

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBAHAN DASAR PATI KULIT SINGKONG
(*Manihot esculenta*)-SELULOSA SABUT
KELAPA (*Cocopeat*)-KITOSAN**

SKRIPSI

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



Oleh : **RION WAHYONO**

NIM : **2008036031**

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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBAHAN DASAR PATI KULIT SINGKONG
(*Manihot esculenta*)-SELULOSA SABUT
KELAPA (*Cocopeat*)-KITOSAN**
SKRIPSI

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

Oleh : **RION WAHYONO**

NIM : 2008036031

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

2024

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rion Wahyono

NIM : 2008036031

Jurusan : Kimia Murni

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBAHAN DASAR PATI KULIT SINGKONG (*Manihot
esculenta*)-SELULOSA SABUT KELAPA (*Cocopeat*)-
KITOSAN**

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

Semarang, 15 juli 2024



Rion Wahyono
NIM: 2008036031



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
 Jl. Prof. Dr. Hamka Ngaliyan Semarang
 Telp.024-7601295 Fax.7615387

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN
 DASAR PATI KULIT SINGKONG (*Manihot esculenta*)-
 SELULOSA SABUT KELAPA (*Cocopeat*)-KITOSAN
 Penulis : Rion Wahyono
 NIM : 2008036031
 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 : 199011172018012

Sekretaris Sidang,

Kholidah, M.Sc.

NIP : 198508112019032008

Penguji I,

Dr. Ervin Tri Suryandari, S. Si, M. Si.

NIP : 197407162009122001

Penguji II,

Mutista Hafshah, M. Si.

NIP : 199401022019032015

Pembimbing

Zidni Azizati, M.Sc.

NIP : 199011172018012001

NOTA DINAS

Semarang, 15 juli 2024

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Walisongo
Di 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 Singkong (*Manihot esculenta*)-Selulosa
Sabut Kelapa (*Cocopeat*)-Kitosan
Nama : Rion Wahyono
NIM : 2008036031
Jurusan : Kimia Murni

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

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb

Dosen Pembimbing,



Zidni Azizati, M.Si.

NIP.199011172018012001

ABSTRAK

Limbah plastik konvensional yang menumpuk mengakibatkan banyak kerusakan lingkungan di darat dan laut. Alternatif untuk mengurangi penggunaan plastik konvensional adalah pembuatan bioplastik. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi kitosan terhadap karakteristik bioplastik pati kulit singkong-selulosa sabut kelapa-gliserol. Sintesis bioplastik dilakukan melalui proses pelarutan, blending, pencetakan dan pengeringan. Karakterisasi dilakukan meliputi uji kuat tarik, elongasi, uji FTIR, uji daya serap air dan uji biodegradasi. Hasil analisis FTIR menunjukkan terbentuknya gugus fungsi O-H, C-H, C=C, N-H (amina), C-N (amina) dan C-O. Penambahan kitosan pada bioplastik meningkatkan kuat tarik dari 7,16 MPa - 28,62 Mpa dan elongasi dari 74,87 % - 55,69 %. karakteristik bioplastik pati kulit singkong-selulosa sabut kelapa-gliserol terbaik dari variasi kitosan 2 % memiliki kuat tarik 31,96 MPa, elongasi 51,59 %, daya serap air $25,31 \pm 3,871$ %, terdegradasi selama 6-7 hari.

Kata kunci: pati kulit singkong, selulosa sabut kelapa, kitosan, Bioplastik.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Pati kulit Singkong (*Manihot esculenta*)-Selulosa Sabut Kelapa (*Cocopeat*)-Kitosan” ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Agung Muhammad SAW dengan harapan semoga mendapatkan syafaatnya di hari kiamat. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu tugas akhir serta persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana sains pada Program studi Kimia murni Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

Proses penyusunan skripsi ini tak luput dari bantuan, dukungan, motivasi serta do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti ucapkan terima kasih 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 Wirda Ubaidah, M.Si. Selaku ketua jurusan kimia fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.

4. Ibu Mulyatun, M.Si. Selaku Ketua Prodi Kimia murni UIN Walisongo Semarang yang selalu berjasa dalam mensupport kami selaku anak anaknya kimia 20 dalam memperlancar kelulusan kami dan telah meyetujui untuk menggunakan judul penelitian ini.
5. Ibu Dr. Ervin Tri Suryandari, S.Si, M.Si., Selaku dosen penguji utama I yang telah bersedia menguji dan meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan serta memberi masukan kepada penulis dalam penulisan kripsi ini.
6. Ibu Mutista Hafshah, M. Si. selaku dosen wali serta dosen penguji utama II yang senantiasa bersedia dalam menguji, membantu penulis, memberikan nasehat, dukungan serta masukan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Ibu Kholidah, M.Sc. Selaku dosen sekretaris/penguji yang telah bersedia meluangkan waktu tempat dan tenaganya kepada penulis dalam membimbing dan memberi arahan terhadap penulis dalam menyusun skripsi ini.
8. Ibu Zidni Azizati, M.Sc. Selaku Ketua sidang/penguji, dosen pembimbing dan sekretaris prodi kimia murni yang telah bersedia mempermudah penulis dalam menyelesaikan serta menjadi mother figure

meluangkan waktu, pikiran dan tenaganya untuk memberikan bimbingan serta arahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.

9. Segenap dosen, civitas akademik serta pegawai di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama perkuliahan.
10. Ibu Anita Karunia Zustriani S.Si. selaku PLP Lab kimia yang selalu bersedia membantu dalam prepare semua kebutuhan lab sehingga penulis dengan lancar mengerjakan skripsi ini.
11. Bapak Sudiyono dan Ibu Supatmi selaku orangtua tercinta yang telah memberi dukungan baik secara finansial, emosional, waktu, do'a, usaha, dan kasih sayang yang sangat luar biasa kepada penulis sehingga penulis dapat mejalani studi hingga saat ini.
12. Bapak Wahyu Affandi, S.St. Selaku kakak kandung yang saya sayangi dan saya banggakan yang selalu menawarkan bantuan kepada penulis dalam bentuk apapun dalam menghadapi berbagai masalah perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
13. Ibu Menik Indah Tri Utami, S.Pd. selaku kakak ipar saya yang baik hati dan selalu sabar dalam membimbing

penulis serta yang sudah memberikan fasilitas bagi penulis dalam penulisan skripsi ini.

14. Keluarga besar majelis ghibah, Amir, Yahya, pina, Sabil, Ayu dan Laily.
15. Segenap teman-teman seperjuangan Shafa zidni yang selalu bersedia membantu kekita penulis dalam kebingungan, Helen Salshariva sebagai teman wibu, Tsaniah Umrotun Nuriati sebagai pendengar yang baik, Shofa Habibulloah sebagai rekan sekamar selama di posko.
16. Segenap teman seperjuangan kimia B yang ikut meramaikan hari - hari di lab saat penelitian.
17. Segenap teman - teman kimia Angkatan 20 UIN walisongo Semarang.
18. Aprilia Candra Maharani, S.Pd. yang selalu meluangkan waktunya serta ada untuk mensupport dan menjadi penyemangat penulis selama penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna. Namun, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan penulis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Semarang, 15 juli 2024

Penulis,

Rion Wahyono

NIM. 2008036031

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
NOTA DINAS.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Rumusan masalah.....	5
C. Tujuan penelitian	5
D. Manfaat penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Landasan Teori.....	7
B. Karakterisasi	17
C. Kajian Pustaka	27
D. Hipotesis.....	29
BAB III METODE PENELITIAN	31
A. Waktu dan Tempat Penelitian	31
B. Alat dan Bahan	31
C. prosedur Kerja	32
BAB IV Hasil Penelitian dan Pembahasan	39
A. Pembuatan Pati dari Kulit Singkong.....	39
B. Uji kandungan amilum	41
C. Isolasi selulosa dari sabut kelapa.....	45
D. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik	51
BAB V Penutup	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
Daftar Pustaka.....	73
Lampiran	79
Daftar Riwayat Hidup.....	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kandungan kimia kulit singkong	7
Tabel 2.2	Standar Bioplastik SNI 7818:2014	18
Tabel 2.3	Standar daya serap air bioplastik	22
Tabel 2.4	Gugus fungsi pati kulit singkong	23
Tabel 2.5	Gugus fungsi selulosa sabut kelapa	24
Tabel 2.6	Gugus fungsi kitosan	25
Tabel 2.7	Gugus fungsi bioplastik pati-kitosan-gliserol	27
Tabel 3.1	Komposisi bioplastik	36
Tabel 4.1	Gugus fungsi pati kulit singkong	45
Tabel 4.2	Gugus fungsi selulosa sabut kelapa	52
Tabel 4.3	Gugus fungsi kitosan	54
Tabel 4.4	Kuat tarik pada variasi bioplastik	58
Tabel 4.5	Elongasi pada variasi bioplastik	63
Tabel 4.6	Gugus fungsi bioplastik PSG-K2	65
Tabel 4.7	Daya serap air	67
Tabel 4.8	Biodegradasi bioplastik	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Struktur kimia pati	9
Gambar 2.2	Struktur kimia amilosa	10
Gambar 2.3	Struktur kimia amilopektin	11
Gambar 2.4	Struktur kimia kitosan	13
Gambar 2.5	Struktur kimia selulosa	15
Gambar 2.6	Rangkaian alat FTIR	20
Gambar 2.6	FTIR pati kulit singkong	21
Gambar 2.8	FTIR selulosa sabut kelapa	23
Gambar 2.9	FTIR kitosan	24
Gambar 2.10	FTIR bioplastik pati-kitosan-gliserol	25
Gambar 4.1	Pati kulit singkong	43
Gambar 4.2	Uji keberadaan amilum pada pati kulit singkong	44
Gambar 4.3	Uji keberadaan amilum pada kulit singkong	44
Gambar 4.4	Spektrum FTIR pati kulit singkong	45
Gambar 4.5	Reaksi pemecahan lignoselulosa oleh NaOH	48
Gambar 4.6	Proses penguraian lignin oleh H ₂ O ₂	50
Gambar 4.7	Selulosa sabut kelapa	51
Gambar 4.8	Spektrum FTIR selulosa sabut kelapa	52
Gambar 4.9	Spektrum FTIR kitosan	54
Gambar 4.10	Bioplastik PSG, PSG-K1, PSG-K2 dan Bioplastik K3	57
Gambar 4.11	Interaksi Antar molekul Selulosa-Pati-Kitosan	60
Gambar 4.12	Perbandingan spektrum FTIR A, B, C dan D.	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data FTIR	80
Lampiran 2	Uji daya serap air	81
Lampiran 3	Uji biodegradasi	83
Lampiran 4	Uji kekuatan mekanik	83
Lampiran 5	Dokumentasi	84
Lampiran 6	Daftar riwayat hidup	88

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Limbah plastik konvensional adalah jenis limbah yang membutuhkan waktu antara 50 hingga 200 tahun untuk habis dan terurai (Desy, 2018). Limbah plastik yang menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) mengakibatkan menurunnya kesuburan tanah dan banjir (Purwaningrum, 2016). Lautan yang dipenuhi limbah plastik berdampak buruk pada kehidupan laut seperti tercemarnya perairan, kematian bagi mangrove, membunuh terumbu karang dan kehidupan laut (Arifin, 2017). Manusia yang mengonsumsi ikan yang terkontaminasi limbah plastik dapat terkena resiko kanker, alergi, hingga mutasi gen (Halizah, 2019; Septianingrum et al., 2024).

Hal ini menunjukkan bahwa manusia banyak melakukan kerusakan di muka bumi sebagaimana dalam QS. Al-Rum/ 30: 41 dijelaskan

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا
لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ ٤١

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat)

perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)

Dalam ayat ini QS. al-Rum/30: 41, Shihab memaparkan di dalam buku tafsir Al-Misbah (2002) bahwa, perilaku manusia melalaikan aturan agama sehingga berdampak negatif bagi diri sendiri. Ayat ini bermakna bahwa berbagai kerusakan yang ada di muka bumi, semua yang ada di daratan dan lautan akibat dari lalai serta mengabaikan petunjuk Allah SWT. Kerusakan lingkungan seperti polusi, penumpukan sampah dan banjir. Penumpukan sampah plastik konvensional baik di darat ataupun di laut dapat dikurangi dengan alternatif seperti pengurangan penggunaan plastik konvensional, daur ulang, dan pembuatan plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable*, juga dikenal sebagai bioplastik, terbuat dari bahan alami yang ramah lingkungan, merupakan salah satu langkah dalam mengurangi penumpukan sampah plastik konvensional, mudah didegradasi oleh mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Marsa et al., 2023). Bioplastik atau yang sering disebut plastik *biodegradable*, terdiri dari bahan seperti komponen polimer yang terdapat pada hewan, seperti kasein, kitin, dan kitosan, serta pada tumbuhan, seperti pati, selulosa, dan lignin (Hariyanto, 2023).

Pati dalam kulit singkong memiliki persentase sebesar 54,5% (Maladi, 2019). Pati merupakan polisakarida yang banyak terdapat di alam dan umumnya tidak mahal, sehingga mudah didapat di mana saja. Pati merupakan bahan utama pengganti plastik sintesis karena memiliki keunggulan yaitu, suplai melimpah, ekonomis, transparan, fleksibel, tak berbau, tak berasa (Das et al., 2013). Pati yang dijadikan bahan dasar sebagai bioplastik memiliki beberapa kekurangan seperti daya serap terhadap air yang tinggi dan sifat mekanis yang rendah (Christianty, 2009).

Plasticizer dipilih untuk meningkatkan kelenturan dari bioplastik. *Plasticizer* meningkatkan kelenturan. *Plasticizer* merupakan bahan *nonvolatil* yang memiliki titik didih tinggi dan dapat membuat material menjadi lebih elastis (Listiyawati, 2012). *Plasticizer* gliserol dipilih untuk meningkatkan elastisitas dari plastik biodegradable maka digunakan penambahan gliserol (Solekah et al., 2021). Gliserol sendiri merupakan *plasticizer* yang mampu meningkatkan nilai elongasi dari plastik *biodegradable*. *Plasticizer* gliserol ditambahkan guna menurunkan kekuatan intermolekuler, fleksibilitas film meningkat (Ningsih, 2015).

Darni et al (2009) dalam penelitiannya menjelaskan

bahwa penambahan selulosa ke dalam bioplastik dengan tujuan dalam meningkatkan sifat hidrofobik dari pati, karena sifat selulosa di dalam air sulit untuk larut. Penelitian yang telah dilakukan oleh Intandiana et al (2019) bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 0% mempunyai daya serap air 73%, sedangkan dengan kandungan selulosa 10% bioplastik pati singkong mengalami penurunan daya serap air menjadi 61%.

Kitosan memiliki peran sebagai biopolimer penguat, yang memiliki peran dalam meningkatkan kekuatan tarik dan elongasi. Penambahan kitosan sebanyak 2% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi 10,35 MPa, penambahan dengan konsentrasi 2% kitosan merupakan nilai optimum dari bioplastik pada studi yang telah dilakukan oleh Hartatik et al. (2014) . Aripin et al. (2017) melakukan penelitian untuk mencari nilai kekuatan tarik tertinggi bioplastik, nilai tertinggi yang didapatkan dari pati sebesar 19,32 MPa dengan variasi optimum kitosan 2%(v/v). Kitosan memiliki kualitas film dan membran yang baik(Setiani et al., 2013).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat diketahui bahwa penelitian terkait bioplastik dari bahan pati-selulosa-gliserol pernah dilakukan. Namun kombinasi Pati kulit singkong-selulosa sabut kelapa-

gliserol-kitosan sebagai bahan pembuatan bioplastik belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga dalam pembuatan bioplastik penelitian ini merupakan inovasi baru(plastik *biodegradable*) dalam meningkatkan kekuatan mekanik.

B. Rumusan masalah

Penelitian ini berfokus pada rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana karakteristik pati dari kulit singkong dan selulosa sabut kelapa ?
2. Bagaimana karakteristik bioplastik terbaik dari semua varian kitosan ?
3. Bagaimana pengaruh penambahan kitosan terhadap terhadap sifat mekanik, daya serap air, dan biodegradasi pada bioplastik ?

C. Tujuan penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Untuk mengetahui karakteristik pati dari kulit singkong dan selulosa sabut kelapa.
2. Untuk mengetahui karakteristik bioplastik terbaik dari semua varian kitosan.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap sifat mekanik, daya serap air, dan biodegradasi pada bioplastik.

D. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberi manfaat :

1. Kepada masyarakat:
 - a. penelitian ini dapat memberikan informasi tentang potensi limbah kulit singkong yang dapat diolah menjadi bioplastik.
 - b. Diharapkan penelitian ini bisa mengurangi penggunaan plastik konvensional.
2. Kepada peneliti:
 - a. Penelitian ini mampu menjadi acuan yang dapat dipertanggung jawabkan sebagai dasar penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kulit Singkong

Kulit singkong yang digunakan dalam penelitian ini adalah bagian terluar kedua dari kulit singkong yang berwarna cerah. Kulit singkong biasanya dianggap sebagai sampah yang tidak ada gunanya, sehingga banyak orang yang langsung membuangnya atau digunakan sebagai pakan hewan ternak. Penelitian ini akan dimanfaatkan pati dari kulit singkong, dimana kandungan pati dari pati kulit singkong sebesar 44 - 59% (Richana, 2013). Kandungan pada kulit singkong disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan kimia kulit singkong.

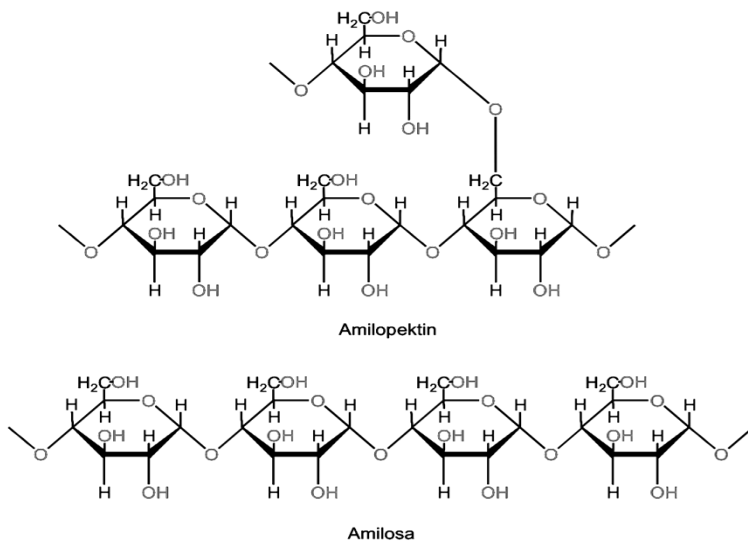
Komposisi Kimia Kulit Singkong	Kadar
Air	7,9 - 10,32 %
Pati (starch)	44 - 59 %
Protein	1,5 - 3,7 %
Lemak	0,8 - 2,1 %
Abu	0,2 - 2,3 %
Serat	17,5 - 27,4 %
Ca	0,42 - 0,77 %
Mg	0,12 - 0,24 %
P	0,02 - 0,10 %
HCN (ppm)	18,0 - 309,4 ppm

(Richana, 2013)

Tabel 2.1 memperlihatkan kandungan dari kulit singkong dalam penelitian yang dilakukan oleh Richana(2013) didapatkan kulit singkong didominasi oleh kandungan pati sebesar 44 - 59 %. Akan tetapi, kulit singkong mengandung lebih banyak asam sianida (HCN) dibandingkan daging umbi(Maladi, 2019). Asam sianida (HCN) dapat dikurangi kadarnya dengan perebusan dan perendaman selama 24 jam (Prameswari et al., 2022).

2. Pati

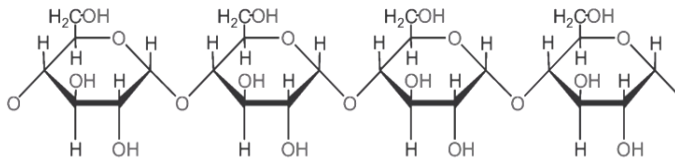
Pati($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan polimer alami yang mudah ditemukan di alam. Pati adalah jenis karbohidrat kompleks yang memiliki ikatan α -glikosidik. Tumbuhan menghasilkan pati, biasanya dari jagung, gandum, dan beras, untuk menyimpan glukosa yang berlebihan sebagai hasil fotosintesis untuk waktu yang lama. Kentang, ubi kayu, dan ubi jalar merupakan tanaman yang juga menghasilkan pati. Pati adalah komponen utama plastik biodegradable, dimana berdampak pada karakteristik fisik plastik. Struktur molekul pati disajikan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Struktur kimia pati

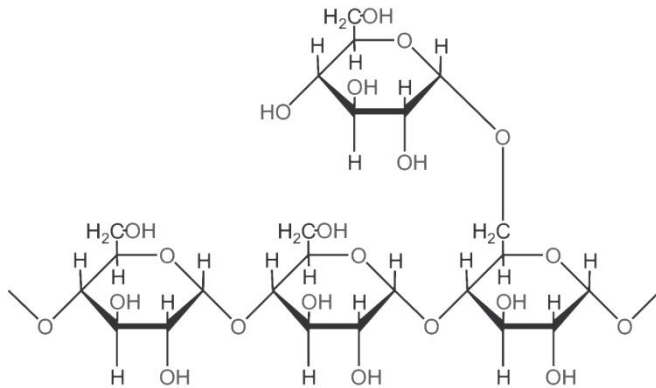
Gambar 2.1 menunjukkan bahwa 2 fraksi pati dapat dipisah dengan air mendidih. Amilosa adalah fraksi terlarut, lalu amilopektin adalah fraksi tidak larut. Amilosa memiliki struktur molekul lurus yang memiliki ikatan α -(1,4)-D-glukosa, sedangkan amilopektin memiliki struktur molekul bercabang mempunyai ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Ikatan α -(1,6) glikosidik adalah titik percabangan amilopektin (Maladi, 2019). Sifat keras dihasilkan oleh amilosa, sedangkan sifat lengket dihasilkan oleh amilopektin. Pati memiliki kedua komponen ini, konsentrasi dari amilopektin dan amilosa sangat berpengaruh besar

terhadap karakteristik mekanik dari polimer alami yang terbentuk pada akhirnya. Ada dua fraksi pati, dan air panas yang dapat memisahkannya. Amilopektin (80–90%) faksi tidak terlarut dan amilosa (10–20%) faksi larut (Fessenden, 1986). Adapun struktur molekul amilosa ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Struktur kimia amilosa

Komponen pati rantai lurus yang disebut amilosa larut dalam air. Amilosa biasanya 10–20%(Fessenden, 1994) dari kandungan pati itu terdiri dari unit glukosa yang dihubungkan oleh (1,4) ikatan D-glukosa dan menunjukkan fitur kristal karena strukturnya yang tidak bercabang. Karena bentuk kristal amilosa membuat molekul pati rapuh saat digunakan, sebagai bahan baku plastik pemisahan amilopektin dan amilosa diperlukan dalam menghasilkan bioplastik yang lebih unggul (Krogars et al., 2003). Struktur kimia amilopektin digambarkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Struktur kimia amilopektin

Persentase amilopektin sebagai bagian pati biasanya berkisar antara 80–90% (Fessenden, 1994), dan memiliki rantai bercabang serta kurang larut dalam air dibandingkan komponen pati lainnya. Titik cabang amilopektin adalah ikatan α -(1,6), dan memiliki struktur percabangan yang terbuat dari ikatan α -(1,4)-D-glukosa (Ridwan, 2018).

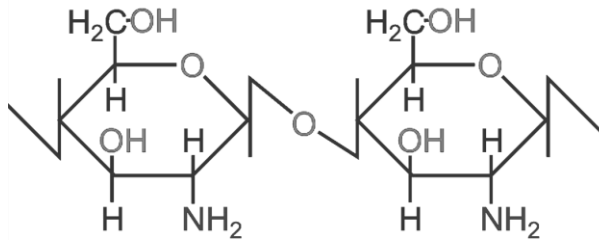
Rendemen pati :

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{berat awal}}{\text{berat akhir}} \times 100\% \quad \text{persamaan 2.1}$$

Persamaan 2.1 menjelaskan berat awal adalah berat bahan dasar sampel dan berat akhir adalah berat dari hasil perlakuan terhadap sampel.

3. Kitosan

Chitosan/kitosan adalah senyawa kimia yang disebut dengan $(C_6H_{11}NO_4)_n$ sebagai rumus molekulnya, serta bisa didapatkan dari proses menghilangkan gugus asetil pada kitin untuk mengubahnya menjadi kitosan. *Chitosan*/kitosan mudah ditemukan di berbagai macam organisme di alam. Kitosan adalah suatu senyawa organik mudah ditemukan keberadaannya di alam akan tetapi lebih mudah mendapatkan selulosa daripada kitosan. Kitosan pada dasarnya mudah didapatkan dari hewan, seperti kerangka hewan tanpa tulang belakang antara lain dari kelompok coelenterata sp, molusca sp, arthropoda spannelida sp, nematoda sp dan Sebagian dari *group* fungi. Kitosan juga dapat ditemukan pada kulit cumi, trachea, dinding usus, dan bagian insang ikan. Penyumbang terbesar kitosan adalah biota laut seperti cangkang crustaceae sp, seperti udang, kepiting, lobster, dan hewan bercangkang lainnya. (Rotjica, 2021). Struktur kitosan disajikan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. Struktur kimia kitosan

Gambar 2.4 memperlihatkan struktur kitosan ($C_6H_{11}NO_4$)_n. Kitosan mempunyai tampilan fisik berupa padatan struktur non kristal yang memiliki warna putih sedikit kekuningan. Kitosan dapat dilarutkan kedalam larutan yang mengandung asam asetat (Sugita, 2009; Nisa, 2022). Gugus NH₂ pada kitosan bisa terprotonasi, apabila terlarut di dalam asam asetat cair, menghasilkan NH₃. Penambahan kitosan dalam pembentukan bioplastik membuat bioplastik yang terbuat dari pati yang lebih kuat, karena ditambahannya kitosan menjadi terbentuknya *hydrogen bond* yang kuat diantara ikatan OH dari pati dan NH dari kitosan. Penambahan kitosan membuat nilai NH₃ lebih tinggi, yang membuat bioplastik lebih meningkat kekuatannya terhadap pengaruh degradasi dari mikroba (Hendrawati et al., 2017; Nisa, 2022). Kitosan dalam pembuatan bioplastik berinteraksi

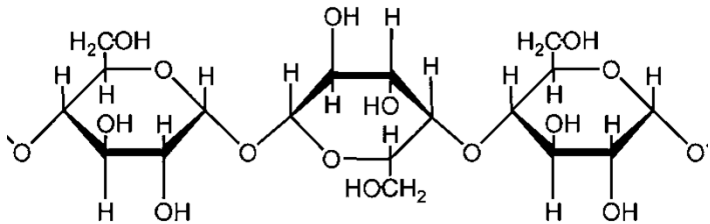
bersama amilosa dan amilopektin yang terkandung didalam pati. Ketika atom H dari amilosa, amilopektin, atau kitosan itu sendiri berinteraksi dengan molekul O atau N dalam kitosan, terbentuklah *hydrogen bond* (Setiani et al., 2013).

4. **Selulosa Sabut Kelapa**

Selulosa secara melimpah dapat diperoleh dari biomassa limbah hasil pertanian, salah satunya adalah sabut kelapa. Sabut kelapa merupakan bahan yang mengandung selulosa yang cukup tinggi yaitu 27% selulosa dan 18% hemiselulosa. Selain itu sabut kelapa juga mengandung 41% lignin (Nurwidiyani et al., 2022). Dengan penambahan selulosa sabut kelapa juga dapat meningkatkan biodegradasi plastik *biodegradable* (Rusdianto et al., 2021).

Sifat-sifat selulosa termasuk kemampuan untuk dipecahkan secara mekanis, hidrolisa, oksidasi, dan fotokimia, yang menyebabkan penurunan berat molekul. Selulosa ini sukar larut didalam larutan organik ataupun air, namun hanya bisa larut Sebagian di dalam larutan bersifat alkali. Dalam kondisi kering, selulosa memiliki sifat menyerap air, tidak lunak serta rapuh; namun, jika memiliki kadar air yang cukup, selulosa juga bisa menjadi lunak.

Kekuatan selulosa dalam bentuk kristal diketahui lebih besar daripada amorfnya (Maladi, 2019). Struktur kimia selulosa dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5. Struktur kimia selulosa

Gambar 2.5 memperlihatkan struktur dari selulosa. Selulosa memiliki keunggulan sangat banyak yaitu aman dikonsumsi, *biocompatibility*, non-toksik, tanpa polusi, dan ekonomis (Moura et al., 2012), mudah dijumpai keberadaannya di alam (Azeredo, 2009).

5. Bioplastik

Bioplastik sering dikenal sebagai plastik *biodegradable*, dibuat hampir sepenuhnya dari sumber daya terbarukan. Tidak seperti plastik biasa, plastik ini lebih mudah terurai atau terurai, inilah yang membedakan bioplastik dari plastik konvensional. Bioplastik dikategorikan sebagai plastik ramah lingkungan karena kemampuannya

untuk kembali ke alam. Bahan seperti komponen polimer yang terdapat pada tumbuhan dan hewan, seperti kasein, kitin, dan kitosan, serta pada tumbuhan dan hewan, seperti pati, selulosa, dan lignin, digunakan untuk membuat bioplastik (Avérous, 2004).

Bioplastik memiliki keunggulan seperti Ramah lingkungan, bioplastik biasanya diperoleh dari sumber terbarukan, kemudian mengurangi polusi dari lingkungan. Bioplastik mudah didegradasi oleh mikroba menjadi produk akhir seperti air, karbon dioksida, metana, biomassa, dan senyawa anorganik dalam beberapa bulan sehingga menyelamatkan lingkungan dari polusi yang ditimbulkan oleh plastik konvensional. Bioplastik dapat diuraikan oleh mikroba dalam kondisi terkendali di laboratorium, industri, atau fasilitas pengomposan rumah. Ketersediaan bahan dasarnya di alam sangat melimpah dengan keragaman struktur tidak beracun, bioplastik dapat didaur ulang secara mekanis (Sarkingobir, 2021).

B. Karakterisasi

1. Uji Kekuatan Mekanik

Kemampuan suatu struktur untuk menahan beban saat diregangkan atau ditarik tanpa robek atau patah dikenal sebagai kekuatan. Perpecahan struktural atau deformasi yang diakibatkan oleh suatu tekanan yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan. Tensile mengacu pada kekuatan suatu benda terhadap gaya atau tegangan (Gedney, 2005).

Uji kekuatan mekanik dilakukan dengan, sampel dijepit di kedua ujungnya. Alat pengukur beban mesin penguji memiliki satu ujung yang diikat ke alat peregang, dan ujung lainnya diikat ke alat pengukur beban. Setelah sampel uji diputus, menggunakan regangan untuk crosshead yang digerakkan motor. Perpanjangan beban uji ditunjukkan dengan gerakan relatif benda uji. Untuk mengukur defleksi elastis balok atau ring proving, alat hidrolik digunakan untuk mengukur defleksi elastis balok atau ring proving. Langkah sebelumnya menghasilkan pengukuran regangan yang terkait dengan perubahan resistensi balok. Sistem yang merekam adanya tanda tangan kurva diperpanjang beban yang dapat dengan mudah

menggunakan metode ini. Nilai kekuatan mekanik dibaca setelah penarikan sampel. Selama pengujian, profil tarik lengkap akan dibuat dalam bentuk kurva yang menunjukkan hubungan antara gaya tarik dan perubahan panjang. Kapasitas sampel untuk mempertahankan beban terbesar, yang dikenal sebagai "Tensile Strenght Ultimate" (UTS), adalah fokus pengujian tarik (Nisa, 2022). Standar SNI kekuatan mekanik bioplastik dapat dipaparkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar Bioplastik SNI 7818:2014

Karakteristik	Nilai
Kuat Tarik (MPa)	Minimal 13,7
Elongasi (%)	400 – 1120

Tabel 2.2 menjelaskan bahwa SNI 7818:2014 tentang kekuatan tarik bioplastik minimal 13,7 MPa dengan nilai elongasi% dari 400-1120%.

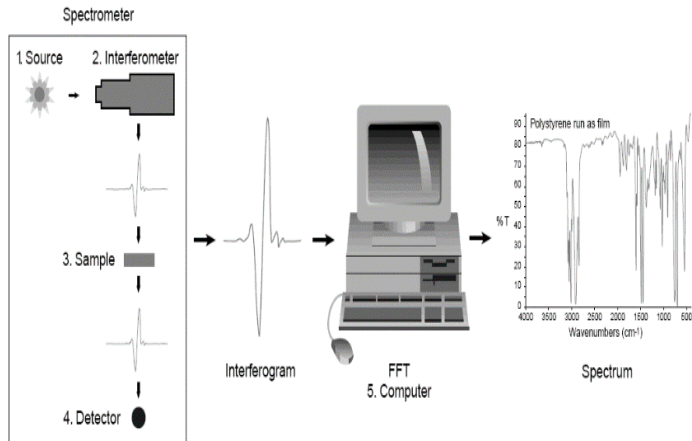
2. **FT-IR(*Fourier Transform-Infra Red*)**

FTIR menggunakan metode *Attenuated Total Reflektance*(ATR-FTIR). Kelebihan ATR adalah persiapan sampel tidak terlalu sulit, karena tidak menggunakan penggilingan KBr, variasi spektrum lebih lebar, dan perbedaan ukuran partikel diabaikan (Sulistyani, 2018). ATR didasarkan pada fenomena refleksi internal total, dan mengukur

perubahan yang terjadi dalam sinar inframerah yang dipantulkan internal dalam interaksi dengan sampel melalui kristal atau berlian. Ketika sampel ditempatkan dalam kontak dengan kristal ATR, gelombang IR yang dihasilkan dilemahkan karena sampel menyerap energi. Metode yang digunakan adalah ATR yaitu dengan cara sampel ditempatkan langsung pada pelat sampling diatas jendela optik dengan *Diamond Crystal ATR (Attenuated Total internal Reflectance)*. Sampel ditempatkan langsung pada pelat kristal berlian. Dengan menggunakan *Kimwipe*, oleskan CH_2Cl_2 ke *Kimwipe*. Kemudian bersihkan kristal dengan ini dan lap hingga bersih. Biarkan mengering sebelum mengukur spektrum latar belakang. oleskan bedak secukupnya untuk melapisi kristal dengan ketebalan bahan kira-kira 1 mm. Posisikan lengan penekan di atas sampel dan berikan tekanan pada sampel (John, 2019).

Gugus fungsi pada plastik *biodegradable* dianalisis menggunakan FT-IR (*Fourier Transform-Infrared*). Spektroskopi sinar inframerah bergantung pada bagaimana tingkat energi getaran (vibrasi) berinteraksi satu sama lain. Atom yang terikat dalam molekul bisa mengadsorpsi sebuah

gelombang radiasi elektromagnetik sinar inframerah (Bresnick, 2003). Rangkaian alat FT-IR dapat dilihat pada Gambar 2.6.

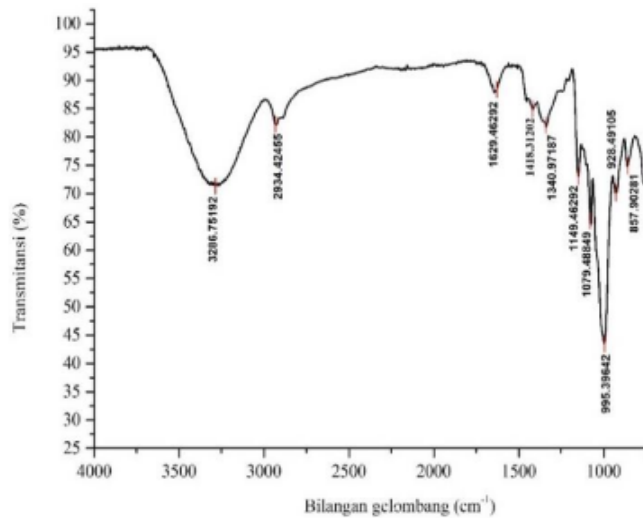


Gambar 2.6. Rangkaian alat FT-IR

Gambar 2.6 menjelaskan secara singkat sinar *infrared* dipancarkan dari sumber cahaya menuju *interferometer*. Kode spektral dilakukan di *interferometer*. Berkas sinar kemudian masuk ke bagian sampel, di mana ia dipantulkan atau ditransmisikan dari permukaan sampel. Sinyal *interferogram*, yang dihasilkan oleh berkas terakhir, dikirim ke detektor untuk pengukuran terakhir. Sinyal ini kemudian didigitalkan dan dikirim ke komputer, tempat proses transformasi *Fourier* dilakukan. Pengguna kemudian melihat spektrum

inframerah akhir untuk interpretasi dan pengaturan(Gan, 2020).

FTIR pati dari penelitian satmalawati (2024) disajikan pada gambar 2.7 dan tabel 2.3.



Gambar 2.7 FTIR pati kulit singkong

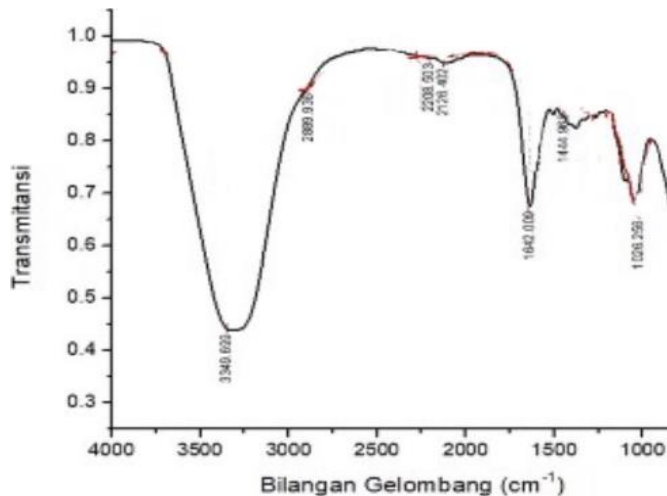
Tabel 2.3 Gugus fungsi pati.

Gugus Fungsi	Referesnsi bilangan gelombang Pati (Satmalawati et al., 2024)(cm ⁻¹)
O-H alkohol	3286,7
C-H alkana	2934,4
C=C aromatik	1629,5
C-O eter	1149,4

Tabel 2.3 memaparkan hasil FTIR pati. Spektra FTIR menunjukkan pati ubi kayu alami memiliki gugus O-H dan C-H secara berurutan pada bilangan

gelombang $3286,7 \text{ cm}^{-1}$ dan $2934,4 \text{ cm}^{-1}$. Gugus C=C teridentifikasi pada bilangan gelombang $1629,5 \text{ cm}^{-1}$, Gugus bending C-O ($1149,4 \text{ cm}^{-1}$)(Satmalawati et al., 2024).

FTIR dari selulosa penelitian Nurwidiyani et al (2022) disajikan pada gambar 2.8 dan tabel 2.4.



Gambar 2.8 FTIR selulosa sabut kelapa

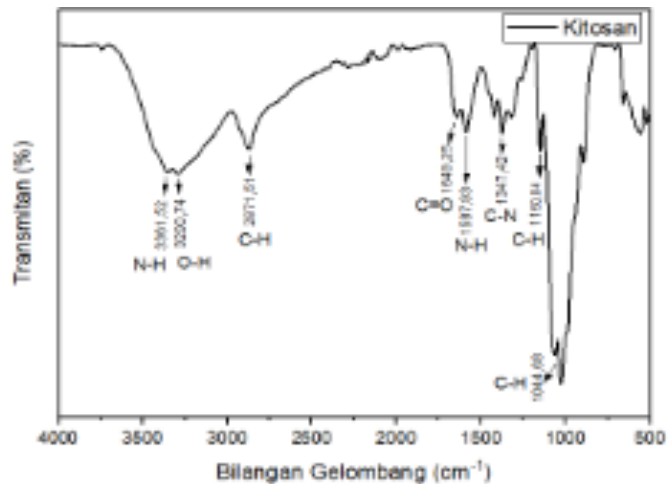
Tabel 2.4 Gugus fungsi selulosa sabut kelapa

Gugus Fungsi	Referensi bilangan gelombang Selulosa serbuk sabut kelapa (cm^{-1})(Nurwidiyani et al., 2022)
O-H alkohol	3349,69
C-H alkana	2931,80
C=C aromatik	1642,00
C-O eter	1126,25

Tabel 2.4 memaparkan serapan bilangan gelombang $1126,25 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan

karakteristik gugus C-O, dan daerah serapan 3349 cm^{-1} dan 2889 cm^{-1} menunjukkan daerah serapan gugus OH dan C-H, adalah gugus fungsi utama selulosa(Nurwidiyani et al., 2022).

FTIR kitosan dari penelitian Nisa (2022) ditunjukkan pada gambar 2.9 dan Tabel 2.5.



Gambar 2.9 FTIR kitosan

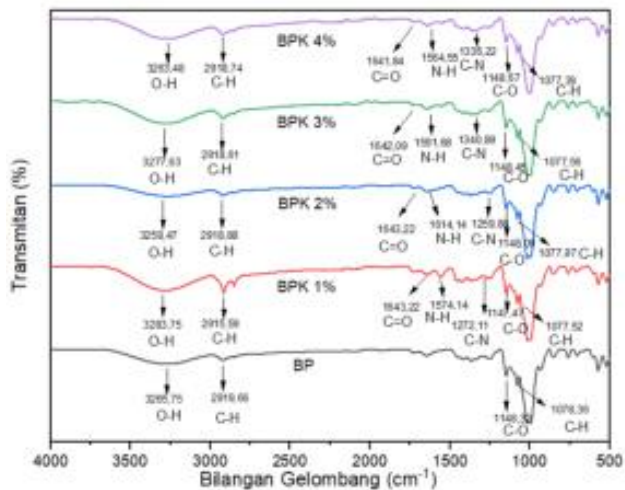
Tabel 2.5 Gugus fungsi kitosan.

Gugus Fungsi	Referensi bilangan gelombang kitosan (Nisa, 2022)(cm^{-1})
O-H alkohol	3290,74
C-H Alkana	2871,51
N-H amina	1587,93
C-N amina	1347,42

Tabel 2.5 menjelaskan Puncak serapan pada bilangan gelombang 3290,74 Cm^{-1} menunjukkan

adanya cluster dengan fungsi O-H. Gugus fungsi C-H alkana dilambangkan dengan bilangan gelombang 2871,51 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1587,93 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi N-H amina. Gugus fungsi C-N amina diwakili dengan bilangan gelombang 1347,42 cm^{-1} .

FTIR *biodegradable plastic* pati-kitosan-gliserol penelitian penelitian Nisa (2022) ditunjukkan pada gambar 2.10 dan Tabel 2.6.



Gambar 2.10 FTIR *biodegradable plastic* pati-kitosan-gliserol

Tabel 2.6 Gugus fungsi *biodegradable* plastik pati-kitosan-gliserol.

Gugus Fungsi	Referensi bilangan gelombang bioplastik Nisa (2022)(cm^{-1})
--------------	---

O-H	3258,47
C-H alkana	2918,88
C=O amida	1643,22
N-H amida	1614,14
C-N amina	1259,88
C-O eter	1148,09
C-H	1077,97

Tabel 2.6 memaparkan hasil karakterisasi FTIR untuk sampel BPK dengan konsentrasi 2% menunjukkan bilangan gelombang pada 3258,47 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi O-H. Bilangan gelombang 2918,88 cm^{-1} yang khas untuk gugus fungsi C-H alkana. Di 1643,22 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C=O. Bilangan gelombang 1259,88 cm^{-1} gugus fungsi C-N amina. Akhirnya, bilangan gelombang 1148,09 cm^{-1} gugus fungsi C-O eter. 1077,97 cm^{-1} yang khas untuk gugus fungsi C-H, dan gelombang 1614,14 cm^{-1} terletak pada daerah serapan 1550–1650 cm^{-1} yang khas untuk gugus fungsi N-H yang terdapat pada kitosan(Nisa, 2022).

3. Uji daya serap air

Pengujian daya serap air dilakukan dengan mengukur berat awal sampel (W_o). Kemudian aquades dimasukkan ke dalam gelas kimia. Timbang berat sampel (W) setelah direndam selama 10 detik

dalam wadah. Kemudian masukkan sampel ke dalam wadah aquades. Kemudian, angkat sampel tiap 20 detik, dan timbang lagi. Dilakukan pengulangan hingga 2 kali(duplo) dan dihitung presentase air pada bioplastik tersebut.

(Ridwan, 2018)

$$A = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\% \quad \text{persamaan 2.2.}$$

Rumus diatas memiliki keterangan bahwa A merupakan nilai presentasi daya serap air (%), lalu W_0 merupakan berat plastik sebelum pengujian (g), dan W_1 adalah Berat plastik sesudah pengujian (g). Dalam pengujian ini digunakan standar sesuai aturan ASTM D570-98, 2018.

Tabel 2.3 Standar daya serap air bioplastik ASTM D570-98, 2018.

Karakteristik	Nilai
Daya serap air (%)	9,01-16,63

4. Uji biodegradasi

Pengujian biodegradabilitas berkaitan dengan degradasi sifat fisik produk dan bahan yang ramah lingkungan di bawah kondisi lingkungan tertentu. Ini menentukan biodegradasi aerobik bahan plastik di bawah kondisi pengomposan terkontrol yang mencakup suhu termofilik untuk mensimulasikan kondisi di bawah lapisan tanah atas. Uji biodegradasi

dilakukan dengan metode uji tanah-burial, yaitu dengan mengubur plastik *biodegradable* dalam media tanah kompos selama waktu tertentu. Saat paling lama *biodegradable* plastik dapat terurai adalah 80% dalam waktu 180 hari(SNI, 2022).

C. Kajian Pustaka

Isolasi selulosa sabut kelapa mengacu pada studi Nurwidiyani et al (2022) yang berhasil mengisolasi selulosa dari sabut kelapa dengan metode delignifikasi dan *bleaching*. Serapan bilangan gelombang $1001,62\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan karakteristik gugus C-O, serapan bilangan gelombang 1642 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus C=C *bending*, dan daerah serapan 3349 cm^{-1} dan 2889 cm^{-1} menunjukkan daerah serapan gugus OH dan C-H, adalah gugus fungsi utama selulosa.

Pembuatan pati pada penelitian Maladi (2019) memiliki hasil FTIR dari pati singkong pada gugus fungsi O-H pada $3346,50\text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H alkana pada $2931,80\text{ cm}^{-1}$, dan gugus fungsi C-O pada $1348,24\text{ cm}^{-1}$. Praseswari et al (2022) berhasil membuat pati dari kulit singkong. Hasil FTIR menunjukkan bahwa pati memiliki gugus O-H dengan bilangan gelombang $3379,43\text{ cm}^{-1}$, gugus C-H dengan bilangan gelombang 2930 cm^{-1} , dan gugus C-O dengan bilangan gelombang $1080,18\text{ cm}^{-1}$.

Dalam penelitian Nisa (2022), Gugus fungsi O-H, yang memiliki ikatan hidrogen pada molekul pati pada $3269,31\text{ cm}^{-1}$, ditemukan dalam spektra FTIR gugus fungsi pati. Nilai serapan gugus C-H alkana adalah $2928,58\text{ cm}^{-1}$, sedangkan nilai fungsi gugus C-O eter adalah $1150,14\text{ cm}^{-1}$ dan $1000,58\text{ cm}^{-1}$.

Bioplastik pati singkong-selulosa mikrokristalin-gliserol yang telah dibuat oleh Intandiana et al (2019) dengan kandungan selulosa 0% mencapai daya serap air 73%. Namun, bioplastik pati singkong dengan kandungan selulosa 10% memiliki daya serap air 61%. Penambahan selulosa 10% dapat membuat bioplastik pati meningkat kuat tariknya dari nilai 3,3 MPa menjadi 14,3 MPa. Bioplastik ini memiliki perbandingan pati singkong dan gliserol memiliki 3:1.

Penambahan kitosan sebanyak 2% memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi 10,35 MPa, penambahan dengan konsentrasi 2% kitosan merupakan nilai optimum dari bioplastik pada penelitian yang dilakukan oleh Hartatik et al. (2014). Penelitian yang dilakukan oleh Aripin et al. (2017) nilai kekuatan tarik tertinggi bioplastik dari pati sebesar 19,32 MPa dengan variasi kitosan 2%(%b/b) dari bahan dasar. Penambahan komposisi massa kitosan pada penelitian yang dilakukan oleh Astuti et al. (2019)

terbukti mampu meningkatkan nilai kuat tarik. Nilai kuat tarik meningkat dari $1,01 \pm 0,11$ MPa hingga $1,97 \pm 0,06$ MPa. Hendrawati et al. (2017) dalam penelitiannya mengungkapkan hasil semakin besar kandungan kitosan yang terdapat pada sampel maka material menjadi tidak mudah menyerap air, sukar terdegradasi, dan nilai kuat tarik semakin besar. Sampel yang menggunakan bahan baku pati menyerap air sebesar 72% pada kitosan 0% b/b dan 19% pada kitosan 30% b/b. Sampel yang mengandung 0 % b/b kitosan dapat terurai didalam tanah sebesar 58,5% - 78,3%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Hayati et al. (2020) menunjukan bahwa Semakin banyak berat kitosan yang ditambahkan maka akan semakin kecil nilai daya serap airnya sehingga nilai ketahanan airnya semakin besar. Komposisi optimal untuk uji ketahanan air diperoleh pada komposisi berat selulosa nata de coco 2 gram dan kitosan 3,5 gram dengan persen ketahanan air 70,93 %.

D. Hipotesis

Bioplastik yang menggunakan bahan dasar pati memiliki kekurangan yaitu memiliki sifat mekanik yang rendah dan daya serap air yang tinggi. Kombinasi bioplastik berbahan dasar pati memiliki keterbatasan,

antara lain karakteristik mekanik yang lemah, serta kemampuan penyerapan air tinggi. Bioplastik dari pati kulit singkong-selulosa-kitosan-gliserol dimaksudkan untuk menghasilkan bioplastik dengan peningkatan kekuatan mekanik dan penyerapan air.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN WALISONGO Semarang, dan uji kekuatan mekanik di laboratorium terpadu UNDIP Semarang, pada bulan januari – maret 2024.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Penelitian ini, alat yang digunakan termasuk ayakan 100 mesh, oven, neraca analitik(OHAUS), termometer, gelas kimia 1000 mL, gelas kimia 100 mL, gelas ukur 100 mL, cawan petri, spatula besi, dan spatula kaca. Untuk menguji kualitas bioplastik, *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (Brucker Alpha 2) dan *Universal Testing Machine* (CORES-DU-R-7.8 LHU).

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi 1kg kulit singkong yang diambil langsung dari rumah produksi tape di Mijen Kota semarang, serbuk sabut kelapa, serta bahan – bahan produksi MERCK dengan kualitas pro analit yaitu kitosan,

iodin 0,1 N, 7,2% H_2O_2 , 4% NaOH, H_2SO_4 , dan aquadest.

C. prosedur Kerja

1. Pembuatan Pati dari Kulit Singkong

Kulit singkong dipisahkan dari kulit yang berwarna putih dari kulit berwarna gelap, bagian putih diambil sebagai bahan dasar. Dicuci kulit singkong kemudian direbus selama 15 menit dan direndam selama 24 jam. Kulit yang telah direndam kemudian dihaluskan dengan blender hingga halus. Setelah dihaluskan, air ditambahkan pada bahan dengan perbandingan 2:1 (v/b). Kain saring digunakan untuk menyaring ampas dan cairan. Air endapan Setelah mengendap selama 24 jam, dibuang untuk menghasilkan pati basah. Tahap terakhir adalah mengeringkan pati basah selama dua hari dengan dijemur. Pati yang kering lalu disaring dengan ayakan 100 mesh. Pati yang dihasilkan diuji dengan FTIR dan di uji kualitatif dengan iodin, dan dihitung rendemen.

(Prameswari et al., 2022)

2. Uji kandungan amilum

Pati dari kulit singkong ditimbang 1 gram dan dilarutkan ke dalam 10 mL aquades, lalu diambil 1

mL ke tabung reaksi. Tambahkan 3-4 tetes larutan iodium 0,1N dan dikocok tabung reaksi tersebut. jika warna berubah menjadi biru tandanya positif mengandung pati.

(Fitriyani, 2022)

3. **Isolasi selulosa sabut kelapa**

Sampel sabut kelapa dipotong kecil - kecil, lalu diblender hingga berbentuk serbuk berukuran 100 mesh. Sebanyak 10 gram serbuk bahan serbuk sabut kelapa dicampurkan dan dilarutkan dalam larutan yang berisi NaOH 4% (b/v) 100mL, lalu H₂O₂ 7,2% (v/v) 100mL. *Hot plate* dipanaskan dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu 55°C. Larutan ditambahkan larutan H₂SO₄ sampai netral atau (pH 7). Selulosa yang sudah selesai proses *bleaching* lalu disaring serta dibilas tiga kali dengan aquades. Produk yang dihasilkan diuji dengan FT-IR dan dihitung rendemen yang dihasilkan.

(Nurwidiyani et al., 2022)

4. Sintesis Bioplastik

Preparasi larutan kitosan yaitu dengan cara membuat larutan kitosan dengan kadar 1% , 2% dan 3% dalam asetat (CH_3COOH). Masing – masing 1, 2 dan 3 gram kitosan dalam 3 buah gelas kimia berisi 20 mL asam asetat dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Komposisi bioplastik dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Komposisi bioplastik.

Bahan	PSG	PSG-K1	PSG-K2	PSG-K3
Pati (b/v)	5 %	5 %	5 %	5 %
Selulosa (b/v)	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
Gliserol (b/v)	1,66 %	1,66 %	1,66 %	1,66 %
Asam asetat (v/v)	20 %	20 %	20 %	20 %
Kitosan (b/v)	0 %	1 %	2 %	3 %
Dalam 100mL larutan				

Tabel 3.1 menjelaskan komposisi dari 100 mL larutan untuk formula pembuatan bioplastik yaitu berisi pati, selulosa, gliserol, asam asetat dan kitosan. Pati ditimbang sebanyak 5 gram dan dimasukkan kedalam beaker glass berisi 10 ml aquades. Selanjutnya dilakukan penambahan gliserol 1,66 % (b/v) dan selulosa 0,5 % (b/v). Lalu ditambahkan variasi kitosan dalam asam asetat yang telah disiapkan sebelumnya 0 %, 1 %, 2 % dan 3 % (w/v). Campuran dimasukan ke dalam gelas kimia dan ditambahkan aquadest mencapai volume 100 mL.

Gelas kimia dengan campuran larutan dipanaskan pada plat panas selama 40 menit sambil diaduk dengan suhu antara 80-90°C. Setelah itu, adonan bioplastik dituang ke dalam cetakan plastik berukuran 20 cm dan dikeringkan dengan oven selama 5 jam dalam oven dengan suhu antara 60 dan 70°C. Sampel dikeluarkan dari oven, kemudian dikeringkan selama 1 hari hingga dapat dilepaskan dari cetakan(Sara, 2018). Bioplastik yang dihasilkan di uji kekuatan mekanik, di uji FTIR bioplastikdengan kekuatan mekanik paling bagus, lalu di uji daya serap air dan uji biodegradasi.

5. **Karakterisasi Bioplastik**

a. Uji kekuatan mekanik

Uji kekuatan mekanik dilakukan dengan, sampel dijepit di kedua ujungnya. Alat pengukur beban mesin penguji memiliki satu ujung yang diikat ke alat peregangan, dan ujung lainnya diikat ke alat pengukur beban. Pada pengujian ini nilai kekuatan tarik dan persentase elongasi dibaca setelah penarikan sampel.

b. Analisis FTIR

Bioplastik pati kulit singkong Sampel yang diuji berupa bioplastik yang merupakan produk

paling optimum dari uji kuat tarik. Metode yang digunakan adalah ATR yaitu dengan cara sampel ditempatkan langsung pada pelat sampling diatas jendela optik dengan *Diamond Crystal ATR (Attenuated Total internal Reflectance)*. Sampel ditempatkan langsung pada pelat kristal berlian. Dengan menggunakan *Kimwipe*, oleskan CH_2Cl_2 ke *Kimwipe*. Kemudian bersihkan kristal dengan ini dan lap hingga bersih. Biarkan mengering sebelum mengukur spektrum latar belakang. oleskan bedak secukupnya untuk melapisi kristal dengan ketebalan bahan kira-kira 1 mm. Posisikan lengan penekan di atas sampel dan berikan tekanan pada sampel.

(Grimes H. John, 2019)

c. Uji daya serap air

Uji daya serap air dilakukan dengan mengukur berat mula - mula sampel (W_0). Lalu aquades ditambahkan ke dalam gelas beaker. Setelah sampel bioplastik dimasukkan selama 20 detik ke dalam wadah berisi aquades, sampel diangkat dan ditimbang berat sampel (W) setelah direndam. Setelah itu, masukkan kembali sampel ke dalam wadah dan angkat tiap

20 detik. Dikerjakan Langkah sebelumnya sampai 2 kali (duplo) dan dihitung presentase air pada bioplastik tersebut pada persamaan 2.2. Hasil daya serap air dicocokkan dengan standart ASTM D570-98 2018.

(Ridwan, 2018)

d. Uji biodegradabilitas

Uji biodegradasi dilakukan dengan sampel berukuran 1x1 cm. Ditimbang berat awal sampel, sampel dikubur pada tanah kompos dan dilihat setiap hari sekali untuk dilakukan penimbangan sebagai berat setelah pengujian. Hasil biodegradasi dicocokkan dengan SNI 2022.

(Sara, 2018)

BAB IV

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana hasil dan pembahasan dari sintesis dan karakterisasi bioplastik dengan kode bioplastik PSG (Pati kulit singkong-Selulosa-Gliserol-kitosan 0%), PSG-K1 (Pati kulit singkong-Selulosa-Gliserol-kitosan 1%), PSG-K2 (Pati kulit singkong-Selulosa-Gliserol-kitosan 2%), PSG-K3 (Pati kulit singkong-Selulosa-Gliserol-kitosan 3%). Bioplastik dalam penelitian ini akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini.

A. Pembuatan Pati dari Kulit Singkong

Bahan dasar kulit singkong diambil dari limbah produsen tape yang ada di desa Dawung, kelurahan Kedungpane, Mijen, Semarang. Kulit singkong diambil bagian dalam yaitu kulit singkong berwarna putih dan dibuang kulit terluarnya, karena kulit yang berwarna putih memiliki kandungan pati. Kulit singkong berwarna putih diambil sebanyak 1 Kg dan dipotong - potong kasar lalu dicuci dengan air mengalir, Hal ini bertujuan agar kulit singkong bersih dari kotoran dan getah. Kulit singkong dimasukan kedalam panci berisi air hingga terendam sepenuhnya. Kulit singkong direbus selama 15 menit sampai kulit berubah kecoklatan, hal ini bertujuan agar kulit singkong menjadi lunak dan untuk

menghilangkan kandungan asam sianida dalam kulit singkong (Indriyati et al., 2022). Air bekas rebusan kulit singkong dibuang dan diganti dengan air yang baru, hingga terendam sepenuhnya. Kemudian kulit singkong yang sudah direbus tersebut direndam selama 24 jam, hal ini untuk mengurangi kadar asam sianida pada kulit singkong (Indriyati et al., 2022).

Air bekas rendaman dibuang dan diambil kulitnya, lalu masukan ke dalam blender. Perbandingan Kulit dan air 1:2. Blender dengan halus untuk memperoleh bubur kulit singkong. Bubur dari kulit singkong ini lalu disaring dengan kain untuk memisahkan filtrat dengan ampasnya, dan dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Filtrat yang dihasilkan lalu didiamkan selama 24 jam. Dibuang air hasil pengendapan, lalu pati basah dikeringkan selama dua hari dengan cara dijemur. Endapan pati kering disaring dengan ayakan 100 mesh untuk selanjutnya ditimbang dan dihitung rendemennya. Pati dari kulit singkong yang dihasilkan sebanyak 61,06 g dengan rendemen sebesar 6,1%. Pati yang sudah dibuat dari kulit singkong diperlihatkan pada gambar 4.1.

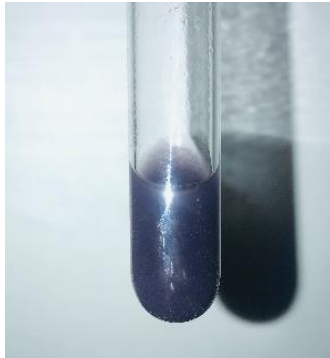


Gambar 4.1. Pati kulit singkong

Gambar 4.1 adalah pati dari kulit singkong yang dihasilkan berwarna putih kecoklatan, bertekstur halus dan memiliki khas singkong.

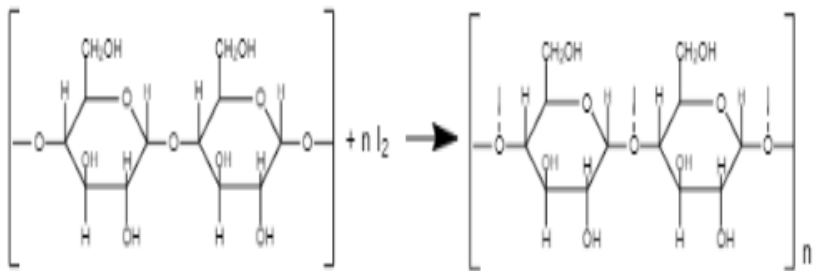
B. Uji kandungan amilum

Uji adanya amilum bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait adanya amilum (pati) pada sampel yang diuji. Perubahan warna yang terjadi selama uji kandungan dapat menunjukkan keberadaan amilum. Pati kulit singkong diambil 1 gram, lalu dilarutkan kedalam 10 mL aquades. Larutan iodium 0,1 N ditambahkan sebanyak 3 tetes, lalu terjadi perubahan warna dari coklat muda menjadi biru kehitaman. Hasil uji amilum ditunjukkan pada gambar 4.2 dan reaksi amilum dengan iodin ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.2. Uji keberadaan amilum pada pati kulit singkong

Gambar 4.2 menunjukkan adanya perubahan warna dari coklat muda menjadi biru kehitaman yang dihasilkan oleh reaksi unit glukosa membentuk rantai heliks dalam larutan iodium menunjukkan bahwa sampel positif mengandung amilum atau pati (Fitri & Fitriana, 2020).

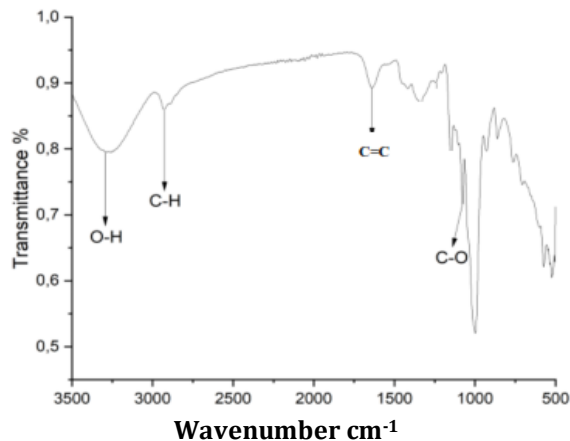


Gambar 4.3. Reaksi yang terjadi antara Iodin dengan Amilum
(Nisa, 2022)

Gambar 4.3 Iodium (I_2) berikatan dengan atom O pada amilum, kemudian membentuk rantai heliks

poliiodida, amilosa bertindak sebagai donor muatan dan poliiodida sebagai akseptor. Kompleks ini menyerap cahaya yang menyebabkan warnanya berubah menjadi biru tua. Bentuk rantai heliks ini menyebabkan pati dapat membentuk kompleks dengan molekul iodin yang dapat masuk ke dalam spiralnya sehingga menyebabkan warna biru tua pada kompleks tersebut (Fitri & Fitriana, 2020).

FTIR *Fourier Transforms InfraRed* digunakan untuk menguji pati kulit singkong yang dibuat. Spektrum FTIR pati kulit singkong disajikan pada gambar 4.4 dan tabel 4.1.



Gambar 4.4. Spektrum FTIR Pati kulit singkong

Tabel 4.1. Gugus fungsi pati kulit singkong.

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	
	Satmalawati (2024)	Penelitian
O-H alkohol	3286,7	3258,54
C-H alkana	2934,4	2985,54

C=C aromatik	1629,5	1640,00
C-O eter	1049,4	1149,56

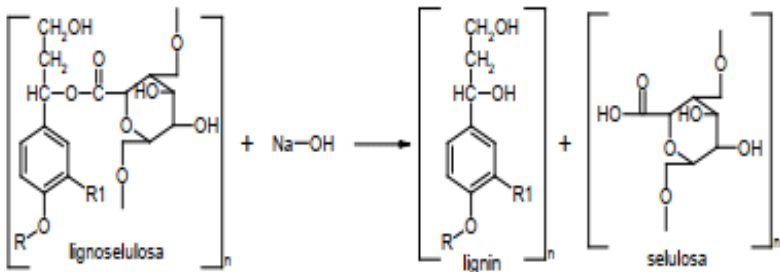
Tabel 4.1 merupakan FTIR bilangan gelombang dari pati kulit singkong yang diteliti dalam penelitian ini spektra FTIR dihasilkan bilangan gelombang 3293,50 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus fungsi O-H. 2925,22 cm^{-1} adalah bilangan gelombang selanjutnya yang mengindikasikan serapan dari gugus fungsi C-H(alkana). Bilangan gelombang 1635,40 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C=C aromatik merupakan gugus fungsi pada lignin, karena pati kulit singkong mengandung cukup banyak lignin 7,646% (Widyastuti, 2019). Bilangan gelombang 1149,56 cm^{-1} mengindikasikan terdapat C-O yang merupakan suatu gugus fungsi pada molekul pati.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Satmalawati et al, (2024) spektra FTIR menunjukkan pati ubi kayu alami memiliki gugus regangan (stretching) O-H dan C-H secara berurutan pada bilangan gelombang 3286,7 cm^{-1} dan 2934,4 cm^{-1} . Sedangkan gugus regangan C=C teridentifikasi pada bilangan gelombang 1629,5 cm^{-1} merupakan gugus dari lignin, gugus bending C-O 1049,4 cm^{-1} . Pemeriksaan FTIR menghasilkan komposisi pati yang mengandung amilopektin, amilosa, dan glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n.

C. Isolasi selulosa dari sabut kelapa

Isolasi selulosa dari sabut kelapa mula mula menggunakan metode delignifikasi dengan pelarut NaOH dan *bleaching* untuk memutihkan selulosa dengan pelarut H_2O_2 . Sampel sabut kelapa didapatkan dari limbah yang berasal dari pasar Ngaliyan, kecamatan Ngaliyan, kota Semarang. Dikumpulkan sampel sabut kelapa bagian yang banyak serabutnya dan dipisahkan dari batok kelapa lalu dipotong kecil – keci. Potongan sabut kelapa di blender hingga halus untuk mendapatkan bubuk sabut kelapa kasar. Bubuk sabut kelapa kasar disaring dengan ayakan 100 mesh untuk mendapatkan bubuk yang halus serta bersih dari kotoran.

Bubuk sabut kelapa halus ditimbang 10 gram untuk dilakukan metode delignifikasi dengan NaOH 4%(b/v) dalam 100 mL air. Sebanyak 10 gram bubuk sabut kelapa dituang kedalam gelas kimia berisi NaOH 4% 100 mL untuk dipanaskan pada suhu 55°C sambil diaduk. Pada proses ini larutan terjadi perubahan warna dari bening menjadi kehitaman. Pada saat ini terjadi reaksi pemecahan lignoselulosa oleh NaOH. Reaksi pemecahan ligninselulosa dengan NaOH menjadi lignin dan selulosa dapat dilihat pada gambar 4.5.

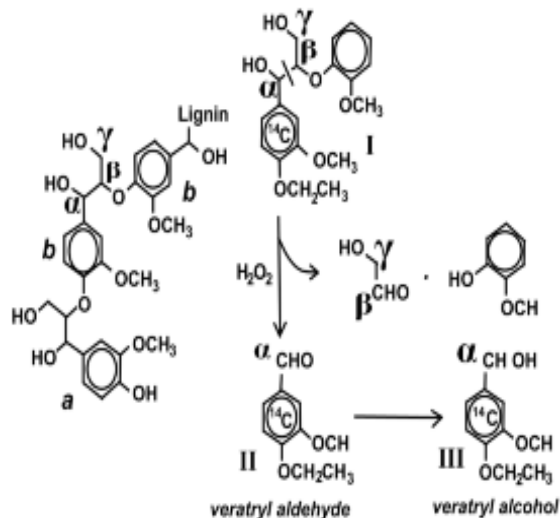


Gambar 4.5 Reaksi pemecahan lignoselulosa oleh NaOH menjadi lignin dan selulosa (Rasjava, 2020)

Gambar 4.5 menjelaskan bahwa NaOH akan masuk dan merusak ikatan antara lignin dan selulosa. Selama proses, NaOH dipisahkan menjadi ion Na^+ dan OH^- . Cairan hitam (*black liquor*) yang muncul merupakan tanda lignin yang sudah mulai terlarut. Cairan ini menunjukkan bahwa lapisan lignin telah terpisah dari selulosa (Rasjava, 2020). NaOH dapat menghancurkan struktur dari lignin, lalu menjadikan sebagian lignin dan hemiselulosa yang terkandung terpisah, dan mengakibatkan struktur molekul selulosa menjadi lebih besar (Wrasiati et al., 2022). Buang larutan yang setelah 2 jam untuk dilanjutkan proses *bleaching*.

Serbuk sabut kelapa setelah proses delignifikasi dilanjutkan dengan menambahkan 100 mL H_2O_2 . Pada tahap ini dilakukan pengadukan selama 2 jam dan pemanasan dengan suhu 55°C . Pada saat ini terjadi

proses penguraian lignin metode *Bleaching*. Setelah proses bleaching, warna sabut kelapa berubah dari coklat tua menjadi coklat muda. Ini disebabkan oleh penguraian lignin oleh H_2O_2 di lingkungan basa selama proses *bleaching*, yang menyebabkan warna sabut kelapa menjadi coklat muda. Setelah jumlah lignin berkurang, warna sabut kelapa memudar (Nurwidiyani et al., 2022). Gambar 4.6 menggambarkan proses reaksi *bleaching* H_2O_2 .



Gambar 4.6 Proses Penguraian Lignin oleh H_2O_2 .

(Harpendi et al., 2014)

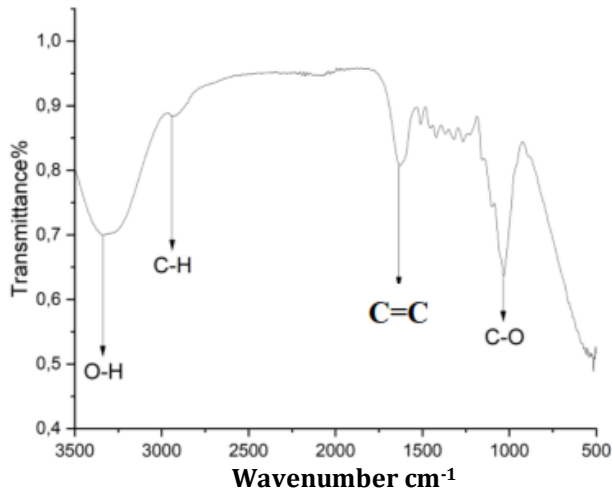
Gambar 4.6 Hidrogen peroksida dapat memutus ikatan $\text{C}\alpha\text{-C}\beta$ molekul lignin dan mampu membuka cincin lignin dan reaksi lain. Hidrogen peroksida mengkatalis lignin membentuk gugus aril (OH). Hidrogen mengkatalis lignin non-fenolik dengan perubahan *veratryl aldehyde* menjadi *veratryl* alkohol sehingga pulp menjadi putih (Harpendi et al., 2014). Larutan ditambahkan H_2SO_4 hingga netral pH 7, lalu larutan disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali untuk membersihkan sisa - sisa lignin yang ikut terbawa. Selulosa yang sudah bersih dilakukan proses pengeringan dengan oven selama 5 jam dengan suhu 70°C , lalu setelah dikeringkan dihaluskan lagi dengan blender dan di ayak dengan ukuran 100 mesh. Selulosa yang didapatkan dengan berat 6,3 gram dengan rendemen mencapai 63,02%.

Hasil *bleaching* dari selulosa sabut kelapa ditunjukkan pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Selulosa sabut kelapa

Gambar 4.7 warna selulosa yang dihasilkan cenderung lebih cerah dibandingkan dengan warna awal sabut kelapa. Setelah semua proses selesai, selulosa hasil isolasi di uji FTIR untuk megidentifikasi gugus fungsi yang terbentuk. FTIR disajikan pada gambar 4.8 dan Tabel 4.2.



Gambar 4.8. Spektrum FTIR selulosa sabut kelapa

Tabel 4.2. Gugus fungsi selulosa sabut kelapa.

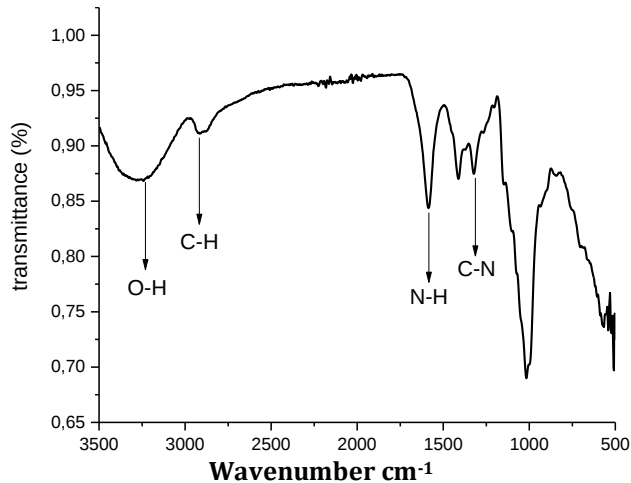
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Nurwidiyani,(2022)	Penelitian
O-H alkohol	3349,69	3337,23
C-H alkohol	2931,80	2940,72
C=C aromatik	1642,00	1630,12
C-O eter	1126,25	1100,89

Tabel 4.2 menunjukkan daerah bilangan gelombang 3337,23 cm⁻¹; 2940,72 cm⁻¹ dan 1100,89 cm⁻¹ menunjukkan serapan dengan intensitas yang cukup tinggi untuk gugus O-H, C-H dan C-O dimana gugus fungsi ini adalah gugus utama dalam selulosa, namun muncul bilangan gelombang 1630,12 cm⁻¹ yang mengindikasikan munculnya gugus fungsi C=C aromatik yang disinyalir adalah gugus dari lignin, karena lignin pada sabut kelapa

memiliki kadar 41% (Nurwidiyani et al., 2022). Penelitian ini sesuai dengan studi yang telah dilakukan oleh Nurwidiyani et al (2022), keberadaan selulosa dapat teridentifikasi dalam bioplastik melalui serapan yang muncul pada bilangan gelombang $1026,25\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus fungsi C-O, 1642 cm^{-1} yang mengindikasikan gugus C=C aromatik, serta pada area bilangan gelombang 3349 cm^{-1} dan 2889 cm^{-1} teridentifikasi munculnya gugus O-H dan C-H, yang merupakan gugus fungsi utama dalam selulosa.

D. Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik

Bioplastik pada penelitian ini dibuat di Laboratorium kimia anorganik kampus 2 Fakultas Sains dan Teknologi UIN WALISONGO Semarang. Bioplastik dalam penelitian ini terbuat dari pati kulit singkong, *plastisizer* gliserol, filler selulosa sabut kelapa, dan variasi penguat kitosan (0%, 1%, 2%, dan 3%). Sampel-sampel ini dinamai masing – masing sebagai PSG (tanpa kitosan), PSG-K1, PSG-K2, dan PSG-K3 sesuai dengan konsentrasi kitosan yang ditambahkan. Hasil FTIR kitosan dapat dilihat pada gambar 4.9 dan tabel 4.3.



Gambar 4.9. Spektrum FTIR kitosan

Tabel 4.3. Gugus fungsi pada kitosan.

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Nisa (2022)	Penelitian
O-H stretching	3290,74	3241,25
C-H Alkana	2871,51	2914,74
N-H amina	1587,93	1585,37
C-N amina	1347,42	1322,11

Tabel 4.3 menjelaskan adanya beberapa gugus fungsi kitosan pada beberapa bilangan gelombang. Gugus O-H stretching teridentifikasi pada bilangan gelombang 3241,25 cm⁻¹, selanjutnya gugus fungsi C-H terbentuk pada bilangan gelombang 2914,74 cm⁻¹, pada bilangan gelombang 1585,37 cm⁻¹ terbentuk gugus N-H amina khas kitosan, dan bilangan gelombang 1322,11 cm⁻¹ terbentuk gugus fungsi C-N amina yang merupakan

gugus fungsi khas kitosan, berdasarkan data tersebut telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nisa (2022) menjelaskan puncak serapan pada bilangan gelombang $3290,74 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi O-H. Gugus fungsi C-H alkana dilambangkan dengan bilangan gelombang $2871,51 \text{ cm}^{-1}$. Bilangan gelombang $1587,93 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi N-H amina. Gugus fungsi C-N amina diwakili dengan bilangan gelombang $1347,42 \text{ cm}^{-1}$.

Sintesis bioplastik dimulai dengan preparasi larutan kitosan yaitu dengan cara membuat larutan kitosan dengan kadar 1% , 2% dan 3% dalam asetat (CH_3COOH). Masing – masing 1, 2 dan 3 gram kitosan dalam 3 buah gelas kimia berisi 20 mL asam asetat dan dilakukan pengadukan, digunakannya asam asetat karena kitosan tidak larut dalam air namun larut dalam asam, dan asam asetat merupakan asam yang baik dalam melarutkan kitosan(Heriyanto et al., 2012). Pengadukan dilakukan dengan menggunakan magnetic stirer untuk memastikan kitosan terlarut dengan baik dan sempurna(Anggun et al., 2018).

Sintesis bioplastik variasi 0% kitosan (PSG) mula – mula ditimbang 5 gram pati lalu ditambah 10 mL akuades untuk melarutkan pati, selanjutnya ditambahkan

0,5%(b/v) ke dalam gelas beaker 100 mL dan diaduk dengan *magnetic stirrer* hingga homogen selama 5 menit. Gliserol sebanyak 1,66% (b/v) dimasukkan lalu ke campuran, lalu ditambah akuades hingga batas 100 mL. Pengadukan selama 40 menit dengan suhu 80-90°C, pada suhu ini dilakukan pengadukan dikarenakan pelarut air belum berada pada titik uapnya 100°C (Sara, 2018).

Campuran dituangkan ke cetakan plastik berukuran 20x20 cm dan dimasukkan ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan selama 5 jam pada suhu 60-70°C, suhu ini adalah suhu optimum dalam pengeringan bioplastik(Ardiatma & Kurniareja, 2022). Selanjutnya dikeringkan selama 1 hari di suhu ruang supaya bioplastik dapat dilepas dari cetakan. Dilakukan hal yang sama terhadap variasi kitosan lainnya dengan menambahkan larutan kitosan sebelum pemanasan serta pengadukan dan ditambahkan akuades hingga 100mL. Bioplastik yang dihasilkan memiliki warna coklat transparan. Penampakan bioplastik dapat dilihat pada gambar 4.10.



Bioplastik PSG



Bioplastik PSG-K1



Bioplastik PSG-K2



Bioplastik PSG-K

Gambar 4.10 Bioplastik PSG, PSG-K1, PSG-K2, PSG-K3

Gambar 4.10 adalah secara berurutan adalah bioplastik PSG, PSG-K1, PSG-K2, PSG-K3 memiliki tampilan yang berwarna cenderung coklat dan *transparan*.

1. Uji kekuatan mekanik

Uji kekuatan mekanik bioplastik dilakukan dengan sampel berukuran 2 x 10 cm dengan menjepit kedua sisi panjangnya lalu dilakukan pengujian sampel dengan ditarik kedua sisinya, lalu nilai kekuatan tarik dan elongasi keluar pada layar monitor. Informasi kuat tarik dan elongasi bioplastik didapatkan dari Uji kekuatan mekanik yang telah dilakukan. Pengujian seperti karakteristik kekuatan

mekanik yang harus dilakukan meliputi uji kuat tarik dan uji persen perpanjangan (elongasi).

a. Uji Kekuatan Tarik

Pengujian kuat tarik memiliki tujuan untuk mendapatkan pengetahuan terkait sifat karakteristik kekuatan mekanik bioplastik berbahan dasar kulit singkong berbagai macam variasi penguat kitosan. hasil uji kuat tarik ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Kuat tarik pada variasi bioplastik

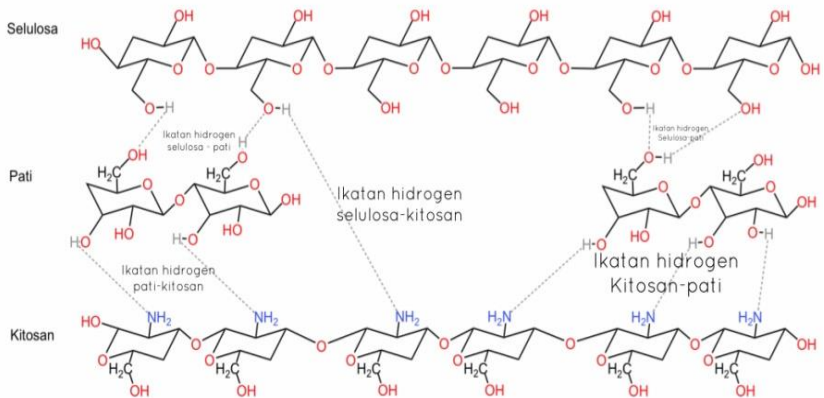
Sampel	Kuat tarik (MPa)	
	Penelitian	SNI 2014 kuat tarik
PSG	7,159806	Minimal 13,7
PSG-K1	28,62179	
PSG-K2	31,96676	
PSG-K3	30,36173	

Tabel 4.4 Setelah perlakuan, sampel dengan konsentrasi 2% menunjukkan bahwa kitosan menunjukkan kuat tarik tertinggi yaitu 31,96 MPa. Terlihat bahwa nilai kuat tarik bioplastik dengan filler selulosa sabut kelapa tanpa penambahan kitosan memiliki nilai yang paling kecil, yaitu 7,16 MPa, dibandingkan dengan bioplastik yang diberi kitosan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan

oleh Aripin Et al., 2017 dan Hartatik Et al., 2014 di mana konsentrasi 2% kitosan yang ditambahkan memiliki kuat tarik yang tinggi. Ini karena kitosan bertindak sebagai penguat, Interaksi antarmolekul antara kitosan dan pati membuat struktur molekul bioplastik lebih rapat, yang menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi.

Kitosan dengan penambahan lebih dari 2% mengalami penurunan nilai kuat tarik. Penambahan kitosan pada sampel bioplastik mengakibatkan terjadinya ikatan hidrogen antara gugus OH kitosan, adanya ikatan hidrogen pada kitosan mengakibatkan mobilitas molekuler berkurang, struktur molekul menjadi lebih rapat dan menyebabkan menurunnya elastisitas, menyebabkan bertambah kaku sampel bioplastik yang mengakibatkan turunnya kekuatan tarik (Eristina, 2018). Interaksi antarmolekul antara kitosan dan pati membuat struktur molekul bioplastik lebih rapat, yang menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi, namun berkurang nilai kuat tariknya setelah penambahan 3%. Hal tersebut terjadi

karena adanya interaksi antarmolekul kitosan dengan pati dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4.11 Interaksi Antar molekul kitosan-pati-selulosa

Gambar 4.11 menunjukkan gugus hidroksil pada pati membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amina pada kitosan. Ikatan ini terjadi melalui donasi pasangan elektron bebas pada atom oksigen dari gugus hidroksil pati ke proton (H) dari gugus amina. Gugus hidroksil pada pati dan selulosa saling membentuk ikatan hidrogen. Proses ini melibatkan donasi pasangan elektron bebas pada atom oksigen dari gugus hidroksil satu molekul ke proton (H) dari gugus hidroksil molekul lain.

Gugus hidroksil pada selulosa membentuk ikatan hidrogen dengan gugus amina dan hidroksil pada kitosan. Seperti sebelumnya, ini melibatkan donasi pasangan elektron bebas dari atom oksigen gugus hidroksil ke proton dari gugus amina atau hidroksil kitosan. Jaringan ikatan hidrogen yang kuat dan seragam, menciptakan matriks bioplastik yang kohesif dan memiliki sifat mekanik yang baik. Lapisan kitosan dan selulosa terjadi interaksi berupa ikatan hidrogen antar molekuler antara gugus aktif kitosan dengan gugus aktif selulosa (Tunggul et al., 2019). Gliserol berinteraksi dengan gugus amina dan hidroksil pada kitosan, membentuk ikatan hidrogen.

Kitosan mengikat amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam pati. Terbentuknya *hydrogen bonding* saat molekul dari atom O atau N didalam kitosan yang berikatan hidrogen dengan atom H dari amilosa, amilopektin atau kitosan (Setiani et al., 2013). Dari ikatan yang terjalin, dapat ditarik kesimpulan yaitu kitosan memiliki kemampuan dalam menaikkan karakteristik mekanik bioplastik dengan

adanya *hydrogen bonding* antar rantai, yang mengakibatkan bioplastik menjadi lebih minim jarak antar molekul, sehingga kekuatan tarik pada bioplastik meningkat, namun penambahan konsentrasi kitosan secara berlebih mengakibatkan bioplastik mengalami penurunan nilai kuat tarik karena bioplastik menjadi kaku.

Berdasarkan uji yang telah dilakukan, semua sampel bioplastik dengan penambahan kitosan memenuhi standar kekuatan tarik bioplastik berdasarkan SNI 7818:2014, dengan nilai minimum 13,7 MPa. Nilai kuat tarik optimum bioplastik yang didapatkan adalah 31,96 MPa pada bioplastik PSG-K2. Namun bioplastik PSG tidak memenuhi standar bioplastik karena hanya mendapatkan nilai kuattarik 7,6 Mpa.

b. Elongasi

Elongasi merupakan persentase perpanjangan maksimum bioplastik sebelum putus. Hasil elongasi disajikan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Elongasi pada variasi bioplastik.

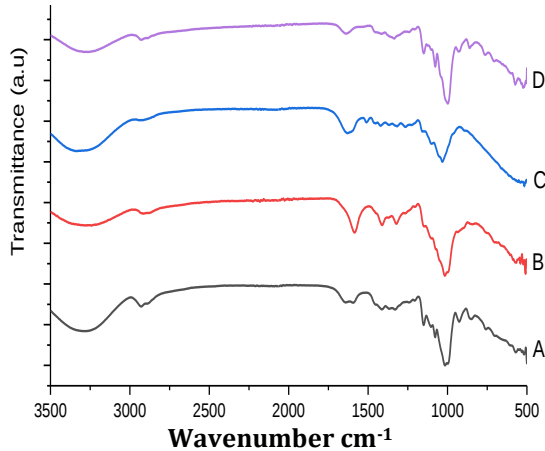
Sampel	Elongasi (%)	
	Penelitian	SNI 2014
PSG	74,87929	400 - 1120
PSG-K1	55,69594	
PSG-K2	51,59372	
PSG-K3	48,15488	

Tabel 4.5 merupakan data nilai elongasi yang dinyatakan dengan persentase pemanjangan. Elongasi bioplastik tertinggi terdapat pada bioplastik tanpa kitosan (0% kitosan) yaitu sebesar 74,88 %. Namun, penambahan kitosan pada bioplastik menyebabkan penurunan persentase pemanjangan hingga mencapai 48,15 %. Kitosan yang ditambahkan semakin banyak, berakibat menurunnya persentase elongasi dari bioplastik(Hartatik et al., 2014). Kitosan mengikat amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam pati. Terbentuknya *hydrogen bonding* saat molekul dari atom O atau N di dalam kitosan yang berikatan hidrogen dengan atom H dari amilosa, amilopektin atau kitosan(Setiani et al., 2013). Ikatan yang terjalin,

dapat ditarik kesimpulan yaitu kitosan memiliki kemampuan dalam menaikkan karakteristik mekanik bioplastik dengan adanya *hydrogen bonding* antar rantai, yang mengakibatkan bioplastik menjadi lebih minim jarak antar molekul, rapat dan tidak lentur. Akibatnya, semakin kaku bioplastik, nilai elongasinya cenderung menurun. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik yang telah disintesis pada penelitian ini belum mencapai standar SNI dengan nilai minimum 400 - 1120 % untuk persentase elongasi bioplastik.

2. Analisis FTIR

Analisis FTIR bertujuan untuk mendapatkan informasi terkait spektrum gugus fungsi yang terbentuk pada sintesis dan karakterisasi bioplastik dalam penelitian ini. Analisis ini dilakukan pada sampel bioplastik dengan nilai kekuatan mekanik paling paling baik, yaitu sampel PSG-K2, yang memiliki kekuatan tarik sebesar 31,96676 MPa di mana kekuatan tarik ini paling bagus serta lolos SNI dan elongasi sebesar 51,59372 %. Hasil spektrum FTIR dapat dilihat pada gambar 4.12 dan tabel 4.7.



Gambar 4.12. Spektrum FTIR A, B, C dan D

Tabel 4.7. Gugus fungsi bioplastik PSG-K2.

Gugus Fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)			
	Bioplastik PSG-K2 (A)	Kitosan (B)	Selulosa (C)	Pati (D)
O-H	3287,27	3241,25	3337,23	3258,54
C-H alkana	2927,28	2914,74	2940,72	2985,54
C=C aromatik	1641,58		1630,12	1640,00
N-H amina	1588,09	1585,37		
C-H amina	1374,15	1322,11		
C-O eter	1149,92		1100,89	1149,56

Tabel 4.7 menunjukkan pengujian FTIR menunjukkan spektra pada bilangan gelombang 3287,27 cm⁻¹ di merupakan gugus fungsi O-H, yang berasal dari pati dimana komponen penyusun utama dari amilosa dan amilopektin. Terdapat juga bilangan gelombang 2927,28 cm⁻¹ C-H alkana. Bilangan gelombang 1641,58 cm⁻¹ merupakan gugus

C=C aromatik dari lignin dari pati kulit singkong karena pati kulit singkong mengandung cukup banyak lignin 7,646% (Kurniasari & Widayatno, 2023; Widyastuti, 2019). Bilangan gelombang 1588,09 cm^{-1} dan 1374,15 cm^{-1} merupakan gugus N-H amina dan C-N amina yang merupakan gugus fungsi dari kitosan. Bilangan gelombang yang muncul 1149,92 cm^{-1} gugus fungsi C-O eter. Berdasarkan data tersebut hasil ftir bioplastik telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan Saputro & Ovita, (2017) bilangan gelombang 3400 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus O-H. Puncak pada bilangan gelombang pada 1600 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi C=C. Sedangkan puncak pada daerah 1597,06 cm^{-1} dan 1382,96 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus N-H (amina) dan C-N (amina) dari kitosan. Data menunjukkan adanya gugus O-H, C-H, C=C, N-H, C-N dan C-O yang terdapat pada molekul pati dan kitosan.

3. Uji daya serap air

Uji ketahanan terhadap air dilakukan untuk memastikan bahwa bioplastik tidak menyerap air. Uji daya serap air dilakukan di lab kimia anorganik kampus 2 UIN WALISONGO Semarang. Dipotong

sampel berukuran 2x2 cm dan ditimbang sebagai berat awal (W_0), dicelupkan kedalam gelas beaker 100 mL berisi 20 mL akuades. Masukkan sampel kedalam air selama 20 detik dan ditimbang sebagai (W_1), lakukan selama 2 kali(duplo) dan dihitung dengan persamaan 2.2. Hasil uji daya serap air ada pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Daya serap air

Bioplastik	Daya serap air (%)	
	Penelitian	ASTM D570-98 2018
PSG	43,16±2,039%	9,01-16,63 %
PSG-K1	35,96±1,640%	
PSG-K2	25,31±3,871%	
PSG-K3	15,90±2,074%	

Tabel 4.8 menunjukan terdapat perbedaan angka penyerapan air antara berbagai variasi bioplastik. Bioplastik PSG-K3 memiliki kemampuan menyerap air yang paling rendah yaitu 15,90±2,074% karena selulosa dan kitosan yang bersifat hidrofobik dapat mengurangi kemampuan hidrofil pati, sehingga mengurangi transmisi air. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, lebih sedikit air yang diserap, karena kitosan memiliki ketahanan terhadap air yang baik dan hidrofobik (Fadhila & Maharani, 2022). Struktur kitosan

memiliki gugus bermuatan positif dan negatif yang dapat membentuk ikatan ionik yang kuat. Gugus positifnya adalah gugus amina, dan gugus negatifnya adalah gugus hidroksil. Selain itu, kitosan juga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pati, yang juga membuatnya bersifat hidrofobik (Fadhila & Maharani, 2022). Selain itu, kitosan juga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pati, yang juga membuatnya bersifat hidrofobik (Papilaya et al., 2024).

Kemampuan bioplastik sebagai kemasan meningkat seiring dengan kapasitasnya untuk mengikat air. Daya serap air bioplastik yang disintesis berkisar antara $15,90 \pm 2,074\%$ hingga $43,16 \pm 2,039\%$, sedangkan standar ASTM D570-98 berkisar antara 9,1 hingga 16,63%. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa bioplastik PSG-K3 memiliki daya serap air terbaik, dengan nilai $15,90 \pm 2,074\%$.

4. Uji biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan secara triplo dengan preparasi 3 sampel dari setiap variasi kitosan, berukuran 1×1 cm dibuat berbentuk persegi. Sebelum dikubur sampel terlebih dahulu ditimbang

untuk mengetahui berat awal sampel. Sampel dikubur dalam tanah kompos. Sampel dilihat setiap hari sekali untuk dilakukan penimbangan sebagai berat setelah pengujian, lakukan terhadap semua sampel hingga sampel terdegradasi secara sempurna. Data yang dihasilkan di uji dicocokkan dengan SNI 2022. Lama waktu terdegradasi bioplastik dapat ditunjukan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Uji Biodegradasi Bioplastik

Bioplastik	Biodegradasi selama (hari)	
	Penelitian	SNI biodegradasi 2022
PSG	4-5	
PSG-K1	5-6	Dapat terdegradasi 90% dalam waktu 180 hari
PSG-K2	6-7	
PSG-K3	7-8	

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa sampel bioplastik yang dibuat memiliki waktu paling cepat 4-5 hari dalam degradasi dan waktu terdegradasi paling lama 7-8 hari. Sampel bioplastik PSG memiliki waktu terurai 4-5 hari, sementara sampel bioplastik PSG-K3 memiliki waktu terurai paling lama yaitu 7-8 hari. Penelitian ini, bioplastik dikubur dalam tanah kompos. Setelah beberapa waktu dikubur dalam tanah kompos, massa bioplastik berkurang, yang memungkinkan kita mengetahui seberapa rusak

bioplastik. Penambahan konsentrasi kitosan pada plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati akan menyebabkan bertambah kuatnya ikatan hidrogen antara gugus NH_2 kitosan dan gugus OH pati. Struktur kitosan memiliki gugus bermuatan positif dan negatif yang dapat membentuk ikatan ionik yang kuat. Gugus positifnya adalah gugus amina, dan gugus negatifnya adalah gugus hidroksil. Selain itu, kitosan juga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pati, yang juga membuatnya bersifat hidrofobik (Fadhila & Maharani, 2022). Kitosan juga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan pati, yang juga membuatnya bersifat hidrofobik (Papilaya et al., 2024), hal ini yang menyebabkan semakin bertambahnya kitosan maka akan sulit terdegradasi.

Menurut SNI 2022, waktu terurai maksimum adalah 180 hari dengan tingkat biodegradasi 90% tanpa adanya syarat ukuran sampel plastik. Penelitian ini, bioplastik terdegradasi pada waktu 6 hari dengan kemampuan terdegradasi terendah dan persentase degradasi sebesar 100%. Kecepatan degradasi ini mungkin disebabkan oleh sampel yang digunakan yang kecil, berukuran hanya 1 x 1 cm.

Kondisi tanah kompos yang dipakai pada penelitian ini, dibuat dari campuran pupuk kandang.

Tanah kompos ini asalnya dari campuran kotoran kambing dengan abu bekas pembakaran 1:1 lalu dicampurkan. Campuran dimasukan kedalam ember sebanyak $\frac{1}{4}$ bagian dan ditambah tanah tanah biasa sebanyak $\frac{1}{2}$ ember dan didiamkan selama 3-6 hari. Kompos dan pupuk kandang secara alami terurai dan menghasilkan banyak mikroorganisme seiring berjalannya waktu. Semakin banyaknya humus maka semakin mudah pula bahan terdekomposisi(Maulana Zulkarnain, Budi Prasetya, 2018).

Proses dekomposisi bahan organik melibatkan banyak zat kimia, termasuk bakteri, enzim, dan zat kimia internal. Kotoran kambing mengandung *Bacillus sp*, *Lactobacillus sp*, *Saccharomyces sp*, *Aspergillus sp*, *Actinomyces*. Berperan dalam proses dekomposisi(Suyanta et al., 2020). Hal ini yang menyebabkan bioplastik menjadi lebih mudah hancur dan terurai dikarenakan banyak mikroorganisme pengurai yang membantu menguraikan bioplastik di dalam tanah kompos.

BAB V

Penutup

A. Kesimpulan

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

1. Karakteristik pati kulit singkong yang terbentuk berwarna agak coklat, memiliki tekstur halus, dengan gugus fungsi yang terbentuk O-H; C-H dan C-O. Karakteristik selulosa yang terbentuk berwarna coklat terang, memiliki tekstur halus dengan gugus fungsi O-H; C-H dan C-O.
2. Bioplastik PSG-K2 adalah varian bioplastik terbaik dengan tampilan fisik lembaran berwarna coklat dan transparan. Hasil analisis FTIR terbentuk gugus fungsi O-H, C-H, C=C, N-H (amina), C-N (amina) dan C-O. Kuat tarik sebesar 31,96 MPa dan elongasi sebesar 51,59 %, dengan daya serap air $25,31 \pm 3,871$ %, mampu terdegradasi selama 6-7 hari.
3. Penambahan kitosan pada bioplastik meningkatkan kuat tarik dari 7,16 MPa – 28,62 MPa, tapi menuunkan elongasi dari 74,87 % menjadi 55,69 %. Penambahan kitosan mengurangi daya serap air dari $43,16 \pm 2,039$ % menjadi $35,96 \pm 1,640$ %. Waktu degradasi menjadi lebih

lama dari 4-5 hari ke 5-6 hari, akan tetapi masih memenuhi SNI 2022.

B. Saran

Adapun saran dalam penelitian ini adalah perlu ditambahkan *plasticizer* yang dapat meningkatkan elongasi dari bioplastik supaya dapat memenuhi SNI elongasi pada Bioplastik.

Daftar Pustaka

- Afif rojtica, M. (2021). *SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA ASETAT LIMBAH TEBU – KITOSAN – GLISEROL*.
- Anggun, R., Noor, E., & Suptijah, P. (2018). Pemanfaatan Kitosan Dalam Daur Ulang Air Sebagai Aplikasi. *Jphpi*, 21(2), 276–286.
- Ardiatma, D., & Kurniareja, H. M. (2022). Pengaruh Suhu Pemanasan terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Durian. *Prosiding SAINTEK: Sains Dan Teknologi*, 1(1), 483–489.
- Arifin. (2017). Dampak Sampah Plastik Bagi Ekosistem Laut. *Buletin Matric*, 14(1), 44–48. <http://www.poltekkp-bitung.ac.id/batampung/file/7-pi-sampah-plastik.pdf>
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, 06(2), 79–84.
- Astuti, A. W., Kusuma, H. H., & Kumila, B. N. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Ampas Ubi Kayu dan Kulit Udang. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 2(2), 119–128. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v2i2.12407>
- Avérous, L. (2004). Biodegradable Multiphase Systems Based on Plasticized Starch: A Review. *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, 44(3), 231–274. <https://doi.org/10.1081/MC-200029326>
- Das, J., Saha, A., & Nur, S. M. (2013). *a Comprehensive Study on Antioxidant, Antibacterial, Cytotoxic. January 2014*.
- Desy M, R., Sugito, R., & Atmaja, T. H. W. (2018). Sampah Anorganik sebagai Ancaman di Kawasan Ekosistem Hutan Mangrove Kuala Langsa. *Jeumpa*, 5(2), 84–90.
- Eristina, R. D. (2018). PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK PATI UBI KAYU DENGAN PLASTICIZER GLISEROL DAN ZINC OXIDE (ZNO) SEBAGAI PENGUAT. In *UNIVERSITAS BRAWIJAYA* (Vol. 7, Issue 1). <http://www.tfd.org.tw/opencms/english/about/background.html%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.matlet.2019.04.024%0A>

- Fadhila, K. N., & Maharani, D. K. (2022). Preparasi dan Karakterisasi Komposit Kitosan-ZnO sebagai Agen Hidrofobik pada Kain Katun. *UNESA Journal of Chemistry*, 7(2021), 1–14.
- Fitri, A. S., & Fitriana, Y. A. N. (2020). Analisis Senyawa Kimia pada Karbohidrat. *Sainteks*, 17(1), 45. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8536>
- Fitriyani, A. (2022). *Edible Coating Pati Kulit Singkong Dan Filtrat Lengkuas (Alpinia galanga) Pada Buah Stroberi (Fragaria Sp.)* (Issue 8.5.2017).
- Gan, W. S. (2020). Fourier Transform. *Signal Processing and Image Processing for Acoustical Imaging*, 9–11. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5550-8_3
- Gedney, R. (2005). Tensile testing basics, tips and trends. *Quality*, 44(1), 46–54.
- Grimes H. John. (2019). *Introductory Training for Bruker Alpha II FTIR*.
- Halizah, N. (2019). LAUT INDONESIA SURGA SAMPAH PLASTIK. *NUR HALIZAH*. https://www.academia.edu/39104162/LAUT_INDONESIA_SURGA_SAMPAH_PLASTIK
- Hariyanto, A. (2023). Analisis Sem (Scanning Electron Microscope) Dan Foto Mikro Pada Material Komposit Serat Tangkai Jagung Dengan Matriks Plastik Polipropilen. *AutoMech : Jurnal Teknik Mesin*, 3(01), 15–22. <https://doi.org/10.24269/jtm.v3i01.6889>
- Harpendi, R., Padil, & Yelmida. (2014). Proses pemurnian selulosa pelepah sawit sebagai bahan baku nitrolesulosa dengan variasi pH dan konsentrasi H2O2. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 1(1), 1–8.
- Hartatik, Y. D., Nuriyah, L., & Iswarin. (2014). Effect of Chitosan Composition on Mechanical Properties and Biodegradable Bioplastics. *Brawijaya Physics Student Journal*, 2(1), 1–4.
- Heriyanto, H., Intansari, H., & Anggietisna, A. (2012). PEMBUATAN MEMBRAN KITOSAN BERIKATAN SILANG. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 8(2), 114. <https://doi.org/10.36055/tjst.v9i2.6694>
- Indriyati, O., Nurrahmania, V., & Wibowo, T. (2022). PENGOLAHAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI UPAYA MENGURANGI PENCEMARAN LINGKUNGAN PROCESSING OF CASSAVA PEEL WASTE AS AN EFFORT TO REDUCE ENVIRONMENTAL

- POLLUTION. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 7(1), 33–37.
- Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., Septiyanto, R. F., & Affifah, I. (2019). Pengaruh Karakteristik Bioplastik Pati Singkong dan Selulosa Mikrokristalin Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 4(2), 185. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>
- Krogars, K., Heinämäki, J., Karjalainen, M., Niskanen, A., Leskelä, M., & Yliruusi, J. (2003). Enhanced stability of rubbery amylose-rich maize starch films plasticized with a combination of sorbitol and glycerol. *International Journal of Pharmaceutics*, 251(1–2). [https://doi.org/10.1016/S0378-5173\(02\)00585-9](https://doi.org/10.1016/S0378-5173(02)00585-9)
- Kurniasari, A. E., & Widayatno, T. (2023). Pemanfaatan kulit singkong (*Manihot Esculenta*) sebagai bahan dasar pembuatan pulp dengan metode titrasi. *Jurnal Sain Dan Teknik*, 5(2), 102–110.
- Listiyawati, O. (2012). Pengaruh penambahan plasticizer dan asam palmitat terhadap karakter edible film karaginan. *Skripsi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*, 1–42.
- Maladi, I. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbahan Dasar Pati Kulit Singkong (*Manihot utilissima*) dengan Penguat Selulosa Jerami Padi, Polivinil Alkohol dan Bio-Compatible Zink Oksida. In *Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah*.
- Marsa, Y., Susanto, A. B., & Pramesti, R. (2023). *Bioplastik dari Karagenan Kappaphycus alvarezii dengan Penambahan Carboxymethyl Chitosan dan Gliserol*. 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.14710/buloma.v12i1.42859>
- Maulana Zulkarnain, Budi Prasetya, S. (2018). Perubahan sifat fisik, kimia dan biologi tanah pada hutan alam yang diubah menjadi lahan pertanian di kawasan taman nasional Gunung Leuser. *Skripsi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor*, 45–52.
- Ningsih, S. H. (2015). PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK FILM BIOPOLIMER DARI PATIBATANG KELAPA SAWIT (*Elaeis guineensis* Jack) DENGAN PLASTICIZER SORBITOL. *Thesis*, 5(December), 118–138.
- Nisa, R. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Foam Pati Talas (*Colocasia esculenta*)-Kitosan- Lidah Buaya (*Aloe vera*). *Skripsi*.

- 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>
- Oktaviana, R., Yusrawati, Y., & Ami, A. (2022). Relationship between Blood Lead Levels and Nitric Oxide (NO) Levels in Preeclampsia. *Indonesian Journal of Obstetrics & Gynecology Science*, 5(2), 255–262. <https://doi.org/10.24198/obgynia/v5n2.423>
- Papilaya, N., Bowaire, A. N., Yapen, A., Sinaga, E. S., & Togibasa, O. (2024). PENGARUH KONSENTRASI KITOSAN PADA SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU (Metroxylon sp.) ASAL KABUPATEN JAYAPURA. *Jurnal Fisika Dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, 6(2), 130–136. <https://doi.org/10.31605/phy.v6i2.3731>
- 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>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141–147. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Rasjava, R. (2020). Pengaruh Konsentrasi Ragi dan Waktu Fermentasi pada Pembuatan Bioetanol Sekam Padi (Oryza Sativa) melalui Metode Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF). *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], January 2020. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35357.64481>
- Richana, 2013. (2013). Tepung Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Industri Pangan. *Teknologi Pertanian Maluku*.
- Ridwan, M. (2018). Sintesis Dan Uji Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Singkong Menggunakan Variasi Penguat Logam Seng Oksida dan Plasticizer Gliserol. *Uin Alauddin Makassar*, 2(2), 40. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/1178/1/rezki.pdf?cv=1>

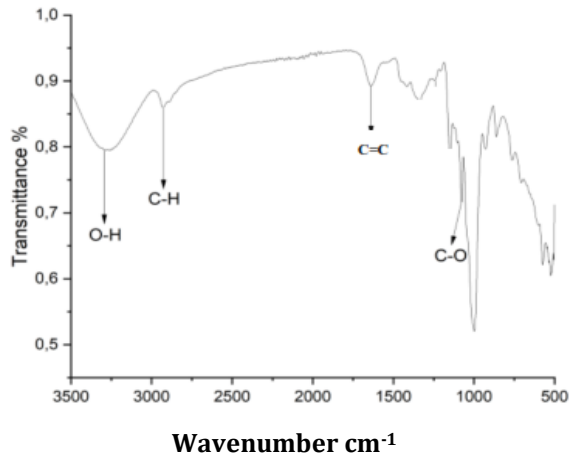
- Rusdianto, A. S., Wiyono, A. E., & Permatasari, D. E. D. (2021). Characterization of the Bioplastic Cups from Cassava Starch (*Manihot esculenta* Crantz) with the Addition of Coconut Fiber Powder. *Gontor AGROTECH Science Journal*, 7(1), 91. <https://doi.org/10.21111/agrotech.v7i1.5755>
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Kitosan-Pati Ganyong (*Canna Edulis*). *JPKP (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 13.
- Sara, Y. (2018). *SINTESIS UJI KUALITAS PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI KULIT SINGKONG MENGGUNAKAN VARIASI PENGUAT LOGAM SENG OKSIDA (ZnO) DAN PLASTICIZER GLISEROL*. 1-77.
- Sarkingobir, Y. (2021). Bioplastics: Their Advantages and Concerns. *Journal of Cleaner Production*, 263(1), 121500. <https://doi.org/10.37591/JoMME>
- Satmalawati, E. M., Paramita, B. L., & Nino, J. (2024). Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Pati Alami Ubi Kayu Hasil Ekstraksi Secara Sederhana. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), 55-64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.55>
- Septianingrum, D., Sagala, D., Khairunisa, & Saleh, R. L. (2024). Peran masyarakat dalam pengelolaan sampah impor. *Journal of Character and Environment*, 1(2), 126-137. <https://doi.org/10.61511/jocae.v1i1.2024.475>
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(2). <https://doi.org/10.15408/jkv.v3i2.506>
- Seto, A. S., & Sari, A. M. (2013). PEMBUATAN SELULOSA ASETAT BERBAHAN DASAR NATA DE SOYA Adityo Sawong Seto 1) , Alvika Meta Sari 1). *Konversi*, 2, 1-12.
- Solekah, S., Sasria, N., & Dewanto, H. A. (2021). The effect of glycerol and shrimp shell chitosan addition on biodegradation and water resistance of biodegradable plastics. *Al-Kimiya*, 8(2), 80-86.
- Sulistiyani, M. (2018). Spektroskopi Fourier Transform Infra Red Metode Reflektansi (Atr-Ftir) Pada Optimasi Pengukuran Spektrum Vibrasi Vitamin C. *Jurnal TEMAPELA*, 1(2), 39-43. <https://doi.org/10.25077/temapela.1.2.39-43.2018>
- Suyanta, Hartono, Yuliasiono, Suhandoyo, & Sudarsono. (2020).

- EFEKTIFITAS MIKROORANISME BERBASIS KOTORAN SAPI, KAMBING DAN AYAM DALAM PROSES PENGOMPOSAN UNTUK PRODUKSI PUPUK ORGANIK* (Vol. 21, Issue 1).
- Tunggul, A., Haji, S., Sulianto, A. A., & Miranda, F. (n.d.). *Uji Kemampuan Membran Komposit Kitosan-Selulosa Terhadap Penurunan Kadar Kromium Pada Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit*. 18–27.
- Widyastuti, P. (2019). *PENGOLAHAN LIMBAH KULIT SINGKONG SEBAGAI BAHAN*. 11(1), 41–46.
- Wrasiati, L. P., Studi, P., Industri, T., Pertanian, F. T., Udayana, U., & Jimbaran, B. (2022). *ISOLATION OF CELLULOSE FROM COCONUT FIBER (Cocos nucifera L .) AT VARIATION OF TEMPERATURE AND TIME OF BLEACHING PROCESS WITH PERACETIC ACID ISOLASI SELULOSA DARI SERAT SABUT KELAPA (Cocos nucifera L .) PADA VARIASI SUHU DAN WAKTU PROSES BLEACHING DENG*. 10(3), 248–258.

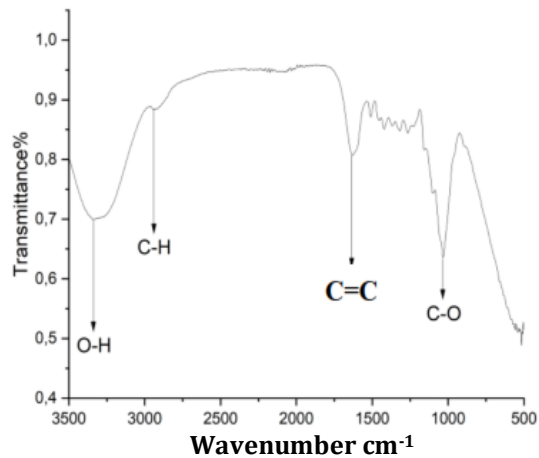
Lampiran

A. Lamiran 1 Data FTIR

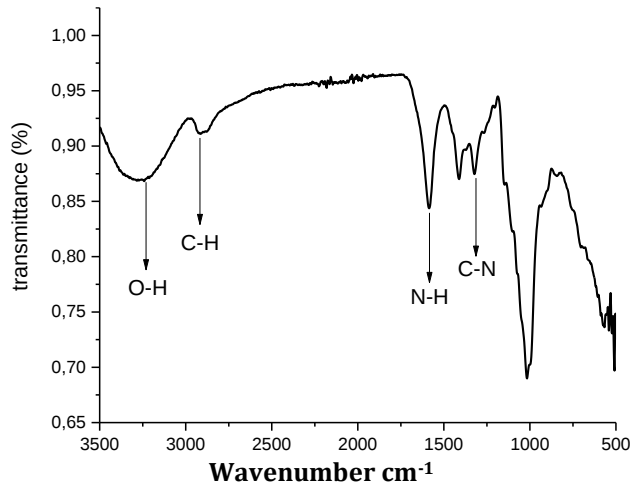
1. FTIR Pati kulit singkong



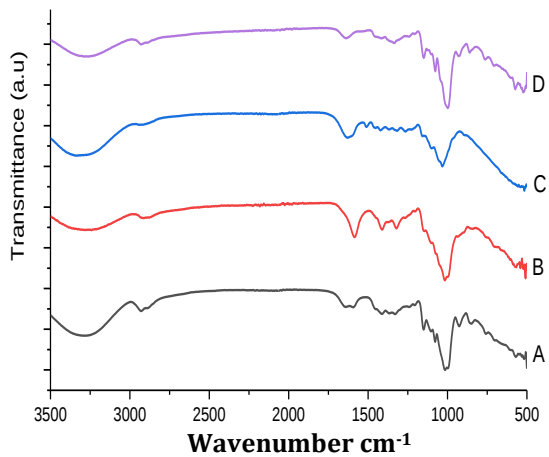
2. FTIR Selulosa sabut kelapa



3. FTIR Kitosan



4. FTIR Bioplastik-kitosan-selulosa-pati



B. Lampiran 2 Uji Daya Serap Air bioplastik pati kulit singkong-selulosa sabut kelapa-glisерol-kitosan

Bioplastik	Berat sebelum(g) (W ₀)	Berat sesudah(g) (W)	Daya Serap Air(%)	RPD(%)
PSG	0,2452	0,3523	43,60	43,16
	0,2391	0,3412	42,72	±2,039
PSG-K1	0,2333	0,3179	36,26	35,96
	0,2413	0,3273	35,67	±1,640
PSG-K2	0,3697	0,4651	25,80	25,31
	0,3577	0,4464	24,82	±3,871
PSG-K3	0,3789	0,4397	16,07	15,90
	0,3621	0,4190	15,74	±2,074

1. Sampel bioplastik PSG (0% kitosan)

$$a. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,3523 - 0,2452}{0,2452} \times 100 \% = 43,60\%$$

$$b. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,3412 - 0,2391}{0,2391} \times 100 \% = 42,72\%$$

$$\%RPD = \frac{(43,60 - 42,72)}{(43,60 + 42,72)} \times 200 \% = \pm 2,039\%$$

2. Sampel bioplastik PSG-K1 (1% kitosan)

$$a. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,3179 - 0,2333}{0,2333} \times 100 \% = 36,26\%$$

$$b. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,3273 - 0,2413}{0,2413} \times 100 \% = 35,67\%$$

$$\%RPD = \frac{(36,26 - 35,67)}{(36,26 + 35,67)} \times 200 \% = \pm 1,640\%$$

3. Sampel bioplastik PSG-K2 (2% kitosan)

$$a. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,4651 - 0,3697}{0,3697} \times 100 \% = 25,80\%$$

$$b. \text{ Daya serap(\%)} = \frac{0,4464 - 0,3577}{0,3577} \times 100 \% = 24,82\%$$

$$\%RPD = \frac{(25,80-24,82)}{(25,80+24,82)} \times 200 \% = \pm 3,871\%$$

4. Sampel bioplastik PSG-K3 (3% kitosan)

$$a. \text{ Daya serap}(\%) = \frac{0,4397-0,3789}{0,3789} \times 100 \% = 16,07\%$$

$$b. \text{ Daya serap}(\%) = \frac{0,4190-0,3621}{0,3621} \times 100 \% = 15,74\%$$

$$\%RPD = \frac{(16,07-15,74)}{(16,07+15,74)} \times 200 \% = \pm 2,074\%$$

C. Lampiran 3 Uji Biodegradasi

Sampel	Berat sampel(g) berdasarkan hari							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PSG	0,0512	0,0244	0,003	0				
	0,0456	0,0260	0,0081	0				
	0,0494	0,0297	0,0097	0,0023	0			
PSG-K1	0,0550	0,0312	0,0132	0,0062	0			
	0,0589	0,0442	0,0285	0,0129	0,0039	0		
	0,0577	0,0442	0,0271	0,0114	0			
PSG-K2	0,0710	0,0486	0,0286	0,0116	0,0054	0		
	0,0682	0,0581	0,0480	0,0312	0,0105	0,0021	0	
	0,0716	0,0587	0,0490	0,0257	0,0093	0		
PSG-K3	0,0934	0,0732	0,0522	0,0296	0,0125	0,0041	0	
	0,0965	0,0895	0,0723	0,0581	0,0253	0,0145	0,0074	0
	0,0962	0,0849	0,0793	0,0636	0,0378	0,0228	0,0075	0

No	Bioplastik	Lama Terdegradasi 100% (hari)
1	PSG	4-5 hari
2	PSG-K1	5-6 hari
3	PSG-K2	6-7 hari
4	PSG-K3	7-8 hari

D. Lampiran 4 Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik

Sampel	Persentase elongasi	Tensile Strength (N/mm ²)
PSG	74,87929	7,159806
PSG-K1	55,69594	28,62179
PSG-K2	51,59372	31,96676
PSG-K3	48,15488	30,36173

E. Lampiran 5 Dokumentasi

1. Isolasi pati dari kulit singkong



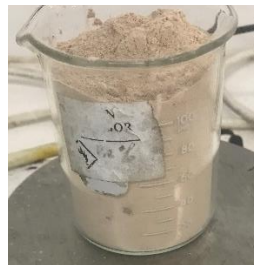
Kulit singkong dipisahkan dari kulit luarnya.



Bubur kulit singkong halus dengan perbandingan 1:2 kulit singkong dan air.



Penyaringan pati kulit singkong.



Pati hasil isolasi

2. Pembuatan selulosa sabut kelapa



Sabut kelapa



Serbuk sabut kelapa kasar setelah di blender



Serbuk sabut kelapa halus, setelah disaring



Selulosa setelah proses bleaching, di oven, lalu di haluskan.

3. Pembuatan bioplastik



Pencampuran 5gram pati, 1,6gram gliserol, 0,5gram selulosa, dan 2% kitosan. Pada suhu 80-90°C



Pengovenan pada suhu 60-70°C



Bioplastik sampel 1



Bioplastik sampel 2



Bioplastik sampel 3



Bioplastik sampel 4

4. Uji kekuatan mekanik



Instrumen uji mekanik

5. Uji daya serap air



Pencelupan sampel
kedalam aquades



Berat sampel sebelum
dan sesudah

6. Uji biodegradasi





Bioplastik PSG



Bioplastik PSG-K3

Daftar Riwayat Hidup

Identitas Diri

Nama Lengkap : Rion Wahyono
Tempat, Tgl Lahir : Semarang, 26 Desember 2000
NIM : 2008036031
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa
Alamat : Jl. Dawung RT5/RW3 Kedungpane,
Mijen, Semarang.
Telepon : 088980137486
Email : rionwahyono00@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. SD N KEDUNGPANE 01
2. SMP N 35 SEMARANG
3. SMA N 7 SEMARANG
4. UIN WALISONGO SEMARANG