

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN
PATI KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca linn*)-
KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA SABUT
KELAPA (*Cocos nucifera L*) DAN PLASTICIZER GLISEROL**

SKRIPSI

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



Oleh: **Yahya Latif Maulana**

NIM : 2008036015

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN
PATI KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca linn*)-
KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA SABUT
KELAPA (*Cocos nucifera L*) DAN PLASTICIZER GLISEROL**

SKRIPSI

Oleh: Yahya Latif Maulana

NIM : 2008036015

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains dalam Ilmu Kimia**

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yahya Latif Maulana

NIM : 2008036015

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**“SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN
PATI KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca linn*)-
KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA SABUT
KELAPA (*Cocos nucifera L*) DAN PLASTICIZER GLISEROL”**

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

Semarang, 13 Agustus 2024

Pernyataan,


Yahya Latif Maulana

NIM: 2008036015

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik
Berbahan Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa
paradisiaca linn*)-Kitosan dengan Selulosa
Sabut Kelapa (*Cocos nucifera L*) dan
Penambahan *Plasticizer* Gliserol

Penulis : Yahya Latif Maulana

NIM : 2008036015

Jurusan : Kimia

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

Semarang, 13 Agustus 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,



Zidni Azizati, M. Sc.

NIP. 1990111720180112001

Sekretaris Sidang,



Mutista Hafshah, M. Si.

NIP. 199401022019032015

Penguji I,



Dr. Ervin Tri Suryandari, M. Sc.

NIP. 197407162009122001

Penguji II,



Kholidah M. Sc.

NIP. 198508112019032008

Pembimbing,



Zidni Azizati, M. Sc.

NIP. 1990111720180112001

NOTA DINAS

Semarang, 18 Juli 2024

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

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

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

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik
Berbahan Pati Kulit Pisang Kepok
(*Musa paradisiaca linn*)-Kitosan dengan
Penambahan Selulosa Sabut Kelapa (*Cocos
nucifera L*) dan *Plasticizer* Gliserol
Penulis : Yahya Latif Maulana
NIM : 2008036015
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. Wr. Wb.

Pembimbing,



Zidni Azizati, M. Sc

NIP: 1990111720180112001

ABSTRAK

Sampah plastik menjadi masalah karena sulit terurai di alam. Bioplastik menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut. Bahan dasar yang sering digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah pati karena sifatnya mudah terurai, salah satunya pati kulit pisang kepok karena kadar patinya sebesar 27,70%. Bioplastik berbahan dasar pati masih menghasilkan nilai daya serap air yang tinggi, sehingga pencampuran pati dengan selulosa merupakan solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi sifat-sifat bioplastik berbahan pati kulit pisang kepok dengan penguat kitosan dan *plasticizer* gliserol. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *blending materials*. Sintesis bioplastik dilakukan dengan membuat 4 variasi penambahan selulosa, dengan variasi berturut-turut yaitu (0%; 4%; 6%; dan 8%). Pengujian pada penelitian bioplastik pati kulit pisang kepok ini diantaranya uji kuat tarik, uji elongasi, uji daya serap air, uji biodegradasi, serta analisis gugus fungsi. Hasil penelitian menyatakan pada bioplastik setelah penambahan selulosa 4% menghasilkan nilai daya serap air yang menurun dengan nilai sebesar $16,44 \pm 0,978$. Adapun hasil kuat tarik yang meningkat sebesar 20,86 MPa dan elongasi sebesar 171,25%. Pengujian biodegradasi menunjukkan hasil bioplastik setelah penambahan selulosa 4% dapat terdegradasi 100% selama kurun waktu 27 hari.

Kata kunci: Kulit pisang kepok, pati, kitosan, gliserol, selulosa, sabut kelapa, bioplastik

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN PATI KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca Linn*)-KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA SABUT KELAPA (*Cocos nucifera L*) DAN *PLASTICIZER* GLISEROL". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan program pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M. Ag., selaku Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. H. Musahadi, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Mulyatun, M. Si., selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Walisongo Semarang.
4. Ibu Zidni Azizati, M. Sc., selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan semangat, serta saran, masukan, dan kritik yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini.

5. Ibu Dyah Fitasari, M. Si., selaku wali dosen penulis yang telah memberikan arahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh dosen dan staf akademik di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama penulis menempuh studi.
7. Kedua orang tua saya tercinta yang selalu memberikan dukungan penulis berupa moril maupun materil yang tak terhingga serta doa yang tidak ada putusnya yang diberikan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan studi sarjana hingga selesai.
8. Untuk diri saya sendiri yang sudah mampu melewati berbagai macam rintangan.
9. Untuk Wulandari yang selalu menyemangati dan mendukung sepenuhnya dalam penulisan skripsi ini.
10. Untuk Shafa Zidni Rizkia Mufida yang selalu memberi arahan serta dukungan selama penelitian.
11. Untuk Rion Wahyono yang sudah menjadi rekan satu penelitian dan membantu penulis dalam mengerjakan penulisan skripsi ini.
12. Teman-teman Kimia 2020 yang selalu memberikan semangat dan motivasi.

Dengan segala harapan dan do'a, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 13 Agustus 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Yahya Latif Maulana', written in a cursive style.

Yahya Latif Maulana

NIM. 2008036015

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Landasan Teori.....	8
B. Karakterisasi.....	23
C. Kajian Riset yang Relevan.....	33
D. Hipotesis.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Alat dan Bahan.....	36
B. Metode Penelitian.....	37
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	43
A. Preparasi Pati Kulit Pisang Kepok.....	43

B. Analisis FTIR Kitosan	48
C. Ekstraksi Selulosa Sabut Kelapa.....	50
D. Sintesis Bioplastik	57
E. Karakterisasi Bioplastik.....	60
BAB V PENUTUP.....	74
A. Kesimpulan	74
B. Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	87
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Buah Pisang Kepok	9
Gambar 2.2	Kulit Pisang Kepok	11
Gambar 2.3	Struktur Amilosa	13
Gambar 2.4	Struktur Amilopektin	13
Gambar 2.5	Struktur Kitosan	15
Gambar 2.6	Sabut Kelapa	17
Gambar 2.7	Struktur Selulosa	19
Gambar 2.8	Struktur Gliserol	20
Gambar 2.9	Prinsip Kerja FTIR	24
Gambar 2.10	Spektra Pati Komersial	25
Gambar 2.11	Spektra Kitosan Komersial	26
Gambar 2.12	Spektra Selulosa Komersial	27
Gambar 2.13	Spektra Bioplastik Komersial	28
Gambar 4.1	Pati Kulit Pisang Kepok	44
Gambar 4.2	Uji Amilum	45
Gambar 4.3	Reaksi Iodium dengan Amilum	46
Gambar 4.4	Spektra FTIR Pati Kulit Pisang Kepok	47
Gambar 4.5	Spektra FTIR Kitosan	49

Gambar 4.6	Proses Delignifikasi oleh NaOH	51
Gambar 4.7	Proses penguraian Lignin oleh H ₂ O ₂	53
Gambar 4.8	Selulosa Sabut Kelapa	54
Gambar 4.9	Spektra FTIR Selulosa Sabut Kelapa	55
Gambar 4.10	Bioplastik Pati-Kitosan-Selulosa-Gliseryl	59
Gambar 4.11	Spektra FTIR (a) selulosa (b) pati (c) bioplastik selulosa 4%	70
Gambar 4.12	Interaksi antara Amilosa & Amilpektin (Pati)-Kitosan-Selulosa-Gliseryl	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Standar Bioplastik Sesuai SNI 7818:2014	29
Tabel 2.2	Daya Serap Air Bioplastik Sesuai ASTM D570-98	31
Tabel 2.3	Biodegradasi Bioplastik Sesuai SNI 7188-7:2022	33
Tabel 4.1	Hasil Serapan Pati Kulit Pisang Kepok	47
Tabel 4.2	Hasil Serapan Kitosan	49
Tabel 4.3	Hasil Serapan Selulosa Sabut Kelapa	55
Tabel 4.4	Perbedaan Fisik Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa	60
Tabel 4.5	Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa	61
Tabel 4.6	Nilai Uji Elongasi Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa	63
Tabel 4.7	Nilai Uji Daya Serap Air Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa	65
Tabel 4.8	Uji Biodegradasi Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa	67
Tabel 4.9	Perbandingan Spektra Bioplastik dengan Spektra Selulosa, Pati, dan Kitosan	70

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Judul	Halaman
Lampiran 1	Skema Kerja Penelitian	87
Lampiran 2	Uji Kekuatan Mekanik (Kuat Tarik & Elongasi)	94
Lampiran 3	Uji Daya Serap Air	95
Lampiran 4	Uji Biodegradasi	98
Lampiran 5	Uji FTIR	99
Lampiran 6	Dokumentasi Penelitian	102

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu jenis plastik konvensional secara umum terbuat dari senyawa polimer alkena. Molekul plastik dapat terbuat melalui kondensasi organik, peleburan polimer, atau proses lainnya (Arifin, 2018). Saat ini sampah plastik menjadi masalah serius yang berdampak pada banyak negara di dunia, karena sulitnya terurai di alam. Pembakaran sampah plastik akan menimbulkan asap yang dapat menyebabkan udara menjadi tercemar dan sangat berbahaya bagi kesehatan makhluk hidup, yaitu manusia, hewan, dan tumbuhan. Hasil riset menyatakan dibutuhkan sekitar 100 sampai 500 tahun agar sampah plastik bisa terurai total di dalam tanah (Pasaribu, 2023).

Menurut informasi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), kebutuhan plastik terus meningkat di Indonesia, dengan rata-rata kenaikan sebesar 200 ton pertahun. Indonesia menghasilkan 68,5 ton sampah pada tahun 2021. Limbah plastik berjumlah 11,6 juta ton atau 17% berdasarkan total semua jenis sampah yang ada. Badan Pusat Statistik (BPS) dan Asosiasi

Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) memperkirakan setiap tahunnya sebanyak 10 miliar atau 85.000 ton limbah plastik dibuang ke lingkungan (Mustopa, 2022).

Hal ini menunjukkan bahwa berbuat kerusakan lingkungan dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan makhluk hidup, sebagaimana dijelaskan melalui firman Allah SWT:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي
عَمَلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)." (Qs. Ar-Rum/ 30:41).

Berdasarkan Tafsir Al-Mukhtashar, kerusakan di laut maupun di darat disebabkan oleh perbuatan manusia dan dari diri mereka muncul bermacam penyakit dan pandemi yang dipicu dari perbuatan mereka sendiri. Hal tersebut muncul agar balasan dari kemaksiatan mereka dirasakan di kehidupan dunia dengan harapan supaya mereka dapat bertobat dengan kembali kepada-Nya. Berdasarkan Tafsir Al-Wajiz, kerusakan dalam berbagai aspek telah nampak diantaranya kekeringan, kebakaran, kegersangan, kegelisahan, penyakit, banjir, dan ditawan

oleh musuh dipicu dari perbuatan buruk dan dosa mereka. Agar balasan dari Allah mereka merasakan karena sebagian kemaksiatan mereka selama di dunia sebelum akhirnya dihukum di akhirat dan agar mereka dapat menjauhi kemaksiatan dan bisa bertobat atas perbuatan buruknya (Oktarina, 2022).

Penggunaan bioplastik adalah salah satu strategi untuk mengatasi permasalahan lingkungan terhadap sampah plastik. Jika dibandingkan plastik konvensional, bioplastik lebih ramah lingkungan dikarenakan mikroorganisme dapat menguraikan bioplastik yang terbuat dari komponen alami. Pati adalah salah satu bahan yang paling sering digunakan dalam sintesis bioplastik, karena sifatnya yang mudah terurai di alam (Agustin, 2016). Pati dapat diisolasi dari berbagai tumbuhan, salah satunya yaitu tanaman pisang. Pisang menjadi tanaman hortikultura yang memiliki potensi produksi yang relatif tinggi, karena produksi pisang dapat dilakukan sepanjang tahun. Tingginya daya konsumsi masyarakat terhadap buah pisang menyebabkan sampah kulit pisang semakin meningkat, sedangkan pemanfaatan kulit pisang belum optimal (Munawaroh, 2015). Pati kulit pisang dapat digunakan untuk bahan dasar pembuatan bioplastik. Kulit pisang kepok bisa digunakan sebagai sumber pati dalam

penelitian ini, karena kadar pati kulit pisang kepok mencapai 27,70% (Cengristitama, 2023).

Bioplastik berbahan pati masih memiliki kekurangan yaitu kurang tahan terhadap air sehingga berdampak pada stabilitasnya. Faktor tersebut menjadi permasalahan bioplastik berbahan dasar pati (Intandiana, 2019). Oleh karena itu, diperlukan solusi dalam mengatasi kekurangan bioplastik tersebut. Solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi kekurangan tersebut adalah mencampurkan selulosa dengan pati. Sebagai biopolimer, selulosa bisa digunakan pada sintesis bioplastik karena dapat menurunkan daya serap air pada bioplastik. Selulosa yang digunakan yaitu selulosa sabut kelapa (Nurwidiyani, 2022).

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Arum (2014) yaitu tentang sintesis bioplastik berbahan limbah biji mangga dengan penambahan gliserol dan selulosa di mana hasil penelitian tersebut menunjukkan persentase daya serap air menurun sampai titik terendah yaitu 18,23% untuk perbandingan selulosa dan pati 2:8.

Bioplastik berbahan pati dan selulosa saja masih menghasilkan sifat mekanik yang rendah, oleh karena itu bahan penguat perlu ditambahkan. Salah satu bahan penguat yang baik untuk digunakan yaitu kitosan.

Penambahan kitosan pada bioplastik bertujuan agar meningkatkan sifat mekanik bioplastik sehingga akan memperbaiki kuat tarik pada bioplastik.

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Nahir (2017) yaitu tentang pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati biji asam di mana hasil penelitian tersebut diperoleh hasil pada variasi kitosan 4% dengan kuat tarik yaitu 27,62 MPa, sedangkan pada konsentrasi kitosan 0% dengan kuat tarik paling rendah sebesar 4,61 MPa.

Berdasarkan penjelasan tersebut, penelitian tentang sintesis bioplastik berbahan pati kulit pisang kepok dengan penambahan kitosan dan gliserol sudah pernah dilakukan sebelumnya. Namun, penambahan kitosan dan gliserol yang dikombinasikan dengan selulosa pada bioplastik berbahan dasar pati belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga inovasi yang ditawarkan pada penelitian ini yaitu sintesis bioplastik berbahan pati kulit pisang kepok-kitosan dengan penambahan selulosa sabut kelapa dan *plasticizer* gliserol.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik pati kulit pisang kepok yang dihasilkan?
- 2) Bagaimana karakteristik selulosa sabut kelapa yang dihasilkan?
- 3) Bagaimana karakteristik bioplastik sebelum dan sesudah penambahan selulosa?
- 4) Bagaimana pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

- 1) Mengetahui karakteristik pati kulit pisang kepok yang dihasilkan
- 2) Mengetahui karakteristik selulosa sabut kelapa yang dihasilkan
- 3) Mengetahui karakteristik bioplastik sebelum dan sesudah penambahan selulosa
- 4) Mengetahui pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Memberikan informasi pemanfaatan limbah kulit pisang kepok untuk bahan bioplastik
- 2) Memberikan informasi kandungan pati dalam kulit pisang kepok
- 3) Mendukung upaya menanggulangi masalah penumpukan sampah plastik di dunia

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kulit Pisang

Pisang (*Musa Paradisiaca*) adalah jenis *family Musaceae* dan menjadi salah satu tanaman herba terbesar di dunia. Morfologi, jumlah kromosom, dan letak geografisnya berpengaruh pada distribusi tanaman pisang. Pohon pisang mempunyai akar rimpang, bukan akar tunggal yang tumbuh dari umbi batang. Sebagian besar akarnya tetap berada di bawah tanah, akar yang tumbuh menyamping atau horizontal terletak di samping umbi (Sari, 2021).

Indonesia adalah negara berkembang yang memiliki keanekaragaman pisang. Sekitar lebih dari 230 jenis pisang tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Pisang merupakan buah yang digemari oleh kebanyakan orang karena harga relatif murah, memiliki rasa enak, dan mudah untuk dijumpai. Produksi buah pisang di Indonesia berada pada peringkat pertama dengan jumlah produksi sekitar 7,26 juta ton, dilansir dari Badan Pusat Statistik 2018. Produksi buah pisang mulai tahun 2015 hingga tahun

2019 di Indonesia berturut-turut yaitu 7.299.266 ton; 7.007.117 ton; 7.162.678 ton; 7.264.379 ton; dan 7.280.658 ton, data tersebut berdasarkan Badan Pusat Statistik 2019 (Hikmah, 2022).

Musa Paradisiaca Linn atau dikenal dengan nama pisang kepok merupakan tanaman buah asli Asia Tenggara khususnya Indonesia. Varietas pisang yang paling banyak ditemui baik di perkotaan maupun pedesaan adalah pisang kepok. Buah pisang kepok mempunyai bentuk agak pipih dan kulitnya tebal berwarna kuning kehijauan (Wibowo, 2017). Gambar buah pisang kepok disajikan melalui Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Buah Pisang Kepok
(Istiqomah, 2023)

Menurut Saraswati (2019) klasifikasi pisang kepok adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Sub kingdom : *Tracheobionta*
Divisi : *Magnoliophyta*
Super divisi : *Spermatophyta*
Kelas : *Liliopsida*
Sub kelas : *Commelinidae*
Ordo : *Zingiberales*
Famili : *Musaceae*
Genus : *Musa*
Spesies : *Musa balbisiana*

Pisang mempunyai banyak manfaat. Pemanfaatan pisang menghasilkan sampah organik, khususnya kulit pisang. Penumpukan kulit pisang yang terlalu banyak dapat mencemari lingkungan. Jika dimanfaatkan secara efektif, kulit pisang dalam jumlah besar akan mempunyai nilai ekonomi yang besar (Aryani, 2018). Gambar kulit pisang disajikan melalui Gambar 2.2.



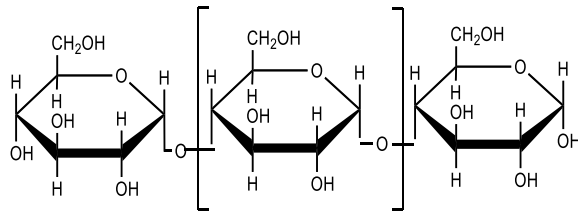
Gambar 2.2 Kulit Pisang Kepok
(Febrianty, 2023)

Pengolahan limbah kulit pisang masih belum maksimal karena hanya dijadikan pakan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau, selain itu hanya digunakan sebagai sampah organik. Salah satu pengolahan limbah kulit pisang yaitu dengan diolah sebagai bahan pembuatan bioplastik (Munawaroh, 2015). Kandungan nutrisi kulit pisang kepok adalah lignin 15,36%, karbohidrat 40,74%, selulosa 17,04%, kadar air 11,09%, protein 5,99%, dan lemak 16,47% (Elisusanti, 2019). Kadar pati pada kulit pisang kepok sebesar 27,70% (Cengristitama, 2023).

2. Pati

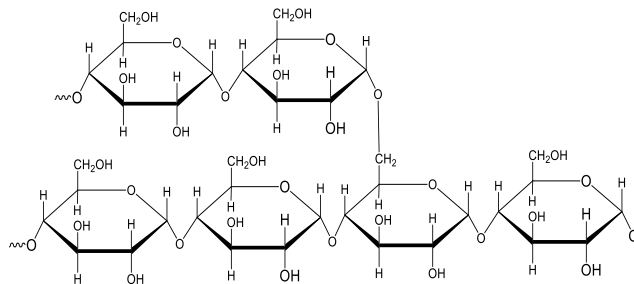
Polisakarida yang dapat ditemukan pada sel tumbuhan yaitu pati. Pati berbentuk butiran (granula) dengan ukuran diameter beberapa mikron dapat ditemukan pada sel tumbuhan. Amilosa dan amilopektin adalah granula pati yang mengandung gabungan dua polisakarida yang berbeda. Terbentuknya ikatan glikosida atau ikatan antar molekul glukosa melalui oksigen pada atom karbon pertama seperti pada amilopektin dan amilosa, merupakan pembentukan awal dalam produksi pati.

Salah satu unsur pati yang memiliki rantai lurus dan mudah larut dalam air adalah amilosa. Amilosa memiliki rantai panjang unit α -D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -1,4 glikosida, sedangkan amilopektin tersusun melalui ikatan α -1,4 glikosida dan ikatan cabang α -1,6 glikosida sehingga struktur rantainya bercabang. Ikatan koordinasi antara pati dan ion iodida akan menyebabkan warna biru terang muncul ketika pati direaksikan dengan iodium. Jumlah amilosa pada pati akan memengaruhi intensitas warna biru yang dihasilkan (Pangestu, 2020). Gambar struktur amilosa dan amilopektin disajikan melalui Gambar 2.3 dan 2.4.



Gambar 2.3 Struktur Amilosa

(Sara, 2018)



Gambar 2.4 Struktur Amilopektin

(Sara, 2018)

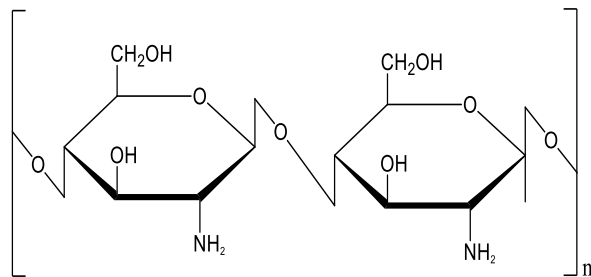
Hasil bioplastik yang kuat dan lentur disebabkan oleh pati dengan konsentrasi amilosa tinggi, karena selama proses pemanasan ikatan hidrogen antar molekul glukosa dapat terbentuk pada struktur amilosa (Hikmah, 2022). Sumber pati yang sering digunakan dalam produksi bioplastik biasanya berasal dari tumbuhan seperti jagung, gandum, sayuran umbi-umbian dan limbah kulit singkong, kulit pisang.

3. Kitosan

Zat biologis yang bersifat kationik, tidak beracun, dapat terurai secara hayati, dan biokompatibel disebut kitosan. Kitosan lebih basa dan nukleofilik dibandingkan kitin karena mengandung jumlah gugus amino (NH_2) yang relatif lebih tinggi. Kitosan memiliki kristalinitas ikatan hidrogen intra dan antar molekul yang lebih sedikit dibandingkan kitin, sehingga kitosan dapat digunakan dengan lebih mudah untuk berbagai aplikasi reagen. Air, dimetilformamida (DMF), piridin, pelarut alkohol organik, dan dimetilsulfoksida (DMSO) tidak dapat melarutkan kitosan. Asam format, asam glutamate, dan asam asetat merupakan pelarut yang baik untuk kitosan (Rojtica, 2021).

Senyawa kimia kitosan yang bersumber dari senyawa organik dan dapat ditemukan dalam jumlah besar di alam disebut bahan hayati kitin. Proses deasetilasi kitin dapat menghasilkan kitosan yang memiliki rumus molekul $(\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}_4)_n$. Kerangka spesies invertebrata yang termasuk dalam Arthropoda sp., Mollusca sp., Nematoda sp., Annelida sp., Coelenterata sp., dan beberapa kelompok jamur seringkali menjadi sumber kitin. Selain pada tulang

hewan invertebrata, juga dapat ditemukan pada trakea, dinding usus, insang ikan, dan kulit cumi-cumi. Lobster, udang, kepiting, dan makhluk bercangkang lainnya, terutama yang berasal dari laut, yaitu *Crustacea sp* yang merupakan sumber utamanya. Gambar struktur kitosan disajikan melalui Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur Kitosan

(Nahir, 2017)

Selain kationik kuat, tidak beracun, koagulan dan flokulan efektif, serta mudah membentuk gel dan film dengan valensi ganda anion, kitosan juga mudah terurai secara biologis. Kitosan menjadi tidak larut dalam alkali, pelarut organik, atau asam mineral dengan pH lebih dari 6,5. Kitosan merupakan salah satu alternatif sumber daya yang harus dimanfaatkan sebaik mungkin karena merupakan biopolimer

dengan sumber yang terbarukan dan melimpah. Alasan mengapa kitosan digunakan di banyak industri berbeda adalah karena sifat polikationiknya. Kitosan yang bersifat *biodegradable*, maka sering digunakan pada bidang pertanian (Rojtica, 2021).

4. Sabut Kelapa

Tanaman perkebunan yang berasal dari *family Palmae* salah satunya yaitu kelapa. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera L.*) menjadi tanaman yang bernilai ekonomis tinggi atau tanaman serbaguna. Hampir setiap bagian dari pohon kelapa meliputi pohon, batang, akar, buah dan daunnya dapat dipakai sebagai kebutuhan manusia, sehingga sebutan pada pohon ini yaitu pohon kehidupan (*tree of life*). Potensi kelapa terlihat pada luas lahan kelapa nasional sebesar 3,78 juta hektar, yang setara dengan pasokan bahan baku Indonesia setiap tahunnya sekitar 10,4 juta ton untuk sektor pengolahan sabut kelapa. Salah satu bagian kelapa yang menimbulkan permasalahan sampah adalah sabutnya (Asparingga, 2018). *Cocofiber* dan *cocopeat* saat ini menjadi metode pengolahan limbah sabut kelapa. Sabut kelapa yang kuat dan panjang disebut *cocofiber* yang digunakan untuk membuat

keset, jok kendaraan, dan produk lainnya. Produk sampingan dari debu dan serat pendek disebut *cocopeat* yang digunakan untuk media tanam. Serat selulosa yang berasal dari buah kelapa disebut sebagai sabut kelapa (Permadi, 2019). Gambar sabut kelapa disajikan melalui Gambar 2.6.



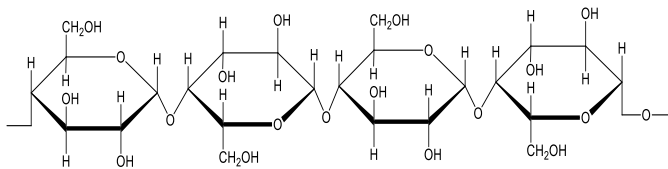
Gambar 2.6 Sabut Kelapa
(Claudia, 2022)

Pengolahan sabut kelapa untuk bahan dengan nilai guna, seperti selulosa adalah salah satu metode dalam menanggulangi masalah tumpukan sampah atau limbah. Sabut kelapa memiliki kandungan selulosa 55,34%, sehingga pembuatan selulosa dari sumber sabut kelapa perlu dilakukan. Selain itu diketahui selulosa pada sabut kelapa berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan bioplastik (Dharma, 2018).

5. Selulosa

Senyawa organik dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan tidak larut dalam air yang merupakan komponen utama pada serat tumbuhan dan berguna sebagai komponen struktur tumbuhan disebut selulosa. Selulosa adalah struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman yang terbentuk dari serat panjang yang bersama dengan hemiselulosa dan lignin. Senyawa yang terdapat pada dinding sel mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pemisahan selulosa. Polimer yang disebut selulosa terdiri dari unit glukosa β -anomer yang tersusun dalam rantai yang sangat panjang. Molekul glukosa yang menyusun selulosa berbentuk rantai lurus dan panjang. Selulosa mampu membentuk banyak ikatan hidrogen karena gugus hidroksilnya. Terdapat tiga gugus hidroksil pada setiap molekul glukosa. Selulosa tidak mudah larut dalam air karena kekakuan dan gaya antar rantai molekul yang kuat disebabkan oleh banyaknya ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen antar pasangan molekul selulosa menghasilkan mikrofibril yang menyerupai kristal dan memiliki kekuatan tarik yang tinggi (Permadi, 2019).

Biopolimer yang berasal dari produk pertanian disebut selulosa. Polimer hasil pertanian berpotensi untuk dicetak atau dibentuk sebagai film karena mempunyai sifat termoplastik. Dapat diperbaharui dan mudah terdegradasi oleh alam merupakan kelebihan jenis polimer ini. Gambar struktur selulosa disajikan melalui Gambar 2.7.



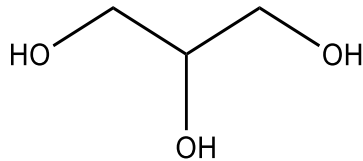
Gambar 2.7 Struktur Selulosa

(Sari, 2021)

Polimer jenis ini dapat digunakan untuk pembuatan bioplastik atau plastik yang dapat diurai oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Selulosa adalah polimer alami dan bersifat hidrofobik, sehingga selulosa dapat digunakan sebagai bahan pengisi untuk menurunkan nilai penyerapan air bioplastik (Pratiwi, 2015).

6. *Plasticizer* Gliserol

Komponen yang cukup penting dalam bioplastik untuk mengatasi sifat rapuh adalah *plasticizer*. Gliserol adalah contoh jenis bahan *plasticizer* yang sering digunakan dalam produksi bioplastik. Berbeda dengan jenis *plasticizer* lainnya, gliserol lebih baik untuk digunakan dalam pembuatan bioplastik karena gliserol tidak menguap selama proses pembuatan bioplastik, sehingga menghindari penguapan saat proses mekanis (Nahwi, 2016). Gambar struktur gliserol disajikan melalui Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Struktur Gliserol

(Kurniawan, 2015)

Molekul alkohol dengan tiga gugus hidroksil disebut gliserol. Gliserol (1,2,3-propanetriol) adalah cairan kental, tidak berbau, dan tidak berwarna. Gliserol belum diolah secara ekstensif, sehingga nilai jualnya sebagai produk sampingan dari sektor biodiesel saat ini sangat rendah. Dalam sepuluh tahun

terakhir, penelitian tentang sintesis turunan gliserol telah banyak dilakukan. Salah satu teknik yang sering dipakai dalam membuat produk turunan gliserol adalah esterifikasi gliserol. Reaksi esterifikasi ini menghasilkan berbagai senyawa ester dengan nilai lebih besar dan cakupan aplikasi yang luas. Produk sampingan dari konversi gliserol ini bukan merupakan turunan minyak bumi, sehingga produk tersebut bersifat terbarukan dan ramah lingkungan (*green chemistry*) (Rojtica, 2021).

Gliserol meningkatkan karakteristik mekanik bioplastik, termasuk elastisitas dan juga permeabilitas terhadap uap air, gas terlarut, dan gas. Kehalusan permukaan bioplastik juga dipengaruhi oleh penambahan *plasticizer* gliserol. Gliserol juga dapat meningkatkan persentase ketahanan air, sehingga bisa dimanfaatkan sebagai *plasticizer* dalam produksi bioplastik berbahan pati (Wardah, 2015).

7. Bioplastik

Polimer yang fungsinya sama dengan plastik konvensional disebut bioplastik. Jika dibandingkan plastik konvensional, bioplastik lebih ramah lingkungan karena dibuat dari komponen alami yang

dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Bahan baku alami seperti pati dan selulosa merupakan bahan utama dalam produksi bioplastik. Kulit singkong, kulit pisang, tongkol jagung manis, dan lain sebagainya berfungsi sumber pati dalam pembuatan bioplastik (Agustin, 2016).

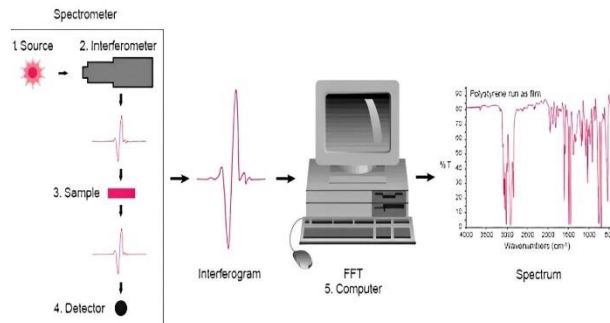
Biodegradable coating, *biodegradable film*, dan enkapsulasi adalah contoh jenis plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* diproduksi sebagai pengemas bukan sebagai pelapis produk secara langsung, sedangkan *biodegradable coating* adalah sejenis film yang melapisi produk secara langsung. *Biodegradable film* berfungsi untuk pembawa zat aditif, peningkatan sifat fisik, penghambat pertukaran gas, penghambat perpindahan uap air, pencegahan terhadap perpindahan lemak, dan penghilang bau. *Blending* beberapa polimer alami dapat menghasilkan plastik *biodegradable* dengan cara yang sangat efektif dan efisien. Meskipun polimer alami dapat terurai secara hayati, namun mudah rusak oleh panas, rapuh, dan sifat mekanik yang rendah. Penambahan *plasticizer* perlu dilakukan untuk peningkatan sifat mekanik bioplastik (Rojtica, 2021).

Bakteri *bacillus* dan *pseudomonas* memiliki kemampuan untuk mendegradasi bioplastik berbasis pati menjadi monomer dengan melarutkan rantai polimer. Plastik konvensional membutuhkan waktu sampai 50 tahun agar terurai di alam, sedangkan bioplastik bisa terurai 10 sampai 20 kali lebih cepat. Tidak ada senyawa kimia berbahaya yang dihasilkan saat pembakaran bioplastik. Keberadaan bioplastik akan meningkatkan kualitas tanah, karena penguraian mikroorganisme yang melepaskan lebih banyak unsur hara ke dalam tanah (Nahir, 2017). Bioplastik terbuat dari bahan yang dapat diperbarui (*renewable*). Penggunaan bahan alami sebagai bahan pembuat bioplastik mempunyai kelebihan yaitu jumlahnya melimpah, harganya relatif murah, mudah diperoleh dan ramah lingkungan (Waryat, 2018).

B. Karakterisasi

1. FTIR (*Fourier Transform-Infra Red*)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) adalah metode identifikasi gugus fungsi dengan menggunakan spektroskopi inframerah. Gambar prinsip kerja spektroskopi FTIR disajikan melalui Gambar 2.9.

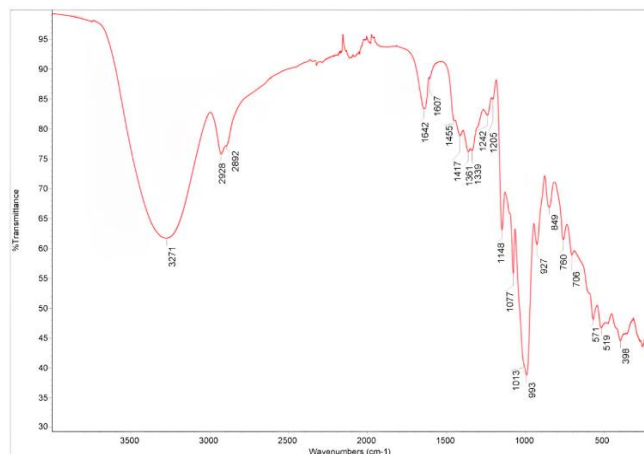


Gambar 2.9 Prinsip Kerja FTIR
(Sejati, 2015)

Interaksi energi dan materi menjadi prinsip kerja spektroskopi FTIR. Sampel dilewatkan radiasi infra merah selama proses spektroskopi infra merah. Sampel menyerap sebagian radiasi inframerah dan sebagian lagi dilewatkan. *Fingerprint* molekul suatu sampel dibentuk oleh besaran serapan dan transmisi molekul yang ditentukan oleh spektrum. Spektrum yang dihasilkan tidak mempunyai struktur *fingerprint* yang sama dengan *fingerprint* pada umumnya. Oleh karena itu, spektroskopi inframerah dapat membantu dalam beberapa penelitian (Nahir, 2017).

Gugus fungsi bahan kimia yang ada dalam bioplastik harus dikarakterisasi menggunakan pengujian FTIR. Data berupa gambar spektra antara transmistansi dengan bilangan gelombang berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung pada komponen penyusun bioplastik (Satriawan, 2017).

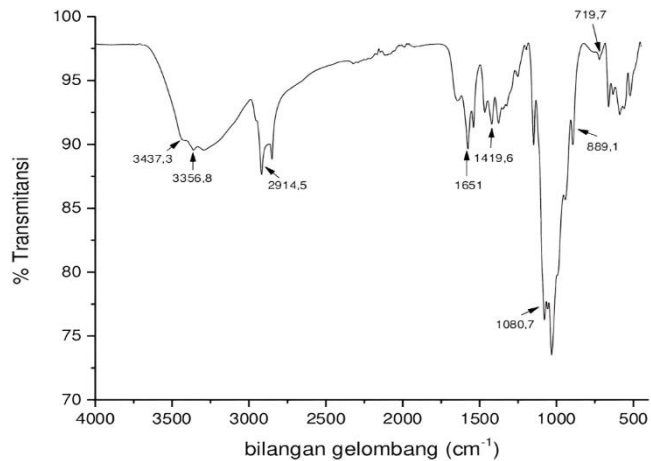
Gugus fungsi yang mengindikasikan bahwa hasil spektra mengandung pati diantaranya gugus fungsi O-H, C-H (alkana), dan C-O, dikarenakan pati adalah suatu senyawa yang terbentuk dari amilopektin dan amilosa (Hikmah, 2022). Spektra pati komersial disajikan melalui Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Spektra Pati Komersial

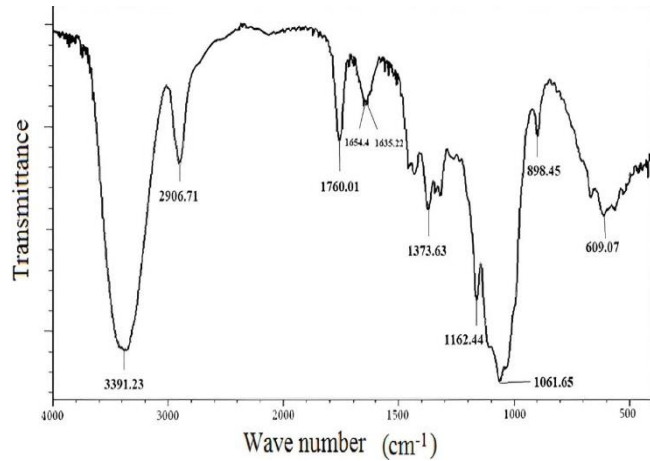
(Vahur, 2016)

Gugus fungsi yang mengindikasikan bahwa hasil spektra mengandung kitosan diantaranya gugus fungsi O-H, C-H (alkana), N-H (amida), dan C-H, dikarenakan gugus N-H merupakan karakteristik dari senyawa kitosan (Prameswari, 2022). Spektra kitosan komersial disajikan melalui Gambar 2.11.



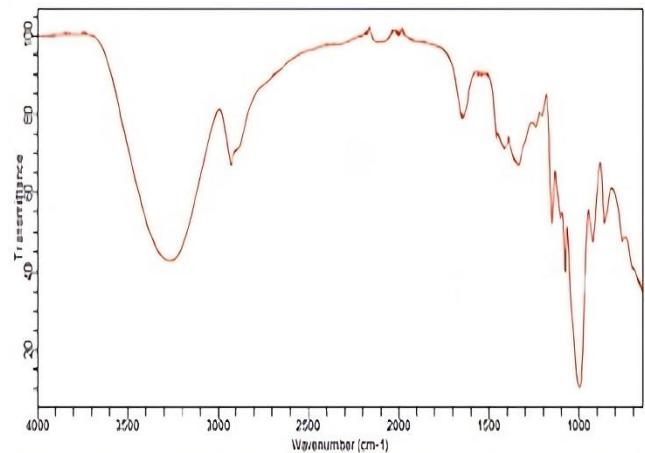
Gambar 2.11 Spektra Kitosan Komersial
(Mahatmanti, 2022)

Gugus fungsi yang mengindikasikan bahwa hasil spektra mengandung selulosa diantaranya gugus fungsi O-H, C-H, C-O-C, dan C-O, dikarenakan gugus utama selulosa yaitu pada gugus C-H (Nurwidiyani, 2022). Spektra selulosa komersial disajikan melalui Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Spektra Selulosa Komersial
(*Abderrahim, 2015*)

Gugus fungsi yang mengindikasikan bahwa hasil spektra bioplastik sudah sesuai dengan spektra bioplastik komersial diantaranya gugus O-H, C-H (alkana), N-H (amida), dan gugus fungsi C-O (Illing, 2017). Spektra bioplastik disajikan melalui Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Spektra Bioplastik Komersial
(*Saiful, 2019*)

2. Kekuatan Mekanik (Kuat Tarik & Elongasi)

Uji kekuatan mekanik yaitu pengujian yang meliputi uji kekuatan tarik dan uji elongasi dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dan nilai elongasi pada sampel bioplastik.

Kekuatan tarik terbesar yang dapat ditahan oleh bioplastik pada saat pengukuran disebut kuat tarik. Berdasarkan beban terbesar yang dapat ditahan bioplastik pada saat pengukuran, kuat tarik dapat dihitung (Mery, 2015). Prinsip kerja kuat tarik yaitu memberi beban pada bioplastik tersebut hingga

robek atau putus, sehingga kuat tarik bioplastik dapat ditentukan (Rahmawati, 2018).

Elastisitas suatu bioplastik ditentukan oleh perpanjangan putus (*elongation at break*), yang merupakan persentase kemampuan bioplastik dapat meregang ketika ditarik. Semakin besar nilai perpanjangan putus menunjukkan elastisitas bioplastik yang lebih besar, sehingga peregangannya bioplastik lebih elastis. Bioplastik dengan elongasi rendah akan mudah pecah dan menjadi rapuh. Prinsip kerja elongasi yaitu dengan membandingkan panjang material sebelum uji tarik dengan penambahan panjang yang terjadi (Rahmawati, 2018). Standar bioplastik sesuai SNI disajikan melalui Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Bioplastik Sesuai SNI 7818:2014

Karakteristik	Nilai
Kuat tarik (MPa)	Minimal 13,7 MPa
Persen elongasi (%)	400-1120%

Perhitungan uji kekuatan tarik dan uji elongasi terdapat pada persamaan 2.1 dan 2.2.

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

Keterangan:

σ = kekuatan tarik (kg/cm²)

F_{maks} = beban maksimum (kg)

A_0 = luas penampang awal (cm²)

$$\text{Elongasi} = \frac{P_1 - P_0}{P_0} \times 100\% \quad (2.2)$$

Keterangan:

Elongasi = perpanjangan sebelum putus (%)

P_1 = panjang akhir (cm)

P_0 = panjang awal (cm)

3. Daya Serap Air

Pengujian yang dilakukan untuk memastikan apakah bioplastik mudah menyerap air atau tidak disebut uji daya serap air. Bioplastik yang baik ditunjukkan dengan persentase daya serap air yang lebih rendah dan sulit dalam menyerap air (Ariyani, 2019). Standar baku mutu daya serap air bioplastik disajikan melalui Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Daya Serap Air Bioplastik Sesuai ASTM D570-98

Karakteristik	Nilai
Daya Serap Air (%)	9,01% - 16,63%

Perhitungan uji daya serap air terdapat pada persamaan 2.3.

$$A = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

A = Nilai persentase daya serap air

W_0 = Berat plastik sebelum pengujian

W_1 = Berat plastik sesudah pengujian

RPD (*Relative Percent Difference*) adalah analisis duplikat yang bertujuan untuk menghitung variasi nilai hasil pengujian yang diperoleh analisis dari sampel yang sama dalam waktu singkat. Nilai % RPD harus di bawah 10% untuk memenuhi persyaratan presisi (Ramadhani, 2023). Perhitungan daya serap air yang dilakukan dalam 3 kali pengulangan (*triplo*) menggunakan perhitungan % RPD terdapat pada Persamaan 2.4.

$$\begin{aligned}\% \text{ RPD} &= \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{|x_1 - x_2 - x_3|}{(x_1 + x_2 + x_3)/3} \times 100\% \\ \% \text{ RPD} &= \frac{|x_1 - x_2 - x_3|}{(x_1 + x_2 + x_3)} \times 300\% \quad (2.4)\end{aligned}$$

Keterangan:

% RPD = perbedaan persentase relatif

x_1 = hasil pengujian pertama (simplo)

x_2 = hasil pengujian kedua (duplo)

x_3 = hasil pengujian ketiga (triplo)

$\bar{x}$ = rata-rata hasil pengujian

4. Biodegradabilitas

Pengujian yang dilakukan untuk menghitung kerusakan pada bioplastik yang disebabkan oleh mikroorganisme selama periode waktu tertentu disebut uji biodegradabilitas. Uji biodegradabilitas menunjukkan kemampuan bioplastik untuk terurai ketika terpapar dengan mikroorganisme (Muharam, 2022). Pengujian ini menunjukkan seberapa cepat bioplastik dapat terdegradasi secara total. Ditinjau dari persentase penurunan berat bioplastik yang mencapai 100% (Sara, 2018). SNI biodegradasi bioplastik disajikan melalui Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Biodegradasi Bioplastik Sesuai SNI 7188-7:2022

Karakteristik	Nilai
Terdegradasi (%)	90% maksimal 180 hari

Perhitungan uji biodegradasi terdapat pada Persamaan 2.5.

$$\text{Terdegradasi (\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (2.5)$$

Keterangan:

W_0 = berat awal (g)

W_1 = berat akhir (g)

C. Kajian Riset yang Relevan

Arum (2014) telah melakukan penelitian tentang sintesis bioplastik berbahan limbah biji mangga dengan penambahan gliserol dan selulosa di mana hasil penelitian tersebut menunjukkan perbandingan selulosa dan pati 1:9 sebagai komposisi paling optimum pada bioplastik yang dihasilkan dengan persentase daya serap air sekitar 39,43%. Persentase daya serap air menurun sampai titik terendah yaitu 18,23% untuk perbandingan selulosa dan pati 2:8.

Nahir (2017) telah melakukan penelitian tentang pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati biji asam di mana hasil penelitian tersebut diperoleh hasil pada variasi kitosan 4% dengan kuat tarik yaitu 27,62 MPa, sedangkan pada konsentrasi kitosan 0% dengan kuat tarik paling rendah sebesar 4,61 MPa (v/v).

Nafiyanto (2019) telah melakukan penelitian tentang pembuatan bioplastik dari limbah bonggol pisang kepek dengan *plasticizer* gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot di mana hasil penelitian menunjukkan persentase elongasi yang diperoleh ketika gliserol ditambahkan pada bioplastik lebih tinggi dibandingkan jika tidak ditambahkan gliserol. Persentase elongasi paling tinggi diperoleh pada variasi gliserol 5 mL dari variasi gliserol 2,5 mL, 5 mL, dan 7,5 mL, dengan komposisi pati bonggol pisang 5 g dan kitosan 0,2 g yaitu sebesar 8,7321%. Hal ini menunjukkan bagaimana bioplastik menjadi lebih elastis dengan penambahan gliserol, sehingga nilai elongasi meningkat.

Nurwidiyani (2022) telah melakukan penelitian tentang pembuatan bioplastik berbasis pati biji durian dengan penambahan selulosa sabut kelapa di mana hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan hasil rendemen

pati sebesar 10,95% memiliki tekstur berpasir dan berwarna putih kekuningan. Berdasarkan hasil uji mekanik, bioplastik dengan penambahan selulosa 4% menghasilkan kekuatan mekanik terbaik, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 7,28 MPa.

D. Hipotesis

Bioplastik berbahan dasar pati masih kurang tahan terhadap air. Penambahan selulosa pada bioplastik berbasis pati diharapkan mampu menurunkan persentase daya serap air bioplastik. Penambahan kitosan pada bioplastik pati diharapkan mampu meningkatkan nilai kuat tarik. Penambahan *plasticizer* gliserol pada bioplastik pati diharapkan mampu meningkatkan nilai elongasi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi gelas beaker 1000 mL, labu ukur 500 mL, cetakan sampel ukuran 17x10x2,5 cm, tabung reaksi, spatula, batang pengaduk, kertas saring, mortar & alu, blender, ayakan 100 mesh, *hot plate*, neraca analitik (AND HR-200), *magnetic stirrer* (Cimarec), oven (Memmert UN 30), *universal testing machine* (CORES-DU_R-7.8 LHU), dan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR, Bruker ALPHA II).

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi limbah sabut kelapa, limbah kulit pisang kepok, kitosan, aquades (H_2O), aluminium foil, tanah kompos, serta bahan kimia dari Merck dengan kualitas (p.a) meliputi larutan iodin, gliserol, H_2O_2 , NaOH, asam asetat (CH_3COOH).

B. Metode Penelitian

1. Preparasi Pati

Prosedur preparasi pati kulit pisang kepok didasarkan pada penelitian Cheiya (2023). Sebanyak ± 3 kg limbah kulit pisang ditimbang. Kulit pisang dicuci sampai bersih, lalu digunting kecil-kecil. Kulit pisang dihaluskan dengan blender dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:1 (b/v). Proses penyaringan menggunakan kain untuk memisahkan residu dan pati. Selama ± 24 jam filtrat diendapkan. Hasil endapan kemudian diambil dan dijemur di bawah sinar matahari sampai kering. Pati dihaluskan menggunakan mortar dan alu, kemudian diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh, pati yang diperoleh selanjutnya disimpan dalam wadah yang tertutup rapat. Pati kemudian dianalisis dengan menggunakan Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dan diuji kualitatif dengan menggunakan larutan iodin serta dihitung rendemennya.

2. Uji Kualitatif Pati

Uji kualitatif pati dapat dilakukan menggunakan larutan iodin. Sebanyak 1 g pati ditimbang terlebih dahulu, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 10 mL dan ditetesi dengan larutan iodium sebanyak 5-10 tetes. Amati hingga larutan berubah warna biru kehitaman (Kalalo, 2019).

3. Ekstraksi Selulosa

Sabut kelapa dipreparasi dengan cara dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Sabut kelapa yang sudah bersih kemudian dipotong-potong dan diblender hingga halus sampai ukuran 100 mesh. Sebanyak 25 g serbuk sabut kelapa dimasukkan ke dalam gelas beaker 1000 mL dengan ditambahkan sebanyak 500 mL NaOH 4% (b/v) dan dipanaskan pada suhu 100°C dengan kecepatan 120 rpm menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama ± 2 jam. Pulp dicuci dan dipisahkan pulp dengan akuades sampai bersih. *Bleaching* pulp dilakukan dengan penambahan 500 mL H₂O₂ 7,2% (v/v) dan dipanaskan pada suhu 60°C dengan kecepatan 120 rpm menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama ± 2 jam. Pulp disaring menggunakan kertas saring dan

dicuci akuades lalu dikeringkan selama ± 2 jam pada suhu 105°C menggunakan oven. Selulosa dianalisis menggunakan Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dan dihitung rendemennya (Nurwidiyani, 2022).

4. Sintesis Bioplastik Pati-Kitosan-Gliserol

Sebanyak 2,5 g pati kulit pisang kepok dilarutkan dengan 50 mL aquades menggunakan gelas kimia, kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama ± 30 menit dengan kecepatan 60 rpm sampai terbentuk larutan homogen. Larutan kitosan 4% (b/v) dibuat dengan 2 g kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat 2% (v/v) hingga volume 100 mL. Kedua larutan yang terbentuk dicampurkan, kemudian ditambahkan larutan gliserol sebanyak 25% dihitung dari berat pati (sebanyak 0,625 mL) dan dipanaskan kembali pada suhu 80°C dengan kecepatan 60 rpm selama ± 1 jam sampai larutan homogen. Larutan bioplastik dituang secara merata hingga ke dalam cetakan plastik berukuran $17 \times 10 \times 2,5$ cm. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven selama ± 24 jam. Setelah itu cetakan dikeluarkan dari oven dan dibiarkan dingin

pada suhu ruangan. Bioplastik yang dihasilkan lalu disimpan dalam wadah yang kedap udara (Nahir, 2017).

5. Sintesis Bioplastik Pati-Kitosan-Selulosa-Glisерol

Sebanyak 2,5 g pati kulit pisang kepok dilarutkan dengan 50 mL aquades menggunakan gelas kimia, kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama ± 30 menit dengan kecepatan 60 rpm sampai terbentuk larutan homogen. Larutan kitosan 4% (b/v) dibuat dengan 2 g kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat 2% (v/v) hingga volume 100 mL. Kedua larutan yang terbentuk dicampurkan, kemudian ditambahkan larutan gliserol sebanyak 25% dihitung dari berat pati (sebanyak 0,625 mL) serta selulosa dengan variasi konsentrasi 4%, 6%, dan 8% (dihitung dari berat pati) ke dalam campuran pati-kitosan. Larutan dipanaskan kembali pada suhu 80°C dengan kecepatan 60 rpm selama ± 1 jam sampai larutan homogen. Larutan bioplastik dituang secara merata hingga ke dalam cetakan plastik berukuran 17x10x2,5 cm. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven selama ± 24 jam. Setelah itu cetakan dikeluarkan dari oven dan dibiarkan dingin

pada suhu ruangan. Bioplastik yang dihasilkan lalu disimpan dalam wadah yang kedap udara (Nahir, 2017).

C. Karakterisasi Bioplastik Pati Kulit Pisang

1. Uji Kekuatan Mekanik (Kuat Tarik & Elongasi)

Sampel bioplastik berukuran 10×1 cm dijepit dengan kuat pada bagian ujung kedua penjepit. Beban yang sesuai diatur pada daerah pengukuran alat *texture analyzer*, lalu *pen-recorder* diatur dalam kondisi nol. Tombol penjepit dan penggerak dinyalakan. Sampel bioplastik diamati sampai putus. Berdasarkan beban maksimum kuat tarik ditentukan. Kemudian saat sampel terputus elongasi ditentukan (Hikmah, 2022). Perhitungan nilai kuat tarik dan persen elongasi terdapat di Persamaan 2.1 dan 2.2.

2. Uji Daya Serap Air

Prosedur uji daya serap air dilakukan dengan menimbang berat awal sampel bioplastik yang akan diuji (W_0). Siapkan satu gelas beaker berisi aquades. Sampel bioplastik dicelupkan ke dalam gelas beaker tersebut. Setelah 10 detik, sampel bioplastik diangkat dari dalam gelas beaker yang berisi akuades.

Kemudian berat sampel (W_1) ditimbang. Lakukan pengulangan data sebanyak tiga kali (*triplo*) (Limau, 2020). Perhitungan nilai daya serap air dan % RPD terdapat di Persamaan 2.3 dan 2.4.

3. Uji Biodegradabilitas

Sampel bioplastik berukuran 5×1 cm disiapkan untuk semua variasi dikubur dalam tanah kompos, lalu diamati perubahannya setiap hari dengan tujuan untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan bioplastik agar terurai seluruhnya di dalam tanah akibat mikroorganisme (Natalia, 2019). Perhitungan nilai % terdegradasi terdapat di Persamaan 2.5.

4. Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Pada analisis FTIR ini akan ditampilkan spektra inframerah dari pati, selulosa, kitosan, dan bioplastik dengan penambahan selulosa. Lapisan tipis sampel bioplastik diletakkan pada sampel holder, kemudian diukur pada rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} (Sara, 2018).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Preparasi Pati Kulit Pisang Kepok

Sampel kulit pisang kepok yang digunakan diperoleh dari penjual gorengan pisang yang ada di daerah Jl. Raya Beringin Timur, Kec. Ngaliyan, Kota Semarang Jawa Tengah. Proses pencucian sampel kulit pisang kepok dilakukan dengan tujuan agar kotoran dan getah yang masih menempel pada kulit pisang bisa hilang. Proses pemotongan kulit pisang dan penambahan air 1:1 (b/v) dilakukan agar memudahkan proses blender dan kulit pisang bisa cepat halus. Hasil blender kulit pisang yang telah halus kemudian disaring dan diperas menggunakan kain bertujuan agar ampas tidak ikut kedalam endapan dan bisa diperoleh filtrat. Filtrat diendapkan selama ± 24 jam agar hasil endapan pati yang diperoleh lebih banyak dan maksimal. Proses penjemuran pati di bawah sinar matahari dilakukan agar pati yang diperoleh dalam keadaan kering. Pati dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh bertujuan untuk mendapatkan pati dalam keadaan serbuk halus. Pati disimpan dalam wadah tertutup agar tidak lembab. Hasil pati disajikan melalui Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pati Kulit Pisang Kepok

Berdasarkan Gambar 4.1 hasil pati yang diperoleh menunjukkan karakteristik pati berupa serbuk halus dan berwarna coklat tua. Menurut Hardjono (2016), penyebab warna coklat ini karena enzim polifenol pada pati mengalami oksidasi ketika proses pengeringan dan menyebabkan pati menjadi coklat. Hasil pati yang telah diperoleh kemudian dikarakterisasi melalui uji kualitatif menggunakan larutan iodin dan uji spektra FTIR.

1. Uji Kualitatif Pati

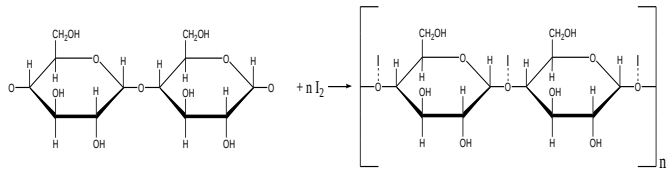
Uji kualitatif pati dapat dilakukan dengan menggunakan larutan iodin. Sebanyak 1 g pati ditimbang terlebih dahulu, kemudian penambahan akuades sebanyak 10 mL dilakukan agar terbentuk larutan dan ditetesi sebanyak 5-10 tetes larutan iodium untuk mengetahui perubahan warna yang

terbentuk. Hasil positif uji amilum pati disajikan melalui Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Uji Amilum

Hasil uji amilum pati menggunakan larutan iodium menunjukkan adanya perubahan warna menjadi biru kehitaman dari coklat transparan pada larutan pati. Penyebab terjadinya perubahan warna tersebut karena amilum pada larutan pati berikatan dengan molekul iodine sehingga menghasilkan kompleks iodine amilum yang menimbulkan warna biru kehitaman pada pati (Hikmah, 2022). Pada Gambar 4.3 dapat dilihat bagaimana reaksi iodine dengan amilum.

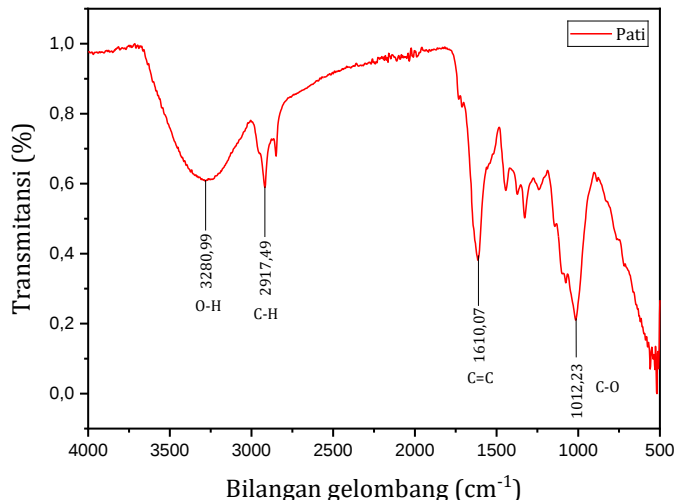


Gambar 4.3 Reaksi Amilum dengan Iodium

(Mulyadi, 2023)

2. Uji FTIR Pati

Analisis sampel pati kulit pisang kepok menggunakan alat spektra FTIR dilakukan untuk menentukan apakah sampel pati dari hasil penelitian memiliki gugus-gugus fungsi. Hasil uji spektra FTIR dari sampel pati disajikan melalui Gambar 4.4 dan Tabel 4.1.



Gambar 4.4 Spektra FTIR Pati Kulit Pisang Kepok

Tabel 4.1 Hasil Serapan Pati Kulit Pisang Kepok

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Pati Literatur (cm ⁻¹) (Hikmah, 2022)	Bilangan Gelombang Pati Pada Penelitian Ini (cm ⁻¹)
O-H	3267,02	3280,99
C-H	2921,36	2917,49
C-O	1148,76	1012,23

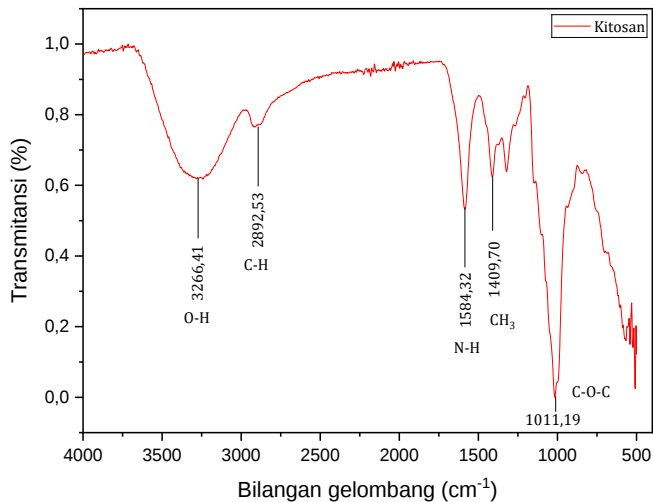
Berdasarkan pada Gambar 4.4 dan Tabel 4.1 menunjukkan bahwa spektra hasil FTIR pati pada daerah serapan 3280,99 cm⁻¹ terdapat gugus O-H, pada daerah serapan 2917,49 cm⁻¹ terdapat gugus fungsi C-H, kemudian pada daerah serapan 1610,07

cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus $\text{C}=\text{C}$ pada cincin aromatik lignin (Rojtica, 2021). Selanjutnya, pada daerah serapan $1012,23 \text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus $\text{C}-\text{O}$.

Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Hikmah (2022), yang menunjukkan bahwa pada pati kulit pisang kepok terkandung gugus fungsi $\text{O}-\text{H}$ pada bilangan gelombang $3267,02 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi $\text{C}-\text{H}$ pada bilangan gelombang $2921,36 \text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi $\text{C}-\text{O}$ pada bilangan gelombang $1148,76 \text{ cm}^{-1}$. Dalam pati terkandung gugus fungsi yang ditunjukkan oleh munculnya gugus-gugus tersebut. Amilosa (Gambar 2.3) dan amilopektin (Gambar 2.4) adalah senyawa penyusun pati yang di dalamnya terkandung gugus fungsi $\text{O}-\text{H}$, $\text{C}-\text{H}$ alkana, dan $\text{C}-\text{O}$.

B. Analisis FTIR Kitosan

Kitosan yang digunakan pada penelitian ini dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang terkandung di dalamnya. Hasil spektra FTIR kitosan dapat dilihat pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Spektra FTIR Kitosan

Tabel 4.2 Hasil Serapan Kitosan

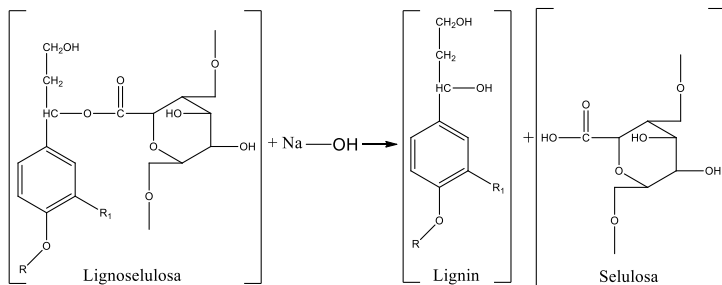
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Kitosan Literatur (cm ⁻¹) (Prameswari, 2022)	Bilangan Gelombang Kitosan Pada Penelitian Ini (cm ⁻¹)
O-H	3389,08	3266,41
C-H	2929,03	2892,53
N-H	1563,37	1584,32
CH ₃	1430,28	1409,70
C-O-C	1027,14	1011,19

Berdasarkan pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.2 menunjukkan bahwa hasil spektra FTIR kitosan pada puncak $3266,41\text{ cm}^{-1}$ berasal dari peregangan gugus O-H (*stretching*) ikatan hidrogen, dan pada puncak $2892,53\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-H (*stretching*) senyawa alkana. Pada puncak $1584,32\text{ cm}^{-1}$ muncul gugus amida yaitu N-H (*stretching*). Pada puncak $1409,70\text{ cm}^{-1}$ berasal dari gugus CH_3 (*bending*). Pada puncak $1011,19\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-O-C. Dapat disimpulkan bahwa kitosan yang digunakan telah sesuai dengan literatur dengan munculnya gugus fungsi O-H, C-H (alkana), N-H, CH_3 , dan C-O-C.

C. Ekstraksi Selulosa Sabut Kelapa

Sampel sabut kelapa diperoleh dari Pasar Ngaliyan Semarang, Kecamatan Ngaliyan, Kota Semarang. Proses ekstraksi selulosa sabut kelapa dibuat dengan menggunakan sampel sabut kelapa yang sebelumnya sudah dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Sabut kelapa lalu dipotong-potong agar mudah saat proses blender berlangsung. Hasil blender kemudian diayak sampai ukuran 100 mesh agar hasil yang didapatkan lebih halus.

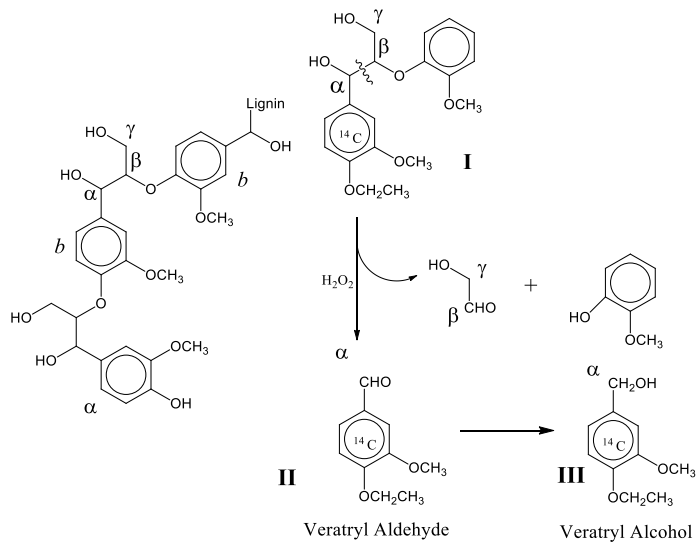
Proses delignifikasi dan *bleaching* merupakan tahapan dalam proses ekstraksi selulosa. Tujuan dari tahap delignifikasi adalah memisahkan lignin dari selulosa. Lignin harus dihilangkan karena dapat mengakibatkan kekuatan fisik pada pulp rendah. Metode delignifikasi yang digunakan pada ekstraksi ini adalah metode alkali. Metode alkali dilakukan dengan penambahan 500 mL NaOH 4% ke dalam 25 g serbuk sabut kelapa pada suhu 60°C selama ± 2 jam. Pemilihan NaOH sebagai alkali karena dapat bereaksi pada suhu rendah dan memiliki kelarutan tinggi dengan air, oleh karena itu NaOH disebut alkali kuat (Trisanti & Setiawan, 2018). Proses delignifikasi oleh NaOH disajikan melalui Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Proses Delignifikasi oleh NaOH

(Rasjava, 2024)

Sisa lignin dan pigmen yang masih terkandung di dalam selulosa menyebabkan warna coklat gelap pada pulp. Setelah pulp disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian dicuci bersih menggunakan akuades. Tahapan *bleaching* dilakukan untuk menghilangkan sisa lignin dan pigmen. Proses *bleaching* dilakukan dengan menambahkan 500 mL H_2O_2 7,2% ke dalam pulp. Larutan H_2O_2 berbasis oksigen yang sangat efisien, sedikit menimbulkan pencemaran lingkungan, dan biaya yang rendah sehingga dipilih sebagai larutan untuk proses *bleaching*. Pemanasan selama ± 2 jam dilakukan pada suhu 60°C saat proses *bleaching*. Hal tersebut dikarenakan waktu 2 jam adalah kondisi paling optimum untuk proses *bleaching* dan suhu optimum untuk *bleaching* adalah 60°C (Dewanti, 2018). Tingkat kecerahan selulosa cenderung konstan jika dilakukan selama lebih dari 1,5 jam. Proses penguraian lignin oleh H_2O_2 disajikan melalui Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Proses Penguraian Lignin oleh H_2O_2
(Harpendi, 2014)

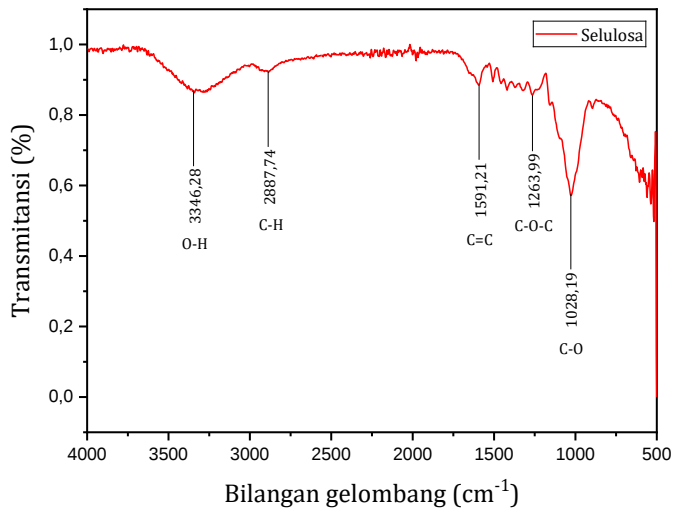
Selulosa yang diperoleh berubah warna menjadi coklat muda. Selulosa yang terbentuk dicuci dengan akuades sampai bersih lalu disaring dengan menggunakan kertas saring dan pada suhu 105°C selulosa dikeringkan menggunakan oven agar selulosa yang didapatkan dalam keadaan kering. Hasil selulosa yang didapatkan disajikan melalui Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Selulosa Sabut Kelapa

Berdasarkan Gambar 4.8 selulosa yang dihasilkan memiliki karakteristik serbuk halus dan berwarna coklat muda yang dihasilkan dari proses *bleaching* menggunakan H_2O_2 . Selulosa yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi FTIR.

Analisis sampel selulosa menggunakan alat spektra FTIR dilakukan untuk menentukan apakah sampel selulosa dari hasil penelitian memiliki gugus-gugus fungsi. Hasil uji spektra FTIR dari sampel selulosa disajikan melalui Gambar 4.9 dan Tabel 4.3.



Gambar 4.9 Spektra FTIR Selulosa Sabut Kelapa

Tabel 4.3 Hasil Serapan Selulosa Sabut Kelapa

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa Literatur (cm ⁻¹) (Nurwidiyani, 2022)	Bilangan Gelombang Selulosa Pada Penelitian Ini (cm ⁻¹)
O-H	3349,69	3346,28
C-H	2889,93	2887,74
C-O-C	1256,13	1263,99
C-O	1026,25	1028,19

Berdasarkan Gambar 4.9 dan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa spektra hasil FTIR selulosa pada peregangannya gugus O-H (*stretching*) ikatan hidrogen

ditunjukkan pada daerah serapan $3346,28\text{ cm}^{-1}$. Peregangan gugus C-H (*stretching*) ditunjukkan pada daerah serapan $2887,74\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus utama senyawa selulosa (Nurwidiyani, 2022). Pada daerah serapan $1591,21\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus C=C pada cincin aromatik lignin (Rojtica, 2021). Gugus C-O-C (*stretching*) ditunjukkan pada daerah serapan $1263,99\text{ cm}^{-1}$. Keberadaan gugus C-O (*bending*) muncul pada daerah serapan $1028,19\text{ cm}^{-1}$.

Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Nurwidiyani (2022), dari hasil spektra FTIR selulosa sabut kelapa pada daerah bilangan gelombang $3349,69\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan dengan intensitas yang cukup tinggi untuk gugus O-H (*stretching*) dan gugus C-H (*stretching*) yang merupakan gugus utama selulosa ditunjukkan pada daerah serapan 2889 cm^{-1} . Daerah serapan untuk gugus C-O-C ditunjukkan pada bilangan gelombang $1256,13\text{ cm}^{-1}$. Gugus C-O ditunjukkan pada serapan bilangan gelombang $1026,25\text{ cm}^{-1}$. Pada daerah serapan $1609,16\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan lignin dalam sampel dengan adanya gugus C=C. Gugus fungsi spesifik yang dimiliki selulosa yaitu munculnya gugus O-H, C-H, C-O-C, dan C-O. Oleh karena itu, dapat disimpulkan

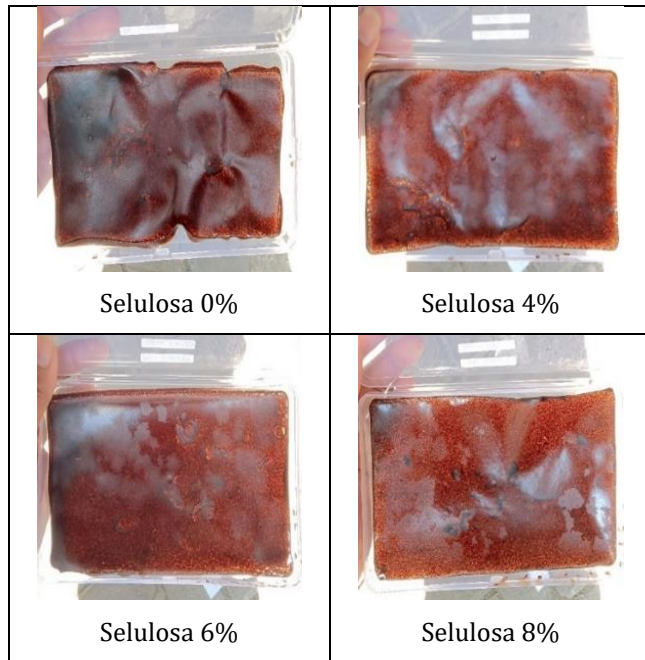
bahwa selulosa telah berhasil diperoleh berdasarkan dari data spektra FTIR selulosa hasil sintesis.

D. Sintesis Bioplastik

Sampel bioplastik tanpa penambahan selulosa dan dengan penambahan variasi selulosa dibuat pada penelitian ini. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Pada sampel bioplastik dengan penambahan selulosa diberikan variasi konsentrasi selulosa berturut-turut yaitu 4%; 6%; dan 8%. Pati yang diperoleh dari hasil preparasi pati kulit pisang kepok digunakan sebagai bahan utama sintesis bioplastik dengan penambahan kitosan sebagai penguat dan gliserol sebagai *plasticizer*. Sintesis bioplastik dilakukan dengan metode *blending materials*. Metode ini meliputi proses pencampuran dan pemanasan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. Sebanyak 2,5 g pati kulit pisang kepok dilarutkan dengan 50 mL aquades menggunakan gelas beaker, proses ini dilakukan untuk membuat larutan pati. Larutan pati dipanaskan pada suhu 80°C selama ± 30 menit dengan kecepatan 60 rpm, hal tersebut bertujuan agar larutan pati yang terbentuk tidak menggumpal atau kurang homogen. Sebanyak 2 g kitosan yang dilarutkan

dengan asam asetat 2% (v/v) hingga volume 100 mL, proses ini dilakukan untuk membuat larutan kitosan 4%. Larutan pati dan kitosan yang terbentuk kemudian dicampurkan lalu ditambahkan larutan gliserol sebanyak 0,625 mL, proses ini dilakukan untuk membuat larutan bioplastik. Pemanasan larutan bioplastik pada suhu 80°C dengan kecepatan 60 rpm selama ± 1 jam bertujuan agar tekstur bioplastik yang terbentuk tidak kasar yang disebabkan oleh larutan yang menggumpal atau kurang homogen. Larutan bioplastik dituang secara merata hingga ke dalam cetakan plastik berukuran 17x10x2,5 cm. Cetakan dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan pada suhu 60°C selama ± 24 jam. Setelah itu cetakan dikeluarkan dari oven dan dibiarkan dingin pada suhu ruangan lalu disimpan dalam wadah kedap udara agar bioplastik yang dihasilkan tidak berjamur.

Bioplastik yang telah diperoleh bertekstur halus dan berwarna coklat tua transparan buram. Gambar 4.9 menunjukkan bioplastik yang berhasil disintesis dengan variasi penambahan selulosa (0%; 4%; 6%; dan 8%).



Gambar 4.10 Bioplastik Pati-Kitosan-Selulosa-Gliserol

Bioplastik yang berhasil disintesis dengan variasi penambahan selulosa (0%; 4%; 6%; dan 8%) disajikan melalui Gambar 4.10. Setiap sampel bioplastik yang dihasilkan memiliki perbedaan fisik yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbedaan Fisik Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa

Bioplastik	Keterangan
Selulosa 0%	Coklat tua transparan, bertekstur halus
Selulosa 4%	Coklat tua transparan, bertekstur halus
Selulosa 6%	Coklat tua transparan, bertekstur halus
Selulosa 8%	Coklat muda transparan, bertekstur halus

E. Karakterisasi Bioplastik

Bioplastik yang dihasilkan selanjutnya dilakukan beberapa karakterisasi, meliputi uji kuat tarik, uji elongasi, uji daya serap air, uji biodegradabilitas, dan uji FTIR.

1. Kuat Tarik

Kekuatan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik pada saat pengukuran disebut kuat tarik. Memberikan beban hingga bioplastik robek atau putus merupakan tujuan uji kuat tarik (Mery, 2015). Hasil pengujian kuat tarik bioplastik dari berbagai variasi selulosa ditunjukkan melalui Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa

Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	
	Hasil Penelitian	SNI 7818:2014
Selulosa 0%	14,96	Minimal 13,7
Selulosa 4%	20,86	
Selulosa 6%	17,64	
Selulosa 8%	15,79	

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa hasil uji kuat tarik pada bioplastik dengan penambahan selulosa dapat menaikkan nilai kuat tarik dari bioplastik tetapi terjadi penurunan nilai kuat tarik pada variasi selulosa 6% dan 8% karena semakin banyak penambahan selulosa. Hal tersebut bersesuaian sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurwidiyani (2022), ikatan antar molekul pada bioplastik diperkuat dengan melakukan penambahan selulosa, sehingga terjadi peningkatan nilai kuat tarik dari sampel akan tetapi terjadi penurunan pada konsentrasi tertentu dikarenakan dispersi selulosa yang kurang merata. Oleh karena itu, bioplastik yang dihasilkan menjadi mudah putus dan kurang elastis. Menurut Arum (2014), penambahan selulosa dapat menghasilkan

peningkatan interaksi gaya tarik menarik antar molekul penyusun lapisan tipis yang menyebabkan peningkatan kekuatan tarik. Keadaan ini disebabkan oleh gugus hidroksil yang membentuk ikatan hidrogen antar molekul untuk membentuk lapisan serat tipis yang memperkuat satu sama lain.

Nilai kuat tarik yang didapatkan berdasarkan dari data yang telah diperoleh telah memenuhi SNI 7818:2014 yaitu minimal 13,7 MPa. Adapun nilai kuat tarik tertinggi yaitu 20,86 MPa pada bioplastik selulosa 4%, dan nilai kuat tarik terendah yaitu 14,96 MPa pada bioplastik selulosa 0%. Sehingga berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa seluruh variasi bioplastik telah memenuhi nilai SNI.

2. Elongasi

Pengujian elongasi dilakukan dengan membandingkan panjang material sebelum uji tarik dengan penambahan panjang yang terjadi (Rahmawati, 2018). Hasil pengujian elongasi bioplastik dari berbagai variasi selulosa ditunjukkan melalui Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Uji Elongasi Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa

Bioplastik	Elongasi (%)	
	Hasil Penelitian	SNI 7818:2014
Selulosa 0%	265,38	400-1120
Selulosa 4%	171,25	
Selulosa 6%	163,37	
Selulosa 8%	154,28	

Berdasarkan Tabel 4.6, diketahui bahwa hasil uji elongasi yang dilakukan pada bioplastik dengan penambahan selulosa dapat menurunkan nilai elongasi dari bioplastik. Menurut Budianto (2019), kadar selulosa yang semakin banyak akan menghasilkan bioplastik yang kurang homogen, sehingga menyebabkan kekakuan pada bioplastik tersebut. Oleh karena itu, nilai elongasi pada perlakuan mengalami penurunan.

Nilai elongasi yang didapatkan berdasarkan dari data yang telah diperoleh belum memenuhi SNI 7818:2014 yaitu sebesar 400-1120%. Adapun nilai elongasi tertinggi yaitu 265,38% pada bioplastik selulosa 0%, dan nilai kuat tarik terendah yaitu 154,28% pada bioplastik selulosa 8%. Sehingga

berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa seluruh variasi bioplastik belum memenuhi nilai SNI.

3. Daya Serap Air

Pengujian yang dilakukan untuk memastikan apakah bioplastik mudah menyerap air atau tidak disebut uji daya serap air. Nilai daya serap air yang rendah merupakan sifat bioplastik yang baik. Bioplastik lebih tahan terhadap air apabila daya serap airnya semakin rendah (Masahid, 2023). Hal ini akan mempengaruhi proses biodegradasi bioplastik. Pengujian ini dilakukan pengulangan data sebanyak tiga kali (*triplo*), sehingga data yang dihasilkan lebih akurat. Nilai % RPD (*Relative Percent Difference*) harus di bawah 10% untuk memenuhi persyaratan presisi (Ramadhani, 2023). Hasil pengujian daya serap air bioplastik dari berbagai variasi selulosa ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Nilai Uji Daya Serap Air Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa

Konsentrasi Selulosa (%)	Berat Awal (W ₀)	Berat Akhir (W ₁)	Daya Serap Air (%)	Rata- rata dan % RPD
0	0,1742	0,2116	21,5%	21,48
	0,1759	0,2137	21,5%	±0,998
	0,1692	0,2013	21,45%	
4	0,1185	0,1382	16,62%	16,44
	0,1205	0,1401	16,26%	±0,978
	0,1076	0,1253	16,44%	
6	0,1483	0,1693	14,16%	13,83
	0,1562	0,1778	13,82%	±0,952
	0,1472	0,1671	13,51%	
8	0,1251	0,1401	11,99%	11,26
	0,1231	0,1363	10,72%	±0,870
	0,1300	0,1444	11,07%	

Berdasarkan Tabel 4.7, diketahui bahwa pada berbagai variasi konsentrasi selulosa dihasilkan nilai daya serap air yang semakin menurun seiring bertambahnya variasi konsentrasi selulosa. Hal tersebut terjadi karena selulosa sukar menyerap air, sehingga menyebabkan nilai daya serap air bioplastik menurun. Kemampuan mengikat air yang kuat akan

berdampak pada potensi pengemasan bioplastik. Bioplastik yang memiliki kemampuan mengikat air tinggi dapat dengan mudah terjadi penumbuhan mikroorganisme yang akan menyebabkan kerusakan pada bahan yang dikemasnya. Semakin baik kemampuan bioplastik sebagai kemasan jika kemampuan mengikat airnya semakin rendah (Nur, 2020).

Persentase daya serap air yang didapatkan berdasarkan dari data yang telah diperoleh pada variasi selulosa (0%; 4%; 6%; dan 8%) berturut-turut yaitu 21,48; 16,44; 13,83; dan 11,26% telah memenuhi ASTM D570-98 yaitu 9,01%-16,63%. Sehingga dari data tersebut dapat diketahui bahwa bioplastik dengan penambahan variasi selulosa diperoleh nilai daya serap air bioplastik yang menurun.

4. Biodegradasi

Bioplastik dianggap ramah lingkungan ketika dapat terurai 100%. Uji biodegradasi ini dilakukan dengan menggunakan metodologi yang digunakan Natalia (2019), yaitu menggunakan tanah kompos untuk mendegradasi sampel bioplastik. Pengujian

biodegradabilitas bioplastik dilakukan untuk mengidentifikasi seberapa tahan bioplastik terhadap proses penguraian di tanah. Periode terdegradasi yang singkat merupakan sifat bioplastik yang baik. Pada pengujian biodegradasi sampel bioplastik dilakukan dengan cara sampel bioplastik dikubur di dalam tanah kompos dan dilakukan pengamatan pada perubahan fisik sampel bioplastik setiap hari sampai sampel bioplastik terdegradasi 100%. Hasil pengujian biodegradasi bioplastik ditunjukkan melalui Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Uji Biodegradasi Bioplastik dengan Penambahan Variasi Selulosa

Bioplastik	Lama Terdegradasi 100% (hari)	
	Hasil Penelitian	SNI 7188- 7:2022
Selulosa 0%	22	90% maksimal 180
Selulosa 4%	27	
Selulosa 6%	30	
Selulosa 8%	32	

Berdasarkan Tabel 4.8 hasil uji biodegradasi yang diperoleh menunjukkan bahwa bioplastik dengan penambahan selulosa 0% dinyatakan sebagai

bioplastik yang ramah lingkungan. Periode lamanya bioplastik terurai 100% dalam tanah kompos menunjukkan tingkat degradasi bioplastik tersebut. Pada Tabel 4.8 telah didapatkan hasil pengujian biodegradasi bioplastik yang diperoleh pada tiap sampel bioplastik.

Menurut Ridara (2021), bioplastik mudah terdegradasi karena komponen penyusunnya merupakan bahan alam. Bioplastik yang dihasilkan mengandung gugus hidroksil (OH) dan gugus karbonil (CO). Gugus tersebut lah yang mengakibatkan bioplastik dapat terdegradasi dengan baik. Gugus hidroksil akan meningkatkan interaksinya dengan air sehingga meningkatkan sifat hidrofilik dan kelembabannya yang dapat mempengaruhi degradasi bioplastik. Secara umum faktor-faktor yang mempercepat proses terjadinya biodegradasi adalah komponen larutan penyusun, struktur polimer, dan morfologi.

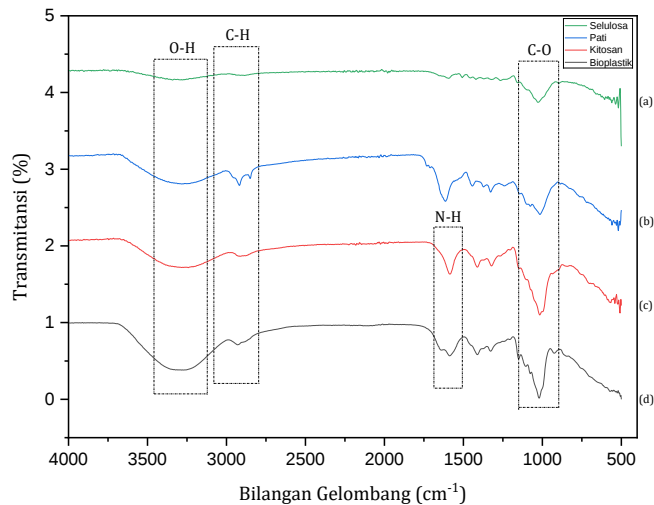
Berdasarkan hasil uji biodegradasi bioplastik dapat disimpulkan bahwa seiring bertambahnya selulosa maka bioplastik yang dihasilkan akan semakin lama terdegradasi. Hal ini dikarenakan penambahan selulosa yang menyebabkan bioplastik

sukar menyerap air, sehingga dapat mempengaruhi proses penguraian oleh mikroorganisme. Sampel bioplastik yang dihasilkan memiliki periode terdegradasi terlalu lama yaitu selama 32 hari dan yang tercepat yaitu selama 22 hari. Adapun lama terurainya bioplastik selulosa (0%; 4%; 6%; dan 8%) berturut-turut yaitu 22; 27; 30; dan 32 hari. Sehingga berdasarkan data tersebut maka bioplastik yang dihasilkan telah memenuhi SNI 7188-7:2022 yaitu 90% maksimal 180 hari.

5. FTIR (*Fourier Transform-Infra Red*)

Keberadaan gugus fungsi pada bioplastik hasil penelitian ditentukan melalui analisis sampel menggunakan FTIR. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan gugus fungsi pada sampel bioplastik. Sampel yang diujikan yaitu sampel bioplastik selulosa 4%, dikarenakan sampel bioplastik tersebut memiliki hasil karakterisasi paling optimum dengan hasil kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 20,86 MPa, memiliki persentase elongasi sebesar 171,25%, memiliki nilai daya serap air sebesar 16,44%, dan terdegradasi selama 27 hari, nilai-nilai tersebut telah memenuhi SNI dan standar

ASTM. Hasil spektra FTIR sampel bioplastik selulosa 4% disajikan melalui Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Spektra FTIR (a) selulosa (b) pati (c) kitosan (d) bioplastik selulosa 4%

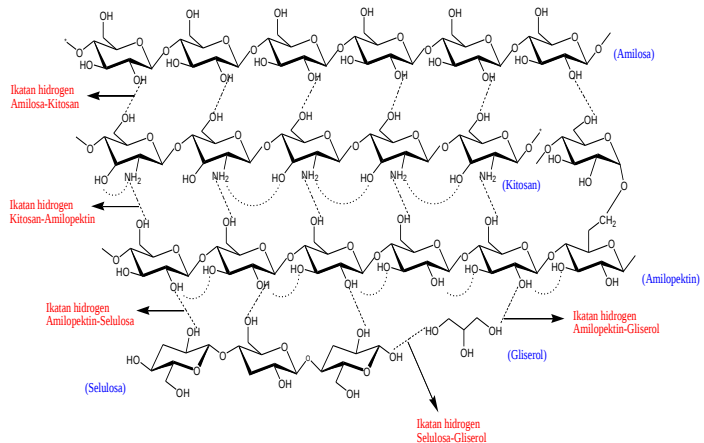
Tabel 4.9 Perbandingan Spektra Bioplastik dengan Spektra Selulosa, Pati, dan Kitosan

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)			
	Selulosa Sabut Kelapa	Pati Kulit Pisang Kepok	Kitosan	Bioplastik Selulosa 4%
O-H	3346,28	3280,99	3266,41	3298,40
C-H	2887,74	2917,49	2892,53	2923,17
N-H	-	-	1584,32	1589,03
C-O	1032,86	1023,83	-	1023,83

Gambar 4.11 dan Tabel 4.9 menunjukkan bahwa hasil spektra FTIR bioplastik selulosa 4% diperoleh bilangan gelombang $3298,40\text{ cm}^{-1}$; $2923,17\text{ cm}^{-1}$; $1586,85\text{ cm}^{-1}$; $1589,03\text{ cm}^{-1}$; dan bilangan gelombang $1023,83\text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan bilangan gelombang yang telah diperoleh dapat diidentifikasi adanya gugus fungsi O-H, C-H (alkana), N-H (amida), dan C-O. Pada bilangan gelombang $3298,40\text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak dari gugus O-H yang berasal dari senyawa pati. Pada bilangan gelombang $2923,17\text{ cm}^{-1}$ didapatkan bilangan gelombang C-H (alkana) menunjukkan adanya gliserol dan pati yang juga memiliki gugus C-H. Adanya kandungan kitosan pada bioplastik hasil sintesis ditunjukkan melalui serapan khas dari kitosan yaitu serapan pada bilangan gelombang $1589,03\text{ cm}^{-1}$ dari regangan N-H (amida), hal ini bersesuaian dengan penelitian yang dilakukan Saputro (2017). Pada bilangan gelombang $1023,83\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus fungsi C-O yang menandakan adanya gugus fungsi dari pati dan selulosa.

Berdasarkan data hasil spektra FTIR tersebut, dapat disimpulkan bahwa munculnya gugus-gugus fungsi tersebut yang menandakan dalam bioplastik selulosa 4% masih terdapat gugus-gugus yang ada

dalam komponen, yaitu pati, selulosa, dan kitosan. Pergeseran yang terjadi menandakan adanya reaksi polimerisasi komponen ketika pencampuran komponen pada proses pembuatan bioplastik. Pada hasil spektra FTIR bioplastik selulosa 4% tidak ditemukan gugus fungsi baru yang muncul, tetapi kuatnya ikatan hidrogen antar molekul pati, selulosa, kitosan, dan gliserol menyebabkan intensitas yang diperoleh semakin tajam dan lebar ditunjukkan pada bilangan gelombang $3298,40\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan karakteristik untuk gugus O-H (Rojtica, 2021). Interaksi antara amilosa & amilopektin (pati)-kitosan-selulosa-gliserol disajikan melalui Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Interaksi antara Amilosa & Amilopektin (Pati)-Kitosan-Selulosa-Gliserol
(Isnaini, 2019)

Hal tersebut bersesuaian dengan penelitian Rojtica (2021), menyatakan bahwa dari hasil uji FTIR diperoleh bioplastik yang menghasilkan daerah serapan pada bilangan gelombang $3388,8 \text{ cm}^{-1}$, $2920,28 \text{ cm}^{-1}$; $1559,66 \text{ cm}^{-1}$; dan $1032,86 \text{ cm}^{-1}$. Daerah serapan yang didapatkan menunjukkan adanya gugus O-H, C-H (alkana), N-H (amida) dan C-O. Bioplastik yang disintesis mengandung kitosan dan selulosa dengan ditunjukkannya gugus-gugus fungsi tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil disimpulkan sebagai berikut:

1. Pati dari kulit pisang kepok memiliki karakteristik berwarna coklat tua pisang kepok dari analisis gugus fungsi FTIR pati diperoleh data sebagai berikut: gugus -OH, gugus C-H, dan gugus C-O.
2. Selulosa sabut kelapa memiliki karakteristik berwarna coklat muda dan dari analisis gugus fungsi FTIR selulosa diperoleh data sebagai berikut: gugus -OH, gugus C-H, gugus C-O-C, dan gugus C-O.
3. Bioplastik dengan variasi selulosa 0%; 4%; 6%; dan 8% memiliki karakteristik berwarna coklat transparan, dan bertekstur halus dengan nilai kuat tarik yaitu 14,96; 20,86; 17,64; dan 15,79 MPa, nilai elongasi yaitu 265,38; 171,25; 163,37; dan 154,28%, nilai daya serap air yaitu 21,48; 16,44; 13,83; dan 11,26% dan lama terdegradasi yaitu 22; 27; 30; dan 32 hari.
4. Penambahan selulosa mampu meningkatkan kuat tarik bioplastik dari 14,96 MPa menjadi 20,86 MPa dan nilai tersebut sudah memenuhi SNI 7818:2014,

akan tetapi menurunkan nilai elongasi bioplastik dari 265,38% menjadi 171,25% dan nilai tersebut belum memenuhi SNI 7818:2014, menghasilkan nilai daya serap air dari 21,48% menjadi 16,44% dan nilai tersebut telah memenuhi ASTM D570-98, menghasilkan lama waktu terdegradasi dari 22 hari menjadi 27 hari namun nilai tersebut masih memenuhi SNI 7188-7:2022.

B. Saran

Pada penambahan *plasticizer* gliserol yang digunakan perlu diberi variasi agar diperoleh nilai elongasi bioplastik yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abderrahim, B., Abderrahman, E., Mohamed, A., Fatima, T., Abdessalam, T., & Krim, O. (2015). Kinetic Thermal Degradation of Cellulose, Polybutylene Succinate and a Green Composite: Comparative Study. *World Journal of Environmental Engineering*, Vol. 3, 2015, Pages 95-110, 3(4), 95–110. <https://doi.org/10.12691/WJEE-3-4-1>
- Agustin, E. (2016). *Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif*.
- Arifin, J. (2018). Analisa dan Perancangan Limbah Plastik Sampah Polyethylene Terephthalate Untuk Menghasilkan Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal EEICT (Electric, Electronic ..., 1(1)*, 53–60.
- 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>
- Arum, S., Kusumastuti, L., & Kusumastuti, E. (2014). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 157–162.
- Aryani, T., Mu'awanah, I. A. U., & Widyantara, A. B. (2018). Karakteristik Fisik, Kandungan Gizi Tepung Kulit Pisang

- dan Perbandingannya Terhadap Syarat Mutu Tepung Terigu. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 2(2), 45.
<https://doi.org/10.30595/jrst.v2i2.3094>
- Asparingga, H. (2018). *Pengaruh Volume Anhidrida Asetat Pada Sintesis Selulosa Asetat dari Sabut Kelapa (Cocos Nucifera L.)*. 7(3), 10–17.
- Budianto, A., Ayu, D. F., & Johan, V. S. (2019). Pemanfaatan Pati Kulit Ubi Kayu dan Selulosa Kulit Kacang Tanah Pada Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Sagu*, 18(2), 11–18.
- Cengristitama. (2023). *Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Sorbitol Pada Proses Pembuatan Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Tanduk*. 17(2).
- Cheiya, I. V. (2023). *Pemanfaatan Limbah Pati Kulit Pisang (Musa paradisiaca) sebagai Bahan Pengikat Granul Parasetamol dengan Metode Granulasi Basah*. 5(1), 44–49.
- Claudia, L. V. (2022). *Manfaat Media Tanam Sabut Kelapa yang Murah dan Bebas Gulma*.
- Dewanti, D. P. (2018). *Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan Cellulose Potential of Empty Fruit Bunches Waste as The Raw Material of Bioplastics Environmentally Friendly*. 19(1), 81–88.

- Dharma, P. (2018). Kajian Pemanfaatan Limbah Sabut Kelapa Menjadi Larutan Mikroorganisme Lokal. *Agroteknologi Tropika*, 7(2), 200–210.
- Elisusanti. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Pisang Kepok/Selulosa Serbuk Kayu Gergaji. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 1(1), 14–19.
- Febrianty, N. A. (2023). *Baru Tahu Ya? Kulit Pisang Bisa Bikin Gigi Putih, Ini Kata Para Ahli.*
- Hardjono, Suharti, P. H., Nanik, H., & Suharti, A. (2016). Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata* Balbisiana Colla). *Jurnal Teknik: Ilmu Dan Aplikasi*.
<https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.5965>
- Harpendi, R., Padil, & Yelmida. (2014). *Proses Pemurnian Selulosa Pelepah Sawit Sebagai Bahan Baku Nitrolesulosa dengan Variasi Ph dan Konsentrasi H2O2.*
- Hikmah, N. (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 FST UIN Walisongo Semarang, July*, 1–126.
- Illing, I., & MB, S. (2017). Uji FTIR Bioplastik dari Limbah Ampas Sagu dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin. *Jurnal Dinamika*, 08(2), 1–13.

- Intandiana, S. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokrystalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Isnaini, S. U. N. (2019). Karakteristik Plastik Biodegradable Berbahan Selulosa dari Cangkang Buah Nipah (*Nypa fruticans*). *Skripsi*, 1–126.
- Istiqomah, I. (2023). *Jangan Dikonsumsi Berlebihan, 3 Makanan Ini Bisa Menyebabkan Sembelit*.
- Kalalo, T. (2019). Pengaruh Penggunaan Pati Kulit Nanas (*Ananas Comosus* (L.) Merr.) Sebagai Bahan Pengikat pada Granul Ctm. *Pharmacon*, 8(1), 203. <https://doi.org/10.35799/pha.8.2019.29255>
- Kurniawan, D. N. (2015). *Prarencana Pabrik Gliserol Monostearat (GMS) dari Gliserol dan Metil Stearat Kapasitas 7.200 Ton/Tahun. 2504*, 1–9.
- Limau, A. (2020). Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Berbasis Biji Nangka. 21(1), 1–9.
- Mahatmanti, F. W., Kusumastuti, E., Jumaeri, J., Sulistyani, M., Susiyanti, A., Haryati, U., & Dirgantari, P. S. (2022). Pembuatan Kitin dan Kitosan dari Limbah Cangkang Udang Sebagai Upaya Memanfaatkan Limbah Menjadi Material Maju. *Inovasi Kimia*, 1, 1–38.

<https://doi.org/10.15294/ik.v1i1.60>

- Masahid, A., Aniza Aprillia, N., Witono, Y., & Azkiyah, L. (2023). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Pati Singkong Dengan Penambahan Whey Keju Dan Plastisiser Gliserol. *Jurnal Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.3>
- Mery. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Pati Onggok Singkong dan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera) dengan Plasticizer Gliserol. *Sains Dasar*, 4(2), 145–152.
- Muharam, T. (2022). Karakteristik Daya Serap Air dan Biodegradabilitas pada Bioplastik Berbasis Pati Singkong dengan Penambahan Polyvinyl Alcohol. *Prosiding Snast, November*, D35-49. <https://doi.org/10.34151/prosidingsnast.v8i1.4152>
- Mulyadi, M., Meidinariasty, A., & Taufik, M. (2023). Analisis Kadar Air Dan Iodium Pada Garam Konsumsi. *Jurnal Multidisipliner Kapalamada*. <https://doi.org/10.62668/kapalamada.v2i03.574>
- Munawaroh, A. (2015). Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (Musa Paradisiaca) dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan. *Early Human Development*, 83(1), 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.earlhumdev.2006.05.022>

- Mustopa, B. A. B. (2022). Hubungan Antara Pengetahuan, Sikap, Ketersediaan Sarana dan Petugas Kebersihan dengan Perilaku Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Plastik di Kecamatan Pancoran Mas Depok Tahun 2022. *Ruwa Jurai: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(2), 85. <https://doi.org/10.26630/rj.v16i2.3524>
- Nafiayanto, I. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Bonggol Pisang Kepok dengan Plasticizer Gliserol dari Minyak Jelantah dan Komposit Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*). *Integrated Lab Journal*, 07(01), 75–89.
- Nahir, N. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Asam (Tamarindus Indica L.). *Makassar: UIN Alauddin*.
- Nahwi, N. F. (2016). PADA KARAKTERISTIK EDIBLE FILM DARI PATI KULIT PISANG RAJA , TONGKOL JAGUNG DAN BONGGOL ENCENG GONDOK SKRIPSI Oleh : NAUFAL FADLI NAHWI. *SKripsi Universitas IISAM Negeri Maulana Malik Ibrahim*, 121.
- Natalia, M. (2019). Pemanfaatan Limbah Daun Nanas (Ananas Comosus) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *EnviroScienteeae*, 15(3), 357. <https://doi.org/10.20527/es.v15i3.7428>
- 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 Argo*.

- Nurwidiyani, R. (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>
- Nurwidiyani, R., Ghufira, Nesbah, & Deni Agus Triawan. (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>
- Oktarina, L. (2022). *Implementasi Peraturan Daerah Kabupaten Lahat Nomor 01 Tahun 2010 Tentang Penyelenggaraan Ketertiban, Kebersihan dan Keindahan*.
- Pangestu, A. (2020). Pemanfaatan Kulit Pisang dan Rumput Gajah Pada Pembuatan Bioplastik. *Range Management and Agroforestry*, 4(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2017.06.020>
- Pasaribu, D. (2023). Sosialisasi Bahaya Dampak Sampah Plastik Bagi Lingkungan Desa Laksa Kecamatan Pegagan Hilir Kabupaten Dairi. *Abdi Jurnal Pulikasi*, 1(6), 489–494. <https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/AJP/index4>

- Permadi, I. (2019). *Pengaruh Konsentrasi Gliserol Dan CMC (Carboxy Methyl Cellulose) Terhadap Karakteristik Biodegradable Film Dari Sabut Kelapa Muda*. 54.
- Prameswari, C. A., & Prembayun, A. R. (2022). Sintesis Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dan Kitosan Kulit Larva Black Soldier Fly dengan Penambahan Polyethylene Glycol sebagai Plasticizer. *Jurnal Pendidikan* ..., 6(2019), 4454–4461. <https://www.jptam.org/index.php/jptam/article/view/3559>
- Pratiwi, R. (2015). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Riau*, 6(3), 21–26.
- Rahmawati, A. D. (2018). Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol dan Kitosan Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Bekatul. *Skripsi*.
- Ramadhani, L. S., & Utami, M. (2023). Pengujian Kadar Logam Nikel (Ni) pada Air Minum di Balai Laboratorium Kesehatan dan Pengujian Alat Kesehatan Provinsi Jawa Tengah. *Chemical Research*, 8(2), 35–42.
- Rasjava, A. R. (2024). Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol Sekam Padi (*Oryza Sativa*) melalui Metode Simultaneous

- Saccharification and Fermentation (SSF). In *Scientific Figure on ResearchGate*. Available from: https://www.researchgate.net/figure/Gambar-12-Reaksi-Delignifikasi-oleh-NaOH-Fengel-Wegener-1995_fig2_349476603 [accessed 9 Feb, 2024]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35357.64481>
- Ridara, R. (2021). Sintesis Bioplastik Dari Pati Biji Alpukat Dengan Bahan Pengisi Kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3340>
- Rojtica, M. A. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol. In *Industry and Higher Education* (Vol. 3, Issue 1). <http://journal.unilak.ac.id/index.php/JIEB/article/view/3845%0Ahttp://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/1288>
- Saiful, Helwati, H., Saleha, S., & Iqbalsyah, T. M. (2019). Development of Bioplastic from Wheat Janeng Starch for Food Packaging. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 523(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/523/1/012015>
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Kitosan-Pati Ganyong (Canna Edulis). *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*. <https://jurnal.uns.ac.id/jkpk>

- Sara, Y. (2018). *Sintesis Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida (Zno) dan Plasticizer Gliserol*. 1–77.
- Saraswati, F. N. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol 96% Limbah Kulit Pisang Kepok Kuning (Musa Balbisiani) Terhadap Jerawat Penyebab Jerawat (Stapylococcus Aureus, Stapylococcus Aureus dan Propioniu Acnes. *Skripsi*, 70(1), 54–55.
- Sari, N. N. S. (2021). Penambahan Nanofiber Selulosa Dari Kulit Daun Lidah Buaya dan Zat Pemlastis Gliserol Pada Bioplastik Berbasis Pati Kulit Pisang Kepok. *Paper Knowledge. Toward a Media History of Documents*, 3(2), 6.
- Satriawan. (2017). *Uji FTIR Bioplastik dari Limbah Ampas Sagu dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin*. Vol. 08 No(P-ISSN : 2087-7889 E-ISSN: 2503-4863), 1–13.
- Sejati, R. D. (2015). *Spektrofotometer Inframerah Transformasi Fourier (FTIR)*.
- Trisanti, P. N., & Setiawan, S. (2018). Ekstraksi Selulosa Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon Melalui Proses Delignifikasi Alkali Ultrasonik. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 19(3), 113. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2018.19.3.4496>
- Vahur, S., Teearu, A., Peets, P., Joosu, L., & Leito, I. (2016). ATR-FT-IR spectral collection of conservation materials in the extended region of 4000-80 cm⁻¹. *Analytical and*

Bioanalytical Chemistry, 408(13), 3373–3379.

<https://doi.org/10.1007/s00216-016-9411-5>

Wardah, I. (2015). Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol dengan Pati dari Bonggol Pisang, Tongkol Jagung, dan Enceng Gondok Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Plastik Biodegradable. *Jurnal Neutrino*, 77. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2994>

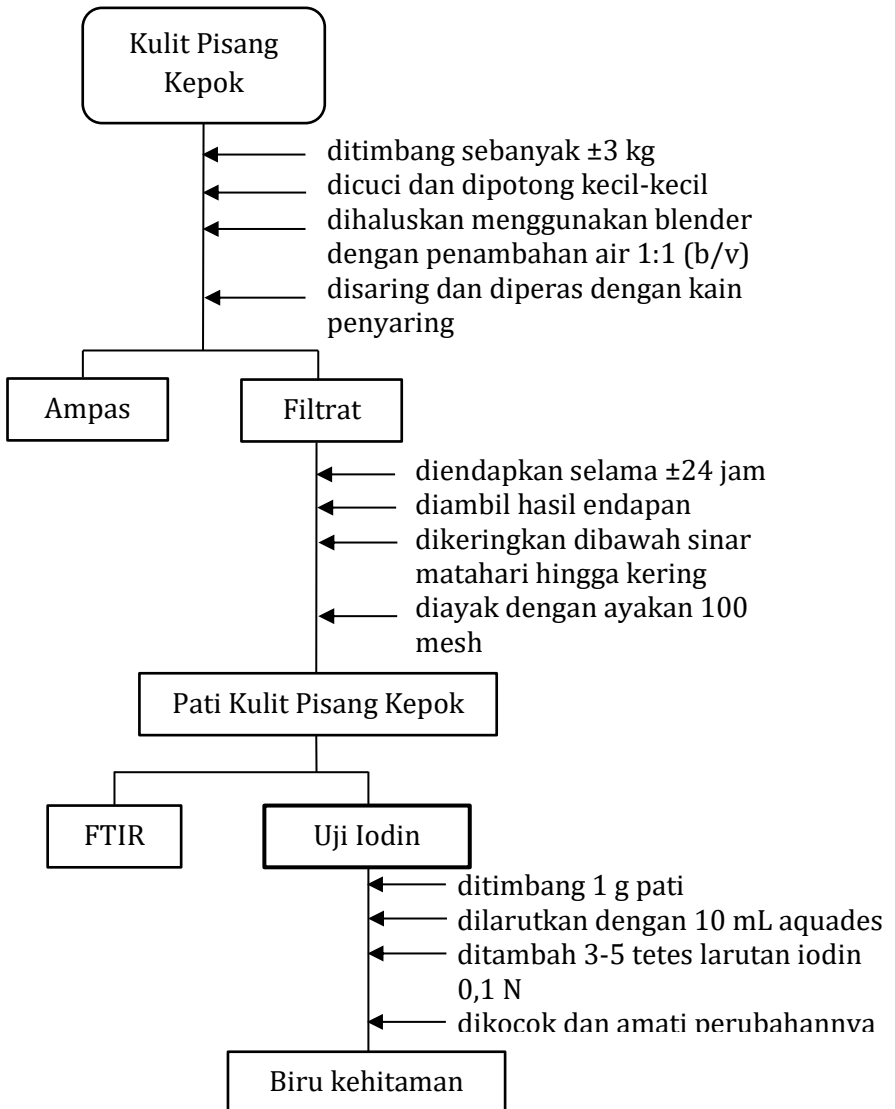
Waryat. (2018). Stabilitas Bioplastik Berbahan Baku Pati Tapioka Pada Berbagai Suhu Penyimpanan. *J. Ilmiah Reset*, 9(2), 223–226.

Wibowo, P. (2017). Isolasi Pati dari Pisang Kepok dengan Menggunakan Metode Alkaline Steeping. *Widya Teknik*, 7(2), 113–123. <http://journal.wima.ac.id/index.php/teknik/article/view/1266Pati>

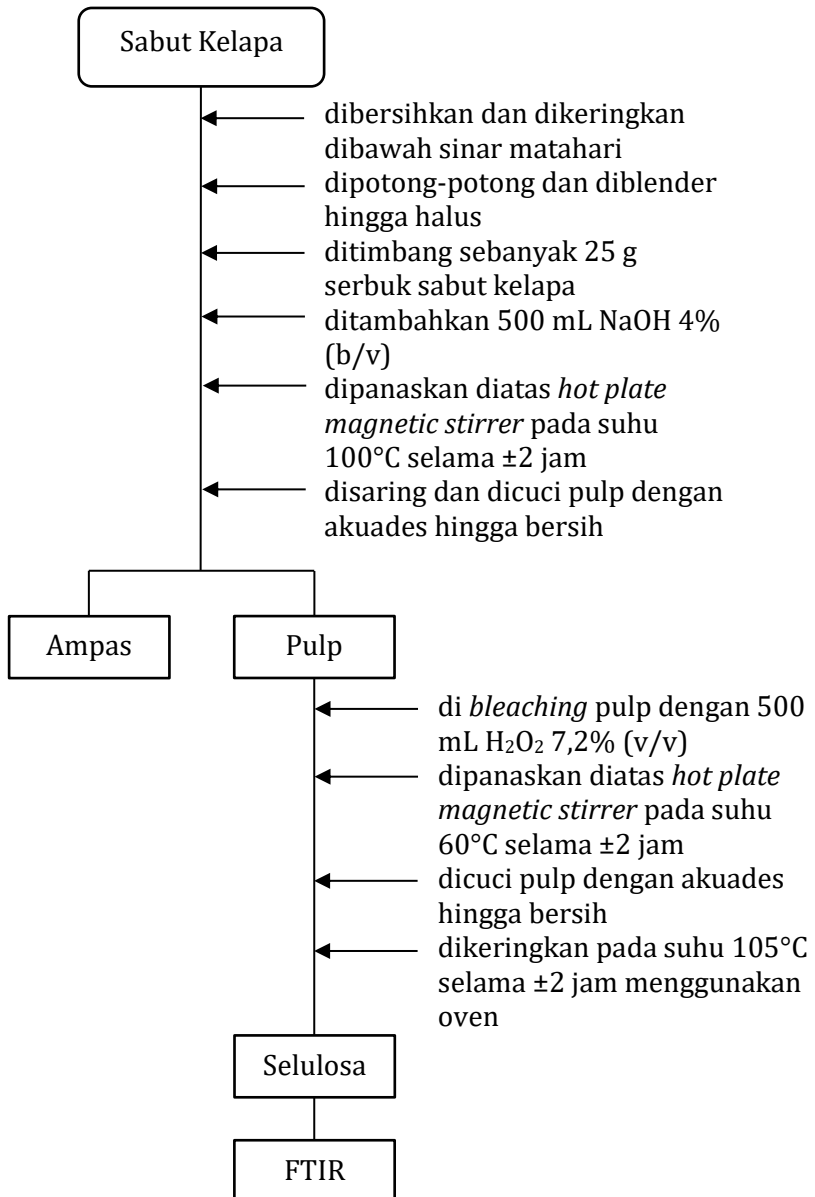
LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian

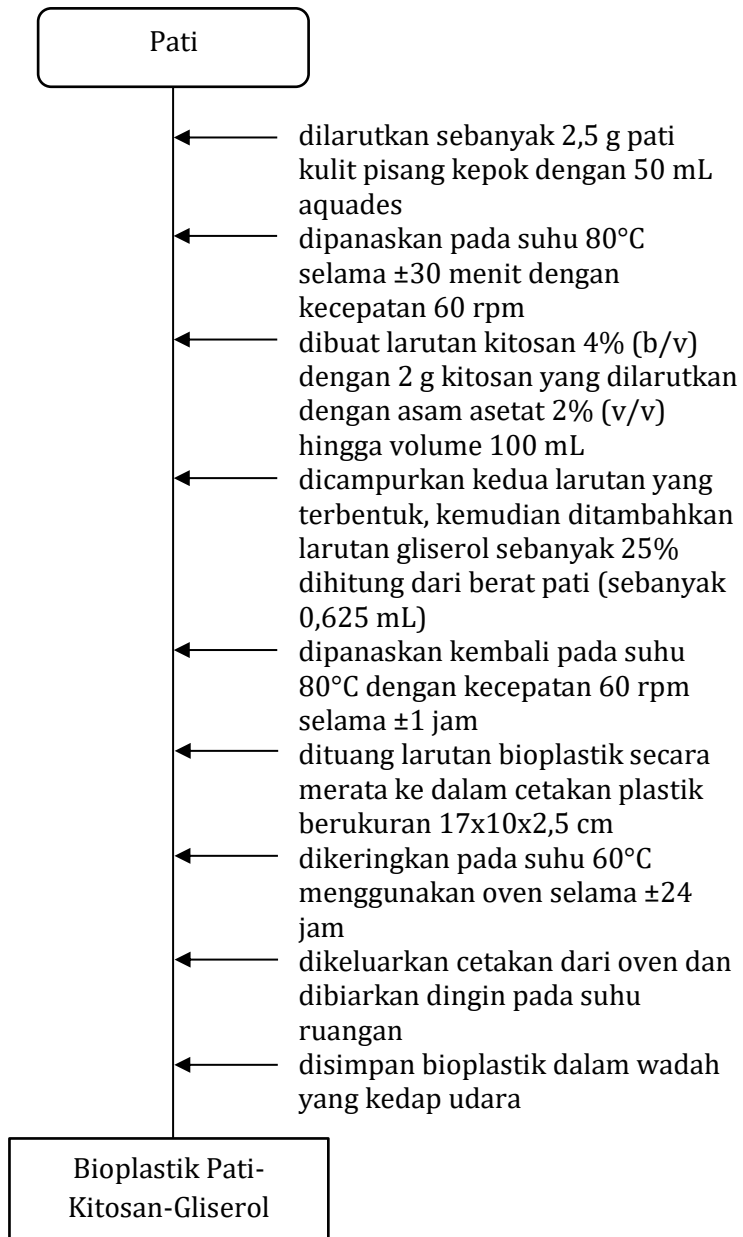
A. Pembuatan Pati Kulit Pisang Kepok



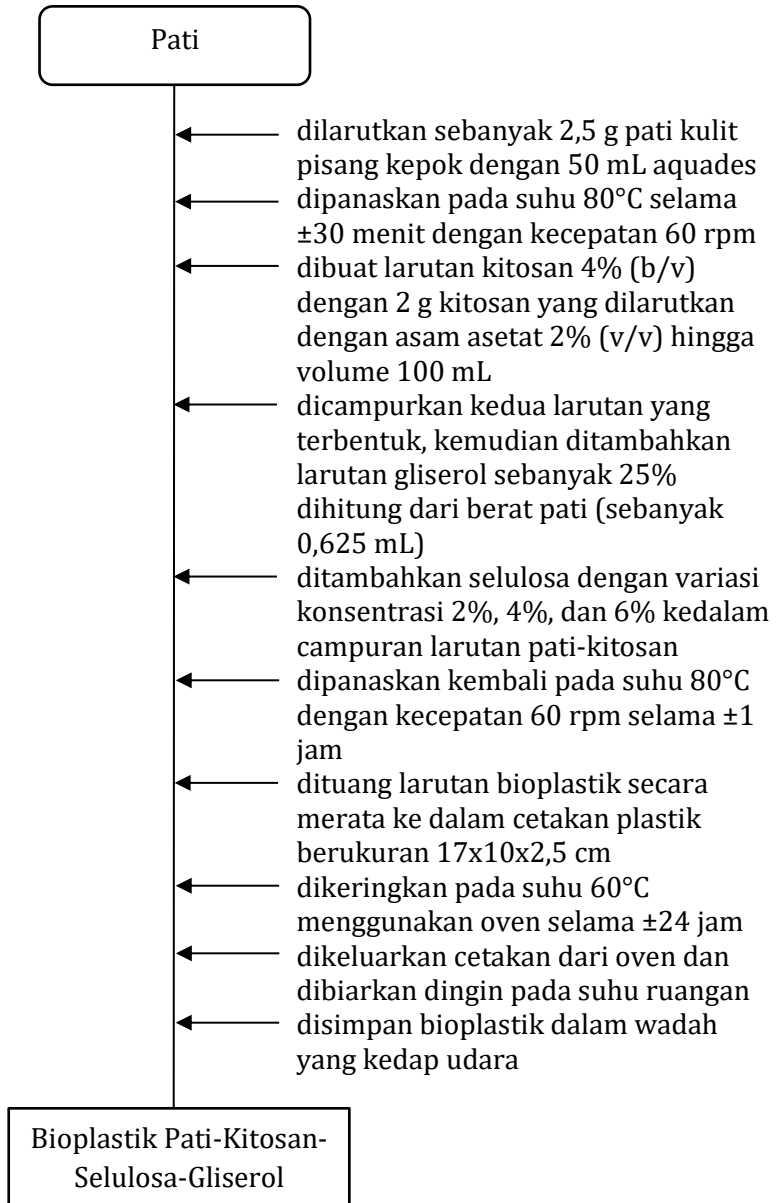
C. Ekstraksi Selulosa Sabut Kelapa



D. Pembuatan Bioplastik Pati-Kitosan-Gliserol

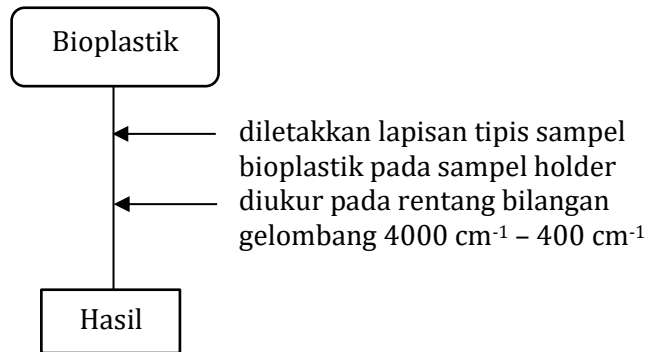


E. Pembuatan Bioplastik Pati-Kitosan-Selulosa-Glisерol

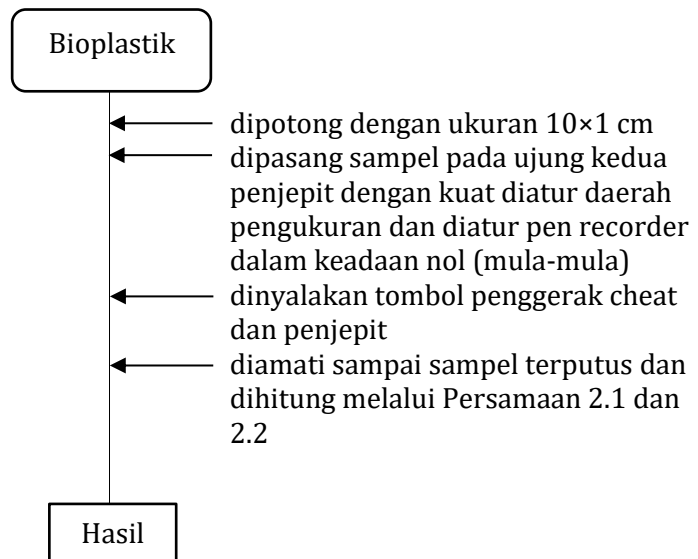


F. Karakterisasi Bioplastik

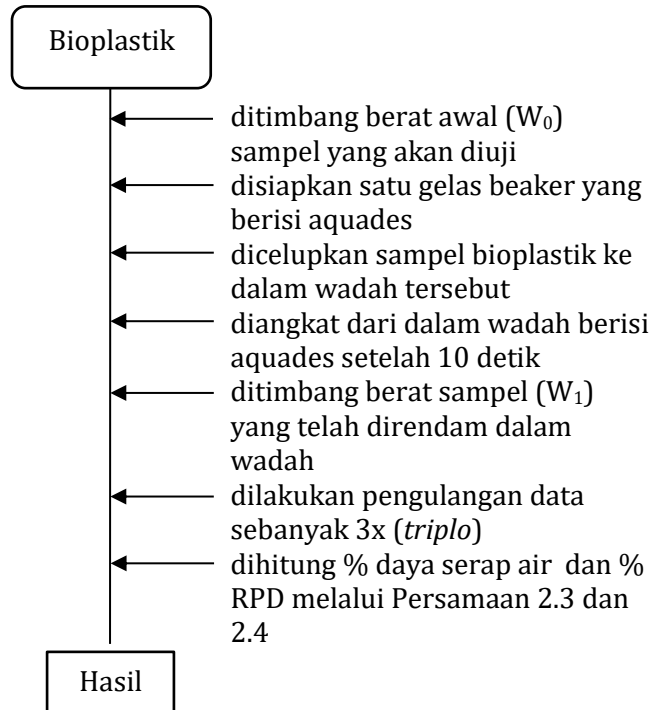
1. Uji FTIR



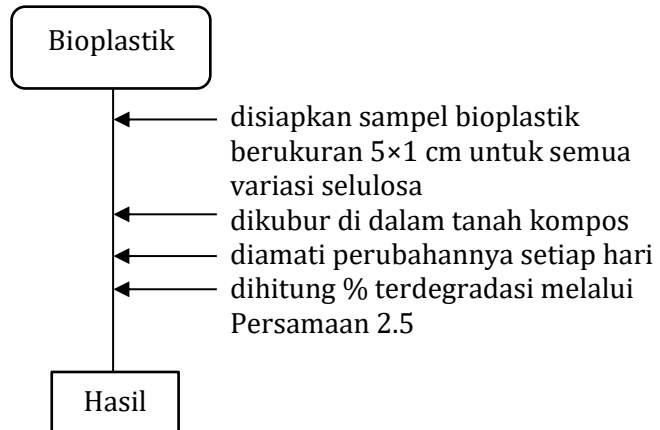
2. Uji Kekuatan Mekanik (Kuat Tarik & Elongasi)

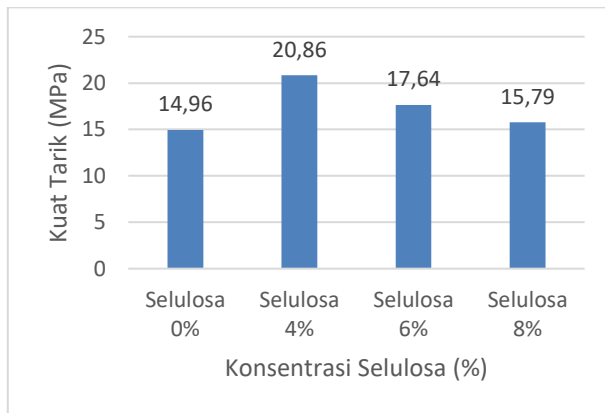
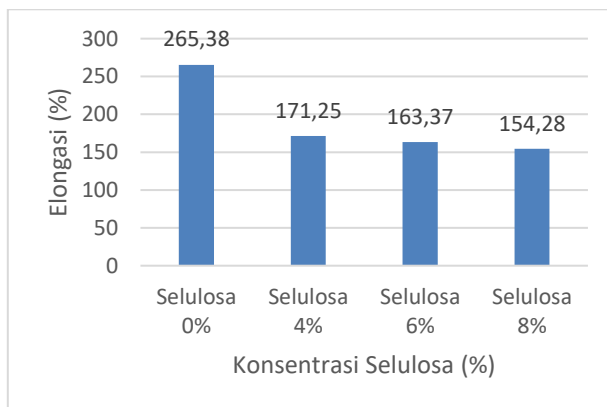


3. Uji Daya Serap Air



4. Uji Biodegradasi



Lampiran 2. Uji Kekuatan Mekanik (Kuat Tarik & Elongasi)**Uji Kekuatan Mekanik Bioplastik Berbasis Pati Kulit
Pisang Kepok – Kitosan – Gliserol – Selulosa Sabut Kelapa****A. Kuat Tarik****B. Elongasi**

Lampiran 3. Uji Daya Serap Air

Uji Daya Serap Air Bioplastik Berbasis Pati Kulit Pisang Kepok – Kitosan – Selulosa Sabut Kelapa – Gliserol

Konsentrasi Selulosa (%)	Berat Awal (W0)	Berat Akhir (W1)	Daya Serap Air	Rata-rata dan % RPD
	0,1742	0,2116	21,5%	21,48
0	0,1759	0,2137	21,5%	±0,998
	0,1692	0,2013	21,45%	
	0,1185	0,1382	16,62%	16,44
4	0,1205	0,1401	16,26%	±0,978
	0,1076	0,1253	16,44%	
	0,1483	0,1693	14,16%	13,83
6	0,1562	0,1778	13,82%	±0,952
	0,1472	0,1671	13,51%	
	0,1251	0,1401	11,99%	11,26
8	0,1231	0,1363	10,72%	±0,870
	0,1300	0,1444	11,07%	

$$\text{Daya serap air (\%)} = \frac{W1-W0}{W0} \times 100\%$$

$$\%RPD = \frac{|x1-x2-x3|}{(x1+x2+x3)} \times 300\%$$

1. Sampel Bioplastik Selulosa 0%

$$\text{a. Daya serap air (\%)} = \frac{0,2116-0,1742}{0,1742} \times 100\%$$

$$\text{b. Daya serap air (\%)} = \frac{0,2137-0,1759}{0,1759} \times 100\%$$

$$\text{c. Daya serap air (\%)} = \frac{0,2013-0,1692}{0,1692} \times 100\%$$

$$\%RPD = \frac{|21,5-21,5-21,45|}{(21,5+21,5+21,45)} \times 300\%$$

$$= \pm 0,998$$

2. Sampel Bioplastik Selulosa 4%

$$\text{a. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1382-0,1185}{0,1185} \times 100\%$$

$$\text{b. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1401-0,1205}{0,1205} \times 100\%$$

$$\text{c. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1253-0,1076}{0,1076} \times 100\%$$

$$\%RPD = \frac{|16,62-16,26-16,44|}{(16,62+16,26+16,44)} \times 300\%$$

$$= \pm 0,978$$

3. Sampel Bioplastik Selulosa 6%

$$\text{a. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1693-0,1483}{0,1483} \times 100\%$$

$$\text{b. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1778-0,1562}{0,1562} \times 100\%$$

$$\text{c. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1671-0,1472}{0,1472} \times 100\%$$

$$\%RPD = \frac{|14,16-13,82-13,51|}{(14,16+13,82+13,51)} \times 300\%$$

$$= \pm 0,952$$

4. Sampel Bioplastik Selulosa 8%

$$\text{a. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1401-0,1251}{0,1251} \times 100\%$$

$$\text{b. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1363-0,1231}{0,1231} \times 100\%$$

$$\text{c. Daya serap air (\%)} = \frac{0,1444-0,1300}{0,1300} \times 100\%$$

$$\%RPD = \frac{|11,99-10,72-11,07|}{(11,99+10,72+11,07)} \times 300\%$$

$$= \pm 0,870$$

Lampiran 4. Uji Biodegradasi

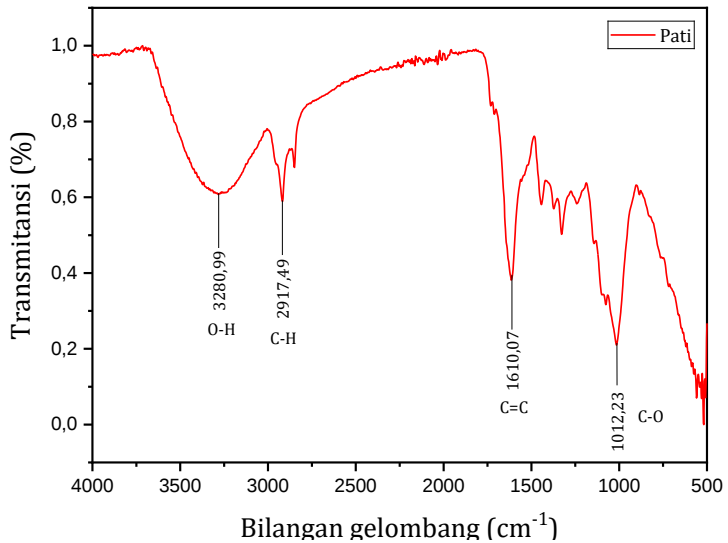
Uji Biodegradasi Bioplastik Berbasis Pati Kulit Pisang Kepok – Kitosan – Selulosa Sabut Kelapa – Gliserol

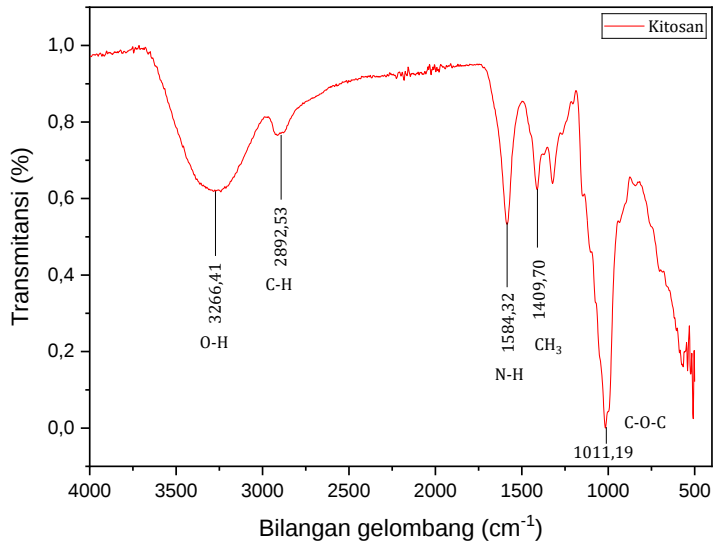
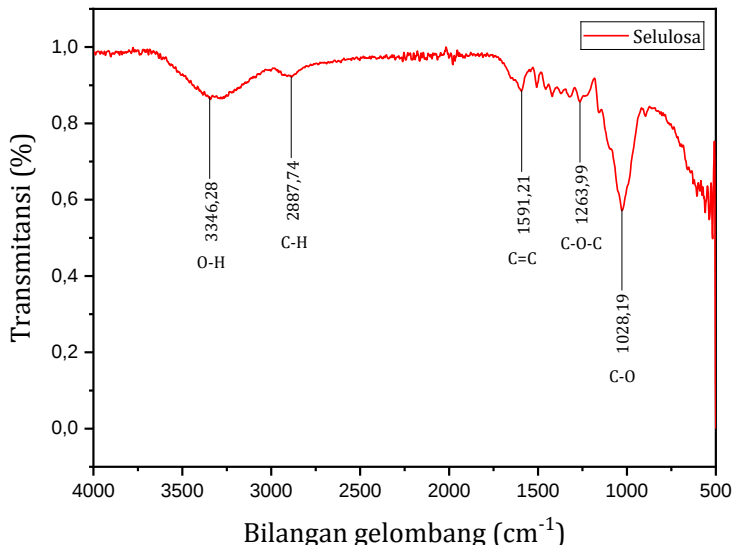
Sampel Bioplastik	Lama Terdegradasi 100% (hari)
Selulosa 0%	22
Selulosa 4%	27
Selulosa 6%	30
Selulosa 8%	32

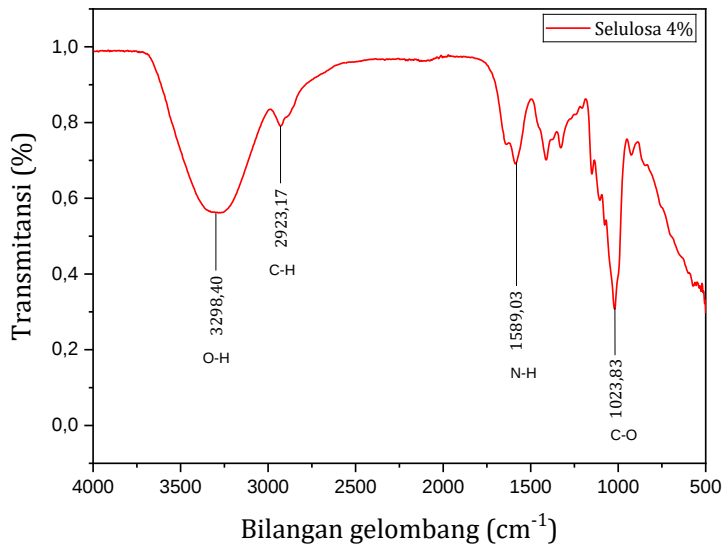
Lampiran 5. Uji FTIR

Uji FTIR Bioplastik Berbasis Pati Kulit Pisang Kepok – Kitosan – Selulosa Sabut Kelapa – Gliserol

A. FTIR Pati Kulit Pisang Kepok



B. FTIR Kitosan**C. FTIR Selulosa Sabut Kelapa**

D. FTIR Bioplastik Selulosa 4%

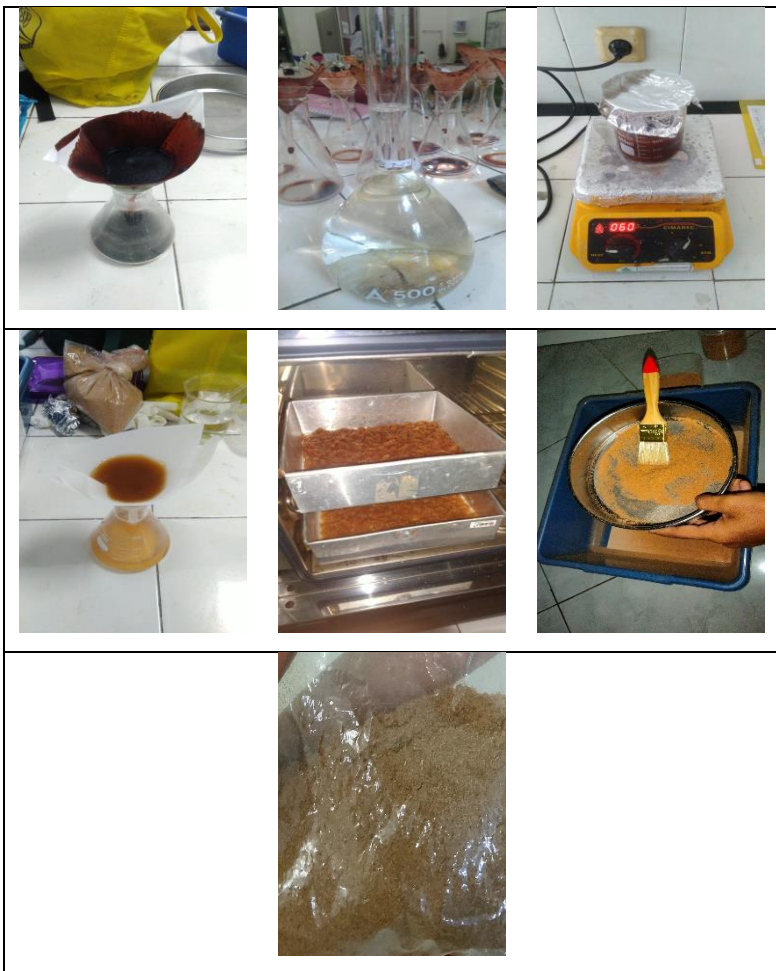
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian**Pembuatan Pati Kulit Pisang Kepok**

Uji Iodin



Ekstraksi Selulosa Sabut Kelapa





Uji Kuat Tarik & Elongasi



Uji Daya Serap Air



Uji Biodegradasi



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Yahya Latif Maulana
Tempat & Tgl. Lahir : Yogyakarta, 23 November 2001
Alamat Rumah : Ledok Tukangan DN. 2/165 RT
006 RW 002 Tegalpanggung
Danurejan Kota Yogyakarta
HP : 0895327338598
Email : yahya23lat@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal:

- a. TK KARTIKA YOGYAKARTA
- b. SD N TAHUNAN YOGYAKARTA
- c. SMP N 3 YOGYAKARTA
- d. SMK SMTI YOGYAKARTA
- e. UIN WALISONGO SEMARANG

Semarang, 13 Agustus 2024



Yahya Latif Maulana

NIM: 2008036015