

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI
BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA KULIT
DURIAN (*Durio zibethinus*) – KITOSAN –
SORBITOL – EKSTRAK LIDAH BUAYA (*Aloe
vera*)**

SKRIPSI

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



Oleh: **SHAFa ZIDNI RIZKIA MUFIDA**
NIM: 2008036003

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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Shafa Zidni Rizkia Mufida

NIM : 2008036003

Jurusan: Kimia

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS
SELULOSA KULIT DURIAN (*Durio zibethinus*) –
KITOSAN – SORBITOL – EKSTRAK LIDAH BUAYA (*Aloe
vera*)**

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

Semarang, 30 Mei 2024

Pernyataan



Shafa Zidni Rizkia Mufida

NIM: 2008036003



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

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit
Durian (*Durio zibethinus*) – Kitosan – Sorbitol – Ekstrak Lidah
Buaya (*Aloe vera*)
Penulis : **Shafa Zidni Rizkia Mufida**
NIM : 2008036003
Jurusan : Kimia

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

Semarang, 24 Juni 2024

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang,

Sekretaris Sidang

Zidni Azizati, M. Sc

NIP : 1990111720180112001

Kholidah, M. Sc

NIP : 198508112019032008

Penguji I

Dr. Hj. Malikhatul Hidayah, M. Sc

NIP : 198304152009122006

Penguji II,

Dr. Ervin Tri Suryandari, M. Si

NIP : 197407162009122001

Pembimbing

Zidni Azizati, M. Sc

NIP : 1990111720180112001

NOTA DINAS

Semarang, 12/06/2024

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

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

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

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*) - Kitosan - Sorbitol - Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*)**

Nama : Shafa Zidni Rizkia Mufida

NIM : 2008036003

Jurusan : Kimia

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

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pembimbing



Zidni Azizati, M. Sc

NIP. 1990111720180112001

ABSTRAK

Judul : **Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*) – Kitosan – Sorbitol – Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*)**

Penulis : Shafa Zidni Rizkia Mufida

NIM : 2008036003

Sampah plastik yang tidak diolah menyebabkan pencemaran dan kerusakan bagi lingkungan hidup. Salah satu cara untuk menanggulangi masalah tersebut yaitu dengan membuat bioplastik dari bahan terbarukan, seperti selulosa dari kulit durian (*Durio zibethinus*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dan pengaruh penambahan sorbitol dan ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) pada bioplastik yang dihasilkan. Karakterisasi pada bioplastik ini meliputi uji kuat tarik, elongasi, daya serap air, biodegradasi, dan analisis gugus fungsi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan volume sorbitol dapat meningkatkan nilai elongasi, daya serap air, laju biodegradasi, dan menurunkan nilai kuat tarik pada penambahan sorbitol berlebih (2 mL). Penambahan ekstrak lidah buaya dapat meningkatkan nilai kuat tarik, elongasi, dan laju biodegradasi bioplastik. Berdasarkan hasil yang didapatkan, bioplastik terbaik ada pada bioplastik dengan penambahan sorbitol 1 mL dan ekstrak lidah buaya 10% dengan nilai kuat tarik 12,40 MPa, persen elongasi 43,7%, daya serap air 25,77%, dan waktu terdegradasi 30 hari. Data FTIR menunjukkan bioplastik memiliki gugus fungsi O-H dan C-O-C yang menandakan adanya gugus spesifik dari selulosa, gugus N-H yang menandakan adanya kitosan, gugus C-H dan C=O menandakan adanya senyawa *acemannan* dan *glucomannan* yang terkandung dalam ekstrak lidah buaya.

Kata kunci: Bioplastik, Selulosa, Kulit durian, Kitosan, Sorbitol, Ekstrak lidah buaya

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil 'alamin puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit Durian (*Durio zibethinus*) – Kitosan – Sorbitol – Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*)”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan bagi umat Islam di seluruh dunia.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Nizar, M. Ag. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
2. Bapak Dr. Musahadi, M. Ag. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
3. Ibu Mulyatun, S. Pd., M. Si. selaku Ketua Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
4. Ibu Zidni Azizati, M. Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, kritik, saran serta

motivasi kepada penulis dengan penuh pengertian dalam penyusunan skripsi.

5. Ibu Ika Nur Fitriani, S. Pd., M. Sc. dan Ana Mardiyah, M. Si. selaku Dosen Wali yang senantiasa memberikan bimbingan dan motivasi kepada penulis selama masa studi.
6. Segenap Bapak/Ibu Dosen Kimia dan Civitas akademik Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, serta motivasi kepada penulis.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Zaenal Muarrif dan Ibu Muzayyarah Fitriyaningsih yang selalu memberikan kasih sayang, nasihat, motivasi, serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah penulis hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kakak penulis, Hanifah Nurul Aulia Muarief yang selalu memberikan semangat dan motivasi tiada henti.
9. Dwi, Izzatul, dan Ikha yang selalu memberikan motivasi kepada penulis hingga saat ini.
10. Teman-teman seperjuangan Kimia 2020 yang telah memberikan semangat dan motivasi.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna memperbaiki tugas akhir ini. Penulis juga bergarap. Semoga dengan adanya tugas akhir yang penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Aamiin Yaa Rabbal'alamiin.

Semarang, 01 Juni 2024

Penulis

Shafa Zidni Rizkia Mufida

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	9
C. Tujuan Penelitian	10
D. Manfaat Penulisan	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	11
A. Landasan Teori	11
1. Kulit Durian.....	11
2. Selulosa	13
3. Kitosan	15
4. Sorbitol.....	17
5. Lidah Buaya (<i>Aloevera</i>)	19
6. Bioplastik	23
B. Karakterisasi Bioplastik.....	25

1. Analisis FT-IR	25
2. Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	33
3. Uji Persentase Pemanjangan (Elongasi)	35
4. Uji Daya Serap Air	36
5. Uji Biodegradasi	37
C. Kajian Pustaka	38
D. Hipotesis	42
BAB III METODE PENELITIAN.....	43
A. Tempat dan Waktu Penelitian	43
B. Alat dan Bahan	43
1. Alat	43
2. Bahan	44
C. Cara Kerja	44
1. Preparasi Selulosa	44
2. Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya	45
3. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan	46
4. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol	46
5. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol – Ekstrak Lidah Buaya (ELB)	47
6. Uji Kekuatan Mekanik	48
7. Uji Daya Serap Air	49
8. Uji Biodegradasi	50
9. Analisis Gugus Fungsi FTIR	50

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	51
A. Preparasi Selulosa	51
B. Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya (ELB)	58
C. Analisis FTIR Kitosan	60
D. Sintesis Bioplastik.....	62
1. Bioplastik Selulosa Kulit Durian – Kitosan – Sorbitol.....	62
2. Bioplastik Selulosa Kulit Durian – Kitosan – Sorbitol – ELB.....	64
E. Karakterisasi Bioplastik.....	66
1. Hasil Uji Sifat Mekanik.....	66
2. Hasil Uji Daya Serap Air	73
3. Hasil Uji Biodegradasi.....	76
4. Uji FTIR	81
BAB V PENUTUP	86
A. Kesimpulan.....	86
B. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	88
LAMPIRAN	102
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	123

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Standar SNI Bioplastik	24
Tabel 4.1 Hasil Serapan Selulosa	56
Tabel 4.2 Hasil Analisis FTIR ELB	59
Tabel 4.3 Hasil Analisis FTIR Kitosan	61
Tabel 4.4 Perbedaan Fisik Bioplastik Variasi Sorbitol.....	64
Tabel 4.5 Perbedaan Fisik Bioplastik Variasi ELB.....	66
Tabel 4.6 Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik	67
Tabel 4.7 Nilai Elongasi (%) Bioplastik	69
Tabel 4.8 Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik Penambahan ELB	70
Tabel 4.9 Nilai Elongasi Bioplastik dengan Penambahan ELB.....	72
Tabel 4.10 Uji Daya Serap Air Bioplastik	74
Tabel 4.11 Uji Daya Serap Air Bioplastik dengan Penambahan ELB.....	75
Tabel 4.12 Uji Biodegradasi Bioplastik.....	77
Tabel 4.13 Hasil Uji Biodegradasi Bioplastik dengan Penambahan ELB.....	80
Tabel 4.14 Nilai Serapan FTIR Bioplastik	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kulit durian (Juariah, 2016)	12
Gambar 2.2 Stuktur Selulosa (Aguilar et al., 2019)	14
Gambar 2.4 Struktur kitosan (Kurniawaty & Putranta, 2019)	16
Gambar 2.5 Struktur Sorbitol (Xiang <i>et al.</i> , 2022)	19
Gambar 2.6 Lidah Buaya (Hikmah, 2022)	20
Gambar 2.7 Struktur <i>Acemannan</i> (Putri, 2022)	22
Gambar 2.8 Struktur Senyawa Glucomannan (Witkamp, 2010)	22
Gambar 2.9 Struktur Senyawa Galactan (Witkamp, 2010)	22
Gambar 2.10 Skema alat spektroskopi FTIR. (1) Sumber Inframerah (2) Pembagi Berkas (Beam Splitter) (3) Kaca Pemantul (4) Sensor Inframerah (5) Sampel (6) Display (Chairul, 2007)	27
Gambar 2.11 Spektrum FTIR selulosa (Rojtica, 2021)....	29
Gambar 2.12 Spektrum FTIR kitosan (Mashuni <i>et al.</i> , 2022)	31
Gambar 2.13 Spektrum FTIR bioplastik selulosa-kitosan-sorbitol (Chadijah <i>et al.</i> , 2018).....	32
Gambar 2.14 Spektrum FTIR ekstrak lidah buaya (Maftuhatussolihah, 2022)	33
Gambar 2.15 Mesin kuat tarik (Jabbar, 2017)	34
Gambar 4.1 Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh NaOH (Lestari <i>et al.</i> , 2018) 53	
Gambar 4.3 Selulosa Kulit Durian.....	55
Gambar 4.4 Spektra FTIR Selulosa Kulit Durian.....	56
Gambar 4.5 Ekstrak Lidah Buaya.....	58
Gambar 4.6 Spektrum FTIR ELB.....	59

Gambar 4.7 Spektra FTIR Kitosan.....	61
Gambar 4.8 Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol	63
Gambar 4.9 Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol – ELB (0%, 1%, 5%, dan 10%).....	65
Gambar 4.10 Spektra FTIR Bioplastik.....	82
Gambar 4.11 Interaksi antara Selulosa-Kitosan-Sorbitol- <i>Acemannan</i> (ELB)	83

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampah masih menjadi permasalahan lingkungan yang sangat serius dan menjadi perhatian khusus yang secara terus menerus dicari solusi untuk mengatasinya. Indonesia menjadi salah satu negara penyumbang sampah terbanyak di dunia (Antico *et al.*, 2017). Hal ini dikarenakan populasi penduduk Indonesia yang besar, yaitu 270,20 juta jiwa pada tahun 2020, menyebabkan banyaknya konsumsi terhadap makanan dan barang-barang yang dikemas dengan *packaging* sehingga menyebabkan terjadinya penumpukan sampah (Maskun *et al.*, 2022).

Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah rumah tangga yang paling berpotensi merusak lingkungan karena sifatnya yang sulit terurai. Sampah plastik membutuhkan waktu yang sangat lama bahkan hingga ratusan tahun untuk dapat terurai atau terdekomposisi dengan sempurna oleh tanah (Candra *et al.*, 2023). Plastik merupakan bahan kimia yang sulit terurai secara alami, sehingga diperlukan waktu

bertahun-tahun bahkan ratusan atau ribuan tahun untuk dapat terurai (Suminto, 2017).

Berdasarkan data dari SIPSN Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, komposisi sampah plastik di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 17,75%. Bahkan saat ini, Indonesia menduduki peringkat kedua penghasil sampah plastik setelah China, yang diperkirakan mencapai 3,22 juta ton/tahun (Candra *et al.*, 2023). Penggunaan sampah plastik memang tidak dapat dihindari dikarenakan plastik ini tidak dapat lepas dari keseharian manusia (Meyrena & Amelia, 2020).

Penumpukan sampah plastik dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah serta pengelolaan sampah dengan baik menjadi permasalahan yang memerlukan perhatian khusus. Penumpukan sampah dapat menyebabkan kerusakan lingkungan seperti merusak mekanisme tanah, pencemaran air dan udara (Jupri *et al.*, 2019). Selain itu, adanya perilaku negatif dari masyarakat tersebut dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan saluran air dan pada akhirnya dapat berakibat terjadinya

banjir ataupun menjadi sumber penyakit (Hakim, 2019).

Bencana yang terjadi selama ini merupakan peringatan dari Allah SWT kepada umat manusia untuk selalu menjaga lingkungan agar tidak ada yang mengeksploitasi dan menyalahgunakannya, yang dijelaskan dalam QS. Al-A'raf :56.

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا ۚ إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.

Dijelaskan dalam *Tafsir al-Misbah* bahwa berbuat kerusakan adalah salah satu bentuk pelampauan batas. Alam raya diciptakan Allah SWT dalam keadaan yang baik untuk memenuhi kebutuhan makhluk dan memerintahkan untuk memperbaikinya. Allah mengutus para nabi untuk memperbaiki kehidupan yang kacau dan melarang merusak sesuatu yang masih dalam keadaan baik juga (Rosyadi, 2020).

Kebutuhan plastik untuk bahan industri telah meningkat selama beberapa tahun terakhir menjadi penyebab kerusakan lingkungan. Sebagian besar plastik komersial berasal dari industri petrokimia yang menggunakan gas alam dan hidrokarbon fosil sebagai bahan baku. Plastik sintetis semacam itu, sulit terurai secara alami. Hal ini dapat menjadi sumber polusi lingkungan karena penggunaan bahan baku dari sumber petroleum. Akibatnya, perlu dikembangkan pembuatan bioplastik sebagai solusi (Abe *et al.*, 2021).

Bioplastik merupakan salah satu solusi dari permasalahan pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh plastik. Bioplastik merupakan jenis kemasan *biodegradable* yang terbuat dari biomassa terbarukan (Fauziyah *et al.*, 2021). Selulosa dapat menjadi pilihan utama sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena sumber selulosa dapat diperoleh dari limbah sehingga dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan lingkungan. Salah satu sumber selulosa adalah kulit durian (Hayatun *et al.*, 2020).

Kulit durian masih jarang digunakan dan biasanya dibuang begitu saja. Kulit durian kaya akan

selulosa yang dapat menjadi sumber hidrokoloid dalam pembuatan plastik yang *biodegradable* (Mashuni *et al.*, 2022). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Jannah (2022), kadar selulosa yang terkandung dalam limbah kulit durian cukup besar yaitu 48,60%. Kandungan selulosa yang tinggi menyebabkan kulit durian dapat dimanfaatkan dengan optimal untuk pembuatan bioplastik. Bioplastik dari selulosa memiliki kelebihan yaitu keberadaannya yang melimpah di alam dan mudah untuk terdegradasi apabila digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik (Yustinah *et al.*, 2023). Namun, kelemahan bioplastik dari selulosa yaitu teksturnya mudah rusak sehingga perlu diperbaiki dengan penambahan polimer lain, seperti kitosan. Menurut (Najih, 2018), bioplastik terbuat dari polimer murni, kuat tariknya lemah, sehingga penambahan kitosan diperlukan karena sifatnya yang kuat dan sulit dirobek jika digunakan dalam bioplastik.

Penggunaan kitosan sebagai zat aditif untuk meningkatkan kuat tarik dalam bioplastik telah banyak diteliti (Ani *et al.*, 2019). Kitosan mengandung gugus amida dan hidroksil yang sangat reaktif dalam

membentuk ikatan hidrogen yang kuat (Kanmani *et al.*, 2017). Kitosan sebagai film bioplastik didasarkan pada sifat mudah terdegradasi dan dapat membentuk bioplastik yang kuat. Mashuni *et al.* (2022) membuat bioplastik berbahan dasar selulosa dengan nilai kuat tarik yang rendah yaitu 1,53 MPa dan mengalami kenaikan setelah ditambahkan kitosan menjadi 5,16 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan dapat meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik.

Bioplastik berbahan dasar selulosa dan kitosan bersifat kaku sehingga perlu ditambahkan *plasticizer* (Cengristitama & Wulandari, 2021). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 7818:2014) nilai kuat tarik bioplastik minimal 13,7 MPa dan nilai elongasi 400 – 1.120%. Konsentrasi *plasticizer* yang sesuai harus ditambahkan untuk mencapai sifat elastis sehingga mengurangi kekakuan. *Plasticizer* melemahkan ikatan hidrogen internal kitosan (intramolekul dan antarmolekul), meningkatkan mobilitas polimer, dan memberikan sifat elastisitas pada bioplastik yang dihasilkan (Rohman, 2016).

Chadijah *et al.* (2018) membuat bioplastik berbahan dasar selulosa dari ampas tebu dan kitosan

dengan nilai persen elongasi sebesar 4,6%. Setelah ditambahkan sorbitol, persen elongasinya menjadi 12,66%. Dalam penelitian ini, sorbitol terbukti dapat meningkatkan persen elongasi.

Nilai biodegradasi sorbitol yang tinggi dibandingkan dengan gliserol dan propilen glikol pada bioplastik yang telah disintesis oleh (Krisnadi *et al.*, 2019) karena sorbitol memiliki sifat yang lebih hidrofil dibandingkan dengan gliserol dan propilen glikol karena sorbitol memiliki lebih banyak gugus hidroksil. Adapun bioplastik dengan *plasticizer* terdegradasi sempurna dalam 22 hari. Dengan demikian, sorbitol mampu mengikat air lebih banyak di mana air merupakan media tumbuh bagi sebagian bakteri dan mikroba yang berperan dalam menguraikan material dari bioplastik (Afif *et al.*, 2018).

Pembuatan bioplastik perlu ditambahkan zat aditif lainnya untuk meningkatkan kekuatan mekanik dari bioplastik. Maftuhatussolihah (2022) telah melakukan penelitian tentang pembuatan *edible film* berbahan dasar pati biji alpukat-gliserol dengan penambahan ekstrak lidah buaya. Hasil uji mekanik

dari *edible film* menunjukkan bahwa ekstrak lidah buaya dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi dari *plastic film*. Nilai kuat tarik dan elongasi sebelum ditambahkan ekstrak lidah buaya yaitu 1,58 MPa dan 18 %. Namun, setelah ditambahkan ekstrak lidah buaya meningkat menjadi 2,65 MPa dan 30 %.

Lidah buaya mengandung senyawa kolagen yang memberikan sifat elastis. Ekstrak lidah buaya juga mengandung polisakarida *acemannan* dan *glucomannan* (Putri, 2022). Polisakarida *acemannan* yang ditemukan dalam lidah buaya bersifat elastis dan tahan kerusakan. Jumlah polisakarida *acemannan* dalam ekstrak lidah buaya terbesar setelah air yaitu sekitar 60% (Rahima *et al.*, 2019). Potensi kandungan polisakarida lidah buaya inilah yang akan memudahkan pengaplikasiannya di dalam bioplastik dengan kata lain pencampuran lidah buaya dengan biopolimer (pati/kitosan) dapat meningkatkan sifat mekaniknya dan mempengaruhi sifat biodegradabilitasnya (Putri, 2022).

Penelitian tentang pembuatan bioplastik dengan bahan selulosa, kitosan, dan sorbitol sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Namun,

penelitian tentang penambahan ekstrak lidah buaya pada bioplastik berbahan selulosa, kitosan, dan sorbitol belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga inovasi pada penelitian ini yaitu pembuatan bioplastik dengan bahan selulosa kulit durian, kitosan, sorbitol dengan penambahan ekstrak lidah buaya. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan alternatif dalam menghasilkan bioplastik yang mempunyai sifat mekanik lebih baik.

B. Rumusan Masalah

Penelitian ini mengusulkan beberapa rumusan masalah yang akan dipecahkan, antara lain:

1. Bagaimana karakteristik selulosa kulit durian?
2. Bagaimana pengaruh penambahan sorbitol terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh penambahan ekstrak lidah buaya terhadap sifat mekanik dan laju biodegradasi bioplastik?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik selulosa kulit durian.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan sorbitol terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak lidah buaya terhadap sifat mekanik dan laju biodegradasi bioplastik.

D. Manfaat Penulisan

1. Dapat mengembangkan pengetahuan teknis tentang material seperti bahan kantong plastik dengan sifat kuat dan ramah lingkungan.
2. Dapat mengetahui segala sesuatu di dunia ternyata memiliki manfaat (seperti limbah kulit durian yang memiliki potensi menjadi bioplastik).
3. Sebagai ajakan pemerintah dan sektor industri untuk mendaur ulang kulit durian dan menggunakannya sebagai bahan bioplastik untuk kantong plastik, bahan kemasan yang bernilai ekonomis sederhana dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. Kulit Durian

Durian adalah buah yang terkenal di seluruh dunia, terutama di Asia Tenggara seperti namanya adalah "raja buah". Durian populer karena rasanya yang istimewa dan nutrisinya yang berkualitas tinggi, yang mampu dibeli manfaat kesehatan bagi tubuh manusia. Namun, kurang dari setengah bagian dari seluruh durian dapat dimakan, sedangkan bagian lainnya (kulit dan biji-bijian) diperlakukan sebagai sisa makanan di industri durian (Penjumras *et al.*, 2014).

Durian termasuk dalam divisi *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji), kelas *Angiospermae* (biji tertutup), ordo *Malvaceae* (tumbuhan dikotil), famili *Bombacaceae* (suku kapas-kapasan), genus *Durio*, dan spesies *Durio zibethinus*. Ciri-ciri dari buah durian Berbentuk bulat atau oval, memiliki kulit rapat berduri. Bagian dalam buah mempunyai beberapa rongga dengan setiap

rongga berisi biji yang dibungkus oleh daging buah, berbau menyengat atau berbau khas, memiliki rasa yang manis dan lezat, dan bentuk biji oval atau bulat berwarna coklat muda, ukurannya kecil sampai besar (Juariah, 2016). Residu durian (kulit dan biji) biasanya digunakan di tempat pembuangan sampah atau terbakar, yang menimbulkan masalah serius bagi lingkungan (Masrol *et al.*, 2015). Contoh gambar kulit durian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kulit durian (Juariah, 2016)

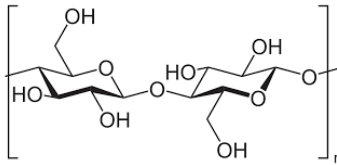
Kulit durian memiliki kandungan selulosa sebesar 48,60% (Jannah, 2022). Kandungan selulosa pada kulit durian yang besar menjadikan kulit durian sebagai sumber selulosa berkelanjutan untuk hidrogel fabrikasi, dan ini juga dapat membantu mengurangi limbah lingkungan (Cui *et al.*, 2021).

2. Selulosa

Selulosa merupakan biopolimer alami yang sangat berlimpah di alam. Selulosa merupakan polimer rantai lurus dari ratusan hingga puluhan ribu ikatan glikosida yang menyebabkan molekul-molekul selulosa membentuk rantai yang saling bersisian, kokoh, dan lurus (Wang *et al.*, 2013). Senyawa selulosa digunakan dalam banyak plastik komposit untuk ekstrusi, cetakan injeksi, cetakan tiup, dan cetakan rotasi, untuk digunakan secara luas dalam bentuk film dan lembaran, sebagai hasil dari kekuatan, ketangguhan, dan transparansi yang baik, serta kilap permukaan yang tinggi (Ganster & Fink, 2006; Yano *et al.*, 2005).

Selulosa adalah makromolekul yang paling keras, sangat sulit larut dan meleleh karena memiliki ikatan hidrogen yang kuat, baik intramolekul maupun antarmolekul (Souhoka & Latupeirissa, 2018). Karakteristik ini merupakan hambatan serius untuk pengembangan dan penerapan selulosa di bidang plastik. Selain itu, penggunaan langsung selulosa untuk pembuatan bahan seperti polimer sintetik sebagai

termoplastik atau plastik termoseting hampir tidak pernah diteliti (Wang *et al.*, 2013). Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Stuktur Selulosa (Aguilar *et al.*, 2019)

Selulosa memanifestasi biokompatibilitas yang baik, biodegradabilitas dan toksisitas rendah, dan karenanya merupakan salah satu substituen yang menjanjikan untuk bahan minyak bumi (Pang *et al.*, 2013). Namun, hanya sebagian kecil yang dieksploitasi terutama karena ketidaklarutannya dalam air serta pelarut organik dan anorganik yang umum (Li *et al.*, 2017). Selulosa adalah polisakarida linier yang terdiri dari unit dglukopiranosil yang berikatan -1-4. Rantai membentuk struktur jaringan ketat yang distabilkan melalui ikatan hidrogen intra dan antar rantai yang kuat (Xu *et al.*, 2016).

Selulosa merupakan biopolimer potensial yang memiliki serat yang sangat bagus sehingga dapat

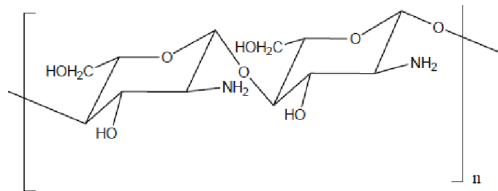
digunakan untuk bahan dasar dalam berbagai biopolimer. Selulosa dapat diperoleh dari ekstraksi tanaman. Proses ekstraksi dapat dilakukan melalui maserasi dan hidrolisis dengan pengasaman (Yasa *et al.*, 2020).

3. Kitosan

Kitosan adalah bentuk deasil dari kitin, bahan ini terkandung di dalam kulit (eksoskeleton) makhluk hidup laut seperti kerang-kerangan, udang, kepiting dan lobster dan merupakan jenis polimer rantai yang tidak linier dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ dan rumus kimianya poli (2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa) (Aji, 2012). Kitosan adalah polisakarida alkali alami terbarukan yang tidak memiliki toksisitas dan tidak ada sisi efek, dan fitur pelembab yang baik dan sifat adsorpsi (Wang *et al.*, 2020).

Kitosan merupakan produk biologis yang bersifat kationik, nontoksik, biodegradable dan biokompatibel. Kitosan memiliki gugus amino (NH_2) yang relatif lebih banyak dibandingkan kitin sehingga lebih nukleofilik dan bersifat basa. Kristalinitas kitosan yang disebabkan oleh ikatan

hidrogen intermolekuler maupun intramolekuler lebih rendah dibandingkan kitin sehingga lebih mudah diaplikasikan dalam beberapa reagen (Rojtica, 2021). Kitosan tidak larut dalam air dan beberapa pelarut organik seperti dimetilsulfoksida (DMSO), dimetilformamida (DMF), pelarut alkohol organik dan piridin. Pelarut yang baik untuk kitosan adalah asam format, asam asetat dan asam glutamat (Rojtica, 2021). Struktur kitosan yang masih mengandung kitin dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Struktur kitosan (Kurniawaty & Putranta, 2019)

Kitosan mengandung tiga gugus fungsi; gugus amino dan gugus hidroksil primer dan sekunder pada C2, C3 dan posisi C6. Gugus hidroksil kitosan melakukan modifikasi kimia dengan cara menempelkan gugus samping pada gugus hidroksil reaktif tanpa mengubah sifat biofisiknya

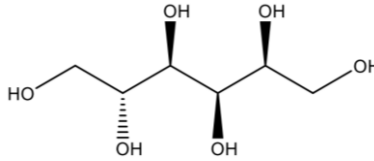
(Wang *et al.*, 2020). Ikatan silang kitosan dengan glioksal, glutaraldehid, dan tereftaldehida menghasilkan hidrogel. *N-imidazolyl-O-carboxymethyl* kitosan telah digunakan untuk pengiriman gen dengan kinerja tinggi (Nguyen *et al.*, 2017). Kitosan dapat dimodifikasi dengan menambahkan amonium kuaterner gugus, gugus alkil karboksi dan anhidrida asetat memiliki juga telah dilaporkan (Divya & Jisha, 2018).

4. Sorbitol

Sorbitol adalah salah satu pemanis alternatif lain yang sering digunakan dalam makanan. Sorbitol ditemukan pada tahun 1872, dalam berbagai buah-buahan dan *berries* (Li *et al.*, 2020). Sorbitol memiliki struktur gula alkohol (poliol) dengan enam atom karbon (heksitol), merupakan bentuk tereduksi dari fruktosa. Rasa manisnya sekitar 60% dari sukrosa, dengan kalori lebih kecil dari kalori sukrosa dalam jumlah yang sama. Sukrosa menghasilkan 4 kalori per 1 gram, sedangkan sorbitol menghasilkan sekitar 2,6 kalori per 1 gram (Zhang *et al.*, 2020).

Sorbitol banyak digunakan di sektor industri. Dalam kosmetik modern, biasanya digunakan sebagai humektan dan pengental. Sorbitol dapat terdegradasi menjadi isosorbida dan alkohol rendah (etilen glikol, propilen glikol, dan gliserol) (Ma *et al.*, 2018). Alkohol rendah ini merupakan bahan mentah kimia yang penting, sedangkan isosorbida merupakan senyawa kimia berbasis bio yang penting dalam industri biomedis, kosmetik, dan bahan polimer (Zhang *et al.*, 2020).

Sorbitol merupakan *plasticizer* yang lebih efektif yaitu memiliki kelebihan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler sehingga baik untuk menghambat penguapan air dari produk, dapat larut dalam tiap-tiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer, sifat permeabilitas O₂ yang lebih rendah, tersedia dalam jumlah yang banyak, harganya murah (Melani *et al.*, 2017). Struktur sorbitol dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Struktur Sorbitol (Xiang *et al.*, 2022)

Sorbitol memiliki rumus kimia yaitu $C_6H_{14}O_6$ dengan massa molar 182,17 gram/mol. Sorbitol memiliki sifat mekanik dan fisikokimia yang lebih baik dibandingkan poliol lainnya sebagai bahan pemlastis (Liu *et al.*, 2014). Telah ditemukan bahwa penambahan sorbitol mampu meningkatkan sifat fisikokimia dan stabilitas termal film kitosan. Selain itu, sorbitol dapat memberikan struktur yang lebih teratur pada matriks kitosan (Ma *et al.*, 2018).

5. Lidah Buaya (*Aloevera*)

Lidah buaya (*Aloe vera*) merupakan tanaman asli Afrika. Lidah buaya masuk pertama kali ke Indonesia sekitar abad ke-17. Tanaman lidah buaya dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik untuk penyubur rambut dan dijadikan tanaman hias di pekarangan rumah (Maghfur, 2015).

Sebagai tanaman hias, tanaman ini memang tampak indah karena keunikan daunnya yang tebal dan berduri. Sekitar tahun 1990, tanaman ini mulai dimanfaatkan dalam industri makanan dan minuman (Maghfur, 2015). Contoh tanaman lidah buaya dapat dilihat sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Lidah Buaya (Hikmah, 2022)

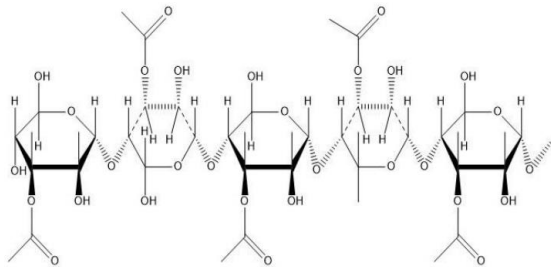
Lidah buaya memiliki daging yang tebal, tidak bertulang, serta mengandung banyak air. Permukaan lidah buaya dilapisi oleh lilin dan pada bagian tepinya terdapat duri yang tidak terlalu keras. Umumnya lidah buaya berwarna hijau dan terdapat bercak putih pada saat masih berusia muda. Lidah buaya biasa dikenal dengan nama *aloe* atau *aloe vera* (Maftuhatussolihah, 2022).

Berikut adalah kedudukan taksonomi lidah buaya (Hikmah, 2022):

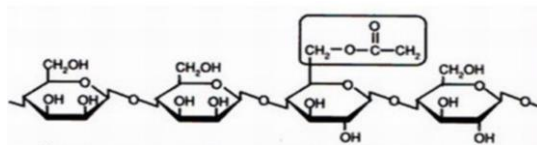
Kerajaan : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Kelas : *Monocotyledoneae*
 Bangsa : *Liliflorae*
 Suku : *Liliaceae*
 Marga : *Aloe*
 Jenis : *Aloe barbadensis Miller*

Lidah buaya mempunyai kandungan nutrisi lengkap yang dibutuhkan oleh tubuh seperti, vitamin A, B, C, E, asam folat, choline, dan inositol. Kandungan mineral dari lidah buaya antara lain terdiri dari: kalsium (Ca), magnesium (Mg), potasium, sodium, besi (Fe), zinc (Zn), dan cromium (Cr). Menurut Syaputra *et al.* (2020), lidah buaya mengandung senyawa kalogen, *acemannan*, *glucomannan*, dan *galactan*. Ekstrak lidah buaya yang memiliki kandungan *acemannan* dan kolagen diharapkan dapat memperbaiki kualitas sifat mekanik dari plastik film. Struktur senyawa *acemannan*, *glucomannan*, dan

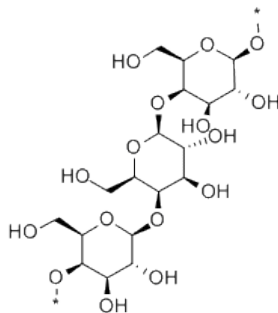
galactanp dapat dilihat pada Gambar 2.6, 2.7, dan 2.8.



Gambar 2.6 Struktur *Acemannan* (Putri, 2022)



Gambar 2.7 Struktur Senyawa *Glucomannan*
(Witkamp, 2010)



Gambar 2.8 Struktur Senyawa *Galactan* (Witkamp,
2010)

6. Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh mikroorganisme menjadi air dan gas karbondioksida setelah habis dipakai dan dibuang ke lingkungan tanpa meninggalkan zat beracun. Bioplastik atau plastik *biodegradable*, secara global sudah dikenal dan telah dikembangkan sejak puluhan tahun yang lalu, demikian pula di Indonesia sudah dua puluh tahunan penelitian telah dilakukan dan dikembangkan. Bahan baku bioplastik berlimpah ruah dan dapat diperbaharui melalui perkebunan atau pertanian (Melani *et al.*, 2017).

Bioplastik merupakan plastik yang dapat terurai secara hayati dan diproduksi dari bahan biologis atau bahan terbarukan, seperti pati, selulosa, dan minyak nabati (Atiweish *et al.*, 2021). Bioplastik berasal setidaknya sebagian dari sumber karbon terbarukan seperti materi tanaman. Plastik berbasis bio (hibrida) sebagian mengandung karbon berbasis bahan bakar fosil yang terbarukan dan konvensional. Bahan

biodegradable dapat dipecah menjadi komponen monomer atau polimer, termasuk biomassa, air dan karbondioksida atau metana, melalui mikroorganisme (Atiweh *et al.*, 2021).

Bioplastik memiliki fungsi sama dengan plastik konvensional, namun bioplastik dapat hancur terurai oleh mikroorganisme dan menjadi air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Bioplastik merupakan plastik yang ramah lingkungan. Berikut adalah tabel Standar Nasional Indonesia plastik :

Tabel 2. 1 Standar SNI Bioplastik

No.	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat tarik (MPa)	Minimal 13,7 MPa (SNI 7818:2014)
2.	Persen elongasi (%)	400-1.120% (SNI 7818:2014)
3.	Biodegradasi	90% maksimal 180 hari (SNI 7188-7:2022)

Bioplastik memiliki sifat *biodegradable* dan dapat terurai hingga 67% dalam waktu 2 - 3 minggu pada media lumpur aktif (*activated sludge*) pengolahan air limbah, bioplastik diharapkan dapat menggantikan plastik berbahan

petrokimia karena sifatnya yang mudah terurai. Bioplastik dapat dibuat dari pati, selulosa dan kitosan karena ketersediaannya yang melimpah (Andahera *et al.*, 2019). Selulosa lebih efektif untuk digunakan sebagai bioplastik dibandingkan dengan pati, karena pemanfaatan pati sebagian besar dalam bidang pangan sehingga untuk pembuatan bioplastik berbahan dasar pati nantinya justru akan bersaing dengan bidang pangan, sedangkan selulosa banyak ditemui di dalam tumbuhan non pangan seperti kayu-kayuan karena sebagian besar spesies kayu didalamnya ditemukan selulosa sebanyak 40-45% (Cengristitama & Wulandari, 2021).

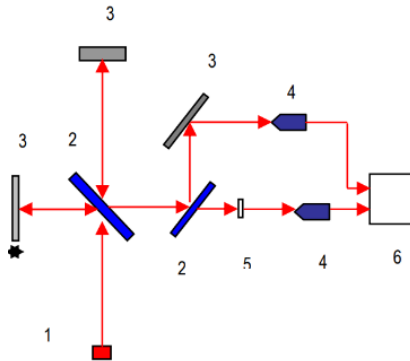
B. Karakterisasi Bioplastik

1. Analisis FT-IR

Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) adalah salah satu alat yang paling kuat untuk penentuan gugus fungsi dengan kemungkinan ikatan molekul antara senyawa kimia. Pemahaman posisi pita serapan IR dalam spektrum sebagai bilangan gelombang dapat

digunakan untuk identifikasi berbagai komponen kimia (misalnya amida aromatik), yang mungkin tidak dapat dideteksi dalam spektrum spektroskopi fotoelektron sinar-X. Secara umum, spektroskopi IR berlaku untuk berbagai bahan dan kondisi dan dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif (Țucureanu *et al.*, 2016).

Spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya. Inti spektroskopi FTIR adalah interferometer Michelson yaitu alat untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah tersebut dihasilkan dari pen trasmisian cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diperoleh kemudian diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Chairul, 2007). Skema alat spektrofotometer inframerah dapat dilihat pada Gambar 2.9.



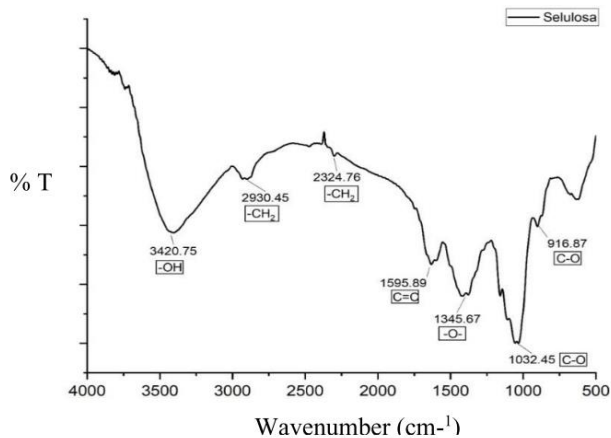
Gambar 2.9 Skema alat spektroskopi FTIR. (1) Sumber Inframerah (2) Pembagi Berkas (Beam Splitter) (3) Kaca Pemantul (4) Sensor Inframerah (5) Sampel (6) Display (Chairul, 2007)

Alat yang menentukan spektrum serapan suatu senyawa disebut spektrofotometer. Spektrofotometer transformasi fourier menyediakan spektrum IR jauh lebih cepat dibandingkan dengan spektrofotometer tradisional. Instrumen menghasilkan sinar iradiasi IR, yang dipancarkan dari sumber benda hitam bercahaya. Selanjutnya, berkas melewati interferometer di mana pengkodean spektral berlangsung. Penggabungan kembali berkas-berkas dengan panjang lintasan yang berbeda dalam interferometer menciptakan interferensi

konstruktif dan destruktif yang disebut interferogram. Sinar sekarang memasuki kompartemen sampel dan sampel menyerap frekuensi energi tertentu, yang merupakan karakteristik unik sampel dari interferogram. Kemudian, detektor mengukur sinyal interferogram khusus dalam energi versus waktu untuk semua frekuensi secara bersamaan. Sementara itu, balok ditumpangkan untuk memberikan referensi (latar belakang) untuk pengoperasian instrumen (Țucureanu *et al.*, 2016).

Spektrum FTIR selulosa terdapat puncak pada panjang gelombang $1595,89\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan keberadaan gugus C=C pada cincin aromatik lignin. Selain itu, selulosa dapat dianalisa berdasarkan serapan gugus regangan -OH yang muncul pada daerah serapan $3420,75\text{ cm}^{-1}$. Kemudian munculnya panjang gelombang sekitar $2930,45\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur CH_2 yang merupakan kerangka utama pembangun senyawa selulosa. Gugus -O- yang merangkai selulosa muncul pada bilangan gelombang $1345,67\text{ cm}^{-1}$. Terlihat gugus fungsi C-O glikosida

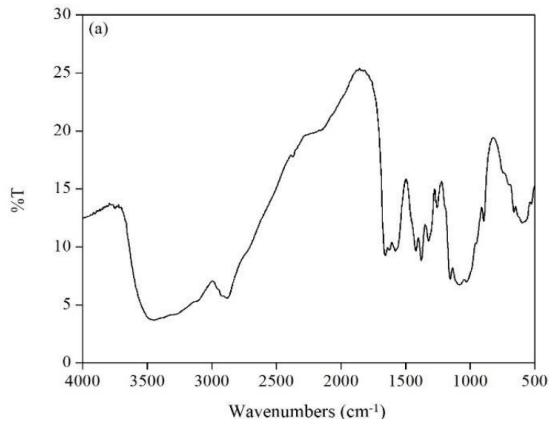
(*bending*) pada panjang gelombang sekitar 916,87 cm^{-1} . Tanda adanya gugus-gugus spesifik selulosa yaitu munculnya gugus -OH, -CH₂, -O- yang muncul berulang (Rojtica, 2021). Contoh spektrum FTIR dari selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Spektrum FTIR selulosa (Rojtica, 2021)

Gugus fungsi N-H dan C-O yang muncul, mengindikasikan bahwa spektrum yang mengandung kitosan (Queiroz *et al.*, 2015). Puncak pada daerah serapan 3446 cm^{-1} adalah gugus OH. Penyerapan sekitar 2920 dan 2883 cm^{-1} dapat dikaitkan dengan peregangan simetris dan asimetris C-H. Adanya gugus N-asetil pada serapan

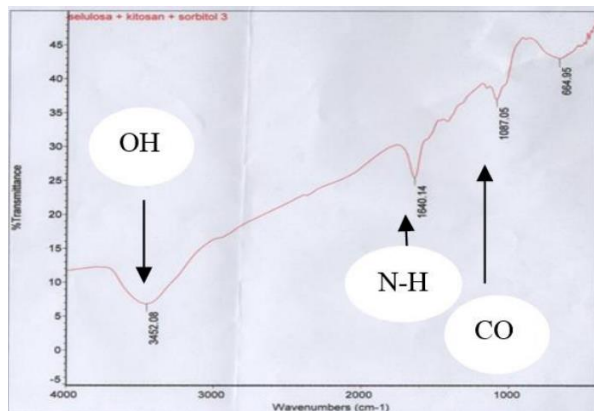
sekitar 1656 cm^{-1} menunjukkan regangan C=O Amida I, serapan 1579 cm^{-1} , N-H pembengkokan Amida II dan serapan 1321 cm^{-1} C-N peregangan Amida III. Hal ini merupakan karakteristik serapan dari ketiga gugus N-asetil yang berbeda dan mungkin tumpang tindih dengan pita lainnya. Puncak pada 1589 cm^{-1} berhubungan dengan pembengkokan N-H amina primer (Queiroz *et al.*, 2015). Deformasi simetris pembengkokan CH_2 dan CH_3 dikonfirmasi oleh puncak masing-masing pada 1421 dan 1379 cm^{-1} . Pita serapan pada 1155 cm^{-1} disebabkan oleh regangan asimetris C-O-C. Puncak pada 1082 dan 1029 cm^{-1} berhubungan dengan peregangan C-O (Song *et al.*, 2013; Vino *et al.*, 2012). Spektrum kitosan standar ditunjukkan pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Spektrum FTIR kitosan (Mashuni *et al.*, 2022)

Spektrum FTIR bioplastik dari selulosa ampas tebu dengan penambahan kitosan dan sorbitol, gugus -OH (gugus alkohol) ditunjukkan pada puncak 3452,08 cm^{-1} . Gugus N-H menunjukkan keberadaan kitosan ditunjukkan pada puncak 1640,16 cm^{-1} . Selain itu terdapat gugus C-O-C pada puncak 1087,05 cm^{-1} atau menunjukkan adanya ikatan glikosidik pada selulosa. Artinya, film bioplastik adalah film dengan metode pencampuran secara fisik, dimana pada setiap pencampuran tidak terbentuk gugus fungsi baru, namun intensitas serapannya berbeda-beda.

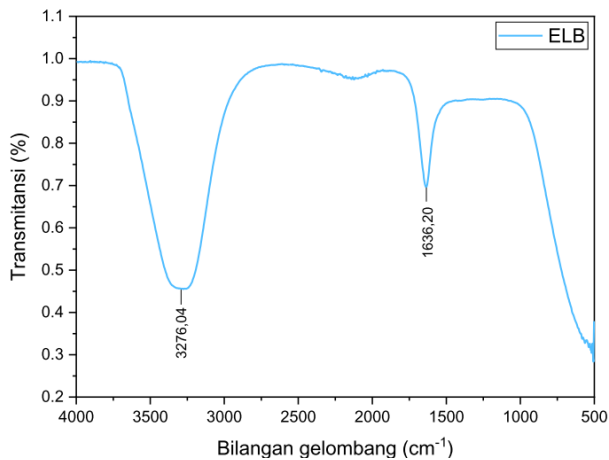
Selain itu, gugus -OH yang muncul pada daerah serapan $3452,08 \text{ cm}^{-1}$ membuktikan bahwa film bioplastik dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme di dalam tanah (Chadijah *et al.*, 2018). Contoh spektrum FTIR dari bioplastik selulosa-kitosan-sorbitol dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Spektrum FTIR bioplastik selulosa-kitosan-sorbitol (Chadijah *et al.*, 2018)

Spektrum FTIR ekstrak lidah buaya pada Gambar 2.12 serapan pada panjang gelombang $3276,04 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus O-H. Serapan ini didukung dengan adanya puncak pada bilangan gelombang $1647,06 \text{ cm}^{-1}$ yang menandakan adanya gugus C=O karbonil.

Diketahui bahwa di dalam ekstrak lidah buaya terdapat kandungan gugus O-H dan C=O karbonil (Maftuhatussolihah, 2022). Contoh spektrum FTIR dari ekstrak lidah buaya dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Spektrum FTIR ekstrak lidah buaya
(Maftuhatussolihah, 2022)

2. Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Analisis kekuatan tarik diperlukan untuk mengetahui kekuatan bioplastik terhadap gaya berasal dari luar. Kuat tarik adalah gaya maksimum yang dapat ditahan oleh bioplastik yang dipengaruhi oleh penambahan bahan plastik (Sagnelli *et al.*, 2017). Gaya maksimum yang

dimaksud merupakan tegangan maksimum yang dapat dicapai pada diagram tegangan suatu regangan. Tegangan ini terjadi karena adanya fenomena pengecilan pada benda uji yang berlanjut hingga benda uji patah. Alat yang digunakan untuk mengukur nilai kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Mesin kuat tarik (Jabbar, 2017)

Pembuatan bioplastik dengan penambahan kitosan akan memperbaiki sifat karakteristik dari bioplastik, salah satunya meningkatkan daya kuat tarik. Pada uji kekuatan tarik ini, dapat diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang (Darni *et al.*,

2014). Kekuatan tarik dapat diukur dengan menggunakan persamaan 2.1.

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

Dengan σ adalah kekuatan tarik (kg/cm^2), F_{maks} adalah beban maksimum (kg), dan A_0 adalah luas penampang awal (cm^2).

Umumnya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut, "*Ultimate Tensile Strenght*" disingkat dengan istilah UTS, dalam bahasa indonesia disebut tegangan tarik maksimum (Rojtica, 2021).

3. Uji Persentase Pemanjangan (Elongasi)

Elongasi atau regangan merupakan persentase perubahan panjang bioplastik saat ditarik hingga putus. Elongasi dilakukan untuk mengetahui kemampuan pemanjangan bioplastik, semakin tinggi nilai elongasinya maka kemasan bioplastik semakin fleksibel dan plastis. Elongasi (%) akan dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10%. Nilai elongasi (%) dapat dihitung dengan

menggunakan persamaan 2.2 (Nuriyah *et al.*, 2018):

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan ε adalah elongasi (%), ΔL adalah $(L - L_o)$ pertambahan panjang (mm), dan L_o adalah panjang mula-mula (mm).

4. Uji Daya Serap Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah mengalami pengembangan. Proses terdifusinya molekul pelarut kedalam polimer akan menghasilkan gel yang mengembang. Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu presentase pengembangan film oleh adanya air (Illing & Satriawan, 2017). Uji ini dilakukan sebanyak dua kali (duplo) untuk mendapatkan data yang akurat. Ketahanan bioplastik terhadap air dapat dihitung dengan persamaan 2.3.

$$\text{Daya serap air} = \frac{W - W_o}{W_o} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dengan A adalah penyerapan air (%), W_0 adalah berat uji mula-mula (gr), dan W adalah berat uji setelah perendaman (gr).

Uji ini dilakukan sebanyak dua kali (duplo) untuk mendapatkan data yang akurat. Jika pengulangan pengujian dilakukan secara duplo maka presisi ditentukan berdasarkan nilai perbedaan prosentase relatif (*relative percent different*, %RPD) dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$\begin{aligned}\%RPD &= \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% = \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)/2} \times 100\% \\ \%RPD &= \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)} \times 200\% \quad (2.4)\end{aligned}$$

Dengan %RPD adalah perbedaan persentase relatif, x_1 adalah hasil pengujian pertama (simplo), x_2 adalah hasil pengujian kedua (duplo), dan $\bar{x}$ adalah rata-rata hasil pengujian.

5. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi atau kemampuan pengamatan degradasi plastik dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna. Pada penelitian pembuatan bioplastik ini salah satu uji

yang dilakukan untuk mengetahui sifat plastik yang dihasilkan adalah uji biodegradasi. Plastik akan terdegradasi secara sempurna ditinjau dari persen hilangnya berat plastik (% *weight loss*) yang mencapai 100% (Rojtica, 2021). Nilai uji biodegradasi diketahui dengan persamaan 2.5.

$$\%W = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\% \quad (2.5)$$

Nilai W_i merupakan berat kering awal sebelum diletakan dalam media (g) sedangkan nilai W_f merupakan berat kering akhir (g) (Ainiyah & Shovitri, 2013).

C. Kajian Pustaka

Mashuni *et al.* (2022) telah melakukan sintesis bioplastik dari selulosa tanpa penambahan kitosan menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi yang rendah yaitu 1,53 MPa dan 1,36%. Maka dari itu perlu ditambahkan penguat, dalam hal ini digunakan kitosan 12% untuk memperbaiki sifat mekanik dari bioplastik tersebut. Penambahan kitosan meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi menjadi 13,28 MPa dan 2,81%. Penelitian serupa dilaporkan untuk bioplastik oleh Santana *et al.* (2018) dan Zavareze *et al.* (2012). Hal ini

disebabkan oleh selulosa yang terakumulasi di sela-sela matriks kitosan sehingga menyebabkan ketebalannya semakin bertambah. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin banyak kitosan maka akan meningkatkan volume total zat dan air dalam bioplastik sehingga meningkatkan tingkat kekentalannya.

Cengristitama & Wulandari (2021) telah melakukan penelitian mengenai sintesis bioplastik dari selulosa dan gliserol menunjukan hasil yang kurang maksimal apabila tidak ditambahkan kitosan sebagai perekat selulosa dalam bioplastik. Bioplastik tanpa kitosan memiliki tekstur tidak rapat dan kasar, tidak elastis, tidak berbau, tidak dapat dilepaskan dari cetakan secara utuh sehingga tidak bisa dilakukan uji dalam penelitian. Namun, bioplastik dengan penambahan kitosan sebanyak 1,5 g; 2 g; 2,5 g; dan 3 g didapatkan hasil kuat tarik berturut-turut 0,5029 MPa; 0,6181 MPa; 0,6913 MPa; dan 1,7750 MPa. Hal ini sesuai dengan teori bahwa kitosan berperan sebagai penguat pada bioplastik. Penambahan kitosan dapat meningkatkan kekuatan tarik bioplastik. Tingginya kekuatan tarik disebabkan oleh interaksi antara

kitosan dan polimer selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen (Hayatun *et al.*, 2020).

Chadijah *et al.* (2018) membuat bioplastik berbahan dasar selulosa dari ampas tebu dan kitosan memiliki nilai kuat tarik dan persen elongasi sebesar 0,081 MPa dan 4,6%. Setelah ditambahkan sorbitol nilai kuat tarik dan persen elongasinya menjadi 0,024 MPa dan 12,66%. Dalam penelitian ini, terbukti bahwa sorbitol menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan persen elongasi. Chadijah *et al.* (2022) telah melakukan penelitian mengenai sintesis bioplastik dari selulosa limbah jerami, kitosan, ekstrak kulit jeruk, dan sorbitol memiliki nilai kuat tarik dan persen elongasi sebesar 10,2611 MPa dan 13,88%. Bioplastik ini terdegradasi sempurna pada hari ke -7 oleh mikroorganisme dalam tanah.

Maftuhatussolihah (2022) telah melakukan penelitian tentang pembuatan *edible film* berbahan dasar pati biji alpukat-gliserol dengan penambahan ekstrak lidah buaya. Hasil uji mekanik dari *edible film* menunjukkan bahwa ekstrak lidah buaya dapat mempengaruhi nilai kuat tarik dan elongasi dari *plastic film*. Nilai kuat tarik dan elongasi sebelum

ditambahkan ekstrak lidah buaya yaitu 1,58 MPa dan 18 %. Namun, setelah ditambahkan ekstrak lidah buaya meningkat menjadi 2,65 MPa dan 30 %.

Penelitian tentang bioplastik dari selulosa menghasilkan bioplastik dengan sifat yang mudah rapuh, sehingga perlu ditambahkan kitosan sebagai penguatnya. Pada penelitian ini digunakan selulosa dari kulit durian yang memiliki kandungan selulosa sebesar 48,60% (Jannah, 2022). Penelitian mengenai pembuatan bioplastik berasal dari selulosa kulit durian, kitosan, dengan *plasticizer* gliserol sudah pernah dilakukan oleh (Mashuni *et al.*, 2022). Namun, pembuatan bioplastik dari selulosa kulit durian, kitosan, dengan *plasticizer* sorbitol dan penambahan ekstrak lidah buaya sebagai zat aditif belum pernah diteliti oleh peneliti lain, sehingga inovasi yang didapatkan dalam penelitian ini adalah penambahan sorbitol dan ekstrak lidah buaya.

D. Hipotesis

Penambahan kitosan dan sorbitol pada bioplastik berbasis selulosa diharapkan mampu memberikan pengaruh terhadap harga kekuatan mekanik bioplastik dan penambahan ekstrak lidah buaya diduga akan meningkatkan kekuatan mekanik bioplastik. Ekstrak lidah buaya memiliki senyawa polisakarida *acemannan* dan kolagen yang bersifat elastis dan hidrofilik sehingga apabila ditambahkan ke dalam campuran bioplastik akan menghasilkan material yang memiliki kekuatan mekanik yang baik dan mampu terdegradasi lebih cepat.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Kampus 2, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang. Adapun uji kuat tarik dan elongasi dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro Semarang. Penelitian dan pengolahan data dilakukan pada bulan November 2023 – April 2024.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain peralatan gelas laboratorium yaitu cawan porselen, erlenmeyer, gelas beaker, termometer alkohol, alat penyerbuk (*blender*), ayakan ukuran 100 mesh, *magnetic stirrer* (Cimarec), oven (Mettler UN 30), neraca analitik (AND HR-200), dan *hotplate*. Alat analisis meliputi: spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR, Bruker ALPHA II) dan *universal testing mechine* (CORES- DU_R-7.8 LHU).

2. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam proses sintesis bioplastik adalah limbah kulit durian yang diambil di kawasan Kalijurang, Kabupaten Brebes sebagai sumber selulosa, lidah buaya yang diambil di Kawasan Ngaliyan, Semarang, sorbitol, kitosan dari toko *chem mix*, aquadest, dan bahan-bahan dengan kualitas p.a dari *merck* diantaranya, CH_3COOH 2%, H_2O_2 10%, NaOH , dan bahan yang digunakan untuk uji biodegradasi bioplastik yaitu tanah kompos.

C. Cara Kerja

1. Preparasi Selulosa

Preparasi selulosa diawali dengan kulit durian yang diperoleh dari kawasan Kalijurang dipisahkan dari kulit terluarnya dan dicuci bersih, kemudian dipotong kecil dan dikeringkan menggunakan sinar matahari. Selanjutnya dimasukkan ke dalam alat penyerbuk hingga didapatkan serbuk kulit buah durian dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh untuk menghomogenkan ukuran serbuk (Jannah, 2022; Nugraheni *et al.*, 2018).

Sebanyak 100 g serbuk kulit durian ditambahkan dengan 800 mL NaOH 10% dan dipanaskan pada suhu 100 °C selama 2 jam. Pulp dipisahkan dan dicuci dengan akuades hingga bersih. Selanjutnya dilakukan *bleaching* dengan 800 mL H₂O₂ 10% pada suhu 60 °C selama 2 jam. Pulp yang terbentuk dicuci dan dikeringkan pada suhu 105 °C selama 1 jam menggunakan oven. Hasil dikarakterisasi dengan FTIR (Nugraheni *et al.*, 2018; Rojtica, 2021).

2. Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya

Lidah buaya dicuci menggunakan air lalu dipotong-potong dan dikupas bagian luarnya sehingga didapatkan gel dari lidah buaya. Gel lidah buaya dipanaskan dengan suhu 70 °C selama 3 menit. Kemudian gel lidah buaya dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga didapatkan gel lidah buaya yang halus. Ekstrak lidah buaya dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (Maftuhatussolihah, 2022).

3. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan

Selulosa sebanyak 1,25 g ditambahkan ke dalam 25 mL aquades kemudian dipanaskan dan diaduk pada suhu 80 °C dengan kecepatan 600 rpm selama 30 menit hingga terbentuk larutan kental dan dibiarkan dingin. Larutan kitosan dibuat dengan 1 g kitosan yang dilarutkan dalam asam asetat 2% sampai volume 80 mL dan diaduk pada suhu 80 °C dengan kecepatan 800 rpm selama 25 menit. Kedua larutan yang terbentuk dicampurkan, kemudian dipanaskan kembali selama 20 menit pada suhu 80 °C sampai larutan homogen. Selanjutnya dicetak pada cetakan plastik dengan ukuran 17,5×10×2 cm secara merata hingga tidak ada gelembung pada permukaannya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C (Isnaini, 2019; Mashuni *et al.*, 2022; Septiani, 2022). Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air, dan uji biodegradasi.

4. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol

Selulosa sebanyak 1,25 g ditambahkan ke dalam 25 mL aquades kemudian dipanaskan dan

diaduk pada suhu 80 °C dengan kecepatan 600 rpm selama 30 menit hingga terbentuk larutan kental dan dibiarkan dingin. Larutan kitosan dibuat dengan 1 g kitosan dan variasi sorbitol 0; 0,5; 1; 2; dan 2,5 mL yang dilarutkan dalam asam asetat 2% sampai volume 80 mL dan diaduk pada suhu 80 °C dengan kecepatan 800 rpm selama 25 menit. Kedua larutan yang terbentuk dicampurkan, kemudian dipanaskan kembali selama 20 menit pada suhu 80 °C sampai larutan homogen. Selanjutnya dicetak pada cetakan plastik dengan ukuran 17,5×10×2 cm secara merata hingga tidak ada gelembung pada permukaannya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C (Isnaini, 2019; Maftuhatussolihah, 2022; Mashuni *et al.*, 2022; Septiani, 2022). Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air, dan uji biodegradasi.

5. Sintesis Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol – Ekstrak Lidah Buaya (ELB)

Variasi komposisi selulosa, kitosan, dan sorbitol paling optimum nilai kuat tariknya yang didapatkan pada tahap empat, selanjutnya

ditambahkan ekstrak lidah buaya dengan variasi 0%; 1%; 5%; dan 10% yang dilarutkan dalam asam asetat 2% sampai volume 80 mL dan diaduk pada suhu 80 °C dengan kecepatan 800 rpm selama 25 menit. Kedua larutan yang terbentuk dicampurkan, kemudian dipanaskan kembali selama 20 menit pada suhu 80 °C sampai larutan homogen. Selanjutnya dicetak pada cetakan plastik dengan ukuran 17,5×10×2 cm secara merata hingga tidak ada gelembung pada permukaannya, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C (Isnaini, 2019; Maftuhatussolihah, 2022; Mashuni *et al.*, 2022; Septiani, 2022). Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air, dan uji biodegradasi.

6. Uji Kekuatan Mekanik

Hasil analisis uji kekuatan mekanik berupa harga kuat tarik dengan satuan MPa dan elongasi dalam bentuk persentase. Uji kuat tarik dilakukan dengan alat instrumen *tensile strength*, sampel bioplastik ditarik dari dua arah sehingga panjangnya bertambah dan diameternya mengecil (Rojtica, 2021). Adapun penentuan kuat tarik

dapat dihitung melalui yang sudah tertuang dalam persamaan 2.1. Adapun penentuan persentase pemanjangan (elongasi) dapat dihitung melalui persamaan 2.2.

7. Uji Daya Serap Air

Teknisnya sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm. Kemudian ditimbang sebagai massa awal (W_o). Kemudian dimasukkan ke dalam gelas berisi 15 mL aquades selama 10 detik lalu diangkat dari gelas dan diletakkan di atas kertas saring. Timbang kembali massa bioplastik (W). Uji ini dilakukan sebanyak dua kali (duplo) pengulangan (Rojtica, 2021). Adapun penentuan daya serap air dapat dihitung melalui persamaan 2.3.

Uji ini dilakukan sebanyak dua kali (duplo) untuk mendapatkan data yang akurat. Jika pengulangan pengujian dilakukan secara duplo maka presisi ditentukan berdasarkan nilai perbedaan persentase relatif (*relative percent different*, %RPD) dapat dihitung melalui persamaan 2.4.

8. Uji Biodegradasi

Bioplastik sampel dipotong ukuran 2 x 3 cm kemudian ditimbang. Setelah itu dipendam dalam 100 g tanah kompos dengan posisi kedalaman yang seragam dalam botol gelas plastik transparan selama interval waktu perhari. Kemudian diamati berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi bioplastik hingga hilang sempurna di dalam tanah kompos (Rojtica, 2021). Adapun penentuan uji biodegradasi dapat dihitung melalui persamaan 2.5.

9. Analisis Gugus Fungsi FTIR

Pada analisis FTIR ini akan ditampilkan spektra inframerah dari selulosa, ekstrak lidah buaya, bioplastik selulosa, bioplastik selulosa – kitosan, bioplastik selulosa – kitosan – sorbitol, dan bioplastik selulosa – kitosan – sorbitol – ekstrak lidah buaya. Lapisan tipis, diletakkan pada wadah sampel uji, kemudian diukur pada rentang bilangan gelombang 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} (Rojtica, 2021).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

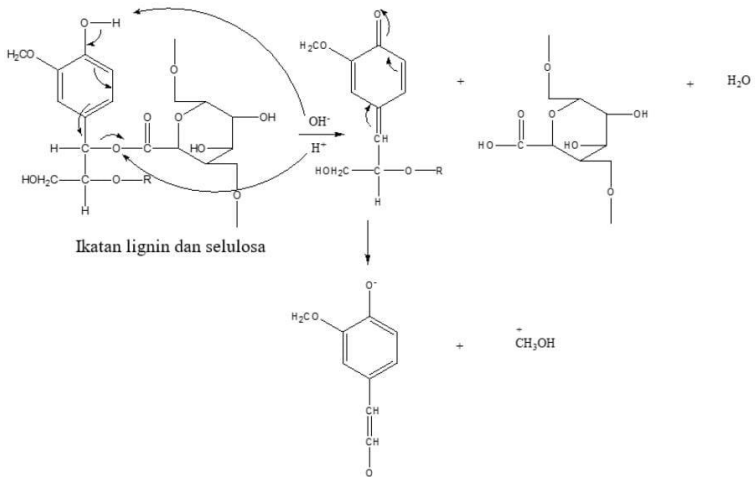
Pada bab ini akan diuraikan hasil penelitian dan pembahasan tentang sintesis dan karakterisasi bioplastik berbasis selulosa kulit durian–kitosan–sorbitol–ekstrak lidah buaya.

A. Preparasi Selulosa

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, sampel kulit durian diambil dari Desa Kalijurang, Kecamatan Tonjong, Kabupaten Brebes. Preparasi selulosa dibuat dengan menggunakan kulit durian yang sebelumnya sudah dikeringkan dengan sinar matahari. Kulit durian yang sudah kering dimasukan ke dalam penyerbuk kemudian diayak untuk menghomogenkan ukurannya.

Proses ekstraksi selulosa melalui dua tahapan yaitu delignifikasi dan *bleaching*. Tahap delignifikasi merupakan proses yang bertujuan untuk memisahkan dan memperoleh selulosa dari lignin dan hemiselulosa yang terdapat dalam lignosesulosa (Maharani & Rosyidin, 2018). Kulit durian ditambahkan dengan NaOH 10% sebanyak 800 ml pada suhu 100°C disertai dengan pengadukan, tujuannya untuk mengaktifkan

gugus OH^- pada molekul-molekul selulosa secara merata sehingga terbentuk pulp dan filtrat. Proses ini menggunakan metode alkalinasi yang dilakukan dengan melarutkan serbuk kulit durian dalam NaOH. Larutan NaOH dalam delignifikasi berfungsi untuk menyerang dan merusak struktur lignin dan sehingga lignin yang terlarut dalam larutan mengubah warna larutan menjadi hitam yang disebut dengan lindi hitam (*black liquor*) dan struktur lignin menjadi lunak. Hal ini mengakibatkan hemiselulosa yang terikat pada lignin menjadi terbebas dan sebagian besar dapat larut ke dalam larutan NaOH (Mashuni *et al.*, 2022). Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa menggunakan NaOH dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mekanisme pemutusan ikatan antara lignin dan selulosa oleh NaOH (Lestari *et al.*, 2018)

Berdasarkan Gambar 4.1 degradasi lignin diawali oleh penyerangan atom H yang terikat pada gugus OH fenolik oleh ion hidroksida (OH^-) dari NaOH. Atom H pada bagian tersebut bersifat asam karena terikat pada atom O yang memiliki keelektronegatifan besar. Atom O yang lebih elektronegatif akan menarik elektron pada atom H, sehingga atom H akan bermuatan parsial positif dan mudah lepas menjadi ion H^+ . Keasaman juga dipengaruhi oleh efek resonansi dari gugus alkil pada posisi para, sehingga atom H pada gugus fenolik akan bersifat lebih asam. Gambar 4.1

juga menunjukkan bahwa ion hidroksida (OH^-) dari NaOH juga akan memutus ikatan-ikatan dari struktur dasar lignin sedangkan ion natrium (Na^+) akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolat ini bersifat mudah larut dalam akuades. Gugus hidroksil fenolat lignin berada dalam keadaan terionisasi membentuk garamnya dan bersifat polar sehingga garam fenolat mudah larut dalam air (Lestari *et al.*, 2018)

Pulp (selulosa) yang didapat masih berwarna coklat gelap karena masih ada pigmen dan sisa lignin yang masih terikut dalam selulosa. Pulp dipisahkan dan dicuci dengan akuades. Untuk menghilangkan pigmen dan sisa lignin, maka dilakukan proses lanjutan yaitu proses *bleaching*. Pulp ini kemudian dibersihkan dengan metode *bleaching* menggunakan 800 mL H_2O_2 10% pada suhu 60°C selama 2 jam sehingga terbentuk pulp hasil. Pemilihan larutan H_2O_2 untuk *bleaching* karena H_2O_2 berbasis oksigen yang sangat efisien, *low cost*, dan sedikit menimbulkan pencemaran lingkungan. H_2O_2 yang digunakan adalah larutan H_2O_2 10% (b/v). *Bleaching* dilakukan dengan pemanasan pada suhu 60°C selama 2 jam. *Bleaching*

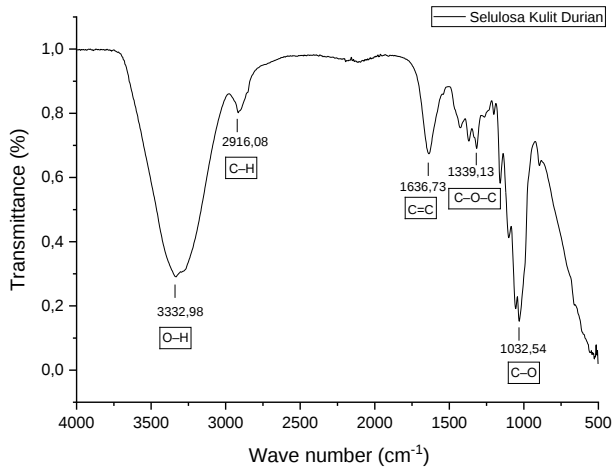
pada waktu kurang dari 1,5 jam akan menghasilkan tingkat kecerahan selulosa yang masih rendah, akan tetapi ketika *bleaching* lebih dari 1,5 jam, tingkat kecerahan selulosa cenderung konstan. Sehingga, waktu 2 jam dipilih karena kondisinya paling optimum. Begitu pula suhu yang digunakan untuk *bleaching*, suhu optimum adalah 60° C (Dewanti, 2018). Selulosa yang diperoleh berubah warna menjadi cokelat muda. Pulp selulosa ini kemudian dicuci dan dikeringkan pada oven suhu 105° C sampai kering (selulosa). Adapun selulosa yang didapatkan sebanyak 44,27 g sehingga berat rendemennya yaitu 44,27 %. Hasil selulosa yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Selulosa Kulit Durian

Selulosa yang dihasilkan dalam penelitian ini kemudian dikarakterisasi dengan FTIR. Hasil spektra

FTIR selulosa dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.1.



Gambar 4.3 Spektra FTIR Selulosa Kulit Durian
Tabel 4.1 Hasil Serapan Selulosa

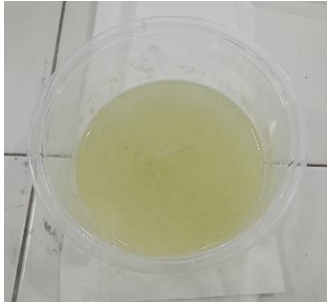
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Selulosa Sintesis (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang Selulosa Literatur (cm ⁻¹) (Rojtica, 2021)
O-H	3332,98	3340
C-H	2916,08	2899
C-O-C	1319,13	1319,31
C-O	1032,54	927,76

Berdasarkan pada Gambar 4.3 dan Tabel 4.1 terlihat bahwa hasil spektrum FTIR selulosa pada

puncak $3332,98\text{ cm}^{-1}$ berasal dari peregangan gugus -OH (*stretching*) senyawa fenolik ikatan hidrogen, dan puncak pada $2916,08\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya C-H (*stretching*) senyawa alkana yang merupakan kerangka utama pembangun senyawa selulosa (Rojtica, 2021). Pita pada $1636,73\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan keberadaan gugus C=C pada cincin aromatik lignin (Pang *et al.*, 2013). Pita pada $1319,13\text{ cm}^{-1}$ merupakan puncak karakteristik untuk gugus C-O-C (*stretching*) senyawa eter yang merangkai selulosa. Terlihat gugus fungsi C-O glikosida (*bending*) pada panjang gelombang sekitar $1032,54\text{ cm}^{-1}$. Tanda adanya gugus-gugus spesifik selulosa yaitu munculnya gugus O-H (fenolik), C-H (alkana), C-O-C (eter), dan C-O (alkohol) (Mashuni *et al.*, 2021). Sehingga dari data spektra FTIR hasil sintesis selulosa kulit durian diatas dapat disimpulkan bahwa selulosa telah berhasil didapatkan.

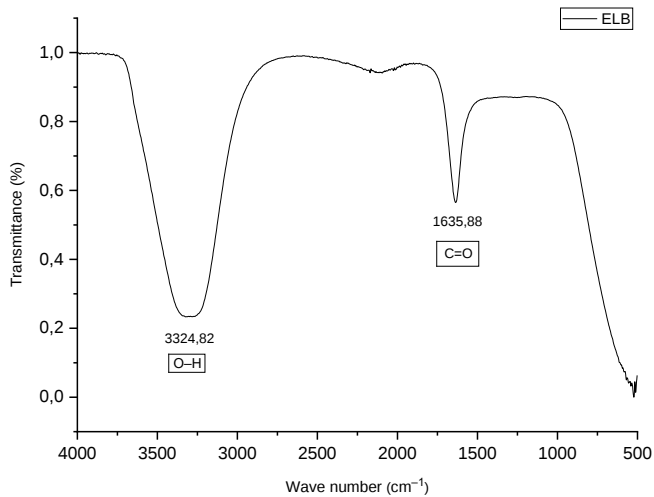
B. Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya (ELB)

Ekstrak lidah buaya (ELB) yang berhasil disintesis dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Ekstrak Lidah Buaya

Berdasarkan Gambar 4.4 ELB memiliki bentuk fisik berwujud cairan berwarna kuning kehijauan. ELB yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan FTIR. Tujuan analisis tersebut untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat di dalamnya. Hasil analisis gugus fungsi ELB dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Tabel 4.2.



Gambar 4.5 Spektrum FTIR ELB

Tabel 4.2 Hasil Analisis FTIR ELB

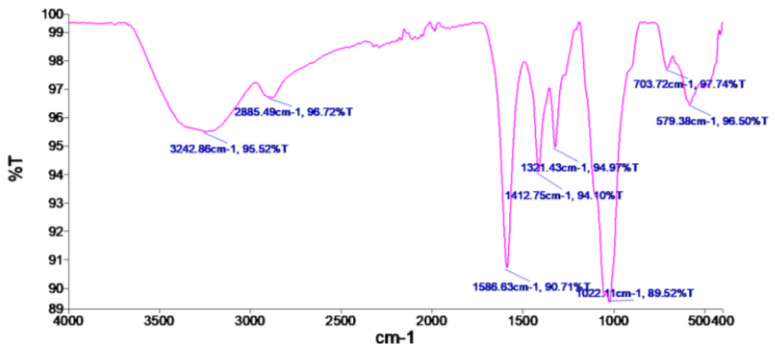
Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang ELB (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang ELB Literatur (cm ⁻¹) (Maftuhatussolihah, 2022)
O-H	3324,82	3276,04
C=O	1635,88	1637,20

Berdasarkan Gambar 4.5 dan Tabel 4.2 diketahui hasil analisis spektrofotometer FTIR menunjukkan bahwa di dalam ELB terdapat serapan pada bilangan gelombang 3324,82 cm⁻¹ dan 1635,88 cm⁻¹. Pita serapan

lebar pada bilangan gelombang $3324,82\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan keberadaan gugus O-H. Serapan ini didukung dengan adanya puncak pada bilangan gelombang $1635,88\text{ cm}^{-1}$ yang menandakan adanya gugus C=O karbonil. Dengan demikian, melalui analisa ELB dengan spektrofotometer FTIR, diketahui bahwa di dalam ELB terdapat kandungan gugus O-H dan C=O karbonil yang merupakan tanda adanya gugus spesifik dari senyawa kolagen (*acemannan* dan *glucomannan*) yang strukturnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 dan 2.7 (Putri, 2022). Sehingga dari data spektra FTIR hasil sintesis ELB di atas dapat disimpulkan bahwa ELB telah berhasil didapatkan.

C. Analisis FTIR Kitosan

Kitosan yang digunakan dalam penelitian ini dikarakterisasi dengan FTIR. Hasil spektra FTIR kitosan dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.3.



Gambar 4.6 Spektra FTIR Kitosan

Tabel 4.3 Hasil Analisis FTIR Kitosan

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang Kitosan (cm ⁻¹)	Bilangan Gelombang Kitosan Literatur (cm ⁻¹) (Azizati, 2019)
O-H	3282,46	3448,72
C-H	2885,49	2877,79
N-H	1586,63	1597,06
C-H	1412,75	1381,03

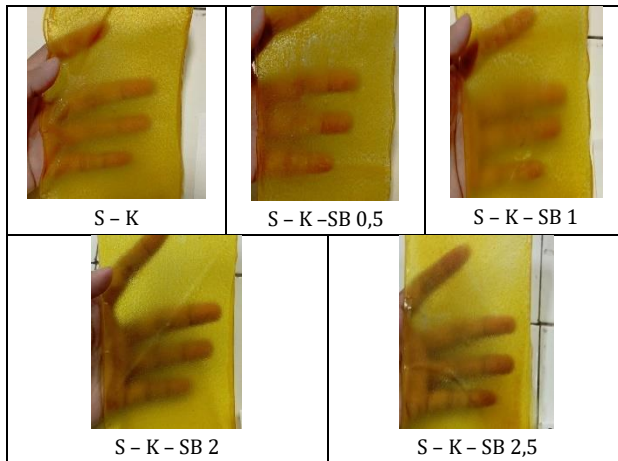
Berdasarkan pada Gambar 4.6 dan Tabel 4.3 terlihat bahwa hasil spektrum FTIR kitosan pada puncak 3282,46 cm⁻¹ berasal dari peregangan gugus O-H (*stretching*) senyawa fenolik ikatan hidrogen, dan puncak pada 2885,49 cm⁻¹ menunjukkan adanya C-H (*stretching*) senyawa alkana. Pada puncak 1586,63 cm⁻¹

¹ muncul gugus N-H (*bending*) amina. Pada puncak 1412,75 cm⁻¹ berasal dari gugus C-H (*bending*).

D. Sintesis Bioplastik

1. Bioplastik Selulosa Kulit Durian – Kitosan – Sorbitol

Selulosa yang telah diperoleh dari kulit durian dibuat sebagai bahan pembuatan bioplastik dengan penambahan kitosan sebagai penguat dan sorbitol sebagai *plasticizer*. Pada pembuatan bioplastik dilakukan pencampuran dan pemanasan menggunakan *magnetic stirrer*. Pada penelitian ini dibuat sebanyak 5 sampel bioplastik dengan variasi penambahan sorbitol. Pada penambahan sorbitol 0 mL diberikan identitas sampel S-K. Penambahan sorbitol 0,5 mL diberikan identitas sampel S-K-SB 0,5. Penambahan sorbitol 1 mL diberikan identitas sampel S-K-SB 1. Penambahan sorbitol 2 mL diberikan identitas sampel S-K-SB 2. Penambahan sorbitol 2,5 mL diberikan identitas sampel S-K-SB 2,5.



Gambar 4.7 Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol

Gambar 4.7 menunjukkan bioplastik yang berhasil disintesis dengan variasi penambahan sorbitol (0 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, dan 2,5 mL). Bioplastik yang dihasilkan berwarna kuning transparan, bertekstur halus, serta lentur. Perbedaan untuk setiap sampel bioplastik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

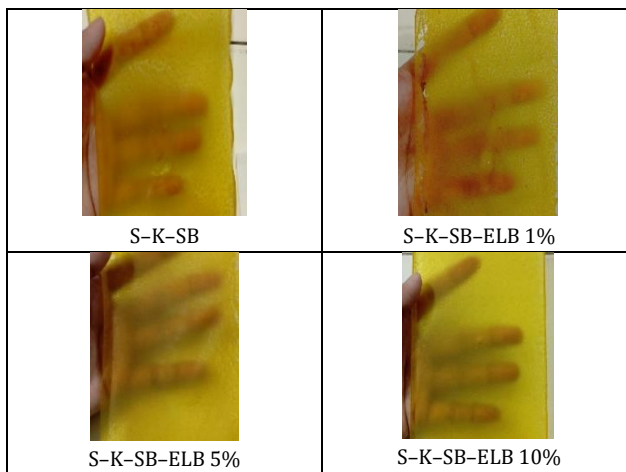
Tabel 4.4 Perbedaan Fisik Bioplastik Variasi Sorbitol

Sampel	Keterangan
S-K	Kuning transparan buram, halus, sedikit kaku
S-K-SB 0,5	Kuning transparan buram, halus, sedikit lentur
S-K-SB 1	Kuning transparan buram, halus, lentur
S-K-SB 2	Kuning transparan buram, halus, sangat lentur
S-K-SB 2,5	Kuning transparan buram, halus, sangat lentur

2. Bioplastik Selulosa Kulit Durian – Kitosan – Sorbitol – ELB

Pada penelitian ini dibuat sebanyak 4 sampel bioplastik dengan variasi penambahan ELB dengan komposisi optimum pada uji kekuatan mekanik sebelumnya berdasarkan pada Tabel 4.6 dan 4.7 yaitu penambahan sorbitol 1 mL (S-K-SB 1). Pada penambahan ELB 0 % diberikan identitas sampel S-K-SB 1. Penambahan ELB 1 % diberikan identitas sampel S-K-SB 1-ELB 1 %. Penambahan ELB 5 % diberikan identitas sampel S-K-SB 1-ELB 5 %. Penambahan ELB 10 % diberikan identitas sampel S-K-SB 1-ELB 10 %.

ELB digunakan sebagai bahan penambahan bioplastik karena memiliki kandungan polisakarida *acemannan* yang bersifat menambah kelenturan dan anti kerusakan. Polisakarida *acemannan* juga memiliki kandungan tertinggi setelah air pada ekstrak lidah buaya yaitu sekitar 60% (Rahima *et al.*, 2019).



Gambar 4.8 Bioplastik Selulosa – Kitosan – Sorbitol – ELB (0%, 1%, 5%, dan 10%)

Gambar 4.8 menunjukkan bioplastik yang berhasil disintesis dengan variasi penambahan ekstrak lidah buaya (0%, 1%, 5%, dan 10%). Bioplastik yang dihasilkan berwarna kuning

transpran, bertekstur halus, serta lentur. Perbedaan untuk setiap sampel bioplastik yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Perbedaan Fisik Bioplastik Variasi ELB

Sampel	Keterangan
S-K-SB 1	Kuning transparan buram, halus, lentur
S-K-SB 1-ELB 1%	Kuning transparan sedikit buram, halus, lentur
S-K-SB 1-ELB 5%	Kuning transparan bening, halus, lentur
S-K-SB 1-ELB 10%	Kuning transparan sangat bening, halus, lentur

E. Karakterisasi Bioplastik

Bioplastik yang dihasilkan dari selulosa kulit durian (*Durio zibethinus*) selanjutnya dilakukan beberapa karakterisasi, diantaranya: uji sifat mekanik (kuat tarik dan elongasi), uji daya serap air (%), uji biodegradasi, dan uji FTIR.

1. Hasil Uji Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik terdiri dari uji kuat tarik dan elongasi dari bioplastik. Uji kuat tarik bertujuan untuk mencari seberapa besar kekuatan

bioplastik saat menahan gaya tarik dari beban maksimum yang diberikan. Hasil uji kuat tarik dari bioplastik penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik

Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	SNI 7818:2014
S-K	5,09	Minimal 13,7 MPa
S-K-SB 0,5	5,24	
S-K-SB 1	7,31	
S-K-SB 2	2,80	
S-K-SB 2,5	1,38	

Uji kuat tarik yang dilakukan diperoleh hasil bahwa dengan penambahan sorbitol 0,5 dan 1 mL mampu meningkatkan nilai kuat tarik pada bioplastik. Hal ini terjadi karena molekul sorbitol mengisi ruang kosong pada struktur film bioplastik (Isnaini, 2019). Namun, penurunan kuat tarik pada penambahan sorbitol 2 dan 2,5 mL terjadi karena sorbitol yang ditambahkan semakin berlebih. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Isnaini (2019), penggunaan sorbitol berlebih sebagai *plasticizer* dapat mengurangi gaya antar molekul. Sorbitol dapat mengganggu interaksi antar molekul yang

berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik antar molekul berkurang.

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa nilai kuat tarik yang dihasilkan belum memenuhi SNI 7818:2014 yaitu minimal 13,7 MPa. Adapun nilai kuat tarik tertinggi yaitu 7,31 Mpa pada bioplastik S-K-SB 1 mL, sedangkan nilai kuat tarik terendah yaitu 1,38 Mpa pada bioplastik S-K-SB 2,5 mL. Namun, bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bioplastik yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya (Chadijah *et al.*, 2018). Pada penelitian tersebut dilakukan sintesis bioplastik dari selulosa ampas tebu, kitosan, dan sorbitol yang memiliki nilai kuat tarik maksimal pada bioplastik yaitu 0,081 MPa.

Persen pemanjangan (elongasi) merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus. Pengujian elongasi dilakukan dengan membandingkan penambahan panjang yang terjadi dengan panjang bahan sebelum dilakukan uji tarik. Adapun pengaruh variasi penambahan

sorbitol terhadap nilai persen pemanjangan bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Nilai Elongasi (%) Bioplastik

Bioplastik	Elongasi (%)	SNI 7818:2014
S-K	3,2	400 – 1.120%
S-K-SB 0,5	12,0	
S-K-SB 1	29,2	
S-K-SB 2	55,2	
S-K-SB 2,5	53,2	

Penambahan sorbitol dapat memberikan nilai elongasi yang berbeda. Semakin banyak volume sorbitol yang ditambahkan pada pembuatan bioplastik maka semakin tinggi nilai elongasi yang dihasilkan. Sorbitol merupakan senyawa yang bersifat hidrofilik sehingga dapat melunakkan bahan dan mengakibatkan peningkatan nilai persen pemanjangan (Handayani & Haryanto, 2020).

Berdasarkan data yang diperoleh bahwa nilai elongasi yang dihasilkan belum memenuhi SNI 7818:2014 yaitu 400 – 1.120%. Adapun nilai elongasi tertinggi yaitu 55,2% pada bioplastik S-K-SB 2 mL, sedangkan nilai elongasi terendah yaitu 3,2% pada bioplastik S-K. Namun, bioplastik

yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai elongasi yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bioplastik yang dihasilkan pada penelitian sebelumnya (Isnaini, 2019). Pada penelitian tersebut dilakukan sintesis bioplastik dari selulosa dari cangkang buah nipah, kitosan, dan sorbitol yang memiliki nilai elongasi maksimal pada bioplastik yaitu 13,53%.

Berdasarkan data yang diperoleh dan merujuk pada SNI 7818:2014, maka bioplastik yang memiliki sifat mekanik yang paling optimum adalah bioplastik S-K-SB 1 dengan nilai kuat tarik sebesar 7,31 Mpa dan persen elongasi sebesar 29,2%. Selanjutnya, bioplastik yang paling optimum ini digunakan untuk divariasikan lebih lanjut dengan penambahan ELB.

Tabel 4.8 Nilai Uji Kuat Tarik Bioplastik Penambahan ELB

Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	SNI 7818:2014
S-K-SB 1	7,31	Minimal 13,7 MPa
S-K-SB 1-ELB 1%	7,69	
S-K-SB 1-ELB 5%	8,75	
S-K-SB 1-ELB 10%	12,40	

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi ELB berpengaruh pada nilai kuat tarik suatu bioplastik. Nilai kuat tarik dari bioplastik sebelum ditambahkan ELB adalah 7,31 MPa, sedangkan setelah ditambahkan ELB 1% hingga 10% berturut-turut meningkat menjadi 7,69 Mpa, 8,75 MPa, dan 12,40 MPa.

Semakin bertambahnya konsentrasi ELB, maka semakin meningkat nilai kuat tariknya. Hal ini dikarenakan *acemannan* memiliki sel fibroblas yang dapat membentuk senyawa kolagen dan meningkatkan kekuatan tariknya (Putri, 2022). Hasil penelitian ini sesuai dengan Syaputra *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa semakin banyaknya konsentrasi ELB yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kuat tariknya.

Uji elongasi menunjukkan pemanjangan (elastisitas) suatu bioplastik. Nilai elongasi dari berbagai variasi komposisi ELB dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Nilai Elongasi Bioplastik dengan Penambahan ELB

Bioplastik	Elongasi (%)	SNI 7818:2014
S-K-SB 1	29,2	400 – 1.120%
S-K-SB 1-ELB 1%	34,0	
S-K-SB 1-ELB 5%	36,0	
S-K-SB 1-ELB 10%	43,7	

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa penambahan ELB berpengaruh terhadap nilai elongasi bioplastik. Penelitian Siskawardani *et al.* (2020) menunjukkan bahwa penambahan ELB dalam pembuatan *edible film* dapat meningkatkan nilai elongasi. Penelitian Maftuhatussolihah (2022) menyatakan bahwa kandungan *acemannan* yang merupakan golongan polisakarida pada ELB dapat mempengaruhi nilai elongasi. Semakin banyak konsentrasi ELB yang ditambahkan, maka nilai elongasi film cenderung meningkat.

Hasil nilai kuat tarik dan nilai elongasi pada analisa *Testing Machine* dengan variasi penambahan ELB (0%, 1%, 5%, dan 10%) jika dibandingkan dengan SNI 7818:2014 maka yang memenuhi kriteria paling optimum yaitu pada sampel 4 dengan variasi penambahan ELB

sebanyak 10% dengan nilai kuat tarik sebesar 12,40 MPa dan persen elongasi sebesar 43,7%.

2. Hasil Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang dapat diserap oleh bioplastik. Banyaknya air yang diserap akan berpengaruh pada ketahanan bioplastik terhadap air. Bioplastik dapat dikatakan berkualitas baik apabila % daya serap air yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini terjadi karena semakin rendah nilai daya serap air yang dihasilkan, maka bioplastik yang dihasilkan semakin tahan terhadap air. Semakin tinggi nilai daya serap suatu bioplastik, mengakibatkan tingkat kerusakan dan kelarutan dalam air akan semakin besar. Hal ini akan mempercepat bioplastik untuk rusak dan begitu juga sebaliknya. Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali pengulangan (duplo) sehingga data yang dihasilkan lebih akurat. Nilai %RPD yang didapat harus sesuai dengan SNI yaitu di bawah 10% (Habibi, 2020). Adapun hasil uji daya serap air bioplastik dapat dilihat pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10 Uji Daya Serap Air Bioplastik

Bioplastik	Berat Sebelum (g)	Berat Sesudah (g)	Daya Serap Air (%)	Rata-rata (%)
S-K	0,0585	0,0653	11,62	11,31
	0,0545	0,0605	11	±5,482
S-K-SB 0,5	0,0462	0,0541	17,09	16,91
	0,0317	0,0370	16,72	±2,189
S-K-SB 1	0,0686	0,0835	21,72	21,02
	0,0708	0,0852	20,33	±6,611
S-K-SB 2	0,0825	0,1095	32,73	32,55
	0,0853	0,1092	32,36	±1,137
S-K-SB 2,5	0,1113	0,1583	42,23	42,58
	0,1013	0,1448	42,94	±1,667

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat dilihat bahwa semakin banyak volume sorbitol yang ditambahkan dalam pembuatan bioplastik, maka semakin tinggi nilai daya serap air (%) yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan penambahan *plasticizer* sorbitol memiliki sifat hidrofilik. Penelitian ini sejalan dengan hasil uji daya serap air pada bioplastik yang telah disintesis oleh Karulina (2021) bahwa semakin banyak volume sorbitol yang ditambahkan, maka semakin tinggi nilai daya serap air pada bioplastik. Berdasarkan data yang diperoleh, nilai uji daya serap air dengan variasi penambahan sorbitol (0 mL; 0,5 mL; 1mL;

2 mL; dan 2,5 mL) yaitu berturut-turut 11,31%; 16,91%; dan 21,02%.

Uji daya serap air pada bioplastik setelah ditambahkan ELB dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut:

Tabel 4.11 Uji Daya Serap Air Bioplastik dengan Penambahan ELB

Bioplastik	Berat Sebelum (g)	Berat Sesudah (g)	Daya Serap Air (%)	Rata-rata (%)
S-K-SB 1	0,0686	0,0835	21,72	21,02
	0,0708	0,0852	20,33	±6,611
S-K-SB 1-ELB 1%	0,0901	0,1102	22,31	22,05
	0,0923	0,1124	21,78	±2,405
S-K-SB 1-ELB 5%	0,0748	0,0923	23,39	23,17
	0,0688	0,0846	22,96	±1,855
S-K-SB 1-ELB 10%	0,0747	0,0944	26,37	25,77
	0,0723	0,0905	25,17	±4,656

Hasil daya serap air yang diperoleh pada bioplastik variasi penambahan ELB 0% memiliki daya serap air sebesar 21,02%. Bioplastik variasi penambahan ELB 1% memiliki daya serap air sebesar 22,05%. Bioplastik variasi penambahan ELB 5% memiliki daya serap air sebesar 23,17%. Bioplastik variasi penambahan ELB 10% memiliki daya serap air sebesar 25,77%.

Berdasarkan data yang diperoleh, penambahan ELB mempengaruhi daya serap air pada bioplastik. Semakin banyak penambahan ELB, maka nilai daya serap air akan semakin meningkat. Tabel 4.11 menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ELB maka semakin besar pula nilai daya serap bioplastik. Hal ini sejalan dengan penelitian Siskawardani *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa ELB mengandung gugus hidroksil (gugus OH) yang bersifat hidrofilik sehingga mampu menyerap air lebih banyak. Hasil ini sejalan dengan penelitian Hikmah (2022) yang menunjukkan hasil yang sama, di mana *edible film* pati kulit pisang kepok dengan penambahan variasi komposisi ELB (0 %, 1 %, 5 % dan 10 %) menghasilkan nilai daya serap berturut-turut sebesar (37,45 %; 40,16 %; 41,43 % dan 49,92 %).

3. Hasil Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dalam tanah bertujuan mengetahui laju degradasi bioplastik sehingga dapat diperkirakan waktu yang dibutuhkan bioplastik habis terurai dalam tanah. Uji

biodegradasi ini dilakukan sesuai metode yang dilakukan (Septiani, 2022). Pada penelitian ini film bioplastik dikubur dalam tanah. Tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah kompos yang dijual di pasaran. Adapun hasil uji biodegradasi pada bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.12 :

Tabel 4.12 Uji Biodegradasi Bioplastik

Bioplastik	Lama terurai 100% (hari)	SNI 7188- 7:2022
S-K	44	90% maksimal 180 hari
S-K-SB 0,5	40	
S-K-SB 1	37	
S-K-SB 2	33	
S-K-SB 2,5	31	

Pada tabel 4.12 didapatkan hasil uji biodegradasi bioplastik yang dihasilkan pada sampel bioplastik. Sampel bioplastik yang dihasilkan memiliki lama waktu terdegradasi paling cepat yaitu selama 31 hari dan waktu degradasi paling lama selama 44 hari. Adapun lama terurainya bioplastik S-K; S-K-SB 0,5; S-K-SB 1; S-K-SB 2; dan S-K-SB 2,5 berturut-turut adalah 44 hari, 40 hari, 37 hari, 33 hari, dan 31 hari. Waktu biodegradasi tercepat terjadi pada sampel bioplastik S-K-SB 2,5,

berikutnya bioplastik S-K-SB 2. Hal ini terjadi karena sorbitol bersifat hidrofilik sehingga dapat mudah mengikat air, artinya pada kondisi yang lembab bioplastik akan mudah terdegradasi, karena mikroorganisme pendegradasi dapat berkembang dengan baik sehingga dapat mempercepat degradasi. Hal ini membuktikan bahwa penambahan sorbitol menjadikan bioplastik terdegradasi lebih cepat sesuai penelitian Isnaini (2019).

Berdasarkan Tabel 4.12 menyatakan bahwa hasil uji biodegradasi ini menunjukkan bahwa bioplastik berbahan selulosa dari kulit durian-kitosan-sorbitol dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan (*biodegradable*). Penambahan sorbitol menghasilkan tingkat degradasi yang berbeda-beda dari bioplastik yang dihasilkan. Tingkat degradasi bioplastik tersebut dapat dilihat dari lama bioplastik terurai 100%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak sorbitol yang ditambahkan maka bioplastik yang dihasilkan akan semakin mudah terdegradasi.

Menurut Isnaini (2019), bioplastik mudah terdegradasi karena komponen penyusunnya merupakan bahan alam. Bioplastik yang dihasilkan mengandung gugus hidroksil (OH). Gugus hidroksil ini akan meningkatkan interaksinya dengan air sehingga meningkatkan sifat hidrofilik dan kelembabannya yang dapat mempengaruhi degradasi bioplastik. Gugus tersebutlah yang mengakibatkan bioplastik dapat terdegradasi dengan baik. Secara umum, faktor-faktor yang mempercepat proses terjadinya biodegradasi adalah komponen larutan penyusun, struktur polimer, morfologi, berat molekul, suhu, lingkungan, jumlah dan tipe mikroba serta kelembaban (Yustinah *et al.*, 2023).

Penguburan film bioplastik dengan penambahan ELB dilakukan sampai habis terurai dalam tanah. Adapun hasil uji biodegradasi bioplastik dapat dilihat pada Tabel 4.13 :

Tabel 4.13 Hasil Uji Biodegradasi Bioplastik dengan Penambahan ELB

Bioplastik	Lama Terurai 100% (hari)	SNI 7188- 7:2022
S-K-SB 1	37	90% maksimal 180 hari
S-K-SB 1-ELB 1%	35	
S-K-SB 1-ELB 5%	32	
S-K-SB 1-ELB 10%	30	

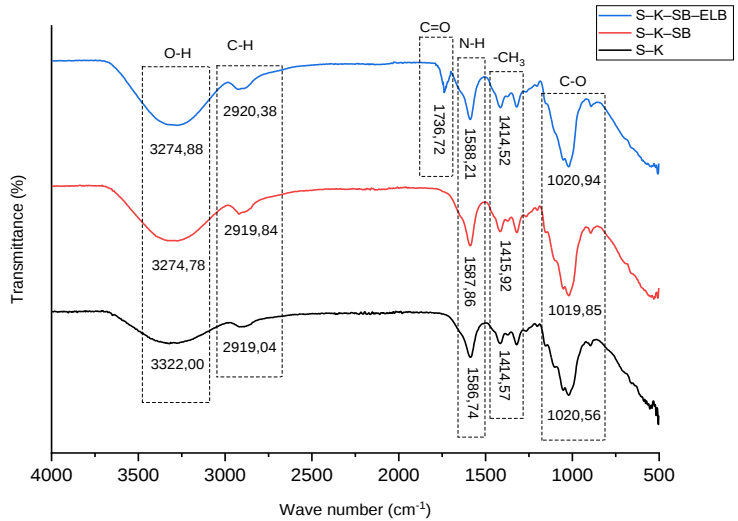
Berdasarkan Tabel 4.13 hasil yang didapatkan dari uji biodegradasi ini menunjukkan bahwa bioplastik berbahan S-K-SB-ELB dapat dikatakan sebagai plastik yang ramah lingkungan (*biodegradable*). Penambahan ELB menghasilkan tingkat degradasi yang semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ELB. Tingkat degradasi bioplastik tersebut dapat dilihat dari lama bioplastik terurai 100% dalam tanah kompos. Pada tabel 4.13 didapatkan hasil uji biodegradasi bioplastik yang dihasilkan pada sampel bioplastik. Sampel bioplastik yang dihasilkan memiliki lama waktu terdegradasi paling cepat yaitu selama 30 hari dan waktu degradasi paling lama selama 37 hari. Adapun lama terurainya bioplastik S-K-SB; S-K-SB-ELB 1%; S-K-SB-ELB 5%; dan S-K-SB-ELB

10% berturut-turut adalah 37 hari, 35 hari, 33 hari, dan 30 hari.

Berdasarkan hasil uji bioegradasi bioplastik dapat disimpulkan bahwa semakin banyak ELB yang ditambahkan maka bioplastik yang dihasilkan akan semakin mudah terdegradasi. Hal ini terjadi karena ELB mengandung *acemannan* yang bersifat hidrofilik sehingga ketika ditimbun ke dalam tanah akan menjadi lembab dan rapuh sehingga dapat membantu mempercepat proses biodegradasi pada sampel bioplastik (Muthiah *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahima *et al.* (2019) yang menjelaskan bahwa penambahan konsentrasi ELB cenderung mempercepat laju degradasi.

4. Uji FTIR

Pengujian sampel dengan alat spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat dalam sampel bioplastik. Hasil diuji dari sampel bioplastik S-K, S-K-SB dan S-K-SB-ELB. Adapun hasil uji FTIR bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.9.

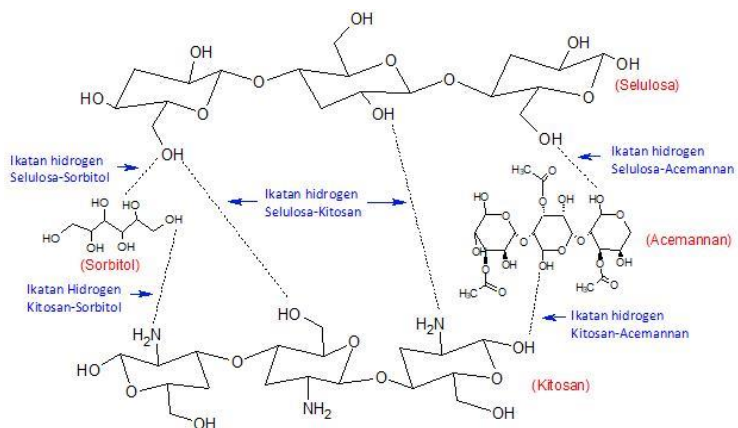


Gambar 4.9 Spektra FTIR Bioplastik

Tabel 4.14 Nilai Serapan FTIR Bioplastik

Gugus Fungsi	Rentan Serapan (cm ⁻¹)	Serapan (cm ⁻¹) Bioplastik		
		S-K	S-K-SB	S-K-SB-ELB
O-H	3200-3500	3322,00	3274,78	3274,88
C-H Alkana	2850-3000	2919,04	2919,84	2920,38
C=O	1690-1760	-	-	1736,72
N-H (bengkok)	1550-1640	1586,74	1587,86	1588,21
-CH ₃ (bengkok)	1375-1450	1414,57	1415,92	1414,52
C-O	1000-1300	1020,56	1019,85	1020,94

Gambar 4.9 dan Tabel 4.14 menyatakan bahwa pada proses pembuatan bioplastik berbasis selulosa dari kulit durian mengalami penajaman puncak pada setiap gugus fungsi seiring dengan penambahan bahan tertentu. Hal ini disebabkan karena dalam proses pembuatannya melibatkan penambahan kitosan, sorbitol dan ELB sehingga menyebabkan terjadinya interaksi berupa ikatan hidrogen antar molekul selulosa-kitosan-sorbitol-ekstrak lidah buaya yaitu antara atom O-H dan N-H seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10 (Isnaini, 2019; Maftuhatussolihah, 2022).



Gambar 4.10 Interaksi antara Selulosa-Kitosan-Sorbitol-Acemannan (ELB)

Bioplastik S-K didapatkan bilangan gelombang 3322,00 cm^{-1} , 2919,04 cm^{-1} , 1586,74 cm^{-1} , 1414,57 cm^{-1} dan bilangan gelombang 1020,56 cm^{-1} . Dari bilangan gelombang yang diperoleh dapat diidentifikasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, N-H, -CH₃ dan C-O, hal ini sesuai dengan penelitian oleh Isnaini (2019), bahwa adanya kandungan kitosan dari bioplastik hasil sintesis melalui adanya serapan khas dari kitosan yaitu serapan pada bilangan gelombang 1550-1640 cm^{-1} dari regangan N-H amina.

Pada bioplastik S-K-SB, puncak gugus O-H semakin melebar dan mengalami pergeseran puncak dibandingkan dengan bioplastik S-K, yaitu menjadi 3274,78 cm^{-1} . Bilangan gelombang pada S-K-SB juga mengalami pergeseran gugus fungsi untuk karakteristik N-H (1587,86 cm^{-1}) dan C-O (1019,85 cm^{-1}). Pada bioplastik S-K-SB ini muncul bilangan gelombang untuk gugus fungsi C-H (2919,84 cm^{-1}).

Pada bioplastik S-K-SB-ELB, gugus O-H muncul puncak pada bilangan gelombang 3274,88 cm^{-1} . Pada puncak serapan 2920,38 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H (alkana). Pada

bilangan gelombang $1588,21\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan puncak karakteristik dari N-H yang dimiliki oleh kitosan. Pada bioplastik ini mulai muncul bilangan gelombang untuk gugus fungsi C=O ($1736,72\text{ cm}^{-1}$) karena pada bioplastik ini dilakukan penambahan ELB. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Maftuhatussolihah (2022), bahwa adanya kandungan *acemaman* dalam ELB ditandai melalui adanya serapan khasnya yaitu serapan pada bilangan gelombang $1690\text{-}1760\text{ cm}^{-1}$ dari regangan C=O.

Berdasarkan data hasil analisa FTIR tersebut, dapat disimpulkan bahwa penambahan ELB dalam pembuatan bioplastik dihasilkan nilai bilangan gelombang untuk gugus fungsi C=O. Selain itu, penambahan sorbitol dan ELB pada bioplastik dapat menyebabkan penajaman puncak pada setiap gugus fungsinya, baik O-H, N-H, CH₃ dan C-O. Adanya ikatan hidrogen pada bioplastik ditandai dengan spektra FTIR pada gugus O-H dan N-H semakin tajam karena penambahan sorbitol dan ELB (Giubertoni *et al.*, 2019).

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya mengenai sintesis dan karakterisasi bioplastik berbasis selulosa kulit durian (*Durio zibethinus*)-kitosan-sorbitol-ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*), maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Proses ekstraksi selulosa dari kulit durian telah berhasil dilakukan dengan hasil analisa FTIR sebagai berikut : gugus -OH ($3332,98\text{ cm}^{-1}$), C-H ($2916,08\text{ cm}^{-1}$), Gugus C-O-C ($1319,13\text{ cm}^{-1}$), dan gugus C-O ($1032,54\text{ cm}^{-1}$).
2. Penambahan sorbitol dapat meningkatkan nilai elongasi, daya serap air, laju biodegradasi, dan menurunkan nilai kuat tarik pada penambahan sorbitol berlebih (2 mL). Adapun nilai optimum yang mendekati dengan standar mutu bioplastik terjadi pada penambahan sorbitol sebanyak 1 mL dengan nilai kuat tarik, elongasi, daya serap air, dan lama terdegradasinya berturut-turut adalah 7,31 MPa, 29,2 %, 21,02 %, dan 37 hari. Dari data

FTIR menunjukkan bioplastik S-K-SB memiliki gugus fungsi O-H, C-O-C, N-H, dan C-H.

3. Penambahan ELB dapat meningkatkan nilai kuat tarik, elongasi, dan laju biodegradasi pada bioplastik. Berdasarkan hasil uji yang diperoleh, bioplastik yang paling optimum adalah bioplastik dengan variasi ELB 10 % dengan nilai kuat tarik, elongasi, dan lama terdegradasi sempurna adalah 12, 40 MPa, 43,7%, dan 30 hari.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan saran untuk proses pengembangan penelitian selanjutnya antara lain perlu adanya variasi massa kitosan serta massa selulosa yang digunakan agar diperoleh bioplastik yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abe, M. M., Branciforti, M. C., & Brienzo, M. (2021). Biodegradation of hemicellulose-cellulose-starch-based bioplastics and microbial polyesters. *Recycling*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/RECYCLING6010022>
- Afif, M., Wijayati, N., & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan dengan Plasticizeafifr Sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 103–109.
- Aguilar, N. M., Arteaga-cardona, F., Reyes, M. E. D. A., & Gervacio-arciniega, J. J. (2019). Magnetic bioplastics based on isolated cellulose from cotton and sugarcane bagasse. *Materials Chemistry and Physics*, 238(July), 121921. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2019.121921>
- Ainiyah, D., & Shovitri, M. (2013). Bakteri Tanah Sampah Pendegradasi Plastik dalam Kolom Winogradsky. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 3(2), 63–66.
- Aji, A. (2012). Pembuatan Kitosan dari Limbah Cangkang Kepiting. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 1(1), 79–90.
- Anam, Chairul, dkk. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*, 10(2), 79-85–85.
- Andahera, C., Sholikhah, I., Islamiati, D. A., & Pusfitasari, M. D. (2019). Pengaruh Penambahan Jenis Dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Kualitas Bioplastik

- Berbasis Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry*, 2(2), 46. <https://doi.org/10.26418/indonesian.v2i2.36901>
- Ani, T. U., Amri, I., & Zultiniar. (2019). Pengaruh Perbandingan Kitosan Dan Selulosa Dari Serat Daun Nanas (*Ananas comosus*) Terhadap Pembuatan Bioplastik. *Jom FTEKNIK*, 6(1), 1–7.
- Antico, F. C., Wiener, M. J., Araya-Letelier, G., & Retamal, R. G. (2017). Eco-bricks: A sustainable substitute for construction materials. *Revista de La Construcción*, 16(3), 518–526. <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.3.518>
- Atiwesh, G., Mikhael, A., Parrish, C. C., Banoub, J., & Le, T. T. (2021). Heliyon Environmental impact of bioplastic use: A review. *Heliyon*, 7(March), e07918. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07918>
- Azizati, Z. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Kitosan Kulit Udang Galah. *Walisongo Journal of Chemistry*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.4043>
- Candra, C., Sutarna, N., Mustika, M., Utami, M. C., & Dwi, N. (2023). Pemanfaatan Sampah Plastik melalui Ecobrick di Desa Cikondang. *BERNAS: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(4), 2731–2739. <https://doi.org/https://doi.org/10.31949/jb.v4i4.6640>
- Cengristitama, & Wulandari, G. A. (2021). Variasi Penambahan Kitosan dalam Pembuatan Bioplastik dari Limbah Sekam Padi dan Minyak Jelantah. *Jurnal TEDC*, 15(1), 8–14.

- Chadijah, S., Harianti, H., Febryanti, A., Alif, A., Maulidiyah, M., & Umar, A. A. (2022). Synthesis of Bioplastics on Rice Straw Cellulose Using Orange Peel Extract, Chitosan, and Sorbitol. *Walisongo Journal of Chemistry*, 5(2), 111–119. <https://doi.org/10.21580/wjc.v5i2.10090>
- Chadijah, S., Rustiah, W. O., & Munir, M. I. D. (2018). Determination of the optimum concentration cellulose baggase in making film bioplastic. *Journal of Physics: Conference Series*, 979(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/979/1/012026>
- Cui, X., Lee, J., Ng, K. R., & Chen, W. N. (2021). Food Waste Durian Rind-Derived Cellulose Organohydrogels: Toward Anti-Freezing and Antimicrobial Wound Dressing. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 9(3), 1304–1312. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c07705>
- Darni, Y., Sitorus, T. M., Hanif, M., Prof, J., & Brojonegoro, S. (2014). Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik Thermoplastic Processing of Sorghum and Cellulose to Produce Bioplastics. *Jurnal Rekayasa Kimia Dan Lingkungan*, 10(2), 55–62.
- Dewanti, D. P. (2018). Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2644>
- Divya, K., & Jisha, M. S. (2018). Chitosan nanoparticles preparation and applications. *Environmental*

Chemistry Letters, 16(1), 101–112.
<https://doi.org/10.1007/s10311-017-0670-y>

- Fauziyah, S. N., Mubarak, A. S., & Pujiastuti, D. Y. (2021). Application of glycerol on bioplastic based carrageenan waste cellulose on biodegradability and mechanical properties bioplastic. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 679(1), 0–6.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/679/1/012005>
- Ganster, J., & Fink, H. (2006). Novel cellulose fibre reinforced thermoplastic materials. *Cellulose*, 13, 271–280. <https://doi.org/10.1007/s10570-005-9045-9>
- Giubertoni, G., Koenderink, G. H., & Bakker, H. J. (2019). Direct Observation of Intrachain Hydrogen Bonds in Aqueous Hyaluronan. *Journal of Physical Chemistry A*, 8220–8225.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpca.9b06462>
- Habibi, Y. (2020). Validasi Metoda Destruksi Basah dan Destruksi Kering pada Penentuan Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Tanaman Rumput. *Integrated Lab Journal*, 01(01), 25–31.
- Hakim, M. Z. (2019). Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan. *Amanna Gappa*, 27(2), 111–121.
- Handayani, J., & H Haryanto. (2020). Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol pada Pembuatan Film Bioplastik dari Biji Alpukat terhadap Karakteristik Bioplastik. *Prosiding University Research Colloquium*, 41–47.

- Hayatun, A., Jannah, M., Ahmad, A., & Taba, P. (2020). Synthetic Bioplastic Film from Rice Husk Cellulose. *Journal of Physics: Conference Series*, 1463(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012009>
- Hikmah, N. (2022). *Aplikasi Edible Film Pati Kulit Pisang Kepok (Musa balbisiana C.) dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera L.) pada Mentimun (Cucumis sativus L.)*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Illing, I., & Satriawan, M. (2017). Uji Ketahanan Air Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Cokroaminoto Palopo*, 03(1), 182–189.
- Isnaini, S. U. N. (2019). Pengaruh Penambahan Sorbitol Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Berbahan Selulosa dari Cangkang Buah Nipah (*Nypa fruticans*). *Skripsi*.
- Jabbar, U. F. (2017). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Skripsi*, 71.
- Juariah, S. (2016). Teknologi Antifungi Ekstrak Etanol Kulit Durian (*Durio zibethinus* L) terhadap Pertumbuhan *Malasezia furfur*. *1st National Conference on Research*, 1, 1–6.
- Jupri, A., Prabowo, A. J., Aprilianti, B. R., & Unnida, D. (2019). Pengelolaan Limbah Sampah Plastik Dengan

- Menggunakan Metode Ecobrick di Desa Pesangrahan. *Prosiding ...*, 1(September), 341–347.
- Kanmani, P., Jeyaseelan, A., Kamaraj, M., Sureshbabu, P., & Sivashanmugam, K. (2017). Environmental applications of chitosan and cellulosic biopolymers: A comprehensive outlook. *Bioresource Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.03.119>
- Karulina, G. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Pati (Bonggol Pisang Kepok)-Kitosan dengan Variasi Sorbitol. In *Skripsi*. UIN Walisongo Semarang.
- Krisnadi, R., Handarni, Y., & Udyani, K. (2019). Pengaruh jenis plasticizer terhadap karakteristik plastik biodegradable dari bekatul padi. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VII*, 100, 125–130.
- Kurniawaty, E., & Putranta, N. A. (2019). Potensi Biopolimer Kitosan Dalam Pengobatan Luka. *Jurnal Medula*, 9(3), 459–464.
- Lestari, M. D., Sudarmin, & Harjono. (2018). Ekstraksi Selulosa dari Limbah Pengolahan Agar Menggunakan Larutan NaOH sebagai Prekursor Bioetanol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(3), 236–241.
- Li, R., Du, J., Zheng, Y., Wen, Y., Zhang, X., Yang, W., Lue, A., & Zhang, L. (2017). Ultra-lightweight cellulose foam material: preparation and properties. *Cellulose*. <https://doi.org/10.1007/s10570-017-1196-y>
- Li, X. Q., Zhang, X. M., Wu, X., Lan, Y., Xu, L., Meng, X. C., & Li, J. N. (2020). Beneficial effects of lactitol on the composition of gut microbiota in constipated patients.

- Journal of Digestive Diseases*, 21(8), 445–453.
<https://doi.org/10.1111/1751-2980.12912>
- Liu, M., Zhou, Y., Zhang, Y., Yu, C., & Cao, S. (2014). Physicochemical, mechanical and thermal properties of chitosan films with and without sorbitol. *International Journal of Biological Macromolecules*, 70, 340–346.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.06.039>
- Ma, X., Qiao, C., Zhang, J., & Xu, J. (2018). Effect of sorbitol content on microstructure and thermal properties of chitosan films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 119, 1294–1297.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.08.060>
- Maftuhatussolihah, E. (2022). *Aplikasi Edible Film Pati Biji Alpukat (Persea americana) dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe vera) pada Buah Tomat (Lycopersicum esculentum)*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Maghfur, M. I. (2015). *Sintesis dan Karakterisasi Edible Film dari Limbah Kulit Udang, Lidah Buaya, dan Sorbitol sebagai Alternatif Pengemasan Makanan*. Universitas Islam Negeri MAulana Malik Ibrahim.
- Maharani, D. M., & Rosyidin, K. (2018). Efek Pretreatment Microwave -NaOH Pada Tepung Gedebog Pisang Kepok terhadap Yield Selulosa The Effect of Microwave-NaOH Pretreatment o n Kepok ' s Petiole Flour to The Cellulose Yield. *Agritech*, 38(2), 133–139.
- Mashuni, Andra, M., Ahmad, L. O., Jahiding, M., & Hamid, F. H. (2021). Inovasi Bioplastik dari Kitosan dengan

Variasi Selulosa Limbah Kulit Durian Sebagai kemasan Makanan Antimikroba. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2021* (Issue January).

- Mashuni, M., Ahmad, L. O., Sandalayuk, E., Hamid, F. H., Jahiding, M., Muhammad, A., & Khaeri, N. (2022). *Synthesis of Antibacterial and Biodegradable Bioplastic Based on Shrimp Skin Chitosan and Durian Skin Cellulose with the Microwave Assistance*. 8(May), 113–123. <https://doi.org/10.15408/jkv.v8i1.23233>
- Maskun, M., Assidiq, H., Bachril, S. N., & Al Mukarramah, N. H. (2022). Tinjauan Normatif Penerapan Prinsip Tanggung Jawab Produsen Dalam Pengaturan Tata Kelola Sampah Plastik Di Indonesia. *Bina Hukum Lingkungan*, 6(2), 184–200. <https://doi.org/10.24970/bhl.v6i2.239>
- Masrol, S. R., Ibrahim, M. H. I., & Adnan, S. (2015). Chemi-mechanical Pulping of Durian Rinds. *Procedia Manufacturing*, 2(February), 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.030>
- Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A. F. (2017). Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation (Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler dan Jenis Plasticiezer). *Distilasi*, 2(2), 53–67.
- Meyrena, S. D., & Amelia, R. (2020). Analisis Pendayagunaan Limbah Plastik Menjadi Ecopaving Sebagai Upaya Pengurangan Sampah. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 96–100. <https://doi.org/10.15294/ijc.v9i2.27549>

- Miftahul Jannah, A. (2022). Characterization of durian peel edible film with addition of antibacterial from garlic extract. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(1), 2721–4885.
- Muthiah, U., Ningtyas, R., & Imam, S. (2020). Pengaruh Penambahan Konsentrasi Gliserol Dan Aloe Vera Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Ubi Terhadap Sifat Mekanik Dan Antimikroba. *Journal Printing and Packaging Technology*, 1, 93–104.
- Najih, I. (2018). Sintesis Plastik Biodegradable Berbahan Kitosan, Arang Manggis dan Minyak Sereh. UIN Walisongo Semarang.
- Nguyen, T. V., Nguyen, T. T. H., Wang, S. L., Vo, T. P. K., & Nguyen, A. D. (2017). Preparation of chitosan nanoparticles by TPP ionic gelation combined with spray drying, and the antibacterial activity of chitosan nanoparticles and a chitosan nanoparticle–amoxicillin complex. *Research on Chemical Intermediates*, 43(6), 3527–3537. <https://doi.org/10.1007/s11164-016-2428-8>
- Nugraheni, H. M., Mulyati, T. A., & Badriyah, L. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Durian Mentega sebagai Carboxymethyl Cellulose (CMC) Utilization of Durian Mentega Fruit Skin as Carboxymethyl Cellulose (CMC). *Prosiding Seminar Nasional Sains, Teknologi Dan Analisis*, 115–122.
- Nuriyah, L., Saroja, G., Ghufon, M., Razanata, A., & Rosid, N. F. (2018). Tensile Strength and Elongation Characteristics of Bioplastics Made from Cilembu

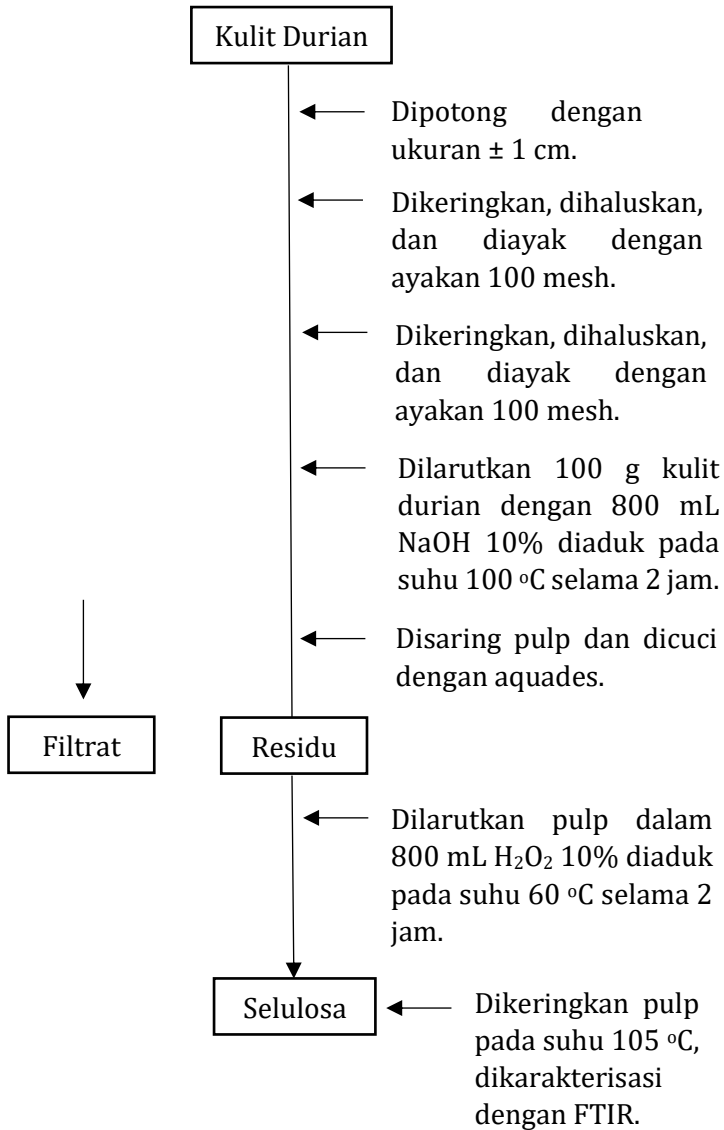
- Sweet Potatoes Starch with Various Types of Plasticizers. *Natural B*, 4(4), 177–182.
- Pang, J., Liu, X., Zhang, X., Wu, Y., Sun, R., & Engineering, P. (2013). Fabrication of Cellulose Film with Enhanced Mechanical Properties in Ionic Liquid 1-Allyl-3-methylimidazolium Chloride (AmimCl). *Materials*, 6, 1270–1284. <https://doi.org/10.3390/ma6041270>
- Penjumras, P., Rahman, R. B. A., Talib, R. A., & Abdan, K. (2014). Extraction and Characterization of Cellulose from Durian Rind. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 237–243. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.034>
- Putri, W. E. (2022). Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Foam Pati Talas (*Colocasia esculenta*)-Kitosan- Lidah Buaya (*Aloe vera*). In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang.
- Qiyang Wang *et al.* (2013). A bioplastic with high strength constructed from a cellulose hydrogel by changing the aggregated structure. *Journal of Materials Chemistry A*, 6678–6686. <https://doi.org/10.1039/c3ta11130>
- Queiroz, M. F., Melo, K. R. T., Sabry, D. A., Sassaki, G. L., & Rocha, H. A. O. (2015). Does the use of chitosan contribute to oxalate kidney stone formation? *Marine Drugs*, 13(1), 141–158. <https://doi.org/10.3390/md13010141>
- Rahima, D., Sedyadi, E., Fajriati, I., & ... (2019). Pengaruh Penambahan Ekstrak Lidah Buaya Dengan Pemlastis Sorbitol Terhadap Sifat Mekanik Dan Degradasi Plastik Biodegrad. *Integrated Lab ...*, 7(1), 56–69.

- Rohman, M. A. (2016). Pengaruh Penambahan Glutaraldehida terhadap Karakteristik Film Bioplastik Kitosan Terplastis Carboxy Methyl Cellulose (CMC). *Skripsi, Cmc*, 1–61.
- Rojtica, M. A. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol. In *Skripsi*. UIN Walisongo Semarang.
- Rosyadi, M. M. (2020). Hak-hak Alam Semesta dalam Q.S. Al-A'raf [7]: 56-58 (Analisis terhadap Tafsir Al-Misbah). In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*. Institut Agamma Islam Nahdlatul Ulama (IAINU) Kebumen.
- Sagnelli, D., Kirkensgaard, J. J. K., Giosafatto, C. V. L., Ogrodowicz, N., Kruczał, K., Mikkelsen, M. S., Maigret, J. E., Lourdin, D., Mortensen, K., & Blennow, A. (2017). All-natural bio-plastics using starch-betaglucan composites. *Carbohydrate Polymers*, 172, 237–245. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.05.043>
- Santana, R. F., Bonomo, R. C. F., Gandolfi, O. R. R., Rodrigues, L. B., Santos, L. S., dos Santos Pires, A. C., de Oliveira, C. P., da Costa Ilhéu Fontan, R., & Veloso, C. M. (2018). Characterization of starch-based bioplastics from jackfruit seed plasticized with glycerol. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 278–286. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2936-6>
- Septiani, M. I. (2022). *Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Selulosa Asetat Jerami Padi dengan Cmc sebagai Plasticizer*.

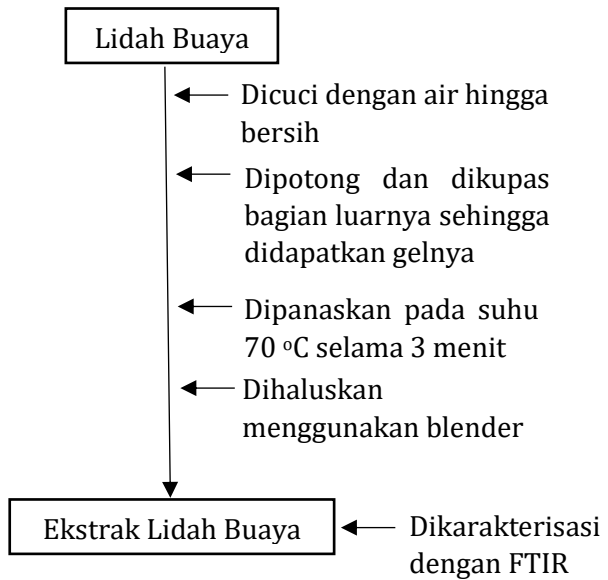
- Siskawardani, D. D., Warkoyo, W., & Siwi, A. A. P. (2020). The Effect of Aloe vera and Glycerol Addition on Edible Film of Lesser Yam Starch (*Dioscorea esculenta* L. Burkill). *Food Technology and Halal Science Journal*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.22219/fths.v3i1.13057>
- SNI 7188-7:2022. (n.d.). Kriteria Ekolabel – Bagian 7: Kategori Produk, Kemasan Produk dan Wadah Bioplastik yang dapat Dikomposkan. *Badan Standarisasi Nasional, September*.
- SNI 7818:2014. (n.d.). Kantong Plastik Mudah Terurai. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Song, C., Yu, H., Zhang, M., Yang, Y., & Zhang, G. (2013). Physicochemical properties and antioxidant activity of chitosan from the blowfly *Chrysomya megacephala* larvae. *International Journal of Biological Macromolecules*, 60, 347–354. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.05.039>
- Souhoka, F. A., & Latupeirissa, J. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Selulosa Asetat (CA). *Indo. J. Chem. Res.*, 5(2), 58–62. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.5-fen>
- Suminto, S. (2017). Ecobrick: solusi cerdas dan kreatif untuk mengatasi sampah plastik. *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 3(1), 26. <https://doi.org/10.24821/productum.v3i1.1735>
- Syaputra, M. D., Sedyadi, E., Fajriati, I., & Sudarlin. (2020). Aplikasi Edible Film Pati Singkong Dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera) Pada

- Cabai Rawit (*Capisum Frutascens* L.). *Integrated Lab Journal*, 01(01), 1–16.
- Țucureanu, V., Matei, A., & Avram, A. M. (2016). FTIR Spectroscopy for Carbon Family Study. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(6), 502–520. <https://doi.org/10.1080/10408347.2016.1157013>
- Vino, A. B., Ramasamy, P., Shanmugam, V., & Shanmugam, A. (2012). Extraction, characterization and in vitro antioxidative potential of chitosan and sulfated chitosan from Cuttlebone of *Sepia aculeata* Orbigny, 1848. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(1 SUPPL.), S334–S341. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(12\)60184-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(12)60184-1)
- Wang, W., Meng, Q., Li, Q., Liu, J., Zhou, M., Jin, Z., & Zhao, K. (2020). Chitosan derivatives and their application in biomedicine. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2). <https://doi.org/10.3390/ijms21020487>
- Witkamp, R. F. (2010). 3.15 Biologically Active Compounds in Food Products and Their Effects on Obesity and Diabetes. *Elsevier*.
- Xiang, J., Yang, S., Zhang, J., Wu, J., Shao, Y., Wang, Z., & Yang, M. (2022). The preparation of sorbitol and its application in polyurethane: a review. *Polymer Bulletin*, 79(4), 2667–2684. <https://doi.org/10.1007/s00289-021-03639-4>
- Xu, Q., Chen, C., Rosswurm, K., Yao, T., & Janaswamy, S. (2016). A facile route to prepare cellulose-based films.

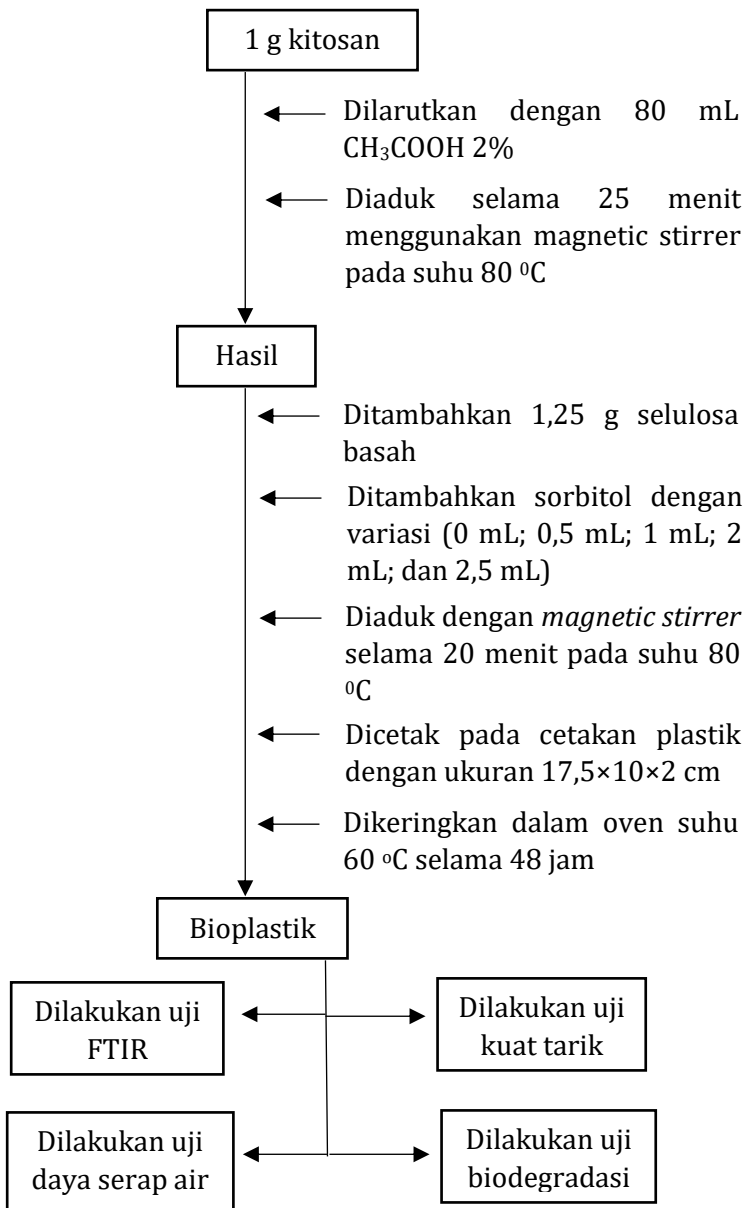
- Carbohydrate Polymers*, 149, 274–281.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.114>
- Yano, B. H., Sugiyama, J., Nakagaito, A. N., Nogi, M., Matsuura, T., Hikita, M., & Handa, K. (2005). Optically Transparent Composites Reinforced with Networks of Bacterial Nanofibers **. *Advanced Materials*, 17(2), 153–155. <https://doi.org/10.1002/adma.200400597>
- Yasa, I. W. S., Basuki, E., Saloko, S., & Handito, D. (2020). Sifat Fisik Dan Mekanis Lembaran Kering Selulosa Bakteri Berbahan Dasar Limbah Hasil Pertanian. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 8(1), 89–99. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v8i1.170>
- Yustinah, Y., AB, S., Solekhah, P. P., Novitasari, G. P., Nuryani, F., Djaeni, M., & Buchori, L. (2023). Pengaruh Jumlah Kitosan dalam Pembuatan Plastik Biodegradabel dari Selulosa Sabut Kelapa dengan Pemplastik Gliserol. *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)*, 7(2), 149. <https://doi.org/10.30595/jrst.v7i2.15598>
- Zavareze, E. D. R., Pinto, V. Z., Klein, B., El Halal, S. L. M., Elias, M. C., Prentice-Hernández, C., & Dias, A. R. G. (2012). Development of oxidised and heat-moisture treated potato starch film. *Food Chemistry*, 132(1), 344–350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.10.090>
- Zhang, W., Chen, J., Chen, Q., Wu, H., & Mu, W. (2020). Sugar alcohols derived from lactose: lactitol, galactitol, and sorbitol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104(22), 9487–9495. <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10929-w>

LAMPIRAN**Lampiran 1: Skema Prosedur Kerja****a. Sintesis Selulosa**

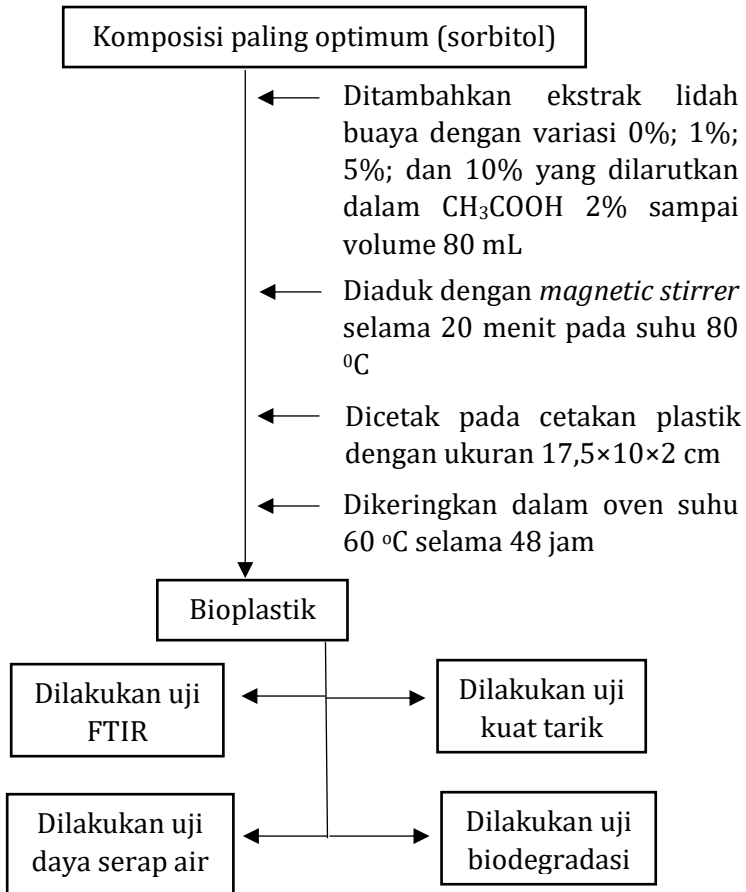
b. Pembuatan Ekstrak Lidah Buaya



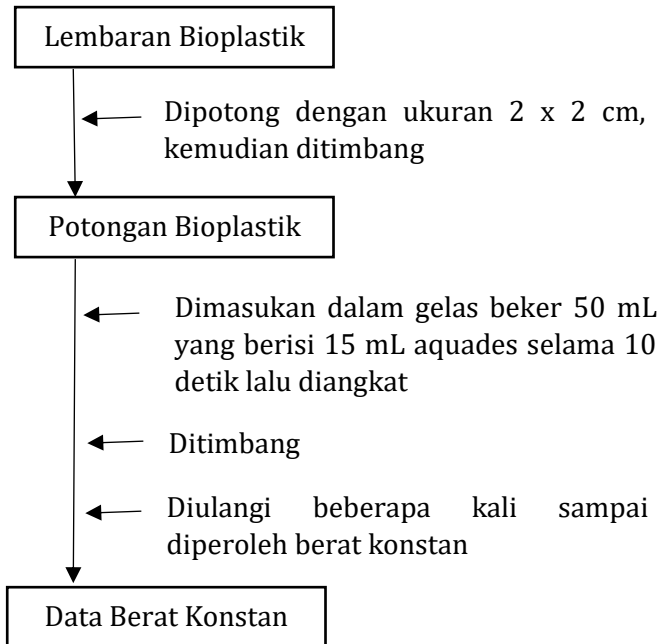
c. Sintesis Bioplastik



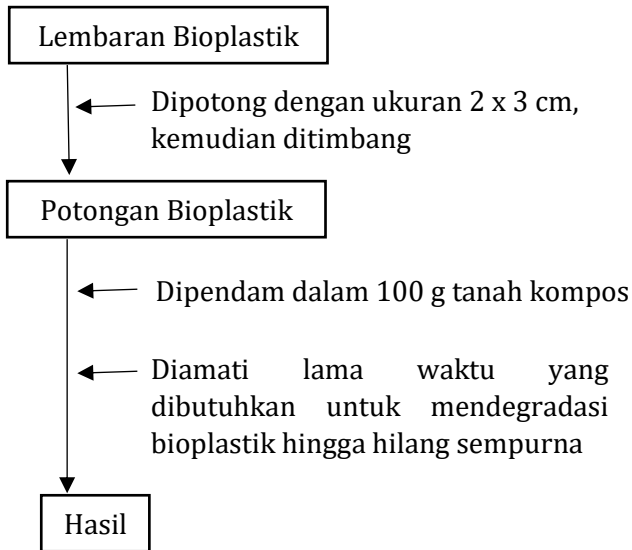
d. Sintesis Bioplastik dengan Penambahan Ekstrak Lidah Buaya



e. Pengujian Daya Serap Air

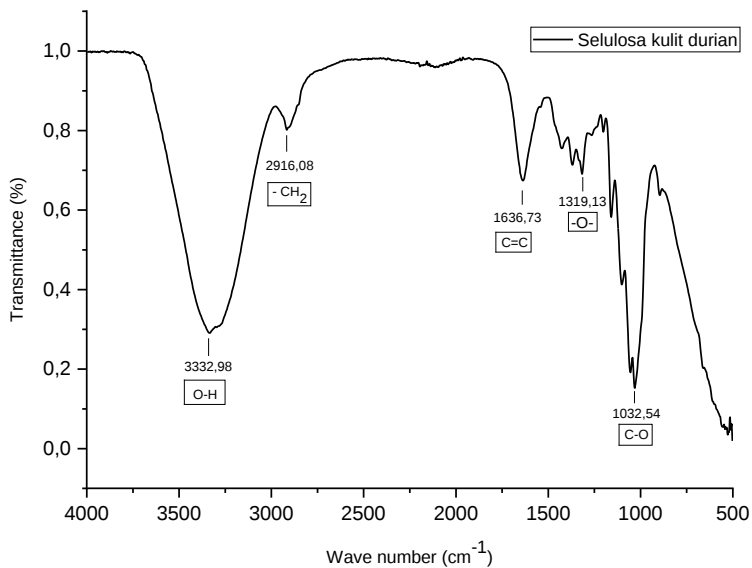


f. Pengujian Biodegradasi

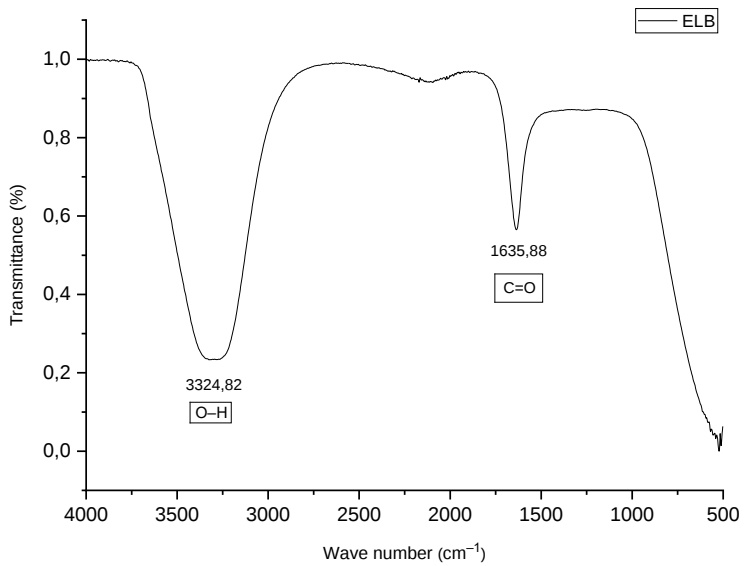


Lampiran 2 Data FTIR

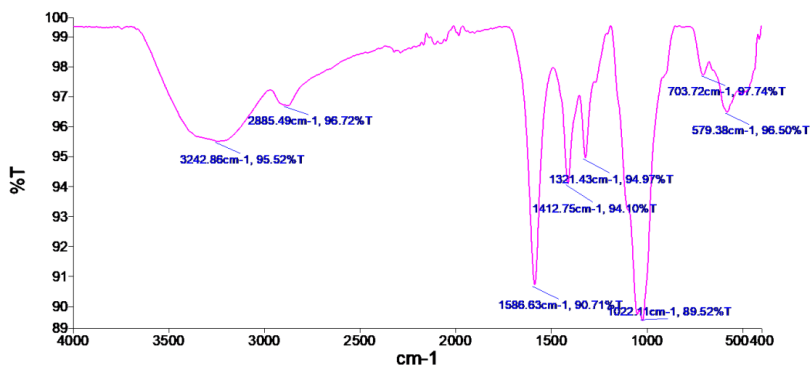
a. FTIR Selulosa



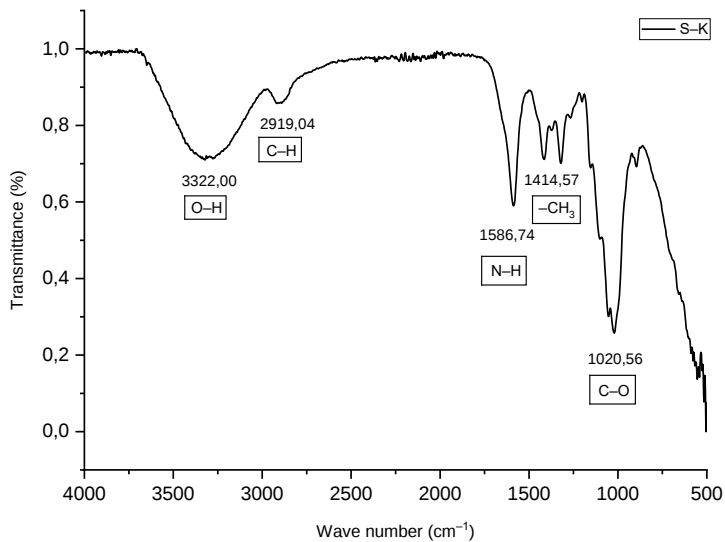
b. FTIR Esktrak Lidah Buaya



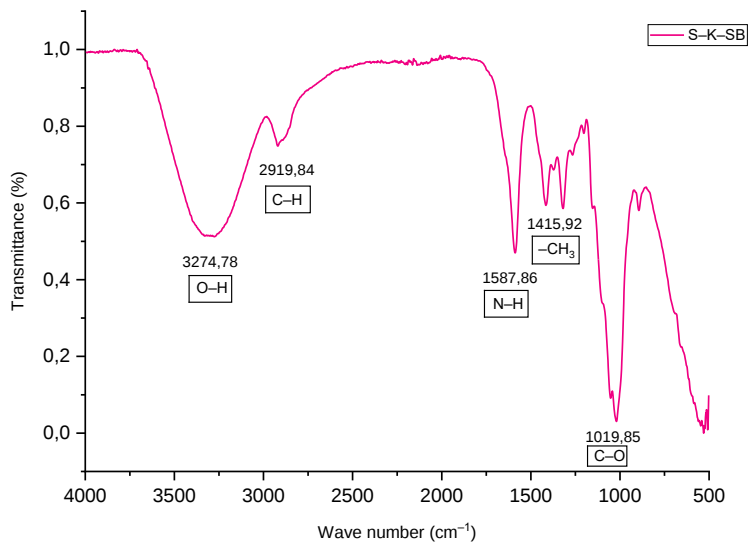
c. FTIR Kitosan



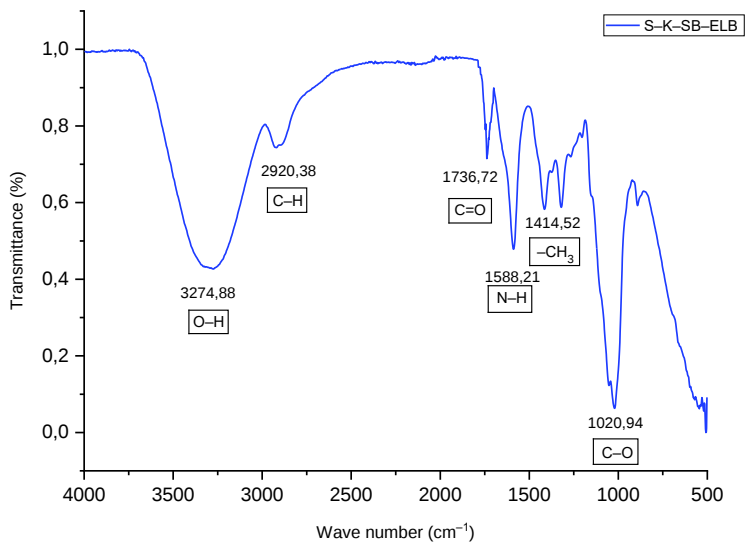
d. FTIR Bioplastik S-K



e. FTIR Bioplastik S-K-SB



f. FTIR Bioplastik S-K-SB-ELB



Lampiran 3 Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi

a. Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik
Selulosa-Kitosan-Sorbitol

No	Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
1.	S-K	5,09	3,2
2.	S-K-SB 0,5 mL	5,24	12,0
3.	S-K-SB 1 mL	7,31	29,2
4.	S-K-SB 2 mL	2,80	55,2
5.	S-K-SB 2,5 mL	1,38	53,2

b. Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi Bioplastik
Selulosa-Kitosan-Sorbitol-ELB

No	Bioplastik	Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)
1.	S-K-SB	7,31	29,2
2.	S-K-SB-ELB 1%	7,69	34,0
3.	S-K-SB-ELB 5%	8,75	36,0
4.	S-K-SB-ELB 10%	12,40	43,7

Lampiran 4 Uji Daya Serap Air

Uji Daya Serap Air Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit Durian – Kitosan – Sorbitol

Volume Sorbitol	Berat Sebelum (W _o)	Berat Sesudah (W)	Daya Serap Air	%RPD
0 mL	0,0585	0,0653	11,62%	11,31%
	0,0545	0,0605	11%	±5,482
0,5 mL	0,0462	0,0541	17,09%	16,91%
	0,0317	0,0370	16,72%	±2,189
1 mL	0,0686	0,0835	21,72%	21,02%
	0,0708	0,0852	20,33%	±6,611
2 mL	0,0825	0,1095	32,73%	32,55%
	0,0853	0,1092	32,36%	±1,137
2,5 mL	0,1113	0,1583	42,23%	42,58%
	0,1013	0,1448	42,94%	±1,667

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

$$\%RPD = \frac{|x_1 - x_2|}{(x_1 + x_2)} \times 200\%$$

1. Sampel Bioplastik S-K

$$\begin{aligned} \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0653 - 0,0585}{0,0585} \times 100\% \\ &= 11,62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0605 - 0,0545}{0,0545} \times 100\% \\ &= 11\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%RPD &= \frac{|11,62 - 11|}{(11,62 + 11)} \times 200\% \\ &= \pm 5,482 \end{aligned}$$

2. Sampel Bioplastik S-K-SB 0,5

$$\begin{aligned} \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0541 - 0,0462}{0,0462} \times 100\% \\ &= 17,09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0370 - 0,0317}{0,0317} \times 100\% \\ &= 16,72\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%RPD &= \frac{|17,09 - 16,72|}{(17,09 + 16,72)} \times 200\% \\ &= \pm 2,189 \end{aligned}$$

3. Sampel Bioplastik S-K-S 1

$$\begin{aligned} \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0835 - 0,0686}{0,0686} \times 100\% \\ &= 21,72\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0852 - 0,0708}{0,0708} \times 100\% \\ &= 20,33\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%RPD &= \frac{|21,72 - 20,33|}{(21,72 + 20,33)} \times 200\% \\ &= \pm 6,611 \end{aligned}$$

4. Sampel Bioplastik S-K-S 2

$$\begin{aligned} \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,1095 - 0,0825}{0,0825} \times 100\% \\ &= 32,73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,01092 - 0,0853}{0,0853} \times 100\% \\ &= 32,36\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%RPD &= \frac{|32,73 - 32,36|}{(32,73 + 32,36)} \times 200\% \\ &= \pm 1,137 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,1583 - 0,1113}{0,1113} \times 100\% \\ &= 42,23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,1448 - 0,1013}{0,1013} \times 100\% \\ &= 42,94\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\%RPD &= \frac{|42,23 - 42,94|}{(42,73 + 42,94)} \times 200\% \\ &= \pm 1,667\end{aligned}$$

**Uji Daya Serap Air Bioplastik Berbasis Selulosa Kulit
Durian – Kitosan – Sorbitol – ELB**

ELB	Berat Sebelum (W _o)	Berat Sesudah (W)	Daya Serap Air	%RPD
0%	0,0686	0,0835	21,72%	21,02%
	0,0708	0,0852	20,33%	±6,611
1%	0,0901	0,1102	22,31%	22,05%
	0,0923	0,1124	21,78%	±2,405
5%	0,0748	0,0923	23,39%	23,17
	0,0688	0,0846	22,96%	±1,855
10%	0,0747	0,0944	26,37%	25,77%
	0,0723	0,0905	25,17%	±4,656

1. Sampel Bioplastik S-K-SB 1 -ELB 0%
 - a. Daya serap air (%) = $\frac{0,0835 - 0,0686}{0,0686} \times 100\%$
= 21,72%
 - b. Daya serap air (%) = $\frac{0,0852 - 0,0708}{0,0708} \times 100\%$
= 20,33%
$$\begin{aligned}\%RPD &= \frac{|21,72 - 20,33|}{(21,72 + 20,33)} \times 200\% \\ &= \pm 6,611\end{aligned}$$
2. Sampel Bioplastik S-K-SB 1 -ELB 1%
 - a. Daya serap air (%) = $\frac{0,1102 - 0,0901}{0,0901} \times 100\%$
= 22,31%
 - b. Daya serap air (%) = $\frac{0,1124 - 0,0923}{0,0923} \times 100\%$

$$\begin{aligned}
 &= 21,78\% \\
 \%RPD &= \frac{|22,31 - 21,78|}{(22,31 + 21,78)} \times 200\% \\
 &= \pm 2,405
 \end{aligned}$$

3. Sampel Bioplastik S-K-SB 1 -ELB 5%

$$\begin{aligned}
 \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0923 - 0,0748}{0,0748} \times 100\% \\
 &= 23,39\% \\
 \text{b. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0846 - 0,0688}{0,0688} \times 100\% \\
 &= 22,96\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \%RPD &= \frac{|23,39 - 22,96|}{(23,39 + 22,96)} \times 200\% \\
 &= \pm 1,855
 \end{aligned}$$

4. Sampel Bioplastik S-K-SB 1 -ELB 10%

$$\begin{aligned}
 \text{a. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0944 - 0,0747}{0,0747} \times 100\% \\
 &= 26,37\% \\
 \text{c. Daya serap air (\%)} &= \frac{0,0905 - 0,0723}{0,0723} \times 100\% \\
 &= 25,17\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \%RPD &= \frac{|26,37 - 25,17|}{(26,37 + 25,17)} \times 200\% \\
 &= \pm 4,656
 \end{aligned}$$

Lampiran 6 Uji Biodegradasi

Uji Biodegradasi Bioplastik

Bioplastik	Lama terurai 100% (hari)	(SNI 7188- 7:2022, n.d.)
S-K	44	90% maksimal 180 hari
S-K-SB 0,5	40	
S-K-SB 1	37	
S-K-SB 2	33	
S-K-SB 2,5	31	

Uji Biodegradasi Bioplastik dengan Penambahan ELB

Bioplastik	Lama Terurai 100% (hari)	(SNI 7188- 7:2022, n.d.)
S-K-SB	37	90% maksimal 180 hari
S-K-SB-ELB 1%	35	
S-K-SB-ELB 5%	32	
S-K-SB-ELB 10%	30	

Lampiran 7 Dokumentasi

Preparasi Selulosa Kulit Durian		
		
Kulit Durian	Kulit Durian Kering	Kulit Durian setelah Dihaluskan
		
Kulit Durian + NaOH	Larutan Disaring	Kulit Durian + H ₂ O ₂
		
Larutan Disaring, Dibilas Aquades	Selulosa Kering	Selilosa setelah Dihaluskan

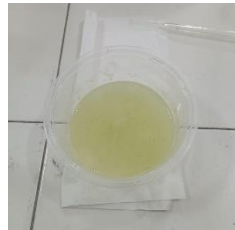
Preparasi Ekstrak Lidah Buaya (ELB)



Daging Lidah Buaya
Dipotong



Lidah Buaya
Dihaluskan



Ekstrak Lidah Buaya

Pembuatan Bioplastik



Larutan Selulosa



Selulosa Disaring



Larutan Kitosan



Larutan Selulosa +
Kitosan + Sorbtol +
ELB



Bioplastik sebelum
Kering

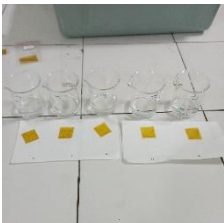


Bioplastik Kering

		
Selulosa – Kitosan	Selulosa – Kitosan – 0,5 mL Sorbitol	Selulosa – Kitosan – 1 mL Sorbitol
		
Selulosa – Kitosan – 2 mL Sorbitol		Selulosa – Kitosan – 2,5 mL Sorbitol

	
Selulosa – Kitosan – 1 mL Sorbitol – ELB 0%	Selulosa – Kitosan – 1 mL Sorbitol – ELB 1%

 Selulosa – Kitosan – 1 mL Sorbitol – ELB 5%	 Selulosa – Kitosan – 1 mL Sorbitol – ELB 10%
--	---

Karakterisasi Bioplastik	
Uji FTIR	<i>Tensile Strenght Test</i>
 Uji Daya Serap Air	 Uji Biodegradasi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Shafa Zidni Rizkia Mufida

Tempat, Tgl Lahir : Tangerang, 27 April 2002

Alamat : Dk. Bayur 006/006, Desa
Dukuhturi, Kec. Bumiayu, Kab.
Brebes

No. Telepon : 085225161330

Email : shafazidni@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

- | | |
|---------------------|------------------|
| 1. SDN Dukuhturi 02 | Lulus tahun 2014 |
| 2. SMPN 01 Bumiayu | Lulus tahun 2017 |
| 3. MAN 2 Brebes | Lulus tahun 2020 |

Semarang, 01 Juni 2024

Shafa Zidni Rizkia Mufida

NIM. 2008036003