

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK PATI
BIJI ASAM (*Tamarindus indica L.*)-GLUKOMANAN
UMBI PORANG (*Amorphophalus oncophyllus Prain*)-
KITOSAN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat guna
memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam Ilmu Kimia**



Salza Dilla Permata

NIM 1908036007

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

2023

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK PATI BIJI
ASAM (*Tamarindus indica L.*)-GLUKOMANAN UMBI
PORANG (*Amorphophalus oncophyllus Prain*)-KITOSAN**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat guna
memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam Ilmu Kimia**

Salza Dilla Permata

NIM 1908036007

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

SEMARANG

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Salza Dilla Permata

NIM : 1908036007

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Pati Biji Asam
(*Tamarindus indica L.*)-Glukomanan Umbi Porang
(*Amorphophalus oncophyllus Prain*)-Kitosan**

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

Semarang, 15 Desember 2023
Pembuat Pernyataan,



Salza Dilla Permata
NIM 1908036007



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan, Semarang Telp. (024)7601295

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Pati Biji Asam
(*Tamarindus Indica L.*)-Glukomanan Umbi Porang
(*Amorphophalus Oncophyllus Prain*)-Kitosan

Penulis : Salza Dilla Permata

NIM : 1908036007

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, 28 Desember 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

Zidni Azizati, M.Sc

NIP. 199011172018012001

Sekretaris Sidang

Kustomo, M.Sc

NIP. 198802262019031007

Penguji I

Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si

NIP. 197407162009120001

Penguji II

M. Syaiful Ridwan, M. Amissa Adiwena Putri, M.Sc

NIP. 198504052011012015

Pembimbing I

Zidni Azizati, M.Sc

NIP. 199011172018012001

NOTA DINAS

Semarang, 15 Desember 2023

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

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik
Pati Biji Asam (*Tamarindus indica L.*)-
Glukomanan Umbi Porang
(*Amorphophallus oncophyllus Prain*)-
Kitosan

Nama : Salza Dilla Permata

NIM : 1908036007

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosah.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing



Zidni Azizati, M.Sc

NIP.199011172018012001

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK PATI BIJI
ASAM (*Tamarindus indica L.*)-GLUKOMANAN UMBI
PORANG(*Amorphophalus oncophyllus Prain*)-KITOSAN**

Salza Dilla Permata

NIM.1908036007

ABSTRAK

Sampah plastik yang sulit terurai dapat menimbulkan permasalahan bagi lingkungan. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan membuat bioplastik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pati biji asam, mengetahui komposisi bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan yang paling optimum, mempelajari pengaruh dari penambahan glukomanan dan kitosan terhadap sifat kuat tarik dan daya serap air, serta mengetahui sifat biodegradabilitas bioplastikpati biji asam-glukomanan- kitosan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati biji asam (*Tamarindus indica L.*) – glukomanan- kitosan. Tahapan penelitian ini meliputi ekstraksi pati dari biji asam, pembuatan bioplastik pati biji asam- glukomanan dengan variasi 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; dan 0:100, serta pembuatan bioplastik pati biji asam- glukomanan-kitosan variasi 2%, 3%, 4%. Spekta FTIR bioplastik PGK 3% menunjukkan adanya gugus fungsi - OH, C-H, C-O dan N-H pada bilangan gelombang 3294 cm^{-1} ; 2916 cm^{-1} ; 1586 cm^{-1} ; dan 1024 cm^{-1} . Bioplastik pati biji asam-glukomanan dengan komposisi yang optimum terdapat pada variasi 25:75, selanjutnya bioplastik tersebut ditambahkan variasi kitosan (2%, 3%, dan 4%). Hasil paling optimum pada penambahan kitosan 3% dengan nilai kuat tarik 4,06 MPa, elongasi 10,0%, daya serap air 13,06%, dan terdegradasi sempurna pada hari ke-15.

Kata kunci : *bioplastik, pati, biji asam, glukomanan, kitosan*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil'alamiin segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga terlimpah pada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang diutus untuk menyempurnakan akhlaq manusia, dan yang kita nantikan syafaatnya di hari akhir kelak.

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, semangat dan bantuan yang sangat berarti bagi penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Maka pada kesempatan ini dengan kerendahan hati dan rasa hormat penulis haturkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. Nizar Ali, M.Ag, Plt.Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M.Pd., Ketua Jurusan Kimia UIN Walisongo Semarang.

4. Ibu Zidni Azizati, M.Sc selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan, masukan, dan koreksi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Ibu Ika Nur Fitriani, M.Si selaku dosen wali studi yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis dari awal masa kuliah sampai akhir studi.
6. Segenap Dosen FST terkhusus Jurusan Kimia UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan berbagai pengetahuan selama di bangku perkuliahan.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Suyadi dan Ibu Sriani tercinta yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang, mendidik dengan tulus dan senantiasa mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi di UIN Walisongo Semarang.
8. Kedua adik kandung penulis tersayang, Muhammad Ardian Danu Pamungkas dan Muhammad Salman Putra Ramadhan yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis semasa studi di UIN Walisongo Semarang.
9. Rifai Yoga Pratama yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan dalam hal apapun.
10. Sahabat di kota perantauan, Ika Kurnia Cahyani dan Intan Ni'matul Ula yang telah menemani penulis melewati banyak hal di dunia perkuliahan dan

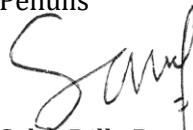
bersedia menjadi tempat bercerita selama masa perkuliahan.

11. Teman-teman seperjuangan Kimia 2019 terkhusus Cikal, Titin, Metha dan Rian yang selalu menghibur penulis selama perkuliahan dan penyusunan skripsi.
12. Keluarga besar Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebut satu persatu.

Kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan moral, maupun spiritual penulis ucapkan terimakasih. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar bisa lebih baik lagi. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat khususnya bagi penulis sendiri dan para pembaca pada umumnya. Aamiin.

Semarang, 15 Desember 2023

Penulis



Salza Dilla Permata
NIM 1908036007

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Landasan Teori.....	9
B. Karakterisasi.....	23
C. Kajian Riset yang Relevan.....	33
D. Hipotesis.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	37
A. Waktu dan Tempat Penelitian	37
B. Alat dan Bahan	37
C. Prosedur Percobaan.....	38
D. Karakterisasi.....	41
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Ekstraksi Pati dari Biji Asam	43

B. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan (PG).	47
C. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan-Kitosan (PGK).....	54
D. Analisis Gugus Fungsi dengan FT-IR Bioplastik PG dan PGK Optimum.....	60
BAB V PENUTUP	67
A. Kesimpulan.....	67
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tanaman asam	10
Gambar 2. 2 Biji Asam.....	11
Gambar 2. 3 Struktur Amilosa	13
Gambar 2. 4 Struktur Amilopektin.....	13
Gambar 2. 5 Bibit porang : a) umbi kecil; b) bulbil	16
Gambar 2. 6 Struktur kimia Glukomanan	18
Gambar 2. 7 Struktur kimia Kitosan.....	20
Gambar 2. 8 Spektroskopi FTIR.....	24
Gambar 2. 9 Spektrum FTIR Pati biji asam.....	25
Gambar 2. 10 Spektrum FTIR glukomanan umbi porang.....	26
Gambar 2. 11 Spektra FTIR Kitosan.....	27
Gambar 2. 12 Spektra FTIR Bioplastik pati biji asam dan kitosan.....	28
Gambar 2. 13 Alat Uji Kuat Tarik.....	29
Gambar 4. 1 Ekstraksi Pati dari Tepung Biji Asam.....	44
Gambar 4. 2 Uji Kualitatif Pati	45
Gambar 4. 3 Hasil Spektrum FT-IR Tepung Pati Biji Asam	45
Gambar 4. 4 Hasil sintesis bioplastik (a) PG 100:0 (b) PG 75:25 (c) PG 50:50 (d) PG 25:75 (e) PG 0:100.....	48
Gambar 4. 5 Hasil Sintesis Bioplastik (a) PGK 2% (b) PGK 3 % (c) PGK 4 %.....	55
Gambar 4. 6 Hasil FT-IR (a) Bioplastik PG 100:0 (b) Bioplastik PG 0:100 (c) Bioplastik PG 25:75 (d) Serbuk Kitosan (e) Bioplastik PGK 3%	61
Gambar 4. 7 Interaksi ikatan hidrogen antar molekul amilosa, dan amilopektin	65
Gambar 4. 8 Interaksi Hidrogen antara amilosa, glukomanan,kitosan dan amilopektin	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi biji asam.....	12
Tabel 2. 2 Komposisi Umbi Porang	17
Tabel 2. 3 Standar Mutu Bioplastik.....	22
Tabel 2.4 Gugus Fungsi dari pati biji asam.....	25
Tabel 2. 5 Gugus Fungsi dari glukomanan umbi porang	26
Tabel 2.6 Gugus Fungsi dari Kitosan	27
Tabel 2. 7 Gugus Fungsi bioplastik pati biji asam.....	28
Tabel 4. 1 Hasil uji FTIR Tepung Pati Biji Asam	46
Tabel 4. 2 Rasio campuran pati biji asam:glukomanan	47
Tabel 4. 3 Hasil Uji kekuatan mekanik bioplastik.....	49
Tabel 4. 4 Uji Daya Serap Air.....	51
Tabel 4. 5 Uji biodegradasi.....	53
Tabel 4. 6 Hasil Uji kekuatan mekanik bioplastik PGK.....	55
Tabel 4. 7 Uji Daya Serap Air Bioplastik PGK.....	57
Tabel 4. 8 Uji Biodegradasi bioplastik PGK.....	59
Tabel 4. 9 Hasil Serapan Bioplastik PG dan PGK optimum	61
Tabel 4. 10 Intensitas Transmittansi Bioplastik PG dan PGK Optimum	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Prosedur Kerja.....	75
Lampiran 2. Hasil Uji Kekuatan Mekanik.....	79
Lampiran 3. Uji Daya Serap.....	80
Lampiran 4. Uji Biodegradasi.....	83
Lampiran 5. Data FT-IR.....	84
Lampiran 6. Dokumentasi.....	85

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik merupakan bahan pengemas yang umum digunakan oleh masyarakat namun memiliki dampak negatif terhadap lingkungan karena sulit terdegradasi di alam. Menurut Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (Inaplas), kebutuhan plastik di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 5.290 ton, di mana angka tersebut akan meningkat 30,92% pada tahun 2025 menjadi 6.986 ton (Kamsiati *et al.*, 2017). Tingginya konsumsi masyarakat akan bahan plastik ini menimbulkan masalah pada lingkungan yakni dengan bertambahnya limbah plastik yang sulit terurai oleh mikroorganisme. Limbah plastik ada di peringkat ketiga di dunia dengan jumlah 3,6 juta ton pertahun. Sampah plastik mengapung di samudera sebanyak 46 ribu di setiap mil bahkan mengapung sudah hampir kedalaman 100 meter dibawah laut. Hal tersebut tentunya sangat merugikan biota di bawah laut (Purnavita *et al.*, 2020).

Larangan untuk merusak lingkungan sudah diterangkan dalam surat Al A'raf (7):56 Al-Qur'an yang berbunyi :

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا

إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya : “ Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang yang berbuat kebaikan.”

Menurut ahli tafsir M. Quraish Shihab dalam kitabnya Tafsir Al-Mishbah ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan bumi dalam keadaan seimbang, serasi, dan bermanfaat untuk seluruh makhluk hidup. Allah Yang Maha Mulia telah menciptakan segalanya dengan sebaik-baiknya dan menyuruh hamba-hamba-Nya untuk merawat dan memelihara ciptaan-Nya dengan baik (Shihab, 2002). Berdasarkan firman Allah tersebut sudah menjadi kewajiban manusia untuk merawat dan melindungi lingkungan dengan menjaga batasan-batasannya. Kerusakan alam yang ditimbulkan dari plastik dapat menjadi ancaman untuk keberlangsungan hidup manusia. Upaya untuk mengurangi penggunaan plastik

merupakan hal yang tidak mudah bagi masyarakat yang terbiasa menggunakan plastik dalam berbagai keperluan sehari-hari. Plastik dari bahan *polyethylene* (PE) membutuhkan waktu sekitar 1.000 tahun untuk dapat diuraikan secara alamiah di tanah dan membutuhkan waktu 450 tahun untuk dapat diuraikan di air (Astuti, 2018). Penggunaan bioplastik berpotensi menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh plastik konvensional, sebab bioplastik mudah terurai oleh mikroorganisme (Nahir, 2017).

Bahan utama yang umumnya digunakan dalam produksi bioplastik adalah polisakarida. Indonesia yang merupakan negara kaya dengan sumber daya alam, sangat berpotensi besar untuk mengembangkan biopolimer seperti bioplastik (Purnavita *et al.*, 2020). Salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan untuk membuat bioplastik adalah pati. Bioplastik yang berasal dari pati dapat diuraikan oleh bakteri dengan memecah rantai polimer menjadi monomer-monomer. Proses degradasi polimer menghasilkan karbon dioksida dan air, serta menghasilkan senyawa organik seperti asam organik dan aldehid, yang tidak berbahaya bagi lingkungan (Matondang *et al.*, 2013).

Biji dari asam jawa adalah salah satu sumber daya alam yang mengandung pati. Biji asam terdapat dalam buah asam jawa, yang tumbuh subur di berbagai wilayah, terutama di Indonesia. Buah asam jawa umumnya dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari sebagai bumbu tambahan untuk masakan, sementara bagian biji dapat digunakan dalam sektor industri sebagai pengikat tablet. Biji asam jawa memiliki komposisi nutrisi yang beragam, antara lain: 20,6% air, 70,8% karbohidrat, 3% protein, 3% serat, 2% abu, dan 0,4 lemak. Pati adalah karbohidrat yang merupakan polimer glukosa, terdiri atas amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa dalam biji asam sekitar 15%–30%, sedangkan amilopektin sekitar 70%–85%. Besarnya komposisi karbohidrat dalam biji asam membuatnya potensial sebagai sumber pati (Haflah, 2013).

Bioplastik yang terbuat hanya dari pati asam memiliki kekuatan mekanik yang rendah dan larut dalam air. Bioplastik dengan pati biji asam memiliki nilai kuat tarik 1,7 MPa dan nilai elongasi 7,9% (Situmorang *et al.*, 2019). Senyawa polisakarida lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik bioplastik adalah glukomanan (Purnavita & Anggraeni, 2019). Glukomanan adalah polisakarida dengan komponen

utama yaitu unit-unit D-glukosa dan D-manosa. Di sisi lain, pati merupakan polisakarida dengan komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Umbi porang merupakan salah satu sumber glukomanan, dan kandungan glukomanan dalam umbi porang bervariasi tergantung pada jenis spesiesnya. Kandungan glukomanan dalam umbi porang dapat berkisar antara 5% hingga 65%, bergantung pada faktor genetik dan lingkungan tempat tumbuhnya (Falah *et al.*, 2021).

Glukomanan cocok digunakan untuk pembuatan bioplastik karena adanya kandungan D-glukosa dan D-manosa di dalamnya. Glukomanan yang terdapat pada umbi porang mampu menghasilkan bentuk lapisan bioplastik yang berkualitas baik. Bioplastik yang dibuat dari glukomanan menunjukkan sifat mekanis yang kuat, dengan nilai tarik sebesar 6,17 MPa dan nilai elongasi 21 %. Selain itu, bioplastik ini memiliki kemampuan menyerap air yang baik, dengan nilai daya serap sebesar 25,84% (Nandhika *et al.*, 2021). Bioplastik yang dikatakan memenuhi kriteria SNI yaitu memiliki harga kuat tarik antara 1-10 MPa, elongasi 10-20 % dan daya serap air maksimal 21,5% dan biodegradasi sempurna maksimal 60 hari (Sitepu *et al.* 2012).

Bioplastik yang terbuat dari glukomanan dan pati biji asam jawa menunjukkan perbaikan dalam sifat mekaniknya, tetapi masih belum memenuhi standar SNI untuk bioplastik dan tetap memiliki tingkat daya serap air yang tinggi. Kondisi ini disebabkan oleh sifat hidrofilik dari pati biji asam dan glukomanan. Oleh karena itu, diperlukan tambahan agen penguat seperti kitosan untuk memperbaiki sifat mekaniknya dan nilai daya serap dalam air. Menurut penelitian oleh Widodo pada tahun 2019, kitosan bersifat hidrofobik, tidak beracun, dan dapat terdegradasi secara alami. Penggunaan kitosan dalam sintesis biopolimer membentuk interaksi hidrogen, yang menghasilkan ikatan hidrogen yang lebih tahan dan kuat terhadap pemutusan. Kitosan umumnya dimanfaatkan untuk campuran pati maupun bahan tambahan dalam produksi polimer yang dapat terdegradasi untuk memperbaiki sifat mekanik dari bioplastik yang disintesis.

Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian tentang sintesis bioplastik dari bahan pati sudah cukup banyak dilakukan, akan tetapi sampai saat ini belum ditemukan penelitian yang mengkombinasikan bahan pati biji asam, glukomanan, dan kitosan dalam pembuatan bioplastik serta sifat biodegradabilitas

bioplastik dari bahan tersebut. Oleh karena itu, inovasi yang ditawarkan dalam penelitian ini yaitu menggabungkan ketiga bahan tersebut dalam pembuatan bioplastik.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik pati biji asam?
2. Berapa komposisi bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan yang paling optimum (sesuai dengan SNI)?
3. Bagaimana pengaruh penambahan glukomannan dan kitosan terhadap kekuatan tarik dan daya serap air bioplastik yang dihasilkan?
4. Bagaimana sifat biodegradabilitas bioplastik berbahan pati biji asam-glukomanan-kitosan?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik pati biji asam dengan uji kualitatif iod dan instrumen FTIR.
2. Untuk mengetahui komposisi bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan yang paling optimum (sesuai dengan SNI).

3. Untuk mempelajari pengaruh dari penambahan glukomanan dan kitosan terhadap sifat kuat tarik dan daya serap air bioplastik yang dihasilkan.
4. Untuk mengetahui sifat biodegradabilitas bioplastik berbahan pati biji asam-glukomanan-kitosan.

D. Manfaat Penelitian

1. Menyampaikan kepada pembaca tentang urgensi keberadaan bioplastik sebagai langkah preventif dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan.
2. Sebagai bahan alternatif untuk memanfaatkan bahan alam berupa pati asam jawa dan glukomanan umbi porang sebagai bahan bioplastik.
3. Menambah wawasan serta pengalaman bagi peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Asam Jawa

a. Klasifikasi Asam Jawa

Landasan teori mengenai klasifikasi asam jawa dapat disajikan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Haflah pada tahun 2013 adalah sebagai berikut:

Kingdom (kerajaan): Plantae (tumbuhan)

Sub Kingdom (sub kerajaan): Tracheobionta

Super Divisi (super divisi): Spermatophyta

Divisi: Magnoliophyta

Kelas: Magnoliopsida

Sub Kelas: Rosidae

Ordo: Fabales

Famili: **Fabaceae**

Genus: *Tamarindus*

Spesies: *Tamarindus indica L.*

b. Morfologi Asam Jawa

Daun tanaman asam terdiri dari helai daun, tangkai daun, dan susunan tulang daun yang bentuknya majemuk menyirip. Permukaan

daunnya halus dan bentuknya tipis dengan tepi daun rata. dari Struktur daun asam jawa melibatkan tangkai, helaian, dan susunan tulang daun menyirip yang juga dikenal sebagai daun majemuk menyirip. Daging daun asam jawa tipis dan lembut dengan tepi daun yang rata. Daunnya berwarna hijau. Gambar tanaman asam ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Tanaman asam (Silalahi, 2020)

Tekstur dari batang keras karena berasal dari lignin. Bentuk batangnya bulat, tegak, dan permukaannya ditutupi oleh banyak lenti sel. Pohon asam jawa dapat mencapai tinggi hingga 30 m, memiliki daun lebat yang tersebar, dan cabangnya relatif pendek. Percabangan pohon ini bersifat simpodial, sulit untuk membedakan batang utama. Asam jawa memiliki akar tunggang

yang tersusun atas, tudung akar, rambut akar, batang akar, leher dan cabang akar.

Buah asam diklasifikasikan sebagai buah polong. Panjang buahnya berkisar antara 5-15 cm, dengan ketebalan sekitar 3 cm dan bentuknya melengkung, terdapat biji di dalamnya. Kulit luar buah bersifat lunak dan buahnya memiliki rasa asam. Setiap buah biasanya mengandung antara 1 hingga 10 biji yang terdapat dalam daging buahnya. Gambar biji asam disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Biji Asam (Islami ,2021)

Biji dari buah ini memiliki peranan penting sebagai sumber nutrisi untuk permulaan pertumbuhan dan tempat penyimpanan cadangan makanan. Biji asam jawa dapat dimanfaatkan dalam industri pangan. Kandungan cadangan

makanan seperti albumen dalam inti biji dapat diolah menjadi bahan baku untuk produk makanan. Selain itu, biji ini juga dapat diekstrak untuk memperoleh minyak yang mungkin memiliki manfaat dalam industri kuliner atau farmasi (Haflah, 2013).

c. Komposisi Biji Asam Jawa

Beberapa unsur kimia dalam biji asam disajikan melalui Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Komposisi biji asam

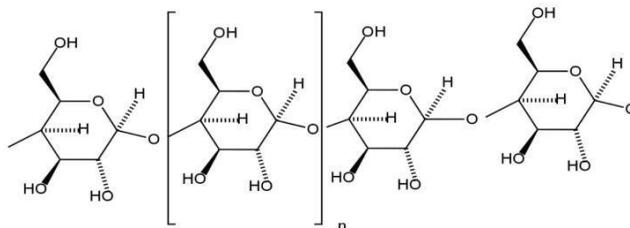
Kandungan	Jumlah (%)
Karbohidrat	70,8
Air	20,6
Protein	3,1
Serat	3
Abu	2,1
Lemak	0,1

(Haflah, 2013)

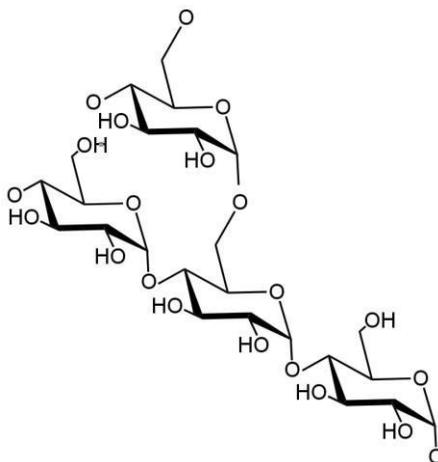
2. Pati

Pati adalah jenis polisakarida yang terdapat pada tumbuhan dan sebagian mikroorganisme. Bentuk pati dalam sel tumbuhan berupa butiran berdiameter beberapa mikron yang mengandung amilosa dan amilopektin (Sunarya, 2012; Jabbar, 2017). Struktur kimia

dari amilosa dan amilopektin disajikan melalui Gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2. 3 Struktur Amilosa



Gambar 2. 4 Struktur Amilopektin

Amilosa memiliki struktur rantai lurus yang panjang, terdiri dari unit α -D-glukosa yang terikat oleh ikatan α -1,4 glikosida, sementara itu amilopektin memiliki struktur yang lebih kompleks karena disusun atas rantai utama (ikatan α -1,4 glikosida) dan rantai bercabang (ikatan α -1,6 glikosida) (Jabbar, 2017).

Polisakarida merupakan salah satu komponen utama yang sangat melimpah dan banyak dijumpai di alam, berperan untuk sumber cadangan karbohidrat pada tanaman. Secara umum, cadangan pati disimpan pada berbagai bagian tumbuhan seperti umbi (seperti kentang dan ubi), biji (seperti gandum dan padi), batang (seperti sagu), dan buah. Penting untuk dicatat bahwa pati juga memiliki peran signifikan sebagai zat gizi dalam kehidupan sehari-hari.

Ada dua jenis pati yang dapat diidentifikasi: pati alami atau tanpa modifikasi, dikenal sebagai *Native Starch*, dan pati yang sudah dimodifikasi disebut *Modified Starch*. *Native Starch* disintesis melalui ekstraksi sari-sari pati dari berbagai bagian tanaman, termasuk batang, umbi, dan biji (Zulaidah, 2012).

Prinsip pembuatan bioplastik adalah gelatinisasi. Penyerapan maksimal air oleh pati terjadi ketika air dipanaskan dalam rentang suhu antara 50°C hingga 80°C. Perubahan suhu ini memiliki dampak pada kekentalan larutan pati, dimana semakin tinggi suhu pemanasan maka semakin menurun kekentalan larutan pati. Gelatinisasi menyebabkan ikatan amilosa menjadi lebih rapat hal tersebut karena terbentuknya ikatan hidrogen. Setelah melalui proses gelatinisasi, gel dituangkan atau

dicetak pada permukaan cetakan lalu dikeringkan selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan air, sehingga gel tersebut dapat membentuk lembaran bioplastik yang lebih stabil (Sinaga *et al.*, 2014).

3. Umbi Porang

Nama *Latin* dari porang adalah *Amorphophallus oncophyllus Prain*. Tanaman ini biasanya tumbuh di daerah subtropis dan tropis (Sari *et al.*, 2019). Porang dapat digunakan untuk sumber pangan, sumber bahan dalam sektor farmasi, kosmetik serta berbagai sektor industri lainnya. Akan tetapi, kurangnya pengetahuan serta informasi tentang pengolahan dan budidaya porang telah menjadi hambatan dalam penyebaran budidaya tanaman porang di kalangan masyarakat. Kandungan kalium oksalat dalam umbi ini menimbulkan rasa gatal. Selain itu terdapat zat konisin yang menjadi penyebab rasa pahit, sehingga diperlukan keahlian khusus untuk mengatasi hal ini. Produk olahan dari umbi porang memiliki potensi sebagai produk unggulan dalam negeri untuk diekspor, sehingga masyarakat perlu lebih mengenal tanaman porang juga produk-produk hasil pengolahannya (Sari *et al.*, 2019).

a. Klasifikasi Umbi Porang

Kingdom: Plantae

Sub Kingdom : Tracheobionta

Super Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Class : Liliopsida
Sub Class : Arecidae
Ordo : Arales
Familia : **Araceae**
Genus : *Amorphophallus*
Species : *Amorphophallus oncophyllus* Prain atau
Amorphophallus Blumei (Schott)
engl. (Sari *et al.*, 2019)

b. Morfologi umbi porang

Pusat atau tengah umbi porang memiliki tangkai daun yang bentuknya seperti batang tetapi semu berwarna hijau dengan garis-garis berwarna putih. Bunga akan tumbuh dari bekas keluarnya tangkai daun berukuran 12-125 cm dengan bintik-bintik kuning. Gambar tanaman umbi porang ditunjukkan melalui Gambar 2.5.



(a)

(b)

Gambar 2. 5 Bibit porang : a) umbi kecil; b) bulbil
(Dwiyono *et al.*, 2014)

Tangkai daun umbi porang terdapat bulbil berbentuk umbi kecil (bibit) yang berwarna coklat. Siklus pertumbuhan umbi porang terdiri dari siklus vegetasi saat musim hujan dan siklus istirahat saat musim kemarau istirahat. Siklus vegetasi terjadi selama 6 bulan mulai dari penanaman bibit hingga tumbuh daun (Koeswara, 2013).

c. Komposisi umbi porang

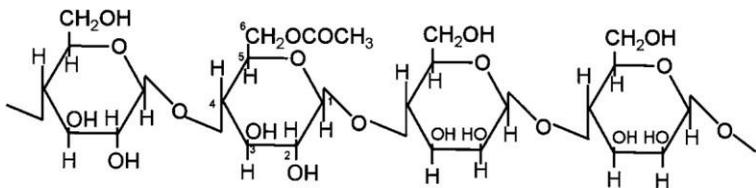
Beberapa unsur kimia penyusun umbi dan tepung disajikan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komposisi Umbi Porang (Sari *et al.*,2019)

Unsur Kimia	Kandungan per 100 gram umbi segar	
	Umbi Segar (%)	Tepung (%)
Air	83,3	6,8
Glukomanan	3,5	64,9
Pati	7,6	10,2
Protein	0,9	3,4
Lemak	0,02	-
Serat berat	2,5	5,9
Kalsium oksalat	0,2	-
Abu	1,2	7,9
Timbal	0,09	0,13

4. Glukomanan

Glukomanan merupakan suatu jenis polisakarida hidrokoloid terdiri dari ikatan linier D-manosa dan β -1,4- D-glukosa dengan perbandingan 1:1,4 dan 1:1,6. Struktur glukomanan juga melibatkan ikatan cabang β -1,6-gugus glukosil. Rantai glukomanan mengandung tingkat percabangan pada atom C-3 tiap 32 molekul glukosa (Dwiyono *et al.*, 2014). Gambar struktur kimia glukomanan disajikan melalui Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Struktur kimia Glukomanan (Nugraheni *et al.*, 2018)

Kandungan glukomanan dalam umbi porang sebesar 15% hingga 54%. Struktur kimia dari glukomanan dan selulosa hampir sama. Pemanfaatan glukomanan dalam bidang industri yaitu sebagai bahan pengisi obat tablet, lem, plastik, *film coating*. Glukomanan juga bisa berperan dalam kultur jaringan dan media pertumbuhan agar (Purwanto, 2014).

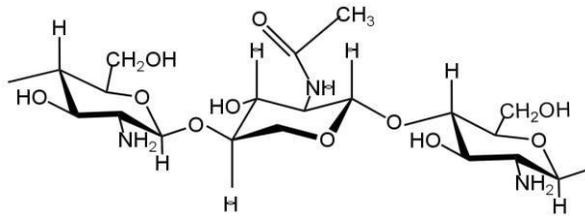
Beberapa sifat lain dari glukomanan adalah jika dalam air mampu membentuk larutan yang kental,

mampu membentuk gel dan membentuk lapisan tipis kedap air apabila ditambah natrium hidroksida atau gliserin (Yunita *et al.*, 2019). Gugus asetil dalam glukomanan dapat membentuk ikatan silang apabila berikatan dengan amilopektin dalam pati sehingga dapat meningkatkan kekuatan bioplastik serta memberikan sifat perlindungan yang lebih baik terhadap kerusakan produk (Indrawati *et al.*, 2019).

5. Kitosan

Kitosan adalah produk yang berasal dari kitin, suatu polisakarida yang umumnya ditemukan pada berbagai organisme seperti Nematoda, Annelida, Arthropoda, dan Moluska. Rumus kimia kitin adalah $C_8H_{13}O_5)_n$. Komposisi kitin terdiri dari 47% karbon, 40% nitrogen, dan 6% hidrogen (Rumengan *et al.*, 2018).

Rumus molekul kitosan yaitu $(C_6H_{11}NO_4)_n$. Posisi C2 pada kitin dan kitosan berbeda, di mana dalam kitin letaknya pada gugus asetamid dan dalam kitosan letaknya pada gugus amina (Rumengan *et al.*, 2018). Pemanfaatan kitosan dalam bioplastik telah dilakukan oleh dalam penelitian Setiani *et al.* (2013) di mana kitosan merupakan bahan campuran yang bisa meningkatkan nilai kekuatan mekanik bioplastik. Gambar struktur kimia kitosan disajikan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Struktur kimia Kitosan (Rumengan *et al.*, 2018)

Kitosan mempunyai rantai dengan bentuk linier tersusun dari monomer N asetil glukosamin (GlcNAc) dan D-glukosamin (GlcN). Bentuk derivatif deasetilasi dari polimer ini adalah kitin yaitu salah satu polisakarida terbanyak di alam setelah selulosa. Selain sebagai bahan campuran pembuatan bioplastik, kitosan juga banyak digunakan dalam bidang medis, bidang pangan, dan agrikultur. Kelebihan lainnya dari kitosan yaitu bersifat antimikrobia apabila ditambahkan dalam tanah, mampu bereaksi dengan asam asam sehingga baik digunakan untuk menurunkan kadar asam pada sayuran, buah dan ekstrak kopi, serta bersifat polikationik apabila digunakan untuk agen penggumpal (Melani *et al.*, 2018).

6. Bioplastik

Bioplastik adalah jenis polimer yang berasal dari alam dan bersifat mudah terurai di lingkungan (*Eco-friendly*). Penggunaan bioplastik menjadi solusi untuk mengatasi dampak limbah plastik pada umumnya. Berbeda dengan plastik yang umumnya dibuat dari sulit terurai dan tidak dapat diperbarui, bioplastik menggunakan bahan-bahan alami yang lebih mudah terurai. Biopolimer yang digunakan dalam pembuatan bioplastik dapat berasal dari hewan dan tumbuhan, seperti pati, selulosa, protein, kitosan, dan lipid (Jabbar, 2017). Menurut Melani *et al.*(2018) menyatakan bahwa bioplastik merupakan polimer yang terbuat dari bahan-bahan alam terbarukan, termasuk tepung jagung, lemak (nabati), ataupun mikrobiota. Bioplastik yang dapat terurai secara alami dapat mengalami proses degradasi baik di lingkungan aerobik maupun anaerobik, tergantung pada metode produksinya. Umumnya bahan yang digunakan dalam produksi plastik ramah lingkungan ini yaitu polisakarida. Sumber daya alam yang melimpah di negara Indonesia ini berpotensi untuk mengembangkan produksi biopolimer seperti bioplastik (Purnavita *et al.*, 2020).

Pembuatan bioplastik menggunakan pati sebagai bahan utama, perlu ditambahkan dengan aditif untuk meningkatkan sifat mekanisnya. Untuk memperkuat karakteristik mekanisnya, bioplastik juga diperkuat dengan adanya gliserol, sorbitol dan selulosa. Modifikasi bahan (pati) dilakukan untuk mengubah sifat mekanis alaminya. Penggunaan berbagai bahan bioplastik yang beragam memberikan karakteristik unik pada produk tersebut. (Coniwanti *et al.*,2014 ; Yesika, 2020).

Standar mutu bioplastik ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Standar Mutu Bioplastik (Haryati, 2017)

No.	Standar Mutu Bioplastik	Nilai
1.	Nilai kuat tarik	1-10 Mpa
2.	Nilai elongasi	10-20 %
3.	Nilai daya serap air	Maks. 21,5% pada suhu 25°C
4.	Nilai biodegradasi	100% dalam 60 hari

Bioplastik merupakan produk yang diproduksi dari sumber daya terbarukan dan memiliki kemampuan untuk secara alami terurai melalui proses daur ulang biologis. Hal ini bertujuan untuk menjaga keberlanjutan sumber daya alam tak terbaharui dan membantu mengatasi emisi gas rumah kaca, misalnya etilen maupun

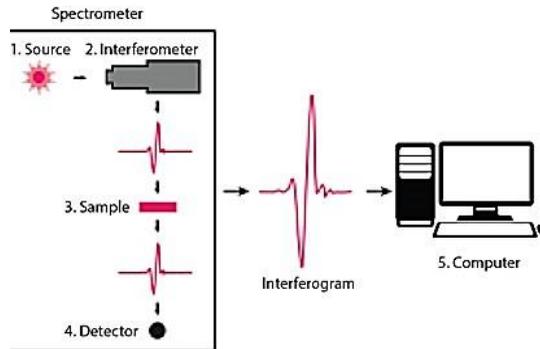
metana, yang merupakan produk dari degradasi polimer oleh paparan cahaya matahari.

Pemanfaatan bioplastik dapat digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya sebagai bahan kemasan untuk produk pangan, berperan sebagai penghambat difusi O_2 , uap air, dan zat-zat flavor. Pemanfaatan dalam kemasan bahan pangan memiliki keunggulan, seperti menjaga produk sehingga tidak mudah kadaluwarsa dan tidak berbahaya bagi lingkungan. Bioplastik juga menawarkan berbagai kelebihan, seperti ekonomis, fleksibel, transparan, tidak mudah pecah, kuat, beberapa tahan panas dan stabil, serta mampu dikombinasikan dengan bahan kemasan lainnya (Sriwahyuni, 2017; Siregar, 2022).

B. Karakterisasi

1. Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Spektroskopi FT-IR adalah alat yang tersusun oleh transformasi Fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrum. Bagian inti FTIR merupakan *interferometer Michelson*, atau pendeteksi sinyal dan frekuensi (Silviah *et al.*, 2019). Gambar dari disajikan melalui Gambar 2.8.

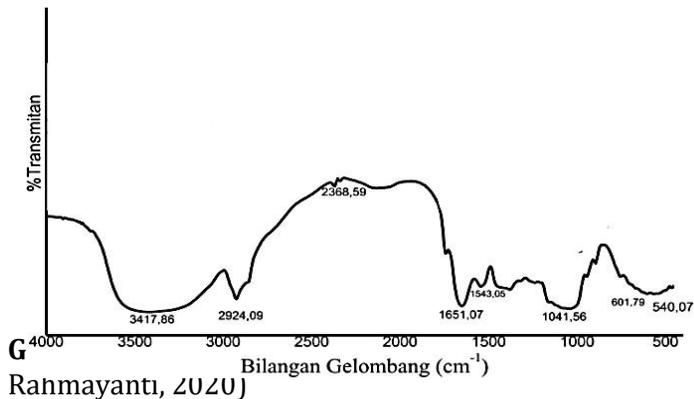


Gambar 2. 8 Spektroskopi FTIR (Nahir, 2017)

Prinsip dasar spektroskopi FTIR melibatkan interaksi energi dengan materi dimana sampel tersebut ditempatkan di jalur radiasi inframerah. Ketika radiasi inframerah melewati sampel, sebagian energi diserap oleh molekul dalam sampel, sementara sebagian lainnya tetap dilewatkan. Spektrum yang dihasilkan mencerminkan tingkat absorpsi molekul dan transmisi, membentuk pola sidik jari khas molekul yang ada dalam sampel tersebut.

Dalam uji gugus fungsi, sampel bahan larut dalam KBr dan kemudian diuji menggunakan alat FTIR. Hasil pengujian biopolimer menggunakan instrumen ini akan menunjukkan bentuk grafik spektrum mencerminkan nilai bilangan gelombang dan persentase transmitansi (Falah *et al.*, 2021).

Karakterisasi gugus fungsi pati biji asam, telah dilakukan oleh (Pembayun & Rahmayanti, 2020) disajikan pada Gambar 2.9 dan gugus fungsinya pada Tabel 2.4.

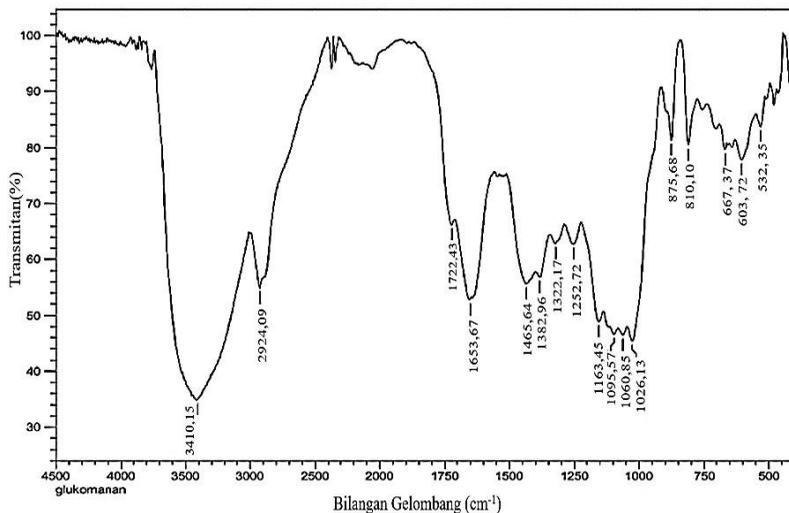


Tabel 2.4 Gugus Fungsi dari pati biji asam jawa (Pembayun & Rahmayanti, 2020)

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
O-H (Hidroksil)	3417,86
C-H (Alkana)	2924,09
C=O (Karbonil)	1651.07
C-O (Eter)	1041.56
C-H (Alkil Halida)	810,10

Karakterisasi gugus fungsi glukomanan umbi porang dengan FTIR, telah dilakukan oleh Septiawan

et al., (2021) digambarkan melalui Gambar 2.10 dan gugus fungsinya pada Tabel 2.5.



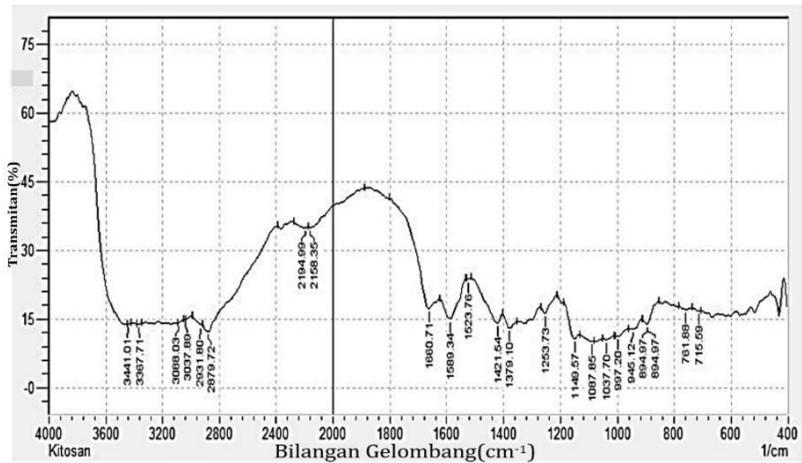
Gambar 2. 10 Spektrum FTIR dari glukomanan umbi porang (Septiawan *et al.*, 2021)

Tabel 2. 5 Gugus Fungsi dari glukomanan umbi porang (Septiawan *et al.*, 2021)

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
O-H (Hidroksil)	3410,15
C-H (Alkana)	2924,09
C=O (Karbonil)	1653,67
C-O (Eter)	1026,13
CH(β-pyranosa)	810,10

Karakterisasi gugus fungsi kitosan dengan FTIR, telah dilakukan oleh (Agustina *et al.*, 2015)

disajikan melalui Gambar 2.11 dan gugus fungsinya pada Tabel 2.6.

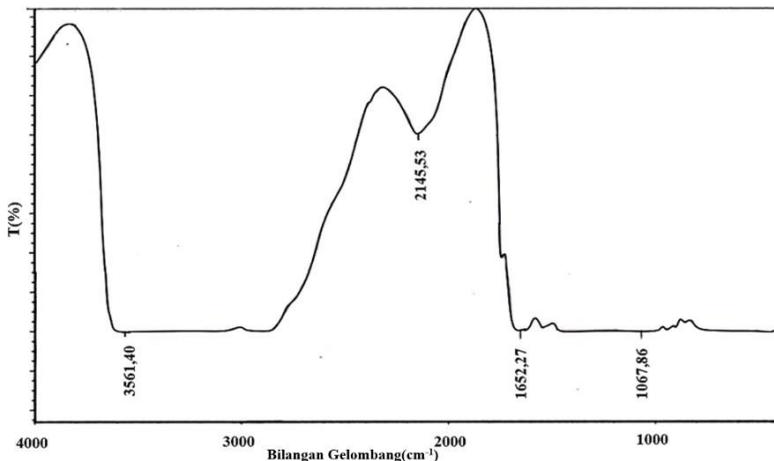


Gambar 2. 11 Spektra FTIR Kitosan (Agustina *et al*, 2015)

Tabel 2.6 Gugus Fungsi dari Kitosan (Agustina *et al*, 2015)

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
O-H(Hidroksil)	3441,01
C-H(Alkana)	2879,72
C=O (Karbonil)	1660,71
N-H (Amina)	1589,34
C-O (Eter)	1087,85

Selain itu, pengujian gugus fungsi bioplastik pati biji asam dengan penambahan kitosan telah berhasil dilakukan oleh Nahir *et al*. (2017) disajikan melalui Gambar 2.12 dan gugus fungsinya pada Tabel 2.7.



Gambar 2. 12 Spektra FTIR bioplastik pati biji asam dan kitosan (Nahir *et al.*2017)

Tabel 2. 7 Gugus Fungsi bioplastik pati biji asam jawa (Nahir *et al.*2017)

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)
O-H (Hidroksil)	3561
N-H (Amina)	1651,27
C-O (Ester)	1067,86

2. Uji Kuat Tarik (*Tensile strength*)

Kekuatan didefinisikan dengan besarnya tegangan yang mampu dikendalikan oleh suatu bahan pada saat mengalami tarikan maupun regangan sebelum patah. Hal tersebut menunjukkan kemampuan bahan dalam menahan beban tanpa mengalami kerusakan.

Kerusakan terjadi karena adanya tekanan berlebih atau deformasi struktur (Nahir, 2017).

Prinsip dasar dari alat uji ini adalah dengan menarik suatu bahan, sehingga dapat diamati bagaimana bahan tersebut merespons terhadap gaya tarikan dan sejauh mana terjadi perpanjangan material tersebut. Alat uji tarik eksperimental ini perlu dilengkapi dengan cengkeraman yang kokoh dan memiliki kekakuan yang tinggi agar dapat mengatasi tegangan yang dihasilkan selama pengujian. Gambar alat uji kuat tarik disajikan melalui Gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Alat Uji Kuat Tarik (Rojtica, 2021).

Nilai kuat tarik dapat dihitung melalui persamaan 2.1

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0} \quad (2.1)$$

Dengan F_{maks} adalah beban maksimum (kg), σ adalah kuat tarik (kg/cm²), dan A_0 adalah luas penampang awal (cm²)(Nahir, 2017).

3. Uji Perpanjangan (*Elongation*)

Elongasi adalah perubahan panjang maksimum suatu bahan sebelum mengalami putus. Untuk menguji sifat mekanik suatu bahan, terdapat metode pengujian khusus yang digunakan. Dalam hal uji tarik, metode yang umum digunakan adalah metode uji ASTM D638-02a-2002. Metode ini dirancang untuk mengukur sifat tarik material termoplastik, termasuk elongasi atau perubahan panjang maksimum sebelum terjadi putus. Sementara itu, untuk mengukur kuat ulur atau elongasi, metode uji IK-MT-30.71 sering digunakan. Metode ini memberikan informasi tentang sejauh mana bahan dapat meregang sebelum mencapai titik putusnya. Kuat ulur sering kali diukur dalam persentase elongasi, yang mengindikasikan persentase perubahan panjang maksimum dibandingkan dengan panjang awal bahan (Ariyani *et al.*, 2019).

Nilai persen pemanjangan suatu film dipengaruhi oleh adanya plasticizer, yakni bahan tambahan yang mampu meningkatkan nilai elongasi sehingga film bioplastik tidak kaku. Tanpa penambahan plasticizer, struktur film pasti dapat menjadi rapuh dan kaku karena

sifat alami amilosa dan amilopektin. Amilosa memiliki kecenderungan untuk membentuk struktur yang lebih padat dan kaku, sementara amilopektin cenderung memberikan keuletan. Namun, interaksi antara keduanya tanpa plasticizer dapat menghasilkan suatu film dengan struktur yang kurang fleksibel. (Kristiani, 2015). Perhitungan nilai elongasi dapat diperoleh dari persamaan 2.2

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.2)$$

Dengan ε adalah persentase perpanjangan (%), Δl adalah pertambahan panjang (cm), dan l_0 adalah panjang mula-mula (cm) (Nahir, 2017).

4. Uji Daya Serap Air

Analisis ketahanan air digunakan untuk mengetahui keteraturan dan interaksi ikatan yang terjadi dalam suatu polimer. Sifat ketahanan biopolimer dalam air dapat diketahui melalui uji *swelling*, yaitu nilai pengembangan bioplastik setelah penyerapan air. Gel yang mengembang terbentuk dari proses difusi dari molekul pelarut ke dalam polimer (Kristiani, 2015). Bioplastik dengan persentase daya serap air rendah menunjukkan sifat ketahanan terhadap air yang baik maka sifat bioplastik yang dibuat semakin baik (Coniwanti *et al.*, 2014).

Nilai daya serap air dapat diketahui melalui persamaan 2.3

$$\text{Penyerapan Air} = \frac{W-W_0}{W_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

dengan W adalah berat akhir setelah perendaman (g) dan W_0 adalah berat awal sebelum perendaman(g). Sedangkan persentase ketahanan air dihitung melalui persamaan 2.4

$$\text{Ketahanan air} = 100\% - \% \text{ daya serap} \quad (2.4)$$

5. Uji Biodegradasi

Pengujian ini dibutuhkan dalam penentuan bioplastik yang dapat memenuhi standar yang ada. Bioplastik dianggap terurai paling sedikit 60% dari beratnya selama seminggu. Berdasarkan Standar Internasional (ASTM5336) untuk PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris menetapkan waktu 60 hari sebagai lamanya kemampuan biodegradasi untuk plastik tersebut. Proses degradasi umumnya terjadi melalui reaksi hidrolisis, di mana rantai polimer secara acak dipotong pada gugus fungsinya, mengakibatkan pengurangan berat. Laju reaksi ini dipengaruhi oleh kecepatan difusi air yang terjadi pada polimer (Sitepu *et al.*, 2012). Pengurangan massa bioplastik setelah dikubur dengan m_1 adalah massa setelah dikubur (g)

dan m_0 adalah massa sebelum dikubur (g) dapat dihitung melalui persamaan 2.5

$$\% \text{ massa} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\% \quad (2.5)$$

C. Kajian Riset yang Relevan

Penelitian yang dilakukan oleh Nahir (2017) mengenai Pengaruh Penambahan Kitosan Pada Karakteristik Bioplastik Dari Pati Biji Asam (*Tamarindus indica L.*) menunjukkan bahwa kualitas terbaik untuk penambahan kitosan terdapat dalam sampel dengan kitosan 4% dimana harga kuat tarik 27.62 MPa, dan nilai ketahanan air 74%. Nilai elongasi terbaik terdapat pada konsentrasi kitosan 0% yaitu 33,8%. Akan tetapi, penelitian ini belum membahas sifat biodegradabilitas bioplastik pati biji asam (Nahir, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Jabbar (2017) mengenai Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Kulit Kentang (*Solanum Tuberosum, L*) menunjukkan kualitas terbaik penambahan kitosan pada konsentrasi 3% dengan sifat mekanik mencapai 23,39 MPa dan elongasi mencapai 21,11%. Akan tetapi, bioplastik dengan sifat ketahanan terhadap air yang optimum terdapat pada penambahan

konsentrasi kitosan 5% yaitu sebesar 82,2% (Jabbar, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Purnavita (2020) mengenai Karakteristik Bioplastik Pati Aren Dan Glukomanan menjelaskan hasil kualitas terbaik bioplastik yaitu rasio glukomanan:pati aren 1:1 dengan kuat tarik 1,5 MPa, perpanjangan 20% dan persen ketahanan air 100%. Akan tetapi, penelitian ini belum membahas pengaruh komposisi glukomanan terhadap sifat biodegradabilitas bioplastik glukomanan-pati aren (Purnavita *et al.*, 2020)

Riset yang dilakukan oleh Sitepu *et.al* (2021) mengenai Pengaruh Campuran Dan Rasio Bahan Pembentuk Komposit Maizena : Glukomanan Terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik menunjukkan hasil yang kualitas terbaik yaitu maizena:glukomanan dengan rasio (25:75) dengan harga kuat tarik 6,99 MPa, nilai elongasi 16,5%, pengembangan sebesar 78,78% dan terdegradasi pada hari ke-7 (Sitepu *et al.*, 2021).

D. Hipotesis

Bioplastik berbahan pati memiliki sifat mekanik yang rendah dan daya serap air yang tinggi. Penambahan glukomanan diharapkan dapat meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik. Penambahan kitosan yang memiliki

sifat hidrofobik diharapkan mampu menurunkan nilai daya serap air dan mengoptimalkan kekuatan tarik dari bioplastik yang dihasilkan. Dengan demikian, kemungkinan bioplastik yang terbuat dari campuran pati biji asam glukomanan, dan penambahan kitosan akan menghasilkan bioplastik yang memenuhi semua parameter baku mutu SNI bioplastik meliputi kuat tarik, elongasi, daya serap air dan waktu biodegradasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2023 hingga September 2023 di Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Uji kekuatan mekanik dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro Semarang.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan antara lain, yaitu *magnetic stirrer*, pipet tetes, tabung reaksi, corong gelas, cawan petri, batang pengaduk, termometer cetakan bioplastik, gelas ukur, erlenmeyer, gelas kimia, ayakan 100 mesh, neraca analitik, *hotplate stirrer (Dlab MS7-H550-S)*, *oven (Mettler)*, *Universal Testing Machine (Brookfield CT 3 4500)*, spektrofotometer FTIR (*Alpha II Bruker*).

2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah tepung biji asam jawa, tepung glukomanan umbi porang, kitosan dari toko kimia chem mix, larutan Iod (Merck, p.a), asam asetat 1% (CH_3COOH , Merck, p.a), polivinil alkohol (PVA, Merck, p.a), aquades dan tanah kompos untuk uji biodegradasi.

C. Prosedur Percobaan

1. Ekstraksi pati

Pati biji asam diperoleh melalui tahap ekstraksi. Tahapan awal ekstraksi yaitu menghaluskan tepung biji asam dengan air menggunakan blender di mana perbandingan tepung:air adalah 1:2. Setelah itu, ekstrak disaring menggunakan kain lap halus. Larutan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam gelas kimia berukuran 1 liter dan dibiarkan mengendap dalam 12 jam pada kondisi tertutup. Proses pengendapan ini akan menghasilkan dua lapisan. Lapisan bawah adalah endapan pati sedangkan lapisan atas adalah hasil pengendapan. Endapan pati yang diperoleh kemudian dikeringkan selama 24 jam, sedangkan air hasil pengendapan dibuang. Pati yang sudah kering diayak menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Pati yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan instrument FTIR dan dilakukan uji kualitatif melalui uji iod.

2. Uji Kualitatif Pati Biji Asam

Pati biji asam diuji secara kualitatif melalui uji Iod. Hasil ekstraksi pati dimasukkan ke dalam papan uji sebanyak 0,5 gram, kemudian ditetesi pati dengan larutan iod. Kandungan pati dalam sampel akan terdeteksi dengan timbulnya warna biru (Widyaningsih *et al.*, 2012).

3. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan

Pembuatan bioplastik diawali dengan penimbangan pati biji asam dan glukomanan, dimana jumlah massa pati biji asam-glukomanan adalah 3 gram. Rasio campuran terdiri dari 5 variasi (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100). Campuran dilarutkan dalam 47 mL CH_3COOH 1%, kemudian dipanaskan dalam suhu 75°C selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 mL polivinil alkohol, lalu dipanaskan kembali selama 10 menit hingga homogen. Larutan yang sudah homogen dituang ke dalam cetakan. Kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Lembaran bioplastik pati biji asam-glukomanan dikarakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air dan uji biodegradasi (Sitepu *et.al* 2021).

4. Pembuatan Larutan Kitosan 2%, 3%, dan 4%

Kitosan ditimbang sebanyak 0,2 gram, 0,3 gram, dan 0,4 gram berturut-turut. Serbuk kitosan yang dimasukkan dalam gelas beaker ditambahkan CH_3COOH 1%(v/v) dengan volume 10 mL. Larutan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* dalam suhu 80°C selama 30 menit (Nahir, 2017).

5. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan-Kitosan

Pembuatan bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan dilakukan dengan melarutkan pati biji asam-glukomanan dengan komposisi terbaik yang diperoleh pada langkah 4 ke dalam asam asetat 1% sebanyak 42 mL. Kemudian ditambahkan larutan kitosan dengan variasi 0%, 2%, 3%, dan 4% (b/v) pada masing-masing beaker glass dengan volume 10 ml. Larutan dihomogenkan pada suhu 75°C selama 5 menit menggunakan *hot plate stirrer*. Selanjutnya tambahkan 1 mL polivinil alkohol dan dipanaskan kembali 10 menit hingga homogen. Setelah itu dikeringkan pada oven selama 24 jam. Bioplastik pati biji asam-glukomanan- kitosan dikarakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air dan uji biodegradasi (Sitepu *et.al* 2021).

D. Karakterisasi

1. Uji Kekuatan Mekanik

Uji kekuatan mekanik meliputi uji kuat tarik dan uji elongasi pada bioplastik. Proses pengujian ini mengikuti ASTM D638-02a-2002, menggunakan alat *universal testing machine* (AND MCT-2150). Bioplastik dipotong dengan ukuran 1x5 cm (Nahir, 2017). Daerah pengukuran pada alat *universal testing mechine* diatur dengan beban yang sesuai serta diatur *pen recorder* dalam keadaan mula-mula (nol). Selanjutnya, tombol penggerak dan penjepit dinyalakan. Bioplastik diamati sampai sampel terputus. Nilai kuat tarik dan elongasi dapat dihitung dengan persamaan 2.1 dan 2.2.

2. Uji Daya Serap Air

Prosedur uji ini diawali dengan preparasi sampel ukuran 2x2 cm. Sampel ditimbang untuk mengetahui massa sebelum perendaman (W_0). Kemudian siapkan wadah berisi air dan masukkan sampel yang sudah ditimbang ke dalam air selama 10 detik. Sampel yang sudah direndam air dikeringkan dengan tisu lalu ditimbang kembali untuk mengetahui massa sampel setelah perendaman (W). Setelah itu diulangi sebanyak 3 kali pengulangan (triplo). Persentase daya serap dihitung dengan persamaan 2.3 dan 2.4 (Nahir, 2017).

3. Uji Biodegradasi

Lembaran bioplastik pati biji asam-glukomanan (PG), pati biji asam-glukomanan-kitosan (PGK) dipotong dengan ukuran 2x5 cm lalu ditimbang untuk mengetahui berat awal. Kemudian dikubur dalam tanah dengan posisi kedalaman yang sama dalam selang waktu perhari yaitu 0 hari, 1 hari, 2 hari, dan seterusnya hingga seluruh sampel terdegradasi sempurna (Rojtica, 2021). Persentase pengurangan massa dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik bioplastik pati biji asam-glukomanan umbi porang-kitosan. Bioplastik dibuat dari pati biji asam-glukomanan disingkat dengan nama bioplastik PG. Variasi komposisi pati biji asam :glukomanan pada bioplastik PG, yaitu : 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 dan hasil yang paling optimum akan dilakukan penambahan kitosan dengan variasi konsentrasi 2%, 3%, dan 4%. Sampel bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan disingkat dengan nama bioplastik PGK. Terdapat tiga sampel bioplastik PGK, yaitu PGK 2%, PGK 3%, dan PGK 4%. Bioplastik dengan masing-masing variasi akan diuji sifat mekaniknya menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*), lalu uji daya serap air dan uji biodegradasi. Sedangkan bioplastik dengan komposisi optimum selanjutnya diidentifikasi gugus fungsi menggunakan instrumen FTIR.

A. Ekstraksi Pati dari Tepung Biji Asam

Pati biji asam diperoleh dari ekstraksi tepung biji asam. Tepung biji asam dilarutkan dalam air dengan perbandingan 500 gram:1000 mL, hal ini bertujuan untuk membentuk endapan pati. Proses pengendapan dilakukan

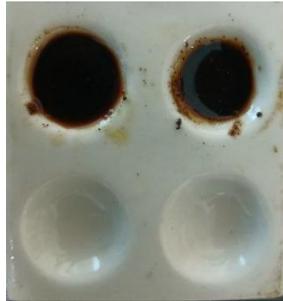
selama 12 jam dalam keadaan tertutup bertujuan untuk memisahkan dua lapisan yaitu endapan pati dan air hasil pengendapan. Endapan pati yang dihasilkan lalu dikeringkan dalam oven, hal ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan air dalam endapan. Pati yang sudah kering diayak dengan ayakan 100 mesh untuk memisahkan kontaminan dan memperoleh pati dengan ukuran yang seragam (Nahir, 2017). Pati yang dihasilkan dalam penelitian ini berwarna coklat dapat terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Ekstraksi Pati dari Tepung Biji Asam

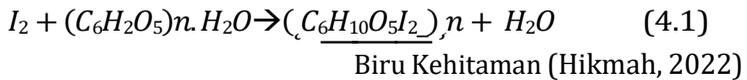
Pati biji asam diidentifikasi secara kualitatif melalui uji iod. Uji iod berfungsi untuk mendeteksi adanya kandungan pati dalam bioplastik. Uji iod dilakukan dengan cara memasukkan 0,5 gram sampel pati yang berwarna coklat ke dalam papan uji, setelah ditetesi indikator iod campuran berubah menjadi biru kehitaman.

Hal ini menunjukkan adanya pati yang terkandung dalam tepung biji asam jawa. Hasil uji kualitatif dengan Iod dapat terlihat pada Gambar 4.2.

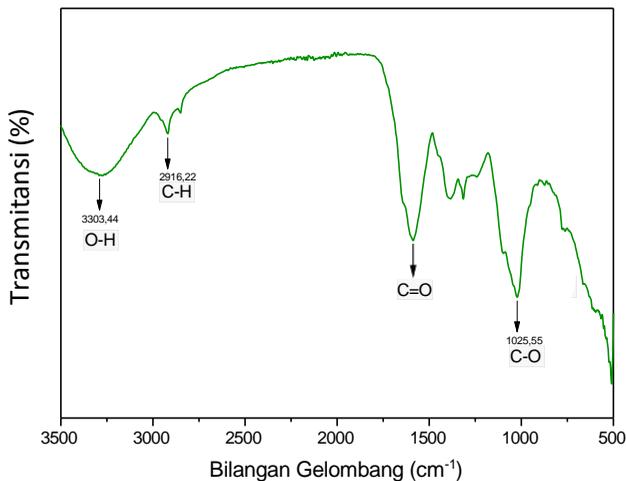


Gambar 4. 2 Uji Kualitatif Pati

Reaksi iodium dengan amilum dapat dilihat sebagaimana pada persamaan 4.1 :



Selain itu, tepung yang mengandung pati biji asam juga dikarakterisasi dengan FTIR. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya gugus-gugus fungsi dalam tepung yang mengandung pati biji asam (Nahir, 2017). Hasil spektra FTIR tepung yang mengandung pati biji asam dapat terlihat pada Gambar 4.3.



Tabel 4. 1 Hasil uji FTIR Tepung Pati Biji Asam

Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	
		Hasil Sintesis Pati Biji Asam	Penelitian Pati Biji Asam (Pembayun & Rahmayanti, 2020)
O-H	3200-3550	3303,44	3417,86
C-H	2800-3100	2916,55	2924,09
C=O	1680-1750	1722	1651,07
C-O	1080-1300	1025,55	1041,56

Berdasarkan pada Gambar 4.3, gugus pati dapat dianalisa bahwa terlihat adanya serapan O-H pada bilangan gelombang 3303,44 cm⁻¹. Terdapat serapan C-H pada bilangan gelombang 2916,55 cm⁻¹. Kemudian terlihat adanya gugus C=O pada bilangan gelombang 1604 cm⁻¹. Terdapat gugus C-O pada bilangan gelombang 1025,55 cm⁻¹. Tanda adanya gugus-

gugus spesifik pati yaitu adanya gugus -OH, C-H, C-O (Zulaidah 2012). Sehingga dari spektra FTIR dapat disimpulkan bahwa pati telah berhasil didapatkan.

B. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan (PG)

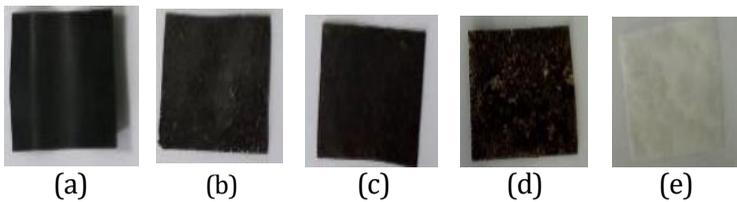
Pembuatan bioplastik menggunakan metode *blending materials*. *Blending materials* adalah proses pencampuran dua bahan atau lebih menjadi satu. Pembuatan bioplastik diawali dengan penimbangan pati biji asam dan glukomanan, dimana jumlah massa pati biji asam-glukomanan adalah 3 gram. Rasio campuran terdiri dari 5 variasi, yaitu: 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, dan 0:100. Rasio campuran dan massa campuran pati biji asam:glukomanan disajikan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Rasio campuran pati biji asam:glukomanan

Rasio campuran	Massa campuran pati bijiasam:glukomanan (g)
100:0	3:0
75:25	2,25:0,75
50:50	1,5:1,5
25:75	0,75:2,25
0:100	0:3

Kemudian campuran dilarutkan dengan asam asetat 1% sebanyak 47 mL. Larutan bioplastik diaduk dan dipanaskan diatas *hot plate stirrer* ($75 \pm 2^\circ\text{C}$), hal ini dilakukan untuk menghomogenkan larutan.

Setelah terbentuk larutan yang homogen, ditambahkan 1 mL polivinil alkohol. Fungsi penambahan polivinil alkohol adalah sebagai pemlastis bioplastik. Kemudian dipanaskan kembali hingga larutan berbentuk gel. Kemudian gel dicetak dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 50°C selama 24 jam hingga bioplastik dapat dilepas dari cetakan. Hasil sintesis disajikan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Hasil sintesis bioplastik (a) PG 100:0 (b) PG 75:25 (c) PG 50:50 (d) PG 25:75 (e) PG 0:100

a. Uji Kekuatan Mekanik

Uji kekuatan mekanik dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tarik dan elongasi dari bioplastik yang disintesis. Pengukuran kuat tarik (*Tensile Streght*) bertujuan untuk mengetahui besarnya suatu gaya yang diperlukan untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap luas area bioplastik (Nahir, 2017). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi terbaik dari pati dan glukomanan yang digunakan. Hasil

pengujian yang diperoleh berupa nilai kuat tarik dan nilai elongasi. Hasil pengujian nilai kuat tarik dan elongasi bioplastik pati-glukomanan (PG) ditunjukkan pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Hasil Uji kekuatan mekanik bioplastik

Sampel Bioplastik	Hasil Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik SNI (MPa)	Hasil Elongasi (%)	Elongasi SNI (%)
PG 100:0	1,73		3,7	
PG 75:25	0,40		4,2	
PG 50:50	0,20	1-10	1,5	10-20
PG 25:75	1,18		6,0	
PG 0:100	2,55		20,8	

Berdasarkan tabel nilai kekuatan mekanik di atas, Bioplastik PG 100:0 memiliki nilai kuat tarik cukup baik sebesar 1,73 MPa, namun nilai elongasinya sangat kecil yaitu 3,7%. Sampel bioplastik pati biji asam-glukomanan (PG) yang optimum adalah PG 25:75 dengan nilai kuat tarik 1,18 MPa dan nilai elongasi atau perpanjangan 6,0 %. Tabel 4.3 menunjukkan bahwa penambahan glukomanan pada bioplastik pati biji asam berpengaruh terhadap nilai elongasi, di mana nilai elongasi tertinggi terdapat pada PG 0:100 sebesar 20,8%. Hal ini menunjukkan

bahwa semakin besar konsentrasi glukomanan nilai elastisitas yang dihasilkan semakin besar (Siswanti *et al.*, 2013). Hal tersebut dikarenakan nilai elastisitas dipengaruhi oleh kuat tarik, sehingga semakin besar nilai kuat tarik maka nilai elastisitas akan semakin besar dan bahan semakin elastis (Banu *et al.*, 2021) . Bioplastik PG 0:100 menunjukkan nilai kekuatan mekanik tertinggi yaitu nilai kuat tarik sebesar 2,55 MPa dan elongasi 20,8%, namun bioplastik PG 0:100 tidak digunakan untuk tahap selanjutnya karena nilai elongasi telah melebihi standar baku mutu SNI elongasi yaitu 10-20%. Selain itu, bahan dasar penyusunnya hanya glukomanan, di mana glukomanan merupakan bahan baku yang cukup mahal karena proses ekstraksi dan pemurnian yang rumit.

Dengan demikian, bioplastik PG dengan rasio 25:75 adalah bioplastik yang paling optimum, karena biji asam memiliki nilai ekonomis dari segi harga dibandingkan glukomanan dan keberlanjutan ketersediaan bahan baku bisa terjamin karena tidak mengandalkan satu jenis bahan baku saja (Purnavita *et al.*, 2020).

Berdasarkan data sifat kekuatan mekanik, nilai kuat tarik bioplastik tergolong relatif rendah karena harga kuat tarik tertinggi hanya mencapai 2,55 MPa, sedangkan SNI kuat tarik sendiri 1-10 MPa sehingga dibutuhkan tambahan penguat berupa kitosan. Berdasarkan hasil uji elongasi pada bioplastik PG, nilai elongasi yang memenuhi SNI hanya pada variasi PG 0:100 dimana nilai elongasinya sebesar 20,8% sedangkan SNI elongasi sendiri sebesar 10-20%.

b. Uji Daya Serap air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan bioplastik yang disintesis terhadap air. Hasil uji daya serap diperoleh pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Uji Daya Serap Air

Sampel Bioplastik	Hasil Uji Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air SNI (%)
PG 100:0	100±0,13	
PG 75:25	70,09±0,18	Maksimum
PG 50:50	53,21±0,15	21,5% pada
PG 25:75	48,84±0,14	suhu 25°C
PG 0:100	24,51±0,10	

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas bioplastik dari campuran pati biji asam-glukomanan memiliki daya

serap air yang tinggi karena pati biji asam sendiri bersifat hidrofilik. Daya serap air paling minimal pada bioplastik PG 0:100 yaitu $24,51 \pm 0,10$ %, hal ini karena semakin besar massa glukomanan maka nilai daya serap air semakin menurun.

Berdasarkan SNI nilai daya serap air adalah maksimum 21,5% pada suhu 25°C, maka bioplastik dari campuran pati biji asam-glukomanan belum memenuhi standar tersebut. Oleh karena itu diperlukan tambahan kitosan untuk menurunkan nilai daya serap air.

c. Uji Biodegradasi

Bioplastik dapat dikatakan ramah lingkungan apabila dapat terdegradasi dengan baik. Uji biodegradasi ini dilakukan sesuai metode yang dilakukan oleh Rojtica, 2021. Pada penelitian ini bioplastik dikubur dalam tanah kompos. Kerusakan bioplastik dapat diketahui dari pengurangan massa bioplastik saat dikubur dalam tanah kompos selama beberapa waktu hingga 100% hilang. Hasil uji biodegradasi bioplastik PG disajikan melalui Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Uji biodegradasi

Sampel Bioplastik	Lama terdegradasi 100% (hari)	Waktu degradasi SNI (hari)
PG 100:0	8	
PG 75:25	9	100 % dalam 60 hari
PG 50:50	10	
PG 25:75	10	
PG 0:100	12	

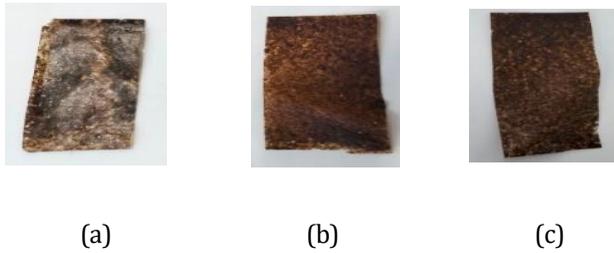
Waktu biodegradasi paling cepat pada bioplastik PG variasi 100:0 yaitu 8 hari. Hal ini disebabkan komposit bioplastik terbuat dari pati saja yang sifatnya hidrofilik sehingga dapat meningkatkan kelembapan bioplastik. Semakin lembab bioplastik maka semakin mudah bereaksi dengan mikroorganisme sehingga lebih cepat terdegradasi dalam tanah.

Berdasarkan data daya serap air yang diperoleh sebelumnya menunjukkan bahwa bioplastik dengan nilai daya serap tinggi memiliki kemampuan biodegradasi yang lebih cepat dibandingkan dengan bioplastik dengan nilai daya serap rendah. Hal tersebut menunjukkan dalam kondisi lembab mikroorganisme pendegradasi dapat berkembang dengan baik sehingga dapat mempercepat waktu

degradasi. Berdasarkan SNI waktu biodegradasi bioplastik sempurna pada waktu 60 hari, maka bioplastik PG yang disintesis sudah memenuhi SNI bioplastik.

C. Sintesis Bioplastik Pati Biji Asam-Glukomanan-Kitosan (PGK)

Pada tahap sebelumnya yaitu sintesis bioplastik PG variasi 100:0; 75:25; 50:50; 25:75; 0:100, maka dapat diperoleh hasil bioplastik dengan variasi optimum. Berdasarkan analisis sifat mekanik dan waktu degradasi menunjukkan bahwa bioplastik PG 25:75 adalah yang paling optimum, hal ini karena biji asam merupakan limbah yang memiliki nilai ekonomis dari segi harga. Penggunaan biji asam dan glukomanan bisa terjamin keberlanjutan dan ketersediaannya karena tidak mengandalkan satu jenis bahan baku saja. Selanjutnya komposisi paling optimum ini dicampurkan dengan kitosan variasi 2%, 3%, dan 4%. Hasil sintesis bioplastik PGK disajikan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Hasil Sintesis Bioplastik (a) PGK 2% (b) PGK 3% (c) PGK 4%

a. Uji Kekuatan Mekanik

Uji kekuatan mekanik dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tarik dan elongasi dari bioplastik yang di sintesis. Nilai kekuatan mekanik bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan (PGK) yang diperoleh disajikan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji kekuatan mekanik bioplastik PGK

Sampel Bioplastik	Hasil Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik SNI (MPa)	Hasil Elongasi (%)	Elongasi SNI (%)
PGK 2%	1,43		5,2	
PGK 3%	4,06	1-10	10,0	10-20
PGK 4%	2,35		4,0	

Berdasarkan tabel nilai kekuatan mekanik diatas, maka bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan (PGK) yang terbaik adalah bioplastik PGK 3% dengan nilai kuat tarik 4,06 MPa dan elongasi 10,0 %.

Nilai kuat tarik bioplastik PGK 3% sudah memenuhi SNI kuat tarik yaitu 1-10 MPa dan elongasi 10-20%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kitosan dapat memperbaiki sifat mekanik bioplastik PG sebelumnya yang memiliki nilai kuat tarik sebesar 1,18 MPa menjadi 4,06 MPa. Penambahan kitosan dapat menambah nilai kuat tarik pada bioplastik. Pada penambahan kitosan 4% nilai kuat tarik bioplastik menurun, hal ini disebabkan karena kitosan ditambahkan secara berlebih, maka nilai kuat tarik bioplastik akan menurun kembali (Dwi Hartatik & Nuriyah, 2014). Penurunan ini dikarenakan penambahan kitosan yang sudah terlalu jauh dari berat campuran. Proses pencampuran tidak homogen akan mengakibatkan penyebaran komponen dari bioplastik kurang merata sehingga mengakibatkan penurunan nilai kuat tarik (Ramadhani, 2021).

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan bahwa nilai elongasi meningkat dari bioplastik PGK 2% ke PGK 3%, sedangkan pada bioplastik PGK 4 % nilai elongasi mengalami penurunan menjadi 4.0%. Penurunan nilai elongasi ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulnya karena kitosan membentuk ikatan hidrogen. Kitosan memiliki

struktur rantai polimer linear. Struktur rantai polimer linear ini yang akan memberikan sifat kuat dan juga kaku, namun juga dapat menjadikan bioplastik lebih mudah putus atau kurang fleksibilitas (Ramadhani, 2021).

Berdasarkan SNI, kuat tarik 1-10 MPa dan elongasi adalah 10-20% maka bioplastik PGK 3% dalam penelitian ini menjadi satu-satunya sampel yang telah memenuhi standar dengan nilai kuat tarik 4,06 MPa dan elongasi 10,0%.

b. Uji Daya Serap air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan bioplastik yang disintesis terhadap air. Hasil uji daya serap diperoleh pada Tabel 4.7 :

Tabel 4. 7 Uji Daya Serap Air Bioplastik PGK

Sampel	Hasil Uji Daya	Daya Serap Air
Bioplastik	Serap (%)	SNI (%)
PGK 2%	18,70±0,09	Maksimum
PGK 3%	13,06±0,07	21,5% pada
PGK 4%	9,30±0,05	suhu 25°C

Berdasarkan tabel 4.7 diatas bioplastik dari campuran pati biji asam-glukomanan-kitosan memiliki daya serap air yang rendah karena adanya tambahan kitosan dalam campuran bioplastik. Daya serap air paling minimal pada bioplastik PGK 4% yaitu

9,30±0,05 %, hal ini karena semakin besar konsentrasi kitosan maka nilai daya serap air semakin menurun. Hal ini disebabkan karena kitosan bersifat hidrofobik (tidak suka air), sehingga akan menurunkan nilai daya serap air pada bioplastik. Semakin rendah persentase daya serap air maka bioplastik akan semakin tahan terhadap air (Ramadhani, 2021).

Berdasarkan SNI nilai daya serap air adalah maksimum 21,5 % pada suhu 25°C, maka bioplastik PGK 2%, 3% dan 4% sudah memenuhi standar tersebut.

c. Uji Biodegradasi

Bioplastik dapat dikatakan ramah lingkungan apabila dapat terdegradasi dengan baik. Uji biodegradasi ini dilakukan sesuai metode yang dilakukan oleh Rojtica, 2021. Pada penelitian ini bioplastik dikubur dalam tanah kompos. Kerusakan bioplastik dapat diketahui dari pengurangan massa bioplastik saat dikubur dalam tanah kompos selama beberapa waktu. Hasil uji biodegradasi disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Uji biodegradasi bioplastik PGK

Sampel Bioplastik	Lama terdegradasi 100% (hari)	Waktu degradasi SNI (hari)
PGK 2 %	14	100 % dalam 60 hari
PGK 3 %	15	
PGK 4 %	17	

Pada penelitian ini uji biodegradable menggunakan tanah dan kompos untuk mendegradasi sampel bioplastik. Untuk mendegradasi sampel bioplastik dipendam didalam tanah dan kompos serta dilakukan pengamatan perubahan massa sampel bioplastik sampai terdegradasi sempurna.

Berdasarkan hasil uji biodegradasi sampel bioplastik PGK, sampel dengan lama waktu degradasi paling cepat yaitu 14 hari dan paling lambat 17 hari. Waktu biodegradasi paling cepat pada bioplastik PGK 2% yaitu 14 hari. Waktu degradasi paling lama terjadi pada bioplastik PGK 4% yaitu 17 hari. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi kitosan menyebabkan semakin lama bioplastik terurai di dalam tanah. Menurut Coniwanti dkk (2014) kitosan memiliki sifat yang tidak

menyukai air sehingga sukar larut dalam air yang berada di dalam tanah.

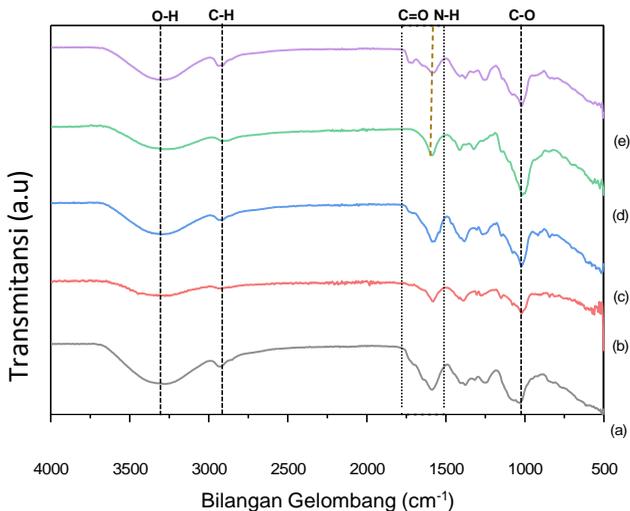
Kitosan juga memiliki sifat antibakterial, sehingga tahan terhadap mikroorganisme yang berada di dalam tanah. Kedua hal inilah yang membuat bioplastik dengan penambahan kitosan semakin banyak akan lebih lama terurai. Hal ini juga dijelaskan oleh Widodo dkk (2019) bahwa kitosan merupakan biopolimer yang memiliki gugus hidroksil yang memiliki muatan negatif dan gugus amina bebas yang bermuatan positif. Adanya gugus amina bebas yang tidak larut dalam air, akan membuat kitosan bersifat hidrofobik sehingga tahan terhadap air. Sifat hidrofobik pada kitosan akan mengakibatkan lebih lama terurai.

Berdasarkan SNI waktu biodegradasi 100% dalam waktu 60 hari, maka semua variasi bioplastik PGK yang disintesis sudah memenuhi SNI bioplastik.

D. Analisis Gugus Fungsi dengan FT-IR Bioplastik PG dan PGK

Analisis gugus fungsi dengan FT-IR dilakukan pada sampel bioplastik yang optimum yaitu bioplastik PG 25:75

dan bioplastik PGK 3%. Hasil karakterisasi disajikan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Hasil FT-IR (a) Bioplastik PG 100:0 (b) Bioplastik PG 0:100 (c) Bioplastik PG 25:75 (d) Serbuk Kitosan (e) Bioplastik PGK 3%

Tabel 4. 9 Hasil Serapan Bioplastik PG dan PGK optimum

Gugus Fungsi	Daerah Serapan (cm ⁻¹)	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)				
		Biop. PG 100:0	Biop. PG 0:100	Biop. PG 25:75	Serbuk Kitosan	Biop. PGK 3%
O-H	3200-3550	3296	3295	3296	3295	3294
C-H	2800-3100	2922	2919	2919	2879	2916
C=O	1680-1750	1690	1686	1679	-	1714
N-H	1580-1650	-	-	-	1598	1586
C-O	1080-1300	1034	1021	1022	1026	1024

Tabel 4. 10 Intensitas Transmittansi Bioplastik PG dan PGK Optimum

Gugus Fungsi	Bioplastik PG 25:75		Bioplastik PGK 3%	
	Bioplastik gelombang (cm ⁻¹)	Transmittansi (%)	Bioplastik gelombang (cm ⁻¹)	Transmittansi (%)
O-H	3296	0,8652	3294	0,7784
C-H	2919	0,9200	2916	0,8699
C=O	1679	0,9369	1714	0,8870
N-H	-	-	1586	0,8236
C-O	1023	0,7431	1024	0,6091

Sampel bioplastik PG 100:0 yang berhasil disintesis diuji dengan FT-IR, dari hasil uji FT-IR diperoleh daerah serapan 3276,39 cm⁻¹, 2922,57 cm⁻¹, 1690 cm⁻¹ dan 1034,82 cm⁻¹. Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O dan C-O. Data gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa bioplastik hasil sintesis mengandung pati biji asam, hal ini karena adanya serapan yang khas dari pati yaitu gugus O-H, C-H, dan C-O. Gugus tersebut berasal dari komponen penyusun pati yaitu amilosa dan amilopektin. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu FT-IR bioplastik tepung yang mengandung pati biji asam tanpa kitosan diperoleh gugus fungsi O-H dan C-O pada daerah serapan 3621 cm⁻¹ dan 1067 cm⁻¹(Nahir *et al.*, 2017).

Sampel bioplastik PG 0:100 yang berhasil disintesis diuji dengan FT-IR, dari hasil uji FT-IR diperoleh daerah

serapan $3275,49\text{ cm}^{-1}$, $2919,77\text{ cm}^{-1}$, 1686 cm^{-1} dan $1021,14\text{ cm}^{-1}$. Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O dan C-O. Data gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa bioplastik hasil sintesis mengandung glukomanan, hal ini karena adanya serapan yang khas dari glukomanan yaitu gugus O-H dan C-O sebagai struktur penyusun glukomanan, sedangkan ikatan C-H merupakan identifikasi adanya gugus aldehyd yang merupakan struktur dasar dari pembentukkan polisakarida (Khairunnisa, 2021).

Bioplastik PG 25:75 yang berhasil disintesis diuji dengan FT-IR, dari hasil uji FT-IR diperoleh daerah serapan $3291,03\text{ cm}^{-1}$, $2919,05\text{ cm}^{-1}$, 1679 cm^{-1} dan $1022,38\text{ cm}^{-1}$. Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O dan C-O. Data gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa bioplastik hasil sintesis mengandung pati biji asam dan glukomanan, hal ini karena adanya serapan yang khas dari bioplastik tepung yang mengandung pati biji asam dan glukomanan yaitu gugus O-H, C-H dan C-O (Khairunnisa, 2021).

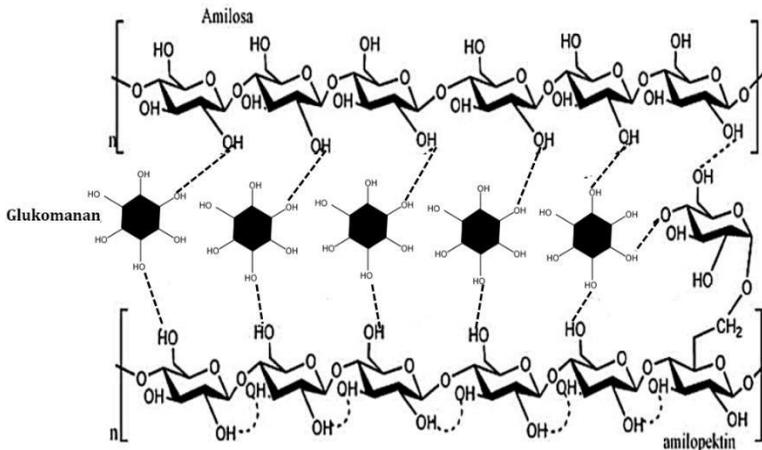
Hasil FT-IR serbuk kitosan diperoleh daerah serapan $3295,54\text{ cm}^{-1}$; $2879,61\text{ cm}^{-1}$; $1598,79\text{ cm}^{-1}$, dan $1026,05\text{ cm}^{-1}$. Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, N-H dan C-O. Data

gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa sampel yang dianalisis adalah kitosan. Hal ini karena adanya serapan yang khas dari kitosan yaitu gugus O-H, N-H, C-H dan C-O. Gugus-gugus fungsi tersebut merupakan gugus fungsi karakteristik pada kitosan (Khairunnisa, 2021).

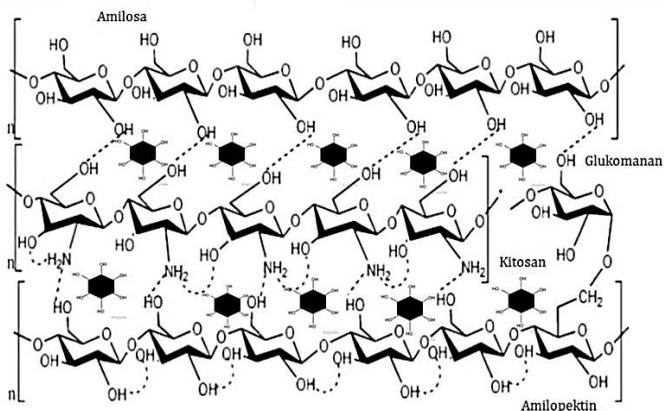
Boplastik PGK 3% yang berhasil disintesis diuji dengan FT-IR, dari hasil uji FT-IR diperoleh daerah serapan $3294,41\text{ cm}^{-1}$; $2916,82\text{ cm}^{-1}$; $1714,14\text{ cm}^{-1}$; $1586,48\text{ cm}^{-1}$; dan $1024,44\text{ cm}^{-1}$. Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O dan C-O yang berasal dari pati dan glukomanan dan gugus N-H dari kitosan (Khairunnisa, 2021). Pada bilangan gelombang $3294,41\text{ cm}^{-1}$ merupakan karakteristik gugus O-H yang menunjukkan adanya ikatan hidrogen. Puncak yang dihasilkan semakin tajam mengindikasikan terbentuknya ikatan hidrogen. Gugus O-H berasal dari pati, glukomanan dan kitosan. Sedangkan ikatan hidrogen terjadi ketika sebuah molekul atom O ataupun N yang terdapat pada kitosan berinteraksi dengan atom H dari amilosa dan amilopektin (Ningsih & Ariyani, 2019).

Pembuatan bioplastik merupakan proses pencampuran secara kimia dengan adanya gaya antarmolekul yaitu ikatan hidrogen antar molekul amilosa,

molekul amilopektin dan molekul kitosan. Interaksi tersebut digambarkan dalam Gambar 4.7 dan Gambar 4.8. Gambar tersebut dibuat berdasarkan sumber Setiani *et. al* (2013) dengan modifikasi penambahan glukomanan.



Gambar 4. 8 Interaksi Hidrogen antara amilosa, glukomanan dan amilopektin



Gambar 4. 7 Interaksi ikatan hidrogen antar molekul amilosa, kitosan dan amilopektin

Berdasarkan hasil FT-IR bioplastik PG dan PGK terdapat gugus fungsi baru yaitu gugus N-H yang merupakan karakteristik gugus fungsi kitosan. Akan tetapi, terdapat perbedaan intensitas serapan gugus O-H pada bioplastik PG bilangan gelombang 3296 cm^{-1} dan intensitas $0,8652\%$. Puncak serapan pada PGK 3% bilangan gelombang 3296 cm^{-1} dan intensitas $0,7784\%$, memiliki puncak yang lebih tajam. Hal tersebut terjadi karena adanya ikatan hidrogen antar molekul pati, glukomanan dan kitosan sehingga terjadi pergeseran ke bilangan gelombang yang lebih rendah yaitu dari bilangan gelombang 3296 cm^{-1} pada sampel PG 25:75 ke bilangan gelombang 3294 cm^{-1} pada sampel PGK 3%.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pati dari tepung biji asam berhasil disintesis dengan karakteristik berwarna coklat. Uji kualitatif tepung yang mengandung pati biji asam telah menunjukkan adanya kandungan pati dengan terbentuknya kompleks biru kehitaman. Karakterisasi gugus fungsi pati dengan FT-IR ditemukan daerah serapan gugus O-H, C-H, C=O, dan C-O pada bilangan gelombang $3303,44\text{ cm}^{-1}$; $2916,55\text{ cm}^{-1}$; 1722 cm^{-1} ; $1025,55\text{ cm}^{-1}$; 759 cm^{-1} yang merupakan gugus penyusun dari pati.
2. Bioplastik pati biji asam-glukomanan-kitosan berhasil disintesis dengan komposisi yang optimum yaitu PGK 3%. Karakterisasi gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan daerah serapan gugus O-H, C-H, C=O, N-H dan C-O pada bilangan gelombang 3240 cm^{-1} ; 2924 cm^{-1} ; 1713 cm^{-1} ; 1545 cm^{-1} ; 1026 cm^{-1} . Bioplastik PGK 3% mempunyai komposisi paling optimum yang telah memenuhi SNI bioplastik dengan nilai kuat tarik sebesar 4,06 MPa nilai elongasi sebesar 10%. Nilai daya

- serap air 13,06 % dan waktu terdegradasi selama 15 hari.
3. Penambahan glukomanan dan kitosan berpengaruh terhadap kuat tarik dan daya serap air bioplastik yang dihasilkan. Penambahan glukomanan dan kitosan menyebabkan kenaikan harga kuat tarik dari 1,18 MPa menjadi 4,06 MPa dan harga elongasi dari 6,0% menjadi 10,0% serta menurunkan nilai daya serap air dari 48,84% menjadi 13,06%, sehingga semua parameter baku mutu SNI meliputi kuat tarik, elongasi, dan daya serap air.
 4. Hasil uji biodegradasi bioplastik PG 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100 yaitu terdegradasi sempurna dalam 8, 9, 10, 10, 12 hari. Bioplastik PGK 2%, 3%, 4% terdegradasi sempurna selama 14, 15, 17 hari. Sedangkan SNI biodegradasi yaitu terdegradasi sempurna dalam 60 hari, sehingga semua variasi bioplastik telah memenuhi SNI biodegradasi pada bioplastik.

B. Saran

Disarankan untuk mengkonfirmasi pati yang diperoleh dari biji asam dan mengkonfirmasi ulang % komposisi pada masing-masing bahan pembuatan bioplastik berbahan dasar pati biji asam-glukomanan umbi porang-kitosan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina. (2015). Isolasi Kitin, Karakterisasi, dan Sintesis Kitosan Dari Kulit Udang. *Jurnal Kimia*, 9(2), 271–278.
- Ariyani, D., Puryati Ningsih, E., & Sunardi, S. (2019). Pengaruh Penambahan Carboxymethyl Cellulose Terhadap Karakteristik Bioplastik Dari Pati Ubi Nagara (*Ipomoea batatas L.*). *Indo. J. Chem. Res.*, 7(1), 77–85. <https://doi.org/10.30598//ijcr.2020.7-sun>
- Astuti, A. D. (2018). Penerapan Kantong Plastik Berbayar Sebagai Upaya Mereduksi Penggunaan Kantong Plastik. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan Dan IPTEK*, 12(1), 32–40. <https://doi.org/10.33658/jl.v12i1.50>
- Banu, S., Sitepu, P., Harsojuwono, B. A., Hartiati,. (2021). Pengaruh Campuran dan Rasio Bahan Pembentuk Komposit terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Industri* 9(2), 157–165.
- Coniwanti, Pamilia,. Dewi Pertiwi, D. M. P. (2014). Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Gliserol dan VCO (*Virgin Coconut Oil*) Terhadap Karakteristik Edible Film dari Tepung Aren. *Jurnal Teknik Kimia*, 20, 17–24.
- Dwi Hartatik, Y., & Nuriyah, L. (2014). Effect of Chitosan Composition on Mechanical Properties and Biodegradable Bioplastics. *Brawijaya Physics Student Journal*, 1–4.
- Dwiyono, K., Candra Sunarti, T., Suparno, O., & Haditjaroko, L. (2014). Penanganan Pascapanen Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri Blume*) Studi Kasus di Madiun, Jawa Timur. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 24(3), 179–188.
- Falah, Z. K., Suryati, S., Sylvia, N., Meriatna, M., & Bahri, S. (2021). Pemanfaatan Tepung Glukomanan Dari Pati Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film. *Chemical*

- Engineering Journal Storage*, 1(3), 50.
<https://doi.org/10.29103/cejs.v1i3.5064>
- Hafilah. (2013). Penggunaan Pati Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica L.*) Sebagai Bahan Pengikat dalam Tablet Paracetamol Secara Granulasi Basah. *Skripsi Universitas Hasanuddin*.
- Hikmah, Nurul. (2022). *Aplikasi Edible Film Pati Kulit Pisang Kepok (Musa Babisiana C.) Dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera L.) Pada Mentimun (Cucumis Sativus L.)* Skripsi UIN Walisongo Semarang.
- Jabbar, U. F. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum. L.*). *Skripsi UIN Alauddin Makassar*.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). The Development Potential of Sago and Cassava Starch- Based Biodegradable Plastic in Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67.
<https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Khairunnisa, Zakeina Falah, Suryati, N. S. (2021). Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (*Amorphophalus Muelleri Blume*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film. *Chemical Engineering Journal Storage*, 3(Desember), 50–62.
- Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A. F. (2018). Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses *Melt Intercalation*. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 53. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1204>
- Nahir, N. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (*Tamarindicus Indica L.*). *Skripsi*. UIN Alauddin Makassar.
- Nandika, A., Harsojuwono, B. A., & Arnata, I. W. (2021). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Pemlastis terhadap Bioplastik Glukomanan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(1), 75–84.
- Ningsih, E. P., & Ariyani, D. (2019). *Effects of Carboxymethyl Cellulose Addition on The Characteristics of Bioplastic from Nagara Sweet Potatoes (Ipomoea batatas L.) St.*

- Indo. J. Chem. Res.*, 7(1), 77–85.
- Nugraheni, B., P, A. S., & Advistasari, Y. D. (2018). Identifikasidan Analisis Kandungan Makronutrien Glukomanan Umbi Porang (*Amorphophallus onchophyllus*). *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik (JIFFK)*15(2), 77–82.
- Pembayun, S. W. R., & Rahmayanti, M. (2020). Efektivitas Biji Asam Jawa Sebagai Koagulan Alami Dalam Menurunkan Konsentrasi Zat Warna Remazol Red Dan Nilai Cod. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 9(2), 162–169. <https://doi.org/10.23887/jstundiksha.v9i2.28171>
- Purnavita, S., & Anggraeni, A. (2019). Pengaruh Penambahan Beeswax Dan Gliserol Terhadap Karakteristik Poliblend Glukomanan – Polivinil Alkohol (PVA). *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 33–39. <https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3023>
- Purnavita, S., Subandriyo, D. Y., & Anggraeni, A. (2020). Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Komposit Pati Aren dan Glukomanan. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*16(1), 19–25.
- Purwanto, A. (2010). Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Pati Umbi Porang (*Amorphophalus Muelleri Blume*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Edible Film. *Widya Warta* 01, 10–22.
- Raharjo, B. A., Wayan, N., Dewi, S., & Haryani, K. (2012). Pemanfaatan Tepung Glukomanan dari Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus Oncophyllus*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan *Edible Film*. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*1(1), 401–411.
- Ramadhani, A. A. (2021). Karakterisasi Bioplastik Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri*) dengan Penambahan Kitosan Sisik Bandeng. *Skripsi* UIN Sunan Ampel Surabaya.
- Rojtica, M. A. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan–

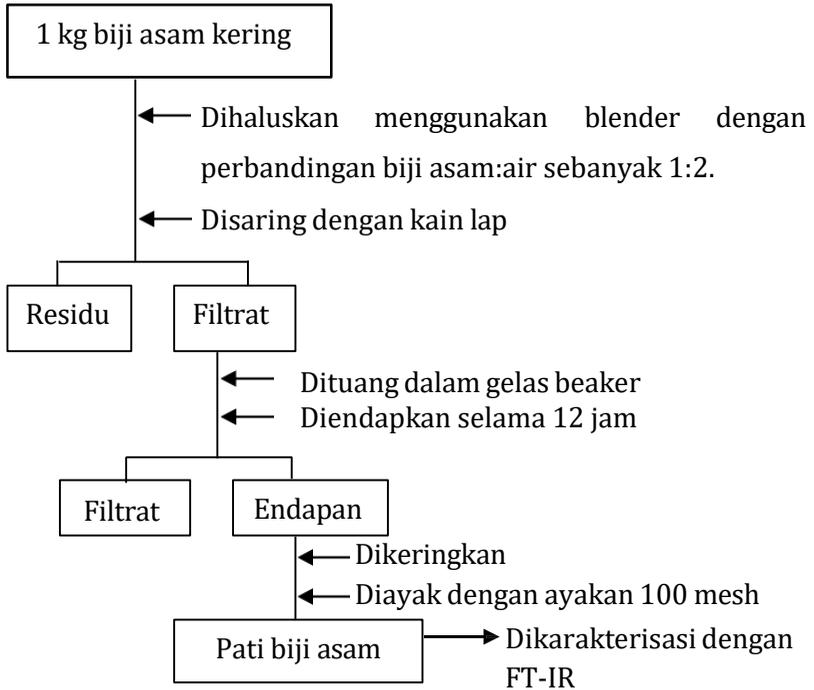
- Gliserol. *Skripsi* UIN Walisongo.
- Rumengan, I. F. M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., & Luntungan, A. H. (2018). *Nanokitosan Dari Sisik Ikan : Aplikasinya Sebagai Pengemas Produk Perikanan*.
- Sari, Ramdana, & Suhartati. (2019). Tumbuhan Porang : Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*, 12(2), 97–110.
- Septiawan, A. R., Cahya, G., Darma, E., & Aryani, R. (2007). *Pembuatan dan Karakterisasi Glukomanan dari Umbi Porang (Amorphophallus muelleri Blume .) sebagai Bahan Pengikat Tablet. Prosiding Farmasi*.
<http://dx.doi.org/10.29313/v0i0.29642>
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013a). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(2).
<https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.506>
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013b). Preparation and characterization of edible films from polunlend pati sukun-kitosan. *Valensi*, 3(2), 100–109.
- Shihab, M. Q. (2002). *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati
- Silalahi, M. (2020). Bioaktivitas Asam Jawa (Tamarindus indica) Dan Pemanfaatannya. *Florea : Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 7(2), 85.
<https://doi.org/10.25273/florea.v7i2.7323>
- Silviah, S., S. C., & Masrurroh. (2019). Penggunaan Metode FT-IR Untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma. *Pharmaceutical Research*, 0274, 1–9.
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Hasibuan, R., & Ginying, M. H. S. (2014). Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 3(2), 19–24.
- Siswanti, Anandito, R. B. K., & Manuhara, G. J. (2013). Karakterisasi Edible Film Komposit Dari Glukomanan

- Umbi Iles-iles (*Amorphopallus muelleri* Blume) Dan Maizena. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(2). <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13526>
- Sitepu, S. B. P., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2021). Pengaruh Campuran dan Rasio Bahan Pembentuk Komposit terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), 157. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i02.p01>
- Situmorang, F. U., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2019). *The Effect of Concentration of Yam Starch (Colocasia esculenta) and Type of Plasticizer on Bioplastic Characteristics*. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 457.
- Widyaningsih, S., Kartika, D., & Tri Nurhayati, Y. (2012). Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik Dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, 7(1), 69. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2012.7.1.108>
- Yesika, B. (2020). Pemanfaatan Pati Biji Salak Dan Singkong Sebagai Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan Dengan Penambahan *Plasticizer* Sorbitol Dan Gliserol. *Skripsi UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- Yunieta, M. (2021). Pemanfaatan dan Pengolahan Tepung Glukomanan Umbi Porang (*Amorphopallus muelleri*) Sebagai Bahan Pengenyal Produk Olahan. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15, 348–361.
- Yunita, T., Rizky, D. Y., Rahajeng, U. P., & Fredy, K. (2019). Glucomanan Extract From Salak Seed (*Salacca edulis* Reinw.) As An Alternative Material of Making Hard Capsule Shell. *SPECTA Journal of Technology*, 2(1), 37–42. <https://doi.org/10.35718/specta.v2i1.93>

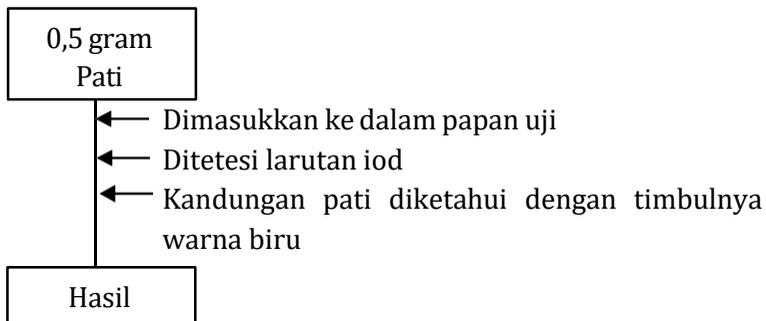
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Prosedur Kerja

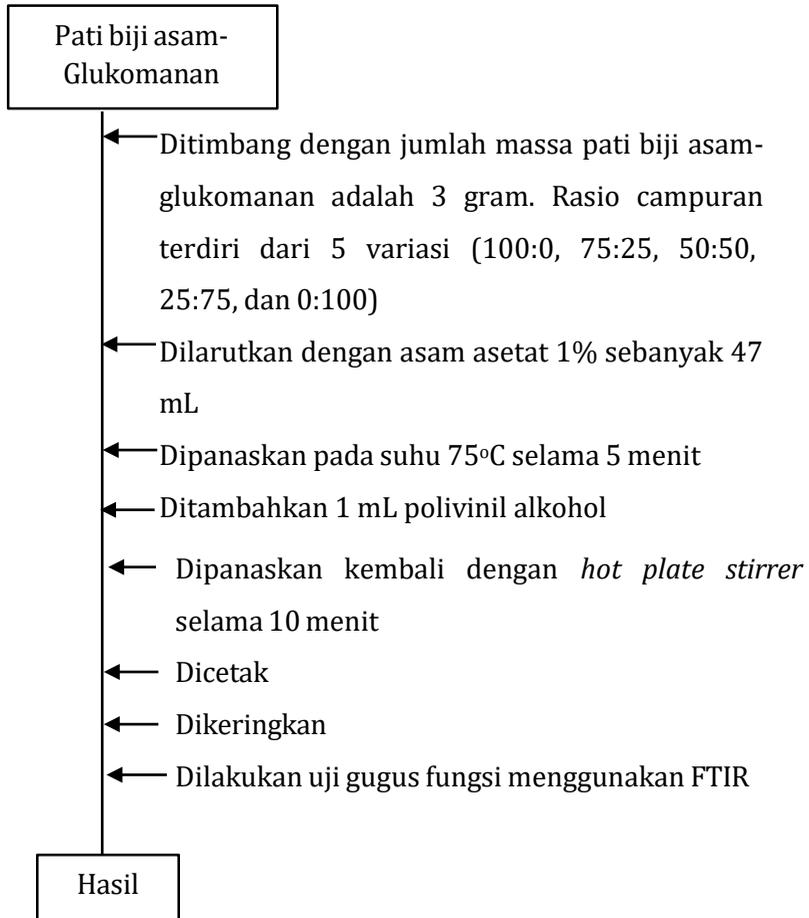
Bagian 1. Ekstraksi Pati

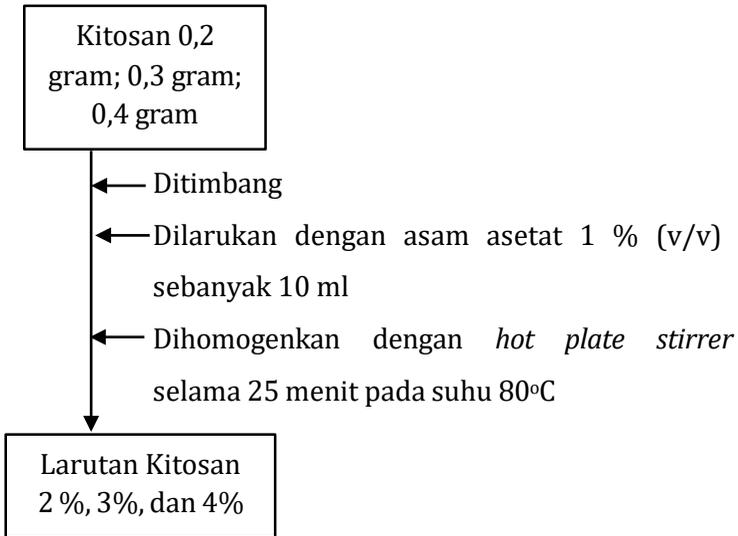
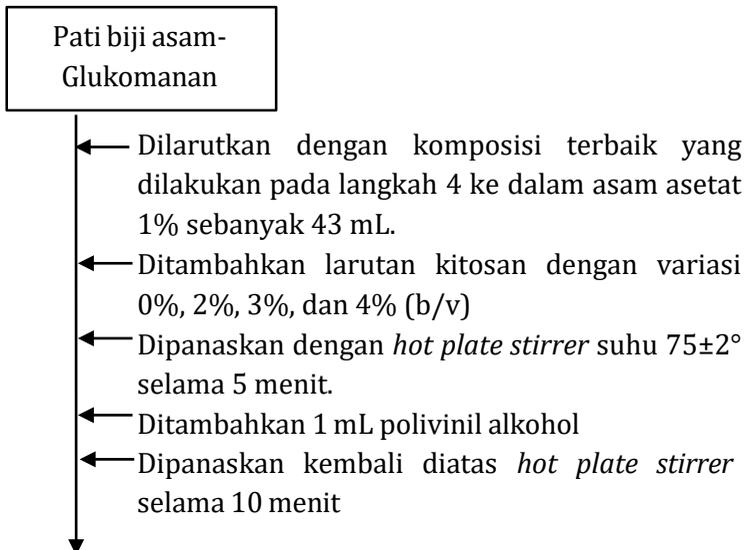


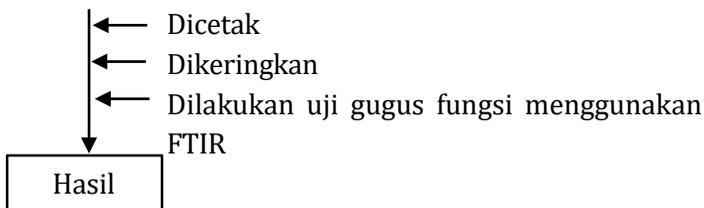
Uji Iod



Bagian 2. Sintesis Bioplastik Pati-Glukomanan (PG)

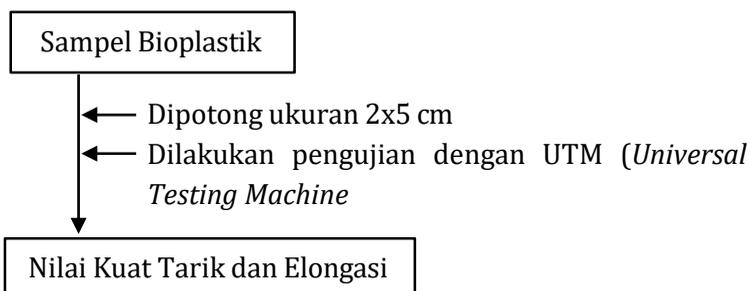


Bagian 3. Pembuatan Larutan Kitosan 2 %,3%, dan 4%**Bagian 4. Sintesis Bioplastik Pati-Glukomanan-Kitosan (PGK)**

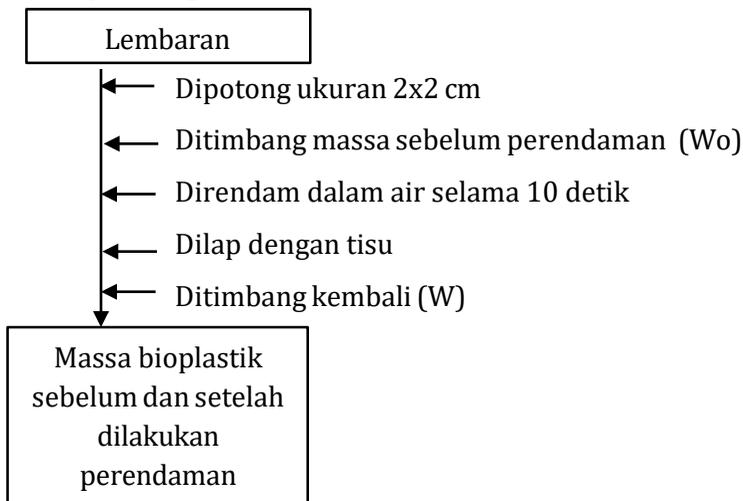


Bagian 4. Pengujian Bioplastik

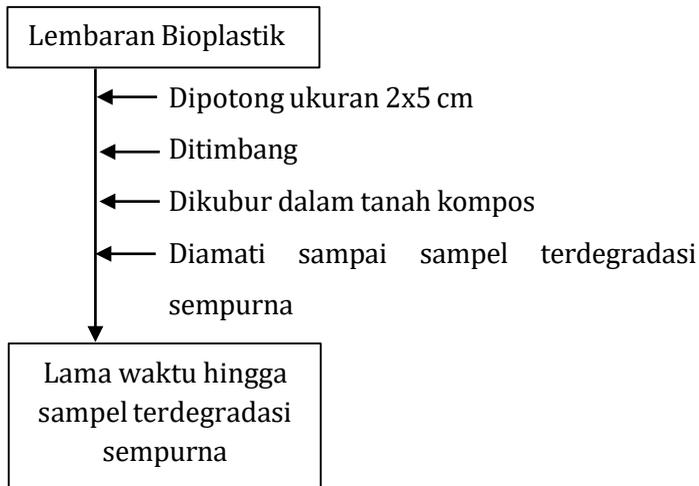
Uji Kekuatan Mekanik



Uji Daya Serap Air



Uji Biodegradasi



Lampiran 2. Hasil Uji Kekuatan Mekanik

Optimasi Massa Pati-Glukomanan

Sampel Bioplastik	Hasil Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik SNI (MPa)	Hasil Elongasi (%)	Elongasi SNI (%)
PG 100:0	1,73		3,7	
PG 75:25	0,40		4,2	
PG 50:50	0,20	1-10	1,5	10-20
PG 25:75	1,18		6,0	
PG 0:100	2,55		20,8	

Variasi Kitosan

Sampel Bioplastik	Hasil Kuat Tarik (MPa)	Kuat Tarik SNI (MPa)	Hasil Elongasi (%)	Elongasi SNI (%)
PGK 2%	1,43		5,2	
PGK 3%	4,06	1-10	10,0	10-20
PGK 4%	2,35		4,0	

Lampiran 3. Uji Daya Serap

1. Sampel Bioplastik PG 100:0

$$\begin{aligned}
 \text{Air serap} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,1397 - 0,0974}{0,0974} \times 100 \% \\
 &= 100\%
 \end{aligned}$$

2. Sampel Bioplastik PG 75:25

$$\begin{aligned}
 \text{Air serap} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,1193 - 0,0698}{0,0698} \times 100 \% \\
 &= 70,09\%
 \end{aligned}$$

3. Sampel Bioplastik PG 50:50

$$\begin{aligned}
 \text{Air serap} &= \frac{W-W_0}{W_0} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,1169 - 0,0763}{0,0763} \times 100 \% \\
 &= 53,21\%
 \end{aligned}$$

4. Sampel Bioplastik PG 25:75

$$\begin{aligned} \text{Air serap} &= \frac{W-W_o}{W_o} \times 100 \% \\ &= \frac{0,1074 - 0,0722}{0,0722} \times 100 \% \\ &= 48,84\% \end{aligned}$$

5. Sampel Bioplastik PG 0:100

$$\begin{aligned} \text{Air serap} &= \frac{W-W_o}{W_o} \times 100 \% \\ &= \frac{0,922 - 0,0741}{0,0741} \times 100 \% \\ &= 24,51\% \end{aligned}$$

6. Sampel Bioplastik PGK 2%

$$\begin{aligned} \text{Air serap} &= \frac{W-W_o}{W_o} \times 100 \% \\ &= \frac{0,0679 - 0,0572}{0,0572} \times 100 \% \\ &= 18,70\% \end{aligned}$$

7. Sampel Bioplastik PGK 3%

$$\begin{aligned} \text{Air serap} &= \frac{W-W_o}{W_o} \times 100 \% \\ &= \frac{0,074 - 0,0651}{0,0651} \times 100 \% \\ &= 13,06\% \end{aligned}$$

8. Sampel Bioplastik PGK 4%

$$\text{Air serap} = \frac{W-W_o}{W_o} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,0658 - 0,0602}{0,0602} \times 100 \%$$

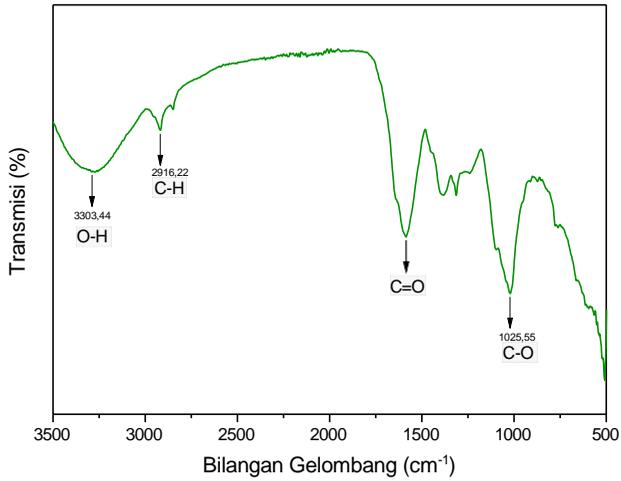
$$= 9,3\%$$

Lampiran 4. Uji Biodegradasi

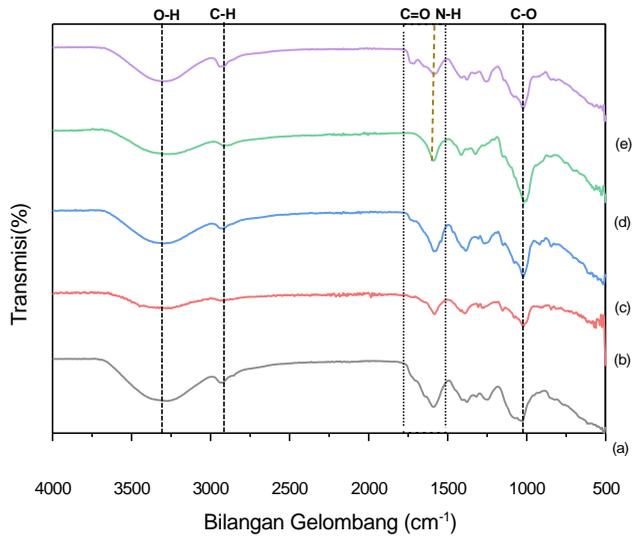
Sampel	Pengurangan massa									
	Hari ke-1 (% sisa)	Hari ke-3 (% sisa)	Hari ke-5 (% sisa)	Hari ke-8 (% sisa)	Hari ke-9 (% sisa)	Hari ke-10 (% sisa)	Hari ke-12 (% sisa)	Hari ke-14 (% sisa)	Hari ke-15 (% sisa)	Hari ke-17 (% sisa)
PG 100:0	0,1574	0,1161 (73,76)	0,0558 (35,45)							
PG 75:25	0,1477	0,1158 (78,41)	0,0989 (66,97)	0,0301 (20,38)						
PG 50:50	0,1521	0,1202 (79,03)	0,1012 (64,54)	0,0780 (51,29)	0,0302 (19,79)					
PG 25:75	0,1441	0,1308 (90,78)	0,1010 (70,1)	0,0722 (50,1)	0,027 (18,73)					
PG 0:100	0,1426	0,1277 (89,55)	0,0836 (58,62)	0,0701 (49,15)	0,0528 (37,02)	0,0285 (19,98)				
PGK 2%	0,1307	0,1203 (92,05)	0,0976 (74,22)	0,0802 (61,37)	0,0751 (57,56)	0,0495 (37,88)	0,0097 (7,43)			
PGK 3%	0,1750	0,1725 (98,58)	0,1622 (92,69)	0,1238 (70,75)	0,1101 (62,92)	0,0822 (46,98)	0,0256 (14,63)	0,0082 (4,69)		
PGK 4%	0,1808	0,1785 (98,73)	0,1624 (89,83)	0,1237 (68,42)	0,1049 (58,02)	0,0787 (43,44)	0,0438 (24,33)	0,0261 (14,44)	0,0104 (5,76)	

Lampiran 5. Data FT-IR

Spektrum FT-IR Pati Biji Asam

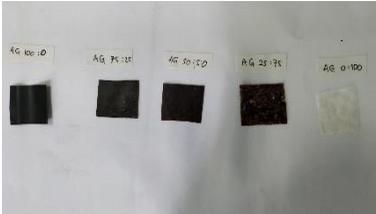


Spektrum FT-IR Bioplastik PG 100:0, PG 0:100, PG 25;75, Serbuk Kitosan dan bioplastik PGK 3%



Lampiran 6. Dokumentasi

No.	Aktivitas	Gambar
1.	Preparasi bubuk biji asam	
2.	Hasil ekstraksi pati	
3.	Uji Kualitatif pati	
4.	Sintesis bioplastik	

5.	Hasil sintesis bioplastik AG	
6.	Sintesis Bioplastik AGK	
7.	Uji daya serap	
8.	Uji biodegradasi	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama : Salza Dilla Permata
2. Tempat, Tanggal lahir : Madiun, 1 Maret 2001
3. Alamat Rumah : Ds. Cikarang Kota, Cikarang Utara, Kab. Bekasi
4. Nomor Hp : -
5. E-mail : salzadillap@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. SD Negeri Karang Baru 04 Lulus 2013
2. SMP Negeri 3 Cikarang Utara Lulus 2016
3. SMA Negeri 1 Cikarang Utara Lulus 2019
4. UIN Walisongo Semarang

