

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBASIS PATI BIJI DURIAN (*DURIO ZIBETHINUS*
MURR) – SENG OKSIDA (ZnO) - SORBITOL**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia



Oleh:

NIRAH FAHIRA

2108036042

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2024**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Nirah Fahira
NIM : 2108036042
Jurusan/Program Studi : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBASIS PATI BIJI DURIAN (*DURIO ZIBETHINUS*
MURR) – SENG OKSIDA (ZnO) - SORBITOL**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/ karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 26 Desember 2024

Pembuat Pernyataan



Nirah Fahira
2108036042



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis
Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) – Seng
Oksida (ZnO) - Sorbitol

Penulis : Nirah Fahira
NIM : 2108036042
Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosah oleh Dewan Penguji
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat
diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana
dalam Ilmu Kimia.

Semarang, 30 Desember 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Mulyatun, M.Si

NIP.198305042011012008

Sekretaris Sidang

Wirda Udaibah, M.Si

NIP.198501042009122003

Penguji I

Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si

NIP. 197407162009122001

Penguji II

Zidni Azizati, M.Sc

NIP. 19901117201801012001



Pembimbing

Mulyatun, M.Si

NIP. 198305042011012008

NOTA DINAS

Semarang, 26 Desember 2024

Kepada
Yth. Ketua Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum. wr,wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan dan arahan serta koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) - Seng Oksida (ZnO) - Sorbitol

Nama : **Nirah Fahira**

NIM : 2108036042

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam sidang munaqosah.

Wassalamualaikum. wr,wb.

Pembimbing



Mulyatun, M.Si.

NIP. 198305042011012008

ABSTRAK

Judul : **Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) – Seng Oksida (ZnO) - Sorbitol**

Nama : Nirah Fahira

NIM : 2108036042

Penggunaan plastik konvensional yang sulit terurai menyebabkan masalah lingkungan, sehingga bioplastik menjadi alternatif yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ZnO terhadap sifat mekanik daya serap air, biodegradasi, dan perubahan struktur kimia bioplastik berbasis pati biji durian dengan sorbitol sebagai plastisizer. Bioplastik dibuat dengan menambahkan variasi konsentrasi ZnO sebesar 0%, 6%, 9%, dan 12% (b/b). Hasil FTIR bioplastik berbasis pati dan sorbitol menunjukkan adanya gugus fungsi seperti O-H, C-H, C=O, C=C, C-O, dengan penambahan ZnO muncul serapan ZnO pada panjang gelombang $400-600\text{ cm}^{-1}$. Peningkatan konsentrasi ZnO dapat menaikkan kuat tarik dan menurunkan elongasi serta daya serap air. Konsentrasi ZnO 12% memberikan hasil yang baik, yaitu kekuatan tarik 25,838 MPa, elongasi 4%, dan daya serap air 21,2%, dan biodegradasi dalam waktu 10 hari.

Kata kunci: bioplastik, pati biji durian, ZnO, sorbitol.

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan transliterasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I Nomor : 158/1987 dan Nomor : 054/U/1987. Penyimpangan penulisan kata sanding [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	ṭ
ب	B	ظ	ẓ
ت	T	ع	'
ث	Ṣ	غ	Gh
ج	J	ف	F
ح	ḥ	ق	Q
خ	Kh	ك	K
د	D	ل	L
ذ	ẓ	م	M
ر	R	ن	N
ز	Z	و	W
س	S	ه	H
ش	Sy	ء	"
ص	ṣ	ي	Y
ض	ḍ		

Bacaan Mad :

ā = a panjang

ī = i panjang

ū = u Panjang

Bacaan Diftong :

au = اؤ

ai = اي

iy = ائ

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah *rabbil'alamin* puji syukur saya ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, rahmat, serta hidayah-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) - Seng Oksida (ZnO) - Sorbitol" dengan baik tanpa hambatan apapun. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rasullulah Muhammad SAW.

Terselesainya penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, dorongan, bantuan serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan penuh hormat penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang membantu, khususnya kepada:

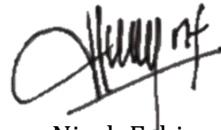
1. *Allah Subhanallahu Wa Ta'ala* selalu memberikan rahmat, keberkahan, kelancaran, dan kemudahan sehingga saya dapat melakukan dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Prof. Dr. Nizar, M.Ag, selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
3. Prof. Dr. H. Musahadi, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

4. Ibu Mulyatun, M.Si, selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Walisongo Semarang, sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Wirda Udaibah, M.Si, selaku wali dosen penulis yang telah memberikan arahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Kedua orang tua saya, bapak Tasudi (Alm) dan Mama Suniah telah memberikan do'a secara moral dan material, dukungan, motivasi dan nasihatnya kepada saya.
7. Kakak saya, Arif Nur Hidayat yang telah memberikan do'a secara moral dan material, dukungan, motivasi dan nasihatnya kepada saya.
8. Adik-adik saya, Faleh Nur Azmi dan Ijma Nisywatun Najwa yang selalu memberikan semangat kepada saya.
9. Teman-teman kimia Angkatan 2021 yang selalu memberikan semangat serta pelajaran hidup yang berharga.
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dukungan dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangannya. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini. Segala harapan dan do'a, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya serta mendapat ridho-Nya. *Aamiin Yaa Rabbal'alamiin. Wassalamu'alaikum Wr. Wb.*

Semarang, 26 Desember 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Nirah Fahira', with a large circular flourish on the left side.

Nirah Fahira
2108036042

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
TRANSLITERASI ARAB-LATIN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	10
C. Tujuan Penelitian.....	10
D. Manfaat Penelitian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	12
A. Landasan Teori	12
B. Karakterisasi.....	27
C. Kajian Riset Relevan.....	36
D. Hipotesis.....	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
A. Waktu dan Tempat Penelitian	40
B. Alat dan Bahan.....	40
C. Prosedur Kerja.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
BAB V PENUTUP	75
A. KESIMPULAN.....	75
B. SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
DAFTAR LAMPIRAN	97
RIWAYAT HIDUP	109

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Bioplastik.....	18
Tabel 4.1 Gugus Fungsi Pati Biji Durian	51
Tabel 4.2 Gugus Fungsi Bioplastik	57
Tabel 4.3 Nilai Uji Daya Serap Air.....	61
Tabel 4.4 Nilai Uji Kuat Tarik.....	65
Tabel 4.5 Nilai Uji Elongasi.....	69
Tabel 4.6 Nilai Uji Biodegradasi.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Bioplastik	16
Gambar 2.2 Struktur Amilosa	20
Gambar 2.3 Stuktur Amilopektin.....	21
Gambar 2.4 Stuktur Senyawa ZnO	23
Gambar 2.5 Struktur Kristal ZnO.....	24
Gambar 2.6 Struktur Sorbitol.....	25
Gambar 2.7 Spektrum FTIR Pati.....	29
Gambar 4.1 Pati Biji Durian	47
Gambar 4.2 Reaksi Pati dengan Iod	49
Gambar 4.3 Hasil Uji Iod	49
Gambar 4.4 Spektrum FTIR Pati Biji Durian.....	50
Gambar 4.5 Hasil Bioplastik	53
Gambar 4.6 Spektrum FTIR Bioplastik.....	55
Gambar 4.7 Skema Interaksi Pati, Sorbitol, dan ZnO.....	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Prosedur Kerja.....	97
Lampiran 2 Analisis Data Uji Daya Serap Air	101
Lampiran 3 Analisis Data Uji Kuat Tarik	103
Lampiran 4 Analisis Data Uji Elongasi.....	104
Lampiran 5 Dokumentasi Pembuatan Pati Biji Durian.....	105
Lampiran 6 Dokumentasi Pembuatan Bioplastik...	106
Lampiran 7 Dokumentasi Uji Daya Serap Air	107
Lampiran 8 Dokumentasi Uji Biodegradasi	108

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sejak polimer sintetik pertama kali diperkenalkan pada skala industri pada tahun 1940-an, produk plastik telah membuka era baru dalam sejarah industri. Penggunaan produk plastik telah mengubah struktur penelitian material secara signifikan. Keuntungan penggunaan plastik antara lain ketahanan terhadap korosi yang tinggi, fleksibilitas pengolahan yang tinggi, dan biaya produksi yang rendah. Selama perkembangan masyarakat industri yang belum pernah terjadi sebelumnya, produksi sampah plastik telah menjadi domain yang berkembang pesat dan oleh karena itu, masuk akal untuk mengetahui bahwa peningkatan fokus penelitian telah diarahkan pada produk-produk plastik konsumen termasuk termoplastik seperti polipropilen, polietilen, polietilen tereftalat dan polietilen densitas tinggi. Pada dasarnya plastik menyumbang 5-15% dari berat sampah kota, yang setara dengan 20-30% proporsi volumetrik. Statistik ini menunjukkan bahwa di bawah kenyamanan akibat meluasnya penggunaan produk

plastik, masyarakat harus waspada tentang tantangan polusi dan masalah lingkungan yang ditimbulkan oleh sampah plastik (Awasthi et al., 2017).

Plastik adalah jenis limbah anorganik yang sulit terdegradasi di dalam tanah dan memerlukan waktu antara 50 hingga 80 juta tahun untuk terurai. Masalah sampah merupakan isu yang sangat memerlukan perhatian dan penanganan khusus, sebab sampah plastik telah menjadi masalah berskala nasional. (Hidayati et al., 2017). Berdasarkan dari aspek lingkungan sampah plastik dianggap berbau dan dapat menyebabkan berbagai penyakit (Eloper, 2016). Saat ini, limbah plastik umumnya hanya dibuang ke tempat pembuangan sampah (*landfill*), dibakar, atau didaur ulang (*recycle*), sehingga proses-proses tersebut belum sepenuhnya menyelesaikan masalah limbah plastik (Hiola & Lalu, 2017)

Menurut data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume timbulan sampah di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 35,17 juta ton. Angka ini mengalami kenaikan sebesar 22,81% dibandingkan dengan tahun 2021 yang tercatat

sebanyak 28,64 juta ton. Pada 2022, berdasarkan jenisnya, sebagian besar timbulan sampah nasional terdiri dari sampah sisa makanan dengan proporsi 40,58%. Sampah plastik menempati urutan kedua dengan proporsi 17,92%. Sebanyak 13,14% sampah di Indonesia pada tahun tersebut berupa kayu/ranting, 11,32% sampah kertas/karton, dan 3,02% sampah logam. Selain itu, 2,57% sampah berupa kain, 2,21% sampah kaca, 2,14% sampah karet/kulit, dan 7,1% sampah lainnya (KLHK, 2022).

Timbulan sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Terlebih lagi, beberapa laporan global mengungkapkan bahwa Indonesia termasuk salah satu negara penghasil sampah plastik dan sisa makanan terbesar di dunia. Kondisi ini seharusnya menjadi bahan refleksi bagi masyarakat Indonesia untuk lebih bijak dalam menghasilkan dan mengelola sampah (KLHK, 2022).

Masalah sampah plastik ini akan berpotensi mencemari lingkungan jika jumlahnya semakin bertambah di lingkungan. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa plastik memerlukan waktu lebih dari 20 tahun,

bahkan bisa mencapai 100 tahun, untuk terurai di tanah. Hal ini dapat mengurangi kesuburan tanah, dan plastik juga sulit terurai di perairan (Purwaningrum, 2016)

Mengatasi masalah sampah plastik yang sulit terdegradasi serta keterbatasan bahan baku plastik yang tidak dapat diperbarui, diperlukan penggunaan plastik yang terbuat dari bahan baku yang dapat diperbaharui (bioplastik) dan mampu terdegradasi (*biodegradable*). Hal ini dapat memudahkan penanganan limbah plastik. Jenis plastik yang memenuhi kedua kriteria ini disebut sebagai bioplastik yang dapat terdegradasi (*bio-degradable bioplastic*). Prinsip dasar dari bioplastik *biodegradable* adalah jenis plastik yang dapat digunakan seperti plastik biasa, namun memiliki kemampuan untuk terurai oleh mikroorganisme menjadi air, gas karbon dioksida, atau gas metana. Selain itu, bahan baku utama dari *biodegradable bioplastic* biasanya berasal dari biomassa nabati yang dapat diperbaharui. Kedua sifat ini sangat penting karena tidak semua bioplastik dapat terurai secara alami (seperti poliamida), dan sebaliknya, tidak semua plastik yang dapat terurai

secara alami dapat dikategorikan sebagai bioplastik (seperti polivinil alkohol) (Wijayanti et al., 2016).

Biopolimer ialah bahan pengemas makanan terutama adalah polisakarida, protein, dan poliester alifatik, yang dapat menjaga kualitas makanan dan meningkatkan masa simpan produk. Bahan kemasan ini memiliki sifat penghalang yang mengontrol pertukaran gas, kelembapan, aroma, dan lipid dari lingkungan luar dan sebaliknya, memiliki aktivitas antimikroba yang dapat melindungi produk makanan dari lingkungan luar, dan mencegah hilangnya senyawa yang diinginkan seperti rasa dan tekstur. Biopolimer seperti Selulosa, pati, dan asam polilaktat (PLA) saat ini digunakan sebagai bahan pengemas makanan (Perera et al., 2023).

Sekitar 50% dari bioplastik yang digunakan di pasar terbuat dari pati. Pembuatan bioplastik berbasis pati cukup mudah dan sering digunakan dalam aplikasi pengemasan. Sifat tarik dari pati sangat cocok untuk membuat bahan pengemas dengan penambahan pemlastis. Karakteristik yang diinginkan pada bioplastik dapat dicapai dengan mengatur jumlah aditif yang tepat. Pada aplikasi komersial, plastik berbahan pati biasanya dicampur dengan poliester yang ramah

lingkungan (Marichelvam et al., 2019). Pati memiliki ikatan asetal yang sangat mudah diuraikan, di mana gugus hidroksil (-OH) pada molekul pati digantikan oleh gugus asetil (-COCH₃) dari asetat anhidrida, menjadikannya polimer alami yang dapat terurai secara hayati. Salah satu sumber pati alami yang bisa digunakan adalah biji durian (Irhamni et al., 2014).

Negara tropis seperti Indonesia memiliki keragaman sumber daya alam yang besar, termasuk tanaman durian (*Durio Zibethinus Murr*). Buah durian hanya 20-35% yang dikonsumsi sebagai daging buah, sedangkan 60-75% kulit dan 5-15% biji belum dimanfaatkan secara maksimal (Sistanto et al., 2017). Kandungan pati pada biji durian cukup tinggi, yaitu sekitar 42,1%, dibandingkan dengan pati singkong yang hanya 34,7%. Potensi pati yang tinggi pada biji durian ini sebaiknya dimanfaatkan, salah satunya sebagai bahan baku untuk pembuatan bioplastik (Nur et al., 2020). Allah SWT berfirman pada surat Ali Imran ayat 191:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ
السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

Artinya : (yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk, atau dalam keadaan berbaring, dan memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan semua ini sia-sia. Mahasuci Engkau. Lindungilah kami dari azab neraka.

Ayat Ali Imran 191 menekankan pentingnya mengingat Allah dan merenungkan ciptaan-Nya dalam setiap aspek kehidupan, termasuk dalam pengelolaan sumber daya alam. Memanfaatkan biji durian, yang sering dianggap limbah, untuk pembuatan pati bioplastik adalah bentuk nyata dari pemikiran tersebut. Hal ini tidak hanya menghargai dan memanfaatkan ciptaan Allah secara bijaksana, tetapi juga berkontribusi pada solusi berkelanjutan untuk masalah lingkungan. Ini mencerminkan rasa syukur dan tanggung jawab kita terhadap sumber daya yang diberikan Allah, serta upaya untuk melindungi bumi sebagai amanah-Nya.

Bioplastik berbasis pati memiliki sifat hidrofilik dan kekuatan mekanis rendah, sehingga perlu dimodifikasi untuk mengatasi kelemahan-kelemahan ini. Berbagai studi telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas

bioplastik berbahan pati melalui penambahan berbagai bahan tambahan (*filler*). *Filler* ditambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekerasan material bioplastik dengan prinsip adhesi, yaitu interaksi tarik-menarik antara molekul-molekul dari bahan yang berbeda (Abdullah et al., 2020).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sihombing et al., (2022) menyatakan bahwa ZnO dikenal sebagai filler yang bersifat hidrofobik, sehingga penggunaannya dalam komposit dapat meningkatkan sifat hidrofobik material. Seiring meningkatnya kandungan ZnO, kekuatan tarik akan meningkat dan daya serap air pada komposit cenderung berkurang. Selain itu, ZnO mampu berinteraksi dengan gugus hidroksil pada rantai polimer, yang berpotensi memengaruhi struktur dan sifat komposit secara keseluruhan.

Penggunaan pati dalam pembuatan bioplastik juga kecenderungan menunjukkan sifat rapuh dan kaku yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, diperlukan penambahan bahan tambahan, seperti agen pemlastis (*plasticizer*), yang bertujuan untuk meningkatkan elastisitas dan fleksibilitasnya agar sesuai dengan

kebutuhan aplikasi yang diinginkan (Fatima et al., 2022).

Plasticizer yang umum digunakan untuk pembuatan bioplastik berbasis pati di antaranya air, gliserol, sorbitol, dan polihidroksi berat molekul rendah lainnya. Gliserol dan sorbitol sering dipilih karena kestabilannya dan sifat non-toksiknya. Penambahan *plasticizer* dapat meningkatkan kelenturan dan permeabilitas film terhadap uap air serta gas (Hidayati et al., 2015).

Sorbitol dipilih sebagai pemlastis karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan gliserol. Sorbitol lebih efisien dalam mengurangi ikatan hidrogen yang ada di dalam ikatan antar molekul, yang berkontribusi pada pengurangan penguapan air dari produk. Selain itu, sorbitol mudah larut dalam berbagai jenis rantai polimer, yang memfasilitasi pergerakan molekul polimer dan menghasilkan permeabilitas O₂ yang lebih rendah. Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* juga menghasilkan nilai elongasi yang lebih besar jika dibandingkan dengan gliserol (Ramdahani et al., 2022). Berdasarkan latar belakang, penelitian ini akan dilakukan pengembangan pembuatan bioplastik

berbahan pati biji durian, ZnO, dan sorbitol, sebuah formulasi yang belum ditemukan sebelumnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh bahan-bahan tersebut terhadap sifat bioplastik yang dihasilkan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik pati dari biji durian?
2. Bagaimana karakteristik bioplastik berbasis pati biji durian, seng oksida (ZnO), dan sorbitol?
3. Bagaimana pengaruh konsentrasi seng oksida (ZnO) pada sifat bioplastik?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui karakteristik pati dari biji durian.
2. Mengetahui karakteristik bioplastik berbasis pati biji durian, seng oksida (ZnO), dan sorbitol.
3. Mengetahui pengaruh konsentrasi seng oksida (ZnO) pada sifat bioplastik.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti maupun Perguruan Tinggi

- a. Meningkatkan wawasan peneliti dan memberikan kontribusi keilmuan kepada Perguruan Tinggi terkait pemanfaatan pati dari biji durian sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable* dengan penambahan seng oksida (ZnO) dan sorbitol.
- b. Menjadi referensi atau acuan bagi penelitian selanjutnya, terutama dalam pengembangan material berbasis pati biji durian dan penggunaannya dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

2. Bagi Masyarakat

Memberikan edukasi pada masyarakat bahwa biji durian mempunyai banyak manfaat, salah satunya adalah sebagai sumber pati yang dapat dimanfaatkan untuk bahan utama dalam pembuatan bioplastik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Plastik

Secara umum, istilah 'plastik' dalam percakapan sehari-hari merujuk pada sekumpulan material polimer sintetis dan organik dengan massa molekul besar, yang dapat dibentuk atau dicetak. Menurut *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC), plastik adalah istilah umum untuk material polimer yang sering kali ditambahkan zat lain untuk meningkatkan kinerjanya atau mengurangi biaya produksinya. Sementara itu, *International Organization for Standardization* (ISO) mendefinisikan plastik sebagai material dengan polimer bermassa molekul tinggi sebagai komponen utamanya, yang dapat dibentuk melalui aliran selama proses pembuatannya menjadi produk jadi (Gazal & Gheewala, 2020).

Plastik merupakan kombinasi polimer yang tidak fleksibel, terbentuk melalui polimerisasi dari monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang. Karakteristik penggelembungan dan

pelarutan plastik bervariasi, tergantung pada jenis monomer yang digunakan. Beberapa monomer umum untuk menghasilkan plastik meliputi propena (C_3H_6), etena (C_2H_4), vinil klorida (CH_2), nilon, karbonat (CO_3), dan stirena (C_8H_8) (Hamonangan, 2009).

Plastik sangat stabil dan tahan lama, sehingga sulit terurai di alam. Degradasi plastik terjadi melalui fotodegradasi, termo-oksidatif, hidrolisis, dan biodegradasi oleh mikroba, tetapi prosesnya sangat lambat. Misalnya, cangkir busa membutuhkan 50 tahun untuk terurai, sementara tali pancing membutuhkan 600 tahun. Di lautan, kurangnya oksigen dan suhu dingin memperlambat degradasi. Saat terurai, plastik dapat melepaskan bahan kimia berbahaya seperti bisphenol A (BPA), yang dapat mencemari lingkungan dan air tanah (Gazal & Gheewala, 2020)

2. Bioplastik

Bioplastik atau plastik yang dapat terurai secara alami adalah jenis plastik yang dapat digunakan layaknya plastik biasa, namun akan terdegradasi

secara alami oleh bakteri, jamur, dan mikroorganisme (Kaeb, 2005). Bioplastik dibuat dari polimer yang terdiri dari biomassa yang dapat diperbaharui. Biopolimer ini mengalami dekomposisi menjadi CO_2 , H_2O dan senyawa anorganik atau biomassa dalam kondisi alami atau terstimulasi terutama melalui aksi enzimatik mikroorganisme (Song et al., 2009). Bioplastik umumnya digunakan dengan cara yang serupa dengan plastik konvensional. Namun, karena sifatnya yang dapat terurai secara alami menjadi air dan karbon dioksida setelah digunakan, bioplastik menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan (Kaeb, 2005).

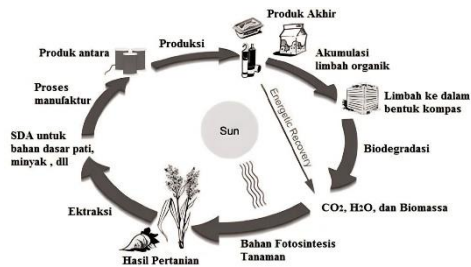
Bioplastik mencakup sekelompok bahan yang dapat dikategorikan sebagai *bio-based*, *biodegradable*, atau memiliki kedua sifat tersebut. Istilah "*bio-based*" mengacu pada bahan yang berasal dari biomassa, sedangkan "*biodegradabilitas*" adalah proses biokimia di mana mikroorganisme mengubah bahan-bahan ini menjadi air, karbon dioksida, dan biomassa. Laju proses ini tergantung pada kondisi sekitar dan bahan spesifik yang terlibat. Plastik

berbasis hayati berasal, setidaknya sebagian, dari bahan berbasis hayati, sedangkan plastik yang dapat terurai secara hayati dapat diurai sepenuhnya oleh mikroorganisme dalam jangka waktu tertentu dan dalam kondisi tertentu (Abang et al., 2023).

Biodegradabilitas mengacu pada kapasitas bahan untuk terurai menjadi senyawa yang lebih kecil (misalnya, karbon dioksida, air, dan kompos) melalui aktivitas mikroba. Istilah "*biodegradable*" kurang spesifik karena tidak menyebutkan durasi dan kondisi yang diperlukan agar bioplastik dapat terurai. Seringkali, bioplastik yang dapat terurai secara hayati diasumsikan dapat dengan mudah dikomposkan di alam terbuka, yang mengarah pada penggunaan istilah "dapat terurai secara hayati" dan "dapat dikomposkan" secara bergantian (Abang et al., 2023).

Bioplastik memiliki karakteristik yang fleksibel, mudah dibentuk, dan tidak berbau, jernih, tidak menghasilkan zat berbahaya saat terbakar, dan tidak menjadi polusi karena sifatnya yang ramah lingkungan. Pada proses depolimerisasi dan mineralisasi, bioplastik dapat berubah menjadi

biomassa, H_2O , CO_2 , dan CH_4 . Aktivitas enzim ekstraseluler yang terdiri dari enzim endo dan ekso menyebabkan terjadinya polimerisasi. Endo enzim memutuskan ikatan internal pada rantai polimer secara acak, sementara ekso enzim memutuskan unit monomer pada rantai utama secara berurutan. Oligomer yang terbentuk kemudian dimasukkan ke dalam sel untuk diproses menjadi mineralisasi. Selama proses mineralisasi, terbentuklah karbon dioksida, metana, nitrogen, air, garam-garam, mineral, dan biomassa. Hasil akhirnya dapat bervariasi tergantung pada jenis polimer, organisme, dan kondisi lingkungannya (Kaeb, 2005). Siklus bioplastik dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Siklus Bioplastik (Kaeb, 2005).

Sumber biomassa seperti minyak nabati, pati jagung, kulit jagung, pati ercis, atau mikroorganisme digunakan untuk membuat bioplastik. Beberapa

bioplastik dirancang khusus agar dapat terurai dengan mudah, baik dalam kondisi lingkungan aerobik maupun anaerobik, tergantung pada proses pembuatannya. Bioplastik dapat dibuat menggunakan bahan alami seperti pati, selulosa, atau biopolimer lainnya. Penggunaannya beragam, mulai dari isolasi, alat-alat makan, hingga pembungkus makanan (Chen & Patel, 2012).

Bakteri dapat mendegradasi bioplastik yang terbuat dari selulosa atau pati dengan memutus rantai polimer menjadi monomer. Selain menghasilkan karbon dioksida dan air, penguraian polimer juga menghasilkan senyawa organik lainnya, seperti asam organik dan aldehida, yang aman terhadap lingkungan (Ardiansyah, 2011).

Proses pembuatan bioplastik harus memenuhi persyaratan minimum sesuai dengan SNI 7188.7:2016 yang mengatur kriteria eco-label untuk tas belanja plastik dan bioplastik yang mudah terurai, seperti pada tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Kriteria Bioplastik SNI 7188.7;2016

No	Kriteria	Nilai
1.	Kuat tarik (Mpa)	24.4 – 30.2 Mpa
2.	Elongasi (%)	21-220%
3.	Daya serap air (%)	21,5%
4.	Biodegradasi (hari)	60% (7 hari/seminggu)

3. Pati Biji Durian

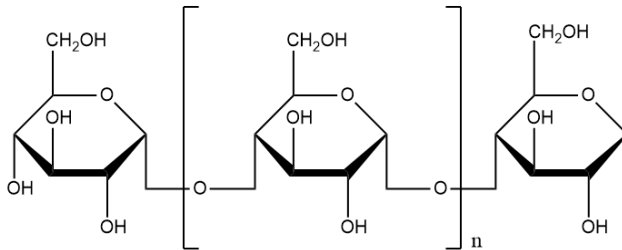
Buah durian (*Durio zibethinus Murr.*) merupakan salah satu tanaman tropis bernilai ekonomi tinggi dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut. Durian kaya akan nutrisi serta memiliki aroma yang khas. Buah ini sering dijuluki 'raja buah' karena popularitasnya di masyarakat berkat cita rasanya yang unik dan khas. (Rohman et al., 2023).

Data Statista (2024) menyatakan bahwa Indonesia diperkirakan memproduksi sekitar 1,83 juta metrik ton durian pada tahun 2023. Durian berasal dari Asia Tenggara dan umumnya diakui berasal dari Kalimantan. Awalnya hanya tumbuhan kecil, durian kini telah menjadi tanaman buah tropis yang signifikan di wilayah Asia Tenggara.

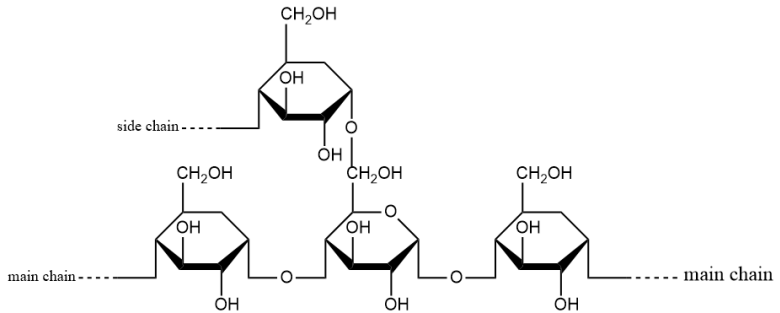
Hanya sekitar 30% dari buah durian yang dapat dikonsumsi, sementara sisanya merupakan limbah, termasuk sekitar 20–25% dari seluruh buah yang merupakan biji. Biji durian terdiri dari dua komponen utama: pati, dan lendir atau getah. Beberapa karakteristik dari pati biji durian telah dilaporkan sebelumnya. Pati biji durian memiliki kemiripan dengan pati beras dalam hal ukuran granul sekitar ~4–5 μm . Namun, proses ekstraksi pati dari tepung durian menghasilkan rendemen yang rendah, sekitar 10% relatif terhadap tepung biji kering. Hal ini disebabkan oleh kemampuan getah dalam biji yang menyerap banyak air, membentuk suspensi kental yang menahan granul pati sehingga mencegah pelepasannya (Baraheng & Karrila, 2019). Pati dari biji durian diketahui memiliki kadar yang cukup tinggi, yakni sekitar 42,1% (Nurminah et al., 2019).

Pati tersusun atas dua molekul utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki struktur heliks dengan molekul yang terikat oleh α -(1,4)-D-glukosa, dengan berat molekul rata-ratanya sekitar 105 Da. Sebaliknya, amilopektin merupakan polimer

bercabang di mana unit-unitnya terhubung secara linear melalui ikatan α - (1,4) dalam rantai utama, dan ikatan α -(1,6) pada titik percabangan (Zulvianti et al., 2022). Struktur amilosa dan amilopektin berpacu pada penelitian Herrero-Martínez et al., (2004) dapat di lihat pada gambar 2.2 dan 2.3.



Gambar 2.2 Struktur amilosa



Gambar 2.3 Struktur amilopektin

Pati termasuk dalam kategori polimer alam karena dihasilkan melalui proses fotosintesis yang menggunakan karbon dioksida dan air, dan dapat mengalami degradasi secara alami (Zulvianti et al., 2022). Hal ini sangat memungkinkan kandungan pati yang melimpah dalam biji durian memiliki potensi yang cukup besar untuk digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan bioplastik.

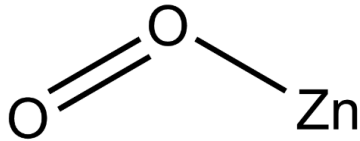
Selain itu, biji durian juga mengandung lendir yang sangat banyak saat dikupas, yang memberikan tekstur kenyal dan licin pada permukaannya. Lendir yang terdapat pada biji durian tidak memiliki bau dan rasa, serta larut dalam air baik yang dingin maupun panas, dengan komponen utama berupa fosfatida, protein, karbohidrat, dan air (Kamaruddin et al., 2019).

4. Seng Oksida (ZnO)

Bioplastik sering dibuat dengan menambahkan bahan pengisi untuk meningkatkan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik. Salah satu bahan pengisi yang umum digunakan adalah seng oksida (ZnO), yaitu senyawa anorganik berbentuk bubuk putih yang tidak memiliki bau dan sering diaplikasikan karena sifatnya yang stabil serta kemampuannya meningkatkan kualitas material (Lestari, 2021).

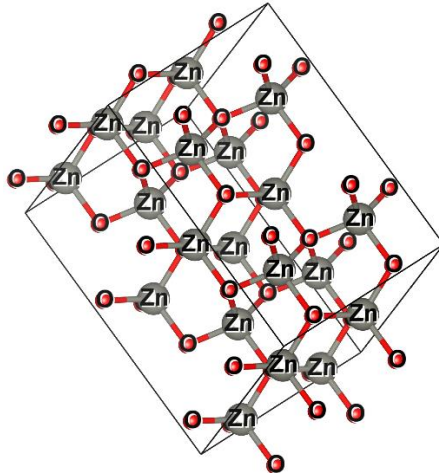
Logam ZnO mampu meningkatkan kekuatan tarik bioplastik dengan memperbaiki sifat mekanisnya. Hidayat et al. (2019) menjelaskan bahwa interaksi antara logam ZnO, pati, dan pemlastis terjadi selama proses pembuatan bioplastik. Ion Zn^{2+} dari ZnO bertindak sebagai filler yang memperbaiki ikatan hidrogen yang terputus pada polimer pati setelah pencampuran dengan pemlastis. Ikatan kompleks yang terbentuk dari proses ini meningkatkan kekuatan tarik. Penambahan ZnO dalam jumlah yang lebih besar menghasilkan ikatan hidrogen yang lebih kuat, sehingga air menjadi sulit terikat pada

bioplastik. Struktur senyawa ZnO dapat di lihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur senyawa ZnO

ZnO adalah senyawa anorganik dengan rumus kimia ZnO yang biasanya ditemukan dalam bentuk serbuk putih dan sulit larut dalam air. Senyawa ini berupa kristal ionik yang terdiri dari kation dan anion yang tersusun secara teratur membentuk kisi kristal dengan struktur khas. ZnO memiliki dua bentuk kristal utama yaitu *wurtzite* dan *blended* (Ridwan, 2018) Struktur kristal ZnO dapat dilihat pada gambar 2.5 dibawah ini.



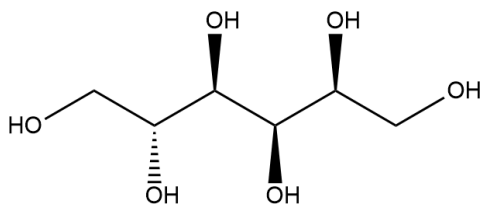
Gambar 2.5 Struktur kristal ZnO

ZnO memiliki keunggulan sifat mekanisnya dan interaksi yang baik dengan matriks pati, sehingga dapat meningkatkan kualitas mekanis bioplastik yang berbasis pati. Oleh karena itu, penggunaan ZnO sebagai pengisi dalam bioplastik pati dapat memiliki aplikasi yang luas dalam produk sehari-hari dan kemasan makanan (Xie *et al.*, 2023).

5. Sorbitol sebagai *Plasticizer*

Plasticizer merupakan zat tambahan, umumnya molekul organik kecil, yang mengurangi suhu transisi gelas (T_g) dari polimer yang dicampur dengannya. Hal ini menghasilkan produk yang lebih

fleksibel atau semi-kaku dengan sifat pemrosesan yang lebih baik (Jamarani et al., 2018). Contoh jenis plastisizer yang sering digunakan dalam aplikasi bioplastik yaitu sorbitol. Struktur sorbitol berpacu pada Xiang et al., (2022) dapat di lihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Struktur sorbitol

Sorbitol dapat mengurangi ikatan hidrogen yang terbentuk antara molekul-molekul, sehingga mempengaruhi struktur antarmolekul. Pada saat sorbitol ditambahkan, jumlah perpanjangan atau regangan meningkat seiringnya. Semakin meningkatnya konsentrasi sorbitol yang ditambahkan, persentase perpanjangan atau regangan juga semakin besar. Tingginya konsentrasi sorbitol juga menyebabkan penurunan kekuatan tarik dalam bioplastik (Arief et al., 2021).

Selain itu, kadar sorbitol juga bisa mempengaruhi kemampuan bioplastik untuk terdegradasi. Meningkatnya konsentrasi sorbitol dapat mempercepat degradasi bioplastik. Proses penguraian ini adalah kapasitas bioplastik untuk hancur secara biologis, yang dipengaruhi oleh keberadaan mikroorganisme, tingkat kandungan air, serta faktor kimia dalam tanah. Oleh sebab itu, tambahan sorbitol dapat memengaruhi kemampuan penguraian bioplastik tersebut (Arief et al., 2021).

Sorbitol memiliki struktur alifatik dengan enam gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon, memberikan kestabilan dan kekakuan pada jaringan bioplastik. Sebaliknya, gliserol memiliki tiga gugus hidroksil yang terikat pada tiga atom karbon, dengan struktur yang lebih fleksibel. Menurut Unsa & Paramastri, (2018) Fleksibilitas gliserol ini menyebabkan ikatan hidrogen yang terbentuk kurang kuat, sehingga mengurangi kekuatan tarik dan elongasi bioplastik dibandingkan dengan sorbitol yang lebih tinggi.

B. Karakterisasi

1. Analisis FT-IR

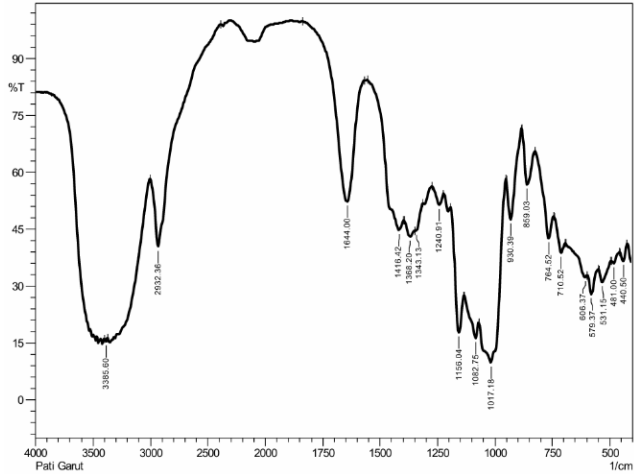
Spektroskopi inframerah adalah bagian dari spektroskopi vibrasional di mana ketika molekul-molekul yang membentuk lemak dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR, mereka akan menyerap energi radiasi inframerah pada panjang gelombang tertentu. Hal ini menyebabkan molekul-molekul tersebut bergetar, dan selama getaran tersebut terjadi, momen dipol molekul akan mengalami perubahan. Keseluruhan spektrum inframerah direkam dalam rentang panjang gelombang 4000 hingga 650 cm^{-1} (Guntarti & Prativi, 2017).

Hasil spektrum menggambarkan absorbansi dan transmisi molekul dalam rekaman data dari sampel tersebut. Setiap molekul yang berbeda memiliki rekaman data yang unik, sehingga spektroskopi FT-IR dapat diterapkan dalam berbagai jenis analisis. Sebagai ilustrasi, penggunaan FTIR menyediakan data untuk menganalisis susunan molekul pada polimer, mengenali senyawa dengan ikatan kovalen,

mengevaluasi tingkat kebersihan material, serta mendeteksi kelompok fungsi dalam suatu molekul (Aspi et al., 2013).

Suatu sampel polimer ketika terkena sinar inframerah, beberapa frekuensi pada sinar tersebut diserap oleh molekul, sementara yang lainnya dilewatkan. Proses absorpsi inframerah terkait dengan perubahan dalam getaran molekul. Beragam jenis ikatan dalam molekul polimer, seperti ikatan karbon-karbon tunggal (C-C), rangkap dua (C=C), karbon-oksigen (C-O), dan karbonil (C=O), memiliki frekuensi vibrasi yang bervariasi. Adanya ikatan-ikatan tersebut pada molekul polimer bisa dikenali dengan cara mengidentifikasi frekuensi khas yang muncul sebagai puncak dalam spektrum IR (Rohaeti, 2009).

Gambar 2.7 di bawah ini merupakan spektrum FTIR dari pati.



Gambar 2.7 Spektrum FTIR Pati (Prameswari, 2018).

Menurut penelitian Prameswari (2018) menyatakan bahwa Berdasarkan spektra FTIR, dihasilkan puncak-puncak utama pada 3385,60 cm^{-1} (regangan O-H), 2932,36 cm^{-1} (regangan C-H alkana), dan 1644,00 cm^{-1} (vibrasi O-H deformasi). Pada daerah fingerprint, terdapat serapan utama pada 1416,42-1343,13 cm^{-1} (C-H bending), 1156,04 cm^{-1} (regangan C-O dari ikatan grup C-O-H), 1082,75 cm^{-1} (regangan C-O dari ikatan grup C-O-C), serta 930,39—710,52 cm^{-1} (gugus $-(CH_2)_n$). Hasil ini sesuai dengan

kandungan pati yang memiliki rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$.

2. Uji Daya Serap Air

Pengujian ketahanan bahan ramah lingkungan ini bertujuan untuk mempelajari pembentukan ikatan pada polimer dan struktur ikatan yang ada dalam polimer. Hal ini diidentifikasi dengan mengukur peningkatan berat polimer setelah terpapar air. Kemampuan bioplastik untuk menahan air dievaluasi melalui uji pembengkakan, yang mencerminkan kemampuan plastik untuk mempertahankan ukuran dan integritasnya ketika terpapar air (Muhammad et al., 2020).

Ketahanan terhadap air dinilai melalui pengujian pengembangan bioplastik yang disebabkan oleh penetrasi air. Pengujian ini digunakan untuk mengidentifikasi adanya ikatan dalam polimer dan tingkat atau keteraturan ikatan tersebut, yang dapat diukur melalui persentase peningkatan berat polimer setelah mengalami pembengkakan. Saat molekul pelarut masuk ke dalam polimer, hal ini menyebabkan terbentuknya

gel yang mengembang. Seperti halnya plastik biasa, bioplastik diharapkan memiliki karakteristik hidrofobik yang serupa dengan plastik konvensional. Ketahanan terhadap air ini penting untuk mengevaluasi sejauh mana bioplastik dapat menahan dampak air, dan hal ini dapat membantu menentukan apakah bioplastik cocok untuk digunakan dalam kemasan atau produk tertentu (Sanjaya & Puspita, 2008).

Penelitian Amni et al., (2015) menyatakan bahwa hasil daya serap air pada bioplastik di dapat berkisar antara 16% hingga 27,23%. Penambahan penguat seperti ZnO, serat jerami, dan kombinasi keduanya dalam bioplastik mengurangi daya serap air. Hal ini disebabkan oleh sifat hidrofilik bioplastik berbahan pati dan *plasticizer*, yang membuat air dari lingkungan lebih mudah diserap oleh permukaan sampel bioplastik. Kualitas plastik akan semakin baik jika persentase daya serap air yang diperoleh semakin rendah.

3. Uji Mekanik

Pengujian sifat mekanik yang dilakukan mencakup dua jenis tes utama, yaitu uji kekuatan tarik dan perpanjangan (elongasi). Uji tarik adalah suatu proses di mana material dikenakan gaya tarik atau tegangan tarik untuk mengukur kekuatan material tersebut. Tegangan tarik yang diterapkan merupakan tegangan eksternal yang nyata atau perpanjangan yang terjadi pada sumbu objek uji. Pengujian tarik dilakukan dengan cara menarik sampel material secara berkelanjutan sehingga panjangnya meningkat secara bertahap hingga sampel tersebut patah, untuk mengukur kekuatan tariknya. Untuk mengukur seberapa kuat tarik suatu material, gaya harus diterapkan sejajar dengan sumbu material, sehingga tarikan berlangsung dalam arah yang sejajar. Namun, jika gaya tarik bekerja pada sudut, maka yang terjadi adalah pembentukan gaya lentur (Salindeho et al., 2013).

Penelitian Melani et al., (2024) menyatakan hasil bahwa kuat tarik bioplastik meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ZnO, karena ZnO

bertindak sebagai pengganti dan pengisi ikatan hidrogen yang hilang baik pada intramolekul maupun intermolekul setelah penambahan sorbitol. Selain itu, rrapatan bahan juga memiliki dampak besar terhadap kekuatan tarik material.

Selain kuat tarik, elongasi juga merupakan parameter penting yang digunakan untuk mengevaluasi sifat mekanik suatu material. Elongasi adalah ukuran pertambahan panjang maksimal suatu material setelah diberi gaya. Nilai ini menunjukkan seberapa elastis material tersebut, yaitu kemampuannya untuk meregang dan kembali ke bentuk asal tanpa rusak. Semakin tinggi nilai elongasi, semakin elastis material tersebut (Jumiati et al., 2023)

Penelitian Khodijah & Tobing, (2023) menyatakan kemuluran bioplastik dipengaruhi oleh perbandingan pati/selulosa, *plasticizer*, dan penambahan aditif lain. Penambahan *plasticizer* seperti sorbitol dan gliserol meningkatkan elastisitas dan mengurangi kerapuhan dengan mengurangi ikatan hidrogen internal dan menciptakan ruang antar molekul. Sebaliknya,

semakin tinggi konsentrasi filler seperti ZnO dan kitosan, semakin rendah kemuluran, karena interaksi yang lebih kuat antara filler dan matriks menyebabkan bioplastik menjadi lebih kaku.

4. Uji Biodegradasi

Proses biodegradasi terjadi ketika senyawa-senyawa terurai menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat faktor-faktor alami, seperti fotodegradasi (melibatkan cahaya dan panas), degradasi kimiawi (hidrolisis), degradasi oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, degradasi enzimatik, degradasi mekanik (akibat angin dan abrasi), atau kombinasi dari beberapa faktor tersebut (Sihaloho, 2011).

Proses penguraian bahan organik, khususnya polimer alami seperti selulosa, lignin, atau karet alam, dapat berlangsung karena aktivitas mikroorganisme yang berfungsi merusak bahan tersebut. Mikroorganisme memiliki kemampuan untuk menghasilkan berbagai jenis enzim yang dapat berinteraksi dengan polimer alami tersebut. Proses enzimatik pada polimer adalah reaksi kimia

di mana mikroorganisme mendapatkan nutrisi dari polimer tersebut. Proses biodegradasi bahan organik, termasuk polimer, dapat dilihat dalam siklus alam, di mana material-organik ini secara bertahap mengurangi jumlahnya seiring berjalannya waktu, baik dengan cara langsung maupun tidak langsung, dan dengan laju yang bervariasi (Rohaeti, 2009).

Sampel bioplastik ditanam di dalam tanah yang terdapat dalam pot, dengan asumsi bahwa komposisi tanah tersebut konsisten. Proses biodegradasi mengacu pada pemecahan atau penghancuran sebagian atau seluruh struktur molekul senyawa melalui reaksi fisiologis yang dipicu oleh mikroorganisme. Istilah biodegradabilitas digunakan untuk menggambarkan seberapa rentannya suatu senyawa, baik organik maupun anorganik, terhadap perubahan struktural yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme (Ummah, 2013).

Penelitian Sisnayati et al., (2019) menyatakan bahwa penambahan ekstrak biji durian (BP) pada biodegradable film meningkatkan penurunan berat

dan kelembaban, mempercepat degradasi oleh mikroba. Pada hari ke-1, penambahan 15% ekstrak BP menyebabkan penurunan berat film sebesar 18,87%, sedangkan tanpa ekstrak hanya 4,12%. Pada hari ke-14, penurunan mencapai 98,87%. Penambahan gliserol juga mempercepat degradasi. Rata-rata, sampel plastik terdegradasi lebih dari 80% dalam 14 hari.

C. Kajian Riset Relevan

Penelitian Nurwidiyani et al., (2022) menyatakan bahwa pati dapat dibuat dari biji durian. Pati biji durian sebanyak 109,50 gram atau sekitar 10,95% dari massa total pati, dihasilkan dari 1 kg biji durian yang telah dijemur. Pati ini memiliki warna putih kekuningan dan tekstur mirip pati singkong.

Penelitian Ridwan (2018) menyatakan bahwa kondisi terbaik untuk menghasilkan plastik biodegradabel dari singkong, dengan penambahan penguat logam seng oksida (ZnO) dan *plasticizer* gliserol, ditemukan pada sampel I yang mengandung 6% ZnO, 15% gliserol, dan 5 gram

pati. Sampel ini menunjukkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu $4,704 \text{ N/mm}^2$ serta hidrofobisitas sebesar 80,33%. Kondisi optimum untuk biodegradabilitas plastik dicapai pada sampel II dengan komposisi ZnO 9%, gliserol 15%, dan pati 5 gram, yang memiliki tingkat biodegradabilitas 70,94% dan waktu degradasi 12 hari.

Penelitian Saputra & Supriyo (2020) menyatakan bahwa pembuatan bioplastik dengan formulasi pati-seng oksida (ZnO) dan pemlastis gliserol telah berhasil dilakukan. Produk bioplastik terbaik diperoleh dengan menggunakan 10 gram pati, 12% ZnO, dan 5 ml gliserol. Bioplastik ini memiliki sifat yang rata, elastis, licin, dan berwarna putih bening, serta memenuhi standar degradasi SNI 7188.7:2016 dengan komposisi 12 gram pati, 15% ZnO, dan 5 ml gliserol.

Penelitian Widhiantari et al., (2021) menyatakan bahwa penggunaan konsentrasi ZnO mempengaruhi sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan. Konsentrasi ZnO yang lebih tinggi meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik, namun mengurangi nilai % elongasi. Sebaliknya,

penambahan konsentrasi gliserol meningkatkan nilai % elongasi, namun mengurangi nilai *tensile strength* bioplastik. Nilai kuat tarik tertinggi terjadi pada konsentrasi ZnO 9% (2,5788 MPa), sementara nilai % elongasi tertinggi terjadi pada konsentrasi ZnO 3% (13,237%). Konsentrasi gliserol 2 ml menghasilkan nilai *tensile strength* tertinggi (2,2775 MPa), dan konsentrasi gliserol 8 ml menghasilkan nilai % elongasi tertinggi (13,8643%).

Penelitian Syaputra et al., (2017) menyatakan bahwa peningkatan jumlah filler menyebabkan peningkatan kuat tarik, tetapi menurunkan elongasi, penyerapan air, dan tingkat biodegradasi. Sebaliknya, peningkatan jumlah *plasticizer* menyebabkan peningkatan elongasi, penyerapan air, dan tingkat biodegradasi, tetapi menurunkan kuat tarik. Sementara itu, peningkatan jumlah pelarut menyebabkan penurunan kuat tarik dan penyerapan air, tetapi meningkatkan elongasi dan tingkat biodegradasi.

Penelitian Afdal et al., (2022) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi sorbitol dalam

bahan menghasilkan penurunan pada nilai kuat tarik, sementara nilai elongasi meningkat. Misalnya, plastik biodegradable dengan penambahan sorbitol 10% memiliki kuat tarik sebesar 2,7750 MPa, sementara pada konsentrasi 50%, elongasi yang diperoleh mencapai 16,94%

D. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah bahwa penambahan sorbitol dan peningkatan variasi seng oksida (ZnO) dalam pembuatan bioplastik berbasis pati biji durian akan mempengaruhi sifat mekanik, dan biodegradabilitasnya, dengan peningkatan kuat tarik penurunan daya serap air diharapkan dari ZnO, sementara sorbitol akan mempengaruhi elastisitas dan biodegradabilitasnya, dengan hasil yang bergantung pada proporsi dan konsentrasi masing-masing bahan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan dari bulan September – Desember 2024 di Laboratorium kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Pengujian karakterisasi FT-IR dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Pengujian kuat Tarik dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Bahan baku penelitian ini yaitu biji durian lokal dari pedagang durian kocok di Beringin, sedangkan bahan penambahan seperti seng oksida (ZnO) dan sorbitol didapatkan di toko kimia.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari blender, ayakan ukuran 100 mesh, gelas kimia, pengaduk, *magnetic stirrer hotplate*, kertas saring, oven, neraca analitik, dan cetakan. Alat

analisis meliputi: Instrumentasi *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR) Shimadzu, dan alat uji kuat Tarik.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam proses sintesis bioplastik terdiri dari biji durian, $CaCO_3$ 98,5% (Merck), aquades, seng oksida (ZnO) 99% (Merck), dan sorbitol.

C. PROSEDUR KERJA

1. Pembuatan Pati Biji Durian

Proses dimulai dengan mengupas kulit dan memotong biji durian menjadi irisan tipis sekitar 2 mm setelah dibersihkan dengan air mengalir untuk mengurangi kandungan getahnya. Selanjutnya, biji durian direndam dalam larutan air kapur ($CaCO_3$) semalaman untuk menghilangkan sisa getah yang masih menempel. Setelah perendaman, biji durian dicuci kembali hingga semua lendir terlepas dan dijemur di bawah sinar matahari selama 8 jam. Biji durian yang telah kering kemudian dihancurkan dengan perbandingan biji durian dan air 1:5 (Nurwidiyani et al., 2022).

Campuran tersebut lalu dipisahkan menggunakan kain untuk memisahkan ampas dari cairan yang mengandung pati. Larutan yang dihasilkan dibiarkan selama 24-48 jam agar pati biji durian mengendap dengan sempurna. Setelah itu, endapan pati dipisahkan dan dikeringkan untuk memperoleh pati biji durian (Nurwidiyani et al., 2022). Setelah itu pati yang sudah kering di saring menggunakan ayakan ukuran 100 mesh. Pati yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan menggunakan FTIR untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terkandung di dalamnya.

2. Pembuatan Bioplastik

Proses pembuatan bioplastik dimulai dengan menimbang 2,5 gram pati. Selanjutnya, seng oksida (ZnO) (b/b) ditambahkan dalam berbagai konsentrasi, yaitu 0%, 6%, 9%, dan 12%, serta sorbitol (b/b) 30% ke dalam gelas kimia 250 mL yang berisi 50 mL air deionisasi. Campuran seng oksida, sorbitol, dan aquades tersebut kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 15 menit untuk memastikan homogenitas. Setelah itu,

sebanyak 5 gram pati dimasukkan ke dalam setiap gelas kimia yang berisi campuran ZnO, sorbitol, dan aquades, sambil terus diaduk (Ridwan, 2018).

Setelah itu, campuran yang ada di dalam gelas kimia dipanaskan menggunakan magnetic stirrer selama 40 menit pada rentang suhu 80-90°C. Larutan yang sudah dipanaskan kemudian dituangkan ke dalam cetakan dengan ukuran 17,5x10 cm dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50-60°C selama 5 jam. Setelah proses pengeringan selesai, campuran dikeluarkan dari oven dan dibiarkan pada suhu ruangan hingga bioplastik dapat dengan mudah dilepaskan dari cetakan (Ridwan, 2018). Bioplastik yang dihasilkan kemudian dianalisis dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung.

3. Uji daya serap air

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengevaluasi resistensi bioplastik terhadap air, yang diukur melalui uji pembengkakan (*swelling test*), yang mengukur seberapa banyak plastik mengembang akibat air. Berat awal bioplastik

kering (W_0) digunakan sebagai referensi. Selanjutnya, bioplastik ditempatkan di dalam wadah yang terdapat air (aquades). Setiap satu menit, bioplastik diangkat dari air, air di permukaan plastik dihapus dengan tisu, dan kemudian bioplastik ditimbang. Proses ini diulangi berkali-kali hingga massa bioplastik tidak berubah secara signifikan, yaitu hingga mencapai berat konstan. Ketahanan terhadap air dihitung dengan menggunakan persamaan yang telah ditentukan.

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(III. 1)}$$

dengan W_0 adalah berat bioplastik kering, dan W adalah berat bioplastik setelah dikondisikan dengan aquades (Kamaluddin et al., 2022)

4. Uji Mekanik

Pengujian mekanik terdapat dua hasil yaitu kuat tarik dan elongasi. Langkah awal melibatkan pemotongan bioplastik menjadi bentuk persegi panjang dengan ukuran 5x1 cm. Kemudian, sampel ini ditempatkan dalam alat pengujian tarik untuk mengukur kekuatannya. Kekuatan tarik

dihitung dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan.

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \dots\dots\dots \text{(III. 2)}$$

dengan σ adalah kekuatan tarik bahan, F_{maks} adalah beban maksimum (Newton), dan A_0 adalah luas penampang (mm^2) (Kamaluddin et al., 2022).

Kemudian persentase pemanjangan (elongasi) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% \dots\dots\dots \text{(III. 3)}$$

dengan ε adalah elongasi (%), ΔL adalah pertambahan panjang (mm), dan L_0 adalah panjang mula-mula (mm) (Nuriyah et al., 2018).

5. Uji biodegradasi

Sampel dipotong dengan dimensi 2 cm x 2 cm, kemudian berat awalnya dicatat sebagai W_1 . Setelah itu, sampel diletakkan dalam wadah yang berisi tanah dan dikubur. Selama periode beberapa hari, sampel mengalami degradasi, dan kemudian bobotnya diukur kembali sebagai berat yang telah

terdegradasi (W_2). Pengurangan massa dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% \text{ Kehilangan massa} + \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \dots\dots\dots \textbf{(III. 4)}$$

dengan W_1 adalah massa sampel sebelum biodegradasi, dan W_2 adalah massa sampel setelah biodegradasi (Kamaluddin et al., 2022).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Pati Biji Durian

Proses pembuatan pati dari biji durian telah menghasilkan pati berwarna putih, dan diperoleh sebanyak 77,5 g setara dengan 9,69% dari 0,8 kg biji durian. Penelitian Ifmaily (2018) menyatakan bahawa secara umum, pati memiliki warna putih atau putih kekuningan. Warna putih pada pati ini menunjukkan kemurnian dan kualitas tinggi, yang sangat penting untuk berbagai aplikasi industri, termasuk sebagai bahan baku untuk bioplastik. Hasil pembuatan pati biji durian dapat dilihat pada gambar 4.1.

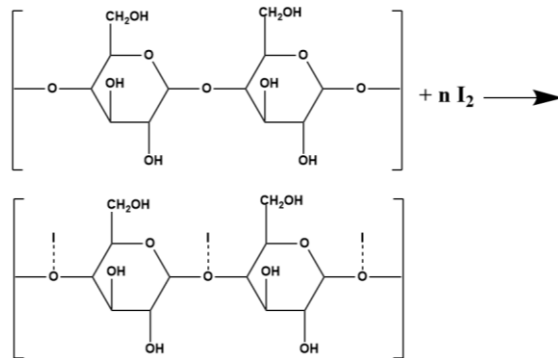


Gambar 4.1 Pati Biji Durian

Hasil analisis menunjukkan bahwa pati biji durian yang digunakan sudah tidak mengandung lendir, yang salah satunya disebabkan oleh hilangnya fosfatida sebagai komponen utama dalam lendir. Hal ini diperkuat melalui hasil spektrum FTIR, di mana tidak terdeteksi adanya puncak serapan khas gugus fosfatida menurut Campos et al., (2021) seperti serapan gugus fosfat (PO_4) di rentang 1200–984 cm^{-1} untuk regangan asimetris P–O dan 634–450 cm^{-1} untuk vibrasi deformasi O–P–O. Proses isolasi yang melibatkan pencucian berulang kemungkinan besar telah menghilangkan fosfatida beserta komponen lainnya, sehingga lendir tidak lagi terdeteksi dalam pati hasil isolasi.

Pati yang diperoleh diuji menggunakan larutan iodin untuk memastikan bahwa serbuk tersebut memiliki kandungan amilopektin yang tinggi dibanding amilosa. Menurut penelitian Anisa et al., (2023), serbuk amilopektin yang diberi larutan iodin akan menghasilkan warna ungu violet, sementara amilosa yang bereaksi dengan iodin akan menunjukkan warna biru. Pengujian menunjukkan bahwa pati dari biji durian bereaksi dengan

membentuk warna violet, yang mengindikasikan bahwa pati tersebut mengandung lebih besar amilopektin. Reaksi dari pati dengan iod dan hasil uji terdapat pada gambar 4.2 dan 4.3.

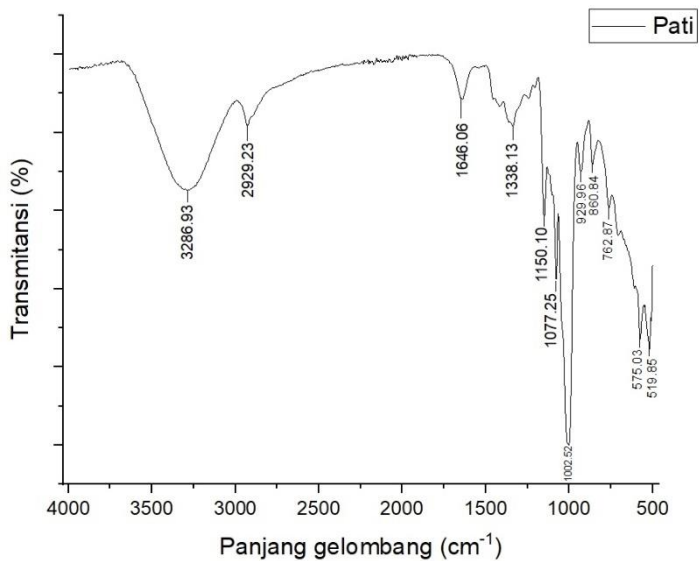


Gambar 4.2 Reaksi Pati dengan Iod



Gambar 4.3 Hasil uji iod

Pati selanjutnya dianalisis menggunakan instrumen *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung di dalamnya. Hasil pengujian FTIR ditampilkan dalam bentuk spektrum bilangan gelombang dan transmitansi, seperti yang terlihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Spektrum FTIR Pati Biji Durian

Spektrum yang dihasilkan dari pati biji durian dapat dilihat pada Gambar 4.4. Selanjutnya, analisis gugus fungsi dilakukan dengan memeriksa bilangan

gelombang dan intensitas puncak, yang rinciannya dapat ditemukan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Gugus fungsi pati biji durian

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus fungsi
3286,93	O-H (gugus hidroksil)
2929,23	C-H (alkana)
1646,06	C=O (ester)
1338,13	C-H
1150,10	C-O (ikatan C-O-H)
1077,25	C-O (ikatan C-O-C, glikosidik)
1002,52	C-O (ikatan glikosidik)
929,96 - 762,87	($-CH_2$) _n

Tabel 4.1 berdasarkan hasil spektrum FTIR, diperoleh beberapa puncak utama di wilayah gugus fungsi, yaitu pada bilangan gelombang 3286,93; 2929,23; dan 1646,06 cm^{-1} . Puncak di 3286,93 cm^{-1} menunjukkan regangan O-H yang berasal dari gugus hidroksil (-OH) pada struktur pati. Pita di 2929,23 cm^{-1} merepresentasikan regangan C-H, yang mengindikasikan keberadaan alkana dalam pati

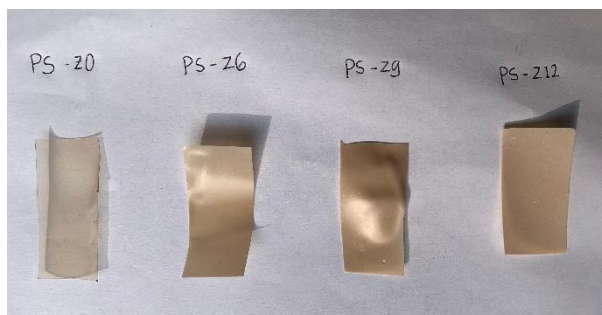
(Prameswari, 2018). Sementara itu, pada 1646,06 cm^{-1} , terdapat regangan C=O yaitu dari kelompok ester (If'all et al., 2019)

Pada wilayah fingerprint, ditemukan puncak serapan utama di bilangan gelombang 1338,13; 1150,10; 1077,25; 1002,52; 929,96; 860,84; dan 762,87 cm^{-1} . Puncak di sekitar 1338,13 cm^{-1} menunjukkan deformasi C-H, sedangkan puncak pada 1150,10 cm^{-1} menunjukkan adanya regangan C-O dari ikatan C-O-H. Serapan pada 1077,25 cm^{-1} mengindikasikan regangan C-O dari ikatan C-O-C dalam struktur glikosidik pati. Puncak-puncak yang muncul di wilayah antara 929,96 cm^{-1} hingga 762,87 cm^{-1} puncak dari gugus rantai hidrokarbon ($-CH_2$)_n alkil rantai panjang. Hasil ini sesuai dengan struktur pati yang memiliki rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ (Prameswari, 2018).

B. Pembuatan Bioplastik

Bioplastik dibuat dengan mencampurkan 2,5 g pati, seng oksida (ZnO), dan sorbitol dalam

There are no sources in the current document. 50 mL aquades, menghasilkan lembaran plastik yang bervariasi tergantung komposisi ZnO (Kamaluddin et al., 2022). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh peningkatan konsentrasi ZnO (0%, 6%, 9%, dan 12%) terhadap sifat bioplastik, dengan sampel ZnO 0% sebagai kontrol untuk mengetahui sifat dasar bioplastik tanpa filler. Kode sampel yang digunakan secara berturut-turut yaitu PS-Z0, PS-Z6, PS-Z9, dan PS-Z12. Bioplastik yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 4.5.



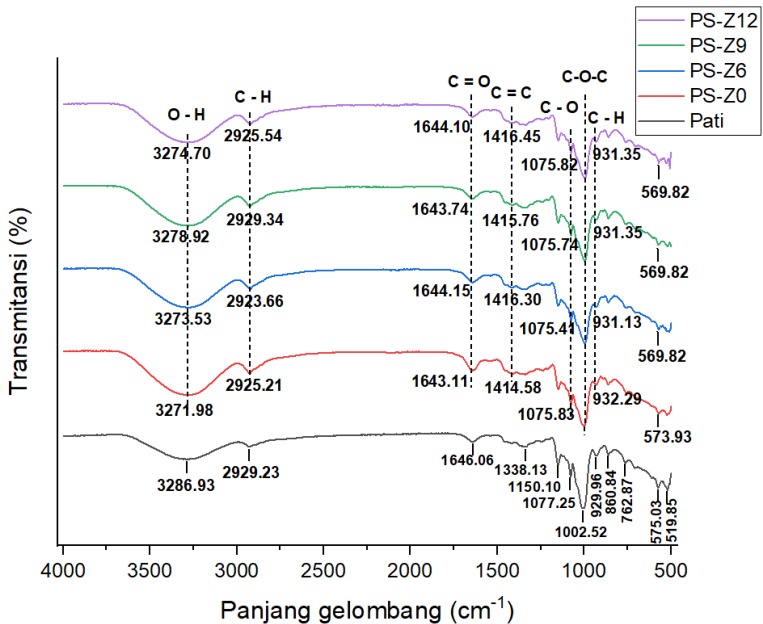
Gambar 4.5 Hasil Bioplastik

Berdasarkan hasil yang didapatkan terdapat perbedaan warna. Bioplastik tanpa ZnO cenderung transparan, sedangkan bioplastik dengan penambahan filler ZnO berwarna putih pekat seiring meningkatnya konsentrasi. Hasna et al., (2022) mengemukakan bahwa bioplastik tanpa penambahan ZnO memiliki sifat optik yang jelas dan transparan, sedangkan bioplastik dengan penambahan ZnO memiliki sifat optik berwarna putih dan tidak transparan. Perubahan warna pada sampel menunjukkan bahwa partikel ZnO terdispersi dengan baik dalam matriks pati.

C. Uji Karakterisasi Bioplastik

1. Karakterisasi gugus fungsi pada menggunakan FTIR

Spektroskopi FTIR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada dalam bioplastik. Sampel bioplastik yang diuji diberi keterangan PS-Z0, PS-Z6, PS-Z9, dan PS-Z12. Hasil pengujian FTIR pada bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Spektrum FTIR Sampel Bioplastik

Spektrum FTIR menunjukkan perbedaan antara bahan pati dan bioplastik berupa pergeseran bilangan gelombang, yang mengindikasikan interaksi baru antar komponen. Selain itu, terdapat beberapa serapan yang semakin tajam pada bioplastik, terutama pada gugus fungsi C-O di sekitar bilangan gelombang 1000-an cm^{-1} . Selain itu juga terdapat serapan

tajam pada sampel dengan variasi ZnO pada panjang gelombang 400-600 cm^{-1} . Hal ini menandakan adanya perubahan lingkungan kimia atau ikatan baru dalam struktur bioplastik. Hasil karakterisasi FTIR bioplastik secara keseluruhan disajikan dalam tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Gugus Fungsi Bioplastik

No	Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})			
		PS-Z0	PS-Z6	PS-Z9	PS-Z12
1.	O-H	3271,98	3273,53	3278,92	3274,70
2.	C-H	2925,21	2923,66	2925,34	2925,54
3.	C=O	1643,11	1644,15	1643,74	1644,10
4.	C=C	1414,58	1416,30	1415,76	1416,45
5.	C-O	1075,83	1075,41	1075,74	1075,82
6.	C-O dan C-O-C	998,14	997,35	997,35	995,75
7.	C-H	932,29	932,13	931,35	931,35
8.	ZnO	-	569,82	569,82	569,82

Berdasarkan analisis pada Tabel 4.2, terdapat beberapa gugus fungsi dan senyawa yang terbentuk pada lapisan bioplastik yang terbuat dari pati biji durian. Sampel bioplastik dengan variasi ZnO (0%, 6%, 9%, dan 12%) menggunakan sorbitol sebagai *plasticizer*. Sampel

PS-Z0, PS-Z6, PS-Z9, dan PS-Z12 memiliki karakteristik gugus fungsi sebagai berikut.

Sampel PS-Z0, PS-Z6, PS-Z9, dan PS-Z12 menunjukkan gugus fungsi O-H, dengan nama senyawa alkohol dan fenol, yang teridentifikasi pada bilangan gelombang masing-masing $3271,98\text{ cm}^{-1}$, $3273,53\text{ cm}^{-1}$, $3278,92\text{ cm}^{-1}$, dan $3274,70\text{ cm}^{-1}$. Gugus fungsi C-H terdeteksi pada bilangan gelombang $2925,21\text{ cm}^{-1}$, $2923,66\text{ cm}^{-1}$, $2925,34\text{ cm}^{-1}$, dan $2925,54\text{ cm}^{-1}$, yang mengindikasikan keberadaan senyawa alkana sebagai komponen bioplastik atau bahan anti mikroba (Kurniawati et al., 2022).

Ikatan rangkap dua dengan gugus fungsi C=O ditemukan pada bilangan gelombang $1643,11\text{ cm}^{-1}$, $1644,15\text{ cm}^{-1}$, $1643,74\text{ cm}^{-1}$, dan $1644,10\text{ cm}^{-1}$, yang merupakan senyawa amida sebagai turunan dari asam karboksilat. Gugus fungsi C=C, yang menunjukkan keberadaan senyawa alkena, terdapat pada bilangan gelombang $1414,58\text{ cm}^{-1}$, $1416,30\text{ cm}^{-1}$, $1415,76\text{ cm}^{-1}$, dan $1416,45\text{ cm}^{-1}$ (Kurniawati et al., 2022).

Gugus fungsi C-O yang terindikasi sebagai senyawa alkohol, ester, asam karbonat, atau eter, terdeteksi pada bilangan gelombang 1075,83 cm^{-1} , 1075,41 cm^{-1} , 1075,74 cm^{-1} , dan 1075,82 cm^{-1} . Ikatan C-O dan C-O-C peregangan terdeteksi pada bilangan gelombang 998,14 cm^{-1} , 997,37 cm^{-1} , 997,53 cm^{-1} , dan 995,75 cm^{-1} . Selain itu, sinyal pada bilangan gelombang 932,29 cm^{-1} , 932,13 cm^{-1} , 931,35 cm^{-1} , dan 931,35 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus fungsi C-H pada senyawa alkena (Kurniawati et al., 2022).

Panjang gelombang 400-600 cm^{-1} merupakan rentang yang menunjukkan daerah serapan tajam khas untuk getaran ulur (*stretching*) logam oksida, termasuk mode vibrasi ulur dari ZnO (Saputra et al., 2020). Pada uji bioplastik dalam penelitian ini, diperoleh hasil bahwa ZnO memberikan serapan pada panjang gelombang 569,82 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan bahwa ZnO telah berhasil berinteraksi dengan matriks bioplastik, sesuai dengan karakteristik getaran ulur logam oksida dalam rentang tersebut.

Penelitian (Kurniawati et al., 2022) yang menyatakan juga bahwa gugus fungsi yang terdapat dalam lembaran bioplastik menunjukkan adanya kombinasi gugus fungsi dari berbagai komponen penyusunnya. Hal ini membuat bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat khas seperti kuat, plastis, mudah terurai, serta memiliki potensi antimikroba.

2. Uji Daya Serap

Pengujian daya serap air dilakukan bertujuan mengukur sejauh mana bioplastik dapat menyerap air, yang merupakan salah satu indikator penting dalam menentukan ketahanan dan kualitas material (Rozzana et al., 2022). Hasil dari pengujian daya serap air ini disajikan secara rinci dalam tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Nilai Uji Daya Serap Air

No	Bioplastik	Daya Serap Air (%)	SNI 7188.7;2016 (%)
1.	PS-Z0	39,35	< 21,5 pada suhu 30°C dan < 69,09 pada suhu 100°C
2.	PS-Z6	25,97	
3.	PS-Z9	22,67	
4.	PS-Z12	21,2	

Tabel 4.3 menunjukkan rentang daya serap air bioplastik dalam kisaran 21–40%, sejalan dengan hasil penelitian Putri (2022) yang mengamati tren serupa. Bioplastik tanpa ZnO memungkinkan difusi air yang baik, sehingga daya serap air melampaui standar SNI.

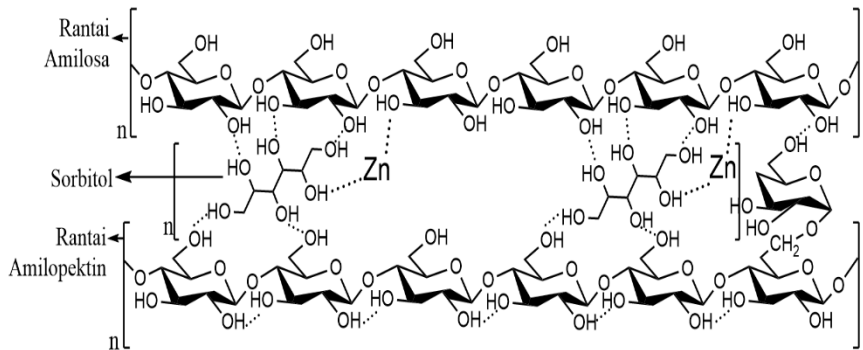
Pada bioplastik tanpa ZnO (PS-Z0), daya serap air mencapai 39,35%, yang jauh di atas standar SNI. Tingginya daya serap ini disebabkan oleh sifat pati dan sorbitol memiliki gugus hidroksil yang menarik air. Semakin banyak *plastisizer*, semakin tinggi penyerapan air bioplastik hingga mencapai saturasi (Desramadhani & Kusuma, 2023).

Peningkatan ZnO memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat komposit. Filler dengan konsentrasi tinggi menyebabkan filler semakin banyak mengisi ruang kosong di antara rantai polimer bioplastik pati. Hal ini meningkatkan kerapatan komposit sekaligus memperkuat sifat hidrofobik dari material tersebut. Akibatnya, komposit menjadi semakin tahan terhadap air, sehingga daya serap airnya menurun (Sihombing et al., 2022). Pada formulasi PS-Z6 dengan 6% ZnO, daya serap air menurun menjadi 25,97%. Penurunan ini disebabkan oleh sifat ZnO yang tidak larut dalam air dan mampu mengisi celah dalam matriks bioplastik, sehingga mengurangi sifat hidrofiliknya (Harahap et al., 2023).

Peningkatan konsentrasi ZnO hingga 9% pada formulasi PS-Z9 lebih lanjut menurunkan daya serap air menjadi 22,67%. Efek pengisian celah semakin kuat pada konsentrasi ini, meskipun nilainya masih sedikit di atas standar SNI. Pada konsentrasi ZnO sebesar 12% (PS-Z12), daya serap air mencapai 21,2%, memenuhi standar SNI. Dispersi ZnO yang optimal pada konsentrasi

tersebut menciptakan matriks bioplastik yang lebih padat dan hidrofobik, sehingga penetrasi air semakin terhambat (Rahman & Angellita, 2022).

Sifat hidrofobik filler ZnO membuat penambahan jumlahnya dalam komposit dapat meningkatkan kekuatan material, sekaligus menurunkan daya serap air. Cara kerja ZnO dalam bioplastik melibatkan interaksi melalui ikatan hidrogen dengan gugus -OH pada rantai polimer, yang meningkatkan kekuatan mekanis. Rantai polimer pati dan sorbitol mengandung gugus hidroksil yang cenderung mudah berikatan dengan air, menyebabkan bioplastik menjadi lebih rentan terhadap air. Melalui pengikatan gugus hidroksil tersebut, ZnO membatasi interaksi dengan air dan meningkatkan daya tahan bioplastik terhadap air (Muharam et al., 2022). Usulan skema interaksi pati, sorbitol, dan ZnO berpacu pada penelitian Afif et al., (2018) dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skema Interaksi Pati, Sorbitol, dan ZnO

Hasil penelitian Amni et al., (2015) menunjukkan bahwa pembuatan bioplastik dengan penguat ZnO menghasilkan daya serap air yang berkisar antara 16% hingga 27,23%. Hasilnya hampir sama dengan penelitian ini, di mana semakin rendah persentase daya serap air, semakin baik kualitas plastik. Ini menunjukkan bahwa penggunaan penguat ZnO dapat meningkatkan kualitas bioplastik dalam hal ketahanan terhadap kelembaban.

3. Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik pada bioplastik mencakup uji tarik dan elongasi. Uji tarik dilakukan untuk mengukur kemampuan bioplastik dalam menahan gaya tarik hingga mencapai beban maksimum (Nurrahmi et al., 2020). Hasil uji tarik bioplastik dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Nilai Uji Kuat Tarik

No	Bioplastik	Kuat Tarik (Mpa)	SNI 7188.7;2016 (Mpa)
1.	PS-Z0	26,238	24,7 - 30,2
2.	PS-Z6	20,241	
3.	PS-Z9	20,572	
4.	PS-Z12	25,838	

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik sampel bioplastik berada pada rentang 20-27 Mpa. Berdasarkan penelitian Abdullah et al., 2020; Maslahah et al., (2021) bioplastik tanpa penambahan filler ZnO memiliki nilai kuat tarik

yang tinggi. Di sisi lain, peningkatan konsentrasi ZnO dapat menaikkan nilai kuat tariknya.

Pada bioplastik tanpa ZnO (PS-Z0), mendapat nilai kuat tarik yang paling besar yaitu 26,238 Mpa. Hal ini dapat disebabkan oleh pengadukan dalam proses gelatinisasi yang tidak tepat, sehingga distribusi pati dan sorbitol dalam matriks tidak merata. Menurut Silviana dan Rahayu (2017), hal ini memengaruhi pembentukan ikatan hidrogen antar gugus -OH pada pati dan sorbitol yang tidak optimal, yang menyebabkan kekuatan tarik bioplastik di beberapa area meningkat dan menjadikannya lebih kokoh serta lebih kuat terhadap tegangan.

Seperti dalam penelitian Hardiningtyas et al., (2024) yang mana seharusnya *plasticizer* mengurangi ikatan hidrogen internal molekul, melemahkan gaya tarik antar molekul polimer, dan menurunkan daya regang putus. Sorbitol yang memiliki banyak gugus hidroksil, meningkatkan pembentukan ikatan hidrogen

dalam bioplastik dan juga meningkatkan fleksibilitasnya (Hidayati et al., 2019).

Peningkatan setiap konsentrasi ZnO pada bioplastik berpengaruh signifikan terhadap nilai kuat tarik bioplastik. Pada formulasi PS-Z6 dengan ZnO sebesar 6%, nilai kuat tarik sebesar 20,241 Mpa. Pada formulasi PS-Z9 dengan 9% ZnO, nilai kuat tarik sedikit meningkat menjadi 20,572 Mpa. Konsentrasi ZnO sebesar 12% pada formulasi PS-Z12 menghasilkan nilai kuat tarik 25,838 MPa, yang memenuhi rentang standar SNI.

Peningkatan jumlah filler yang lebih banyak dapat memperkuat interaksi antara matriks bioplastik dan pengisi. Seng oksida (ZnO) memiliki sifat hidrofobik, yang membuatnya sulit untuk ditembus oleh uap air. Selain itu, ketahanan tinggi dari ZnO juga berperan dalam meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi air (Fadlilah & Udjiana, 2022).

Perubahan sifat ini disebabkan oleh interaksi antara ketiga bahan yang digunakan, khususnya ZnO yang memiliki peran dalam memperkuat

ikatan pada matriks polimer pati. Secara sederhana, ion seng (Zn^{2+}) bertindak sebagai pengisi dan mempererat kembali ikatan sekunder pada polimer pati setelah pencampuran pati dan pemlastis (Hidayat et al., 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Amni et al., (2015) mengungkapkan bahwa peningkatan penggunaan ZnO dalam material dapat meningkatkan kekuatan tarik. Sementara itu, penelitian W. Saputra et al., (2019) juga menyatakan bahwa ZnO berperan sebagai penguat dalam pembuatan bioplastik, menggantikan ikatan hidrogen yang hilang antara molekul pati dan *plasticizer*, baik dalam ikatan intramolekul maupun intermolekul.

Sifat mekanik dalam bioplastik juga dapat dilihat dari nilai elongasinya. Pengujian elongasi dilakukan dengan mengukur perbedaan panjang bahan sebelum dan setelah mengalami uji tarik (Arini et al., 2017). Hasil dari perhitungan elongasi dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Nilai Uji Elongasi

No	Bioplastik	Elongasi (%)	SNI 7188.7;2016 (%)
1.	PS-Z0	4,167	21-220
2.	PS-Z6	5,667	
3.	PS-Z9	4,883	
4.	PS-Z12	4	

Harunsiyah et al., (2017) menyatakan bahwa elongasi pada bioplastik cenderung menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi seng oksida. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak seng oksida yang ditambahkan, semakin kecil kemampuan bioplastik untuk meregang sebelum patah.

Sifat ZnO yang cenderung membentuk ikatan antar partikel dapat mempengaruhi struktur bioplastik, menjadikannya lebih kaku. Proses pembentukan ikatan ini memperkuat interaksi antar molekul, sehingga meningkatkan kekakuan material. Akibatnya, bioplastik yang mengandung ZnO lebih sulit untuk fleksibel, karena pengaruh

penguatan ikatan yang terjadi pada tingkat molekuler (Saputra et al., 2019)

Sampel tanpa ZnO yaitu PS-Z0 memiliki elongasi sebesar 4,167%. Sampel dengan ZnO yaitu PS-Z6 memiliki nilai elongasi sebesar sebesar 5,667%, PS-Z9 sebesar 4,833%, dan PS-Z12 sebesar 4%. Penelitian Hasna et al., (2022) menjelaskan peningkatan konsentrasi ZnO dapat menurunkan elongasi karena partikel ZnO yang keras mengurangi fleksibilitas bioplastik. Selain itu pada penelitian (Nuriyah et al., 2018) menyatakan peningkatan elongasi bioplastik disebabkan oleh *plasticizer* yang mengurangi kekuatan ikatan antar molekul pati dan *plasticizer*.

Pada sampel tanpa ZnO, di mana formulasi hanya terdapat pati dan sorbitol saja memiliki nilai elongasi yang kecil. Menurut Unsa & Paramastri (2018), hal ini terjadi karena kristalinitas sorbitol meningkatkan kekuatan tarik, namun membuat bioplastik lebih kaku dan mengurangi fleksibilitas, sehingga elongasi

menurun. Waktu pengeringan yang terlalu lama dan tekanan yang tidak konsisten juga memperburuk kondisi ini dengan meningkatkan aglomerasi.

4. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi di tanah bertujuan untuk menilai kecepatan proses degradasi bioplastik, yang memungkinkan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan agar bioplastik terurai sepenuhnya dalam tanah (Hardiningtyas et al., 2024). Hasil dari pengujian biodegradasi ini dapat ditemukan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Nilai Uji Biodegradasi

No	Bioplastik	Lama terurai 100% (hari)	SNI 7188.7;2016 /ASTM 5336
1.	PS-Z0	5	SNI = 60% (7 hari)
2.	PS-Z6	8	
3.	PS-Z9	9	ASTM = 100% dalam 60 hari
4.	PS-Z12	10	

Tabel 4.6 hasil penelitian menunjukkan bahwa uji biodegradasi plastik telah memenuhi standar yang ditetapkan dalam standar plastik Internasional ASTM 5336, di mana waktu degradasi berada dalam rentang 5-10 hari. Penelitian Rahman & Angellita (2022) menyatakan bahwa konsentrasi ZnO yang semakin tinggi akan memperlambat proses biodegradasi plastik di tanah, sehingga waktu yang dibutuhkan untuk terurai menjadi lebih lama.

Hasil uji biodegradasi bioplastik berbahan dasar pati biji durian dengan penambahan sorbitol dan ZnO menunjukkan adanya pengaruh konsentrasi ZnO terhadap waktu degradasi di tanah. Pada sampel PS-Z0 (tanpa ZnO), bioplastik terdegradasi dalam waktu 5 hari. Konsentrasi ZnO sebesar 6% pada sampel PS-Z6, waktu biodegradasi meningkat menjadi 8 hari. Selanjutnya, pada sampel PS-Z9 (ZnO 9%), waktu degradasi menjadi 9 hari, dan sampel dengan konsentrasi ZnO tertinggi, yaitu PS-Z12 (ZnO

12%), membutuhkan waktu 10 hari untuk terdegradasi.

Penelitian Syaputra et al., (2017) menyatakan semakin banyak penambahan ZnO pada bioplastik, semakin banyak pula ikatan hidrogen yang terbentuk dalam struktur bioplastik. Akibatnya, molekul air menjadi lebih sulit untuk berikatan dengan bioplastik tersebut.

Partikel ZnO memiliki peran sebagai penghambat aktivitas mikroorganisme. Dalam konsentrasi yang lebih tinggi, ZnO mampu meningkatkan intensitas gangguan terhadap mikroorganisme pengurai, sehingga proses dekomposisi material menjadi lebih sulit terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan ZnO secara langsung memengaruhi interaksi antara material dan mikroorganisme di sekitarnya (Danni et al., 2023).

Penggunaan pemplastis sebaliknya meningkatkan degradasi bioplastik dengan mengurangi daya tarik antar molekul dan meningkatkan permeabilitas uap air,

memudahkan serangan mikroorganisme pada polimer dan mempercepat degradasi (Latifa et al., 2024). Oleh karena itu, pada penelitian ini sampel yang hanya menggunakan pati dan pemlastis terdegradasi lebih cepat.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Pati biji durian sebagai bahan dasar bioplastik menghasilkan pati berwarna putih.
2. Bioplastik yang dihasilkan menunjukkan perbedaan warna. Bioplastik tanpa ZnO cenderung transparan, sementara bioplastik dengan penambahan ZnO berwarna putih pekat, yang semakin jelas seiring peningkatan konsentrasi ZnO. Hasil FTIR bioplastik berbasis pati dan sorbitol menunjukkan adanya gugus fungsi seperti O-H, C-H, C=O, C=C, C-O, dengan penambahan ZnO muncul serapan ZnO pada panjang gelombang $400-600\text{ cm}^{-1}$.
3. Peningkatan konsentrasi ZnO dapat menaikkan kuat tarik dan menurunkan elongasi serta daya serap air. Konsentrasi ZnO 12% memberikan hasil yang baik, yaitu kekuatan tarik 25,838 MPa, elongasi 4%, dan daya serap air 21,2%, serta biodegradasi dalam waktu 10 hari.

B. Saran

Penelitian selanjutnya harap memperhatikan suhu yang di gunakan saat pengadukan campuran formulasi bioplastik, serta dapat membuat formulasi ZnO dan pemlastis terbaru untuk mendapat hasil yang sesuai dengan SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- Abang, S., Wong, F., Sarbatly, R., Sariau, J., Baini, R., & Besar, N. A. (2023). Bioplastic classifications and innovations in antibacterial, antifungal, and antioxidant applications. In *Journal of Bioresources and Bioproducts*. KeAi Communications Co. <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2023.06.005>
- Abdullah, A. H. D., Putri, O. D., Fikriyyah, A. K., Nissa, R. C., Hidayat, S., Septiyanto, R. F., Karina, M., & Satoto, R. (2020a). 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>
- Abdullah, A. H. D., Putri, O. D., Fikriyyah, A. K., Nissa, R. C., Hidayat, S., Septiyanto, R. F., Karina, M., & Satoto, R. (2020b). 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>

Afdal, K., Herawati, N., & Hasri. (2022). Pengaruh Konsentrasi Sorbitol sebagai Plasticizer pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tongkol Jagung. *Journal Chemica*, 23(1), 67–77.

Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan dengan Plasticizer Sorbitol. *J. Chem. Sci*, 7(2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>

Amni, C., Marwan, & Mariana. (2015a). Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Kayu Berpenguat Nano Serat Jerami dan ZnO. *Litbang Industri*, 5(2), 91–99.

Amni, C., Marwan, & Mariana. (2015b). Pembuatan Bioplastik dari Pati Ubi Kayu Berpenguat Nano Serat Jerami dan ZnO. *Litbang Industri*, 5(2), 91–99.

Anisa, S., Indrayani Dalimunthe, G., Sari Lubis, M., & Yuniarti, R. (2023). Isolasi Amilopektin dari Pati Jagung (*Zea Mays L*) yang Berpotensi sebagai Film Coated pada Tablet. In *Agustus* (Vol. 3, Issue 1).

Ardiansyah, R. (2011). *PEMANFAATAN PATI UMBI GARUT UNTUK PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE*. Universitas Indonesia.

Arief, M. D., Mubarak, A. S., & Pujiastuti, D. Y. (2021). The concentration of sorbitol on bioplastic cellulose based carrageenan waste on biodegradability and mechanical properties bioplastic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012013>

Arini, D., Ulum, M. S., & Kasman. (2017). Pembuatan dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian Manufacture and Testing of Mechanical Properties on Durian Seed Flour based Biodegradable Plastics. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 6(3), 276–283.

Aspi, Malino, M. B., & Lapanporo, B. P. (2013). Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin. *PRISMA FISIKA, Vol. 1, No. 2, I(2)*, 92–96.

- Awasthi, A. K., Shivashankar, M., & Majumder, S. (2017). Plastic solid waste utilization technologies: A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 263(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/263/2/022024>
- Baraheng, S., & Karrila, T. (2019). Chemical and functional properties of durian (*Durio zibethinus* Murr.) seed flour and starch. *Food Bioscience*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.100412>
- Campos, P. V., Albuquerque, A. R. L., Angélica, R. S., & Paz, S. P. A. (2021). FTIR spectral signatures of amazon inorganic phosphates: Igneous, weathering, and biogenetic origin. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 251. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119476>
- Chen, G. Q., & Patel, M. K. (2012). Plastics derived from biological sources: Present and future: A technical and environmental review. In *Chemical Reviews* (Vol. 112, Issue 4, pp. 2082–2099). <https://doi.org/10.1021/cr200162d>

- Danni, E. R., Hasan, A., & Junaidi, R. (2023). Pengaruh Penambahan Filler dari Selulosa Tongkol Jagung dan Zink Oksida Pada Plastik Biodegradable. *Jurnal Ilmiah Sain Dan Teknologi*, 1(3), 92–100.
- Desramadhani, R., & Kusuma, S. B. W. (2023). The Effect of Sorbitol Concentration on the Characteristics of Starch-Based Bioplastic. *J. Chem. Sci*, 12(2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Eloper, I. (2016). *Mitigasi Dampak Sampah Plastik dan Rekayasa Ekonomi*. Universitas Sebelas Maret.
- Fadlilah, N., & Udjiana, S. (2022). Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Variasi Jenis Filler dan Plasticizer. *Jurnal Teknologi Separasi*, 8(3), 548–558.
- Fatima, S., Abdullah, Masriani, & Hasriani. (2022). Konsentrasi Sorbitol dan Volume Larutan Terbaik pada Cetakan Film Edibel dari Pati Sagu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 28(1), 59–64. <https://doi.org/10.18343/jipi.28.1.59>
- Gazal, A. A., & Gheewala, S. H. (2020). Plastics, microplastics and other polymer materials-A threat to the environment. *By Journal of Sustainable Energy*

and Environment Journal of Sustainable Energy & Environment, 11, 113–122.

Guntarti, A., & Prativi, S. R. (2017). Application method of Fourier Transform Infrared (FTIR) combined with chemometrics for analysis of rat meat (*Rattus Diardi*) in meatballs beef. *Pharmaciana, 7*(2), 133. <https://doi.org/10.12928/pharmaciana.v7i2.4247>

Harahap, Y. A., Fitri, A. C. K., & Fajarwati, Y. E. (2023). Analisis Kelarutan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong dengan Penambahan Variasi Gliserol, Selulosa Jerami Padi, dan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan Dan Infrastruktur, A3.1-A3.10.*

Hardiningtyas, S. D., Winarsih, D., & Ibahim, B. (2024). Efek Penambahan Sorbitol terhadap Karakteristik Film Bioplastik Berbasis Kitosan dan Agar. *Jurnal Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan, 19*(1), 17. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v19i1.949>

Harunsyah, Yunus, M., & Fauzan, R. (2017). Mechanical properties of bioplastics cassava starch film with

Zinc Oxide nanofiller as reinforcement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 210(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/210/1/012015>

Hasna, T., Lestari, C. A., Dwi, W., Putri, R., & Fathuroya, V. (2022). The effect of ZnO (zinc oxide) and glycerol concentrations on the mechanical properties of bioplastics made from Canna tuber (*Canna edulis*) starch. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 5(1), 21–28.

Herrero-Martínez, J. M., Schoenmakers, P. J., & Kok, W. T. (2004). Determination of the amylose-amylopectin ratio of starches by iodine-affinity capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 1053(1-2 SPEC. ISS.), 227–234. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2004.06.048>

Hidayat, S., Abdullah, A. H. D., Septiyanto, R. F., Muchtar, Y. R. D., & Affifah, I. (2019). Perbandingan Sifat Mekanik Bioplastik terhadap Penambahan Zinc Oxide (ZnO). *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan*

Pembelajaran Fisika, 5(2).
<https://doi.org/10.30870/gravity.v5i2.5939>

Hidayati, N. A., Rasdianah Aziz, Isna Muthiadin, & Cut Alauddin. (2017). *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life Gowa*.
<https://doi.org/10.1007/s10163>

Hidayati, S., Zulferiyenni, Z., & Satyajaya, W. (2019). Optimization of Biodegradable Film from Cellulosa of Seaweed Solid Waste *Eucheuma cottonii* with Addition of Glycerol, Chitosan, CMC and Tapioca. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(2), 340–354.
<https://doi.org/10.17844/jphpi.v22i2.27782>

Hiola, R., & Lalu, N. A. S. (2017). *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metode Penyulingan Sederhana menjadi Minyak Mentah di Desa Dambalo Kecamatan Tomilito Kabupaten Gorontalo Utara*. Universitas Negeri Gorontalo.

If'all, I., Hasanuddin, A., Rahim, A., & Kadir, S. (2019). Modifikasi Pati Secara Asetilasi Terhadap Gugus Fungsi Asetil dan Kristanilitas Pati Ubi Banggai

Asetat. *Rekayasa*, 12(2), 135–140.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v12i2.5857>

Ifmaily. (2018). Penetapan Kadar Pati Buah Sukun (Artocarpus altilis L) dengan Metode Luff Schoorl. *CHEMPUBLISH JOURNAL*, 3(1), 1–10.
<https://doi.org/10.22437/chp.v3i1.5056>

Irhamni, Rambe, M. S., Zulfalina, & Rahmi. (2014). Analisa Pengaruh Pati Biji Durian Durian (Durio Zibethinus) Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradasi Komposit Matrik Polipropilena (PP). *Teori Dan Aplikasi Fisika*, 02(02).

Jamarani, R., Erythropel, H. C., Nicell, J. A., Leask, R. L., & Marić, M. (2018). How green is your plasticizer? In *Polymers* (Vol. 10, Issue 8). MDPI AG.
<https://doi.org/10.3390/polym10080834>

Jumiati, E., Husnah, M., & Lestari, S. A. (2023). Analysis of Mechanical Properties of Bioplastics Based on Banana Peel Starch with Variations of Rice Straw Cellulose. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 20(1), 23.
<https://doi.org/10.20527/flux.v20i1.14067>

Kaeb, H. (2005). Highlights in Bioplastics. In *Highlights in Bioplastics*. An IBAW.

Kamaluddin, M. A., Maryono, Hasri, Genisa, M. U., & Rizal, H. P. (2022a). Pengaruh Penambahan Plasticizer terhadap Karakteristik Bioplastik dari Selulosa Limbah Kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02).
<http://dx.doi.org/10.23960%2Faec.v7i02.2022.p197-208Anal.Environ.Chem>.

Kamaluddin, M. A., Maryono, Hasri, Genisa, M. U., & Rizal, H. P. (2022b). Pengaruh Penambahan Plasticizer terhadap Karakteristik Bioplastik dari Selulosa Limbah Kertas. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(02).
<http://dx.doi.org/10.23960%2Faec.v7i02.2022.p197-208Anal.Environ.Chem>.

Kamaruddin, M., Maruf, N., Ningsih, S., & Marzuki, I. (2019). *Pemanfaatan Limbah Biji Durian sebagai Bahan Dasar Donat Bergizi Tinggi Berdasarkan Uji Organoleptik*.
<https://www.researchgate.net/publication/335651912>

- Khodijah, S., & Tobing, J. M. L. (2023). Tinjauan Plastik Biodegradable dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai. *TEKNOTAN*, 17(1), 21. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.3>
- Kurniawati, C. T., Sutrisno, J., Walujo, D. A., & Sembodo, B. P. (2022). Pemanfaatan Limbah Tongkol Jagung Manis (*Zea Mays L Saccharata*) sebagai Bahan Bioplastik dengan Penambahan ZnO dan Gliserol. *Teknik*, 20(01).
- Latifa, A. C., P.P.A, D., Lestari, I., & Irfandy, F. (2024). Pembuatan Bioplastik dari Pati Umbi Ganyong Menggunakan Penguat Seng Oksida dan Plastilizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 21(2), 2460–8203.
- Lestari, C. A. (2021). *Pengaruh Konsentrasi ZnO (Seng Oksida) dan Gliserol terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Berbahan Pati Umbi Ganyong (Canna edulis)*. Universitas Brawijaya.
- Marichelvam, M. K., Jawaid, M., & Asim, M. (2019). Corn and rice starch-based bio-plastics as alternative

packaging materials. *Fibers*, 7(4).
<https://doi.org/10.3390/fib7040032>

Maslahah, N. U., Alisaputra, D., & Sedyadi, E. (2021). Biodégradation Bioplastic Based on Arrowroot Starch with Glycerol Plasticizer and ZnO Fillers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1788/1/012007>

Melani, A., Robiah, & Siahaan, I. M. (2024). Bioplastik dari Nata De Coco dengan Metode Melt Intercalation (Kajian Pengaruh Jenis Filler dan Konsentrasi Filler). *Teknik*, 15(01).

Muhammad, Ridara, R., & Masrullita. (2020). Sintesis Bioplastik dari Pati Biji Alpukat dengan Bahan Pengisi Kitosan. *Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 01–11.

Muharam, T., Fitriani, D., Jannah, D. F. M., Ghifari, M. Z. Al, & Sihombing, R. P. (2022). Karakteristik Daya Serap Air dan Biodegradabilitas pada Bioplastik Berbasis Pati Singkong dengan Penambahan Polyvinyl

Alcohol. *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2022*, 35–49.

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(1), 01–10.

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 B*, 4(4).

Nurminah, M., Nainggolan, R. J., & Simanjuntak, F. K. (2019). The Effect of Lime Solution's Concentration (Ca(OH)₂) on Physicochemical and Sensory Properties of Durian Seed's Flour (*Durio zibethinus*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 305(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/305/1/012032>

Nurrahmi, S., Nuraisyah, S., Hernawati, D., Fisika, J., & Artikel, I. (2020). Pengaruh Penambahan Pati dan

Plasticizer Gliserol terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 7(2), 128–138.
<https://doi.org/10.24252/jft.v7i2.18267>

Nurwidiyani, R., Ghufira, Nesbah, & Triawan, D. A. (2022). Sintesis Bioplastik Ramah Lingkungan Berbasis Pati Biji Durian dengan Filler Selulosa Sabut Kelapa. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 8(1), 32–38.
<https://doi.org/10.22487/kovalen.2022.v8.i1.15755>

Perera, K. Y., Jaiswal, A. K., & Jaiswal, S. (2023). Biopolymer-Based Sustainable Food Packaging Materials: Challenges, Solutions, and Applications. In *Foods* (Vol. 12, Issue 12). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/foods12122422>

Prameswari, V. T. P. (2018). *Preparasi dan Karakterisasi Komposit Pati Garut-Gelatin dengan Gliserol sebagai Plasticizer*. Universitas Brawijaya.

Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan. *Urban and Environmental Technology*, 8(2).

- Putri, F. A. (2022). Karakterisasi Bioplastik dari Pati Limbah Kulit Pisang Dengan Penambahan ZnO dan Gliserol. *PRISMA FISIKA*, 10(2), 105–109.
- Rahman, E. D., & Angellita, T. (2022). *Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Sagu (Metroxylon sagu) dengan Plasticizer Gliserol dan Penambahan ZnO*.
- Ridwan, Moh. (2018). *Sintesis dan Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (Zno) dan Plasticizer Gliserol*. UIN Alauddin Makassar.
- Rohaeti, E. (2009). Karakterisasi Biodegradasi Polimer. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Rohman, H. F., Dinata, G. F., Pertami, R. R. D., Rohman, F., & Suprayitno, E. (2023). Studi Karakteristik Morfologi Durian (*Durio zibethinus* Murr.) Lokal di Kecamatan Sukorambi, Kabupaten Jember. *Agropross: National Conference Proceedings of*

Agriculture, 267-273.

<https://doi.org/10.25047/agropross.2023.467>

Rozzana, Nurhaliza, Saifullah Rami, Syahiddin, & Abrar Muslim. (2022). Pengaruh Massa Pati Terhadap Tensil Strength, Elongasi dan Daya Serap Terhadap Air pada Pembuatan Bioplastik dari Pati Sagu dan Gliserol. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)* , 3(1).

Salindeho, D. R., Jan Soukota, & Rudy Poeng. (2013). *Pemodelan Pengujian Tarik untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material*.

Sanjaya, I. G., & Puspita, T. (2008). *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong*. www.wordpress.com

Saputra, I. S., Suhartati, S., Yulizar, Y., & Sudirman. (2020). Green Synthesis Nanopartikel ZnO Menggunakan Media Ekstrak Daun Tin (*Ficus carica* Linn). *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(1), 1. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i1.5501>

Saputra, M. R. B., & Supriyo, E. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati dengan Penambahan Katalis ZnO dan Stabilizer Gliserol. *PENTANA*, 01(1), 41-51.

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), 531-540.

Sihaloho, E. B. (2011). *Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin*.

Sihombing, R. P., Al-Ghifari, M. Z., Maulana, F. I., & Ngatin, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Kaolin dan ZnO dengan Penambahan PVOH Terhadap Karakteristik Bioplastik Berbasis Pati. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar*.

Sisnayati, Hatina, S., & Rahmi, A. (2019). Pengaruh Aditif Bawang Putih Terhadap Karakteristik dan

Biodegradasi Bioplastik dari Biji Durian. *TEKNIKA*, 6(1). www.teknika-ftiba.info

Sistanto, Sulistyowati, E., & Yuwana. (2017). Pemanfaatan Limbah Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr) sebagai Bahan Penstabil Es Krim Susu Sapi Perah. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 12(1).

Song, J. H., R. J. Murphy, R. Narayan, & G. B.H. Davies. (2009). Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2127–2139.
<https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0289>

Syaputra, A. F., Bahruddin, & HS, I. (2017). Pengaruh Kadar Filler ZnO, Plasticizer Gliserol Dan Nisbah Air Terhadap Sifat Dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. *JOM FTEKNIK*, 4(2).

Ummah, N. Al. (2013). *Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) terhadap Air dan Pengukuran Densitasnya*. Universitas Negeri Semarang.

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(2).

Widhiantari, I. A., Hidayat, A. F., Muttalib, S. A., Khalil, F. I., & Puspitasari, I. (2021). Sifat Mekanik Bioplastik Berbasis Kombinasi Pati Biji Nangka dan Tongkol Jagung. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 9(1), 76–83.
<https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i1.220>

Wijayanti, K. P., Dermawan, N., Faisah, S. N., Prayogi, V., Judiawan, W., Nugraha, T., & Listyorini, N. T. (2016). Bio-Degradable Bioplastics sebagai Plastik Ramah Lingkungan. *Surya Octagon Interdisciplinary Journal of Technology*, 1(2), 2460–8777.

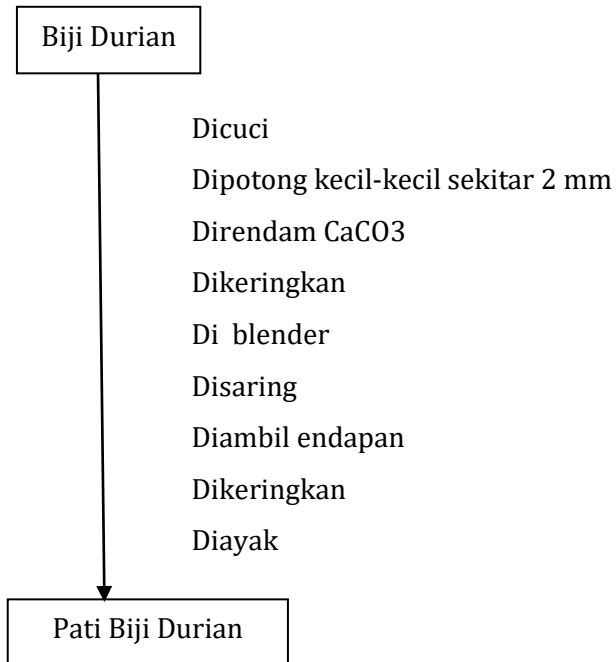
Xiang, J., Yang, S., Zhang, J., Wu, J., Shao, Y., Wang, Z., & Yang, M. (2022). The preparation of sorbitol and its application in polyurethane: a review. In *Polymer Bulletin* (Vol. 79, Issue 4, pp. 2667–2684). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
<https://doi.org/10.1007/s00289-021-03639-4>

Zulvianti, P. N., Lestari, P. M., & Nining, N. (2022). Review: Komposit Polimer Pektin dalam Sistem Pengantaran Obat. *Majalah Farmasetika*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i1.3656>
8

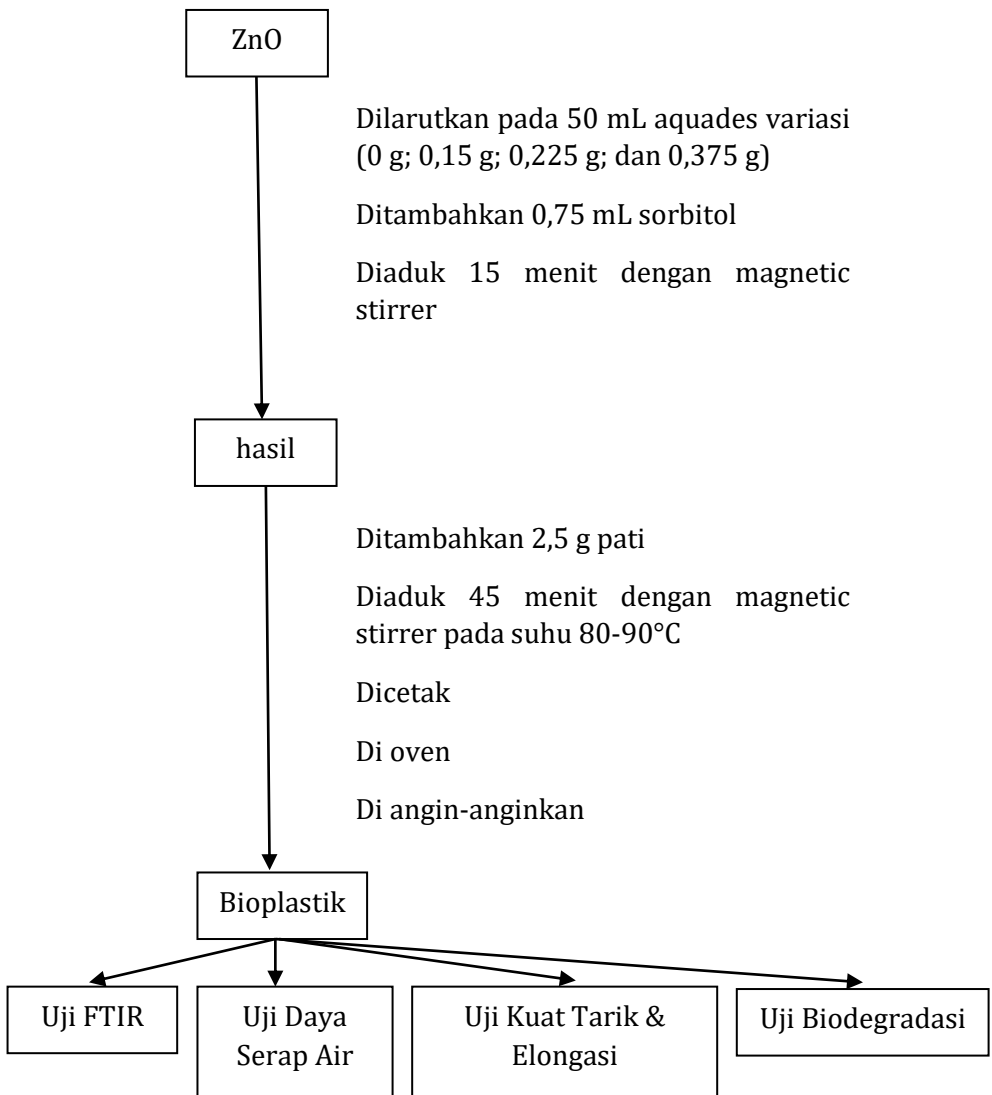
DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : Skema Prosedur Kerja

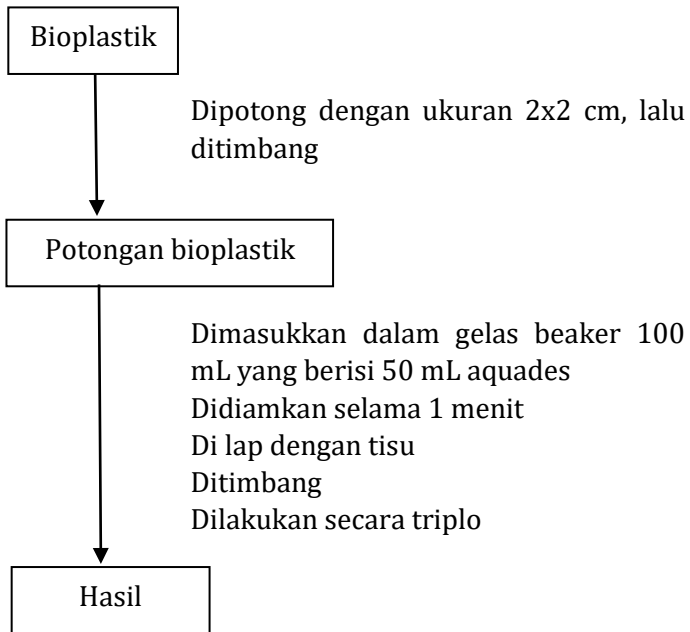
1. Pembuatan Pati Biji Durian



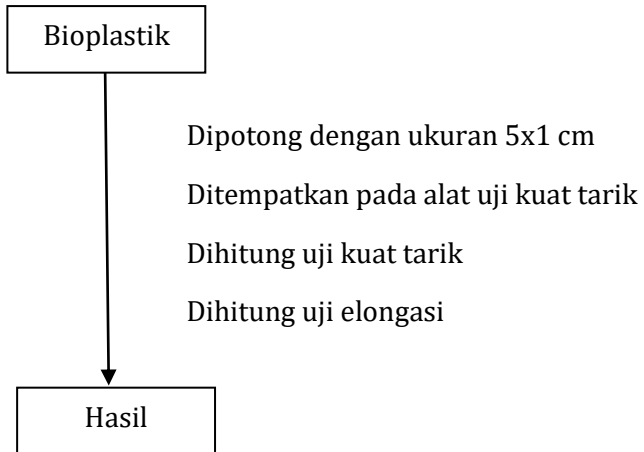
2. Pembuatan Bioplastik



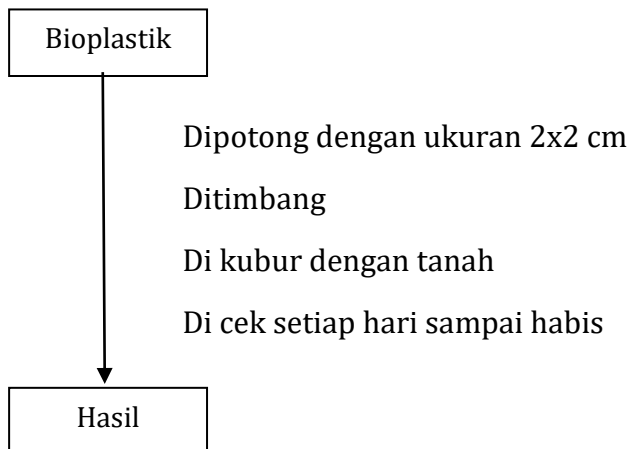
3. Pengujian Daya Serap Air



4. Pengujian Sifat Mekanik



5. Pengujian Biodegradasi



LAMPIRAN 2 : Analisis Data Uji Daya Serap Air

1. Sampel Bioplastik PS-Z0

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{a. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1218 - 0,0873}{0,0873} \times 100\% = 39,5\%$$

$$\text{b. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1150 - 0,0838}{0,0838} \times 100\% = 37,23\%$$

$$\text{c. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1132 - 0,0801}{0,0801} \times 100\% = 41,32\%$$

$$\text{Total} = \frac{a+b+c}{3} = \frac{(39,5+37,23+41,32)\%}{3} = 39,35\%$$

2. Sampel Bioplastik PS-Z6

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{a. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1077 - 0,0843}{0,0843} \times 100\% = 27,75\%$$

$$\text{b. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1021 - 0,0817}{0,0817} \times 100\% = 24,96\%$$

$$\text{c. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1099 - 0,0876}{0,0876} \times 100\% = 25,22\%$$

$$\text{Total} = \frac{a+b+c}{3} = \frac{(27,75+24,96+25,22)\%}{3} = 25,97\%$$

3. Sampel Bioplastik PS-Z9

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{a. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1004 - 0,0826}{0,0826} \times 100\% = 21,54\%$$

$$\text{b. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,0995 - 0,0812}{0,0812} \times 100\% = 22,53\%$$

$$\text{c. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,0921 - 0,0743}{0,0743} \times 100\% = 23,95\%$$

$$\text{Total} = \frac{a+b+c}{3} = \frac{(21,54+22,53+23,95)\%}{3} = 22,67\%$$

4. Sampel Bioplastik PS-Z12

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\text{a. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1069 - 0,0890}{0,0890} \times 100\% = 20,11\%$$

$$\text{b. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1096 - 0,0890}{0,0890} \times 100\% = 23,14\%$$

$$\text{c. } \% \text{ penyerapan air} = \frac{0,1058 - 0,0879}{0,0879} \times 100\% = 20,36\%$$

$$\text{Total} = \frac{a+b+c}{3} = \frac{(20,11+23,14+20,36)\%}{3} = 21,2\%$$

LAMPIRAN 3 : Analisis Data Uji Kuat Tarik

1. Sampel Bioplastik PS-Z0

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

$$\sigma = \frac{17,054}{0,65} = 26,238 \text{ Mpa}$$

2. Sampel Bioplastik PS-Z6

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

$$\sigma = \frac{12,145}{0,60} = 20,241 \text{ Mpa}$$

3. Sampel Bioplastik PS-Z9

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

$$\sigma = \frac{12,343}{0,60} = 20,572 \text{ Mpa}$$

4. Sampel Bioplastik PS-Z12

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_o}$$

$$\sigma = \frac{16,795}{0,65} = 25,838 \text{ Mpa}$$

LAMPIRAN 4 : Analisis Data Uji Elongasi

1. Sampel Bioplastik PS-Z0

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{1,25}{30} \times 100\% = 4,167\%$$

2. Sampel Bioplastik PS-Z6

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{1,7}{30} \times 100\% = 5,667\%$$

3. Sampel Bioplastik PS-Z9

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{1,45}{30} \times 100\% = 4,833\%$$

4. Sampel Bioplastik PS-Z12

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\%$$

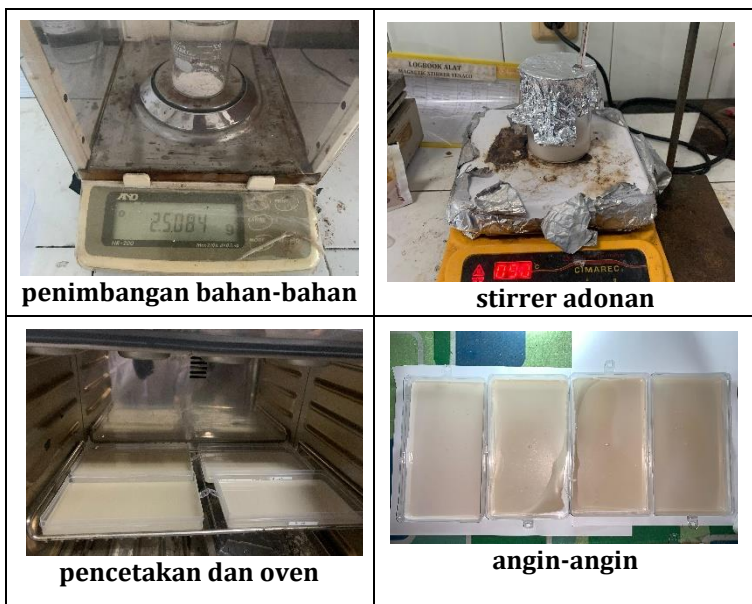
$$\varepsilon = \frac{1,2}{30} \times 100\% = 4\%$$

LAMPIRAN 5 : Dokumentasi Pembuatan Pati Biji Durian

 <p>biji durian</p>	 <p>pemotongan dan perendaman $CaCO_3$</p>
 <p>pengeringan</p>	 <p>penghalusan</p>
 <p>penyaringan</p>	 <p>pengeringan</p>



LAMPIRAN 6 : Dokumentasi Pembuatan Bioplastik



LAMPIRAN 7 : Dokumentasi Uji Daya Serap Air



**pemotongan sampel 2x2
cm**



persiapan aquades 50 mL



**penimbangan sampel
kering**



perendaman sampel 1 menit

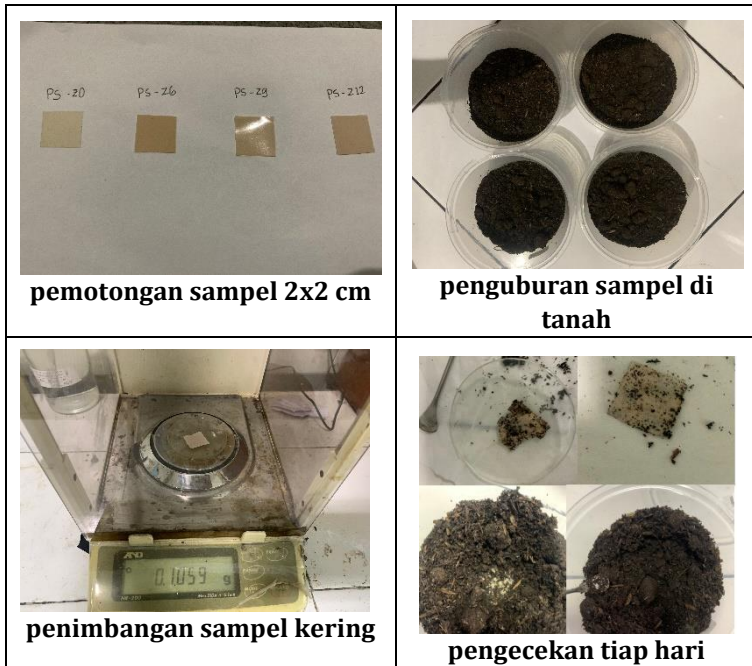


pengelapan dengan tisu



**penimbangan sampel
akhir**

LAMPIRAN 8 : Dokumentasi Uji Biodegradasi



RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Nirah Fahira
2. TTL : Indramayu, 17 Oktober 2003
3. Alamat Rumah : Desa Mundu, RT 03/RW 02, Kec.
Karangampel, Kab. Indramayu,
Jawa Barat
4. No. Telepon : 0882005655563
5. E-mail : nirahfahira12@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SDN MUNDU 1
2. SMPN 1 KARANGAMPEL
3. MAN 2 CIREBON
4. UIN WALISONGO SEMARANG