....	98
B.5. Uji Biodegradabilitas.....	99
LAMPIRAN C HASIL ANTARA.....	100
C.1. Hasil Analisis Kadar Pati.....	100
C.2. Ketebalan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	100
C.3. Hasil Uji Kuat Tarik dan % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	101
C.4. Hasil Uji % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	103
C.5. Hasil Uji Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	105

C.6. Hasil Analisis ANOVA.....	106
C.7. Hasil Analisis LSD .....	108
LAMPIRAN D CONTOH PERHITUNGAN .....	111
D.1. Perhitungan Kadar Pati dari Tepung Bonggol Pisang .....	111
D.2. Perhitungan Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	112
D.3. Perhitungan % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	112
D.4. Perhitungan % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	112
D.5. Perhitungan Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	113
D.6. Perhitungan ANOVA.....	113
D.7. Perhitungan LSD .....	114

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Produksi Plastik Secara Global (1950-2015).....	1
Gambar 1.2. Lima Negara dengan Tingkat Produksi Limbah Plastik Terbesar di Dunia (2016).....	2
Gambar 2.1. Karakter morfologi pisang: (a) pohon pisang, (b) batang, (c) daun, (d) jantung, (e) tandan, (f) buah, (g) daging buah .....	12
Gambar 2.2. Bonggol Pisang .....	12
Gambar 2.3. Sifat bahan baku plastik konvensional dibandingkan dengan degradabilitas plastik. Bio-PE (Bio-Poli Etilen); PLA (Poli Lactic Acid); PHA (Poli Hidroksi Alkanoat); PHB (Poli Hidroksi Butirat); LDPE (Low Density Poli Etilen); HDPE (High Density Poli Etilen); PP (Poli Propilen); PBT (Poli Butilen Terephtalat); PBS (Poli Butilen Suksinat). 16	
Gambar 2.4. Tusuk Gigi dari <i>Starch-based Plastics</i> .....	20
Gambar 2.5. Struktur Ester Selulosa (Selulosa Asetat, Selulosa Asetat Propionat, Selulosa Asetat butirat) .....	21
Gambar 2.6. Pembentukan Selulosa Asetat (Reaksi Asetilasi) .....	21
Gambar 2.7. Roll film dari <i>Cellulose-Based Plastics</i> .....	21
Gambar 2.8. Pot tanaman dari PLA dan PHA .....	23
Gambar 2.9. Permen yang Dibuat dari <i>Edible Film</i> .....	23
Gambar 2.10. Struktur Kimia Gliserol .....	25
Gambar 2.11. Struktur Kimia Sorbitol .....	26
Gambar 2.12. Interaksi Antara Kitosan-Gliserol-Pati .....	35
Gambar 3.1. Diagram Pembuatan Tepung Bonggol Pisang .....	42
Gambar 3.2. Diagram Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> dengan Bonggol Pisang .....	43
Gambar 4.1. Bonggol Pisang .....	49
Gambar 4.2. Bonggol Pisang (Setelah Digiling) .....	49
Gambar 4.3. Pembuatan Tepung Bonggol Pisang .....	50
Gambar 4.4. Interaksi Antara Molekul Pati dengan <i>Plasticizer</i> .....	52
Gambar 4.5. Plastik <i>Biodegradable</i> dari <i>Bonggol Pisang</i> (a) Gliserol; (b) Sorbitol; (c) Gliserol+Sorbitol (1:1) .....	53
Gambar 4.6. Analisis Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	53
Gambar 4.7. Grafik Hasil Analisis Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	54
Gambar 4.8. Grafik Hasil Analisis % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	56
Gambar 4.9. (a) Rantai Polimer Tanpa <i>Plasticizer</i> ; (b) Rantai Polimer Dengan <i>Plasticizer</i> .....	58
Gambar 4.10. Analisis % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	60
Gambar 4.11. Grafik Hasil Analisis % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> ..	60
Gambar 4.12. Analisis Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	63

Gambar 4.13. Grafik Hasil Analisis Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	63
Gambar B.1. Diagram Pembuatan Larutan Luff Schoorl .....	92
Gambar B.2. Diagram Persiapan Sampel .....	93
Gambar B.3. Diagram Pembuatan Larutan Blanko .....	94
Gambar B.4. Ukuran Dimensi Sampel Plastik <i>biodegradable</i> .....	96
Gambar B.5. Diagram Uji Kuat Tarik .....	97
Gambar B.6. Diagram Uji % <i>Swelling</i> .....	98
Gambar B.7. Diagram Uji Biodegradabilitas .....	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Hasil Produksi Tanaman Buah-Buahan di Indonesia Tahun 2018-2020 .....	3
Tabel 1.2. Hasil Produksi Pisang Setiap Provinsi di Indonesia Tahun 2018-2020 .....	4
Tabel 1.3. Tabel Premis .....	8
Tabel 2.1. Klasifikasi Tanaman Pisang .....	11
Tabel 2.2. Kandungan Gizi Bonggol Pisang per 100 gram Bahan .....	13
Tabel 2.3. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI .....	15
Tabel 2.4. Perbandingan Antara Plastik Konvensional dengan Plastik <i>Biodegradable</i> Pada Beberapa Aspek .....	17
Tabel 2.5. Komposisi Tepung Maizena (100 g) .....	24
Tabel 2.6. Standar <i>Edible Film</i> .....	31
Tabel 3.1. Variasi Penelitian .....	38
Tabel 3.2. Rancangan Percobaan Penelitian Utama .....	45
Tabel 3.3. ANOVA .....	46
Tabel 3.4. Jadwal Kerja Penelitian .....	47
Tabel 3.5. Jadwal Kerja Penelitian (Lanjutan) .....	48
Tabel 4.1. Analisis ANOVA Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	54
Tabel 4.2. LSD Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	56
Tabel 4.3. Analisis ANOVA % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	57
Tabel 4.4. LSD % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	58
Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Penelitian Kuat Tarik dan % Elongasi dengan Parameter JIS dan SNI .....	59
Tabel 4.6. Analisis ANOVA % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	61
Tabel 4.7. LSD % <i>Swelling</i> Plastik <i>Biodegradable</i> .....	62
Tabel 4.8. ANOVA Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	64
Tabel 4.9. LSD Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	65
Tabel 4.10. Rekap Hasil Penelitian <i>Overall</i> .....	66
Tabel B.1. Penentuan Glukosa dengan Metode Luff Schoorl .....	95
Tabel C.1. Analisis Kadar Pati Bonggol Pisang .....	100
Tabel C.2. Analisis Ketebalan Plastik <i>Biodegradable</i> .....	100
Tabel C.3. Analisis Ketebalan Plastik <i>Biodegradable</i> (Duplo) .....	101
Tabel C.4. Analisis Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	101
Tabel C.5. Rata-Rata % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	102
Tabel C.6. Rata-Rata Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	102
Tabel C.7. Rata-Rata % Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	103

Tabel C.8. Analisis Uji % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	103
Tabel C.9. Analisis Uji % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> (Duplo).....	104
Tabel C.10. Rata-Rata % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	104
Tabel C.11. Uji Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	105
Tabel C.12. Uji Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> (Duplo).....	105
Tabel C.13. Rata-Rata Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	106
Tabel C.14. Analisis ANOVA Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	106
Tabel C.15. Analisis ANOVA Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	107
Tabel C.16. Analisis ANOVA % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	107
Tabel C.17. Analisis ANOVA Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	108
Tabel C.18. Analisis LSD Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	108
Tabel C.19. Analisis LSD Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> .....	109
Tabel C.20. Analisis LSD % <i>Swelling</i> (Ketahanan Air) Plastik <i>Biodegradable</i> .....	109
Tabel C.21. Analisis LSD Biodegradabilitas Plastik <i>Biodegradable</i> .....	110
Tabel D.1. Pengamatan Biodegradabilitas Untuk ANOVA .....	113

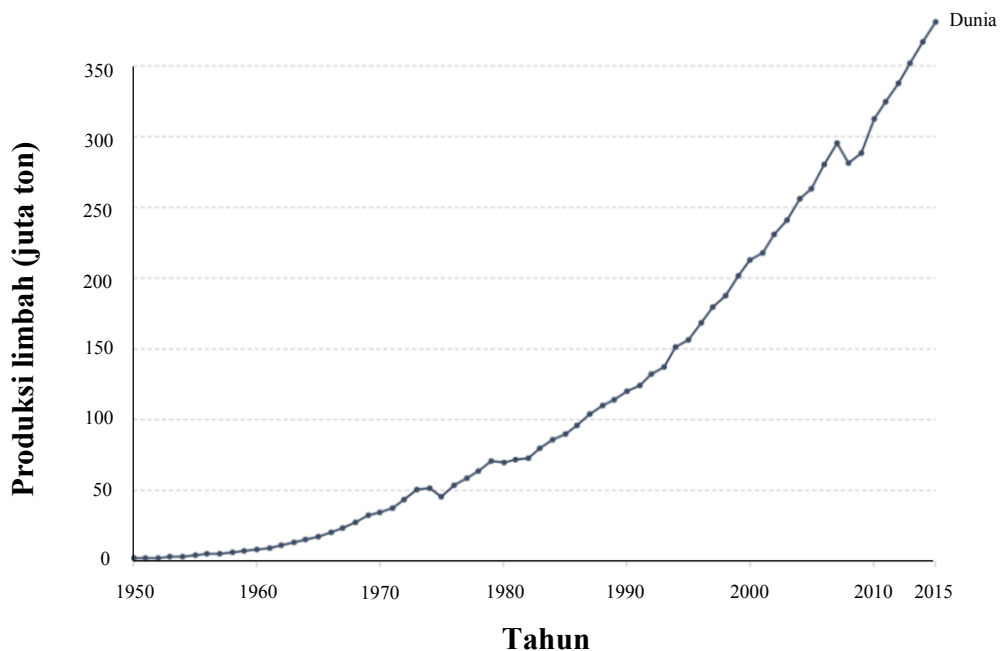


# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

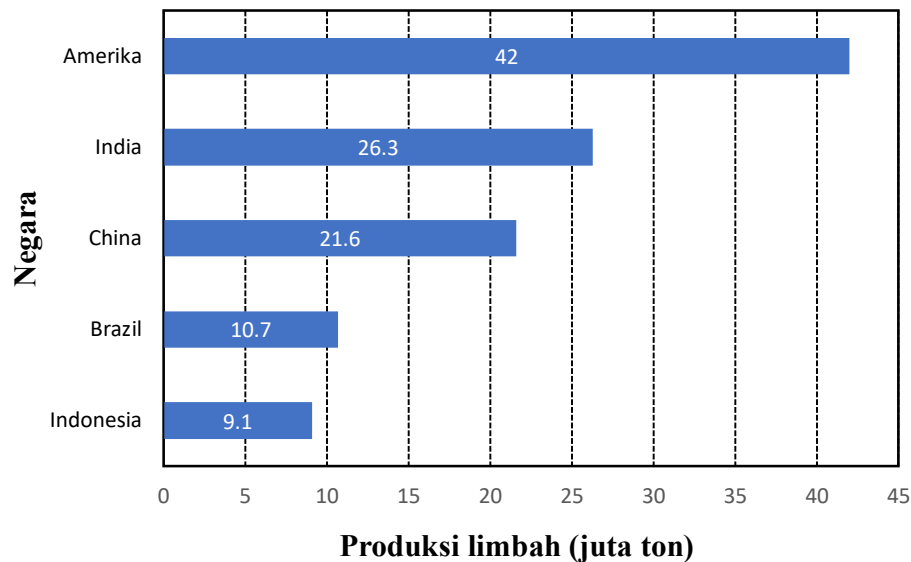
Saat ini, penggunaan plastik tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Plastik dapat digunakan untuk beragam keperluan seperti untuk alat rumah tangga, mainan anak-anak, kemasan dan lain-lain. Banyak produk yang dihasilkan dari bahan ini karena dinilai cukup ekonomis, tidak mudah pecah, fleksibel, dan ringan. Salah satu contoh produk berbahan plastik yang paling sering digunakan oleh masyarakat adalah kantong dari plastik. Berdasarkan data statistik produksi plastik secara global yang disajikan pada **Gambar 1.1**, plastik yang dihasilkan secara global hampir selalu mengalami kenaikan dari tahun 1950 hingga 2015.



**Gambar 1.1.** Produksi Plastik Secara Global (1950-2015) (Geyer, dkk., 2017)

Dengan adanya peningkatan produksi plastik tentu akan menyebabkan kenaikan jumlah limbah plastik. Berdasarkan data statistik tentang beberapa negara dengan produksi limbah plastik terbesar di dunia yang disajikan pada **Gambar 1.2**, Indonesia berada di urutan ke lima besar yang menunjukkan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara yang menyumbang limbah plastik terbanyak di dunia. Di Indonesia, kantong plastik masih sering

digunakan untuk keperluan sehari-hari yaitu untuk membawa barang saat berbelanja maupun saat bepergian. Plastik yang sudah tidak terpakai biasanya dibuang sehingga limbah plastik akan menumpuk di lingkungan. Limbah plastik yang menumpuk ini akan memberikan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Dampak buruk ini dapat terjadi akibat dari sifat plastik yang tidak mudah hancur atau terdegradasi oleh mikroba yang hidup di tanah sehingga akan merusak lingkungan seperti pencemaran tanah.



**Gambar 1.2.** Lima Negara dengan Tingkat Produksi Limbah Plastik Terbesar di Dunia (2016) (Statista, 2021)

Hal tersebut dapat terjadi karena plastik yang selama ini digunakan berasal dari hasil bumi yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Jumlah bahan-bahan tersebut sekarang ini sudah mulai mengalami penurunan akibat banyak digunakan oleh manusia (Darni, 2008).

Untuk mengatasi masalah lingkungan yang dapat terjadi akibat dari penggunaan plastik berbahan dasar hasil bumi, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengurangi penggunaan plastik *non-biodegradable* dan menggantinya dengan plastik *biodegradable* (bioplastik). Jenis plastik ini lebih mudah terurai oleh mikroorganisme menjadi senyawa sederhana yang ramah lingkungan. Pengembangan bahan bioplastik menggunakan bahan alami yang terbaharui (*renewable resources*) sangat diperlukan demi mengurangi dan mengatasi pencemaran lingkungan (Hardaning, 2001). Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat plastik *biodegradable* adalah senyawa-senyawa polimer yang terdapat pada tanaman seperti pati, selulosa, dan lignin serta pada hewan seperti kasein, kitin,

kitosan dan lain-lain (Averous, 2004). Salah satu jenis tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bioplastik adalah tanaman pisang. Berdasarkan data statistik tentang hasil produksi tanaman buah-buahan di Indonesia yang disajikan pada **Tabel 1.1** dapat diketahui bahwa tanaman pisang merupakan tanaman dengan hasil produksi terbesar di Indonesia.

**Tabel 1.1.** Hasil Produksi Tanaman Buah-Buahan di Indonesia Tahun 2018-2020 (Badan Pusat Statistik, 2021)

No.	Jenis Tanaman	dalam Ton		
		Tahun		
		2018	2019	2020
1	Alpukat (Ton)	410.094	461.613	609.049
2	Belimbing (Ton)	101.553	106.070	114.524
3	Duku/Langsar/Kokosan (Ton)	236.754	269.338	289.598
4	Durian (Ton)	1.142.102	1.169.804	1.133.195
5	Jambu Biji (Ton)	230.697	239.407	396.268
6	Jambu Air (Ton)	111.803	122.947	182.908
7	Jeruk Siam/Keprok (Ton)	2.408.043	2.444.518	2.593.384
8	Jeruk Besar (Ton)	102.399	118.972	129.568
9	Mangga (Ton)	2.624.791	2.808.939	2.898.588
10	Manggis (Ton)	228.155	246.476	322.414
11	Nangka/Cempedak (Ton)	775.480	779.859	824.068
12	Nenas (Ton)	1.805.506	2.196.458	2.447.243
13	Pepaya (Ton)	887.591	986.992	1.016.388
14	<b>Pisang (Ton)</b>	<b>7.264.383</b>	<b>7.280.658</b>	<b>8.182.756</b>
15	Rambutan (Ton)	715.935	764.586	681.178
16	Salak (Ton)	896.504	955.768	1.225.088
17	Sawo (Ton)	144.109	144.966	186.706
18	Markisa/Konyal (Ton)	59.270	44.975	53.319
19	Sirsak (Ton)	68.497	70.729	127.845
20	Sukun (Ton)	124.287	122.482	190.551
21	Melon (Ton)	118.708	122.105	138.177
22	Semangka (Ton)	481.744	523.333	523.335
23	Blewah (Ton)	32.055	34.078	33.056
24	Apel (Ton)	481.651	481.372	516.531
25	Anggur (Ton)	10.867	13.724	11.905
26	Stroberi (Ton)	8.531	7.501	8.350

Berdasarkan **Tabel 1.2** dapat diketahui bahwa produksi tanaman pisang tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia dan hasil produksinya juga mengalami peningkatan setiap tahun (dari tahun 2018-2020). Pada tahun 2020, pertumbuhan hasil produksi pisang di Indonesia mencapai 12,39 % lebih banyak dibandingkan tahun 2019. Dari data tersebut dapat

disimpulkan bahwa tanaman pisang merupakan tanaman yang paling diminati oleh masyarakat Indonesia. Pada umumnya, semua bagian dari tanaman pisang dapat dimanfaatkan untuk digunakan secara mentah maupun diolah menjadi sebuah produk baru. Buah pisang mentah biasanya langsung dikonsumsi sebagai makanan tetapi ada juga yang dimasak dan diolah menjadi produk baru, daunnya seringkali dijadikan sebagai pembungkus makanan tetapi batang dan bonggolnya biasanya ditebang dan dibiarkan begitu saja. Untuk menanggulangi penumpukan limbah yang tidak terpakai pada pohon pisang yaitu bonggolnya, maka bonggol pisang ini dapat dimanfaatkan untuk diambil patinya untuk digunakan sebagai bahan pembuatan plastik *biodegradable* (Maudi, dkk., 2008).

**Tabel 1.2.** Hasil Produksi Pisang Setiap Provinsi di Indonesia Tahun 2018-2020 (Badan Pusat Statistik, 2021)

No.	Provinsi	Tahun			dalam Ton Pertumbuhan dari 2019 ke 2020
		2018	2019	2020	(%)
1	ACEH	63.355	59.081	65.366	10,64
2	SUMATERA UTARA	118.648	114.050	100.254	-12,10
3	SUMATERA BARAT	92.703	116.379	142.034	22,04
4	RIAU	46.586	43.436	37.457	-13,77
5	JAMBI	41.192	61.069	72.751	19,13
6	SUMATERA SELATAN	249.429	143.110	114.140	-20,24
7	BENGKULU	20.744	22.215	18.153	-18,28
8	LAMPUNG	1.438.559	1.209.545	1.208.956	-0,05
9	KEP. BANGKA BELITUNG	3.913	3.641	5.302	45,62
10	KEP. RIAU	2.543	3.049	7.884	158,58
11	DKI JAKARTA	3.837	2.432	1.387	-42,97
12	JAWA BARAT	1.125.899	1.220.174	1.263.504	3,55
13	JAWA TENGAH	613.871	621.536	798.599	28,49
14	DI YOGYAKARTA	45.066	47.554	66.730	40,32
15	JAWA TIMUR	2.059.922	2.116.974	2.618.795	23,70
16	BANTEN	277.771	257.342	290.266	12,79
17	BALI	238.804	231.794	242.242	4,51
18	NUSA TENGGARA BARAT	92.855	102.116	83.784	-17,95
19	NUSA TENGGARA TIMUR	105.129	227.461	274.369	20,62
20	KALIMANTAN BARAT	46.462	46.979	60.281	28,31
21	KALIMANTAN TENGAH	26.163	26.679	30.410	13,98
22	KALIMANTAN SELATAN	81.407	62.813	79.772	27,00
23	KALIMANTAN TIMUR	98.268	103.888	95.528	-8,05
24	KALIMANTAN UTARA	26.465	27.095	38.363	41,59
25	SULAWESI UTARA	42.300	46.353	45.650	-1,52
26	SULAWESI TENGAH	12.495	24.488	24.422	-0,27
27	SULAWESI SELATAN	136.100	142.492	146.539	2,84
28	SULAWESI TENGGARA	36.366	43.971	68.027	54,71
29	GORONTALO	12.565	7.701	13.166	70,96
30	SULAWESI BARAT	59.096	66.574	76.750	15,29
31	MALUKU	35.196	33.319	52.776	58,40
32	MALUKU UTARA	4.263	8.627	6.924	-19,74
33	PAPUA BARAT	335	31.676	19.019	-39,96
34	PAPUA	6.076	5.045	13.157	160,79
INDONESIA		7.264.383	7.280.658	8.182.756	12,39

Pembuatan plastik *biodegradable* berbasis pati sudah cukup banyak dilakukan tetapi plastik *biodegradable* yang hanya dibuat dengan pati masih memiliki beberapa kelemahan seperti tidak tahan terhadap air dan sifat mekaniknya sangat buruk (Darni dan Utami, 2010). Kekurangan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan-bahan lain untuk memperbaiki sifat mekanik pada plastik tersebut (Ban, 2006). Sifat-sifat mekanik dari plastik *biodegradable* berupa nilai kuat tarik, elongasi, *swelling*, dan biodegradabilitas. Sifat mekanik plastik *biodegradable* berbasis pati dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti bahan baku asal, jenis dan konsentrasi pati, jenis dan konsentrasi *plasticizer* (pemlastis), lama pengadukan, suhu pengeringan, waktu pengeringan dan lain-lain. Pada penelitian ini, faktor yang mempengaruhi sifat mekanik plastik *biodegradable* yang ingin dilihat adalah jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer*. *Plasticizer* adalah bahan organik rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk meningkatkan sifat elastisitas dari polimer. Jika *plasticizer* ditambahkan ke dalam formula plastik, maka sifat mekanik dari plastik akan berubah karena sifat intermolekul dan ikatan hidrogennya akan berkurang secara internal. Penambahan *plasticizer* diperlukan untuk mengatasi sifat rapuh plastik yang disebabkan oleh kekuatan intermolekul ekstensif (Gontard, dkk., 1993). *Plasticizer* yang sering digunakan yaitu gliserol dan sorbitol (Krochta dan Johnston, 1997). Pada penelitian ini, jenis gliserol yang digunakan adalah gliserol, sorbitol, dan gliserol+sorbitol.

## 1.2. Tema Sentral Masalah

Ketidakjelasan dan ketidakpastian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi sifat mekanik plastik *biodegradable* dari tepung bonggol pisang yang direfleksikan oleh tiadanya keseragaman landasan teori tentang jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* (%b/v) yang memberikan sifat mekanik (kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas) yang baik dalam pembuatan plastik *biodegradable* dari tepung bonggol pisang.

## 1.3. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dan tema sentral masalah, sifat dari plastik *biodegradable* menjadi masalah yang akan diidentifikasi dalam penelitian ini. Pada penelitian pembuatan plastik *biodegradable* berbahan utama tepung bonggol pisang ini akan

menguji sifat mekanik plastik *biodegradable* seperti kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas. Identifikasi masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar pengaruh variasi jenis *plasticizer* terhadap sifat mekanik (kuat tarik, elongasi, *swelling*, dan biodegradabilitas) plastik *biodegradable* dari tepung bonggol pisang yang dihasilkan?
2. Seberapa besar pengaruh variasi perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* terhadap sifat mekanik (kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas) plastik *biodegradable* yang dihasilkan?
3. Adakah interaksi antara jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* terhadap sifat mekanik (kuat tarik, % elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas) plastik *biodegradable* yang dihasilkan?

#### 1.4. Premis

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti tentang pembuatan plastik *biodegradable* berbahan utama tepung bonggol pisang, beberapa premis dapat disusun untuk mendasari penelitian ini yang disajikan pada **Tabel 1.1**.

#### 1.5. Hipotesis

Dari hasil studi literatur yang sudah dilakukan, untuk pembuatan plastik *biodegradable* dari tepung bonggol pisang dapat diperoleh beberapa hipotesis, yaitu:

1. Jenis *plasticizer* berpengaruh terhadap sifat mekanik plastik *biodegradable*. Semakin besar berat molekul *plasticizer* maka plastik *biodegradable* akan memiliki kuat tarik yang semakin besar dan % elongasi semakin kecil. Semakin besar kelarutan *plasticizer* dalam air maka plastik *biodegradable* akan memiliki % *swelling* semakin besar dan waktu degradasi semakin cepat.
2. Perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* berpengaruh terhadap sifat mekanik plastik *biodegradable*.
3. Adanya interaksi antara jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* terhadap sifat mekanik (kuat tarik, elongasi, % *swelling*, dan biodegradabilitas) plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

#### 1.6. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh jenis *plasticizer* terhadap sifat mekanik dari plastik *biodegradable* dari tepung bonggol pisang.
2. Mengetahui pengaruh dari variasi perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* sifat mekanik dari plastik *biodegradable*.
3. Mengetahui ada-tidaknya interaksi antara jenis *plasticizer* dan perbandingan komposisi tepung bonggol pisang dengan *plasticizer* terhadap sifat mekanik dari plastik *biodegradable*.

### **1.7. Manfaat Penelitian**

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu:

1. Bagi masyarakat, memberikan informasi tambahan seputar manfaat yang dimiliki oleh bonggol pisang.
2. Bagi ilmuwan, membantu mengembangkan penelitian-penelitian terdahulu agar plastik konvensional dapat segera digantikan dengan plastik *biodegradable* yang lebih ramah lingkungan.

Tabel 1.3. Tabel Premis

No.	Peneliti	Bahan Baku & Tambahan	Variasi	Kondisi Operasi	Hasil Penelitian Terbaik
1	Indra Nafiyanto (2019)	1. 5 g pati bonggol pisang kepok 2. Larutan asam sitrat 50% (w/v)	-Kitosan (g) dengan 5mL gliserol: (0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5) -Gliserol (mL) dengan 0,2 g kitosan : (0; 2,5; 5; 7,5; 10) -Waktu Uji <i>Swelling</i> (menit): (2; 4; 6; 8; 10)	1. Perendaman asam sitrat selama 10 menit 2. Gelatinisasi selama 25 menit, suhu 70-83 °C 3. Pencetakan di atas plat akrilik 20 x 30 cm, suhu 50 °C 4. Pengeringan oven selama 120 menit, suhu 60 °C 5. Pengadukan kitosan dalam asam asetat glasial dengan <i>stirrer</i> selama 30 menit 6. Pencampuran & pengadukan semua bahan (homogen) selama 60 menit 7. Pendinginan larutan homogen pada suhu di bawah 50 °C 8. Pengeringan oven selama 120 menit, suhu 60 °C 9. Pembiaran bioplastik pada suhu kamar selama 2 x 24 jam	1. Uji kuat tarik (MPa): 3,7321 (komposisi: pati 5 g; kitosan 0,2 g; gliserol 5 mL) 2. Uji elongasi (%): 9,4243 (komposisi: pati 5 g; kitosan 0,2 g; gliserol 2,5 mL) 3. Uji <i>swelling</i> (%): 91 (komposisi: pati 5 g; kitosan 0 g; gliserol 10 mL)
2	Wulansari (2016)	1. Pati bonggol pisang 2. Larutan sodium bisulfat 0,5% (w/v) 3. 40 mL akuades	-Perbandingan jumlah pati (%w/v): (100; 90; 85; 80; 75) -Jumlah gliserol (%w/v): (0; 5; 10) -Jumlah jahe (%w/v): (0; 5; 10; 15)	1. Perendaman sodium bisulfat 0,5% selama 10 menit 2. Penyatiran bubuk bonggol pisang selama 60 menit 3. Pengendapan bubuk bonggol pisang+air selama 30 menit 4. Pengendapan jahe sebanyak 2 kali: 60 menit dan 30 menit 5. Pemanasan & pengadukan ( <i>magnetic stirrer</i> ) campuran selama 1 jam, suhu 90 °C, kecepatan 135 rpm 6. Pengeringan oven selama 6 jam, suhu 100 °C	1. Uji kuat tarik (MPa): 6,11 (perbandingan komposisi dalam %: pati 100; jahe 0; gliserol 0) 2. Uji elongasi (%): 8,7 (perbandingan komposisi dalam %: pati 80; jahe 10; gliserol 10) 3. Uji <i>swelling</i> (%): 96,9 (perbandingan komposisi dalam %: pati 100; jahe 0; gliserol 0)



No.	Peneliti	Bahan Baku & Tambahan	Variasi	Kondisi Operasi	Hasil Penelitian Terbaik
3	Devi Nurlita, Wikanastri Hersoelisy orini, dan Muhamma d Yusuf (2017)	1. Onggok 2. Kitosan 3. 4 mL gliserol 4. 100 mL akuades 5. 50 mL asam asetat 2 %	-Perbandingan massa campuran onggok-kitosan (b/b): 7:3; 7,5:2,5; 8,5:1,5; 9:1; 10:0	1. Pemanasan larutan selama 25 menit, suhu 80-90 °C 2. Pencetakan di plat kaca 20 x 40 cm 3. Pengeringan <i>cabinet dryer</i> selama ± 12 jam 4. Pendiaman cetakan setelah diangkat pada suhu ruang selama 48 jam	1. Uji kuat tarik (MPa): 1,2175 dengan perbandingan onggok-kitosan 8:2 (b/b) 2. Uji ketahanan air (%): 53,7 dengan perbandingan onggok-kitosan 7:3 (b/b) 3. Uji biodegradabilitas (mg/hari): 5,85 dengan perbandingan onggok-kitosan 7:3 (b/b)
4	Naufal Fadli Nahwi (2016)	1. Pati kulit pisang raja 2. Pati tongkol jagung 3. Pati bonggol enceng gondok 4. Asam sitrat 0,5 % (w/v) 5. 10 mL asam sitrat 3 % (w/v) 6. 0,5 g karagenan 7. 70 mL akuades	-Jenis bahan baku: kulit pisang raja/tongkol jagung/bonggol enceng gondok (%w/w): (100; 90; 80) -Jumlah gliserol (%v/v): (0; 10; 20)	1. Pengendapan bubuk kulit pisang raja/tongkol jagung/bonggol enceng gondok selama 1 hari 2. Pemberian asam sitrat 0,5% (w/v) pada tongkol jagung selama 10 menit 3. Pemberian asam sitrat 0,5% (w/v) pada bonggol enceng gondok selama 10 menit 4. Pemanasan & pengadukan ( <i>magnetic stirrer</i> ) campuran selama 1 jam, suhu 90 °C, kecepatan 135 rpm 5. Pengeringan oven selama 4 jam, suhu 100 °C	1. Uji kuat tarik (MPa): a. Kulit pisang dengan perbandingan pati-gliserol 100:0 [3,22] b. Bonggol enceng gondok dengan perbandingan pati-gliserol 100:0 [5,85] c. Tongkol jagung dengan perbandingan pati-gliserol 90:10 [1,28] 2. Uji elongasi (%): a. Kulit pisang dengan perbandingan pati-gliserol 80:20 [20,21] b. Bonggol enceng gondok dengan perbandingan pati-gliserol 80:20 [16,75]

No.	Peneliti	Bahan Baku & Tambahan	Variasi	Kondisi Operasi	Hasil Penelitian Terbaik
					<p>c. Tongkol jagung dengan perbandingan pati dengan gliserol 90:10 [5,25]</p> <p>3. Uji <i>swelling</i> (%): 96,9 (perbandingan komposisi dalam %: pati 100; jabe 0; gliserol 0)</p> <p>a. Kulit pisang dengan perbandingan pati dengan gliserol 100:0 [71,67]</p> <p>b. Bonggol enceng gondok dengan perbandingan pati dengan gliserol 100:0 [78,89]</p> <p>c. Tongkol jagung dengan perbandingan pati dengan gliserol 100:0 [73,81]</p>