

**KAJIAN BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR
PATI UMBI GARUT DENGAN *FILLER* ZnO DAN
PLASTICIZER GLISEROL**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh derajat sarjana S-1 Program
Studi Kimia



Naela Ulul Maslahah
15630040

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

2019



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-4716/Un.02/DST/PP.00.9/11/2019

Tugas Akhir dengan judul : Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan Filler ZnO dan Plasticizer Gliserol

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NAELA ULUL MASLAHAH
Nomor Induk Mahasiswa : 15630040
Telah diujikan pada : Jumat, 18 Oktober 2019
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

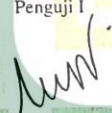
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang


Endaraji Sedyadi, M.Sc.
NIP. 19820205 201503 1 003

Penguji I


Dr. Maya Rahmayanti, S.Si. M.Si.
NIP. 19810627 200604 2 003

Penguji II


Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
Yogyakarta, 18 Oktober 2019
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Yogyakarta



NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Naela Ulul Maslahah
NIM : 15630040
Judul Skripsi : Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut
dengan *Filler ZnO* dan *Plasticizer Gliserol*

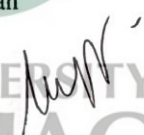
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 06 November 2019
Konsultan

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA


Dr. Maya Rahmayanti, S.Si, M.Si.
NIP: 19810627 200604 2 003

NOTA DINAS KONSULTASI

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

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 berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Naela Ulul Maslahah
NIM : 15630040
Judul Skripsi : Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut
dengan *Filler ZnO* dan *Plasticizer Gliserol*

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

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terimakasih

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 06 November 2019
Konsultan


Sudarlin M. Si.
NIP: 19850611 201503 1 002



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 : Naela Ulul Maslahah
NIM : 15630040
Judul Skripsi : Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan *Filler ZnO* dan *Plasticizer Gliserol*

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

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 05 November 2019

Pembimbing


Endarujati Sedvadi, S.Si, M.Sc.
NIP: 19820205 201503 1 003

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Naela Ulul Maslahah
NIM : 15630040
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan Filler ZnO dan Plasticizer Gliserol”** 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, 7 Oktober 2019

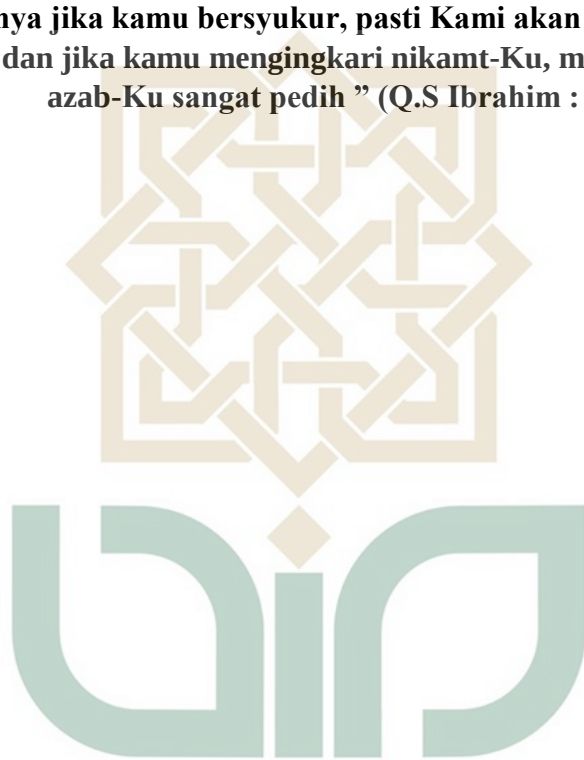
Naela Ulul Maslahah
NIM 15630040

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO HIDUP

Perbanyak bersyukur, maka kamu akan bahagia

“Sesungguhnya jika kamu bersyukur, pasti Kami akan menambah nikmat kepadamu, dan jika kamu mengingkari nikmat-Ku, maka sesungguhnya azab-Ku sangat pedih ” (Q.S Ibrahim : 07)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

**Karya tulis ini penulis persembahkan untuk almamater tercinta
UIN Sunan Kalijaga**



KATA PENGANTAR

Tiada kata yang paling indah selain puji dan rasa syukur kepada Allah SWT, yang telah menentukan segala sesuatu berada ditangan-Nya. Alhamdulillahirobbil'alamin atas hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut dengan *Filler* ZnO dan *Plasticizer* gliserol”.

Penulis meyakini bahwa dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat pelajaran, dukungan motivasi, dan bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu, secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Drs. K.H.Yudian Wahyudi, M.A., Ph.D., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Murtono, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
3. Ibu Dr. Susy Yunita Prabawati, M. Si., selaku Dosen Pendamping Akademik dan Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga
4. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah meluangkan waktu, membantu, membimbing serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Prodi Kimia dan Pengurus Laboratorium Terpadu UIN Sunan Kalijaga yang dengan ikhlas telah memberikan pengetahuan dan pengalaman

kepada penulis, sehingga ilmu yang telah didapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir ini.

6. Bapak Abdul Basir dan Ibu Uriyati yang selalu mendo'akan, memotivasi serta memberi semangat yang luar biasa, dan memberikan dukungan moril maupun materil. Adik penulis Indi Nusrotul Khusna dan Karror Aunel Akhyar yang telah medo'akan dan memberi semangat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Untuk teman-teman seperjuangan di Kimia 2015 dan sahabat-sahabat penulis sejak di pondok sampai sekarang yang telah memberikan semangat dan selalu menghibur penulis.
8. Semua pihak yang memberikan dukungan dan do'a kepada penulis, serta pihak yang membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah turut membantu penulis dalam penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis berharap atas saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca.

Yogyakarta, September 2019

Penulis

DAFTAR ISI

SURAT PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS KONSULTASI	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	vi
MOTTO HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
BAB V	5
PENUTUP.....	5
A. Kesimpulan.....	5
B. Saran	5
DAFTAR PUSTAKA.....	7

ABSTRAK
KAJIAN BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI
UMBI GARUT DENGAN FILLER ZnO DAN PLASTICIZER GLISEROL

Oleh:
Naela Ulul Maslahah
15630040

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

Kajian biodegradasi bioplastik berbahan dasar Pati Umbi Garut dengan Plasticizer Gliserol dan *Filler* ZnO telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami biodegradabilitas bioplastik berbasis pati umbi garut dengan tambahan ZnO pada media tanah. Bioplastik dikarakterisasi sifat mekaniknya meliputi ketebalan, *kuat tarik*, *elongasi*, dan *modulus young*. Karakter kimia dianalisis menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Pengujian biodegradasi bioplastik dilakukan pada media tanah dengan pH 5 dan pH 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang baik adalah bioplastik dengan variasi ZnO 3%. Bioplastik yang dihasilkan memiliki ketebalan sebesar 0,055 mm, nilai kuat tarik 5,9966 MPa, *elongasi* 5,00045 %, dan Modulus young 118,1268 MPa. Uji biodegradasi bioplastik diamati dengan pengukuran penurunan massa sampel yang diujikan. Hasil uji biodegradasi pada media tanah pH 5 dan pH 6 masing-masing menunjukkan telah terjadi penurunan massa bioplastik hingga 72% dan 70% selama 15 hari.

Kata Kunci : Bioplastik, Pati, ZnO, Biodegradasi

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

ABSTRACT

KAJIAN BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR PATI UMBI GARUT DENGAN FILLER ZnO DAN PLASTICIZER GLISEROL

Oleh:

Naela Ulul Maslahah

15630040

Pembimbing:

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

The study of biodegradation of arrowroot starch-based bioplastics with glycerol as plasticizer and ZnO as filler has been carried out. This study aims to understand the biodegradability of arrowroot starch-based bioplastics with additional ZnO on soil media. Characterization of bioplastics include mechanical test (*tensile strenght, elongation, and young modulus*), FTIR (*Fourier Transform Infra Red*), and biodegradation testing of bioplasrics carried out on soil pH 5 and pH 6. The result showed with variation 3% of ZnO produce good mechanical physical properties. Bioplastics produced thickness of 0,055 mm, tensile strenght of 5,9966 MPa, elongation of 5,00045 % and *young modulus* of 118,1268 MPa. Bioplastics biodegradation test was obseved by measuring the descrease in sample mass. The biodegradation test results in soil pH 5 and pH 6. The biodegradation test result in soil pH 5 and pH 6 respectively showed a descrease in the bioplastic mass up to 70% and 72% for 15 days.

Keywords : Bioplastic, Strach, ZnO, Biodegradation

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik pengemas berbahan dasar minyak bumi sangat sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Plastik pengemas berbahan dasar minyak bumi memiliki kelebihan diantaranya adalah murah, ringan, *fleksibel*, serbaguna, dan kuat. Plastik berbahan dasar minyak bumi juga memiliki kekurangan diantaranya sulit untuk diuraikan oleh mikroorganisme. Penyebab plastik berbahan minyak bumi tidak dapat terurai karena memiliki struktur molekul yang sangat kompleks sehingga sulit terdegradasi oleh mikroorganisme (Darni, dkk., 2010). Kekurangan ini dapat menjadi pemicu pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Solusi yang telah dilakukan untuk mengurangi pencemaran ini diantaranya yaitu dengan mendaur ulang dan meningkatkan teknologi pengolahan sampah plastik.

Banyaknya permasalahan yang ditimbulkan oleh sampah plastik berbahan dasar minyak bumi menyebabkan perlunya dikembangkan plastik yang terbuat dari polimer lain yang dapat terurai secara alamiah. Pembuatan plastik dari polimer lain telah banyak digunakan oleh industri karena sumberdaya alam yang dapat diperbaharui, murah, dan dapat diuraikan (Haryanto, 2017). Polimer tersebut dapat diambil dari bahan seperti polisakarida (pati, selulosa, kitin), protein (kasein, whey, kolagen), dan lipid.

Pati mempunyai potensi dalam pembuatan bioplastik karena pati merupakan polimer yang salah satu sifatnya memiliki kemampuan membentuk lapisan tipis (Krochta, 1997). Penggunaan pati sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik

didasarkan pada biaya yang relatif murah dibandingkan dengan bahan lain seperti protein ataupun lipid, dan sifat termobioplastiknya (Mali, dkk., 2005).

Ketersediaan pati juga sangat melimpah di alam sehingga cocok jika digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan bioplastik. Pada penelitian ini, sumber pati yang digunakan adalah umbi garut. Selain sebagai biopolimer, kandungan pati yang dimiliki umbi garut sebesar 86% (Ardiansyah, 2011). Dalam pembuatan bioplastik perlu adanya penambahan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas plastik sehingga dapat mengatasi sifat rapuh dari bioplastik. Salah satu *plasticizer* yang sering digunakan adalah gliserol. Contoh bahan tambahan bioplastik antara lain bahan yang bersifat hidrofobik atau yang bersifat anti mikroba dan masih banyak bahan tambahan bioplastik lainnya (Jabbar, 2017).

Senyawa ZnO telah banyak digunakan untuk bahan penguat bioplastik. Syaputra (2017) telah melakukan pembuatan bioplastik berbahan dasar pati sagu dengan *plasticizer* gliserol ditambah dengan variasi *filler* ZnO. Uji kuat tarik terbaik yang dihasilkan adalah sebesar 15,48 MPa, *elongasi* 2,69%, *water uptake* 23,79%, dan uji biodegradasi 23,12% pada kadar 15% b/b ZnO dan 10% b/b gliserol. Kuat tarik yang didapatkan berbanding lurus dengan jumlah *filler* ZnO yang digunakan. Hal ini menunjukkan bahwa ZnO mampu berperan sebagai *filler*.

Penelitian tentang pembuatan bioplastik berbahan dasar polimer alami menggunakan material *plasticizer* dan metal oksida sebagai bahan *filler* telah banyak dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan kajian biodegradasi bioplastik dari bahan yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme yaitu pati umbi garut serta pengaruh penambahan variasi *filler* ZnO terhadap laju biodegradasinya.

Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan degradasi bioplastik oleh mikroorganisme tanah dengan faktor pH Uji biodegradasi bioplastik dalam tanah dilakukan agar dapat diketahui kecepatan penguraian film bioplastik. Tujuan ini dapat diaplikasikan untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh sampah-sampah plastik yang tidak terurai dilingkungan. Dengan demikian limbah-limbah plastik nantinya dapat dimusnahkan dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Penguraian yang terjadi ditentukan dengan menghitung persentase pengurangan massa dari film bioplastik yang diuji dalam selang interval waktu tertentu.

Uji biodegradasi dari bioplastik kemudian dihubungkan dengan analisis gugus fungsi yang terdapat dalam bioplastik dengan menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Uji mekanik bioplastik meliputi uji ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, dan *modulus young* juga dilakukan untuk membantu memahami sifat biodegradasi dari bioplastik yang dihasilkan.

B. Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar masalah yang dibahas dapat mengacu pada pokok permasalahan. Batasan masalah pada penelitian ini yaitu

1. Pati yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati umbi garut yang diperoleh dari desa Kalijurang, Tonjong, Brebes.
2. Gliserol yang digunakan gliserol p.a
3. Sifat fisik yang dianalisis berupa warna
4. Uji mekanik yang dilakukan adalah uji ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, dan uji *modulus young*.

5. Analisis gugus fungsi dilakukan dengan FTIR.
6. Uji biodegradasi dilakukan pada media tanah yang berasal dari jl. Kaliurang km 12,5 Sleman, Yogyakarta.

C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana hubungan antara penambahan ZnO terhadap sifat fisik dan mekanik dari bioplastik pati umbi garut?
2. Bagaimana laju biodegradasi bioplastik berbahan dasar umbi garut pada variasi pH tanah?

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk :

1. Menentukan hubungan antara penambahan ZnO terhadap sifat fisik berupa warna dan sifat mekanik seperti ketebalan, kuat tarik, *elongasi*, dan *modulus young* bioplastik berbahan dasar pati umbi garut.
2. Menentukan pengaruh pH tanah terhadap laju biodegradasi bioplastik berbahan dasar pati umbi garut dengan variasi *filler* ZnO.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini untuk memberi informasi terhadap pembaca bahwa umbi-umbian termasuk umbi garut dapat dimanfaatkan selain untuk bahan pangan juga untuk bahan alternatif pembuatan bioplastik yang ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi penggunaan bioplastik sintesis dalam kehidupan sehari-hari.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan *filler* ZnO mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bioplastik berbahan dasar pati umbi garut dengan kekuatan hubungan yang beragam. Penampakan fisik film bioplastik tanpa penambahan ZnO tidak berwarna/transparan sedangkan bertambahnya variasi filler ZnO menunjukkan warna menjadi putih dan tidak terlalu transparan.
2. Uji Biodegradasi bioplastik berbahan dasar pati umbi garut pada media tanah pH 5 dan 6 dari hari ke-1 sampai hari ke-15 mengalami penurunan massa. Semakin meningkat jumlah ZnO maka semakin lambat laju biodegradasi. Penurunan massa bioplastik tercepat pada bioplastik tanpa penambahan ZnO, Sedangkan perbandingan laju biodegradasi pada media tanah pH 5 lebih cepat dibandingkan pada tanah pH 6.

B. Saran

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

1. Perlu dilakukan pengadukan dengan tenaga yang kuat dan konstan agar tidak terjadi granular-granular pada campuran larutan bioplastik.

2. Perlu dilakukan identifikasi bioplastik lebih lanjut setelah dilakukan uji biodegradasi seperti penggunaan alat instrumen untuk mengetahui kerusakan pada permukaan bioplastik.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Yuana Elly dan Karsono Samuel Padmawijaya. 2016. *Sintesis Bioplastik dan Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif*. Jurnal Teknik Kimia Vol. 10. No. 2.
- Akbar, dkk., 2013. *Pengaruh Waktu Simpan Film Bioplastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong terhadap Sifat Mekaniknya*. Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Apriyanti, 2013. *Kajian Sifat Fisik-mekanik dan Antibakteri Bioplastik Kitosan Termomodifikasi Gliserol*. Indonesia jurnal of chemical science 2. No. 2 hal. 148-153.
- Ardiansyah, R. 2011. *Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Bioplastik Biodegradable*. Depok : Universits Indonesia.
- Arabi F, Imandar M, Negahdary M, Imandar M, Noughabi MT, Akbari-dastjerdi H, Fazilati M. 2012. *Investigation Anti-bacterial Effect of Zinc Oxide Nanoparticles Upon Life of Listeria monocytogenes*. Annals of Biol Resc. 3(7):3679-3685.
- Ban, W. 2005. *Improving the Physical and Chemical Functionally of Strach-Derived Films with Biopolymers*. Journal of Applied Polymer Science. 10 : 118-129.
- Bresnick, Stephen. 2003. *The Essence of Organichemistry*. Terjemahan : Hadian Kotong. Inti Sari Kimia Organik. Jakarta : Hipokrates.
- Briassoulis, D. 2004. *An Overview on the Mechanical Behaviour of Biodegradable Agricultural Films*. Journal of Thermal Analytical and Calorimetry, 12 : 65-81.
- Chee ASM, dkk. 2010. *Bacterally Produced Polyhydroxyalkanoate (PHA) : Converting Renewable Resources into Bioplastics*, edited by Mendez Vilas A. Applied
- Cowd M. A. 1991. *Kimia Polimer*. Terjemahan Harry Firman. Bandung: ITB.
- Crompton T.R. 1979. *Additive migration from plastic into food*. Pergamon press Oxford.
- Darni, Yuli dan Utami, Herti. 2010. *Studi Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik dan Hidrofobilitas Bioplastik dari Pati Sorgum*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan Vol. 7 No. 4 : 88-91.
- Effendi. 2004. *Ikatan Ionik dan Cacat-catat pada Kristal Ionik*. Malang : Bayumedia Publishing.
- Erfan, Ahmad. 2012. *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar menggunakan Penguat logam ZnO dan Penguat lami Kitosan*. Skripsi Universitas Indonesia.

- Faridah, D. N., Fardiaz, D., Nuri, A., Titi, C.S. 2014. *Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut (Maranta arundinaceae)*. Jurnal AGRITECH vol. 34 no 1. ITB
- Fatisa, Yuni., Yenni K., 2017. *Potensi Mikroorganisme tanah sebagai mikroorganisme pengurai Limbah Bioplastik pada Tanah Gambut Sebagai Sumber Belajar Materi Polimer SMA*. Jurnal Pendidikan Kimia UIN SUSKA RIAU.
- Fessenden, R.J dan J.S. Fessenden. 1982. *Kimia Organik II, Terjemahan oleh A.H Pudjatkarna, edisi ketiga*. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Firdaus, Feris dan Chairil Anwar. 2004. *Potensi Limbah Cair Industri Tepung Tapioka sebagai Bahan Baku Film Bioplastik Biodegradable*. Jurnal Logika Vol.1 No. 2.
- Firdaus, F.S., S. Mulyaningsih, dan H. Anshory. 2008. *Green Packaging Berbasis Biomaterial : Karakterisasi Mekanik dan Ketahanan terhadap Mikroba Pengurai Film Kemasan dari Komposit Pati Tropis-PLA-Kitosan*. Seminar Nasional Tekno (Prosiding). B27-32
- Fitriyani. 2018. Skripsi : *Sintesis dan Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Biji Nangka Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (ZnO) dan Plasticizer Gliserol*. UIN Alauddin Makassar.
- Ginting, Muhammad. Hasibuan R, Sinaga R, Ginting G., 2014. *Pengaruh Variasi Temperatur Gelatinisasi Pati terhadap Sifat Kekutan Tarik dan Perpanjangan pada saat Putus Bioplastik Pati Umbi Talas*. Seminar nasional sains dan teknologi. Fakultas teknik universitas Muhammadiyah Jakarta 12 november 2014 issn : 2407-1846.
- Greene, Joseph P. 2014. *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. New Jersey: John Wiley & Son. Inc.
- Halley, P.J. dan L. Averous. 2014. *Strach Polymers : From Genetic Engineering to Green Application*. San diego california : Elsevier
- Haryanto,., Titani, Fena Retyo., 2017. *Bioplastik dari Tepung Tapioka dan Tepung Maizena*. Jurnal Techno. Vol. 18 No. 1 hal 1-6. ISSN : 1410-8607.
- Hayati, Nurwani dan Lazulva. 2018. *Preparing of Cornstrach (Zea mays) Bioplastics Using ZnO Metal*. Indonesian Journal of Chemical Science and Technology Vol. 01 No. 01. State University of Medan.
- Haryati, Sri. 2017. *Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Bioplastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserol dan Bahan Pengisi CaCO₃*. Jurnal Teknik Kimia No. 1 Vol. 23. Universitas Sriwijaya.
- Hayase N, Yano H, Kudoh E, Tsutsumi C, Ushio K, Miyahara Y, Tanaka S, Nakagawa K. 2004. *Isolation and Characterization of poly (Butylene*

- succinat-co-butylene adipate*) *Degrading Microorganism*. J Biosci Bioeng 2004; 97: 131-133.
- Iswarin, S.J. 2013. *Hubungan Gugus Fungsi Bioplastik Biodegradasi Metil Akrilat dan Pati Garut Terhadap Sifat Mekaniknya*. NATURAL B, No.1 Vol. 2.
- Jabbar, Ushnul Fatimah. 2017. *Skripsi Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (Solanum tuberosum L.)*. UIN Alauddin Makassar.
- Khopkar, S.M. 2010. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : UI-Press
- Krisna, Adi. 2011. *Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (Vigna angularis Sp.)*. Laporan Tesis Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.
- Krochta, J.W., and De Mulder-Johton, C. 1997. *Edible And Biodegradable Polymer Film: Challenges and Opportunities*. J. Food Tech, 51(2) : 61-74
- Kumar, A. Ashwin K. 2011. *Biodegradable Polymers and Its Applications*. International Journal of Bioscience, Biochemistry, and Bioinformatics. 1(3) hal. 173-176 .
- Kusmiyati, Mery. 2013. *Karakteristik Morfologi Garut di Kabupaten Gunung Kidul dan Kulon Progo D.I. Yogyakarta*. Skripsi UIN Sunan kalijaga jurusan biologi.digilib uin-suka.
- Machali, Imam. 2015. *Statistik itu Mudah : Menggunakan SPSS Sebagai Alat Bantu Statistik*. Yogyakarta : Ladang Kata
- Mali, S., M.V.E. Grossmann, M.A. Garcia, M.N. Martino dan N.E. Zaritzky.2005. *Mechanical and Thermal Properties of Yam Strach Films*. J. Food Hydrocolloid. 19:154-164
- Miertus, Stanisly dan Xin Ren. 2002. *Environmentally Degradable Plastic and Waste management*. International Centre For Science and High Tecnology 47 No. 7-8 hal. 545-522.
- Morkoc, H., dan Ozgur, U. 2009. *Zinc Oxide : Fundamentals, Materials and Device Technology*. Weinheim: Wiley VCH Verlag GmbH and Co. KgA
- Mujiarto, imam. 2005. *Sifat dan Karakteristik Material Bioplastik dan Bahan Aditif* . Traksi No. 2 Vol. 3.
- Nahir, Nurdiniah. 2017. *Skripsi : Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (Tamarindus indica L.)*. Makassar: UIN Alauddin.
- Ningsih, S.H. 2015. *Pengaruh Plasticizer Gliserol terhadap Karakterisasi Edible Film Campuran Whey dan Agar*. Fakultas Pertanian. Universitas Hassanudin. Makassar.

- Nisa, U. 2012. *Preparasi dan Karakterisasi Plastic Biodegradable dengan Penambahan Na-pektin Kulit Pisang sebagai Pembentuk Plastic dan Plasticizer Gliserol*. Skripsi UIN Sunankalijaga.
- Ophart, Charles E. *Starch*. virtual chembook Elmhurst College. <http://www.elmhurst.edu/chm/vchembook/547strach.html>
- Orlov, D. S. 1985. *Humat Acid of Soil*. English transl. USDANFS & amerind Pub. Co. New York-New Delhi. Hal : 378
- Park, J.W. 1996. Application of Laminated edible film to potato chip packaging. *Journal of food science* 61(41):66-67.
- Pranata, f Sinung djagal w.M dan Haryadi 2002. *Karakterisasi Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film dari Batang Aren (Arenga pinnata Merr)*. biota7(3) :121-130.
- Pratiwi, Rimadani. 2016. *Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (Oryza sativa) sebagai bahan Bioplastik*. IJPST 3, No. 3 hal. 83-91.
- Pudjiastuti, W. 2012. *Polimer Nanokomposit sebagai Master Batch Polimer Biodegradable untuk Kemasan Makanan*. Jurnal Riset Industri 1(VI): 52-60.
- Qudratullah, M. Farhan. 2014. *Statistika Terapan Teori, Contoh Kasus dan Aplikasi dengan SPSS*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Rohaeti, Eli. 2005. *Kajian Tentang Sintesis Polieuretan dan Karakteristiknya*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA.FMIPA UNY. Yogyakarta. K1-K9.
- Roni, G.K. 2015. *Bahan Ajar : Tanah Sebagai Media Tumbuh*. Universitas Udayana
- Saptono Rahmat. 2008. *Pengetahuan Bahan*. Departemen Metalurgi. Universitas Indonesia. Diakses melalui <http://lib-ui.ac.id/materikuliaah/13-kimia-umum>
- Saputra, Agung. 2015. *Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat mekanik Bioplastik Biodegradable Berbahan Dasar Ubi Suweg (Amorphophallus companulatus)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem 3, No. 1 Hal. 1-6.
- Saputro, Agung N.c dan Ovita, Arrum L. 2017. *Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Kitosan-Pati Ganyong (Canna edulis)*. Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia Vol. 2 No. 1.
- Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahminda. 2013. *Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan*. Jurnal Kimia Valensi 3 (2) : 100-109. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati. Bandung.
- Stevens, M P. 1989. *Kimia Polimer*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Sugiyono. 2015. *Statistik Untuk Penelitian*. Bandung : Alfabeta

- Sulaiman, Wahid. 2002. *Statistik Non-parametrik : Contoh Kasus dan Pemecahannya dengan SPSS*. Yogyakarta : Andi
- Suryati, D. 1992. *Penanganan Sampah Bioplastik*. Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah LIPI. Jakarta 4-5.
- Swift, Graham. 2011. *Agroindustrial and Related Applications of Envirommentally Degradable Polymers*. GS Polymer Consultants, Chapel Hill, North Carolina USA
- Tokiwa, Yutaka. 2009. *Biodegradability of Plastics*. Internasional Journal of Moleculer Science, 10 : 3722-3742
- Syaputra, A. F., Bahrudin, dan Irdoni. 2017. Pengaruh Kadar Filler ZnO, Plasticizer gliserol, dan Nisbah Air terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. JOM FTEKNIK Vol. 4 No. 2
- Teo, G. Suzuki, Y. Dejong, dan Dandekar, 2006. *Silencing Leaf Sorbitol Synthesis Alters long-distance Partitioning and Apple Fruit Quality*. Proceeding of the National Academy of Science of thr United States of America 103 (49) : 18842-7.
- Tokiwa, Y., B.P. Calabia, C.U. Ugwu, and S. Aiba. 2009. *Biodegradability of Plastics*. Int. J. Mol. Sci. 10: 3722-3742.
- Ummah, nathiqoh Al. 2013. *Uji Ketahanan Biodegradable Bioplastik Berbasis TepungBiji Durian terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Skripsi.semarang Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Utami, Meilina Rahayu, Latifah, dan Nuni Widiarti. 2014. *Sintesis Bioplastik Biodegradable dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol*. Indonesian Journal of Chemical Science Vol. 3 No. 2.
- Utomo, dkk,. 2013. *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Bioplastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe vera.)-Kitosan*. Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 1 No.1.
- Wang, Z. L,. 2006. *Biodegradable Polyemers/bamboo Fiber Biocomposite with Bio-based Coupling Agent*. Composites : Part A 37, 80-91.
- Winarno, S. 1983. *Kerusakan Bahan Pangan*. Jakarta : Gramedia.
- Winarno, S. 1994. *Sterilisasi Komersial Produk-produk Pangan*. Jakarta : Gramedia
- Wirjosentono, B. 1995. *Perkembangan Industri Polimer di Indoneisa*. Medan : FMIPA USU.

