

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NANOSELULOSA
TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK
BERBAHAN KITOSAN-SORBITOL**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam Ilmu Kimia**



Widiyanti Putri Ramadhani

NIM 1908036048

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

SEMARANG

2023

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI
NANOSELULOSA TERHADAP KARAKTERISTIK
BIOPLASTIK BERBAHAN KITOSAN-SORBITOL**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) dalam Ilmu Kimia**

Widiyanti Putri Ramadhani

NIM 1908036048

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Widiyanti Putri Ramadhani

NIM : 1908036048

Jurusan : Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

Pengaruh Variasi Konsentrasi Nanoselulosa terhadap Karakteristik Bioplastik Berbahan Kitosan-Sorbitol

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

Semarang, 15 Desember 2023
Pembuat pernyataan,

A 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp is shown with a signature written over it. The stamp features a portrait of a man and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'POSTAL SERVICE'. The signature is in black ink and appears to be 'Widiyanti'.

Widiyanti Putri Ramadhani
NIM 1908036048



KEMENTERIAN AGAMA RI
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 : Pengaruh Variasi Konsentrasi Nanoselulosa terhadap Karakteristik Bioplastik Berbahan Klitosan-Sorbitol
Penulis : Widiyanti Putri Ramadhani
NIM : 1908036048
Jurusan : Kimia

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


Semarang, 28 Desember 2023

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang

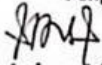
Sekretaris Sidang



Zidni Azizati, M.Sc
NIP. 199011172018012001


Ervin Tri Suryandari, M.Si
NIP. 198504052011012015


Penguji I

Penguji II


Dr.Eng. Anissa Adiwana Putri
NIP. 197407162009120001


Kustomo, M.Sc
NIP. 198802262019031007

Pembimbing I


Zidni Azizati, M.Sc
NIP. 199011172018012001

NOTA DINAS

Semarang, 15 Desember 2023

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

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

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

Judul : Pengaruh Variasi Konsentrasi
Nanoselulosa terhadap Karakteristik
Bioplastik Berbahan Kitosan-Sorbitol
Nama : Widiyanti Putri Ramadhani
NIM : 1908036048
Jurusan : Kimia

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

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Dosen Pembimbing



Zidni Azizati, M.Sc
NIP.199011172018012001

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI NANOSELULOSA
TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK BERBAHAN
KITOSAN-SORBITOL**

Widiyanti Putri Ramadhani

NIM. 1908036048

ABSTRAK

Penggunaan plastik dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, hal ini dikarenakan plastik sukar terdegradasi oleh mikroorganisme. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menangani masalah tersebut adalah dengan pembuatan bioplastik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat nanoselulosa dari limbah kulit bawang merah dan mengkarakterisasi bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa. Tahapan penelitian ini meliputi isolasi selulosa, preparasi nanoselulosa, pembuatan bioplastik kitosan-sorbitol, dan pembuatan bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa. Karakteristik gugus fungsi pada selulosa dan nanoselulosa menunjukkan puncak serapan pada gugus fungsi O-H, C-H, C=O, dan C-O. Karakterisasi distribusi ukuran partikel selulosa dan nanoselulosa yang dihasilkan memiliki nilai rata-rata 1150 nm dan 150,5 nm. Data karakterisasi gugus fungsi bioplastik kitosan-sorbitol menunjukkan bioplastik memiliki gugus fungsi O-H, C-H, dan C-O yang merupakan gugus fungsi khas kitosan dan sorbitol, serta gugus fungsi N-H yang representasi gugus fungsi pada kitosan. Puncak baru pada bilangan gelombang 1642 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi C=O representasi gugus fungsi nanoselulosa muncul pada karakteristik gugus fungsi bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa. Bioplastik optimum dalam penelitian ini adalah kitosan-sorbitol-nanoselulosa 2 gram, dengan kuat tarik 9,53 MPa, persen elongasi 19,0%, daya serap 19,9% serta waktu terdegradasi 21 hari.

Kata kunci: *kulit bawang merah, nanoselulosa, bioplastik, kitosan, sorbitol*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan nikmat, rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengaruh Variasi Konsentrasi Nanoselulosa Terhadap Karakteristik Bioplastik Berbahan Kitosan-Sorbitol** di Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Sholawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah membawa cahaya kepada umat manusia dari zaman jahiliyyah menuju zaman yang diridhoi Allah SWT.

Skripsi ini untuk memenuhi syarat menyelesaikan studi serta memperoleh gelar Sarjana Studi Kimia. Penyusunan skripsi ini dilakukan di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang, dan analisis di berbagai universitas lain. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak yang telah memberikan penulis bimbingan, motivasi, serta saran-saran dalam menunjang penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat

penulis menghaturkan terimakasih kepada seluruh pihak yang membantu, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar Ali, M.Ag. Plt.Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M.Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, ST, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Zidni Azizati, M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan motivasi, kritik, saran serta arahan kepada penulis yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Mutista Hafsha, M.Si., selaku dosen wali studi yang senantiasa membimbing dan mengarahkan penulis dari awal masa kuliah hingga akhir studi.
6. Segenap Dosen FST terkhusus Jurusan Kimia UIN Walisongo Semarang yang telah memberikan berbagai pengetahuan dan pengalaman selama di bangku perkuliahan.
7. Orang tua penulis, Bapak H. Tasori dan Ibu Hj. Sulastri yang selalu memberikan doa dan dukungan moril maupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

8. Saudara dan saudari tercinta Muhammad Arkhan Alfarizi, Shafira Khoerotunnisa, Dyah Utami Nur Kholifatun serta Umiyatun Amalia yang telah memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
9. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan motivasi disaat semuanya terasa sulit terutama Fitria, Meike, Nisa, Salza, Beben, Sky dan Rudi.
10. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam skripsi ini karena terbatasnya pengetahuan penulis. Penulis mohon maaf apabila masih banyak kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi penulis dan pembaca.

Aamiin Yaa Rabbal'alamiin

Semarang, 15 Desember 2023
Penulis,



Widiyanti Putri Ramadhani
NIM 1908036048

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
PENGESAHAN	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	8
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	11
A. Kajian Teori.....	11
1. Kitosan.....	11
2. Sorbitol.....	12
3. Limbah Kulit Bawang Merah.....	13
4. Nanoselulosa.....	16
5. Bioplastik.....	20
B. Karakterisasi Bioplastik.....	22
1. Uji gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR.....	22
2. Uji kuat tarik dan elongasi menggunakan <i>Universal Testing Machine</i>	26
3. <i>Particle Size Analyser</i>	28
4. Uji Daya Serap Air.....	30
5. Uji Biodegradasi.....	31
C. Kajian Pustaka.....	32
D. Hipotesis.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35

B.	Alat dan Bahan.....	35
C.	Prosedur Penelitian.....	36
1.	Ekstraksi Selulosa.....	36
2.	Preparasi Nanoselulosa.....	37
3.	Prosedur Pembuatan Bioplastik Kitosan - Sorbitol.....	37
4.	Prosedur Pembuatan Bioplastik Kitosan - Sorbitol dengan Penguat Nanoselulosa.....	38
D.	Pengujian Produk Bioplastik.....	38
1.	Uji Daya Serap Air.....	38
2.	Uji Kekuatan Mekanik.....	39
3.	Uji Biodegradasi.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
A.	Ekstraksi Selulosa.....	42
B.	Preparasi Nanoselulosa.....	43
C.	Sintesis Bioplastik.....	45
D.	Karakterisasi Bioplastik.....	49
1.	Uji Sifat Mekanik.....	49
2.	Uji Daya Serap Air.....	51
3.	Uji Biodegradasi.....	53
4.	Karakterisasi Gugus Fungsi menggunakan FTIR.....	55
BAB V PENUTUP.....		61
A.	Kesimpulan.....	61
B.	Saran.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Kimia Kitosan	11
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Sorbitol	13
Gambar 2. 3 Bawang Merah	14
Gambar 2. 4 Persamaan Reaksi Delignifikasi	15
Gambar 2. 5 Struktur Kimia Selulosa	17
Gambar 2. 6 Persamaan Reaksi Hidrolisis Asam ..	19
Gambar 2. 7 Sistem Peralatan Spektroskopi FTIR	23
Gambar 2. 8 Spektra FTIR (a) Nanoselulosa dan (b) Selulosa	24
Gambar 2. 9 Spektra FTIR Serbuk Kitosan	25
Gambar 2. 10 FTIR Bioplastik Pati-Kitosan dengan Variasi Sorbitol	26
Gambar 2. 11 Sistem alat UTM	27
Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Alat <i>Particel Size Analyzer</i>	29
Gambar 4. 1 Spektrum FTIR (a) Selulosa dan (b) Nanoselulosa.....	43
Gambar 4. 2 Bioplastik K.....	46
Gambar 4. 3 Bioplastik K-S.....	47
Gambar 4. 4 Bioplastik K-S-NS.....	48
Gambar 4. 5 Spektrum FTIR (a) Bioplastik K (b) Bioplastik K- S (c) Bioplastik K-S-NS.....	56
Gambar 4. 6 Interaksi antara Kitosan-Sorbitol.....	57
Gambar 4. 7 Interaksi antara Kitosan-Sorbitol-Nanoselulosa	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar Mutu Bioplastik.....	22
Tabel 4. 1 Hasil Bilangan Gelombang Selulosa dan Nanoselulosa.....	44
Tabel 4. 2 Perbandingan Data Nanoselulosa Rujukan dan Penelitian ini	45
Tabel 4. 3 Komposisi Bioplastik K-S-NS.....	48
Tabel 4. 4 Hasil Uji Sifat Mekanik.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Uji Daya Serap Air	52
Tabel 4. 6 Hasil Uji Biodegradasi.....	54
Tabel 4. 7 Hasil Serapan Bioplastik.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Prosedur Kerja.....	71
Lampiran 2 Data PSA.....	75
Lampiran 3 Hasil Kekuatan Mekanik Bioplastik.....	77
Lampiran 4 Uji Daya Serap.....	78
Lampiran 5 Uji Biodegradasi.....	80
Lampiran 6 Data FTIR.....	81
Lampiran 7 Dokumentasi	82

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan plastik di Indonesia terus mengalami peningkatan hingga produksi sampah plastik pada tahun 2022 mencapai 3,5 juta ton (Annur, 2022). Tingginya produksi sampah plastik memiliki potensi bahaya bagi lingkungan seperti dapat menurunkan kesuburan tanah, terganggunya jalur air yang meresap ke dalam tanah, serta dapat membahayakan biota laut (Rahayu *et al.*, 2022; Rismayadi, 2017). Pembakaran sampah plastik akan menghasilkan senyawa dioksin yang dapat membahayakan kesehatan (Agustin & Padmawijaya, 2016). Meski demikian, plastik masih banyak digunakan dalam industri sebagai bahan pengemas barang, makanan, dan minuman. Plastik yang memiliki sifat ringan, mudah dibentuk, murah, multifungsi dan praktis menjadi pilihan dalam menunjang kegiatan industri dan masyarakat (Cahyonugroho, 2018).

Plastik yang banyak beredar di pasaran merupakan jenis plastik konvensional. Plastik konvensional dibuat dengan bahan dasar minyak bumi (Kamsiati *et al.*, 2017). Plastik konvensional memiliki beberapa kekurangan seperti pada suhu tinggi dapat mengakibatkan terjadinya migrasi monomer dari plastik ke makanan yang dapat

membahayakan kesehatan. Plastik konvensional juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan karena tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme (Nurhabibah & Kusumaningrum, 2021). Kerusakan yang terjadi pada lingkungan telah dijelaskan dalam Islam yang tertera dalam QS. Ar-Ruum (30) : 41, sebagai berikut:

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

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.

Tafsir mengenai ayat diatas telah disampaikan oleh Ahmad mustafa al-maraghi, dalam tafsir ayat tersebut Al-Maraghi memberi penjelasan ayat itu dengan mengisyaratkan munculnya berbagai kerusakan di muka bumi ini yang disebabkan oleh umat manusia, karena tidak ada lagi kesadaran umat manusia. Allah SWT akhirnya memberikan balasan kepada umat manusia dari apa yang telah dilakukannya agar umat manusia mau bertaubat dan kembali pada jalan petunjuk (Ratnasari & Chodijah, 2020).

Berdasarkan ayat di atas maka wajib bagi manusia untuk menjaga dan melestarikan bumi, serta tidak berbuat kerusakan di bumi, salah satunya dengan menggunakan produk yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, alternatif pengganti plastik konvensional yang memiliki sifat ramah lingkungan sangat diperlukan. Saat ini telah dikembangkan jenis plastik biodegradasi (bioplastik), plastik jenis ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme (Asngad *et al.*, 2018).

Bioplastik lebih mudah terurai dibandingkan dengan plastik konvensional. Plastik konvensional membutuhkan waktu 50 tahun untuk dapat terurai sempurna, sementara bioplastik umumnya dapat terurai secara sempurna selama empat-lima bulan (Wijayanti, 2016). Senyawa kimia yang berbahaya juga tidak dihasilkan dari pembakaran sampah bioplastik (Cahyonugroho, 2018). Oleh karena itu, bioplastik memiliki potensi yang baik sebagai pengganti plastik konvensional. Bahan dasar yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik dapat berasal dari protein, lemak dan polisakarida (Purbasari *et al.*, 2020). Salah satu jenis polisakarida adalah kitosan.

Kitosan termasuk jenis polisakarida yang berasal dari kitin. Kitosan dapat larut dalam pelarut asam organik pada kisaran pH 4-6,5 (Setha & Rumata, 2019). Keberadaan

kitosan di alam sangat melimpah. Kitosan dapat diperoleh dari limbah produk kerang-kerangan (Munir, 2017). Bioplastik yang dibentuk dari kitosan bersifat kaku karena adanya ikatan hidrogen antar rantai (Setiawan *et al.*, 2015). Penelitian terdahulu dilakukan oleh D'Angelo *et al.*, (2018) mengenai pembuatan bioplastik dengan bahan dasar kitosan, kitin dan jerami. Hasil menunjukkan nilai kuat tarik yang diperoleh 7 MPa dengan nilai persen elongasinya 1%. Standar mutu persen elongasi bioplastik pada kisaran 10-20%, oleh karena itu perlu ditambahkan *plasticizer* pada bioplastik. Kehadiran *plasticizer* pada bioplastik memiliki peran yang penting dalam meningkatkan sifat mekanis terutama pada penambahan panjang (elongasi) sehingga produk bioplastik yang diperoleh lebih *fleksibel* (Nurhabibah & Kusumaningrum, 2021). *Plasticizer* yang biasa digunakan dalam pembuatan bioplastik yaitu sorbitol (Ariyanti, 2019).

Sorbitol memiliki sifat hidrofilik sehingga dapat melunakkan bioplastik. Sorbitol juga dapat meningkatkan fleksibilitas film bioplastik yang diperoleh. Dengan adanya sorbitol, film bioplastik yang diperoleh menjadi tidak mudah putus (Munir, 2017). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Setiani *et al* (2013) menunjukkan bahwa pembuatan film bioplastik dari pati dan kitosan dengan

penambahan sorbitol didapatkan lapisan yang lebih elastis (Putra *et al.*, 2017).

Penambahan *plasticizer* dalam bioplastik dapat meningkatkan nilai persen elongasi, namun dapat menurunkan nilai kuat tarik bioplastik. Penelitian terdahulu dilakukan oleh Purwanti (2010) mengenai pembuatan bioplastik dengan bahan dasar kitosan dan sorbitol. Hasil yang diperoleh menunjukkan persen elongasi bioplastik kitosan meningkat dari 1,5% menjadi 16,6% dan penurunan nilai kuat tarik dari 3,94 MPa menjadi 0,2 MPa dengan penambahan sorbitol. Berlandaskan standar mutu bioplastik kuat tarik yang sesuai untuk produksi bioplastik berkisar pada 1-10 MPa. Salah satu upaya untuk meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik kitosan agar nilai kuat tarik semakin mendekati nilai maksimal standar mutu adalah dengan penambahan nanoselulosa. Penelitian terdahulu dilakukan oleh Nurhabibah dan Kusumaningrum (2021) mengenai penambahan nanoselulosa sebagai penguat bioplastik karagenan. Hasil menunjukkan penambahan nanoselulosa dapat meningkatkan nilai kuat tarik hingga mencapai 9,13 MPa. Nanoselulosa dapat diperoleh melalui proses hidrolisis asam selulosa. Selulosa sebagai salah satu sumber daya alam terbarukan yang melimpah di Indonesia dapat diperoleh hampir dari setiap

tanaman. Angka produksi selulosa yang diperoleh dari alam mencapai sekitar 100 miliar ton pertahun. Salah satu sumber selulosa yang belum banyak dimanfaatkan adalah limbah kulit bawang merah.

Limbah kulit bawang merah mengalami peningkatan setiap waktu seiring dengan produksi bawang merah. Menurut Badan Pusat Statistik (2021) produksi bawang merah mengalami peningkatan dari satu juta ton pertahun (2017) hingga mencapai dua juta ton pertahun (2021). Peningkatan produksi bawang merah ini dikarenakan penggunaan bawang merah yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Bawang merah dengan berbagai manfaatnya dapat digunakan sebagai bahan dari obat tradisional, sebagai bahan pembuatan makanan, dan bawang merah juga digunakan sebagai salah satu usaha bawang goreng khususnya di Kecamatan Brebes. Sayangnya pemanfaatan limbah kulit bawang merah masih kurang efektif (Sanjaya, 2020).

Limbah kulit bawang merah umumnya dibuang ke sungai maupun dibiarkan saja di pekarangan rumah. Melalui perlakuan yang benar, limbah kulit bawang merah dapat meningkatkan nilai ekonomis dengan memanfaatkan kandungan selulosa alami di dalamnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Reddy dan Rhim (2018) diperoleh kadar selulosa pada kulit bawang merah sebesar 41,1%. Angka yang diperoleh menunjukkan selulosa yang terkandung dalam kulit bawang merah lebih tinggi bila dibandingkan dengan jerami padi (32,0%) dan sekam padi (28,6%) (Reddy & Rhim, 2018).

Selulosa sebagai penguat bioplastik dapat ditingkatkan fungsinya dengan mengubahnya terlebih dahulu menjadi turunannya yaitu nanoselulosa. Nanoselulosa merupakan turunan selulosa yang memiliki keunggulan nilai kuat tarik yang lebih baik dibandingkan dengan selulosa. Penelitian terdahulu dilakukan oleh Panjaitan (2017) mengenai pembuatan bioplastik pati dengan penguat selulosa. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai kuat tarik 7,595 MPa (Panjaitan *et al.*, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Nurhabibah dan Kusumaningrum (2021) mengenai pembuatan bioplastik kakaraganan dengan penguat nanoselulosa. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai kuat tarik 9,8 MPa (Hidayat *et al.*, 2022). Kuat tarik yang dihasilkan lebih mendekati nilai kuat tarik optimal dari SNI kuat tarik bioplastik 1-10 MPa (Handayani, 2020).

Nanoselulosa dapat diperoleh melalui proses hidrolisis asam dari selulosa. Penggunaan nanoselulosa dalam pembuatan bioplastik dapat meningkatkan karakteristik yang lebih menguntungkan seperti peningkatan sifat mekanik (Sanjaya, 2020).

Berdasarkan deskripsi diatas, pembuatan bioplastik berbahan kitosan dan sorbitol sudah pernah dilakukan sebelumnya. Meski demikian, pembuatan bioplastik berbahan kitosan-sorbitol dengan tambahan nanoselulosa limbah kulit bawang merah belum pernah dilakukan sebelumnya. Inovasi yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu penambahan nanoselulosa sebagai penguat pada bioplastik.

B. Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi permasalahan dari penelitian ini diantaranya:

1. Bagaimana karakteristik nanoselulosa yang diperoleh dari kulit bawang merah?
2. Bagaimana karakteristik bioplastik kitosan, kitosan-sorbitol, kitosan-sorbitol-nanoselulosa berdasarkan gugus fungsi yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan sorbitol dan nanoselulosa terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas bioplastik?

4. Berapa komposisi paling optimum dari bioplastik yang dihasilkan?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini diantaranya:

1. Untuk menentukan karakteristik nanoselulosa yang diperoleh dari kulit bawang merah.
2. Untuk mengetahui karakteristik bioplastik kitosan, kitosan-sorbitol, kitosan-sorbitol-nanoselulosa berdasarkan gugus fungsi yang dihasilkan.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan sorbitol dan nanoselulosa terhadap sifat mekanik dan biodegradabilitas bioplastik.
4. Untuk mengetahui komposisi paling optimum dari bioplastik yang dihasilkan.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat:

1. memberikan solusi pada masyarakat dalam mengatasi limbah kulit bawang merah.
2. memberikan pengetahuan tentang pengolahan limbah kulit bawang merah sebagai bahan pembuatan bioplastik yang tersusun dari nanoselulosa, kitosan, dan juga sorbitol.
3. Sebagai penambah wawasan mengenai karakteristik bioplastik yang dihasilkan dengan penambahan nanoselulosa kulit bawang merah.

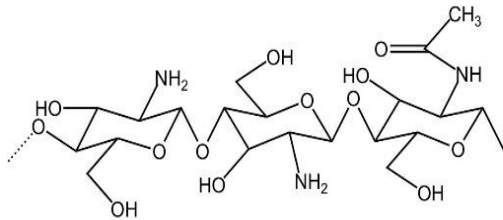
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Kitosan

Kitosan dengan rumus kimia $C_6H_{11}NO_4$ merupakan polisakarida yang diperoleh dari hasil deasetilasi kitin. Kitosan dapat diperoleh dari tumbuhan ataupun hewan. Sifat fisik kitosan memiliki warna putih kekuningan. Struktur kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Struktur Kimia Kitosan (Marieta & Musfiroh, 2019)

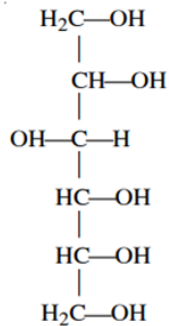
Penggunaan kitosan sebagai bahan bioplastik memberikan banyak keuntungan di antaranya memiliki sifat *biodegradable*, jumlahnya yang melimpah, dan juga harganya yang terjangkau. Penggunaan kitosan dalam bioplastik memiliki nilai kuat tarik yang cukup baik. Jumlah ikatan hidrogen pada bioplastik akan terus meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi

kitosan. Hal inilah yang mengakibatkan ikatan kimia semakin kuat (Hasan & Hanum, 2019).

Penelitian mengenai penggunaan kitosan pernah dilakukan sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya mengenai pembuatan bioplastik dengan bahan utama kitosan, diperoleh bioplastik kitosan memiliki nilai kuat tarik 3,94 MPa dengan nilai elongasi 1,5%. Dalam penelitian ini nilai kuat tarik sudah memenuhi SNI (1-10 MPa) namun nilai elongasinya belum SNI (10-20%) (Purwanti, 2010). Berdasarkan penelitian tersebut, perlu dilakukan penambahan bahan lainnya untuk memperbaiki nilai perpanjangannya.

2. Sorbitol

Sorbitol merupakan bahan organik yang digunakan untuk mengurangi kekakuan pada produk yang dihasilkan. Sorbitol bersifat hidrofilik, hal ini akan menyebabkan penambahan jumlah sorbitol akan meningkatkan kelarutan dalam air. Sorbitol dengan rumus kimia $C_6H_{14}O_6$ dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Gambar 2.2 merupakan struktur kimia sorbitol.



Gambar 2. 2 Struktur Kimia Sorbitol (Maghfur, 2015)

Sorbitol yang ditambahkan dalam pembuatan film akan mempengaruhi sifat-sifat dari film yang terbentuk. Penambahan sorbitol akan mengurangi kekuatan ikatan hidrogen sehingga meningkatkan fleksibilitas bioplastik (Trisanti *et al*, 2019).

Penelitian sebelumnya mengenai pembuatan film bioplastik dari biji alpukat dengan penambahan sorbitol telah dilakukan. Penelitian dilakukan dengan variasi sorbitol (1; 2; 3 dan 4 mL). Hasil optimal diperoleh pada penambahan kitosan 2 gram dan sorbitol 2 mL dengan nilai kuat tarik yang diperoleh 3,19 MPa dan persen elongasi mencapai 13,56% (Afif *et al*, 2018).

3. Limbah Kulit Bawang Merah

Bawang merah (*Allium Cepa L.*) yang banyak dibudidayakan biasanya digunakan sebagai produk olahan di berbagai negara, termasuk Asia Timur. Bawang

merah telah digunakan sebagai tanaman obat dan pangan sejak dulu kala, dan dapat tumbuh di 170 negara. Bawang merah memiliki daging beruas-ruas yang berwarna putih, dengan kulit berwarna merah keunguan. Pengolahan bawang merah terdiri dari mengupas, mengiris dan memotong. Kegiatan pengolahan bawang merah menghasilkan sejumlah besar limbah termasuk kulit yang dianggap sebagai bagian utama (hingga 60%) dari limbah pengolahan (Sagar *et al.*, 2022).

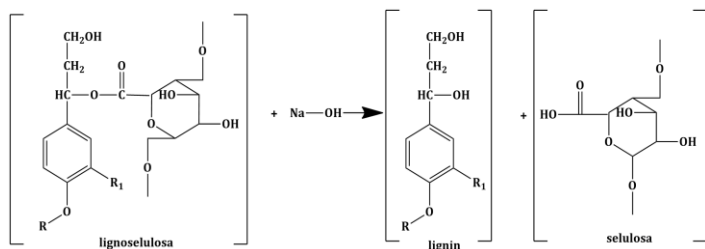


Gambar 2. 3 Bawang Merah (Putri, 2022)

Salah satu bagian dari bawang merah yang jarang dimanfaatkan adalah kulit bawang merah. Dalam bidang produksi makanan kulit bawang merah merupakan limbah yang dalam pengolahannya masih kurang tertuju pada pemanfaatan. Kulit bawang merah merupakan lapisan terluar dari bawang merah yang dikupas dan dibuang sebagai limbah industri makanan. Sebagai bahan yang memiliki kandungan yang kaya akan bahan

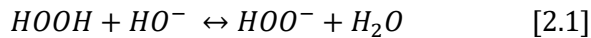
fungsional, kulit bawang merah tidak banyak dimanfaatkan sesuai dengan kandungannya. Dalam bidang industri kulit bawang merah biasanya digunakan sebagai pewarna (Sanjaya, 2020). Kulit bawang merah memiliki kandungan antosionin yang dapat digunakan sebagai pewarna alami yang digunakan untuk makanan (Ilham & Sumarni, 2020). Kulit bawang merah juga telah diteliti mengandung selulosa dengan kadar selulosa 41-50%, adapun kandungan lignin pada kulit bawang merah yang harus dihilangkan dahulu dalam proses pembuatan bioplastik (Reddy & Rhim, 2018).

Kulit bawang merah yang akan digunakan terlebih dahulu dihilangkan kandungan ligninnya dengan delignifikasi. Kandungan lignin dapat memberikan warna coklat yang tidak diinginkan jika teroksidasi, oleh karena hal itu lignin harus dihilangkan terlebih dahulu. Persamaan reaksi delignifikasi dapat diamati pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Persamaan Reaksi Delignifikasi (Zely, 2014)

Gambar 2.4 menunjukkan reaksi ion OH^- dari NaOH memutuskan ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion Na^+ berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat yang mudah larut. Lignin yang terlarut ditandai dengan warna hitam pada larutan. Tahap selanjutnya dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 dan NaOH, proses ini dinamakan *bleaching*. Pada kondisi basa hidrogen peroksida mudah terurai. Penguraian hidrogen peroksida menghasilkan zat reaktif dalam sistem pemutihan berupa *perhydroxyl anion* (HOO^-) sebagaimana Persamaan 2.1.



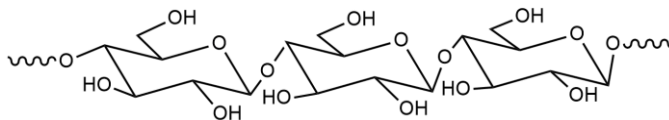
Penguraian hidrogen peroksida dikenal dengan *deprotonation*. Serbuk selulosa yang diperoleh kemudian dapat dilakukan analisis menggunakan FTIR (Sanjaya, 2020).

4. Nanoselulosa

Selulosa dengan rumus kimianya $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ merupakan polisakarida yang sebagian besar merupakan penyusun dinding sel tumbuhan. Kadar selulosa memiliki perbedaan pada tiap tumbuhan. Selain kandungan selulosa terdapat juga kandungan lain seperti air, protein, lignin, dan lainnya. Selulosa di alam dapat ditemukan dalam bentuk lignoselulosa.

Lignoselulosa merupakan gabungan dari selulosa, hemiselulosa, dan juga lignin. Oleh karena itu, dibutuhkan metode untuk memisahkan selulosa dengan kandungan lainnya (Mulyadi, 2019).

Keberadaan selulosa sebagai polimer alam yang sangat melimpah memiliki berbagai keunggulan seperti mudah terdegradasi, dapat diperbaharui dan juga tidak beracun menyebabkan permintaan selulosa dalam bidang industri terus meningkat (Munir, 2017). Adapun struktur kimia dari selulosa dapat diamati pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Struktur Kimia Selulosa (Mulyadi, 2019)

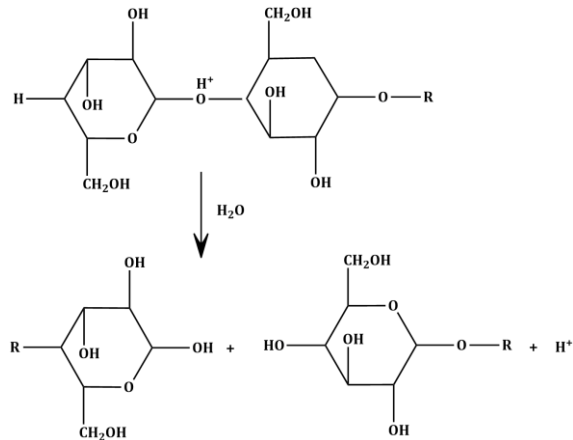
Selulosa memiliki sifat-sifat yang mencirikan, selulosa tidak memiliki warna serta dapat terhidrolisis sempurna dalam suasana asam (Sartika, 2017). Hidrolisis selulosa dalam suasana asam dapat dilakukan dengan menambahkan asam kuat, sebagai contohnya yaitu asam sulfat (Fuadi, 2015). Asam-asam kuat yang digunakan dalam proses hidrolisis asam cocok dalam sintesis nanoselulosa (Effendi *et al.*, 2015).

Nanoselulosa merupakan inovasi dari selulosa dengan ukuran nano. Menurut penelitian Marno dkk

(2018) nanoselulosa memiliki ukuran serat dengan diameter antara 100-500 nm. Penggunaan nanoselulosa dapat memberikan keuntungan di antaranya sifat kuat tarik tinggi, nilai kristalinitas yang besar, kekuatan mekanik yang besar dan juga memiliki sifat biodegradasi (Pratama, 2017). Nanoselulosa dihasilkan dari unit glukosa dari selulosa yang mengalami penguraian dengan hidrolisis pada suhu tinggi dengan menggunakan asam. Hidrolisis yang dapat dilakukan terbagi menjadi 3 di antaranya adalah hidrolisis murni, dimana reaktannya hanya menggunakan air, kemudian ada hidrolisis dengan menggunakan larutan asam baik encer maupun pekat, ada juga hidrolisis menggunakan enzim (Sartika, 2017).

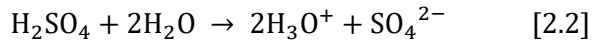
Sintesis nanoselulosa terbagi menjadi tiga metode utama yaitu metode kimia, mekanik dan biologis. Isolasi nanoselulosa dengan metode kimia dapat dilakukan dengan penambahan asam kuat (hidrolisis asam). Analisis kemudian dapat dilakukan dengan menggunakan instrumen (Ningtyas *et al.*, 2020).

Persamaan reaksi hidrolisis asam dapat diamati pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Persamaan Reaksi Hidrolisis Asam (Julianto *et al.*, 2017)

Asam sulfat yang diencerkan dengan air akan membentuk ion H_3O^+ seperti yang ditunjukkan Persamaan 2.2.



Gambar 2.6 menunjukkan ion H_3O^+ yang kemudian akan bereaksi dengan salah satu cincin selulosa dan membentuk ikatan $-\text{OH}$. Hasil samping reaksi tersebut berupa H_2O yang selanjutnya bereaksi dengan cincin selulosa lainnya membentuk ikatan $-\text{OH}$ dengan produk samping berupa ion H^+ (Julianto *et al.*, 2017).

Material nanoselulosa menjadi salah satu pilihan dalam pembuatan produk ramah lingkungan, hal ini didasari oleh kandungan yang dapat terurai dengan

mikroorganisme serta nanoselulosa juga memiliki sifat kekuatan yang sangat baik. Nanoselulosa dengan beberapa keunggulan yang dimiliki telah banyak digunakan diberbagai bidang seperti bidang biomedis, bidang energi, dan juga bidang lingkungan (Aqila Putri *et al.*, 2020).

Konsentrasi nanoselulosa sangat mempengaruhi produk yang dihasilkan, semakin besar konsentrasinya maka semakin tinggi ketahanan suatu produk tersebut dengan air. Bentuk nanoselulosa yang berlapis dan susunannya yang rapat menjadikan nanoselulosa material yang tepat untuk meningkatkan ketahanan suatu produk bioplastik. Saat bioplastik menyerap air, maka akan mengembang dan terpecah apabila titik maksimumnya telah tercapai. Semakin tinggi konsentrasi nanoselulosa yang digunakan maka semakin besar juga titik maksimum bioplastik dalam menahan air (Nurhabibah & Kusumaningrum, 2021).

5. Bioplastik

Bioplastik sama halnya dengan plastik biodegradabel. Plastik biodegradabel merupakan salah satu jenis plastik yang dalam penguraiannya dapat dilakukan oleh mikroorganisme pengurai, hal ini dikarenakan struktur kimia dari plastik biodegradabel

ini dapat mengalami perubahan yang diakibatkan suatu kondisi lingkungan tertentu dan juga lamanya waktu penggunaan (Sartika, 2017). Komponen penyusun bioplastik yang merupakan bahan dari alam juga menjadi salah satu faktor bioplastik mudah terdegradasi (Handayani, 2020).

Dalam pembuatan bioplastik dapat menggunakan bahan yang berasal dari alam dan dapat terurai. Bahan alam yang dapat terurai seperti lignin, pati, kitosan, selulosa dapat digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik. Pembuatan bioplastik saat ini masih terus mengalami perkembangan. Bioplastik dibuat untuk menangani kekurangan polimer plastik yang dapat membahayakan. Bioplastik yang digunakan untuk kemasan berbagai produk dan makanan dapat menangani pencemaran lingkungan. Bioplastik harus bersifat *biodegradable*, *biobased* atau bersifat keduanya. Sifat *biodegradable* artinya bioplastik dapat terurai secara alami oleh mikroorganisme yang ada di alam. *Biobased* artinya bahan yang digunakan untuk membuat bioplastik seluruhnya maupun sebagian berasal dari tanaman (Azizaturrohmah, 2019; Rojtica, 2021).

Hasil uji bioplastik yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan standar mutu pada Tabel 2.1 berikut (Handayani, 2020).

Tabel 2. 1 Standar Mutu Bioplastik

	Standar mutu bioplastik
Kuat tarik	1-10 MPa
Elongasi	10-20 %
Biodegradable	100% dalam 60 hari
Daya serap air	Max 21,5% pada suhu 25°C

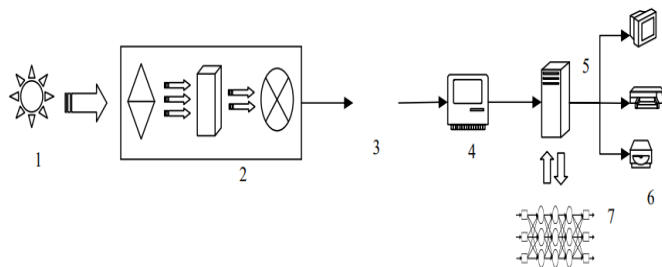
B. Karakterisasi Bioplastik

1. Uji gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR

FTIR (*Fourrier Transform Infrared*) merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada produk yang didapatkan, yang nantinya dapat diketahui apa saja yang didapatkan dalam produk yang dihasilkan. Prinsip kerja dari FTIR adalah penyinaran sinar dengan panjang gelombang IR yang kemudian mengenai sampel yang ingin diuji. Sinar yang dipancarkan tersebut akan memberikan efek vibrasi pada gugus fungsi dengan panjang gelombang tertentu (Mulyadi, 2019).

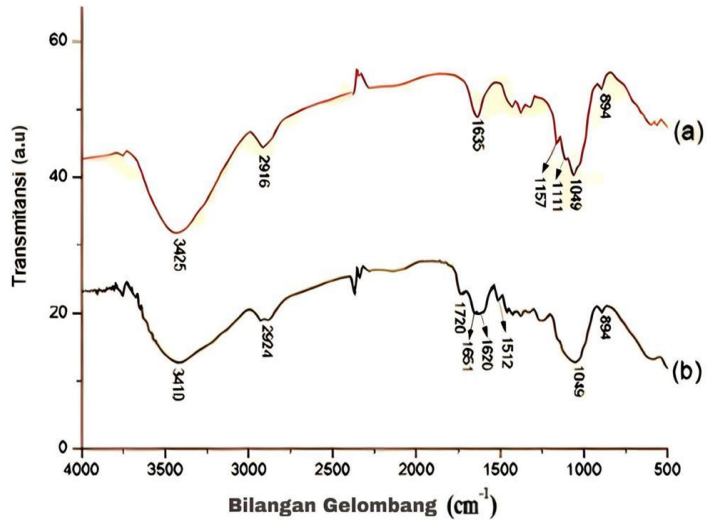
Pada analisis FTIR terjadi perubahan polarisabilitas karena adanya vibrasi pada ikatan kimia. Vibrasi ikatan kimia yang dapat menyerap gelombang inframerah terbagi menjadi dua yaitu vibrasi

longitudinal dan juga vibrasi sudut. Perubahan susunan geometris dan bentuk kristal tentu mempengaruhi serapan yang akan diperoleh dari inframerah (Sartika, 2017). Gambar 2.7 merupakan sistem peralatan spektroskopi FTIR.



Gambar 2. 7 Sistem Peralatan Spektroskopi FTIR (Suseno & Firdausi, 2008)

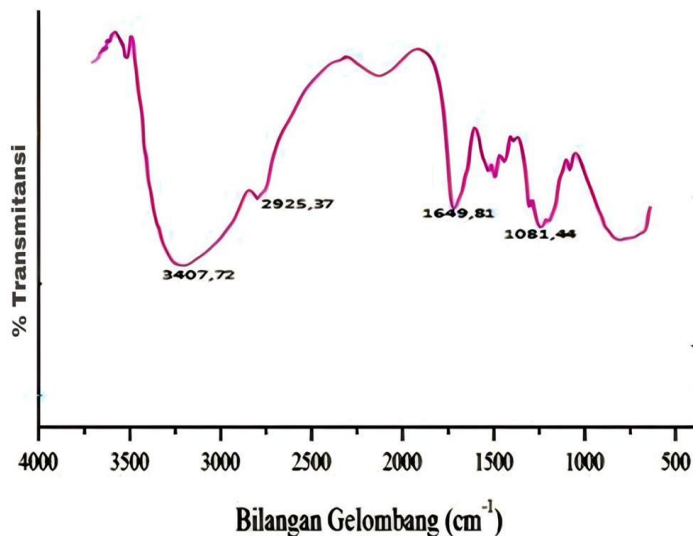
Prinsip kerja FTIR adalah interaksi yang terjadi antara energi dan juga materi. Gelombang infra merah akan dipancarkan dari sebuah sumber cahaya. Sinar kemudian memasuki interferometer yang berfungsi untuk mengontrol jumlah energi yang akan mengenai sampel. Kemudian, sinar ada yang diserap oleh sampel dan ada juga yang ditransmisikan. Sinar yang ditransmisikan akan lolos dan menuju detektor, sinar inilah yang memberikan nilai terukur. Nilai terukur yang diperoleh akan terekam komputer dalam bentuk puncak-puncak (Sari & Fajri, 2018).



Gambar 2. 8 Spektra FTIR (a) Nanoselulosa dan (b) Selulosa (Triyastiti & Krisdiyanto, 2018)

Gambar 2.8 merupakan spektra inframerah selulosa dan nanoselulosa yang menunjukkan serapan gugus fungsi -OH pada nanoselulosa terekam pada 3425 cm^{-1} dan pada selulosa pada 3410 cm^{-1} . Semakin tajamnya serapan pada gugus -OH disebabkan oleh gugus alkohol yang terdapat pada nanoselulosa (Triyastiti & Krisdiyanto, 2018).

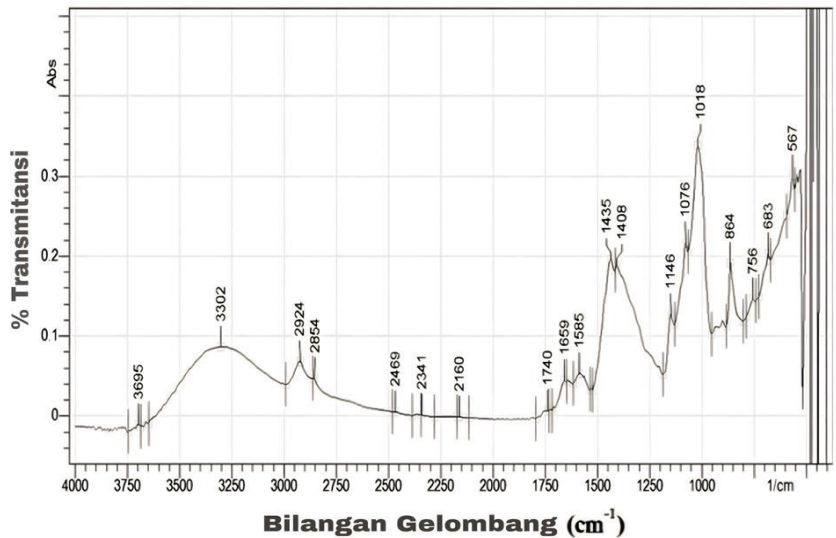
Penelitian terdahulu dilakukan oleh Sofia, Prasetya dan Kusumastuti (2017) mengenai pembuatan bioplastik kulit labu kuning-kitosan dengan penambahan *plasticizer*. Hasil analisa FTIR tertera pada Gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Spektra FTIR Serbuk Kitosan (Sofia *et al.*, 2017)

Kitosan yang dihasilkan juga dianalisis menggunakan spektrum FT-IR. Serapan tajam pada $3407,2 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya *stretching* $-\text{NH}_2$ atau $-\text{OH}$, selain itu adanya *stretching* di $1649,81 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus fungsi $-\text{O}-$ eter (Sofia *et al.*, 2017).

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Setiawan, Faizal dan Amrullah (2015) mengenai penentuan kondisi optimum sorbitol pada sintesa bioplastik pati-kitosan. Hasil analisa FTIR bioplastik dengan penambahan sorbitol ditampilkan pada Gambar 2.10.

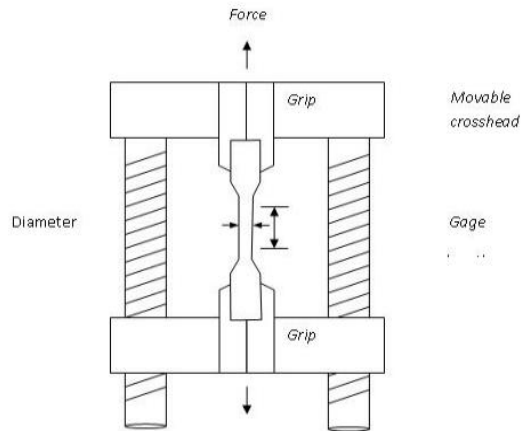


Gambar 2. 10 FTIR Bioplastik Pati-Kitosan dengan Variasi Sorbitol (Setiawan *et al.*, 2015)

sorbitol dari bioplastik yang dihasilkan dapat dilihat dari adanya gugus -OH pada bioplastik yang terdapat pada bilangan gelombang 3302 cm^{-1} (Setiawan *et al.*, 2015).

2. Uji kuat tarik dan elongasi menggunakan *Universal Testing Machine*

Analisis kuat tarik dilakukan dengan cara menarik produk yang telah didapatkan dan amati seberapa jauh produk yang dihasilkan mengalami pemanjangan.



Gambar 2. 11 Sistem alat UTM (Setiawan, 2019)

Gambar 2.11 menunjukkan sistem alat UTM (*Universal Testing Machine*). UTM merupakan suatu alat uji yang memiliki karakteristik pengukuran dengan mempengaruhi suatu material uji dengan gaya. Teknik pengujian UTM adalah dengan meletakkan sampel yang akan diuji tepat dibawah *top plate*. Sampel kemudian dikunci dengan cara memutar *handwheel* dengan kencang. Setelah itu, UTM dapat digunakan. UTM akan menarik sampel hingga sampel putus. Setelah itu, nilai maksimal kekuatan sampel akan ditampilkan oleh parameter tersebut (Setiawan, 2019).

UTM digunakan untuk menguji elongasi dan juga kuat tarik dari bioplastik yang dihasilkan. Pengujian elongasi film bioplastik dilakukan dengan memberikan

beban pada sampel. Hasil yang diperoleh dari pengujian berupa nilai maksimum beban yang dapat diberikan. Nilai elongasi dapat menunjukkan tingkat kemuluran produk film bioplastik. Elongasi dapat diperoleh dengan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula (Anshar, 2020).

Nilai elongasi yang diperoleh dari pengukuran, dapat diperoleh melalui Persamaan 2.3.

$$\text{Elongasi} = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\% \quad [2.3]$$

Panjang akhir bioplastik setelah pengujian dilambangkan dengan L (cm) dan panjang mula-mula bioplastik sebelum pengujian dilambangkan dengan L_0 (cm).

Nilai kuat tarik yang diperoleh dari pengukuran, ditentukan menggunakan Persamaan 2.4.

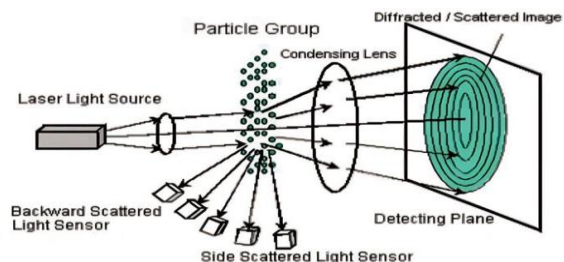
$$\sigma = \frac{F}{A} \quad [2.4]$$

Kuat tarik dilambangkan oleh σ (Kg/cm^2), gaya tarik tegak lurus dengan permukaan dilambangkan oleh F (Kg), dan luas bidang yang ditarik dilambangkan oleh A (cm^2) (Rozi & Mahyudin, 2020).

3. *Particle Size Analyser*

PSA (*Particle Size Analyser*) merupakan suatu alat yang dapat digunakan untuk menentukan ukuran

partikel. Prinsip kerja PSA yaitu saat suatu berkas cahaya dinamis mengenai partikel, kemudian berkas cahaya tersebut terhambur ke berbagai sudut dan mengakibatkan intensitas cahaya yang diteruskan berkurang (*light scattering*). Hamburan cahaya pada rentang cahaya tampak kemudian diteruskan menuju detektor, sehingga informasi mengenai ukuran partikel dapat diperoleh (Anindya, 2018).



Gambar 2. 12 Prinsip Kerja Alat *Particle Size Analyzer*

Gambar 2.12 merupakan prinsip kerja alat PSA, yang menunjukkan pada proses kerjanya, cahaya yang muncul dari PSA akan dihamburkan oleh partikel di dalam sampel. Hamburan cahaya tersebut akan menghasilkan sinyal analog yang akan diubah menjadi sinyal digital kemudian diolah menjadi hasil deret hitung. Jadi, dapat disimpulkan bahwa alat PSA ini bekerja berdasarkan hamburan cahaya pada suatu partikel sampel (Andaru, 2022).

Pengukuran partikel menggunakan PSA biasanya menggunakan metode basah. Metode ini dinilai lebih akurat dibandingkan metode lainnya seperti metode kering ataupun metode ayakan. Metode basah membuat partikel tidak saling beraglomerasi (menggumpal), sehingga ukuran partikel yang terukur merupakan ukuran *single particle*. Hasil pengukuran yang diperoleh berupa ukuran partikel dan persentase tiap ukuran partikelnya (Siregar, 2020).

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Farida Utami (2018). Hasil diperoleh menunjukkan ukuran nanoselulosa dari tongkol jagung memiliki nilai diameter rata-rata 393,6 nm. Ukuran partikel suatu bahan dapat mempengaruhi sifat mekanik bahan tersebut. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dan semakin mudah terdispersi pada bioplastik sehingga menghasilkan film plastik yang lebih baik (Mahyudin, 2022).

4. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dapat dilakukan dengan cara merendam sampel didalam air pada suhu ruang selama waktu yang ditentukan. Data yang diperoleh berupa berat sampel sebelum dan sesudah perendaman (Sari *et al.*, 2021).

Nilai daya serap air dapat ditentukan dengan Persamaan 2.5.

$$WA = \frac{m_t - m_0}{m_0} \times 100\% \quad [2.5]$$

WA menunjukkan *water absorption*, m_0 menunjukkan massa sebelum pengujian (gram), dan m_t menunjukkan massa setelah pengujian (gram) (Xu *et al.*, 2018).

Penelitian yang dilakukan oleh Aulia dan Sunardi (2021) pengujian dengan menggunakan sampel bioplastik dari gelatin dengan penguat nanoselulosa. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak penambahan nanoselulosa akan menurunkan nilai persentase daya serap air.

5. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui jika produk yang dihasilkan dapat terurai dengan baik. uji biodegradasi dapat dilakukan dengan dua cara diantaranya yaitu metode *soil burial* dan juga meletakkan produk diatas tanah. Metode *soil burial* dilakukan dengan menguburkan film di dalam tanah dengan kedalaman dan waktu tertentu. Metode dengan meletakkan film diatas tanah dilakukan dengan pengondisian yang sesuai, seperti terhindar dari sinar matahari, air dan juga angin (Sartika, 2017). Untuk mengetahui laju degradasi bioplastik maka perlu

dilakukan uji biodegradasi. Penelitian yang dilakukan oleh Milania dan Samuel (2023) pengujian dengan menggunakan sampel bioplastik berbasis pati kentang dengan nanoselulosa sebagai bahan penguat dilakukan dengan mengubur bioplastik didalam tanah. Hasil penelitian menunjukkan semakin banyak penambahan nanoselulosa akan menurunkan nilai % biodegradasi. Nilai % biodegradasi tertinggi mencapai 60,34% pada penambahan 10% nanoselulosa, sedangkan nilai terendah mencapai 33,89% pada penambahan 25% nanoselulosa.

Uji biodegradasi dapat teramati dengan presentase kehilangan massa yang dapat ditentukan dengan Persamaan 2.6.

$$\%massa = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100\% \quad [2.6]$$

Massa sebelum proses biodegradasi dilambangkan dengan m_i (gram), massa sesudah proses biodegradasi dilambangkan dengan m_f (gram) (Rozi & Mahyudin, 2020).

C. Kajian Pustaka

Penelitian terdahulu telah dilakukan oleh Hertiwi,Afni, Lailiyah dan Sanjaya (2020), mengenai ekstraksi dan karakterisasi nanoselulosa dari limbah kulit bawang merah, membuktikan bahwa produk terbaik

dengan lama pemanasan dan pengadukan selama 2 jam, dengan hasil analisis menunjukkan nilai puncak nanoselulosa pada 2 θ yaitu 16,5786 dan 22,6298 sehingga diperoleh nilai indeks kristalinitas 78,668% dengan ukuran 12,615 nm.

Penelitian yang dilakukan oleh D'Angelo, Elhussieny, Faisal dan Everitt (2018), Mengenai sintesis bioplastik dari kitosan-kitin-jerami, menunjukkan bahwa bioplastik tanpa *plasticizer* memiliki persen elongasi yang rendah. Pada penelitian ini, diperoleh nilai kuat tarik 7 MPa dengan persen elongasi 1%.

Penelitian yang dilakukan oleh Ginting, Kristiani, Amelia dan Hasibuan (2016), mengenai sintesis dan karakterisasi bioplastik dengan bahan dasar kitosan, pati dan variasi sorbitol yang digunakan yaitu 2, 3, dan 4 mL. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan volume sorbitol dapat meningkatkan persen elongasi dari 5% menjadi 45% namun dapat menurunkan nilai kuat tarik dari 16 MPa menjadi 6 MPa.

Penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono dan Wijayanti (2022), mengenai pemanfaatan nanoselulosa sebagai filler bioplastik tapioka-sorbitol, membuktikan bahwa penambahan nanoselulosa dapat meningkatkan nilai kuat tarik. Nilai kuat tarik bioplastik sebelum

penambahan nanoselulosa mencapai 5,17 MPa, nilai kuat tarik bioplastik dengan penambahan 3% nanoselulosa mencapai 8,76 MPa.

Berdasarkan pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya bioplastik kitosan dapat dihasilkan dengan penambahan sorbitol sebagai *plasticizer*. Penambahan sorbitol diharapkan dapat menangani sifat kaku pada bioplastik kitosan yang akan dihasilkan, sehingga bioplastik lebih elastis. Kebaruan dari penelitian ini terletak pada penambahan nanoselulosa dari kulit limbah bawang merah sebagai penguat bioplastik kitosan-sorbitol. Penambahan nanoselulosa pada bioplastik diharapkan dapat meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik yang dihasilkan.

D. Hipotesis

Kitosan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik memiliki potensi yang baik dan dapat terdegradasi secara alami oleh mikroorganisme. Sorbitol sebagai *plasticizer* dalam bioplastik dapat meningkatkan nilai elongasi bioplastik. Penambahan nanoselulosa dari kulit bawang merah dapat digunakan sebagai bahan penguat bioplastik yang dihasilkan, dan mampu meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik. Dengan demikian, penambahan sorbitol dan nanoselulosa pada bioplastik berbahan kitosan dapat meningkatkan sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2023 hingga November 2023 di Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Uji ukuran partikel menggunakan PSA dilakukan di Pusat Penelitian Nanosains dan Nanoteknologi, Institut Teknologi Bandung. Uji kekuatan mekanik menggunakan UTM dilakukan di Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serangkaian alat gelas pyrex yaitu batang pengaduk, spatula, termometer, pipet tetes, kaca arloji, cawan petri, cawan porselen, corong kaca, gelas kimia, gelas ukur, erlenmeyer, alat penggerus (lumpang dan mortar), *blender*, neraca analitik, *magnetic stirrer (Dlab MS7-H550-S)*, *sentrifuge (Scilogex)*, oven (*Memmert*), desikator, alat analisis seperti *Fourier Transform Infrared (FTIR, Alpha II broker)*, *Particel Size Analyzer (PSA, Horiba SZ-100)*, *Universal Testing Machine (UTM, Brookfield CT 3 4500)*.

2. Bahan

Bahan yang digunakan antara lain kulit bawang merah, tanah kompos, kertas pH universal, kertas saring, aquades, natrium hidroksida (NaOH, Merck, p.a), hidrogen peroksida (H_2O_2 , Merck, p.a), asam sulfat (H_2SO_4 , Merck, p.a), asam asetat (CH_3COOH , teknis), etanol (C_2H_6O , Merck, p.a), kitosan, sorbitol.

C. Prosedur Penelitian

1. Ekstraksi Selulosa (Sanjaya, 2020)

Sampel (kulit bawang merah) dihaluskan sebanyak 20 gram, ditambahkan campuran aquades dan etanol dengan perbandingan volume 1:1 sebanyak 300 mL, kemudian dipanaskan selama 2 jam pada suhu $60^\circ C$, diulangi sebanyak dua kali. Sampel ditiriskan, kemudian residu yang diperoleh ditambahkan 300 mL NaOH 4%, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu $60^\circ C$. Sampel dicuci dengan aquades hangat hingga netral, kemudian dipisahkan filtrat dan residunya. Residu yang diperoleh ditambahkan 32 mL H_2O_2 24% dan 128 mL NaOH 4%, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam pada suhu $60^\circ C$. Ekstrak disaring untuk dipisahkan residu dan filtratnya, kemudian residu dicuci dengan aquades hingga netral. Residu yang diperoleh kemudian dikeringkan menggunakan oven

pada suhu 60°C. Selulosa yang dihasilkan diuji menggunakan FTIR dan PSA.

2. Preparasi Nanoselulosa (Zaharani, 2023)

Selulosa yang telah didapatkan kemudian ditimbang, setelah itu ditambah dengan H₂SO₄ 45% dengan perbandingan 1:10 (b/v) diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 45°C selama 60 menit, ditambah aquades dingin kemudian disentrifugasi selama 10 menit, diulangi hingga diperoleh pH netral. Nanoselulosa yang dihasilkan diuji menggunakan FTIR dan PSA.

3. Prosedur Pembuatan Bioplastik Kitosan - Sorbitol (Nanda & Azizati, 2018)

Larutan kitosan dibuat dengan cara melarutkan 1,5 gram kitosan dengan 40 mL asam asetat 1% diaduk selama 60 menit pada suhu 60°C menggunakan magnetik stirer. Larutan kitosan kemudian dicampur sorbitol 1 mL kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit pada suhu 60°C, ditunggu hingga homogen. Larutan yang dihasilkan kemudian dicetak pada cetakan plastik dan dikeringkan pada suhu 60°C. Bioplastik yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan UTM.

4. Prosedur Pembuatan Bioplastik Kitosan - Sorbitol dengan Penguat Nanoselulosa (Nurhabibah & Kusumaningrum, 2021)

Larutan kitosan dibuat dengan cara melarutkan 1,5 gram kitosan dengan 40 mL asam asetat 1% diaduk selama 60 menit pada suhu 60°C menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan kitosan kemudian dicampur sorbitol 1 mL, diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 15 menit pada suhu 60°C, ditunggu hingga homogen. Nanoselulosa dengan berat 0,4; 1; 2; 3; dan 4 gram masing-masing dicampurkan dengan aquades hingga mencapai 40 gram. Larutan kemudian dicampurkan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80°C selama 60 menit. Larutan yang dihasilkan kemudian dicetak pada cetakan plastik dan dikeringkan pada suhu 60°C. Bioplastik yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan UTM.

D. Pengujian Produk Bioplastik

1. Uji Daya Serap Air (Rojtica, 2021)

Dilakukan dengan cara memotong sampel bioplastik yang terbentuk dengan ukuran 2x2 cm kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik sebagai berat awal. Sampel kemudian dimasukkan kedalam cawan petri, ditambahkan aquades dan

diamkan selama 10 detik. Sampel kemudian dikeringkan menggunakan tisu dan ditimbang sebagai berat akhir. Daya serap air dapat diperoleh melalui Persamaan 2.5.

2. Uji Kekuatan Mekanik

a. Uji Elongasi

Uji elongasi dilakukan dengan cara film bioplastik terlebih dahulu dipotong dengan ukuran 5×2 cm, nilai elongasi dapat ditentukan dengan Persamaan 2.3.

b. Uji Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan cara film bioplastik terlebih dahulu dipotong dengan ukuran 5×2 cm. Nilai kuat tarik dapat ditentukan dengan Persamaan 2.4.

3. Uji Biodegradasi (Amalia *et al.*, 2019)

Uji biodegradasi ini dilakukan dengan cara menanam sampel di dalam tanah (*soil burial test*). Pengujian dilakukan dengan perlakuan yang sama. Masing-masing sampel ditimbang dengan berat yang sama. Sampel kemudian dikubur dalam tanah kompos. Sampel dilakukan penimbangan setiap dua hari sekali hingga tersegradasi sempurna dalam tanah kompos. Hasil uji biodegradasi dapat ditentukan dengan Persamaan 2.6.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi uraian hasil penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi bioplastik berbahan kitosan-sorbitol-nanoselulosa kulit bawang merah. Bioplastik diproduksi dengan menggunakan metode pencampuran dan pemanasan menggunakan *magnetic stirrer* (Sri, 2018).

Bioplastik yang disintesis dari bahan kitosan selanjutnya disingkat dengan bioplastik K. Bioplastik yang disintesis dari bahan kitosan dengan penambahan sorbitol selanjutnya disingkat dengan bioplastik K-S. Bioplastik kitosan dan sorbitol dilakukan penambahan nanoselulosa dengan variasi 0,4; 1; 2; 3; dan 4 gram. Sampel bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa selanjutnya disingkat menjadi bioplastik K-S-NS. Bioplastik dengan masing-masing variasi hasil penelitian kemudian diuji sifat mekaniknya menggunakan UTM (*Universal Testing Machine*) kemudian bioplastik dengan komposisi yang berbeda dan variasi optimum dianalisis gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer FTIR.

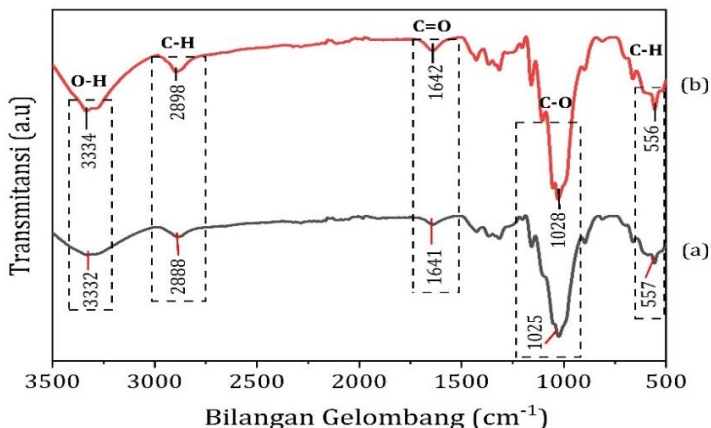
A. Ekstraksi Selulosa

Kulit bawang merah kemudian ditambahkan dengan campuran etanol : aquades (1:1), hal ini bertujuan untuk preparasi sampel sebelum dilakukannya ekstraksi (Hakim & Saputri, 2020). Residu yang diperoleh kemudian ditambahkan dengan NaOH, kemudian residu dicuci menggunakan akuades hangat hingga netral. Proses ini bertujuan untuk isolasi selulosa dari lignin dan zat lainnya, pencucian menggunakan akuades hangat dilakukan untuk menghilangkan sisa-sisa pelarut dan lignin yang terdegradasi (Rewini Kunusa, 2017). Sampel yang sudah netral kemudian ditambahkan dengan NaOH dan H_2O_2 . Penambahan H_2O_2 bertujuan untuk mengurangi kadar lignin yang masih tersisa serta untuk memutihkan bahan (*bleaching*), H_2O_2 mudah terurai dalam suasana basa sehingga ditambahkan dengan NaOH untuk memberikan suasana basa (Putera, 2012). Sampel dicuci menggunakan akuades hingga netral untuk menghilangkan sisa pengotor yang masih menempel. Setelah pengeringan selulosa yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan PSA. Hasil karakterisasi ukuran partikel menggunakan PSA diperoleh dispersi ukuran partikel selulosa yang dihasilkan memiliki nilai rata-rata 1150 nm.

B. Preparasi Nanoselulosa

Selulosa yang diperoleh selanjutnya akan melewati proses hidrolisis asam. Selulosa sebanyak 10 gram di larutkan dalam 100 mL asam sulfat 45%. Penambahan asam sulfat dapat menghilangkan bagian amorf dari suatu rantai selulosa sehingga isolasi pada bagian kristalin selulosa dapat dilakukan (Yakosati, 2022). Sampel diaduk pada suhu 45°C selama 60 menit, hal ini bertujuan untuk mempercepat reaksi. Proses ini akan menghasilkan nanoselulosa dengan persamaan reaksi yang dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Residu yang dihasilkan kemudian dinetralkan menggunakan akuades. Nanoselulosa yang sudah diperoleh kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR dan PSA. Hasil karakterisasi FTIR selulosa dan nanoselulosa hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.1.



Gambar 4. 1 Spektrum FTIR (a) Selulosa dan (b) Nanoselulosa

Tabel 4. 1 Hasil Serapan Selulosa dan Nanoselulosa

No	Gugus Fungsi	Rentang Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
			Selulosa	Nanoselulosa
1.	O-H	3750-3000	3332	3334
2.	C-H	3000-2700	2888	2898
3.	C=O	1780-1640	1641	1642
4.	C-O	1300-1000	1025	1028

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa hidrolisis asam tidak mengubah gugus fungsi selulosa, hal ini sesuai dengan data penelitian yang dihasilkan peneliti terdahulu Lusiana (2019).

Hasil analisis FTIR selulosa dan nanoselulosa yang telah diperoleh dari limbah kulit bawang merah. Pada Tabel 4.1 terekam pada bilangan gelombang 3332 cm⁻¹ dan 3334 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus fungsi -OH, semakin tajamnya gugus fungsi -OH disebabkan oleh peningkatan gugus alkohol yang terdapat pada nanoselulosa. Serapan gugus fungsi C=O pada bilangan gelombang 1641 cm⁻¹ dan 1642 cm⁻¹ dimana serapan tersebut merupakan gugus karbonil dari hemiselulosa (Triyastiti & Krisdiyanto, 2018). Hasil karakterisasi menggunakan PSA diperoleh dispersi ukuran diameter nanoselulosa yang dihasilkan memiliki nilai rata-rata 150,5 nm.

Perbandingan data nanoselulosa dari hasil penelitian serta rujukan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Perbandingan Data Nanoselulosa Rujukan dan Penelitian ini

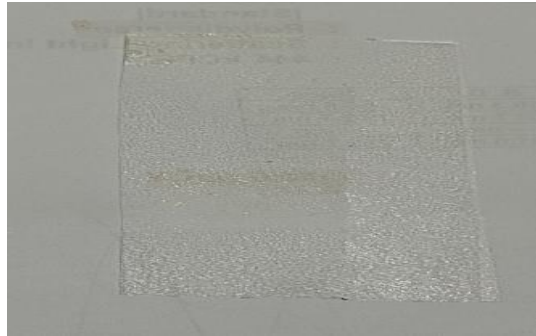
Nanoselulosa	Farida Utami (2018)	Penelitian ini
Sumber	Tongkol jagung	Kulit bawang merah
Ukuran Partikel	393,6 nm	150,5 nm
Konsentrasi H ₂ SO ₄	48,8%	45 %
Waktu Hidrolisis	1 Jam	1 Jam

Berdasarkan Tabel 4.2 dari hasil analisis PSA yang diperoleh Farida Utami (2018) nanoselulosa yang dihasilkan memiliki nilai rata-rata sebesar 393,6 nm sedangkan dari hasil analisis PSA pada penelitian ini diperoleh ukuran rata-rata nanoselulosa sebesar 150,5 nm. Semakin kecil ukuran nanoselulosa maka akan memudahkan partikel masuk ke dalam polimer sehingga mengurangi rongga dalam polimer dan kuat tarik semakin meningkat (Mandasari dan Kusuma, 2023). Ukuran nanoselulosa yang diperoleh sudah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Marno dkk (2018) yaitu pada rentang 100-500 nm.

C. Sintesis Bioplastik

Pembuatan bioplastik kitosan dilakukan dengan menambahkan 40 mL asam asetat 1% kedalam 1,5 gram kitosan dilakukan pengadukan dan pemanasan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 60°C selama 1 jam. Campuran kemudian dicetak dalam cetakan plastik dan

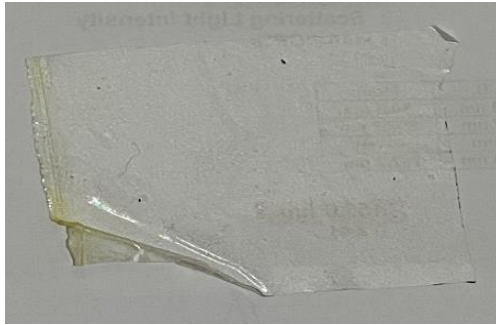
dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C. Bentuk fisik bioplastik kitosan disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Bioplastik K

Bioplastik kitosan pada Gambar 4.2 memiliki bentuk fisik tidak berwarna dan bersifat kaku, sehingga bioplastik kitosan membutuhkan penambahan sorbitol untuk meningkatkan sifat mekaniknya.

Pembuatan bioplastik kitosan-sorbitol dengan cara menambahkan sorbitol 1 mL pada campuran kitosan dan asam asetat 1%, kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 60°C selama 15 menit menggunakan *magnetic stirrer*. Campuran kitosan-sorbitol kemudian dicetak dalam cetakan plastik dan dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven. Bentuk fisik bioplastik kitosan-sorbitol disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Bioplastik K-S

Bioplastik kitosan-sorbitol pada Gambar 4.3 memiliki bentuk fisik tidak berwarna dan bersifat jauh lebih elastis. Bioplastik K-S yang demikian membutuhkan penambahan bahan penguat untuk lebih meningkatkan sifat mekaniknya agar mencapai komposisi optimum. Pada penelitian ini dilakukan penambahan nanoselulosa sebagai bahan penguat pada bioplastik untuk meningkatkan kekuatan pada bioplastik.

Pembuatan bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa dilakukan dengan cara mencampurkan larutan kitosan-sorbitol ditambahkan campuran nanoselulosa (0,4; 1; 2; 3; dan 4 gram) dan aquades, diaduk dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 60 menit. Campuran kitosan, sorbitol dan nanoselulosa kemudian dicetak dalam cetakan plastik dan dikeringkan pada suhu 60°C menggunakan oven. Tabel komposisi bioplastik K-S-NS disajikan pada Tabel 4.3.

Bentuk fisik bioplastik kitosan-sorbitol-nanoselulosa disajikan pada Gambar 4.4.

Tabel 4. 3 Komposisi Bioplastik K-S-NS

Bioplastik	Kitosan (g)	Sorbitol (mL)	Nanoselulosa (g)
K-S-NS 0,4	1,5	1	0,4
K-S-NS 1	1,5	1	1
K-S-NS 2	1,5	1	2
K-S-NS 3	1,5	1	3
K-S-NS 4	1,5	1	4

K-S-NS 0,4



K-S-NS 1



K-S-NS 2



K-S-NS 3



K-S-NS 4



Gambar 4. 4 Bioplastik K-S-NS

Bioplastik kitosan, sorbitol dengan penambahan nanoselulosa pada Gambar 4.4 yang dihasilkan memiliki bentuk fisik tidak berwarna, bersifat elastis dan kuat. Bioplastik K-S-NS 2 sudah cukup baik dan memenuhi standar sebagai bioplastik.

D. Karakterisasi Bioplastik

1. Uji Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik meliputi pengujian kuat tarik dan elongasi. Uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan bioplastik yang dapat terekam saat menahan gaya tarik dari beban maksimum yang diberikan. Uji persen elongasi dilakukan untuk mengetahui persen pertambahan panjang dari sampel bioplastik dengan mengetahui panjang awal bioplastik hingga bioplastik mengalami pemutusan. Hasil uji kuat tarik dan elongasi dari bioplastik yang disintesis dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Sifat Mekanik

Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
K	41,90	4,0
K-S	3,48	37,0
K-S-NS 0,4	4,85	30,8
K-S-NS 1	4,98	25,0
K-S-NS 2	9,53	19,0
K-S-NS 3	6,22	22,2
K-S-NS 4	4,57	26,8
	SNI : 1-10 MPa	SNI : 10-20%

Hasil uji kuat tarik yang diperoleh pada Tabel 4.4 menunjukkan perbedaan nilai kuat tarik dari berbagai variasi bioplastik yang dihasilkan. Bioplastik kitosan memiliki nilai kuat tarik 41,90 MPa lebih besar

dibandingkan variasi bioplastik lainnya, hal ini karena bioplastik kitosan memiliki kekuatan mekanik yang cukup tinggi dari kerapatan strukturnya. Kitosan biasanya digunakan untuk meningkatkan kuat tarik bioplastik (Rojtica, 2021). Penambahan sorbitol pada bioplastik kitosan meningkatkan nilai persen elongasi menjadi 37,0%, hal ini disebabkan penambahan sorbitol yang bersifat hidrofilik dapat melunakkan bahan dan meningkatkan elongasi bioplastik (Masrullita, 2020).

Bioplastik dengan penambahan nanoselulosa cenderung mengalami kenaikan nilai kuat tarik dari setiap penambahan konsentrasi, hingga pada penambahan nanoselulosa 2 gram yaitu menjadi sebesar 9,53 MPa. Peningkatan jumlah nanoselulosa yang ditambahkan dalam bioplastik menyebabkan semakin banyaknya ikatan hidrogen yang terbentuk antar polimer, sehingga membutuhkan energi yang lebih tinggi untuk memutuskan ikatan yang ditunjukkan dengan nilai kuat tarik yang tinggi. Penurunan nilai persen elongasi pada bioplastik dengan variasi nanoselulosa disebabkan karena penambahan nanoselulosa dapat mengurangi mobilitas rantai polimer akibat adanya interaksi antar serat dengan matriks bioplastik (Wicaksono *et al.*, 2020).

Ketidakstabilan peningkatan serta penurunan kekuatan mekanik bioplastik dapat disebabkan oleh kurangnya homogenitas dari nanoselulosa dan campuran, karena proses pencampuran dilakukan dengan waktu reaksi, kecepatan pengadukan dan suhu yang sama untuk semua jenis perlakuan (Iriani *et al.*, 2015). Standar nilai kuat tarik bioplastik berdasarkan SNI yaitu 1-10 MPa (Handayani, 2020), sehingga bioplastik K tidak memenuhi SNI nilai kuat tarik bioplastik, sedangkan bioplastik K-S; K-S-NS0,4; K-S-NS1; K-S-NS2; K-S-NS3; K-S-NS4 memenuhi standar kuat tarik bioplastik sesuai dengan SNI.

Standar nilai persen elongasi bioplastik berdasarkan SNI yaitu 10-20% (Handayani, 2020), sehingga bioplastik K; K-S; K-S-NS0,4; K-S-NS1; K-S-NS3; K-S-NS4 tidak memenuhi SNI nilai persen elongasi bioplastik, sedangkan hanya bioplastik K-S-NS2 dengan harga kuat tarik 9,53 MPa dan harga elongasi 19,0% yang memenuhi standar sifat mekanik bioplastik sesuai dengan SNI.

2. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air bertujuan untuk mengetahui seberapa baiknya bioplastik yang dihasilkan dalam

penyerapan air, hasil uji daya serap air pada bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Daya Serap Air

No	Bioplastik	Daya Serap Air (%)
1.	K	27,882
2.	K-S	32,914
3.	K-S-NS 0,4	20,996
4.	K-S-NS 1	20,985
5.	K-S-NS 2	19,914
6.	K-S-NS 3	15,991
7.	K-S-NS 4	12,000
		SNI: Max 21,5% pada suhu 25°C

Hasil uji pada Tabel 4.5 menunjukkan adanya perbedaan pada angka penyerapan air dari bioplastik K, K-S, K-S-NS. Kemampuan menyerap air paling maksimal terjadi pada bioplastik K-S, hal ini dikarenakan sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki sifat hidrofilik dan mampu menaikkan sifat hidrofil bioplastik sehingga meningkatkan terjadinya transmisi air pada bioplastik. Bioplastik K-S mampu meningkatkan daya serap air dari bioplastik K mencapai 32,914%. Bioplastik K-S-NS memiliki nilai daya serap air yang lebih rendah, hal ini dikarenakan nanoselulosa dapat meningkatkan kerapatan bioplastik. Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan penelitian terdahulu oleh Aulia dan Sunardi (2021) yang menyatakan semakin tinggi nanoselulosa

maka semakin rendah nilai kelarutan bioplastik, hal inilah yang mendukung rendahnya penyerapan air pada bioplastik dengan nanoselulosa.

Salah satu parameter baik atau tidaknya bioplastik adalah nilai daya serap air. Semakin tinggi nilai daya serap air menunjukkan semakin tinggi pula kemampuan bioplastik untuk menyerap air. Standar nilai daya serap air berdasarkan pada SNI adalah max 21,5% pada suhu 25°C (Handayani, 2020), sehingga bioplastik K dan K-S tidak memenuhi SNI daya serap air bioplastik, sedangkan bioplastik K-S-NS0,4; K-S-NS1; K-S-NS2; K-S-NS3; K-S-NS4 sudah memenuhi standar mutu daya serap air sesuai dengan SNI.

3. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan untuk mengetahui laju biodegradasi bioplastik yang dihasilkan. Metode uji yang digunakan yaitu metode soil burial yang dilakukan dengan mengubur bioplastik didalam tanah dalam waktu tertentu hingga bioplastik habis terurai didalam tanah. Hasil uji biodegradasi dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Uji Biodegradasi

Bioplastik	Lama Terurai 100% (hari)
K	28
K-S	12
K-S-NS 0,4	14
K-S-NS 1	19
K-S-NS 2	21
K-S-NS 3	24
K-S-NS 4	24
SNI : 100% dalam 60 hari	

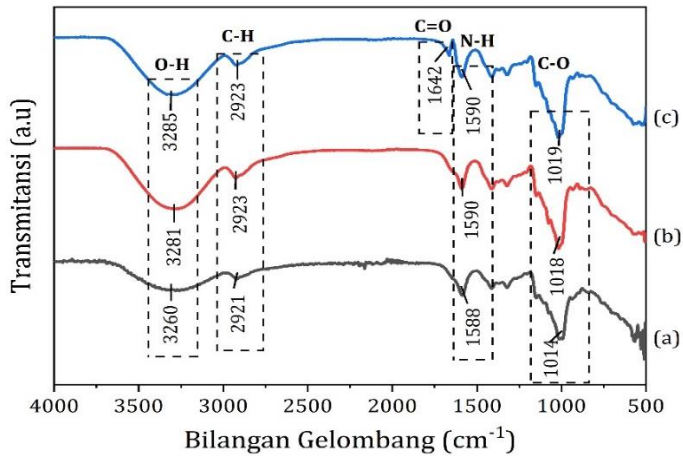
Pada tabel 4.6 diperoleh hasil uji biodegradasi bioplastik K; K-S; K-S-NS dengan variasi 0,4; 1; 2; 3 dan 4 gram. Sampel bioplastik memiliki lama waktu terdegradasi paling cepat 12 hari dan waktu degradasi paling lama 28 hari. Bioplastik K-S memiliki waktu terdegradasi paling cepat, hal ini terjadi karena adanya sorbitol sebagai *plasticizer* yang memiliki sifat hidrofilik, sifat hidrofilik ini menandakan kesukaan terhadap air, artinya bioplastik ini bersifat lembab yang mengakibatkan mikroorganisme pendegradasi dapat berkembang dengan baik dan mempercepat proses degradasi. Hal ini membuktikan bahwa penambahan sorbitol pada bioplastik menjadikannya cepat terdegradasi sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Afdal dkk, (2022).

Pada sampel bioplastik dengan penambahan nanoselulosa dengan variasi 0,4; 1; 2; 3; dan 4 gram

berturut-turut memerlukan waktu terdegradasi 14 hari, 19 hari, 21 hari, 24 hari dan 24 hari untuk dapat terurai sempurna. Semakin tinggi penambahan nanoselulosa maka semakin menurunnya laju biodegradasi. Penurunan laju biodegradasi ini disebabkan adanya penambahan nanoselulosa dapat menurunkan tingkat penyerapan air, air akan memudahkan mikroorganisme berkembang dan merusak bioplastik (Syafri, 2019). Penelitian terdahulu telah dilakukan oleh Milania, (2023) dimana peningkatan kadar nanoselulosa mengakibatkan laju biodegradasi semakin menurun, sehingga bioplastik menjadi lebih lama untuk terurai sempurna. Standar biodegradasi berdasarkan pada SNI adalah 100% dalam waktu 60 hari (Handayani, 2020), sehingga bioplastik K; K-S; K-S-NS dengan variasi yang digunakan sudah memenuhi standar bioplastik sesuai dengan SNI.

4. Karakterisasi Gugus Fungsi menggunakan FTIR

Analisis sampel menggunakan spektra FTIR dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi apa saja yang terdapat pada sampel bioplastik yang dihasilkan dari penelitian. Hasil spektrum FTIR dari sampel bioplastik K, K-S, K-S-NS dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.7.



Gambar 4. 5 Spektrum FTIR (a) Bioplastik K (b) Bioplastik K-S (c) Bioplastik K-S-NS

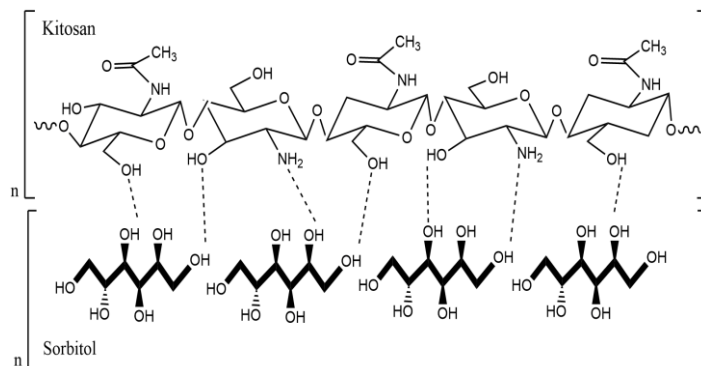
Tabel 4. 7 Hasil Serapan Bioplastik

No	Gugus Fungsi	Rentang Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Bilangan Gelombang (cm^{-1})		
			K	K-S	K-S-NS
1.	O-H	3750-3000	3260	3281	3285
2.	C-H	3000-2700	2921	2923	2923
3.	C=O	1780-1640	-	-	1642
4.	N-H	1620-1571	1588	1590	1590
5.	C-O	1300-1000	1014	1018	1019

Berdasarkan Gambar 4.5 (a) didapatkan hasil bahwa terdapat bilangan gelombang 3260 cm^{-1} , 2921 cm^{-1} , 1588 cm^{-1} dan 1014 cm^{-1} merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Data gugus fungsi tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan mengandung kitosan, hal ini

karena adanya gugus fungsi N-H yang merupakan serapan khas kitosan (Abdul Wafi, 2020).

Berdasarkan Gambar 4.5 (b) didapatkan hasil bahwa terdapat bilangan gelombang 3281 cm^{-1} , 2923 cm^{-1} , 1590 cm^{-1} dan 1018 cm^{-1} merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Data gugus fungsi tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan mengandung kitosan dan sorbitol. Gugus fungsi N-H merupakan gugus khas kitosan dan adanya gugus fungsi O-H dan C-H pada bioplastik K-S merupakan gugus fungsi karakteristik dari sorbitol (Rahayu, 2016). Interaksi kitosan terhadap sorbitol dapat dilihat pada Gambar 4.6.

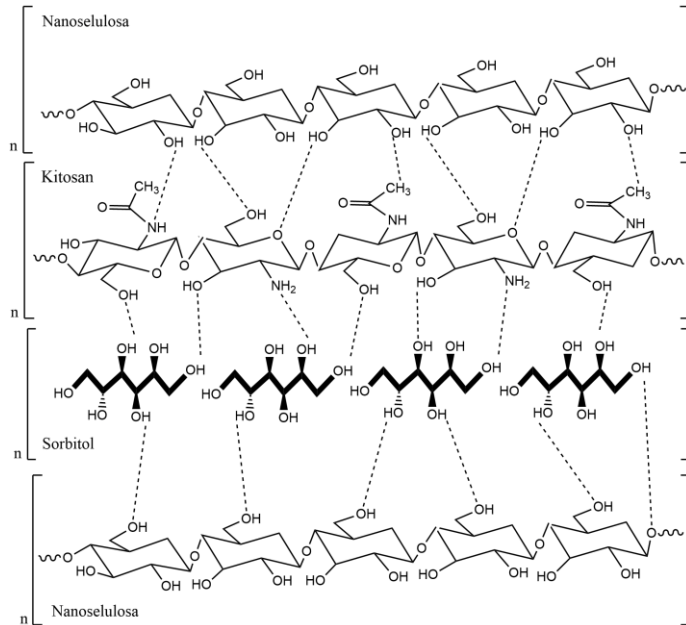


Gambar 4. 6 Interaksi antara Kitosan-Sorbitol

Pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi -OH yaitu dari 3260 cm^{-1} (bioplastik K) menjadi 3281 cm^{-1} (bioplastik K-S), pada gugus fungsi C-H dari

2921 cm^{-1} (bioplastik K) menjadi 2923 cm^{-1} (bioplastik K-S), pada gugus fungsi N-H dari 1588 cm^{-1} (bioplastik K) menjadi 1590 cm^{-1} (bioplastik K-S), selain itu pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi C-O dari 1014 cm^{-1} (bioplastik K) menjadi 1018 cm^{-1} (bioplastik K-S). Adanya pergeseran bilangan gelombang pada gugus fungsi O-H, C-H, N-H dan C-O ini menunjukkan adanya interaksi berupa ikatan hidrogen antar molekul kitosan-sorbitol pada bioplastik (Sofia *et al.*, 2017).

Berdasarkan Gambar 4.5 (c) didapatkan hasil bahwa terdapat bilangan gelombang 3285 cm^{-1} , 2923 cm^{-1} , 1590 cm^{-1} , 1019 cm^{-1} merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Data gugus fungsi tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan mengandung kitosan dan sorbitol. Munculnya puncak baru pada bilangan gelombang 1642 cm^{-1} merupakan gugus fungsi C=O yang dimiliki hemiselulosa dari nanoselulosa (Lusiana, 2019). Interaksi kitosan, sorbitol dan nanoselulosa dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Interaksi antara Kitosan-Sorbitol-Nanoselulosa

Pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi $-OH$ yaitu dari 3281 cm^{-1} (bioplastik K-S) menjadi 3285 cm^{-1} (bioplastik K-S-NS), selain itu pergeseran bilangan gelombang terjadi pada gugus fungsi $C-O$ dari 1018 cm^{-1} (bioplastik K-S) menjadi 1019 cm^{-1} (bioplastik K-S-NS). Adanya pergeseran bilangan gelombang pada gugus fungsi $O-H$ dan $C-O$ ini menunjukkan adanya interaksi berupa ikatan hidrogen antar molekul kitosan-sorbitol-nanoselulosa pada bioplastik. Hasil FTIR pada bioplastik K-S dan bioplastik K-S-NS ini menunjukkan adanya kemunculan gugus fungsi baru pada bilangan

gelombang 1642 cm^{-1} yang merupakan gugus fungsi $\text{C}=\text{O}$ dari penambahan nanoselulosa.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Nanoselulosa yang disintesis memiliki karakteristik fisik berwarna putih kekuningan. Distribusi ukuran nanoselulosa yang diperoleh melalui karakterisasi menggunakan PSA memiliki nilai rata-rata sebesar 150,5 nm. Hasil karakteristik gugus fungsi menggunakan FTIR didapatkan hasil bahwa terdapat bilangan gelombang 3334 cm^{-1} , 2898 cm^{-1} , 1642 cm^{-1} , 1028 cm^{-1} yang merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, C=O, dan C-O.
2. Hasil karakteristik gugus fungsi bioplastik K didapatkan bilangan gelombang 3260 cm^{-1} , 2921 cm^{-1} , 1588 cm^{-1} , 1014 cm^{-1} merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Hasil karakteristik gugus fungsi bioplastik K-S didapatkan bilangan gelombang 3281 cm^{-1} , 2923 cm^{-1} , 1590 cm^{-1} , 1018 cm^{-1} merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, N-H, dan C-O. Hasil karakteristik gugus fungsi bioplastik K-S-NS didapatkan bilangan gelombang 3285 cm^{-1} , 2923 cm^{-1} , 1642 cm^{-1} , 1590 cm^{-1} , 1019 cm^{-1} merupakan puncak

karakteristik dari gugus fungsi O-H, C-H, C=O, N-H, dan C-O.

3. Penambahan sorbitol meningkatkan elongasi bioplastik kitosan dari 4,0% menjadi 37,0%. Penambahan nanoselulosa dengan komposisi paling optimum mampu meningkatkan kuat tarik bioplastik K-S dari 3,48 MPa menjadi 9,53 MPa. Penambahan sorbitol pada bioplastik mampu mempercepat waktu degradasi dari 28 hari menjadi 12 hari, sedangkan penambahan nanoselulosa pada bioplastik dapat memperlambat waktu degradasi dari 12 hari hingga 24 hari, sehingga seluruh variasi bioplastik telah memenuhi SNI biodegradasi bioplastik.
4. Komposisi paling optimum yang dihasilkan yaitu bioplastik dengan penambahan nanoselulosa 2 gram (K-S-NS2) dengan harga kuat tarik 9,53 MPa, elongasi 19,0%, daya serap air 19,914%, terdegradasi selama 21 hari. Seluruh parameter pengujian telah memenuhi standar SNI bioplastik.

B. Saran

Disarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap variasi waktu yang lebih lama dalam hidrolisis asam pada nanoselulosa agar diperoleh ukuran <100 nm.

DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan Dengan *Plasticizer* Sorbitol. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 7(2), 103–109.
- Agustin, Y. E., & Padmawijaya, K. S. (2016). Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 40–48.
- Amalia, A. R., Kumara, R. F., & Putri, N. P. (2019). *Manufacturing Of Bioplastics From Cellulose Empty Fruit Bunches Waste With Addition Of Glycerol As Plasticizer*. *Konversi*, 8(2), 63–68. <https://doi.org/10.20527/K.V8i2.6839>
- Anindya, A. L. (2018). *Particle Size Analyser: Beberapa Penggunaan Instrumen Hamburan Cahaya*. *Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi (SNIKO)*.
- Anshar, A. (2020). Penentuan Optimum dan Karakterisasi Plastik Biodegradabel Berbahan Dasar Selulosa Limbah Kulit Jagung (*Zea Mays*). *Skripsi UIN Alauddin*.
- Aqila Putri, S., Febrianti, R., & Sunardi, S. (2020). Potensi Nanoselulosa untuk Agen *Slow Release*. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*, 2(2), 56–60. <https://doi.org/10.36873/jjms.2020.V2.I2.406>
- Ariyanti, N. N. (2019). Pengaruh Konsentrasi *Plasticizer* Gliserol dan Perbandingan Air dengan Rumput Laut Terhadap Karakteristik Edible Film Rumput Laut (*Eucheuma Cottoni*). *Skripsi Universitas Pasundan*, 8(5), 55.
- Asngad, A., Amelia, R., & Aeni, N. (2018). Pemanfaatan Kombinasi Kulit Kacang dengan Bonggol Pisang dan Biji Nangka untuk Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Penambahan Gliserol. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 4(1), 11–19. <https://doi.org/10.23917/Bioeksperimen.V4i1.5924>
- Astuti, T. D. (2016). Pembuatan Nanoselulosa dari Limbah Padat Tapioka (Onggok) dengan Metode Hidrolisis Asam.

Skripsi Universitas Lampung. 1–23.

- Azizaturrohmah. (2019). Perbandingan *Plasticizer* Gliserol dan Sorbitol pada Bioplastik Pati Sagu (*Metroxylon Sp.*) dengan Penambahan Minyak Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis L.*) sebagai Antioksidan. *Skripsi UIN Sunan Ampel.*
- D'angelo, G., Elhussieny, A., Faisal, M., Fahim, I. S., & Everitt, N. M. (2018). *Mechanical Behavior Optimization Of Chitosan Extracted From Shrimp Shells As A Sustainable Material For Shopping Bags. Journal Of Functional Biomaterials, 9(2), 1–10.* <https://doi.org/10.3390/jfb9020037>
- Effendi, D. B., Rosyid, N. H. R., Nandiyanto, A. B. D., & Mudzakir, A. (2015). *Review : Sintesis Nanoselulosa. Jurnal Integrasi Proses, 5(2), 61–74.*
- Fuadi. (2015). Pengaruh Suhu dan pH Terhadap Banyaknya *Yield* (Kadar Glukosa) yang dihasilkan pada Proses Hidrolisis Enzimatis dari Limbah Kertas. *Simposium Nasional RAPI XIV. (179–185).*
- Ginting, M. H. S., Kristiani, M., Amelia, Y., & Hasibuan, R. (2016). *The Effect Of Chitosan, Sorbitol, And Heating Temperature Bioplastic Solution On Mechanical Properties Of Bioplastic From Durian Seed Starch (Durio Zibehinus). Journal Of Engineering Research And Applications, 6(1), 33–38.*
- Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). *Narrative Review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid Dan Fenolik. Jurnal Surya Medika, 6(1), 177–180.* <https://doi.org/10.33084/jsm.V6i1.1641>
- Handayani, J. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol pada Pembuatan Film Bioplastik dari Biji Alpukat terhadap Karakteristik Bioplastik. *Universitas Research Colloquium 2020-Universitas Aisyiyah Surakarta.. 41–47.*
- Hasan, M., & Hanum, L. (2019). Analisis Bioplastik dari Pati Beras Hitam (*Oryza Sativa L . Indica*) - Kitosan menggunakan Pemlastis *Refined Bleached Deodorized Palm Oil* (*Rbdpo*) sebagai Bahan Edible Film. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia (JIMPK), 4(1), 1–9.*

- Hidayat, S., Meidinariasty, A., Junaidi, R., & Sriwijaya, P. N. (2022). Film Nanokomposit Berbasis Termoplastik Pati Singkong -Polivinil Alkohol dengan Nanoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Penguat. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Indonesia (JPTI)*, 2(10), 413–423.
- Ilham, M., & Sumarni. (2020). Ekstraksi Antosianin dari Kulit Bawang Merah sebagai Pewarna Alami Makanan. *Jurnal Inovasi Proses*, 05(01).
- Iriani, E. S. (2015). Sintesis Nanoselulosa dari Serat Nanas dan Aplikasinya sebagai Nanofiller pada Film Berbasis Polivinil Alkohol. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 11–19.
- Julianto, H., dan Farid, M. (2017). Ekstraksi Nanoselulosa dengan Metode Hidrolisis Asam sebagai Penguat Komposit Absorpsi Suara. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 242–245.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Lusiana Sri Eva. (2019). Pengembangan Metode Sintesis Nanoselulosa menggunakan Selulosa dari Residu Bunga *Pinus Merkusii Jungh & De Vriese*. *Skripsi Universitas Brawijaya*.
- Maghfur, M. I. (2015). Sintesis dan Karakterisasi Edible Film dari Limbah Kulit Udang, Lidah Buaya dan Sorbitol Sebagai Alternatif Pengemas Makanan.
- Mahyudin, P. A. A. (2022). Karakterisasi Sifat Mekanik Film Plastik dari Pati Biji Nangka dengan Variasi Nanoserat Pinang.
- Marieta, A., & Musfiroh, I. (2019). Review Artikel : Berbagai Aktivitas Farmakologi dari Senyawa Kitosan. *Farmaka*, 17(2), 105–110.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi dan Karakteristik Selulosa. *Jurnal*

- Saintika Unpam*, 1(2), 177–180.
- Munir. (2017). Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Ampas Tebu (*Baggase*) dalam Pembuatan Film Bioplastik. *Skripsi UIN Alauddin*.
- Nanda, K. P., & Azizati, Z. (2018). Pembuatan Bioplastik dari Kitosan dan Sorbitol Dengan Penambahan Minyak Atsiri Serai. *Walisongo Journal Of Chemistry*, 1(2), 78. <https://doi.org/10.21580/Wjc.V2i2.3106>
- Ningtyas, K., Rimadhanti., Muslihudin, M., & Sari, I. N. (2020). Sintesis Nanoselulosa dari Limbah Hasil Pertanian dengan Menggunakan Variasi Konsentrasi Asam. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 20(2). <https://doi.org/10.25181/Jppt.V20i2.1631>
- Nurhabibah, S. A., & Kusumaningrum, W. B. (2021). Karakterisasi Bioplastik dari K-Karagenan *Eucheuma Cottonii* Terplastisasi Berpenguat Nanoselulosa. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 82. <https://doi.org/10.24817/jkk.V43i2.6808>
- Okik Hendriyanto Cahyonugroho. (2018). Potensi Tepung Nasi dan Serta Limbah Daun Sebagai Alternatif Bahan Plastik Biodegradable. *Jurnal Envirotek*, 10(2), 50–54. <https://doi.org/10.33005/Envirotek.V10i2.1234>
- Panjaitan, R. M., Irdoni., & Bahruddin. (2017). Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Berbasis Batang Pisang Terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbahan Pati Umbi Talas. *Universitas Riau*, 4(1), 3.
- Perdana, Y. A. (2016). Perbandingan Penambahan *Plasticizer* Gliserol, Sorbitol terhadap Biodegradasi dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*)-Pati Onggok Singkong. *Skripsi UIN Sunan Kalijaga*, 152(3),
- Pratama, A. W. (2017). Preparasi dan Karakterisasi Nanoselulosa Secara Hidrolisis dengan Variasi Konsentrasi Asam. *Skripsi Universitas Jember*.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal Of Pharmaceutical*

- Science and Technology*, 3(3), 83.
<https://doi.org/10.15416/ijpst.V3i3.9406>
- Purbasari, A., Wulandari, A. A., & Marasabessy, F. M. (2020). Sifat Mekanis dan Fisis Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang: Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pemlastis. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 42(2), 66.
<https://doi.org/10.24817/jkk.V42i2.5872>
- Purwanti, A. (2010). Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi*, 3(2), 99–106.
- Putera, R. D. H. (2012). Ekstraksi Serat Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) dengan Variasi Pelarut. *Skripsi Universitas Indonesia*.
- Putra, A. D., Johan, V. S., dan Efendi, R. (2017). *The Addition Of Sorbitol As A Plasticizer In The Production Edible Films Based Breadfruit Starch*. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Riau*, 4, 1–15.
- Rahayu, A., Rosti., Sartika, G., Tendrita, M., & Hidayanti, U. (2022). Edukasi Bahaya Sampah Plastik. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 5458.
- Ramdhani R., Amalia V., dan Junitasari, A. (2022). Pengaruh Konsentrasi Sorbitol terhadap Karakteristik Edible Film Pati Kentang (*Solanum Tuberosum L.*) dan Pengaplikasiannya pada Dodol Nanas. *Jurnal Kimia*, 15, 103–111.
- Ratnasari, J., & Chodijah, S. (2020). Kerusakan Lingkungan Menurut Sains dan Ahmad Mustafa Al-Maraghi: Studi Tafsir Al-Maraghi Pada Surat Al-Rum Ayat 41, Al-Mulk Ayat 3-4 Dan Al-A'raf Ayat 56). *Al-Tadabbur: Jurnal Ilmu Alquran Dan Tafsir*, 5(1), 121–136.
<https://doi.org/10.30868/At.V5i1>
- Reddy, J. P., & Rhim, J. (2018). *Extraction and Characterization Of Cellulose Microfibers From Agricultural Wastes Of Onion And Garlic Extraction And Characterization Of Cellulose Microfibers From*. *Journal Of Natural Fibers, Jurnal Serat Alami*, 1–9.

- Rewini Kunusa, W. (2017). Kajian Tentang Isolasi Selulosa Mikrokrystalin dari Limbah Tongkol Jagung. *Jurnal Entropi*, 1, 105–108.
- Rismayadi, B. (2017). Penyuluhan Kesadaran Masyarakat Seputar Kampus Universitas Buana Perjuangan Karawang Mengenai Dampak Sampah Serta Pelatihan Pemanfaatan Sampah Plastik Untuk Kegiatan Ekonomi Kreatif. *Buana Ilmu*, 1(2), 239–263. <https://doi.org/10.36805/bi.v1i2.418>
- Rojtica, M. A. (2021). Sintetis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu-Kitosan-Glislerol. *Skripsi UIN Walisongo*.
- Rozi, M. F., & Mahyudin, A. (2020). Analisis Variasi Fraksi Volume Nanoserat Pinang Terhadap Sifat Mekanik dan Uji Biodegradasi Material Komposit Epoksi dengan Pati Talas. *Jurnal Fisika Universitas Andalas*, 9(2), 270–276. <https://doi.org/10.25077/jfu.9.2.270-276.2020>
- Sagar, N. A., Pareek, S., Benkeblia, N., & Xiao, J. (2022). *Onion (Allium Cepa L.) Bioactives: Chemistry, Pharmacotherapeutic Functions, and Industrial Applications*. *Food Frontiers*, 380–412.
- Sanjaya, I. G. M. (2020). Ekstraksi dan Karakterisasi Nanoselulosa dari Limbah Kulit Bawang Merah. *Journal Education and Chemistry*, 2(1), 77–81.
- Sari, D. Y., Fitriyanti, R., Nurlela., & Wahyudi, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Online Fakultas Teknik, Universitas PGRI Palembang*, 6(2), 157–165.
- Sari, N. W., & Fajri, M. Y. (2018). Analisis Fitokimia dan Gugus Fungsi dari Ekstrak Etanol Pisang Gorocho Merah (*Musa Acuminate (L)*). *Indonesian Journal Of Biotechnology and Biodiversity*, 2(1), 30–34.
- Sartika, M. (2017). Pengaruh Penambahan Selulosa Mikrokrystal dari Serat Ijuk dan *Plasticizer* Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Alpukat

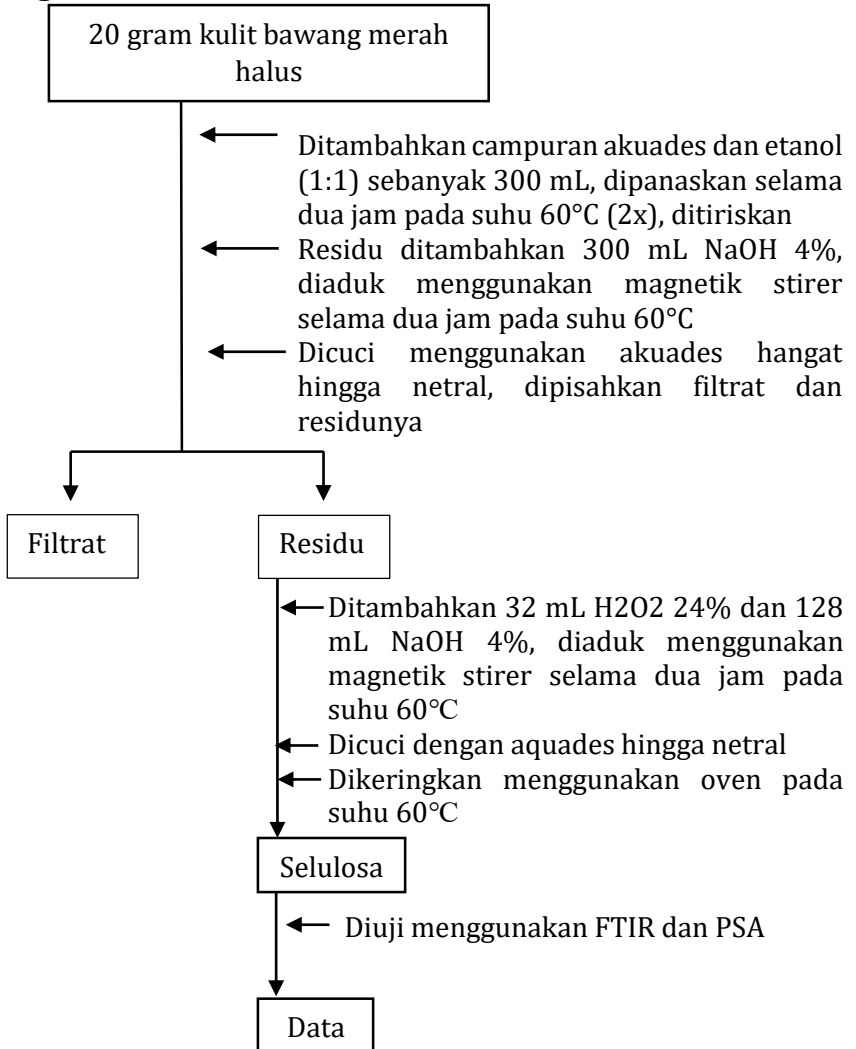
- (*Parsea Americana mill*). *Skripsi Universitas Sumatera Utara*.
- Setha, B., & Rumata, F. (2019). *Characteristics Of Chitosan From White Leg Shrimp Shells Extracted Using Different Temperature And Time Of The Deasetilation Process*. *JPHPI*, 22 (3), 498-507.
- Setiawan, H., Faizal, R., & Amrullah, A. (2015). Penentuan Kondisi Optimum Modifikasi *Plasticizer* Sorbitol PVA Pada Sintesa Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Pati Sorgum dan Kitosan Limbah Kulit Udang. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 13(1), 29–38.
- Setiawan, S. Y. (2019). Pengaruh Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekan Pada Proses Ekstrusi di Mesin Printer 3D. *Skripsi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Siregar, B. E. (2020). Pengaruh Jumlah Bola dan Lama Waktu Penggilingan *Ball Mill* Terhadap Kehalusan dan Mikrostruktur Pasir Silika. *Skripsi Universitas Islam Riau*.
- Sofia, A., Prasetya, A. T., & Kusumastuti, E. (2017). Komparasi Bioplastik Kulit Labu Kuning-Kitosan dengan *Plasticizer* dari Berbagai Variasi Sumber Gliserol. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 6(2), 111–115. [Http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Ijcs](http://Journal.Unnes.Ac.Id/Sju/Index.Php/Ijcs)
- Sri, Wahyuni. (2018). Pembuatan Bioplastik dari Kitosan dan Pati Jagung dengan Menggunakan Glutaraldehid Sebagai Pengikat Silang. *Jurnal Uin Alauddin Makasar*, 1–86.
- Susatyo, M. W. S. E. B. (2013). Sintesis dan Karakterisasi Edible Film Kitosan Termodifikasi PVA dan Sorbitol. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 2(1), 1–6.
- Suseno, J. E., & Firdausi, K. S. (2008). Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika*, 11(1), 23–28–28.
- Triyastiti, L., & Krisdiyanto, D. (2018). Isolasi Nanokristal dari Pelepeh Pohon Salak Sebagai Filler Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA). *Indonesian Journal Of Materials*

- Chemistry*, 1(1), 39–45.
- Wicaksono, R., Wibowo, C., & Fajar, R. (2020). Bioplastik Tapioka dengan Penambahan Sorbitol. *Prosiding Seminar Nasional Dan Call For Papers*, 18–28.
- Widiastuti, E., & Ari Marlina. (2022). Sintesis Nanofiller dari Rumpun Alang-Alang untuk Pembuatan Film Bioplastik Berbahan Dasar Pati-Kitosan. *Fluida*, 15(1), 14–21. <https://doi.org/10.35313/Fluida.V15i1.3268>
- Xu, K., Liu, C., Kang, K., Zheng, Z., Wang, S., Tang, Z., & Yang, W. (2018). *Isolation Of Nanocrystalline Cellulose From Rice Straw And Preparation Of Its Biocomposites With Chitosan: Physicochemical Characterization And Evaluation Of Interfacial Compatibility*. *Composites Science And Technology*, 154(2018), 8–17. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2017.10.022>
- Yakosati, S. (2022). Pembuatan Nanoselulosa dari Limbah Kulit Bawang Merah Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dengan Variasi Konsentrasi H₂SO₄. *Skripsi Universitas Lampung*.
- Yupa, N. P., Sunardi, S., & Irawati, U. (2021). *Synthesis and Characterization Of Alginate Based Bioplastic With The Addition Of Nanocellulose From Sago Frond As Filler*. *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(1), 30. <https://doi.org/10.31764/justek.V4i1.4308>
- Zaharani, R. (2023). Pembuatan Nanoselulosa dari Ampas Tebu Menggunakan Metode Hidrolisis Asam. *Skripsi Universitas Lampung*. 22–23.

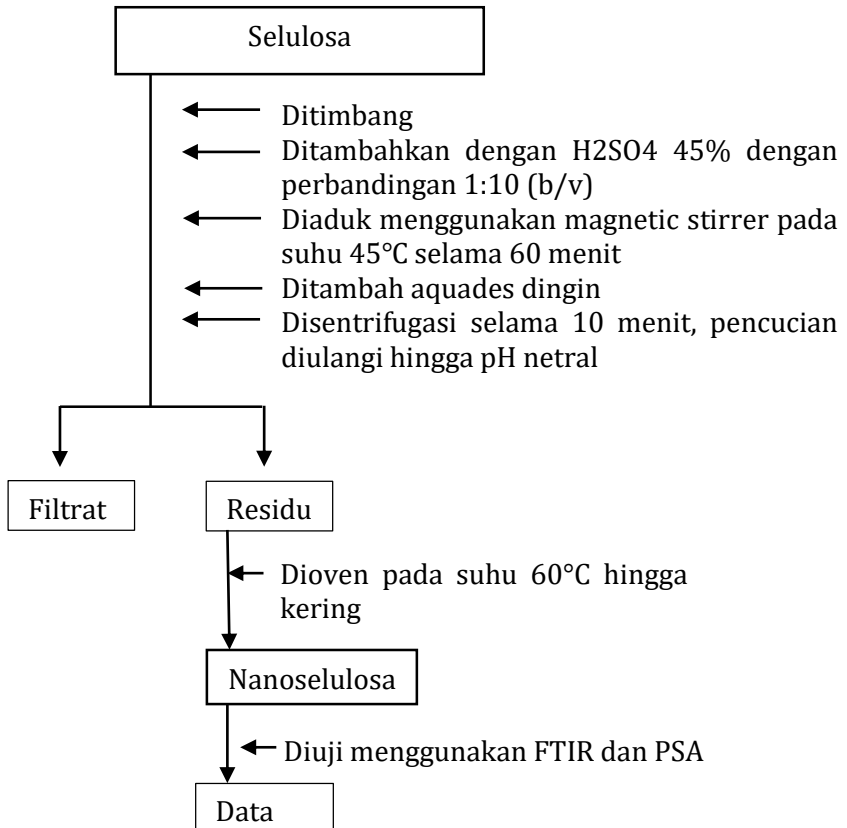
LAMPIRAN

Lampiran 1 Skema Prosedur Kerja

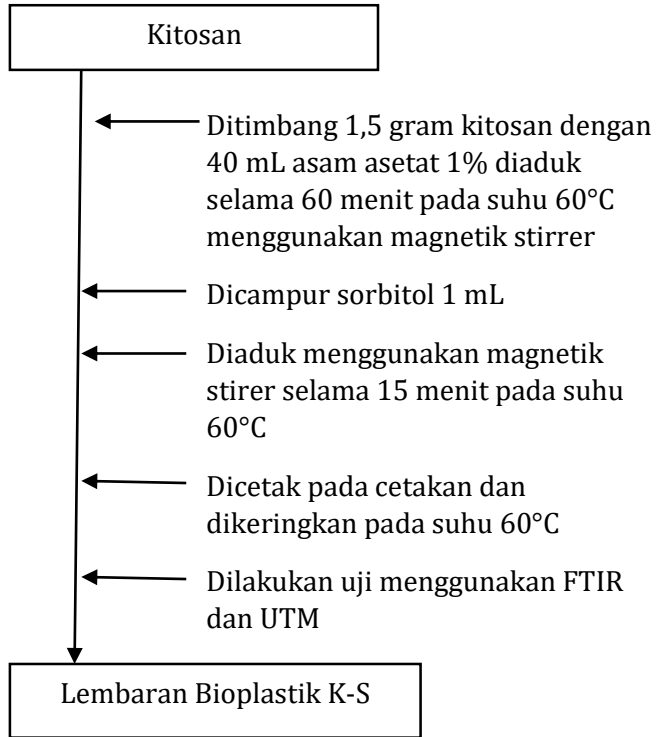
Bagian 1. Sintesis Selulosa



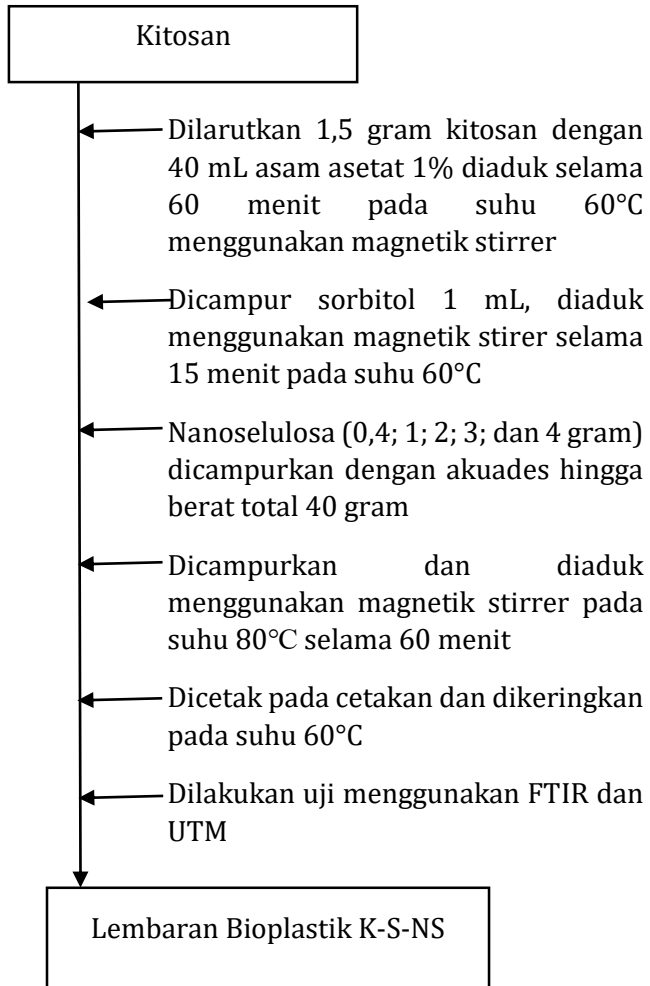
Bagian 2. Preparasi Nanoselulosa



Bagian 3. Sintesis Bioplastik Kitosan-Sorbitol



Bagian 4. Sintesis Bioplastik Kitosan-Sorbitol-Nanoselulosa



Lampiran 2 Data PSA

PSA Selulosa



HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver.2.20

SZ-100

Selulosa_1776.nsz

Measurement Results

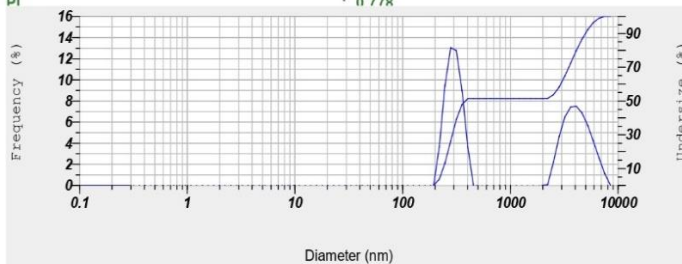
Date : 30 August 2023 15:01:57
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Selulosa
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 25.0 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.895 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 32754
 Distribution Form : [Standard]
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 62 KCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.51	282.2 nm	46.4 nm	266.7 nm
2	0.49	4032.6 nm	1135.1 nm	3831.9 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	2105.6 nm	2035.0 nm	266.7 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 1150.0 nm
 PI : n 778



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	27	4.40	0.000	0.000	43	57.09	0.000	0.000
2	0.38	0.000	0.000	28	4.97	0.000	0.000	44	64.50	0.000	0.000
3	0.43	0.000	0.000	29	5.61	0.000	0.000	45	72.87	0.000	0.000
4	0.49	0.000	0.000	30	6.34	0.000	0.000	46	82.33	0.000	0.000
5	0.56	0.000	0.000	31	7.17	0.000	0.000	47	93.02	0.000	0.000
6	0.62	0.000	0.000	32	8.10	0.000	0.000	48	105.10	0.000	0.000
7	0.70	0.000	0.000	33	9.15	0.000	0.000	49	119.74	0.000	0.000
8	0.80	0.000	0.000	34	10.34	0.000	0.000	50	134.16	0.000	0.000
9	0.90	0.000	0.000	35	11.66	0.000	0.000	51	151.57	0.000	0.000
10	1.02	0.000	0.000	36	13.20	0.000	0.000	52	171.25	0.000	0.000
11	1.15	0.000	0.000	37	14.91	0.000	0.000	53	193.48	0.000	0.000
12	1.30	0.000	0.000	38	16.84	0.000	0.000	54	219.00	0.629	0.629
13	1.47	0.000	0.000	39	19.03	0.000	0.000	55	248.98	0.423	1.052
14	1.66	0.000	0.000	40	21.50	0.000	0.000	56	279.04	13.077	26.078
15	1.87	0.000	0.000	41	24.39	0.000	0.000	57	315.27	12.765	38.833
16	2.11	0.000	0.000	42	27.45	0.000	0.000	58	358.20	8.963	47.795
17	2.38	0.000	0.000	43	31.01	0.000	0.000	59	403.44	3.585	51.380
18	2.70	0.000	0.000	44	35.03	0.000	0.000	60	454.89	0.000	51.380
19	3.06	0.000	0.000	45	39.58	0.000	0.000	61	513.71	0.000	51.380
20	3.46	0.000	0.000	46	44.77	0.000	0.000	62	580.41	0.000	51.380
21	3.89	0.000	0.000	47	50.53	0.000	0.000	63	655.76	0.000	51.380

PSA Nanoselulosa



HORIBA SZ-100 for Windows [Z Type] Ver.2.0

SZ-100

Selulosa_2409.nsz

Measurement Results

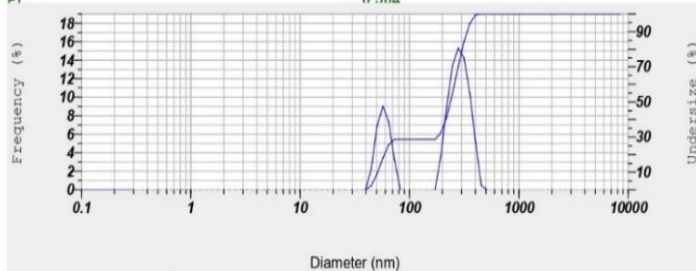
Date : 20 September 2023 10:24:08
 Measurement Type : Particle Size
 Sample Name : Selulosa
 Scattering Angle : 90
 Temperature of the Holder : 24.9 deg. C
 Dispersion Medium Viscosity : 0.897 mPa.s
 Transmission Intensity before Meas. : 31730
 Distribution Form : [Standard]
 Distribution Form(Dispersity) : Polydisperse
 Representation of Result : Scattering Light Intensity
 Count Rate : 474 kCPS

Calculation Results

Peak No.	S.P.Area Ratio	Mean	S. D.	Mode
1	0.29	54.8 nm	7.5 nm	53.9 nm
2	0.71	272.2 nm	54.1 nm	263.5 nm
3	---	--- nm	--- nm	--- nm
Total	1.00	210.1 nm	108.4 nm	263.5 nm

Cumulant Operations

Z-Average : 150.5 nm
 PI : 0.504



No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation	No.	Diameter	Frequency	Cumulation
1	0.34	0.000	0.000	22	4.03	0.000	0.000	43	37.69	0.011	31.946	146	140.80	0.000	100.000
2	0.38	0.000	0.000	23	4.89	0.000	0.000	44	64.50	7.336	35.372	65	837.07	0.000	100.000
3	0.43	0.000	0.000	24	5.61	0.000	0.000	45	77.87	3.220	38.592	66	205.74	0.000	100.000
4	0.49	0.000	0.000	25	6.34	0.000	0.000	46	62.33	0.860	39.452	67	1308.52	0.000	100.000
5	0.55	0.000	0.000	26	7.17	0.000	0.000	47	93.02	0.000	39.592	68	1407.24	0.000	100.000
6	0.62	0.000	0.000	27	8.10	0.000	0.000	48	105.10	0.000	39.592	69	1363.37	0.000	100.000
7	0.70	0.000	0.000	28	9.15	0.000	0.000	49	138.74	0.000	39.592	70	1541.04	0.000	100.000
8	0.80	0.000	0.000	29	10.34	0.000	0.000	50	134.16	0.000	39.592	71	1741.10	0.000	100.000
9	0.90	0.000	0.000	30	11.68	0.000	0.000	51	151.57	0.000	39.592	72	1987.14	0.000	100.000
10	1.00	0.000	0.000	31	13.20	0.000	0.000	52	117.75	0.000	39.592	73	2222.51	0.000	100.000
11	1.15	0.000	0.000	32	14.91	0.000	0.000	53	193.48	3.647	39.249	74	2611.06	0.000	100.000
12	1.30	0.000	0.000	33	16.84	0.000	0.000	54	218.00	8.591	47.840	75	2837.04	0.000	100.000
13	1.47	0.000	0.000	34	19.03	0.000	0.000	55	246.95	13.349	54.559	76	3006.36	0.000	100.000
14	1.66	0.000	0.000	35	21.50	0.000	0.000	56	279.04	15.289	69.849	77	3071.48	0.000	100.000
15	1.87	0.000	0.000	36	24.29	0.000	0.000	57	315.27	14.218	84.067	78	4091.53	0.000	100.000
16	2.11	0.000	0.000	37	27.45	0.000	0.000	58	356.20	19.446	84.533	79	4822.81	0.000	100.000
17	2.39	0.000	0.000	38	31.01	0.000	0.000	59	402.44	5.952	95.585	80	5222.36	0.000	100.000
18	2.70	0.000	0.000	39	35.03	0.000	0.000	60	454.09	0.415	100.000	81	5801.82	0.000	100.000
19	3.05	0.000	0.000	40	39.58	0.000	0.000	61	513.71	0.000	100.000	82	6469.10	0.000	100.000
20	3.45	0.000	0.000	41	44.72	2.201	2.201	62	580.41	0.000	100.000	83	7632.05	0.000	100.000
21	3.89	0.000	0.000	42	50.53	6.834	9.035	63	656.76	0.000	100.000	84	8610.96	0.000	100.000

Explore the future

Automated Test Systems | Process & Environmental | Medical | Semiconductor | Scientific



Lampiran 3 Hasil Pengujian Kekuatan Mekanik Bioplastik

Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	Persen Elongasi (%)
K	41,90	4,0
K-S	3,48	37,0
K-S-NS 1	4,85	30,8
K-S-NS 2,5	4,98	25,0
K-S-NS 5	9,53	19,0
K-S-NS 7,5	6,22	22,2
K-S-NS 10	4,57	26,8
	SNI: 1-10 MPa	SNI: 10-20%

Lampiran 4 Uji Daya Serap

1. Sampel Bioplastik K

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0477 - 0,0373}{0,0373} \times 100\% \\ &= 27,882 \% \end{aligned}$$

2. Sampel Bioplastik K-S

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0634 - 0,0477}{0,0477} \times 100\% \\ &= 32,914 \% \end{aligned}$$

3. Sampel Bioplastik K-S-NS1

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,1239 - 0,1024}{0,1024} \times 100\% \\ &= 20,996 \% \end{aligned}$$

4. Sampel Bioplastik K-S-NS 2,5

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,1239 - 0,1024}{0,1024} \times 100\% \\ &= 20,985 \% \end{aligned}$$

5. Sampel Bioplastik K-S-NS 5

$$\text{Daya Serap (\%)} = \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0,0843-0,0703}{0,0703} \times 100\% \\ &= 19,914 \% \end{aligned}$$

6. Sampel Bioplastik K-S-NS 7,5

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,1117-0,0963}{0,0963} \times 100\% \\ &= 15,991 \% \end{aligned}$$

7. Sampel Bioplastik K-S-NS 10

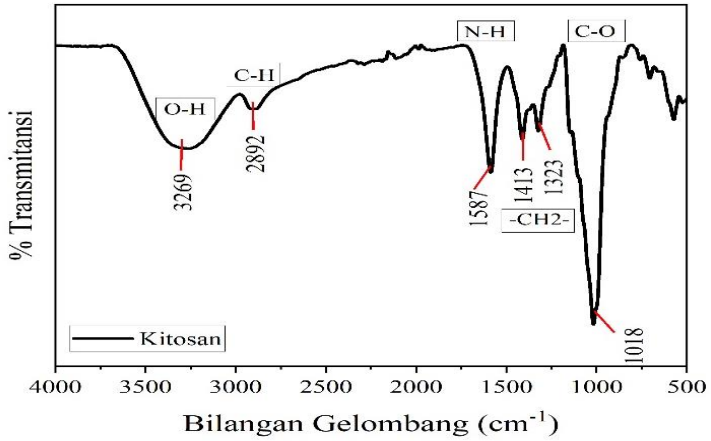
$$\begin{aligned} \text{Daya Serap (\%)} &= \frac{m_t - m_o}{m_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,1092-0,0975}{0,0975} \times 100\% \\ &= 12,000 \% \end{aligned}$$

Lampiran 5 Uji Biodegradasi

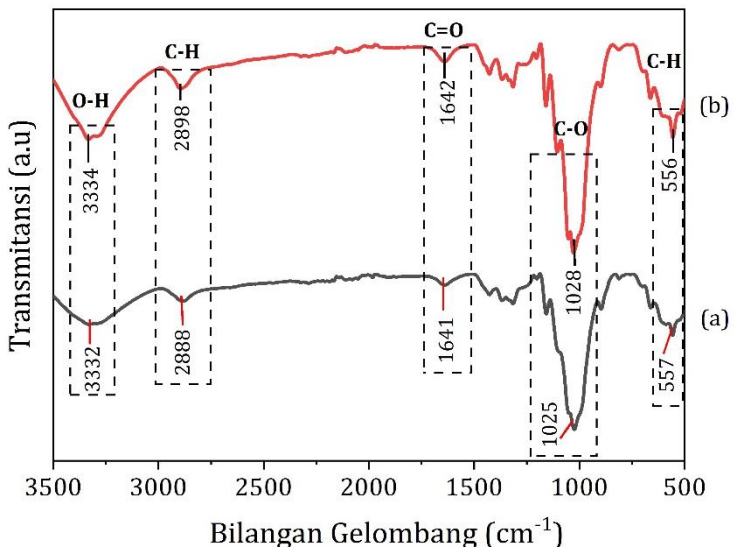
Bioplastik	Pengurangan Masa Hari Ke- (%)					
	3	5	7	10	12	14
K	1,05	8,03	17,04	26,05	35,06	43,01
K-S	9,90	23,72	51,35	82,65	100	
K-S-NS 1	8,33	24,02	42,04	66,06	82,88	100
K-S-NS 2,5	4,95	21,02	30,03	49,02	74,02	85,06
K-S-NS 5	4,35	21,17	28,00	47,07	63,06	71,02
K-S-NS 7,5	3,45	15,01	26,05	43,01	55,03	67,04
K-S-NS 10	2,92	14,03	23,04	42,04	54,05	65,54
	17	19	21	24	26	28
K	51,05	57,05	63,06	73,64	87,91	100
K-S						
K-S-NS 1						
K-S-NS 2,5	93,01	100				
K-S-NS 5	80,03	90,01	100			
K-S-NS 7,5	79,05	89,03	95,04	100		
K-S-NS 10	78,00	87,01	94,06	100		

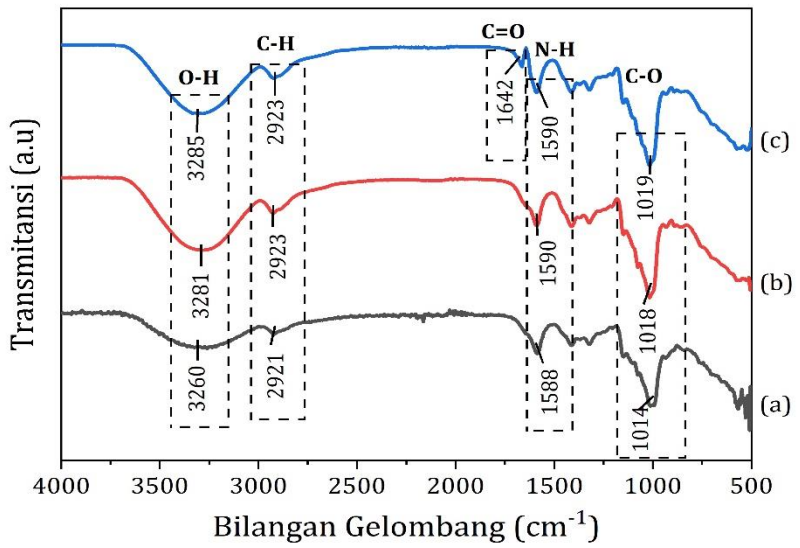
Lampiran 6 Data FTIR

FTIR Kitosan











FTIR Selulosa dan Nanoselulosa











FTIR Bioplastik K, K-S, K-S-NS




Lampiran 7 Dokumentasi


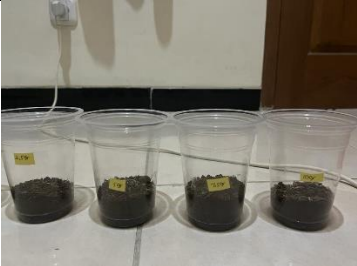
No	Gambar	Keterangan
2.		Kulit bawang merah dihaluskan
3.		Kulit bawang merah dalam campuran etanol:akuades dipanaskan
4.		Residu kulit bawang merah
5.		Kulit bawang merah dalam NaOH 4%

6.		Residu disaring dan dicuci
7.		Proses <i>bleaching</i>
8.		Residu disaring dan dicuci
9.		Hasil selulosa

10		Proses hidrolisis asam
11.		Proses sentrifugasi
12.		Hasil nanoselulosa
13.		Sintesis bioplastik

		Hasil sintesis bioplastik K
		Hasil sintesis bioplastik K-S
		Hasil sintesis bioplastik K-S-NS 1
		Hasil sintesis bioplastik K-S-NS 2,5

		Hasil sintesis bioplastik K-S-NS 5
		Hasil sintesis bioplastik K-S-NS 7,5
		Hasil sintesis bioplastik K-S-NS 10

		Uji daya serap air
		Uji biodegradasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Widiyanti Putri Ramadhani
Tempat, Tanggal Lahir : Brebes, 24 November 2001
Alamat : Jalan H.Ibrahim Ds. Kluwut,
Kec. Bulakamba, Kab. Brebes
Nomor HP : 082328780463
E-mail : putriwidiyanti92@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan Formal

1. MI AL-MUJAHIDIN KLUWUT Lulus 2013
2. MTs N MODEL BREBES Lulus 2016
3. SMA N 2 BREBES Lulus 2019