

**PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER* CANGKANG TELUR AYAM DAN
PLASTICIZER GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK PLASTIK
BIODEGRADABLE DARI PATI UBI JALAR (*Ipomoea batatas L.*)**

Skripsi

Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
Oleh:
Annisa Amalia
17106030001

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI ISLAM SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2021**



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-923/Un.02/DST/PP.00.9/06/2021

Tugas Akhir dengan judul : PENGARUH PENAMBAHAN FILLER CANGKANG TELUR AYAM DAN PLASTICIZER GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI UBI JALAR (*Ipomoea batatas L.*)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : ANNISA AMALIA
Nomor Induk Mahasiswa : 17106030001
Telah diujikan pada : Selasa, 18 Mei 2021
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Endaruji Sedyadi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 60bd9d286bca



Pengaji I

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60b987563e83



Pengaji II

Dr. Dodi Irwanto, M.Eng.
SIGNED

Valid ID: 60b72813b2b5



Yogyakarta, 18 Mei 2021

UIN Sunan Kalijaga

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 60c17e5a19b90



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir
Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

| | | |
|---------------|---|---|
| Nama | : | Annisa Amalia |
| NIM | : | 17106030001 |
| Judul Skripsi | : | Pengaruh Penambahan <i>Filler</i> Cangkang Telur Ayam dan <i>Plasticizer</i> Glicerol terhadap Karakteristik Plastik <i>Biodegradable</i> dari Pati Ubi Jalar (<i>Ipomoea Batatas L.</i>) |

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Kimia.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 29 Maret 2021

Pembimbing



Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.
19820205 201503 1 003



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Annisa Amalia
NIM : 17106030001
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Filler* Cangkang Telur Ayam dan *Plasticizer*
Gliserol terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 4 Juni 2021
Konsultan

Dr. Imelda Fajriati, M.Si.
NIP. 19750725 200003 2 001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir
Lamp :-

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Annisa Amalia
NIM : 17106030001
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Filler* Cangkang Telur Ayam dan *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)

sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapan terimakasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 28 Mei 2021
Konsultan

Dr. Dodi Irwanto, M.Eng.
19830916 000000 1301

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Annisa Amalia
NIM : 17106030001
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Pengaruh Penambahan Filler Cangkang Telur Ayam dan Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)**" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 08 April 2021



Annisa Amalia
17106030001

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

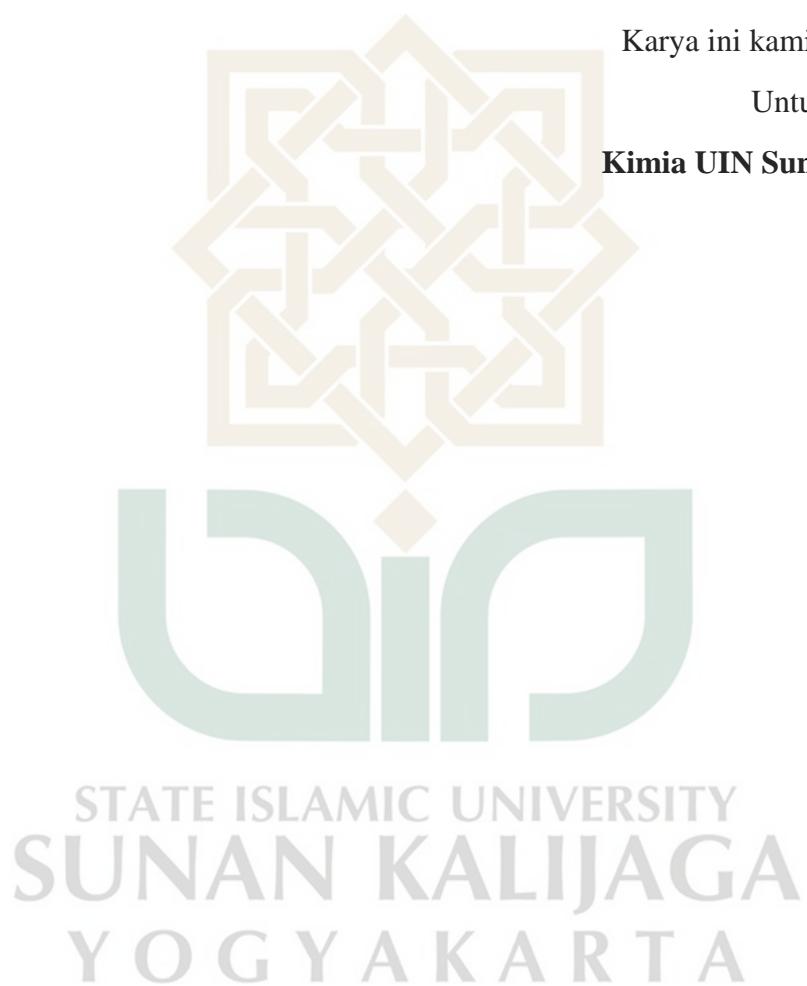
MOTTO

***SETIAP PEKERJAAN ITU ADA BALASANYA DAN SETIAP PERKATAAN
ITU ADA JAWABANNYA***



HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini kami dedikasikan
Untuk almamater
Kimia UIN Sunan Kalijaga



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Karena tanpa pertolongan-Nya penyusun tidak dapat menyelesaikan skripsi ini. Solawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW.

Adapun tujuan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Penambahan *Filler* Cangkang Telur Ayam dan *Plasticizer* Gliserol terhadap Karakteristik Plastik *Biodegradable* dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)” adalah untuk persyaratan untuk mencapai sarjana bagi mahasiswa Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Sunan Kalijaga Yogyakarta dan sekiranya skripsi yang telah disusun dapat berguna bagi penyusun sendiri maupun orang yang membacanya.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap pelaksanaan skripsi ini dapat selesai. Penyusun menyampaikan ucapan terima kasih tersebut secara khusus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al-Makin, S.Ag., MA. Selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Ibu Dr.Hj.Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Dr. Imelda Fajriati, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Ir. Agus Kuntoro, MTA. selaku Ketua Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik.

5. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan sabar membimbing, mengarahkan dan memotivasi penyusun dalam pembuatan skripsi.
6. Bapak Dr. Dodi Irwanto, M.Eng. selaku pembimbing di BBKKP yang telah membimbing saya selama penelitian.
7. Seluruh jajaran Staff Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik yang telah bersedia membimbing selama pelaksanaan penelitian.
8. Seluruh Staff Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
9. Bapak Mukhtasor dan Ibu Mangunah yang senantiasa memberikan kasih sayang, materi serta doa yang tidak ada hentinya. Afif Amrullah, kakak yang senantiasa membantu, memberikan masukan, memberikan semangat dan motivasi.
10. Ainiyya Alfiani, Mayang Setya Purwantika, Putri Mar Atus Shalihah dan Wiwit Dian Ramadhani, sahabat yang senantiasa mendukung, memberi masukan, menjadi teman diskusi, menjadi penyemangat, menjadi tempat keluh kesah.
11. EXO terutama Park Chanyeol, terimakasih atas karya yang selalu menemanii penyusun dalam pembuatan skripsi ini.
12. Teman-teman Electron (Kimia 2017) yang tidak dapat penyusun tulis satu persatu, terimakasih atas pengalaman dan motivasinya.
13. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu selama penyusunan skripsi ini.
Mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

Yogyakarta, 25 Februari 2021

Penyusun

Annisa Amalia

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR | iii |
| NOTA DINAS KONSULTASI | iv |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI..... | vi |
| MOTTO | vii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvi |
| ABSTRAK | xvii |
| ABSTRACT | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Batasan Masalah..... | 5 |
| C. Rumusan Masalah | 5 |
| D. Tujuan..... | 6 |
| E. Manfaat..... | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI | 8 |
| A. Tinjauan Pustaka | 8 |
| B. Landasan Teori | 13 |
| 1. <i>Plastik Biodegradable</i> | 13 |
| 2. <i>Ubi jalar</i> | 14 |
| 3. <i>Cangkang Telur</i> | 15 |
| 4. <i>Pati</i> | 16 |
| 5. <i>Gliserol</i> | 18 |
| 6. <i>Fourier Transform Infrared Spectrometer (FTIR)</i> | 19 |
| 7. <i>Difraksi Sinar-X (XRD)</i> | 20 |
| 8. <i>Sifat Mekanik</i> | 22 |
| 1) <i>Kuat Tarik</i> | 22 |

| | |
|--|----|
| 2) Elongasi | 22 |
| 3) Modulus Young | 23 |
| 4) Ketebalan | 23 |
| 9. Water Vapour Transmission Rate (WVTR) | 23 |
| 10. Biodegradasi | 24 |
| 11. Statistika Non Parametrik | 25 |
| C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis | 27 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 31 |
| A. Waktu dan Tempat Pelaksanaan..... | 31 |
| B. Alat-alat Penelitian | 31 |
| C. Bahan Penelitian..... | 31 |
| D. Cara Kerja Penelitian..... | 31 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 37 |
| A. Preparasi Pati Ubi Jalar | 37 |
| B. Karakterisasi Pati Ubi Jalar | 38 |
| C. Pembuatan <i>Filler</i> Cangkang Telur Ayam | 40 |
| D. Karakterisasi <i>Filler</i> Cangkang Telur Ayam | 41 |
| 1. Analisis Gugus Fungsi..... | 41 |
| 2. Analisis dengan XRD | 42 |
| E. Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar..... | 44 |
| 1. Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> | 44 |
| 2. Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar | 45 |
| 1) Ketebalan | 45 |
| 2) Kuat Tarik | 46 |
| 3) Elongasi | 47 |
| 4) <i>Modulus Young</i> | 48 |
| F. Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar variasi Cangkang Telur Ayam | 49 |
| 1. Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> | 49 |
| 2. Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> | 50 |
| 1) Ketebalan | 50 |
| 2) Kuat Tarik | 51 |
| 3) Elongasi | 53 |

| | | |
|----|--|----|
| 4) | <i>Modulus Young</i> | 54 |
| 5) | Uji Kruskal Wallis | 56 |
| 6) | Uji Korelasi Spearman..... | 56 |
| 3. | Uji WVTR Plastik <i>Biodegradable</i> | 58 |
| 4. | Uji Gugus Fungsi Plastik Biodegradable..... | 60 |
| 5. | Uji Biodegradasi Plastik <i>Biodegradable</i> | 62 |
| G. | Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar variasi Gliserol | 64 |
| 1. | Pembuatan Plastik <i>Biodegradable</i> | 64 |
| 2. | Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> | 64 |
| 1) | Ketebalan | 64 |
| 2) | Kuat Tarik | 65 |
| 3) | Elongasi | 67 |
| 4) | <i>Modulus Young</i> | 68 |
| 5) | Uji Kruskal Wallis | 70 |
| 6) | Uji Korelasi Spearman..... | 70 |
| 3. | Uji WVTR Plastik Biodegradable | 72 |
| 4. | Uji Gugus Fungsi Plastik Biodegradable..... | 73 |
| 5. | Uji Biodegradasi Plastik Biodegradable | 74 |
| | BAB V PENUTUP..... | 76 |
| A. | Kesimpulan..... | 76 |
| B. | Saran | 77 |
| | DAFTAR PUSTAKA | 78 |
| | LAMPIRAN | 83 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Struktur Amilosa | 17 |
| Gambar 2. 2 Struktur Amilopektin | 17 |
| Gambar 2. 3 Struktur Gliserol..... | 18 |
| Gambar 4. 1 Spektrum FTIR Serbuk Ubi Jalar..... | 39 |
| Gambar 4. 2 Spektrum FTIR Cangkang Telur Ayam..... | 41 |
| Gambar 4. 3 Difraktogram Cangkang Telur Ayam | 43 |
| Gambar 4. 4 Perbandingan Sampel dengan Database ICDD | 44 |
| Gambar 4. 5 Ketebalan Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam ... | 50 |
| Gambar 4. 6 Kuat Tarik Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam .. | 52 |
| Gambar 4. 7 Elongasi Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam | 53 |
| Gambar 4. 8 Modulus Young Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam | 55 |
| Gambar 4. 9 WVTR Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam..... | 59 |
| Gambar 4. 10 Hasil FTIR Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam (a) 0,0 (b) 0,5 (c) 1,0 (d) 1,5 dan (e) 2 g | 61 |
| Gambar 4. 11 Uji Biodegradasi Plastik Biodegradable Variasi Cangkang Telur Ayam..... | 63 |
| Gambar 4. 12 Ketebalan Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 64 |
| Gambar 4. 13 Kuat Tarik Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 66 |
| Gambar 4. 14 Elongasi Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 67 |
| Gambar 4. 15 Modulus Young Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 69 |
| Gambar 4. 16 WVTR Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 72 |
| Gambar 4. 17 Hasil FTIR Plastik Biodegradable Variasi Gliserol (a) 1,0 (b) 1,5 dan (c) 2,0 mL..... | 73 |
| Gambar 4. 18 Uji Biodegradasi Plastik Biodegradable Variasi Gliserol | 74 |

**SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Sifat Plastik Standar Nasional Indonesia (SNI) | 13 |
| Tabel 4. 1 Ketebalan Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar | 46 |
| Tabel 4. 2 Kuat Tarik Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar..... | 47 |
| Tabel 4. 3 Elongasi Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar | 48 |
| Tabel 4. 4 <i>Modulus Young</i> Plastik <i>Biodegradable</i> Pati Ubi Jalar | 48 |
| Tabel 4. 5 Uji Kruskal Wallis Variasi Cangkang Telur Ayam | 56 |
| Tabel 4. 6 Angka Korelasi Tingkat Hubungan Dua Variable | 57 |
| Tabel 4. 7 Uji Korelasi Spearman Variasi Cangkang Telur Ayam..... | 57 |
| Tabel 4. 8 Persamaan Garis Biodegradasi Variasi Cangkang Telur Ayam | 63 |
| Tabel 4. 9 Uji Kruskal Wallis Variasi Gliserol | 70 |
| Tabel 4. 10 Uji Korelasi Spearman Variasi Gliserol..... | 70 |
| Tabel 4. 11 Persamaan Garis Biodegradasi Variasi Gliserol | 75 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1 Gambar Plastik <i>Biodegradable</i> | 83 |
| Lampiran 2 Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> | 85 |
| Lampiran 3 Output Uji Kruskal Wallis..... | 92 |
| Lampiran 4 Uji Korelasi Spearman..... | 93 |
| Lampiran 5 Uji WVTR | 95 |
| Lampiran 6 Spektra FTIR | 100 |
| Lampiran 7 Difraktogram Cangkang Telur Ayam..... | 101 |
| Lampiran 8 Data Biodegradasi Plastik <i>Biodegradable</i> | 102 |



ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER* CANGKANG TELUR AYAM DAN *PLASTICIZER GLISEROL* TERHADAP KARAKTERISTIK PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI PATI UBI JALAR (*Ipomoea batatas L.*)

Oleh :

Annisa Amalia
17106030001

Pembimbing

Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Dodi Irwanto, M.Eng.

Penelitian plastik *biodegradable* berbahan dasar pati ubi jalar dengan *filler* cangkang telur ayam dan *plasticizer* gliserol telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* cangkang telur ayam dan *plasticizer* gliserol terhadap sifat mekanik, laju transmisi uap air atau water vapor transmission rate (WVTR), gugus fungsi dan biodegradabilitas plastik. Pengujian sifat mekanik meliputi uji ketebalan, uji kuat tarik, uji elongasi dan uji *modulus young*. Hasil penelitian menunjukkan plastik *biodegradable* dengan variasi cangkang telur ayam memiliki ketebalan 0,256 mm, kuat tarik 4,75 N/mm², elongasi 25,11% dan *modulus young* 0,73 N/mm². Plastik *biodegradable* dengan variasi gliserol memiliki ketebalan 0,252 mm, kuat tarik 4,75 N/mm², elongasi 15,20% dan *modulus young* 0,73 N/mm². Uji WVTR menunjukkan bahwa semakin bertambahnya *filler* cangkang telur ayam (pada variasi 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 g) nilai WVTR semakin kecil, sedangkan bertambahnya gliserol (pada variasi 1,0; 1,5 dan 2,0 mL) nilai WVTR semakin besar. Uji biodegradasi plastik pada media tanah menunjukkan laju biodegradasi plastik *biodegradable* dengan variasi gliserol lebih cepat dibandingkan plastik *biodegradable* dengan penambahan cangkang telur ayam dalam 12 hari.

Kata Kunci : Pati Ubi Jalar, Cangkang Telur Ayam, Plastik *Biodegradable*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

EFFECT OF ADDING EGGSHELL AS FILLER AND GLYCEROL AS PLASTICIZER ON CHARACTERISTICS OF BIODEGRADABLE PLASTIC BASED SWEET POTATO STARCH (*Ipomoea batatas L.*)

By :

Annisa Amalia
17106030001

Supervisor

Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc.

Dodi Irwanto, M.Eng.

The research of *biodegradable* plastic based sweet potato starch with addition eggshell as filler and glycerol as plasticizer was conducted. The purpose of this research is to discover the effect of adding eggshell as filler and glycerol as plasticizer on mechanical properties, water vapor transmission rate, functional group and biodegradability for plastic. Mechanical properties tests include thickness, tensile strength, elongation and modulus young. The results showed that *biodegradable* plastic with eggshell as filler produced thickness of 0,256 mm, tensile strength of 4,75 N/mm², elongation of 25,11% and *modulus young* 0,73 N/mm². *Biodegradable* plastic with glycerol as plasticizer produced thickness of 0,252 mm, tensile strength of 4,75 N/mm², elongation of 15,20% and *modulus young* 0,73 N/mm². WVTR test showed that the addition of eggshell with variation 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 g could decrease WVTR and the addition of glycerol with variation 1,0; 1,5 dan 2,0 mL could increase WVTR. Biodegradability test showed that biodegradation rate of *biodegradable* plastic with glycerol faster than *biodegradable* plastic with eggshell in 12 days.

Keywords: Sweet Potato Starch, Eggshell, *Biodegradable* Plastic

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu material yang banyak digunakan sebagai pengemas bahan pangan maupun nonpangan. Penggunaan plastik yang meningkat dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, karena plastik terbuat dari bahan yang sulit terdegradasi sehingga akan terjadi penumpukan sampah plastik yang mencemari lingkungan (Oktaviani dkk., 2019). Indonesia menduduki peringkat kedua dunia dalam menghasilkan sampah plastik setelah Tiongkok yaitu sebanyak 187,2 juta ton. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik (Purwaningrum, 2016).

Plastik konvensional terbuat dari bahan yang tidak mudah terurai dan mengandung zat yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Plastik yang terbakar tidak sempurna akan menghasilkan zat yang bersifat karsinogenik (Kamsiati dkk., 2017). Salah satu alternatif pengganti plastik untuk mengurangi pencemaran lingkungan adalah dengan penggunaan plastik *biodegradable* yang mudah terurai dan bersifat ramah lingkungan. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme ketika di lingkungan. Pengembangan plastik *biodegradable* sebagai pengemas juga dapat memberikan kualitas produk yang lebih baik, karena terbuat dari bahan alami yang tidak beracun bagi makanan (Nafiyanto, 2019). Plastik *biodegradable* dapat dibuat dari golongan

protein, polisakarida, lipid (asam lemak, asilglicerol, atau lilin), dan komposit (campuran dari berbagai bahan).

Pati ubi jalar berpotensi menjadi bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* karena sifatnya yang mudah terurai. Kandungan amilosa ubi jalar lebih tinggi 31,86% dibandingkan pati jagung 27%, pati kentang 22% dan pati singkong 18%. (Pramesti dkk., 2015; Amaliya dkk., 2014). Kandungan amilosa yang cukup tinggi akan membuat plastik *biodegradable* akan membentuk kristal yang lebih tegar. Namun plastik dari pati ubi jalar mempunyai karakteristik yang kaku dan rapuh, sehingga perlu ditambahkan *filler* yang dapat mengatasi sifat tersebut (Kamsiati dkk, 2017). Sintesis plastik *photobiodegradable* berbahan dasar pati ubi jalar dan bahan pengisi TiO₂ telah dilakukan oleh (Merisiyanto & Mawarani, 2013). Penelitian ini diuji dengan dua jenis sinar yaitu matahari dan ultraviolet untuk mengaktifkan sifat fotokatalis TiO₂. Hasil pengujian menunjukkan pati ubi jalar memiliki temperatur gelatinisasi sebesar 75°C. Penambahan TiO₂ melebarkan puncak derajat pengembungan, menambah kekuatan tarik dan memperlambat laju degradasinya. Kelemahan dari plastik yang dihasilkan yaitu kuat tarik yang dihasilkan sangatlah rendah jika dibandingkan plastik *biodegradable* sejenisnya.

Pemanfaatan limbah dalam pembuatan plastik *biodegradable* memiliki potensi yang besar karena Indonesia menghasilkan banyak limbah baik limbah industri maupun limbah domestik. Salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan adalah cangkang telur. Cangkang telur dapat digunakan sebagai *filler* plastik *biodegradable* karena cangkang telur mengandung kalsium karbonat (CaCO₃)

sekitar 90.9% (Syam, 2016). Kalsium karbonat (CaCO_3) sekitar 90.9% dapat meningkatkan sifat kaku dan rapuh pada plastik *biodegradable*. Kalsium karbonat (CaCO_3) sendiri harganya lebih murah dibandingkan dengan bahan pengisi lainnya. (Haryati, 2017). Hasanah (2017) telah melakukan penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah tapioka dan *plasticizer* gliserol dengan penambahan kalsium karbonat (CaCO_3) dan clay. Penelitian tersebut menunjukkan penambahan kalsium karbonat (CaCO_3) dan clay dapat meningkatkan kuat tarik dan mempercepat waktu degradasi. Namun, kuat tarik dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan masih belum memenuhi standar plastik konvensional di Indonesia.

Penelitian mengenai pembuatan plastik *biodegradable* dari pati kentang dan *plasticizer* gliserol dengan penambahan cangkang telur ayam dan kitosan telah dilakukan Kasmuri (2018). Hasil penelitian menunjukkan penambahan cangkang telur ayam meningkatkan kuat tarik sebesar 4,94% , mengurangi daya serap air sebesar 10,95% dan meningkatkan susut bobot plastik sebesar 21,06% selama 20 hari, penambahan kitosan ayam meningkatkan kuat tarik sebesar 1,28% , mengurangi daya serap air sebesar 27,59% dan meningkatkan susut bobot plastik sebesar 7,9% selama 20 hari. Kelemahan dari plastik yang dihasilkan yaitu penambahan cangkang telur ayam sebagai *filler* belum menghasilkan plastik *biodegradable* sesuai standar plastik konvensional.

Plasticizer adalah molekul non volatil dapat digunakan untuk mengubah sifat mekanik plastik *biodegradable*. Penambahan *plasticizer* dapat menurunkan kekuatan inter dan intra molekular dan meningkatkan kelenturan sehingga sifat rapuh dari plastik *biodegradable* dapat diatasi (Fathurohman dkk., 2019). Salah satu

jenis *plasticizer* yang dapat digunakan adalah gliserol. *Plasticizer* gliserol berfungsi untuk meningkatkan kelenturan dengan mengurangi ikatan hidrogen pada polimer dan meningkatkan jarak antara molekul (Aripin dkk., 2017). Pembuatan plastik *biodegradable* dari bahan dasar pati dengan *plasticizer* gliserol telah banyak diteliti. Aripin (2017) telah melakukan penelitian pembuatan plastik *biodegradable* dari pati ubi jalar dan *filler* kitosan dengan penambahan *plasticizer* gliserol. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan gliserol meningkatkan nilai elongasi dan menurunkan nilai kuat tarik seiring penambahan gliserol. Kekurangan dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan yaitu warna plastik yang berwarna coklat dan tidak transparan.

Sepanjang penelusuran penulis, pembuatan plastik *biodegradable* dari pati ubi jalar dengan penambahan *filler* cangkang telur ayam dan *plasticizer* gliserol sejauh belum ada yang meneliti. Menurut Jiang (2018) penambahan *filler* cangkang telur ayam dapat memperbaiki sifat mekanik maupun fisik plastik *biodegradable* dengan merapatkan pori-pori, menambah kekuatan, mengurangi kelarutan dan mengurangi kekakuan, penambahan gliserol dapat mempercepat waktu degradasi karena dapat mengurangi ikatan hidrogen intermolekular dan intramolekular pada pati. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan cangkang telur ayam dan gliserol terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas plastik *biodegradable*. Hasil penelitian diharapkan dapat digunakan sebagai plastik yang ramah lingkungan dengan sifat mekanik optimum, memiliki waktu degradasi yang baik dan sesuai dengan standar plastik di Indonesia.

B. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas terdapat berbagai macam masalah. Untuk memfokuskan bidang penelitian, maka perlu dibatasi agar penelitian ini mempunyai arah yang jelas. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan sebagai sumber pati yaitu ubi jalar putih (*Ipomoea batatas L*) dari Pasar Blok O Banguntapan.
2. *Filler* yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah cangkang telur ayam dari Desa Sidamulya, Banyumas.
3. *Plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah gliserol dari CV. Chemix Yogyakarta.
4. Massa pati ubi jalar yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* yaitu 5 g.
5. Variasi komposisi cangkang telur ayam yang digunakan yaitu 0; 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 g.
6. Variasi konsentrasi gliserol yang digunakan yaitu 1; 1,5 dan 2 mL.
7. Uji yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan cangkang telur ayam dan gliserol yaitu uji kuat tarik, elongasi, *Modulus Young*, uji gugus fungsi, uji laju transmisi uap air dan uji biodegradasi plastik pada media tanah.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* cangkang telur ayam terhadap karakteristik plastik meliputi sifat mekanik, WVTR dan gugus fungsi pada plastik *biodegradable* ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik plastik meliputi sifat mekanik, WVTR dan gugus fungsi pada plastik *biodegradable* ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* cangkang telur ayam pada plastik *biodegradable* terhadap biodegradabilitas yang dihasilkan?
4. Bagaimana pengaruh penambahan *plasticizer* gliserol pada plastik *biodegradable* terhadap biodegradabilitas yang dihasilkan?

D. Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh penambahan *filler* cangkang telur ayam terhadap karakteristik plastik meliputi sifat mekanik, WVTR dan gugus fungsi plastik *biodegradable*.
2. Menentukan pengaruh penambahan *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik plastik meliputi sifat mekanik, WVTR dan gugus fungsi plastik *biodegradable*.
3. Mempelajari sifat biodegradasi plastik *biodegradable* dari pati ubi jalar dengan penambahan *filler* cangkang telur ayam.
4. Mempelajari sifat biodegradasi plastik *biodegradable* dari pati ubi jalar dengan penambahan *plasticizer* gliserol.

E. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan plastik *biodegradable* dari pati ubi jalar dengan penambahan *filler* cangkang telur ayam dan *plasticizer* gliserol yang memiliki sifat mekanik optimum dan memiliki waktu degradasi yang baik sehingga dapat digunakan sebagai bahan pengemas pengganti plastik konvensional.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan *filler* cangkang telur ayam pada variasi 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 2,0 g dapat mempengaruhi kualitas plastik *biodegradable*. Penambahan *filler* cangkang telur ayam meningkatkan ketebalan rata-rata 0,0489 mm tiap gram, meningkatkan kuat tarik rata-rata 0,186 N/mm² tiap gram, menurunkan elongasi 8,6223% tiap gram, meningkatkan modulus young 0,1736 N/mm² tiap gram dan menurunkan WVTR 17,7 g/m².jam tiap gram.
2. Penambahan *plasticizer* gliserol pada variasi 1,0; 1,5 2,0 mL dapat mempengaruhi kualitas plastik *biodegradable*. Penambahan *plasticizer* gliserol menurunkan ketebalan rata-rata 0,0347 mm tiap mL, menurunkan kuat tarik rata-rata 3,4967 N/mm² tiap mL, menaikan elongasi 8,6223% tiap mL, menurunkan modulus young 0,6443 N/mm² tiap mL dan menaikan WVTR 15,5 g/m²tiap mL.
3. Uji degradasi plastik *biodegradable* pati ubi jalar variasi cangkang telur ayam pada media tanah dari hari ke-1 sampai hari ke-12 mengalami penurunan massa. Penambahan *filler* cangkang telur ayam memperlambat laju biodegradasi sebesar 53,20%.
4. Uji degradasi plastik *biodegradable* pati ubi jalar variasi gliserol pada media tanah dari hari ke-1 sampai hari ke-12 mengalami penurunan massa.

Penambahan *filler* cangkang telur ayam mempercepat laju biodegradasi sebesar 13,42%.

B. Saran

Berdasarkan penelitian dan pembahasan, dapat dirumuskan saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Perlu dilakukan pengayakan cangkang telur ayam dengan mesh yang lebih kecil agar plastik yang dihasilkan homogen.
2. Perlu dilakukan identifikasi fasa menggunakan XRD pada plastik yang dihasilkan.
3. Perlu diadakan pengontrolan tanah seperti suhu, kelembaban, pH sehingga dapat dipastikan tanah dalam keadaan stabil kondisinya pada hari 0 sampai selesai.
4. Perlu dilakukan pengujian terhadap plastik *biodegradable* dengan campuran penambahan cangkang telur ayam dan gliserol untuk menghasilkan plastik *biodegradable* yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. A., Padmawijaya, K. A. (2016). Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*, 10, 2-16.
- Amaliya, R. R., & Putri, W. D. R. (2014). Karakterisasi *Edible Film* dari Pati Jagung dengan Penambahan Filtrat Kunyit Putih sebagai Antibakteri. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 43-53.
- Apriyani, M., Sedyadi, E. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Plastik *Biodegradable* dari Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) dengan *Plasticizer* Gliserol. *J. Sains Dasar*, 4(2), 145-152
- Ardiansyah, R. (2011). Skripsi: *Pemanfaatan Pati Umbi Grut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable*. Depok: Universitas Indonesia.
- 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, 79-84.
- Aryanto, T., Raharjo, S. (2015). Pembentukan Kristal CaCO₃ pada Pipa Tembaga dengan Konsentrasi Larutan 3500ppm Ca⁺⁺ dan Laju Aliran 30 mL/menit. *TRAKSI*, 15(1), 28-37.
- Basiak, E., Lenart, A., & Debeaufort, F. (2018). How Glycerol and Water Contents Affect the Structural and Functional Properties of Starch-Based Edible Film. *Polymers* 10(412), 1-18.
- Cheremisinoff, N. P., & Rosenfeld, P. E. (2009). *Handbook of Pollution Prevention and Cleaner Production Vol. 2: Best Practices in the Wood and Paper Industries*. New York: William Andrew.
- Cullity, B.D.(1978). *Elements of X-Ray Diffraction*, 2nd Edition. Filipina: Addison Wesley Publishing Company Inc.
- Darni, Y. & Utami, H. (2010). Studi Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekaya Kimia*, 7, 190-195.
- Erfan, A. (2012). Skripsi: *Sintesis Bioplastik dari Ubi Jalar*. Depok: Universitas Indonesia.
- Fathurohman, V., Sedyadi, E., Widowati, E., & Fajriati, I. (2019). Pengaruh Penambahan Pati Biji Buah Alpukat (*Persae americana mill*) terhadap Biodegradasi Bioplastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol pada Media Tanah dan Air Sungai. *Journal of Environmental Chemistry*, 1-8.
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparhana, I. P. (2018). Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film* Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*). *Media Ilmiah Teknologi Pangan*, 5, 27-35.

- Febriani, N., Fachry, A. R., Suharman. (2016). Mempelajari Sifat Fisika Sol Karet Cetak dengan *Filler* Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 27(1), 69-75.
- Fessenden, R. J., & Fessenden, J. S. (1982). *Kimia Organik*, diterjemahkan oleh Pudjaatmakan, A. H., Edisi Ketiga, Jilid I. Jakarta : Erlangga.
- Giwangkara, S. E. G. (2006). *Apikasi Logika Syaraf Fuzypada Analisis Sidik Jari Minyak Bumi Menggunakan Spektrofotometer Inframerah- Transformasi Fourier (FT-IR)*. Cepu: Sekolah Tinggi Energi dan Mineral.
- Gapsari, F dan Setyarini, P., H. (2010). Pengaruh Fraksi Volume terhadap Kekuatan Tarik dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu. *Jurnal Rekayasa Mesin* (2), 59-64.
- Gontard, N., Guilbert, S., & Cuq, J. L. (1993). *Water and Glycerol as Plasticizer*. England : Woodhead Publ Cambridge.
- Griffin, J. (1994). *Degradation of Polymers*. London: Academic Press.
- Haryati, S., Rini, A. S., & Safitri, Y. (2017). Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable* dengan *Plasticizer* Gliserol dan Bahan Pengisi CaCO₃. *Jurnal Teknik Kimia*, 23, 1-8.
- Haryanti, P., Setyawati, R., Wicaksono, R. (2014). Pengaruh Suhu dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Konsentrasi Butanol terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Tinggi Amilosa dari Tapioka. *AGRITECH*, 34 (3), 310-315.
- Hasanah, Y. R., & Haryanto. (2017). Pengaruh Penambahan *Filler* Kalsium Karbonat (CaCO₃) dan Clay terhadap Sifat Mekanik dan *Biodegradable* Plastik dari Limbah Tapioka. *Techno* , 18, 96-107.
- Hill & Kelley. (1942). *Organic Chemistry*. Philadelphia: The Blakiston Co.
- Huda, T., & Firdaus, F. (2007). Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik *Biodegradable* dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *Jurnal Penelitian & Sains "Logika"* , 3-10.
- Islami, A. N. (2019). *Biodegradasi Plastik Oleh Mikroorganisme*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- Irhami, Anwar, C., & Kemalawaty, M. (2019). Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar dengan Mengkaji Jenis Varietas dan Suhu Pengeringan. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 20(1), 33-44.
- Jacoeb, A. M., Nugraha, R., Utari, S. P. S. D. (2014). Pembuatan *Edible Film* dari Pati Buah Lindur dengan Penambahan Gliserol dan Karaginan. *JPHPI*, 17(1), 14-21.
- Jiang, B., Li, S., Wu, Y., Song, J. Chen, S., Li, X., & Sun, H. (2018). Preparation and Characterization of Natural Corn Starch-based composite films Reinforced by Eggshell Powder. *Journal of Food*, 16(1), 1045-1054.

- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwa, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik *Biodegradable* Berbasis. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36, 67-66.
- Kasmuri, N., & Zait, M. S. A. (2018). Enhancement of Bio-plastic using Eggshell and Chitosan on Potato Starch Based. *International of Engineering & Technology*, 7, 110-115.
- Khan, A. A. (1977). *The Physiology and Biochemistry of Seed Development*. Amsterdam: Elsevier Biomedical Press.
- Lindsay, R.C. (1985). *Flavors, In Food Chemistry*, 2nd. New York: Marcel Dekker Inc.
- Lismawati. (2017). Skripsi: *Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film dari Pati Kentang*. Makasar: UIN Alaudin.
- Mahalik, N. P. (2009). Processing and Packaging Automation System: A Review. *Jurnal Sains & Instrumental*, 3, 12-25.
- Maryanti, E., Pasaribu, C., Adfa, M., Yudha, S. P., & Fitriani, D. (2016). Pembuatan Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*), Gliserin dan Penambahan Nanopartikel ZnO dengan menggunakan Metode *Melt-Intercalation*. *Jurnal Gradian*, 12(2), 1175-1180.
- Maslahah, N. A., Sedyadi. E. (2020). Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan *Filler* ZnO dan *Plasticizer* Gliserol. *Indonesian Jurnal of Halal Science*, 2(1), 66-72.
- Merisiyanto, G., & Mawarani, L. J. (2013). Pengembangan Plastik *Photobiodegradabel* Berbahan Dasar Umbi Ubi Jalar. *Jurnal Teknik Pomits*, 2, 107-111.
- Mustafa, A. (2015). Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Argointek*, 9(2), 127-133.
- Nahir, N. (2017). Skripsi: *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam*. Makasar: UIN Alauddin.
- Nuriyah, L., Saroja, G., Ghufron, M., Razanata, A., & Rosid, N. F. (2018). Karakteristik Kuat Tarik dan Elongasi Bioplastik Berbahan Pati Ubi Jalar Cilembu dengan Variasi Jenis Pemlastis. *Natural*, 4, 177-182.
- Ningsih, E. P., Ariyani, D., Sunardi. (2019). Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Ubi Nagara (*Ipomea batatas L.*). *Indo.J.Chem.Res*, 7(1), 77-85.
- Ningsih, S. H. (2015). Skripsi: *Pengaruh Plasticizer Gliserol terhadap Karakteristik Edible Film Campuran Whey dan Agar*. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Nuriyah, L., Saroja, G., & Rohmad, J. The Effect of Calcium Carbonate Addition to Mechanical Properties of Bioplastic Made from Cassava Starch with

- Glycerol as *Plasticizer*. *9th Annual Basic Science International Conference*, 1-5.
- Nugroho, A. F. (2012). Skripsi: *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Clay*. Depok: Universitas Indonesia.
- 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*). *Integrated Lab Journal*, 7, 75-89.
- Oktaviani, C., Khairat, & Bahruddin. (2019). Modifikasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu dengan Asam. *Jom Fteknik*, 6, 1-5.
- Pine, S. H., Hendrickson, J. B., Cram, D. J., & Hammond, G. S. (1980). *Organic Chemistry*. New York: McGraw-Hill.
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisi Rasio Kadar Amilosa/Amilopektin dalam Amilum dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesian Journal of Chemistry Science*, 4, 26-30.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 8, 141-147.
- Puspita, F. W., Cahyaningrum, S.E. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Hidroksipatit dari Cangkang Telur Ayam Ras (*Gallus gallus*) Menggunakan Metode Pengendapan Basah. *Jurnal of Chemistry*, 6(2), 100-106.
- Puspitasari, R. D., Swasono, M. A. H. (2018). Pengaruh Lama Perebusan Kulit Telur pada Pembuatan Bubuk Suplemen Kalsium. *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1), 20-27.
- Putri, A. M. E., Nisa, F. C. (2015). Modifikasi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas* L.) Menggunakan Enzim Amylomaltase Menjadi Pati *Thermoreversible*: Kajian Pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 749-755
- Rivera, E. M., Araiza, M., Brostow, W., & Castano, V. M., (1999). Synthesis of Hydroxypatite from Eggshell. *Materials Letters* 4(3).
- Rohman, A. (2014). *Statistika dan Kemometrika Dasar dalam Analisis Farmasi*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rukmana, Rahmat, (1997). *Ubi Kayu Budidaya dan Pasca Panen*. Yogyakarta: Kanisius.
- Saputro, A., N., Catur dan Aruum, L., O. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Kitosan-Pati Ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(1).
- Sarwono, J. (2006). *Analisis Data Penelitian Menggunakan SPSS*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Satriani, D., Ningsih, P., Ratman. (2016). Serbuk dari Cangkang Telur Ayam Ras sebagai Adsorben terhadap Logam Timbal (Pb). *Jurnal Akademika Kimia*, 5(3), 103-108.
- Selpiana, Riansya, J. F., & Yordan, K. (2015). Skripsi: *Pembuatan Plastik Biodegradable dari Nasi aking*. Palembang : Universitas Sriwijaya.
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A., (2012). *Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia*. Bandung: UPI Press.
- Sholekhawati., Sedyadi, E., Prabawati, S., Y., & Widowati, E. (2020). Skripsi: *Pengaruh Penambahan Pektin Kulit Jeruk Bali Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradasi Bioplastik Pati Garut Terplastisasi Gliserol pada Media Tanah*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Sudarmadji, S. (2003). *Analisa Bahan Makanan & Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suharsono, E. (2012). Skripsi: *Preparasi dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pektin Kulit Pisang dengan Variasi Plasticizer Gliserol*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Suprapti, L. M. (2003). *Tepung Ubi Jalar Pembuatan dan Pemanfaatanya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Syuhada. (2018). Skripsi: *Pengaruh Penambahan Pati Kulit Singkong terhadap Biodegradasi Bioplastik Berbasis Kitosan pada Media Tanah dan Air Sungai*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Syam, W. M. (2016). Skripsi: *Optimalisasi Kalsium Karbonat dari Cangkang Telur untuk Produksi Pasta Komposit*. Makasar: UIN Alauddin.
- Thermo, N. (2001). *Introduction to FTIR Spectrometry*. Madison: Thermo Nicolet Inc.
- Tizo, M. S., Blanco, L. A. V., Cagas, A. C. Q. (2018). Efficiency of Calcium Carbonate from Eggshell as an Adsorbent for Cadmium Removal in Aqueous Solution. *Sustainable Environment Reserch*, 28, 326-332.
- Utomo, A. W., Argo, B. D., Hermanto, M. B. (2013). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe vera*)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1), 73-79.
- Wahyuni, B. (2018). Skripsi: *Karakteristik Edible Film Pati Beras Patah (*Oryza sativa L.*) dengan Penambahan Gliserol dan Ekstrak Jahe*. Makasar: UIN Alauddin.
- Widyasari, R. (2010). Skripsi: Kajian Penambahan Onggok Termoplastis terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia.
- Wirjosentono, B. (1995). *Analisis dan Karaktersasi Polimer*. Medan :USU Press.
- Wirakusumah, F. F. (2011). *Obstetri Fisiologi*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.