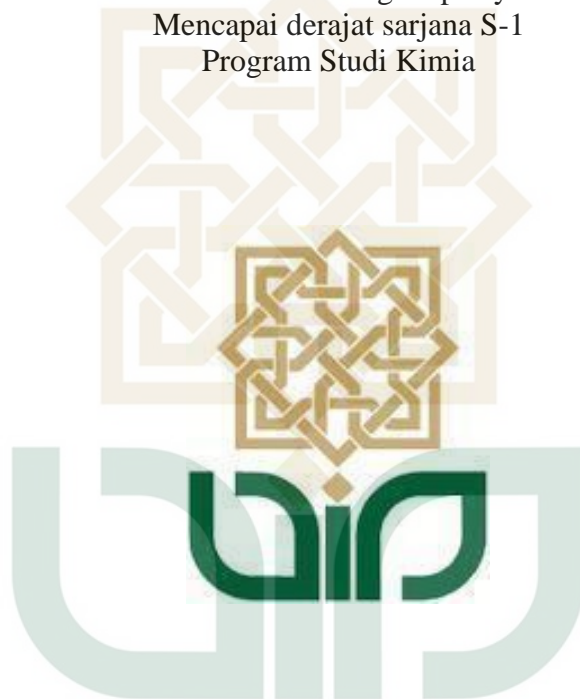


PENGARUH PENAMBAHAN *FILLER* ZnO DAN *PLASTICIZER* SORBITOL  
TERHADAP KARAKTERISTIK DAN *BIODEGRADABILITAS*  
BIOPLASTIK DARI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat sarjana S-1  
Program Studi Kimia



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

Oleh:  
Amanda Khoirun Nisa  
19106030028

JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2023



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2822/Un.02/DST/PP.00.9/11/2023

Tugas Akhir dengan judul : Pengaruh Penambahan Filler ZnO dan Plasticizer Sorbitol terhadap Karakteristik dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : AMANDA KHOIRUN NISA  
Nomor Induk Mahasiswa : 19106030028  
Telah diujikan pada : Rabu, 01 November 2023  
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: 655c632498f9f



Penguji I  
Khamidinal, S.Si., M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 656057a0c3fa3



Penguji II  
Karmanto, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 655af49fe6e3



Yogyakarta, 01 November 2023  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 6567eef0c17c4



## 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 : Amanda Khoirun Nisa  
NIM : 19106030028  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan *Filler ZnO* dan *Plasticizer Sorbitol* terhadap Karakteristik dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok

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

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 23 Agustus 2023



Pembimbing

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



## NOTA DINAS KONSULTASI I

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 : Amanda Khoirun Nisa

NIM : 19106030028

Judul Skripsi. : Pengaruh Penambahan *Filler* ZnO dan *Plasticizer* Sorbitol terhadap Karakteristik dan *Biodegradabilitas* Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok

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, 17 November 2023

Konsultan

Khamidinal, S.Si., M.Si

NIP. 19691104 200003 1 002



## NOTA DINAS KONSULTASI II

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 : Amanda Khoirun Nisa

NIM : 19106030028

Judul Skripsi. : Pengaruh Penambahan *Filler ZnO* dan *Plasticizer Sorbitol* terhadap Karakteristik dan *Biodegradabilitas* Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok

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, 17 November 2023

Konsultan

Karmanto, S.Si., M.Sc

NIP. 19820504 200912 1 005

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Amanda Khoirun Nisa  
NIM : 19106030028  
Jurusan : Kimia  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Filler ZnO dan Plasticizer Sorbitol terhadap Karakteristik dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok*” 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, 23 Agustus 2023



Amanda Khoirun Nisa  
NIM 19106030028

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## ABSTRAK

Pengaruh Penambahan *Filler* ZnO dan *Plasticizer* Sorbitol terhadap Karakteristik dan *Biodegradabilitas* Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok

Oleh:

Amanda Khoirun Nisa  
19106030028

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

---

---

Penelitian mengenai pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol pada pembuatan bioplastik yang berasal dari kulit pisang kepok telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi campuran *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap karakteristik dan biodegradabilitas bioplastik. Penelitian ini terbagi menjadi empat tahapan yaitu pembuatan dan karakterisasi pati kulit pisang kepok, pembuatan bioplastik, pengujian karakteristik bioplastik, dan pengujian biodegradabilitas. Pembuatan pati kulit pisang kepok menghasilkan pati dengan rendemen 1,65%. Karakterisasi pati kulit pisang kepok dilakukan dengan instrumen FTIR (*Fourier transform Infrared Spectroscopy*). Pembuatan bioplastik dilakukan dengan variasi (ZnO 0,0 gram, sorbitol 0,0 mL), (ZnO 0,05 gram, Sorbitol 0,5 mL), (ZnO 0,10 gram, Sorbitol 1,0 mL), (ZnO 0,15 gram, Sorbitol 1,5 mL), (ZnO 0,20 gram Sorbitol 2,0 mL), (ZnO 0,25 gram, Sorbitol 2,5 mL). Pengujian karakteristik bioplastik dilakukan dengan uji ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, elastisitas, daya serap air, dan laju transmisi uap air. Pengujian biodegradabilitas bioplastik dilakukan dengan metode *soil burrial test* selama 12 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol memiliki pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik bioplastik, dimana setiap penambahan 1% *filler* ZnO dan 10% *plasticizer* sorbitol akan meningkatkan ketebalan sebesar 0.748 mm, menurunkan kuat tarik sebesar 0,486 MPa, meningkatkan persen pemanjangan sebesar 0,950%, menurunkan nilai elastisitas sebesar 0,850 MPa, menurunkan daya serap air sebesar 0,975%, dan menurunkan laju transmisi uap air sebesar 0,850 gram. jam<sup>-1</sup> .m<sup>-2</sup>. Hasil pengujian biodegradabilitas menunjukkan pengaruh yang signifikan antara *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap nilai biodegradabilitas bioplastik 4 hari dan 12 hari, dimana setiap penambahan penambahan 1% *filler* ZnO dan 10 *plasticizer* sorbitol akan menurunkan ketebalan sebesar 0, 223% dalam waktu 4 hari, 0,674% dalam waktu 8 hari, dan 0,958% dalam waktu 12 hari.

Kata Kunci: bioplastik, pati kulit pisang kepok, ZnO, sorbitol

## ABSTRACT

*The Effect of ZnO Filler and Sorbitol Plasticizer Addition on Characteristics and Biodegradability of Bioplastics from Kepok Banana Peel Waste*

By:

Amanda Khoirun Nisa

19106030028

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

---

---

*Research on the effect of the addition of ZnO filler and sorbitol plasticizer on the manufacture of bioplastics derived from kepok banana peels has been carried out. This study aims to determine the effect of adding the concentration of a mixture of filler ZnO and plasticizer sorbitol on the characteristics and biodegradability of bioplastics. This research was divided into four stages, the manufacture and characterization of kepok banana peel starch, the manufacture of bioplastics, testing characteristics of bioplastics, and testing biodegradability. Manufacture of kepok banana peel starch produces yield of 1.65%. Characterization of kepok banana peel starch was carried out using FTIR (Fourier transform Infrared Spectroscopy) instruments. The production of bioplastics was carried out with variations (0g ZnO, 0mL sorbitol), (0,05g ZnO, 0,5mL sorbitol), (0,10g ZnO, 1,0mL sorbitol), (0,15g ZnO, 2,5mL sorbitol), (0,20 g ZnO, sorbitol 2,0mL), (0,25 g ZnO, Sorbitol 2,5 mL). Testing the characteristics of bioplastics was carried out by testing thickness, tensile strength, percent elongation, modulus young, water absorption, and water vapor transmission rate. Testing the biodegradability of bioplastics was carried out using the soil burrial test method for 12 days. The results showed that the addition of ZnO filler and sorbitol plasticizer had a significant effect on the characteristics of bioplastics, where each addition of 1% ZnO filler and 10% sorbitol plasticizer would increase thickness by 0.748 mm, decrease tensile strength by 0.486 MPa, increase percent elongation by 0.950% , reducing the modulus young value by 0.850 MPa, reducing the water absorption capacity by 0.975%, and reducing the water vapor transmission rate by 0.850 grams. hours-1 .m-2. The results of the biodegradability test showed a significant effect between ZnO filler and sorbitol plasticizer on the biodegradability value of bioplastics 4 days and 12 days, where each addition of 1% ZnO filler and 10 sorbitol plasticizers would decrease the thickness by 0.223% within 4 days, 0.674% within 8 days, and 0.958% within 12 days.*

*Keywords: bioplastics, kepok banana peel starch, ZnO, sorbitol*



## HALAMAN MOTTO

وَمَنْ يَتَّقِ اللَّهَ يَجْعَلْ لَهُ مِنْ أَمْرِهِ يُسْرًا

Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya." (Q.S At-Talaq: 4)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Bismillahirrahmanirrahim* dengan memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta tidak lupa sholawat dan salam kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW karya ini penulis persembahkan untuk almamater tercinta

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri  
Sunan Kalijaga Yogyakarta



## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* Alamin Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “*Pengaruh Penambahan Filler ZnO dan Plasticizer Sorbitol terhadap Karakteristik dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang Kepok*”.

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung sehingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor Universitas Islam Negeri 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 sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
4. Bapak Endaruji Sedyadi, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang ikhlas dan sabar telah meluangkan waktunya untuk membimbing, mengarahkan, dan memotivasi dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Bapak A. Wijayanto, S.Si., Bapak Indra Nofiyanto, S.Si., Ibu Isni Gustiani, S.Si. selaku Pranata Laboratorium Pendidikan Kimia yang telah memberikan pengarahan dan masukan selama penelitian.
6. Seluruh Dosen dan staf karyawan di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga yang telah membantu sehingga penulisan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Keluarga tercinta Bapak Sukiman, Ibu Martutik, Adek Nia, Adek Nisa, dan Mas Mujib yang senantiasa memberikan dukungan serta doa dan restu hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan sebaik-baiknya.
8. Teman-teman satu bimbingan yang selalu memberikan dukungan, saran, dan menjadi teman diskusi.
9. Keluarga Ekuivalen (Kimia angkatan 2019) yang bersedia memotivasi, memberi masukan dan dukungan selama ini.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat dan membantu baik dalam kegiatan penelitian maupun dalam penulisan skripsi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Namun, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, baik bagi penulis, almamater, pembaca dan juga sebagai pengetahuan secara umum khususnya di bidang kimia. *Aamiin yaa rabbal 'alamiin*

Yogyakarta, 02 Agustus 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR .....	iii
NOTA DINAS KONSULTASI I .....	iv
NOTA DINAS KONSULTASI II .....	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
HALAMAN MOTTO .....	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	x
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Batasan Masalah .....	5
C. Rumusan Masalah .....	6
D. Tujuan Penelitian .....	6
E. Manfaat Penelitian .....	7
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	8
A. Tinjauan Pustaka .....	8
B. Landasan Teori .....	14
C. Kerangka Berpikir dan Hipotesis Penelitian .....	32
METODE PENELITIAN .....	36
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	36
B. Alat-Alat Penelitian .....	36
C. Bahan Penelitian .....	36
D. Prosedur Penelitian .....	36
HASIL DAN PEMBAHASAN .....	42
A. Preparasi Pati Kulit Pisang Kepok .....	42
B. Karakterisasi Pati Kulit Pisang Kepok .....	43
C. Pembuatan Bioplastik .....	45
D. Uji Karakteristik Bioplastik .....	47
E. Analisis FTIR .....	56
F. Analisis Statistika Karakteristik Bioplastik .....	59
G. Uji Biodegradabilitas Bioplastik .....	66
H. Uji Statistika Biodegradabilitas Bioplastik .....	69
KESIMPULAN DAN SARAN .....	71
A. Kesimpulan .....	71
B. Saran .....	72
DAFTAR PUSTAKA .....	73
LAMPIRAN .....	79
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kadar pati pada kulit pisang kepok.....	17
Tabel 2. 2. Perbandingan Plastik Konvensional dan Bioplastik .....	19
Tabel 4. 1 Hasil Uji FTIR Bioplastik.....	59
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kruskal Wallis Ketebalan.....	60
Tabel 4. 3 Hasil Uji Korelasi Spearman Ketebalan .....	60
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kruskal-Wallis Kuat Tarik .....	61
Tabel 4. 5 Hasil Uji Korelasi Spearman Kuat Tarik .....	61
Tabel 4. 6 Hasil Uji Kruskal-Wallis Persen Pemanjangan .....	62
Tabel 4. 7 Hasil Uji Korelasi Spearman Persen Pemanjangan .....	62
Tabel 4. 8 Hasil Uji Kruskal-Wallis Elastisitas .....	63
Tabel 4. 9 Hasil Uji Korelasi Spearman Elastisitas .....	63
Tabel 4. 10 Hasil Uji Kruskal-Wallis Daya Serap Air.....	63
Tabel 4. 11 Hasil Uji Korelasi Spearman Daya Serap Air.....	64
Tabel 4. 12 Hasil Uji Kruskal-Wallis Laju Transmisi Uap Air .....	64
Tabel 4. 13 Hasil Uji Korelasi Spearman Laju Transmisi Uap Air .....	65
Tabel 4. 14 Hasil pengujian biodegradabilitas bioplastik .....	66
Tabel 4. 15 Persamaan linear dan nilai gradien bioplastik.....	67
Tabel 4. 16 Hasil Uji Kruskal-Wallis Biodegradabilitas .....	69
Tabel 4. 17 Hasil Uji Kruskal-Wallis Biodegradabilitas .....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Molekul Amilosa (a) dan Amilopektin (b).....	15
Gambar 2. 2 Spektrum FTIR pati garut (Prameswari, 2018).....	15
Gambar 2. 3 Struktur Sorbitol.....	21
Gambar 3. 1 Bentuk sampel uji kuat tarik .....	38
Gambar 4. 1 Spektrum FTIR pati kulit pisang kepok .....	44
Gambar 4. 2 Grafik ketebalan bioplastik .....	47
Gambar 4. 3 Grafik kuat tarik bioplastik) .....	49
Gambar 4. 4 Grafik persen pemanjangan bioplastik .....	50
Gambar 4. 5 Grafik elastisitas bioplastik .....	52
Gambar 4. 6 Grafik daya serap air bioplastik ZnO .....	53
Gambar 4. 7 Grafik laju transmisi uap air bioplastik .....	55
Gambar 4. 8 Spektrum FTIR bioplastik tanpa penambahan filler ZnO dan plasticizer sorbitol .....	56
Gambar 4. 9 Spektra FTIR bioplastik dengan penambahan filler ZnO dan plasticizer sorbitol .....	57
Gambar 4. 10 Grafik persen penurunan massa bioplastik.....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Pati Kulit Pisang Kepok.....	79
Lampiran 2 Hasil Uji FTIR Pati Kulit Pisang Kepok .....	80
Lampiran 3 Pembuatan, Hasil dan Pengujian Bioplastik.....	82
Lampiran 4 Hasil Uji Ketebalan, Kuat Tarik, dan Persen Pemanjangan .....	84
Lampiran 5 Perhitungan Elastisitas.....	90
Lampiran 6 Perhitungan Daya Serap air .....	90
Lampiran 7 Perhitungan Laju Transmisi Uap Air.....	90
Lampiran 8 Perhitungan Biodegradabilitas.....	91
Lampiran 9 Hasil Uji FTIR Bioplastik.....	92
Lampiran 10 Hasil Uji Normalitas Karakteristik Bioplastik.....	95
Lampiran 11 Hasil Uji Homogenitas Karakteristik Bioplastik .....	97
Lampiran 12 Hasil Uji Normalitas Biodegradabilitas Bioplastik .....	98
Lampiran 13 Hasil Uji Homogenitas Biodegradabilitas Bioplastik.....	100

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Plastik merupakan suatu produk hasil turunan minyak bumi yang umum digunakan sebagai pengemas. Plastik banyak digunakan karena memiliki beberapa keunggulan seperti kuat, mudah dibentuk, ringan, dan harganya relatif murah. Namun, di antara kelebihanannya, penggunaan plastik yang terbuat dari minyak bumi memiliki beberapa kekurangan, seperti berbahaya bagi kesehatan dan sulit untuk terdegradasi. Plastik membutuhkan waktu antara 100 hingga 500 tahun untuk dapat diuraikan oleh mikroorganisme di dalam tanah. Karena waktu degradasinya yang lama, lambat laun terjadi penumpukan sampah plastik (Cordova, 2017).

Data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia menghasilkan sebanyak 64 juta ton sampah plastik dalam satu tahun. Setiap tahunnya Indonesia membuang sebanyak 3,2 juta ton sampah plastik ke laut, dengan jumlah tersebut Indonesia menempati urutan kedua dunia sebagai penyumbang terbesar sampah plastik ke laut (Jambeck dkk., 2015). Apabila penumpukan sampah plastik terus berlangsung, maka akan terjadi pencemaran dan kerusakan lingkungan yang tentunya juga akan membahayakan kesehatan makhluk hidup (Zulisma Anita dkk., 2013).

Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah penumpukan sampah plastik adalah dengan menggunakan suatu pengemas mirip seperti plastik, tetapi mudah terdegradasi dan tidak menyebabkan pencemaran lingkungan. Bioplastik merupakan plastik yang terbuat dari bahan alam dan bersifat ramah lingkungan.



Secara alamiah bioplastik akan hancur dan terurai oleh aktivitas mikroorganisme dan memiliki hasil akhir yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Ashter, 2016). Bioplastik dibuat dari bahan alam yang dapat diperbarui dan mudah ditemukan seperti pati, selulosa, dan lemak (Kamsiati dkk., 2017). Penelitian menggunakan bahan alam untuk membuat bioplastik telah banyak digunakan, terutama menggunakan umbi-umbian seperti kentang, ubi, dan singkong sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik. Akan tetapi, penggunaan umbi-umbian sebagai bahan dasar bioplastik dinilai kurang efektif karena umbi-umbian tersebut masih digunakan sebagai bahan pangan dan nilai ekonomisnya masih relatif tinggi. Oleh karena itu, perlu dikembangkan bahan alam lain yang berpotensi sebagai bahan dasar bioplastik, contohnya adalah kulit pisang (Widyaningsih dkk., 2012).

Pisang merupakan buah yang memiliki berbagai kandungan gizi seperti karbohidrat, protein, mangan, vitamin A, vitamin B, vitamin C, serat, kalium, dan magnesium (Wulandari dkk., 2018). Karena kandungan gizinya yang beragam tersebut buah pisang banyak digemari dan dikonsumsi baik secara langsung maupun dalam bentuk produk olahan. Pisang bukan merupakan buah musiman, sehingga produksi olahan pisang dapat berlangsung secara terus-menerus. Salah satu bentuk olahan pisang adalah keripik pisang. Jenis pisang yang biasanya digunakan sebagai bahan dasar keripik pisang adalah pisang kepok. Akan tetapi, tingginya angka produksi pisang kepok akan menimbulkan dampak baru terhadap lingkungan, yaitu masalah limbah kulit pisang hasil produksi. Pemanfaatan kulit pisang kepok dinilai kurang efektif, karena biasanya kulit pisang kepok hanya dibuang atau dijadikan pakan ternak (Herliati dkk., 2019).

Kulit pisang kepok memiliki kandungan pati sebesar 18,5%, dimana 21,6% pati terdiri atas amilosa dan 79,4% merupakan amilopektin. Kandungan pati pada kulit pisang kepok tersebut menjadikan kulit pisang kepok memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan dasar bioplastik (Herliati dkk., 2019). Akan tetapi bioplastik yang dibuat dari bahan dasar pati dan selulosa memiliki sifat kaku dan rapuh. Oleh karena itu perlu ditambahkan bahan lain untuk memperbaiki karakteristik bioplastik seperti *filler* dan *plasticizer* (Widyasari, 2010).

*Filler* merupakan bahan pengisi yang ditambahkan pada pembuatan bioplastik dengan tujuan untuk menguatkan dan meningkatkan kualitas bioplastik (Rafid dkk., 2021). Beberapa jenis *filler* yang banyak digunakan adalah ZnO, CaCO<sub>3</sub>, dan clay. Penelitian mengenai pengaruh jenis dan konsentrasi *filler* pada bioplastik telah dilakukan oleh Hutabalian, dkk., (2020), dimana penggunaan *filler* ZnO, CaCO<sub>3</sub>, dan clay pada bioplastik yang berasal dari tepung maizena dengan variasi konsentrasi *filler* sebanyak 0, 3, 6, dan 9%, mendapatkan hasil plastik dengan karakteristik terbaik pada penambahan *filler* ZnO dengan variasi konsentrasi 9%. Namun, bioplastik yang dihasilkan pada penelitian tersebut belum memenuhi kriteria mekanik kuat tarik, elastisitas, dan pengembangan tebal sehingga diperlukan adanya penelitian lanjutan mengenai penggunaan *filler* ZnO pada pembuatan bioplastik dengan variasi konsentrasi yang lain.

Penggunaan ZnO sebagai *filler* dalam pembuatan bioplastik telah dilakukan oleh Eka Wahyanti (2021) dan Maslahah dkk., (2021). Menurut penelitian Eka Wahyanti (2021), penambahan *filler* ZnO pada pembuatan bioplastik yang berasal dari pati ubi jalar dapat mempengaruhi karakteristik bioplastik yang dihasilkan,

dimana setiap penambahan 1% *filler* ZnO dapat menurunkan ketebalan sebesar 0,143 mikron, meningkatkan kuat tarik sebesar 0,086 MPa, meningkatkan *elongasi* sebesar 0,086%, meningkatkan modulus Young sebesar 0,029 MPa, dan menurunkan laju transmisi sebesar 0,206 g.m<sup>-2</sup>. Namun, dalam penelitian Maslahah dkk., (2021), penambahan *filler* ZnO pada pembuatan bioplastik yang berasal dari pati umbi garut menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan *filler* ZnO maka akan semakin lambat laju biodegradasi bioplastik, dimana hasil biodegradasi bioplastik dengan media tanah pada PH 5 dan 6 menunjukkan hasil penurunan massa bioplastik sebesar 70% dan & 72% dalam kurun waktu 15 hari, sehingga perlu ditemukan variasi konsentrasi yang tepat untuk dapat menghasilkan bioplastik dengan karakteristik yang baik dan laju degradabilitas yang tepat.

Selain penambahan *filler*, bioplastik yang terbuat dari pati dan selulosa juga perlu ditambahkan *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan yang ditambahkan dalam pembuatan bioplastik yang memiliki fungsi sebagai pengelastis (Zulisma Anita dkk., 2013). Umumnya terdapat beberapa jenis *plasticizer* yang biasa digunakan seperti sorbitol, gliserol, dan polietilen glikol. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sitompul & Elok Zubaidah (2017) mengenai pengaruh jenis dan konsentrasi *plasticizer* pada edible film kolang-kaling, penggunaan *plasticizer* gliserol, sorbitol, polietilen glikol dengan konsentrasi 3%, 5%, 7% menghasilkan plastik terbaik pada penggunaan *plasticizer* sorbitol dengan konsentrasi sebesar 3%, dimana plastik memiliki nilai kadar air sebesar 11.86%, ketebalan sebesar 0.12 mm, transmisi uap air sebesar 25.12%, kelarutan dalam air sebesar 62.35%, kuat tarik sebesar 44.65%, serta persen pemanjangan sebesar

2.83N. Akan tetapi pada penelitian tersebut tidak dipelajari mengenai pengaruh *plasticizer* sorbitol terhadap *biodegradabilitas* bioplastik. Selain itu, penelitian lain mengenai penggunaan *plasticizer* sorbitol pada bioplastik dari limbah kulit pisang kepek juga belum banyak dilakukan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol pada karakteristik dan *biodegradabilitas* bioplastik dari limbah kulit pisang. Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan dasar bioplastik diharapkan dapat bermanfaat dalam mengurangi masalah limbah industri olahan pisang kepek, selain itu diharapkan juga dapat mengatasi masalah timbunan sampah plastik dan pencemaran lingkungan. Penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol diharapkan dapat memperbaiki karakteristik dan *biodegradabilitas* bioplastik sehingga dapat dihasilkan bioplastik dengan karakteristik dan *biodegradabilitas* terbaik yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti plastik sebagai pengemas yang memiliki karakter seperti plastik konvensional namun mudah terdegradasi.

#### **B. Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas terdapat berbagai macam masalah. Untuk memfokuskan penelitian, maka ruang lingkup masalah perlu dibatasi agar arah penelitian menjadi lebih jelas. Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik adalah kulit pisang kepek yang didapatkan dari limbah industri kripik pisang di wilayah Magelang, Jawa Tengah.

2. *Filler* yang digunakan pada pembuatan bioplastik adalah ZnO (seng oksida) dengan variasi konsentrasi 0; 1; 2; 3; 4; dan 5%.
3. *Plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah sorbitol dengan variasi konsentrasi 0; 10; 20; 30; 40; dan 50%.
4. Uji yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol, yaitu ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, elastisitas, daya serap air, uji laju transmisi uap air, dan uji biodegradasi bioplastik pada media tanah.

#### C. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap karakteristik bioplastik meliputi ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, elastisitas, daya serap air, dan laju transmisi uap air?
2. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap *biodegradabilitas* bioplastik?

#### D. Tujuan Penelitian

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

1. Menganalisis pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap karakteristik bioplastik meliputi ketebalan, kuat tarik, persen pemanjangan, elastisitas, daya serap air, dan laju transmisi uap air.
2. Menganalisis pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap *biodegradabilitas* bioplastik.

### **E. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol terhadap karakteristik dan biodegradabilitas bioplastik dari limbah kulit pisang kepok. Dengan demikian diharapkan dapat ditentukan konsentrasi optimum penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol yang dapat menghasilkan bioplastik dengan karakteristik optimum dan memiliki waktu degradasi yang baik, sehingga dapat dibuat bioplastik dari limbah kulit pisang kepok terbaik yang dapat digunakan sebagai alternatif pengemas pengganti plastik konvensional.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan campuran *filler* ZnO dan *plasticizer* Sorbitol dengan variasi konsentrasi (ZnO 0 gram, sorbitol 0mL), (ZnO 0,05 gram, Sorbitol 0,5 mL), (ZnO 0,10 gram, Sorbitol 1,0 mL), (ZnO 0,15 gram, Sorbitol 1,5 mL), (ZnO 0,20 gram Sorbitol 2,0 mL), (ZnO 0,25 gram, Sorbitol 2,5 mL), memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik bioplastik yang meliputi ketebalan dengan nilai signifikan 0,025, kuat tarik dengan nilai signifikan 0,013, persen pemanjangan dengan nilai signifikan 0,008, elastisitas dengan nilai signifikan 0,009, daya serap air dengan nilai signifikan 0,006, laju transmisi uap air dengan nilai signifikan 0,037, dimana setiap penambahan 1% *filler* ZnO dan 10 *plasticizer* sorbitol akan meningkatkan ketebalan sebesar 0.748 mm, menurunkan kuat tarik sebesar 0,486 MPa, meningkatkan persen pemanjangan sebesar 0,950 %, menurunkan nilai elastisitas sebesar 0,850 MPa, menurunkan daya serap air sebesar 0,975%, dan menurunkan laju transmisi uap air sebesar 0,850 gram. jam<sup>-1</sup>.m<sup>-2</sup>.
2. Penambahan campuran *filler* ZnO dan *plasticizer* Sorbitol dengan variasi konsentrasi (ZnO 0 gram, sorbitol 0mL), (ZnO 0,05 gram, Sorbitol 0,5 mL), (ZnO 0,10 gram, Sorbitol 1,0 mL), (ZnO 0,15 gram, Sorbitol 1,5 mL), (ZnO 0,20 gram Sorbitol 2,0 mL), (ZnO 0,25 gram, Sorbitol 2,5 mL), memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai biodegradabilitas bioplastik pada waktu degradasi 4 dan 12 hari, dan tidak berpengaruh pada waktu degradasi 8 hari, dimana setiap

penambahan penambahan 1% *filler* ZnO dan 10 *plasticizer* sorbitol akan menurunkan ketebalan sebesar 0,223% dalam waktu 4 hari, 0,674% dalam waktu 8 hari, dan 0,958% dalam waktu 12 hari.

## **B. Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Perlu dilakukan ekstraksi pati kulit pisang kepok lebih lanjut untuk dapat meningkatkan hasil rendemen pati kulit pisang kepok.
2. Perlu dilakukan variasi penambahan *filler* ZnO dan *plasticizer* sorbitol dengan konsentrasi lain untuk meningkatkan karakteristik bioplastik, terutama pada parameter persen pemanjangan, elastisitas, daya serap air, dan laju transmisi uap air agar didapatkan bioplastik yang memenuhi standar.
3. Perlu dilakukan pengujian FTIR hingga bilangan gelombang  $400\text{cm}^{-1}$  untuk mengetahui ada tidaknya serapan baru dari ZnO yang ditambahkan.



### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. H. D., Putri, O. D., Fikriyyah, A. K., Nissa, R. C., Hidayat, S., Septiyanto, R. F., Karina, M., & Satoto, R. (2020). Harnessing The Excellent Mechanical, Barrier And Antimicrobial Properties Of Zinc Oxide (ZnO) To Improve The Performance Of Starch-Based Bioplastic. *Polymer-Plastics Technology And Materials*, 59(12), 1259–1267. <https://doi.org/10.1080/25740881.2020.1738466>
- Ab'ror, R. W. (2019). *Pengaruh Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Kulit Pisang Raja (Musa Paradisiaca L) Sebagai Sumber Belajar Biologi* [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Adeolu, A. T., Okareh, O. T., & Dada, A. O. (2016). Adsorption Of Chromium Ion From Industrial Effluent Using Activated Carbon Derived From Plantain (Musa Paradisiaca) Wastes. *American Journal Of Environmental Protection*, 4(1), 14.
- Agustin, Y. E., & Padmawijaya, K. S. (2016). Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 9.
- Amni, C., Marwan, M., & Mariana, M. (2015). Pembuatan Bioplastik Dari Pati Ubi Kayu Berpenguat Nano Serat Jerami Dan ZnO. *Jurnal Litbang Industri*, 5(2), 91. <https://doi.org/10.24960/Jli.V5i2.670.91-99>
- Anas, A. K., Arieftha, N. R., Nurfiana, Y., & Rohaeti, E. (2016). Pengaruh Penambahan 1,4-Butanadiol Dan Polietilen Glikol (Peg) 1000 Terhadap Kemudahan Biodegradasi Bioplastik Dari Biji Nangka (Artocarpus Heterophyllus). *Jurnal Eksakta*, 16(2), 115–123. <https://doi.org/10.20885/Eksakta.Vol16.Iss2.Art6>
- Anwar, B., Nurjanah, E., Aprilia, R. P., Fatimah, S. S., & Mudzakir, A. (2022). Karakteristik Pati Dari Limbah Biji Salak (Salacca Zalacca). *Chemica Isola*, 2(2). <https://ejournal.upi.edu/index.php/ci/index>
- Apriyani, M., & Sedyadi, E. (2016). Synthesis And Characterization Of Biodegradable Plastic From Casava Starch And Aloe Vera Extract With Glycerol Plasticizer. *Jurnal Sains Dasar*, 4(2), 145. <https://doi.org/10.21831/Jsd.V4i2.9090>
- Ariadi Lusiana, R., Suseno, A., Haris, A., & Iftinan Sari, N. (2021). Karakterisasi Fisikokimia Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan Tertaut Silang Asam Suksinat / Pati / Poly Vinyl Alcohol. *Analit: Analytical And Environmental Chemistry*, 6(02), 145–155. <https://doi.org/10.23960/Aec.V6.I2.2021.P145-155>
- Arifin, H. R., Djali, M., & Nurhadi, B. (2021). Kajian Karakteristik Fisik Nanokomposit Film Yang Diperkuat Dengan Nanopartikel Seng Oksida. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop And National Seminar*, 12, 801–804.
- Ashter, S. A. (2016). *Introduction To Bioplastics Engineering*. Elsevier.
- Azizaturrohmah. (2019). *Perbandingan Plasticizer Gliserol Dan Sorbitol Pada Bioplastik Pati Sagu (Metroxylon Sp.) Dengan Penambahan Minyak Kulit Jeruk Manis (Citrus Sinensis L.) Sebagai Antioksidan* [Sk]. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

- Breemer, R., Febby J. Polnaya, & J. Pattipeilohy. (2012). *Sifat Mekanik Dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film Pati Ubi Jalar*. <https://doi.org/10.13140/Rg.2.1.5154.0886>
- Cordova, M. R. (2017). Pencemaran Plastik Di Laut. *Oseana*, 42(3), 21–30. <https://doi.org/10.14203/Oseana.2017.Vol.42no.3.82>
- Dachriyanus, D. (2017). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi Dan Komunikasi (Lptik) Universitas Andalas. <https://doi.org/10.25077/Car.3.1>
- Dewi, I. G. A. A. M. P. (2015). *Pengaruh Campuran Bahan Komposit Dan Konsentrasi Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong Dan Kitosan* [Skripsi]. Universitas Udayana.
- Dewi, R., Rahmi, R., & Nasrun, N. (2021). Perbaikan Sifat Mekanik Dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film Bioplastik Menggunakan Minyak Sawit Dan Plasticizer Gliserol Berbasis Pati Sagu. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 61. <https://doi.org/10.29103/Jtku.V10i1.4177>
- Fajriati, I., Sedyadi, E., & Sudarlin, S. (2017). Synthesis Of Chitosan-Film Composite Tio<sub>2</sub> Using Sorbitol As Plasticizer. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*, 13(1), 75. <https://doi.org/10.20961/Alchemy.13.1.4350.75-94>
- Ghufron, M., Nuriyah, L., Prastika, L., Wardhani, R. F. K., & Safitri, A. R. (2018). Studi Sifat Mekanik Bioplastik Berbahan Dasar Jagung Manis Dengan Dengan Pemalstis Sorbitol Dan Penguat Zink Oksida. *Seminar Nasional Fst*, 1, 10.
- Harefa, W., & Pato. (2017). Evaluasi Tingkat Kematangan Buah Terhadap Mutu Tepung Pisang Kepok Yang Dihasilkan. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 4(2), 12.
- Hasanah, N., & Mahyudin, A. (2022). Pengaruh Variasi Massa Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Pati Umbi Talas Berpenguat Nano Serat Pinang. *Jurnal Fisika Unand*, 11(2), 194–200. <https://doi.org/10.25077/Jfu.11.2.194-200.2022>
- Herliati, H., Sefaniyah, S., & Indri, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol. *Jurnal Teknologi*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.31479/Jtek.V6i1.1>
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., & Ardiani, A. (2015). Aplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film Dari Nata De Cassava. *Reaktor*, 15(3), 195. <https://doi.org/10.14710/Reaktor.15.3.195-203>
- Hutabalian, P., Harsujowono, B. A., & Hartati, A. (2020). Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Filler Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Tepung Maizena. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 580. <https://doi.org/10.24843/Jrma.2020.V08.I04.P11>
- Isnaini, S. U. N. (2019). *Pengaruh Penambahan Sorbitol Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Berbahan Selulosa Dari Cangkang Buah Nipah (Nypa Fruticans)* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic Waste Inputs From Land Into The Ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/Science.1260352>

- Juliani, D. (2022). Pengaruh Waktu Pemanasan, Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film K-Karagenan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 10(1), 29–40.
- Kalsum, U., Juniar, H., & Khirnanda, I. (2020). Pengaruh Sorbitol Dan Carboxymethyl Pada Bioplastik Dari Ampas Tebu Dan Ampas Tahu. *Jurnal Distilasi*, 5(1), 21. <https://doi.org/10.32502/Jd.V5i1.3026>
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential Of Sago And Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic In Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/Jp3.V36n2.2017.P67-76>
- Lailyningtyas, D. I., Lutfi, M., & Ahmad, A. M. (2020). Uji Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Umbi Ganyong (*Canna Edulis*) Dengan Variasi Selulosa Asetat Dan Sorbitol. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 8(1), 91–100. <https://doi.org/10.21776/Ub.Jkptb.2020.008.01.09>
- Limbong, S. F., Harsojuwon, B. A., & Hartiati, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Polivinil Alkohol Dan Lama Pengadukan Pada Proses Pemanasan Terhadap Karakteristik Komposit Biotermoplastik Maizena Dan Glukomanan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 7(1), 37–46.
- Lutviyani, A. (2023). *Preparasi Edible Film Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol-Sorbitol Dan Aplikasinya Pada Jamur Tiram* [Skripsi]. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Maryanti, E., Gustian, I., & Bagaskara, I. (2018). Pengaruh Penambahan Nanopartikel ZnO Yang Disintesis Menggunakan Capping Agent Bawang Putih Terhadap Sifat Kuat Tarik Dan Perpanjangan Putus Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar. *Seminar Nasional Inovasi, Teknologi Dan Aplikasi*, 5.
- Maslahah, N. U., Alisaputra, D., & Sedyadi, E. (2021). Biodegradation Bioplastic Based On Arrowroot Starch With Glycerol Plasticizer And ZnO Fillers. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1788(1), 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1788/1/012007>
- Maslahah, N. U., & Sedyadi, E. (2020). Kajian Biodegradasi Bioplastik Berbahan Dasar Pati Umbi Garut Dengan Filler ZnO Dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal Of Halal Science*, 001(02), 7.
- Masthura. (2018). *Pengaruh Jenis Plasticizer Terhadap Edible Film Berbasis Karaginan *Eucheuma Cottonii** [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Nababan, J. S. (2021). *Pengaruh Variasi Jumlah Kitosan Dan Zinc Oxide (ZnO) Terhadap Nilai Kuat Tarik Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong (Manihot Esculenta)* [Skripsi]. Institut Teknologi Kalimantan.
- Nafianto, 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*. <https://doi.org/10.5281/Zenodo.2656812>
- Nafilah, I., & Sedyadi, E. (2019). Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong Dalam Media Tanah Dan Kompos. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 1(1).

- Nisah, K. (2018). Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol. *Biotik: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(2), 106. <https://doi.org/10.22373/Biotik.V5i2.3018>
- Nugroho, A. A. (2013). *Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mekanik*. 2(1), 7.
- Nur, R. A., Nazir, N., & Taib, G. (2020). Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Durian Dan Pati Singkong Yang Menggunakan Bahan Pengisi Mcc (Microcrystalline Cellulose) Dari Kulit Kakao. *Gema Agro*, 25(01), 10.
- Nurhajati, D. W., Indrajati, I. N., Mayasari, H. E., & Sholeh, M. (2019). Pengaruh Penambahan Pati Tapioka Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Komposit High Density Polyethylene. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 34(2), 77. <https://doi.org/10.20543/Mkpk.V34i2.4138>
- Nurseha, D. (2012). *Pengaruh Penambahan Plasticizersorbitol Untuk Pembuatan Bioplastik Dari Pati Kulit Singkong [Skripsi]*. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Pacheco, M. P., Gómez, O. R. T., Escamilla, G. C., Aranda, S. D., & Velázquez, M. G. N. (2022). Obtaining And Characterization Of Bioplastics Based On Potato Starch, Aloe, And Graphene. *Polímeros*, 32(4), E2022037. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.20220084>
- Paluch, M., Ostrowska, J., Tyński, P., Sadurski, W., & Konkol, M. (2022). Structural And Thermal Properties Of Starch Plasticized With Glycerol/Urea Mixture. *Journal Of Polymers And The Environment*, 30(2), 728–740. <https://doi.org/10.1007/S10924-021-02235-X>
- Perdana, Y. A. (2016). *Perbandingan Penambahan Plasticizer Gliserol, Sorbitol Terhadap Biodegradasi Dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (Citrus Maxima) – Pati Onggok Singkong [Skripsi]*. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Prameswari, V. T. P. (2018). *Preparasi Dan Karakterisasi Komposit Pati Garut-Gelatin Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer [Skripsi]*. Universitas Brawijaya.
- Putra, A. D., Johan, V. S., & Efendi, R. (2017a). Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer Dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian*, 4(2), 15.
- Putra, A. D., Johan, V. S., & Efendi, R. (2017b). *Penambahan Sorbitol Sebagai Plasticizer Dalam Pembuatan Edible Film Pati Sukun*. 4, 15.
- Putri, F. A. (2022). Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Limbah Kulit Pisang Dengan Penambahan ZnO Dan Gliserol. *Prisma Fisika*, 10(2), 105–109.
- Rafid, A. Z., Ardhyanta, H., & Pratiwi, V. M. (2021). Tinjauan Pengaruh Penambahan Jenis Filler Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradasi Pada Bioplastik Pati Singkong. *Jurnal Teknik Its*, 10(2), D49–D54. <https://doi.org/10.12962/J23373539.V10i2.64030>
- Rahmatullah, R., Putri, R. W., Rendana, M., Waluyo, U., & Andrianto, T. (2022). Effect Of Plasticizer And Concentration On Characteristics Of Bioplastic Based On Cellulose Acetate From Kapok (Ceiba Pentandra) Fiber. *Science*

- And Technology Indonesia*, 7(1), 73–83.  
<https://doi.org/10.26554/Sti.2022.7.1.73-83>
- Rahmawati, T. E., Cahyani, I. M., & Munisih, S. (2023). Karakterisasi Pati Bonggol Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca* L.) Sebagai Bahan Tambahan Sediaan Farmasi: Characterization Of Sucker Starch Of Yellow Kepok Banana (*Musa Paradisiaca* L.) As Pharmaceutical Excipient. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 5(2), 100–108. <https://doi.org/10.25026/Jsk.V5i2.1658>
- Ramadhani, M. Y., & Hadianoro, S. (2020). Review: Pengaruh Konsentrasi Larutan Kitosan Sebagai Coating Agent Terhadap Daya Serap Air Pada Bioplastik Dari Pati Singkong Dan Gluten. *Distilat: Jurnal Teknologi Separasi*, 6(2). <https://doi.org/10.33795/Distilat.V6i2.136>
- Ramadhany, P., Hardono, J. K., & Kristanti, M. G. (2021). The Effect Of Hydrochloric Acid Solution And Glycerol On The Mechanical, Hydrate Properties And Degradation Rate Of Biofilm From Ripe Banana Peels. *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(2), 202. <https://doi.org/10.22146/Jrekpros.69435>
- Sadeghi, K., & Shahedi, M. (2016). Effect Of Zinc Oxide Nanoparticles On Barrier And Mechanical Properties Of Evoh Nanocomposite Film Incorporating With Plasticizer. *Journal Of Food And Nutrition Research*, 4(11), 709–712. <https://doi.org/10.12691/Jfnr-4-11-2>
- Salsabila, M. R., Anggriani, F. D., Silaban, M. F., Handatulloh, N., & Achyar, A. (2022). Pembuatan Bioplastik Sederhana Dari Tepung Tapioka. *Prosiding Semnas Bio*, 465–470.
- Santoso, B., Hilda, Z., Priyanto, G., & Pambayun, R. (2018). Perbaikan Sifat Laju Transmisi Uap Air Dan Antibakteri Edible Film Dengan Menggunakan Minyak Sawit Dan Jeruk Kunci. *Agritech*, 37(3), 263. <https://doi.org/10.22146/Agritech.31539>
- Saputra, M. R. B., & Supriyo, E. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati Dengan Penambahan Katalis ZnO Dan Stabilizer Gliserol. *Jurnal Penelitian Terapan Kimia*, 01, 11.
- Saputra, W., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2019). Pengaruh Konsentrasi Seng Oksida (ZnO) Dan Penambahan Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Deenst). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 531. <https://doi.org/10.24843/Jrma.2019.V07.I04.P05>
- Shabrina, A., Abduh, S. B. M., Hintono, A., & Pratama, Y. (2017). Sifat Fisik Edible Film Yang Terbuat Dari Tepung Pati Umbi Garut Dan Minyak Sawit. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3). <https://doi.org/10.17728/Jatp.239>
- Simarmata, E. O., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2020). Karakteristik Komposit Bioplastik Dalam Variasi Rasio Pati Umbi Talas (*Xanthosoma Sagittifolium*)-Kitosan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 5(2), 75. <https://doi.org/10.24843/Jitpa.2020.V05.I02.P05>
- Sirajudin, Z. N. M., Ahmed, Q. U., Chowdhury, A. J. K., Kamarudin, E. Z., Khan, A. V., Uddin, A. H., & Musa, N. (2014). *Antimicrobial Activity Of Banana*

- (*Musa Paradisiaca L.*) *Peels Against Food Borne Pathogenic Microbes*. 8(5), 13.
- Sitompul, F. J. W. S., & Elok Zubaidah. (2017). Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga Pinnata*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 5(1), 13–25.
- Syuhada, M. (2019). *Pengaruh Penambahan Pati Kulit Singkong Terhadap Biodegradasi Bioplastik Berbasis Kitosan Pada Media Tanah Dan Air Sungai* [Skripsi]. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Tantini. (2020). *Pengaruh Penambahan ZnO Terhadap Aktivitas Antibakteri Pada Plastik Biodegradable Dari Biji Durian* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). Kajian Jenis Plasticizer Campuran Gliserol Dan Sorbitol Terhadap Sintesis Dan Karakterisasi Edible Film Pati Bonggol Pisang Sebagai Pengemas Buah Apel. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 10(1).
- Wahyanti, E. (2021). *Pengaruh Penambahan Filler ZnO Terhadap Pembuatan Bioplastik Dari Pati Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*)* [Skripsi]. Uin Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Wahyudi, B., Kasafir, M. B. H., & Hidayat, M. R. T. (2020). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Pati Talas Dengan Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono Xvi*, 12.
- Wahyuningtyas, M. (2015). *Pembuatan Dan Karakterisasi Film Pati Kulit Ari Singkong/Kitosan Dengan Plasticizer Asam Oleat*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wibowo, P., Saputra, J. A., Ayucitra, A., & Setiawan, L. E. (2008). Isolasi Pati Dari Pisang Kepok Dengan Menggunakan Metode Alkaline Steeping. *Widya Teknik*, 7(2), 11.
- Widyaningsih, S., Kartika, D., & Tri Nurhayati, Y. (2012). Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik Dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, 7(1), 69. <https://doi.org/10.20884/1.Jm.2012.7.1.108>
- Widyasari, R. (2010). *Kajian Penambahan Onggok Termoplastik Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen* [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Winarno, F. G. (1992). *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, R. T., Widyastuti, N., & Ardiaria, M. (2018). Perbedaan Pemberian Pisang Raja Dan Pisang Ambon Terhadap Vo2max Pada Remaja Di Sekolah Sepak Bola. *Journal Of Nutrition College*, 7(1), 8. <https://doi.org/10.14710/Jnc.V7i1.20773>
- Zulisma Anita, Fauzi Akbar, & Hamidah Harahap. (2013). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 2(2), 37–41. <https://doi.org/10.32734/Jtk.V2i2.1437>