

**SKRIPSI**

**BIOPLASTIK BERBASIS PATI TAPIOKA DENGAN  
PENAMBAHAN GLISEROL DAN SELULOSA DARI KULIT  
DURIAN (*Durio zibethinus* Murr.)**

***BIOPLASTIC BASED ON TAPIOCA STARCH WITH THE  
ADDITION OF GLYCEROL AND CELLULOSE FROM DURIAN  
(*Durio zibethinus* Murr.) RIND***



**Aldi Wiranata  
05031381621057**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

**Bioplastik Berbasis Pati Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Selulosa dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)**

***Bioplastic Based on Tapioca Starch With the Addition of Glycerol and Cellulose from Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Rind***

**Aldi Wiranata<sup>1</sup>, Umi Rosidah<sup>2</sup>, Filli Pratama<sup>2</sup>**  
Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir  
Telp (0711) 580664 Fax. (0711)480279

**ABSTRACT**

*This objective of this research was to determine the characteristics of tapioca-based bioplastics with the addition of glycerol and cellulose from durian (*Durio zibethinus* Murr.) rind. This experiment was designed as a factorial completely randomized design with two factors and each treatment was repeated three times. The first factor was cellulose concentration (0%, 10%, 20% w/w) and the second factor was glycerol concentration (10%, 20%, 30% v/w). The parameters included thickness, tensile strength, elongation, modulus young, water resistance, decomposition rate. The results showed that the treatment of cellulose concentration, glycerol concentration, and the interaction between the two factors significantly affected the thickness, tensile strength, elongation, modulus young, water resistance, and decomposition rate. The best treatment based on the SNI 7188-7:2016 was found to be in SIG1 treatment (10% cellulose and 10% glycerol) with the characteristics of bioplastic for thickness (0.16 mm), 75.44 MPa of tensile strength, 28.16% of elongation, 267.69 MPa of modulus young, 19.51% of water resistance, and decomposition rate test results 16.41% (decomposed 100% within 37 days).*

*Keywords: bioplastic, tapioca starch, cellulose, durian rind, and plasticizer glycerol*

Pembimbing I



Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S.  
NIP. 196011201986032001

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

Pembimbing II



Prof. Ir. Filli Pratama, M. Sc., (Hons).Ph.D.  
NIP. 196608301992032002

**Bioplastik Berbasis Pati Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Selulosa dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)**

***Bioplastic Based on Tapioca Starch With the Addition of Glycerol and Cellulose from Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Rind***

**Aldi Wiranata<sup>1</sup>, Umi Rosidah<sup>2</sup>, Filly Pratama<sup>2</sup>**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir  
Telp (0711) 580664 Fax. (0711)480279

**ABSTRAK**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik bioplastik berbasis pati tapioka dengan penambahan gliserol dan selulosa dari kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.). Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua perlakuan dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Faktor pertama yaitu konsentrasi selulosa (0% , 10%, 20% w/w) dan faktor kedua yaitu konsentrasi gliserol (10%, 20%, 30% v/w). Parameter yang diamati meliputi penukuran ketebalan, kuat tarik, persen perpanjangan, modulus young, ketahanan air, dan laju penguraian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi selulosa, gliserol, dan interaksi antara dua faktor secara signifikan mempengaruhi ketebalan, kuat tarik, persen perpanjangan, *modulus young*, ketahanan air, dan laju penguraian. Perlakuan terbaik berdasarkan SNI 7188-7:2016 terdapat pada perlakuan SIG1 (selulosa 10% dan gliserol 10%) dengan karakteristik untuk ketebalan (0,16 mm), 75,44 Mpa untuk kuat tarik, 28,16 % untuk persen perpanjangan, 267,69 Mpa untuk *modulus young*, 19,51 % untuk ketahanan air, dan hasil uji laju penguraian 16,41 % (terurai 100% dalam waktu 37 hari).

Kata Kunci : bioplastik, pati tapioka, selulosa, kulit durian dan *plasticizer* gliserol

Pembimbing I



Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S.  
NIP. 196011201986032001

Mengetahui,  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian



Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

Pembimbing II



Prof. Ir. Filly Pratama, M. Sc., (Hons).Ph.D.  
NIP. 196606301992032002

**SKRIPSI**

**BIOPLASTIK BERBASIS PATI TAPIOKA DENGAN  
PENAMBAHAN GLISEROL DAN SELULOSA DARI KULIT  
DURIAN (*Durio zibethinus* Murr.)**

**Diajukan Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian pada Fakultas Pertanian  
Universitas Sriwijaya**



**Aldi Wiranata  
05031381621057**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**



# LEMBAR PENGESAHAN

## BIOPLASTIK BERBASIS PATI TAPIOKA DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN SELULOSA DARI KULIT DURIAN (*Durio zibethinus* Murr.)

### SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian  
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

**Aldi Wiranata**  
05031381621057

Indralaya, Januari 2020  
Pembimbing II

Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S.  
NIP. 196011201986032001

Prof. Ir. Filli Pratama, M. Sc., (Hons).Ph.D  
NIP. 196606301992032002

Mengetahui,  
Dean Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.  
NIP. 196012021986031003

Skripsi dengan Judul “Bioplastik Berbasis Pati Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Selulosa dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)” oleh Aldi Wiranata telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Januari 2020 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

### Komisi Penguji

- |  |            |                            |
|--|------------|----------------------------|
| 1. Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S.<br>NIP. 19601120 198603 2 001                 | Ketua      | ( <u>Rosidah</u> )         |
| 2. Prof. Ir. Filli Pratama, M. Sc., (Hons).Ph.D.<br>NIP. 19660630 199203 2 002 | Sekretaris | ( <u>Filli Pratama</u> )   |
| 3. Prof. Dr. Ir. Rindit Pambayun, M.P.<br>NIP. 19561204 198601 1 001           | Anggota    | ( <u>Rindit Pambayun</u> ) |
| 4. Prof. Dr. Ir. Basuni Hamzah, M. Sc.<br>NIP. 19530612 198003 1 005           | Anggota    | ( <u>Basuni Hamzah</u> )   |

Ketua Jurusan  
Teknologi Pertanian

18 JAN 2020



Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.  
NIP. 196208011988031002

Indralaya, Januari 2020  
Koordinator Program Studi  
Teknologi Hasil Pertanian

Dr. Ir. Tri Wardani Widowati, M.P.  
NIP. 196305101987012001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Aldi Wiranata  
NIM : 05031381621057  
Judul : Bioplastik Berbasis Pati Tapioka dengan Penambahan Gliserol dan Selulosa dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)


Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak siapapun.



Indralaya, Januari 2020



  
Aldi Wiranata

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamini, segala puji dan syukur hanya milik Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan proses penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam penulis haturkan kepada nabi besar Muhammad SAW beserta umat yang ada di jalan-Nya. Selama melaksanakan penelitian hingga terselesainya skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian dan Bapak Hermanto. S.TP., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian.
3. Ibu Dr. Ir. Hj. Tri Wardani Widowati., M.P. selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian dan Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Umi Rosidah, M.S. selaku pembimbing pertama skripsi yang telah meluangkan waktu, arahan, nasihat, saran, solusi, motivasi, bantuan, bimbingan, semangat, kepercayaan dan doa yang telah diberikan kepada penulis.
5. Ibu Prof. Ir. Filli Pratama, M. Sc., (Hons).Ph.D selaku pembimbing kedua skripsi yang telah meluangkan waktu, arahan, nasihat, saran, solusi, motivasi, bantuan, bimbingan, semangat, kepercayaan, doa, dan kesabaran yang telah diberikan kepada penulis.
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Rindit Pambayun, M.P. dan Prof. Dr. Ir. Basuni Hamzah, M. Sc. selaku pembahas makalah dan penguji skripsi yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran, arahan, doa, serta bimbingan kepada penulis.
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang telah mendidik, dan membagi ilmu kepada penulis.



8. Staf administrasi akademik Jurusan Teknologi Pertanian (Kak Jhon, Mbak Desi), staf laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian (Mbak Hafisah, Mbak Elsa, Mbak Lisma, Mbak Tika) dan staf laboratorium fisika dasar Universitas Sriwijaya (Uni Ani) atas semua bantuan dan kemudahan yang diberikan.
9. Keluarga tercinta, bak Rusdi dan umak Maleha. Kak Amir, Yuk Umi, Kak Anang, Yuk Pas, Kak Tung, Yuk Erna, Kak Endut, Yuk Laura, Kak Dedek, Yuk Ety, Salsa, Alep, Arin, Zaky, Ahla, dan Raka yang telah mendidik, membimbing, menyayangi serta selalu memberikan dukungan baik moril dan materi.
10. Terimakasih kepada rekan-rekan terdekat Apep, Aped, Alpin, Kendra, Saprik, Rahmet, Yasen, Okta, Mala, Winda, dan Bandhia.
11. Terimakasih kepada rekan-rekan THP 2016 Palembang yang telah membantu, memberi semangat, masukan, do'a dan menguji mentalitas..
12. Terimakasih kepada kakak-kakak tingkat yang ikut membantu dan memberikan saran dalam pembuatan skripsi ini.

Terimakasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu yang telah memberikan segala curahan semangat dan bantuan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangan pemikiran yang bermanfaat bagi kita semua dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Amin.

Indralaya, Januari 2020

Penulis

# DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	3
1.3. Hipotesis .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1. Bioplastik.....	4
2.2. Pati Tapioka.....	5
2.3. Selulosa.....	7
2.4. Kulit Durian.....	8
2.5. Gliserol .....	9
<b>BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN</b> .....	11
3.1. Tempat dan Waktu .....	11
3.2. Alat dan Bahan .....	11
3.3. Metode Penelitian .....	11
3.4. Analisis Statistik.....	12
3.4.1. Analisis Statistik Parametrik.....	12
3.5. Cara Kerja.....	14
3.5.1. Ekstraksi Selulosa.....	14
3.5.2. Pembuatan Bioplastik.....	15
3.6. Parameter .....	16
3.6.1. Ketebalan Bioplastik .....	16
3.6.2. Kuat Tarik ( <i>tensile strenght</i> ).....	17
3.6.3. Persen Perpanjangan ( <i>Elongation</i> ) .....	17
3.6.4. Modulus Young .....	17

3.6.5. Uji Ketahanan Air .....	18
3.6.6. Uji Laju Penguraian (Biodegradasi) .....	18
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	19
4.1. Ketebalan Bioplastik .....	19
4.2. Kuat Tarik ( <i>tensile strenght</i> ) .....	22
4.3. Persen Perpanjangan ( <i>Elongation</i> ).....	26
4.4. Modulus Young .....	30
4.5. Ketahanan Air .....	33
4.6. Laju Penguraian (Biodegradasi).....	36
<b>BAB 5. KESIMPULAN</b> .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	42
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1. Struktur kimia amilosa dan amilopektin.....	6
2.2. Struktur selulosa.....	7
2.3. Kulit buah durian.....	9
2.4. Struktur gliserol.....	10
4.1. Nilai ketebalan (mm) rata-rata bioplastik.....	19
4.2. Nilai kuat tarik (MPa) rata-rata bioplastik.....	23
4.3. Nilai persen perpanjangan (%) rata-rata bioplastik .....	27
4.4. Nilai <i>modulus young</i> (MPa) rata-rata bioplastik .....	30
4.5. Nilai ketahanan air (%) rata-rata bioplastik.....	33
4.6. Nilai laju penguraian (%) rata-rata bioplastik .....	37

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1. Komposisi kimia lima kultivar ubi kayu .....	6
3.1. Daftar analisis keragaman Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF).....	13
4.1. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap ketebalan bioplastik .....	20
4.2. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol terhadap ketebalan bioplastik .....	20
4.3. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap ketebalan bioplastik .....	21
4.4. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap kuat tarik bioplastik .....	23
4.5. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik bioplastik .....	25
4.6. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik bioplastik .....	26
4.7. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap persen perpanjangan bioplastik .....	27
4.8. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol terhadap persen perpanjangan bioplastik .....	28
4.9. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap persen perpanjangan bioplastik .....	29
4.10. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap <i>modulus young</i> bioplastik .....	31
4.11. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol terhadap <i>modulus young</i> bioplastik .....	31
4.12. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap <i>modulus young</i> bioplastik.....	32
4.13. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap ketahanan air bioplastik .....	34
4.14. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol	



terhadap ketahanan air bioplastik .....	34
4.15. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap ketahanan air bioplastik.....	35
4.16. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi selulosa terhadap laju penguraian bioplastik .....	37
4.17. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh konsentrasi gliserol terhadap laju penguraian bioplastik .....	38
4.18. Uji lanjut BNJ pada taraf 5% pengaruh interaksi konsentrasi selulosa dan konsentrasi gliserol terhadap laju penguraian bioplastik .....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Diagram alir ekstraksi selulosa .....	52
Lampiran 2. Diagram alir pembuatan bioplastik .....	53
Lampiran 3. Gambar bioplastik .....	54
Lampiran 4. Data hasil analisa keragaman ketebalan .....	56
Lampiran 5. Data hasil analisa keragaman kuat tarik .....	59
Lampiran 6. Data hasil analisa keragaman persen perpanjangan.....	62
Lampiran 7. Data hasil analisa keragaman modulus young .....	65
Lampiran 8. Data hasil analisa keragaman ketahanan air .....	68
Lampiran 9. Data hasil analisa keragaman laju penguraian .....	71

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Plastik sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia di zaman modern yang menuntut serba cepat dan praktis. Plastik merupakan bahan pengemas yang banyak digunakan dan berkembang luas. Plastik dijadikan sebagai pengemas karena ringan, kuat, mudah dibentuk, dan harganya terjangkau (Mahalik dan Nambiar, 2010). Berdasarkan data KLHK yang dikeluarkan pada tahun 2016, setiap tahunnya Indonesia menghasilkan sekitar 9,85 miliar lembar sampah kantong plastik setiap tahun. Plastik yang banyak digunakan sekarang merupakan produk polimerisasi sintetik berbahan dasar minyak bumi seperti *polyetilena terephthalate* (PET), *polyvinylchloride* (PVC), *polyetilene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS) dan *polyamida* (PA) (Siracusa *et al.*, 2008). Plastik yang berasal dari minyak bumi jumlahnya semakin terbatas dan sifatnya tidak mudah didegradasi meskipun telah ditimbun selama puluhan tahun (Setiani *et al.*, 2013). Plastik adalah polimer hidrokarbon rantai panjang yang terdiri atas jutaan monomer yang saling berikatan dan tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Sampah plastik membutuhkan waktu 200 sampai 1.000 tahun untuk terurai (Trisunaryanti, 2018). Akibatnya terjadi penumpukan sampah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan. Sampah plastik berdampak negatif serta menimbulkan masalah cukup serius terhadap lingkungan. Proses pengolahan kembali (*recycle*) tidak dapat mengatasi permasalahan sampah plastik yang menumpuk (Yuniarti *et al.*, 2014). Membakar plastik pun bukan pilihan yang baik karena plastik yang tidak sempurna terbakar di bawah suhu 800° C dan akan membentuk dioksin, suatu senyawa yang berbahaya (Saputro dan Ovita, 2017).

Dioksin adalah zat-zat kimia berbahaya yang terutama dihasilkan dari reaksi pembakaran senyawa diklorobenzena yang banyak ditemukan pada sampah rumah tangga dan industri yaitu pada bahan plastik (PVC), pestisida, herbisida, pemutih kertas, dan alat medis sekali pakai. Beberapa golongan senyawa dioksin antara lain CDD (Chlorinated Dibenzo-p-Dioxin), CDF (Chlorinated Dibenzo Furan) dan PCB (Poli Chlorinated Biphenyl) (Winarti dan Munarso).

Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan menggunakan bahan alami dalam pembuatan plastik yang dapat diuraikan secara alami dalam waktu yang lebih cepat dibandingkan plastik dengan bahan baku minyak bumi. Plastik yang dibuat dengan bahan baku alami disebut bioplastik. Bioplastik dibuat dari bahan-bahan alami yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik komersial (Agustin dan Padmawijaya, 2016). Bioplastik merupakan plastik yang seluruh atau hampir seluruh komponennya berasal dari bahan baku yang dapat diperbaharui. Bioplastik mempunyai sifat ramah lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam (Coniwanti *et al.*, 2014). Bioplastik dirancang untuk memudahkan proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme pengurai seperti bakteri dan jamur (Avella *et al.*, 2009).

Bioplastik terbuat dari bahan polimer alami seperti pati, selulosa, dan lemak (Kamsiati *et al.*, 2017). Di antara polimer alami, pati merupakan bahan baku potensial sebagai pengganti plastik sintetis karena keunggulan seperti fleksibel, transparan, tanpa bau, tanpa rasa, semipermeabel terhadap CO<sub>2</sub>, tahan terhadap O<sub>2</sub> dan mampu terdegradasi tanpa pembentukan residu beracun (Chowdhury dan Das, 2013). Salah satu sumber pati yang dapat digunakan menjadi bahan baku pembuatan bioplastik adalah pati tapioka. Potensi pati tapioka sebagai bahan bioplastik sangat besar karena produksi singkong Indonesia pada tahun 2018 mencapai 19,341,233 ton (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2018). Kadar amilosa pati tapioka berkisar sekitar 12,28% sampai 27,38% dan kadar amilopektin berkisar antara 72,61% sampai 87,71%. Kadar amilosa berpengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik (Syamsir *et al.*, 2011). Sedangkan kadar amilopektin akan memberikan sifat lengket yang optimal (Indrianti *et al.*, 2013).

Bioplastik berbahan pati memiliki kekurangan yaitu rendahnya kekuatan mekanik serta bersifat hidrofilik. Untuk mengatasi kekurangan ini ada beberapa cara yang dapat dilakukan, salah satunya adalah pencampuran pati dengan polimer sintesis atau polimer lain seperti polietilen. Namun hasilnya hanya pati saja yang dapat terdegradasi, polimer sintetis yang digunakan sebagai campuran tetap sulit didegradasi, sehingga masih menimbulkan masalah lingkungan. Selanjutnya cara lain adalah pencampuran pati dengan khitosan, selulosa, gelatin dan jenis

biopolimer lainnya yang dapat memperbaiki kekurangan dari sifat plastik berbahan pati (Sulityo dan Ismiyati, 2012).

Pembuatan bioplastik memerlukan penambahan bahan pendukung lainnya seperti *plasticizer* dan biopolimer untuk perbaikan sifat fisik, sifat mekanik dan ketahanan bioplastik terhadap air. Untuk mengatasi kekurangan dari pati dapat ditambahkan dengan zat pemlastis (*plasticizer*) dan *filler* guna mengatasi proses degradasi yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti sinar matahari, panas, dan faktor alam. Dalam hal ini digunakanlah gliserol sebagai *plasticizer* dan selulosa sebagai *filler*. Selain itu, penambahan *plasticizer* diharapkan dapat membuat kekakuan biopolimer tersebut menjadi berkurang. *Plasticizer* yang digunakan adalah gliserol, karena gliserol merupakan bahan yang murah, sumbernya mudah diperoleh, dapat diperbaharui dan juga mudah terdegradasi oleh alam (Yusmarlela, 2009). Gliserol dapat memperlemah kekakuan dari polimer sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer (Julianti, 2006).

Berdasarkan penelitian Manalu dan Darni (2012), sifat fisik dan mekanik bioplastik telah mampu diperbaiki dengan penambahan *plasticizer* gliserol sehingga dapat menyerupai sifat fisik dan kimia plastik konvensional HDPE. Namun penambahan biopolimer kitosan belum mampu memperbaiki ketahanan air bioplastik. Oleh karena itu dilakukan penambahan selulosa untuk meningkatkan ketahanan air bioplastik. Penelitian ini menggunakan gliserol sebagai *plasticizer* dan perbaikan sifat pati singkong yang hidofilik dilakukan dengan penambahan selulosa yang berasal dari limbah kulit durian.

## **1.2. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bioplastik berbasis pati tapioka dengan penambahan gliserol dan selulosa dari kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.).

## **1.3. Hipotesis**

Diduga penambahan gliserol dan selulosa dari kulit durian (*Durio zibethinus* Murr.) berpengaruh nyata terhadap karakteristik bioplastik berbasis pati tapioka.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y.E. dan Padmawijaya, K.S. 2016. Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 40-48.
- Al Awwaly, K.U., Manab, A., dan Wahyuni, E. 2010. Pembuatan Edible Film Protein Whey: Kajian Rasio Protein dan Gliserol Terhadap Sifat Fisik dan Kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 5(1), 45-56.
- American Society for Testing and Material. 1997. *Annual Book of ASTM Standards C 177, Standard Test Methods for Steady State Heat Measurements and Thermal Transmission Properties by Means of the Guarded-Hot-Plate Apparatus*. USA: American Society for Testing and Material.
- American Society for Testing and Material. 2002. *Standard test method for tensile properties of thin plastics sheeting D882, Annual book of ASTM Standards, Vol.08.01*, Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials.
- Anggarini, F., Latifah., dan Miswadi, S.S. 2013. Aplikasi Plasticizer Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka. *Indo. J. Chem. Sci.* 2(3), 174-178.
- Anita., Zulisma., Akbar, F. dan Harahap, H. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2), 37-41.
- Arlofa, N. 2015. Uji Kandungan Senyawa Fitokimia Kulit Durian sebagai Bahan Aktif Pembuatan Sabun. *Jurnal Chemtech*, 1(1), 18-22.
- Arpi, N., Novitas, M., Eti, I. dan S.F. Razie. 2012. Bioplastik Berbasis Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus* Murr.) dengan Penambahan Selulosa dari Dedak dan Plasticizer Gliserol. *Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian BKS-PTN Wilayah Barat*. Medan, 3-5 April 2012.
- Avella, M., Buzarovska, A., Errico, M.E., Gentile, G. dan Grozdanov, A. 2009. Eco-Challenges of Bio-Based Polymer Composites. *Materials*, 2(1), 911-925.
- Averous, L. 2008. *Polylactic Acid: Synthesis, Properties and Applications, dalam Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources* (Ed Mohamed Naceur Belgacem dan Alessandro Gandini), 1st Editon, Chapter 21. Amsterdam: Elsevier Ltd.
- Badan Pusat Statistik, 2018. Statistik Lingkungan Hidup di Indonesia. Jakarta: Publikasi BPS.

- Badan Pusat Statistik, 2016. Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan. Jakarta: Publikasi BPS.
- Bahmid, N.A. 2014. *Pengembangan Nanofiber Selulosa Asetat dari Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Untuk Pembuatan Bioplastik*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Ban, W., Song, J., Dimitris, S., Argyropoulos. dan Lucia, L.A. 2006. Improving the Physical and Chemical Functionality of Starch-Derived Films with Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science*. 100(1), 2542–2548.
- Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International food research journal*, 15(3), 237-248.
- Brown, M.J. 1997. *Durio - A Bibliographic Review* (R.K. Arora, V. Ramanatha Rao and A.N. Rao, Editors). New Delhi: IPGRI office for South Asia.
- Budiman, J., Nopianti, R. dan Lestari, S.D. 2018. Karakteristik Bioplastik dari Pati Buah Lindur (*Bruguiera gymnorizha*). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 49-59.
- Callister, J. dan William, D. 2009, *Materials Science And Engineering An Introduction*, 8th Edition. New Jersey : John Wiley & Sons, Inc, Hoboken.
- Chowdhury, T. dan Das, M. 2013. Effect of Antimicrobials on Mechanical , Barrier and Optical Properties of Corn Starch Based Self-Supporting Edible Film. *International Journal of Food Studies*, 2(2), 212–223.
- Coffey, D.G., Bell, D.A. dan Anderson, A. 1995. *Cellulose and Cellulose Derivatives*. In : Stephen, A.M (editor) *Food Polysaccharides and Their Application*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Coniwanti, P., Laila, L. dan Alfira, M.R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22-30.
- Darder, M., Aranda, P., Ruiz, I.A., Fernandes, M.F., dan Ruiz-Hitzky, E. 2008. Design and Preparation of Bionanocomposites Based on Layered Solids with Functional and Structural Properties. *Materials Science and Technology*, 24 (9), 1100–1110.
- Darni, Y. dan Utami, H. 2010. Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobilitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(4), 190-195.
- Darni, Y., Ridho, H., Lia, L., dan Utami, H. 2017. Pengaruh konsentrasi plasticizer gliserol terhadap karakteristik komposit bioplastik berbasis pati sorgum. *Seminar nasional riset dan industri*, bandar lampung, 28 November 2016.

- Darni, Y., Tosty, M.S., dan Hanif, M. 2014. Pengaruh Penambahan Selulosa dari Rumput Laut *Euचेuma Spinosum* pada Sintesa Bioplastik Berbasis Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 10(2), 55 – 63.
- Darni, Y., Utami, H., dan Asriah, S.N. 2009. Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumput Laut *Euचेema spinosum*. *Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Dwi, A.A., Pampang, H. dan Yunita, L. 2015. Potensi Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Pembuatan Energi Alternatif. *Seminar Nasional Teknologi*, Institut Teknologi Nasional Malang, 17 Januari 2015.
- Erfan, A. 2012. *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Kitosan*. Skripsi. Universitas Indonesia.
- Fan, L.T., Lee, Y.H. and Gharpuray, M.M. 1982. The Nature of Lignocellulosic and Their Pretreatment for Enzymatic Hydrolysis. *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology*, 23(2), 158-187.
- Galbe, M. dan Zacchi, G. 2007. Pretreatment Of Lignocellulolytic Materials For Efficient Bioethanol Production. *Adv biochem engine/biotechnol*, 108(10), 41-65.
- Gomez, K.A. dan A.A. Gomez. 1995. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Diterjemahkan oleh: E. Sjamsuddin dan Baharsjah, J.S. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Jakarta: UI Press.
- Gutierrez, J.G., Partal, P., Morales, M.G. dan Gallegos, C. 2010. Development of highly-transparent protein / starch-based bioplastics. *Journal Bioresource Technology*, 101(6), 2007-2013.
- Haryati, S., Rini, A.S. dan Safitri, Y. 2017. Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable* dengan *Plasticizer* Giserol dan Bahan Pengisi CaCO<sub>3</sub>. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(1), 1-8.
- Holtzapple, M.T. 2003. *Hemicelluloses*. In *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*. Academic Press.
- Indrianti, N., Kumalasari, R., Ekafitri, R. dan Darmajana, D.A., 2013. Pengaruh Penggunaan Pati Ganyong, Tapioka, dan Mocaf Sebagai Bahan Substitusi Terhadap Sifat Fisik Mie Jagung Instan. *AGRITECH*, 33(4), 391-398.
- Indriyati, L., Indrarti. dan Rahimi, E. 2006. Pengaruh Carboxymethyl Cellulose (CMC) dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 8(1), 40-44.

- Intan, D.H., dan Wan, A.W.A.R. 2011. Tensile and Water Absorbption of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/ Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticizer. *Sains Malaysiana*. 40(7), 713-718.
- Intandiana, S., Akbar, H.D., Denny, Y.R., Septiyanto, R.F., dan Isriyanti, A. 2019. Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *Jurnal kimia dan pendidikan*, 4(2), 185-194.
- Iriani, E.S., Sunarti, T.C., dan Richana, N. 2011. Pengembangan Biodegradable Foam Berbahan Baku Pati. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*, 7(1), 31-40.
- Israel, A.U., Obot, I.B., Umoren, S.A., Mkpennie, V. dan Asuquo, J.E. 2008. Production of Cellulosic Polymers from Agricultural Wastes. *Journal of Chemistry*, 5(1), 81-85.
- Jassen dan Mosciki, 2009 Jassen, L., dan Mosciki, L. 2009. *Thermoplastic Starch - Green Material For Various Industries*. Edited by Jassen Leon and Mosciki Leszek
- Julianti, E. 2006. *Teknologi Pengemasan : Buku ajar teknologi pertanian*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Julianto. 2014. Perluasan Lahan Ubi Kayu di Luar Jawa. *Tabloid sinartani.com* [online], 28 April 2014. Tersedia di: <https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/pangan/768-perluasan-lahan-ubi-kayu-di-luar-jawa> [diakses pada tanggal 1 September 2019].
- Kamper, S.L., dan Fennema, O. 1984. Water Vapor Permeability of an Edible, Fatty Acid, Bilayer Film. *Journal of Food Science*, 49(6), 1482-1485.
- Kamsiati, E., Herawati, H. dan Purwani, E.Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2), 67-76.
- Khairiah. dan Destini, R. 2017. Analisis Kelistrikan Pasta Elektrolit Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Sebagai Bio Baterai. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP UNTIRTA*, Serang 2017.
- Klemm, D. 1998. *Comperhensive Cellulose Chemistry*. Volume I. Fundamental and Analytical Method. Weinheim: VCH Verlag.
- Lehninger, A.L., 1982, *Dasar-dasar Biokimia*. Jilid 1, diterjemahkan oleh, Maggi Thenawijaya. Jakarta: Erlangga.

- Lestari, R.B. 2008. *Karakteristik Edible Film Pati Garut Butirat sebagai Pengemas Bubuk Mi Instan*. Tesis. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada.
- Mahalik, N.P. dan Nambiar, A.N., 2010. Trends in Food Packaging and Manufacturing Systems and Technology. *Trends in Food Science & Technology*, 21(3), 117-128.
- Mali, S., M.V.E. Grossmann., Maria, A. Garcia, M.N., Martino. dan N.E. Zaritzky. 2004. Barrier, mechanical and optical properties of plasticized yam starch films. *Carbohydrate Polymers Science Direct*, 56(2), 129–135.
- Manalu, S., dan Darni, Y. 2012. Pengaruh kecepatan pengadukan dan konsentrasi plasticizer gliserol terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik berbahan baku pati sorgum-kitosan. *Seminar Nasional Material*, Gedung Prodi Fisika, Institut Teknologi Bandung 16 Februari 2013.
- Maulida., Siagian, M. dan Tarigan, P. 2016. Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer. *Journal of Physics: Conference Series* 710(1), 1-7.
- Mc Hugh, T.H., Aujard, J.F. dan Krochta, I.M. 1994. Plasticized Whey Protein Edible Film; Water Vapour permeability properties. *Journal of Food Science*. 59(2), 416-419.
- Melani, A., Herawati, N. dan Kurniawan, A.F. 2017. Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses *Melt Intercalation* (Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler dan Jenis Plasticizer). *Jurnal Distilasi*, 2(2), 53-67.
- Melisa. Bahri, S., dan Nurhaeni. 2014. Optimasi Sintesis Karboksimetil Selulosa Dari Tongkol Jagung Manis (*Zea Mays L Saccharata*). *Jurnal of Natural Science*, 3(2), 70-78.
- Mostafa, H.M., Sourell, H. dan Bockisch, F.J. 2010. The Mechanical Properties of Some Bioplastics Under Different Soil Types for Use as a Biodegradable Drip Tubes. *Journal Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, 12(1), 1-16.
- Murtiningrum, Boswer, E.F., Istalaksana, P. dan Jading, A. 2012. Karakterisasi Umbi dan Pati Lima Kultivar Ubi Kayu (*Manihot esculenta*). *Jurnal Agrotek*, 3(1), 81-90.
- Myllarinen, P., Partanen, R., Seppala, J. Dan Forssell, P. 2002. Effect of glycerol on behaviour of amylose and amylopectin films. *Carbohydrate Polymers*, 50(4), 255-361.



- Namet, N.T., Soso, V.M. dan Lazic, V.L. 2010. Effect of glycerol content and pH value of film-forming solution on the functional properties of protein-based edible films. *APTEFF*, 41(1), 57-67.
- Ningsih, E.P., Ariyani, D., dan Sunardi. 2019. Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas* L.). *Indo. J. Chem. Res*, 7(1), 69-77.
- Odian, G. 2004. *Principles of polymerization* (fourth edition). Canada: John wiley dan sons, inc. Publication.
- Pagliaro, M. dan Rossi, M. 2008. *The Future of Glycerol-New Usages for a Versatile Raw Material*. Cambridge: RSC Green Chemistry Book Series.
- Pathak, S., Sneha, C.L.R. dan Mathew, B.B. 2014. Bioplastics: Its Timeline Based Scenario & Challenges. *Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry*, 2(4), 84-90.
- Prabowo, R. 2009. Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Produk Briket di Wilayah Kecamatan Gunung Pati Kabupaten Semarang. *MEDIAAGRO*, 5(1), 52-57.
- Pratiwi, R., Rahayu, D. dan Barliana, M.I. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83-91.
- Prihatiningrum, A.E. 2002. *Pengaruh Pengaturan Suhu dan Macam Bakteri Terhadap Hidrolisis Limbah Padat Pabrik Gula, Berkala Penelitian Hayati*. Jawa Timur: Penerbit PBI.
- Rinaldi, A., Alimuddin. dan Panggabean, A.S. 2015. Pemurnian Asap Cair dari Kulit Durian dengan Menggunakan Arang Aktif. *Jurnal Ilmiah Kimia Molekul*, 10(2), 112-120.
- Safitri, D., Erwin, A.R., Prismawiryanti., dan Rismawati, S. 2017. Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC) dari Selulosa Kulit Durian (*Durio Zibethinus*). *KOVALEN*, 3(1), 58 – 68.
- Safitri, I., Medyan, R., dan Syaubari. 2016. Uji Mekanik Plastik Biodegradable dari Pati Sagu dan Grafting Poly(Nipam)-Kitosan dengan Penambahan Minyak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) sebagai Antioksidan. *Jurnal Litbang Industri*, 6(2), 107-116.
- Samsuri, B. 2008. *Penggunaan Prigelatinisasi Pati Singkong Suksinat Sebagai Matriks dalam Sediaan Tablet Mengapung Verapamil HCl*. Skripsi. Universitas Indonesia.

- Saputro, A.N.C. dan Ovita, A.L. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Kitosan-Pati Ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(1), 13-21.
- Selpiana, Taufik, B., dan Naufal, H.B. 2015. Sintesa Bioplastik Komposit Limbah Ampas Tahu dan Ampas Tebu dengan Teknik Solution Casting. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia V dan Musyawarah Nasional APTEKINDO*. Yogyakarta, 12-13 Oktober 2015.
- Senny, W., Dewi, K., dan Yuni, T.N. 2012. Pengaruh penambahan sorbitol dan kalium karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi film dari pati kulit pisang. *Jurnal Molekul*, 7(1), 69-81.
- Septiosari, A., Latifah. dan Kusumastuti, E. 2014. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik limbah biji mangga dengan penambahan selulosa dan gliserol. *Indo. J. Chem. Sci*, 3(2), 158-162.
- Setiani, W., Sudiarti, T. dan Rahmidar, L. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Valensi*, 3(2), 100-109.
- Sinaga, R.F., Ginting, G.M., M.H.S. Ginting. dan Hasibuan, R. 2014. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 19-24.
- Siracusa, V., Rocculi, P., Romani, S. dan Rosa, M.D., 2008. Biodegradable Polymers for Food Packaging: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 19(12), 634-643.
- SNI 7188-7:2016. 2016. *Kriteria ekolabel-bagian 7: kategori produk tas belanja plastik dan bioplastik mudah terurai*. Bandung: Badan Standarisasi Nasional.
- Sudaryati, H.P., Mulyani, S.T. dan Hansyah, E.R. 2010. Physical and mechanical properties of edible film from porang (*Amorphophallus oncophyllus*) flour and carboxymethylcellulose. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(3), 196-201.
- Sulityo, H.S. dan Ismiyati. 2012. Pengaruh Formulasi Pati Singkong–Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Pada Pembuatan Bioplastik. *KONVERSI*, 1(2), 23-30.
- Suryani, R. dan Nisa, F.C. 2015. Modifikasi Pati Singkong (*Manihot esculenta*) dengan Enzim  $\alpha$ -Amilase sebagai Agen Pembuih Serta Aplikasinya Pada Proses Pembuatan *Marshmallow*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 723-733.
- Suryanto, H., Wahyuningtyas, N.E., Wanjaya, R., Puspitasari, P. dan Sukarni, S. 2016. Struktur dan Kekerasan Bioplastik dari Pati Singkong. *Seminar Nasional Terapan Teknologi*, Politeknik Negeri Malang November 2016.

- Susilawati, Nurdjanah, S. dan Putri, S. 2008. Karakteristik Sifat Fisik Dan Kimia Ubi Kayu (*Manihot esculenta*) Berdasarkan Lokasi Penanaman dan Umur Panen Berbeda. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2), 59-72.
- Syamsir, E., Hariyadi, P., Fardiat, D., Andarwulan, N. Dan Kusnandar, F. 2011. Karakteristik Tapioka dari Lima Varietas Ubikayu (*Manihot utilisima* Crantz) Asal Lampung. *Jurnal Agrotek*, 5(1), 93-105.
- Syamsu, K., Chilwan, P., dan Waldi, J. 2008. Karakterisasi Bioplastik Poli-B-Hidroksialkanoat yang dihasilkan oleh *Ralstonia Eutropha* pada Substrat Hidrolisat Pati Sagu dengan Pemlastis Isopropil Palmitat. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 2(2), 18-24.
- Tranggono, Sutardi, Haryati, Suparmo, Murdiati, A., Sudarmadji, S., Rahayu, K., Naruki, S. dan Astuti, M. 1989. *Bahan Tambahan Makanan (Food Additives)*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi, UGM Press.
- Trisunaryanti, W. 2018. *Dari Sampah Plastik Menjadi Bensin dan Solar*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Tudorachi, N., C.N. Cascaval., M. Rusu dan M. Pruteanu. 2000. Testing of Polyvinyl Alcohol and Starch Mixture as Biodegradable Polymeric Materials. *Elsevier Science*. 19(7), 785-799.
- Unhasirikul, M., Narkruga, W. dan Naranong, N. 2013. Sugar production from durian (*Durio zibethinus* Murray) peel by acid hydrolysis. *African Journal of Biotechnology*, 12(33), 5244-5251.
- Utami, R.M., Latifah., dan Widiarti, N. 2014. Sintesis Plastik Biodegradable dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal Of Chemical Science*. 3(2), 164-167.
- Wahyudi. 2009. Karakterisasi Pati Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz) Varietas Mentega untuk Pembuatan Edible Film dengan Penambahan *Sodium Tripolyphosphate (STPP)*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Waryat. 2013. *Rekayasa Proses Produksi Bioplastik Berbahan Baku Pati Termoplastik dan Polietilen*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Wei, W.W., Abbas, F.M., Alkarkhi. dan Easa, A.M. 2009. Optimization of Pectin Extraction from Durian Rind (*Durio zibethinus*) Using Response Surface Methodology. *Journal of Food Science*. 74(8), 637-641.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Winarti, S., dan Munarso, S.J. 2014. *Kajian Kontaminasi Dioksin pada Bahan Pangan*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 3-8 Agustus 2014. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Yadav, G.D., dan Satoskar, D.V. 199). Kinetics of Epoxidation of Alkyl Esters of Undecylenic Acid: Comparison of Traditional Routes vs. Ishii-Venturello Chemistry. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(4), 397–407.
- Yuniarti, L.I., Hutomo, G.S. dan Rahim, A. 2014. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu (*Metroxylon sp*). *e-J. Agrotekbis*, 2(1), 38-46.
- Yusmarlela. 2009. *Studi Pemanfaatan Plastisiser Gliserol dalam Film Pati Ubi dengan Pengisi Serbuk Batang Ubi Kayu*, Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Zugenmaier, P. 2008. *Crystalline Cellulose and Derivatives*. Jerman: Springer-Verlag.