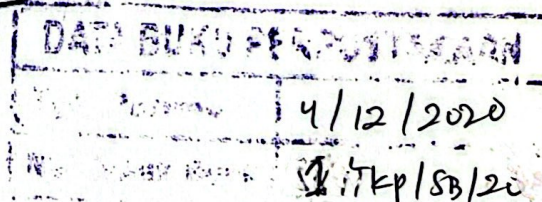
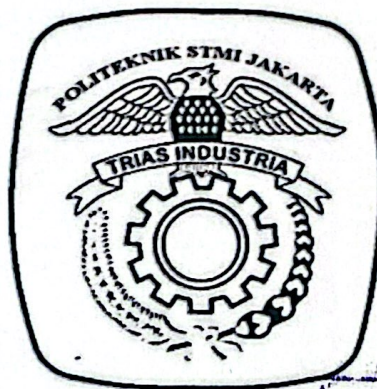


NO. Dok: 5961

Copy : 1

D
668.4
Luk
P-

LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP
KARAKTERISTIK KIMIA DAN SIFAT MEKANIK
BIOPLASTIK *THERMOPLASTIC STARCH*(TPS)/KITOSAN
DI LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA (LIPI)
KIMIA, SERPONG
(FEBRUARI 2019 – JULI 2019)



OLEH :

ISNENY AZIZAH LUKITASARI

1515024

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA POLIMER
POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.
2019

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP
KARAKTERISTIK KIMIA DAN SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK
THERMOPLASTIC STARCH (TPS)/KITOSAN

DISUSUN OLEH :

NAMA : ISNENY AZIZAH LUKITASARI

NIM : 1515024

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik Studi
Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Jakarta, Juli 2019

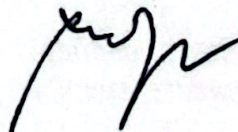
Menyetujui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso. MBA
NIDK: 8873590019

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso. MBA
NIDK: 8873590019

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP
KARAKTERISTIK KIMIA DAN SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK
*THERMOPLASTIC STARCH (TPS)/KITOSAN***

DISUSUN OLEH :

NAMA : ISNENY AZIZAH LUKITASARI

NIM : 1515024

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Telah diperiksa dan disetujui sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik
Studi Teknik Kimia Polimer pada LIPI Kimia Serpong

Jakarta, 19 Juli 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh,

Pembimbing



Muhammad Ghozali, MT

NIP. 198012252005021002



Nomor : 127 /SJ-IND.7.2/XII/2018
Lampiran :
Perihal : **Permohonan Penelitian**

Jakarta, 12 Desember 2018

Kepada
Yth. Bapak/Ibu Pimpinan
Pusat Penelitian Kimia LIPI
Gedung 452 Kawasan PUSPITEK Serpong
Tangerang Banten

Dalam rangka menambah wawasan dan mengaplikasikan teori yang didapat Mahasiswa/i di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI, dengan ini memohon bantuan Bapak/Ibu agar bersedia menerima mereka yang namanya tersebut di bawah ini untuk melakukan Penelitian di Perusahaan/Instansi yang Bapak/Ibu pimpin selama kurang lebih 6 (enam) bulan.

Adapun nama mahasiswa/i yang akan melakukan Penelitian adalah:

No.	Nama	NIM	Kompetensi yang diharapkan
1.	Isneny Azizah Lukitasari	1515024	Proses Produksi

Dalam pelaksanaannya kami mengharapkan bantuan bimbingan Bapak/Ibu agar mahasiswa/i kami dapat melakukannya dengan baik. Untuk selanjutnya kompetensi yang diperoleh dari hasil bimbingan Bapak/Ibu akan dipresentasikan dan mudah-mudahan dapat bermanfaat bagi perusahaan.

Demikian atas bantuan dan kerjasama Bapak/Ibu, kami ucapkan terima kasih.

Pembantu Direktur I,



Dr. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T
NIP : 19740302 200212 1 001

Tembusan:

1. Direktur STMI;
2. Ka Prodi TKP;
3. Mahasiswa yang bersangkutan;
4. Pertinggal





**LEMBAGA ILMU PENGETAHUAN INDONESIA
(INDONESIAN INSTITUTE OF SCIENCES)
PUSAT PENELITIAN KIMIA**

Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15314
Telp. (+62 21) 7560929, Faks (+62 21) 7560549
website : <http://kimia.lipi.go.id>, email : rechem@mail.lipi.go.id

Tangerang Selatan, 01 Februari 2019

Nomor : B- 917 //PT.2/KS 02//2019
Sifat : Biasa
Lamp. : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth,
Pembantu Rektor I
Politeknik
STMI Jakarta
Jl. Letjen Suprpto No.26 Cempaka Putih,
Jakarta

Menjawab surat dari Pembantu Rektor I-Politeknik STMI Jakarta, nomor 127/SJ-IND.7.2/XII/2018 tanggal 12 Desember 2018, perihal Penelitian Tugas Akhir, bersama ini kami sampaikan bahwa kami bersedia menerima mahasiswa atas nama sebagai berikut :

Nama : Isnieny Azizah Lukitasari
NIM : 1515024

Untuk melaksanakan Penelitian Tugas Akhir di Pusat Penelitian Kimia – LIPI, tehitung mulai 01 Februari 2019 hingga 30 Juni 2019 dibawah bimbingan Muhammad Ghozali, MT dengan mengikuti peraturan yang ada di Pusat Penelitian Kimia – LIPI.

Demikian atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami ucapkan terima kasih.

Pt. Kepala Pusat Penelitian Kimia - LIPI

R. Arthur Ario Lelono, Ph.D

Tembusan :

1. Koordinator Keltian Kimia Polimer -PP Kimia – LIPI
2. Muhammad Ghozali, MT
3. Arsip.

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Isneny Azizah Lukitasari

NIM : 1515024

Judul TA Penelitian : Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakterisasi kimia dan sifat mekanik bioplastik TPS/Kitosan

Pembimbing : Ir. Roosmariharso, MBA

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
01-02-2019	-	Diskusi proposal LPI Serpong	<i>pe</i>
15-05-2019	I	Revisi BAB I : Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah.	<i>pe</i>
22-05-2019	I II	Revisi BAB I : Batasan masalah Revisi BAB II : Bioplastik, Pati, TPS	<i>pe</i>
29-05-2019	II	Revisi BAB II : Kitosan, asam asetat, karakterisasi penelitian	<i>pe</i>
31-05-2019	III	Revisi BAB III : Alat, bahan, Variabel bebas, Variabel tetap	<i>pe</i>
14-06-2019	III	Revisi BAB III : Prosedur penelitian, diagram alir	<i>pe</i>
18-06-2019	III	Revisi BAB III : Diagram alir, karakterisasi pengujian	<i>pe</i>
08-07-2019	IV	Revisi BAB IV : Hasil pengujian film bioplastik TPS, Serbuk kitosan, dan TPS / kitosan.	<i>pe</i>
10-07-2019	IV	Revisi BAB IV : Hasil pengujian FTIR film bioplastik TPS / kitosan, hasil pengujian kekuatan tarik dan perpanjangan putus.	<i>pe</i>

Tanggal	Bab	Keterangan	Paraf
15-07-2019	IV	Revisi BAB IV : Hasil Pengujian Kekuatan tarik dan perpanjangan putus	<i>re</i>
	V	Revisi BAB V : Kesimpulan, Saran	
17-07-2019	V	Revisi BAB V : Kesimpulan, Saran	<i>re</i>
18-07-2019	-	Bimbingan PPT	<i>re</i>
	-	Revisi abstrak .	

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmarharso, MBA
NIP. 195405231980031004

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS
AKHIR**

JUDUL TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN KITOSAN TERHADAP
KARAKTERISTIK KIMIA DAN SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK
*THERMOPLASTIC STARCH (TPS)/KITOSAN***

DISUSUN OLEH :

NAMA : ISNENY AZIZAH LUKITASARI

NIM : 1515024

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

**Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia
Polimer Politeknik STMI Jakarta pada hari Selasa 27 Agustus 2019.**

Jakarta, September 2019

Penguji



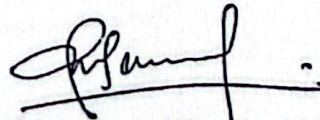
**Syaiful Anshari, S.T., M.T
NIP: 198407162014021001**

Penguji



**Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng
NIP: 195850112014022001**

Penguji



**Ir. Parulian Leonard Marpaung, MM
NIP: 195702141985031002**

Dosen Pembimbing



**Ir. Roosmariharso, M.B.A
NIDK: 8873590019**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta,
Kementerian Perindustrian Republik Indonesia :

Nama : ISNENY AZIZAH LUKITASARI

NIM : 1515024

Program Studi : TEKNIK KIMIA POLIMER

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan judul
“Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Kimia dan Sifat Mekanik
Bioplastik *Thermoplastic Starch* (TPS)/Kitosan”, maka :

- dibuat dan diselesaikan sendiri menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, bimbingan dengan dosen pembimbing dan pembimbing penelitian, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tulis Tugas Akhir ini,
- bukan merupakan duplikasi yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya,
- bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah saya nyatakan seperti apa yang diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Juli 2019

Yang, Membuat Pernyataan


Isneny Azizah Lukitasari

ABSTRAK

Bioplastik merupakan plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme dan terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui. Film bioplastik dibuat menggunakan *thermoplastic starch* (TPS), kitosan sebagai pengisi dan asam asetat sebagai pelarut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kitosan pada karakterisasi kimia gugus fungsi dan persentase optimum kitosan yang menghasilkan sifat mekanik tertinggi pada film bioplastik *thermoplastic starch* (TPS)/kitosan. Variasi jumlah kitosan yang ditambahkan pada bioplastik TPS adalah 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat TPS. Pembuatan bioplastik TPS dan bioplastik TPS/Kitosan menggunakan metode *solution casting*. Hasil pengujian dengan FTIR menunjukkan penambahan kitosan pada film bioplastik TPS/Kitosan mempengaruhi karakterisasi kimia gugus fungsi karena adanya gugus amina kitosan. Hasil pengujian dengan UTM menghasilkan presentase komposisi kitosan pada film bioplastik TPS/Kitosan yang mempunyai sifat mekanik (kekuatan tarik dan perpanjangan putus) tertinggi dengan konsentrasi kitosan sebesar 20% dalam berat.

Kata kunci : *thermoplastic starch* (TPS), kitosan, bioplastik, gugus fungsi, sifat mekanik.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul "*Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Kimia dan Sifat Mekanik Bioplastik Thermoplastic Starch (TPS)/Kitosan*". Adapun maksud dan tujuan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini merupakan sebagai salah satu syarat penyelesaian akademik Program Studi Teknik Kimia Polimer pada Politeknik STMI Jakarta.

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Mustofa, S.T., M.T. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta.
3. Ir. Roosmariharso, M.B.A selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta dan selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Dosen-dosen Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta atas segala ilmu yang diberikan.
6. R. Arthur Ario Lelono, Ph.D selaku penelitian Kepala Pusat Kimia LIPI, Serpong.
7. Muhammad Ghozali, M.T selaku pembimbing penelitian di Pusat Penelitian Kimia LIPI, Serpong.
8. Bu Wita dan Bu Evi, selaku asisten pembimbing penelitian di Pusat Penelitian Kimia LIPI, Serpong.

9. Orang tua dan keluarga besar, yang selalu mendoakan dan mendukung baik secara moral maupun material.
10. Sahabat yang telah mendampingi dan mendukung penulis sampai saat ini.
11. Teman-teman Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta angkatan 2015 selaku kawan seperjuangan.
12. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini terdapat banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan sebagai manusia yang masih hidup dalam tahap belajar. Oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang membangun agar lebih baik lagi untuk kedepannya. Akhir kata, penyusun mengharapkan agar tugas akhir penelitian yang telah dibuat dapat bermanfaat untuk memberikan informasi kepada semua orang.

Jakarta, Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERMOHONAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR.....	v
LEMBAR KETERANGAN PENERIMAAN TUGAS AKHIR	vi
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN LAPORAN TUGAS AKHIR	vii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR.....	ix
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	x
KATA PENGANTAR.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bioplastik	5
2.2 Pati.....	6
2.3 Kitosan.....	10
2.4 Asam Asetat	11
2.5 Karakterisasi Penelitian	11
2.5.1 Karakteristik Pengujian Gugus Fungsi dengan <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	12
2.5.2 Karakteristik Pengujian Sifat Mekanik dengan <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	14
2.5.2.1 Kekuatan Tarik	14

2.5.2.2 Perpanjangan Putus.....	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.2.1 Alat	16
3.2.2 Bahan	16
3.3 Variabel Penelitian	17
3.3.1 Variabel Tetap	17
3.3.2 Variabel Bebas	17
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1 Diagram Alir Penelitian.....	18
3.4.2 Tahapan Pembuatan Film BioplastikTPS/Kitosan	19
3.5 Karakterisasi Sampel	20
3.5.1 Pengujian Karakteristik Gugus Fungsi dengan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	20
3.5.2 Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik dengan <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Hasil Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	22
4.1.1 Analisis FTIR Film Bioplastik TPS	22
4.1.2 Analisis FTIR Serbuk Kitosan	23
4.1.3 Analisis FTIR Film Bioplastik TPS/Kitosan	25
4.2 Hasil Pengujian <i>Universal Testing Machine</i> (UTM).....	27
4.2.1 Analisis Kekuatan Tarik Film Bioplastik TPS/Kitosan.....	27
4.2.2 Analisis Perpanjangan Putus Film Bioplastik TPS/Kitosan.....	28
BAB V PENUTUP.....	29
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

LAMPIRAN D
LAMPIRAN E

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Amilosa dan Amilopektin.....	6
Gambar II.2 Struktur Kitosan	10
Gambar II.3 Struktur Asam Asetat	11
Gambar II.4 Komponen Dasar Spektrometer FTIR.....	12
Gambar II.5 Mesin Kuat Tarik	14
Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar IV.1 Spektra FTIR Film Bioplastik TPS.....	22
Gambar IV.2 Spektra FTIR Serbuk Kitosan	24
Gambar IV.3 Spektra FTIR Film Bioplastik TPS/Kitosan.....	25
Gambar IV.4 Kekuatan Tarik Film Bioplastik TPS/Kitosan.....	27
Gambar IV.5 Perpanjangan Putus Film Bioplastik TPS/Kitosan	28

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Sifat Fisik Pati.....	7
Tabel II.2 Penelitian Pembuatan Bioplastik	8
Tabel II.3 Jenis Ikatan, Tipe Getaran dan Bilangan Gelombang.....	13
Tabel III.1 Variasi Komposisi Bioplastik TPS dan Bioplastik TPS/Kitosan	17
Tabel IV.1 Perbandingan Hasil Pengujian FTIR Film Bioplastik TPS	23
Tabel IV.2 Perbandingan Hasil Pengujian FTIR Serbuk Kitosan	24
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Film Bioplastik TPS/Kitosan.....	26

tetapi pati memiliki karakteristik yang kurang bagus daripada plastik konvensional (Bastioli, 2005). Untuk mengatasi kekurangan dari bioplastik yang berasal dari pati perlu ditambahkan bahan pengisi sehingga dapat meningkatkan karakteristiknya (Garcia dkk., 2011). Salah satunya dengan cara menambah bahan pengisi berupa kitosan. Penggunaan kitosan sudah banyak digunakan karena tersedia dalam jumlah besar di alam yang menyebabkan harganya yang relatif ekonomis.

Kitosan merupakan turunan kitin yang bersifat hidrofobik serta dapat membentuk film dengan baik (Dallan dkk., 2006). Kitosan memiliki gugus fungsi amina dan gugus hidroksil. Adanya gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati (Dallan dkk., 2006). Ikatan hidrogen antar rantai amilosa-amilopektin-kitosan tersebut mengakibatkan sifat mekanik dari pati termoplastik meningkat.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mendes dkk. (2015) yang membuat campuran pati jagung termoplastik dan kitosan diperoleh dengan ekstruder menggunakan konsentrasi kitosan 5% dan 10%. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil uji FTIR yang mempengaruhi penambahan kitosan dalam pati termoplastik yang memiliki gugus fungsi CH, OH dan NH.

Coniwanti dkk. (2014) telah melakukan penelitian penambahan kitosan pada pati jagung dengan gliserol sebagai *plasticizer*, kemudian dibuat plastik *biodegradable* dengan perbandingan konsentrasi kitosan-gliserol adalah 0:0,7 ; 7,6:1,3 ; 14,2:2 ; 20:2,7; 25:3,3 dan 29,4:4 dalam b/v. Pada penelitian ini film plastik *biodegradable* yang dihasilkan semakin tinggi konsentrasi dari variasi kitosan, maka semakin tinggi kuat tarik film, sebaliknya nilai elongasi semakin rendah.

Muhammad (2018) telah melakukan penelitian bioplastik dari pati umbi singkong karet dengan pengaruh komposisi berat kitosan (1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 dan 3,5) dan volume asam asetat 1%. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan semakin banyak asam asetat yang digunakan mengakibatkan naiknya nilai elongasi.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini dilakukan dengan pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik kimia dan sifat mekanik bioplastik *thermoplastic starch* (TPS)/kitosan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penambahan kitosan terhadap karakterisasi kimia gugus fungsi dari film bioplastik TPS/Kitosan?
2. Berapa persentase optimum komposisi kitosan untuk menghasilkan film bioplastik TPS/Kitosan yang mempunyai sifat mekanik tertinggi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang hendak dicapai pada penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap karakterisasi kimia gugus fungsi dari film bioplastik TPS/Kitosan,
2. Mengetahui persentase optimum komposisi kitosan untuk menghasilkan film bioplastik TPS/Kitosan yang mempunyai sifat mekanik tertinggi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah :

1. Bahan utama berupa TPS dan kitosan,
2. Pelarut yang digunakan asam asetat,
3. Komposisi kitosan yang digunakan 5%, 10, 15% dan 20% dari berat TPS,
4. TPS yang digunakan 2 gram,
5. Pembuatan film bioplastik menggunakan metode *solution casting*,
6. Karakterisasi film bioplastik meliputi pengujian karakteristik kimia berupa gugus fungsi dengan analisis FTIR serta pengujian sifat mekanik yang menghasilkan kekuatan tarik dan perpanjangan putus.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tambahan mengenai prosedur pembuatan bioplastik dari campuran TPS/Kitosan.

2. Memberikan informasi pengaruh penambahan kitosan terhadap karakterisasi kimia dan sifat mekanik film bioplastik TPS/Kitosan.

1.6 Sistematika Penelitian

Bagian ini merupakan gambaran secara keseluruhan. Didalamnya terdapat lima bab yang masing-masing berkaitan erat. Adapun susunan ke lima bab tersebut sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang diadakannya penelitian, rumusan masalah yang akan dibahas, batasan masalah dari penelitian yang akan dilakukan, tujuan dan manfaat dari dilakukannya penelitian ini, serta penjelasan mengenai sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tinjauan umum mengenai bioplastik, *thermoplastic starch* (TPS), kitosan, alat pengujian berupa *universal testing machine* (UTM), spektroskopi *fourier transform infrared* (FTIR) serta beberapa penelitian yang pernah ada.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, variabel penelitian, prosedur penelitian, tahapan pembuatan, bioplastik TPS/Kitosan, serta karakterisasi sampel.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengujian, analisis data berdasarkan grafik hasil pengujian, dan pembahasan terhadap hasil pengujian dan analisis data.

BAB V : PENUTUP

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bioplastik

Bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Bioplastik juga salah satu jenis plastik yang terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui, karena memiliki biodegradabilitas yang tinggi sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuat bioplastik (Pranamuda, 2001). Menurut Kamsiati dkk. (2017), beberapa keunggulan dari bioplastik, yaitu:

- a. Bahan baku mudah diperoleh.
- b. Mudah terurai.
- c. Tidak mengandung bahan kimia berbahaya.

Bahan baku bioplastik berasal dari senyawa-senyawa tanaman misalnya pati, selulosa, dan lignin serta pada hewan seperti kasein, protein dan lipid (Averous, 2002).

Teknologi pembuatan bioplastik berbahan dasar pati sudah mulai dikembangkan di Indonesia sejak beberapa waktu yang lalu. Bahan baku yang diteliti cukup beragam antara lain pati tapioka dengan campuran kitosan dan pemlastis gliserol (Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013), pati sorgum dan kitosan (Darni dan Utami, 2010). Namun secara umum industri yang memproduksi bioplastik masih terbatas karena permintaan di dalam negeri masih rendah dan harga yang mahal menjadi salah satu penyebabnya. Bioplastik biasa digunakan untuk barang sekali pakai, seperti kemasan makanan dan katering (pecah-belah, sendok garpu, panci, mangkuk, sedotan), dan juga sering digunakan untuk tas, nampan, wadah untuk buah, sayuran, telur dan daging, botol untuk minuman ringan dan produk susu dan foil pembungkus untuk buah dan sayuran (Garrain dkk., 2007).

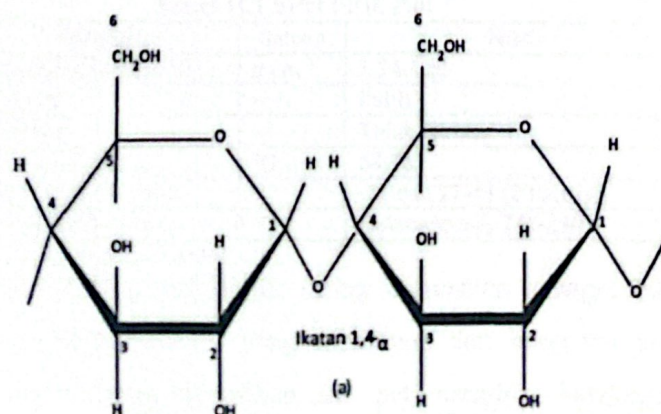
Kamsiati dkk. (2017) mengatakan di Indonesia sudah ada industri yang memproduksi bioplastik berbasis tapioka yaitu:

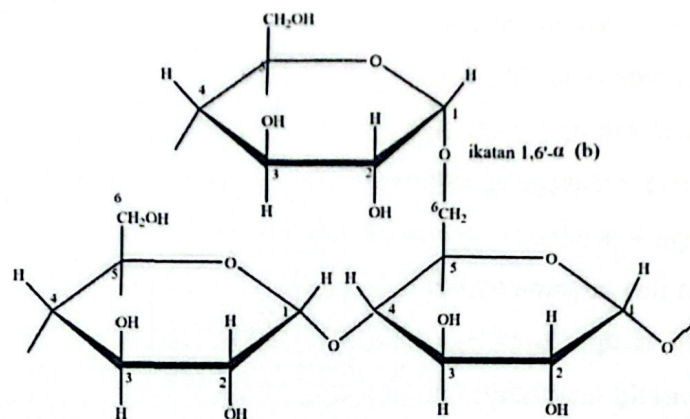
- a. Enviplast yang memproduksi kantung plastik, apron dan sarung tangan.
- b. Avani Eco memproduksi kantung plastik dan jas hujan.

2.2 Pati

Pati merupakan polimer yang berasal dari sumber daya terbarukan dan dapat terdegradasi secara alami. Pati terdiri dari karbon, hidrogen, dan oksigen ($C_6H_{10}O_5$)_n. Pati diperoleh dari tanaman seperti kentang, gandum, tapioka, beras, dan jagung. Pati berada dalam struktur yang sangat terorganisasi atau dikenal sebagai granul, ukuran dan komposisi kimia yang bervariasi (Nafchi dkk., 2013).

Pati tersusun dari dua makro molekul utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan rantai liner atau lurus dengan ikatan α -(1-4)-glukosa, sedangkan amilopektin merupakan rantai bercabang dengan ikatan α -(1-4)-glukosa dan titik percabangan α -(1-6)-glukosa (Bastioli, 2005). Amilopektin merupakan fraksi yang lebih besar dengan berat molekul berkisar 10^7 - 10^9 Da dan amilosa merupakan fraksi yang lebih kecil dengan berat molekul berkisar 10^5 - 10^6 Da (Oates, 1997). Proporsi fraksi amilosa dan amilopektin tergantung pada sumber botani pati, namun rata-rata kandungan amilosa sekitar 20-30% dan amilopektin sekitar 70-80% (Saptorahardjo, 2016). Selain amilosa dan amilopektin, pati juga mengandung lemak (1%), protein (0,4%), dan fosfor (0,09%) (Jane, 1995). Gambar amilosa dan amilopektin disajikan pada Gambar II.1.





Gambar II.1 Struktur Amilosa (a) dan Amilopektin (b)
Sumber : Kristiani, 2015

Granula pati memiliki ukuran 1-100 mikron dengan struktur padatan kristalin maupun amorf. Konstituen kristal (ukuran 9-10 nm) utamanya dibentuk oleh amilopektin, sedangkan bagian amorfnya tersusun oleh amilosa maupun amilopektin (Saptorahardjo, 2016). Pati sangat hidrofilik, hal ini karena gugus hidroksil di permukaan granula dapat berasosiasi inter molekular sangat kuat dengan ikatan hidrogen pada air (Bastioli, 2005; Saptorahardjo, 2016). Pada umumnya, suhu transisi gelas (T_g) pati berkisar antara 60-80°C dengan kandungan air 12-14% berat (Saptorahardjo, 2016). Pati yang dipanaskan dengan air pada suhu tertentu akan mengalami gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati akibat penyerapan air yang semakin banyak sehingga granula pati tidak dapat kembali seperti semula. Berikut Tabel II.1 menunjukkan sifat fisik pati.

Tabel II.1 Sifat Fisik Pati

Parameter	Satuan	Nilai
Densitas pada 20 °C	g cm ⁻³	1,34-1,65
Warna	-	Putih
Aroma	-	Tidak berbau
Suhu gelatinisasi	°C	58-78
Suhu transisi gelas	°C	-55 dan 27-43 (2 transisi)
Suhu leleh, DSC	°C	Dekomposisi; 240-250

Sumber: Wypych (2004)

Di Indonesia sendiri, pati lebih sering digunakan sebagai bahan baku bioplastik karena ketersediaannya yang melimpah dan harganya yang relatif murah. Namun plastik yang dihasilkan dari pati memiliki karakteristik yang kurang bagus dibanding plastik konvensional yang digunakan sekarang ini,

sehingga untuk meningkatkan karakteristiknya, biasanya pati dicampurkan dengan polimer lain. Menurut Bastioli (2005), Pati dapat menambahkan pengisi atau dapat diubah menjadi pati termoplastik yang dapat diproses sendiri atau dalam kombinasi dengan polimer sintetik. Penelitian penggunaan pati sebagai bahan baku pembuatan film telah banyak dilakukan, misalnya Waryat dkk. (2013) melaporkan pembuatan film dengan bahan baku campuran pati termoplastik dan HDPE, Coniwanti dkk. (2014) menambahkan kitosan pada pati jagung, dan Rahmayetty dkk. (2018) mencampurkan pati terplastisasi gliserol dengan PLA. Beberapa penelitian menggunakan pati sebagai bahan baku pembuatan film bioplastik yang ditunjukkan pada Tabel II.2.

Tabel II.2 Penelitian pembuatan film bioplastik menggunakan bahan baku pati

Campuran Film Plastik	Pengisi	Plasticizer	Compatibilizing Agent	Keterangan	Sumber Penelitian
Gandum, PLA	-	Maleat anhidrida	L101	Sifat mekanik dari campuran PLA/pati/ (55/45) meningkat secara signifikan dengan 1% MA dan 10% L101, menghasilkan kuat tarik (<i>tensile strength</i>) 52,4 Mpa dan Perpanjangan (<i>Elongation</i>) 4,1% mendekati sifat mekanik dari PLA murni.	Zhang dan Sun (2004)
Singkong, PLA	-	Gliserol	-	Pencampuran pati dan PLA tidak homogen (kompatibel) berdasarkan hasil SEM.	Handayani (2013)
	-	Gliserol	-	Penambahan PLA pada pati terplastisasi meningkatkan kuat tarik, elongasi, dan ketahanan air pada film. Karakteristik film PLA/pati yang paling baik diperoleh pada rasio 40/60	Rahmayetty dkk. (2018)
	Serat Sekam Kopi	Gliserol	Minyak Kedelai Terepoksidasi	Campuran pati termoplastik (TPS)-PLA memiliki karakter hidrofilik dan <i>wettability</i> yang lebih rendah dibandingkan dengan TPS.	Toro, Cuello, dan Rodriguez (2018)
	-	Gliserol	HDPE	Karakteristik kekuatan tarik dan perpanjangan putus plastik <i>biodegradable</i> berbahan baku pati termoplastik-HDPE cenderung menurun seiring bertambahnya kandungan pati dalam campuran.	Waryat dkk. (2013)

Campuran Film Plastik	Pengisi	Plasticizer	Compatibilizing Agent	Keterangan	Sumber Penelitian
Tepung Beras, Kitosan	-	-	-	Penambahan kitosan pada film pati dapat meningkatkan kekuatan tarik dan penurunan elongasi	Bourtoom dan Chinman (2008)
Jagung, Kitosan	-	Gliserol	-	Semakin tinggi konsentrasi dari variasi kitosan, maka semakin tinggi kuat tarik film sebaliknya nilai elongasi semakin rendah	Coniwanty dkk. (2014)
Pati Termoplastis, PLA	-	PEG	-	Penambahan PEG meningkatkan modulus perpanjangan dan tarik pada film	Peng dkk. (2012)

Singkong atau ubi kayu merupakan salah satu tanaman yang mudah ditemui di Indonesia. Menurut BPS, (2018), produksi ubi kayu di Indonesia pada 2017 mencapai 19 juta ton. Sentra produksi ubi kayu di Indonesia adalah Lampung, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Sumatera Utara. Ubi kayu mengandung karbohidrat yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 34,7-37,9%. Tapioka merupakan pati yang diambil dari ubi kayu. Tapioka dapat dimanfaatkan dalam industri pangan maupun non pangan. Tapioka dapat juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Selain tapioka, limbah kulit ubi kayu juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Rendemen tapioka ubi kayu berkisar 15-25% (Kamsiati dkk., 2017).

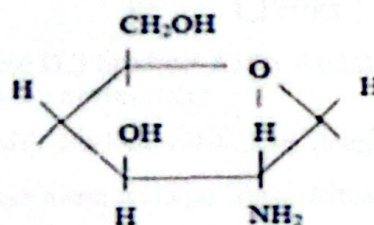
TPS dideskripsikan sebagai bahan amorf atau semikristalin yang terdiri dari pati yang telah tergelatinisasi yang mengandung satu atau beberapa campuran *plasticizer* (Yang dkk., 2006). *Plasticizer* memberikan kelenturan dengan memodifikasi volume bebas dari matriks sehingga rantai pati lebih banyak mobilitas (Torres dkk., 2007). *Plasticizer* yang umum digunakan pada proses pembentukan TPS adalah air, namun *plasticizer* yang bersifat non volatil dan memiliki titik didih tinggi seperti gliserol, sorbitol dan xilitol telah banyak digunakan untuk pengolahan pati menjadi TPS (Ghanbari dkk, 2018). TPS dihasilkan dari proses campuran pati dan *plasticizer* di dalam ekstruder pada suhu dan gesekan tinggi sehingga pati bersifat termoplastis dan dapat dicetak. Pada

proses ini, air akan masuk ke dalam pati dan *plasticizer* akan berperan sangat signifikan kemudian membentuk ikatan hidrogen dengan pati (Lestari, 2010).

TPS memiliki keunggulan dalam hal kemudahan saat diproses, morfologi akhir yang baik dan penyebaran partikel yang lebih merata (Lestari, 2010). Tetapi disisi lain TPS juga memiliki kelemahan yaitu sifat mekanik yang buruk, stabilitas termal yang rendah dan lemahnya ketahanan terhadap air (Ghanbari dkk., 2018). Adapun aditif padat yang dimasukkan ke dalam matriks plastik disebut pengisi atau *filler*. *Filler* digunakan untuk meningkatkan kekuatan mekanis dan *barrier properties* pada bioplastik biasanya ditambahkan berupa senyawa organik maupun anorganik. Bentuk partikel, ukuran partikel, dan distribusi ukuran dari *filler* dapat mempengaruhi sifat-sifat termoplastik maka dari itu *filler* yang digunakan harus dapat menyesuaikan matriks plastik. Semakin kecil partikel *filler* yang digunakan semakin besar kekuatan tarik dari plastik sebaliknya apabila partikel *filler* semakin besar maka kekuatan tarik dari plastik akan semakin kecil. Beberapa bahan anorganik adalah nanopartikel logam sedangkan bahan organik adalah selulosa dan kitosan.

2.3 Kitosan

Kitosan termasuk salah satu polisakarida alami seperti selulosa, karagenan dan agar-agar. Kitosan merupakan turunan kitin yang mempunyai rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ (Noviani, 2012). Kitosan memiliki dua gugus fungsi yaitu gugus amina dan gugus hidroksil. Dengan dua gugus fungsi tersebut mengakibatkan kitosan memiliki kereaktifitas kimia yang tinggi karena membentuk ikatan hidrogen sehingga memungkinkan penggunaan sebagai bahan campuran bioplastik dapat terdegradasi dan tidak mencemari lingkungan (Skurtys dkk., 2009).



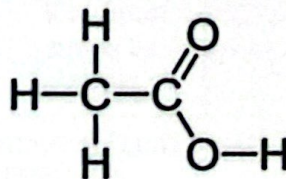
Gambar II.2 Struktur Kitosan
Sumber : Noviani, 2012

Kitosan berbentuk serbuk putih, tidak berbau dan tidak berasa. Kitosan juga mempunyai sifat alami. Sifat alami tersebut dapat dibagi menjadi dua yaitu sifat kimia dan biologi. Sifat kimia antara lain merupakan polimer berbentuk linier dan mempunyai gugus fungsi amina pada rantai karbonnya sehingga bermuatan positif. Sedangkan sifat biologi antara lain bersifat biokompatibel artinya sebagai polimer alami sifatnya tidak mempunyai akibat samping, tidak beracun, tidak dapat dicerna, mudah diuraikan oleh mikroba (*biodegradable*), bersifat antitumor dan antioksidan. Berdasarkan kedua sifat tersebut maka kitosan mempunyai sifat fisik khas yaitu mudah dibentuk menjadi larutan dan serat yang sangat bermanfaat dalam aplikasinya (Mekawati, 2000). Salah satu aplikasinya yaitu dibidang industri makanan sebagai pengawetan makanan seperti untuk makanan laut atau buah-buahan, serta untuk pengaturan keasaman (Shahidi, 2007).

Kitosan tidak larut dalam air dan pelarut organik seperti alkohol, aseton, asam klorida, asam nitrat, asam sulfat dan alkali. Tetapi larut dengan cepat dalam asam organik seperti asam formiat, asam sitrat dan asam asetat (Ambore dkk., 2014). Menurut Knorr (1982), pelarut yang umum digunakan untuk melarutkan kitosan adalah asam asetat dengan konsentrasi 1-2%.

2.4 Asam Asetat

Asam Asetat merupakan cairan jernih yang tidak berwarna, memiliki titik didih 118⁰C dan titik beku 16,7⁰C. Asam asetat memiliki rumus molekul CH₃COOH dengan nama kimianya asam etanoat. Asam asetat dapat larut dalam air, alkohol, gliserol dan tidak larut dalam zat yang mempunyai karbon siklik.



Gambar II.3 Struktur Asam Asetat

Sumber : Noviani, 2012

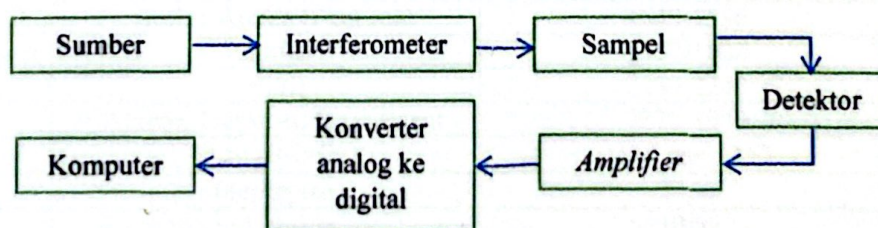
Pembuatan film bioplastik kitosan dilakukan dengan melarutkan kitosan dalam pelarut asam. Penggunaan asam pada pelarutan kitosan, telah dipelajari oleh Nadarajah dkk. (2006) yang menggunakan beberapa jenis asam seperti asam asetat,

asetat, asam laktat, formiat, malat dan propionat dalam pembentukan film bioplastik. Namun hanya asam asetat dan formiat yang menghasilkan film yang fleksibel, transparan dan sesuai sebagai bahan pengemas.

2.5 Karakterisasi Penelitian

2.5.1 Karakteristik Gugus Fungsi dengan Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Fourier transform infrared (FTIR) merupakan metode untuk mengetahui komposisi kimia dan interaksi antara kelompok-kelompok fungsional dalam campuran polimer atau sampel yang akan diuji. Pada dasarnya spektroskopi FTIR adalah sama dengan spektroskopi IR dispersi, yang membedakannya yaitu dengan melewati radiasi inframerah melalui sampel dan menentukan berapa fraksi radiasi yang diserap pada energi tertentu. Energi di mana setiap puncak dalam spektrum absorpsi muncul sesuai dengan frekuensi getaran dari bagian molekul sampel (Stuart, 2004). Komponen utama FTIR ditunjukkan secara skematik pada Gambar II.4. Radiasi yang muncul dari sumber dilewatkan melalui interferometer ke sampel sebelum mencapai detektor. Setelah amplifikasi sinyal kontribusi frekuensi tinggi telah dieliminasi oleh filter, data dikonversi dari bentuk analog ke bentuk digital dan ditransfer ke komputer untuk transformasi *Fourier* (Stuart, 2004).



Gambar II.4 Komponen Dasar Spektrometer FTIR

Sumber : Stuart, 2004

Dalam spektroskopi FTIR, frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (*wavenumbers*) dengan satuan bilangan gelombang adalah sepersentimeter ($1/\text{cm}$ atau cm^{-1}). Satuan yang digunakan untuk panjang gelombang dalam spektroskopi inframerah ialah mikrometer, (μm atau mikron, μ) dengan $1,0\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m} = 10^{-4}\text{cm}$ (Fessenden dan Fessenden, 1986). Spektrum inframerah dapat dibagi menjadi 3 daerah utama, yaitu daerah inframerah dekat ($<400\text{ cm}^{-1}$), daerah inframerah

tengah ($4000-400\text{ cm}^{-1}$) dan daerah inframerah jauh ($13000-4000\text{ cm}^{-1}$) (Stuart, 2004). Beberapa bilangan gelombang dan tipe getarannya terdapat pada Tabel II.3.

Tabel II.3 Jenis Ikatan, Tipe Getaran dan Bilangan Gelombang

Jenis Ikatan	Tipe Getaran	Bilangan Gelombang (cm^{-1})
C-H	Alkana (Uluran)	3000-2850
	-CH ₃ - (Tekukan)	1450 dan 1375
	-CH ₂ - (Tekukan)	1465
	Alkena (Uluran)	3100-3000
	Aromatik (Uluran)	3150-3050
	Alkalin (Uluran)	3300
	Aldehid	2900-2700
C-C	Alkana	Tidak terinterpretatif
C=C	Alkena	1680-1600
	Aromatik	1600 dan 1475
C≡C	Alkuna	2250-2100
C=O	Aldehid	1740-1720
	Keton	1725-1705
	Asam Karboksilat	1725-1700
	Ester	1750-1730
	Amida	1680-1630
	Anhidrida	1810 dan 1760
	Asam Klorida	1800
C-O	Alkohol, Eter, Ester, Asam Karboksilat, Anhidrida	1300-1000
O-H	Alkohol, Fenol	3650-3600
	Asam Karboksilat	3400-2400
N-H	Amina Amida (Uluran)	3500-3100
	Amina Amida (Puntiran)	1640-1550
C-N	Amina	1350-1000
C≡N	Nitril	2260-2240
X=C=Y	Alkena, Isosianat, Isotiosianat	2270-1940
N=O	Nitro (R-NO ₂)	1550 dan 1350
S-H	Merkaptan	2550
	Sulfoksida	1050
S=O	Sulfonat, Sulfonil Klorida, Sulfat, Sulfonamida	1375-1300 dan 1350-1140
	Florida	1400-1000
C-X	Klorida	785-540
	Bromida, Iodida	<667

Sumber: Pavia dkk., 2009

2.5.2 Karakteristik Sifat Mekanik dengan Universal Testing Machine (UTM)

2.5.2.1 Kekuatan Tarik

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh lembaran plastik selama pengukuran berlangsung. Kekuatan 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 II.5.



Gambar II.5 Mesin Kuat Tarik
Sumber : Biomaterial LIPI, 2019.

Pembuatan bioplastik dengan penambahan kitosan akan memperbaiki sifat karakteristik dari bioplastik, salah satunya meningkatkan daya kuat tarik. Menurut Darni dkk. (2014), pada uji kekuatan tarik ini, dapat diketahui bagaimana bahan tersebut bereaksi terhadap tenaga tarikan dan mengetahui sejauh mana material itu bertambah panjang. Kekuatan tarik dapat diukur berdasarkan beban maksimum (F_{maks}) yang digunakan untuk mematahkan material dibagi dengan luas penampang awal (A_0) yang ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = kuat tarik (N/mm²)

F = Gaya maksimum (N)

A = Luas benda uji (mm²)

2.5.2.2 Perpanjangan Putus

Perpanjangan putus merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus. Pada umumnya adanya

penambahan *plasticizer* dalam jumlah lebih besar akan menghasilkan nilai persen pemanjangan suatu film semakin lebih besar. Tanpa penambahan *plasticizer*, amilosa dan amilopektin akan membentuk suatu film dan struktur dengan satu daerah kaya amilosa dan amilopektin. Interaksi antara molekul-molekul amilosa dan amilopektin mendukung formasi film, menjadikan film pati jadi rapuh dan kaku (Kristiani, 2015). Elastisitas suatu material (elongasi) dapat dicari dengan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang semula seperti pada persamaan berikut:

$$E_b = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

Keterangan:

- E_b = perpanjangan putus (%)
- L = panjang benda uji mula-mula (mm)
- L_0 = panjang benda uji saat putus (mm)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 - Juni 2019. Pembuatan film bioplastik dan pengujian dilakukan di Laboratorium Polimer dan Makro, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Kimia, Kawasan Puspitek, Muncul, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- | | |
|--|---|
| a. Gelas kimia | j. Plastik zipper |
| b. Cawan petri | k. Neraca analitik |
| c. Pinset | l. Spatula <i>stainless steel</i> |
| d. Aluminium foil | m. Gelas ukur |
| e. <i>Magnetic stirrer hot plate</i> | n. Labu ukur |
| f. Spinbar | o. Pipet ukur |
| g. <i>Universal Testing Machine</i>
(UTM) Shimadzu tipe AGS-
1KN | p. <i>Fourier Transform Infrared</i>
<i>Spectroscopy</i> (FTIR) Shimadzu tipe
IRPrestige-21 |
| h. Pipet bulb | q. <i>Pneumatic Specimen Punch</i> |
| i. Oven | |

Gambar alat-alat tersebut diatas dapat dilihat pada Lampiran A.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Thermoplastic Starch* (TPS) PT. Inter Aneka Lestari Kimia
- Kitosan Merck
- Aquades
- Asam Asetat 2%

Gambar bahan-bahan tersebut diatas dapat dilihat pada Lampiran B.

3.3 Variabel Penelitian

Penelitian ini memiliki dua jenis variabel, yaitu variabel tetap dan variabel bebas.

3.3.1 Variabel Tetap

Variabel tetap adalah variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang tidak berubah selama penelitian berlangsung. Variabel tetap dalam penelitian sebagai berikut:

- a. Suhu pelarutan kitosan dalam asam asetat : 50°C
- b. Konsentrasi larutan asam asetat : 2%
- c. Waktu pelarutan kitosan dalam asam asetat : 1 jam
- d. Waktu pencampuran TPS/Kitosan : 2 jam
- e. Diameter cawan petri : 20 cm

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang digunakan dalam penelitian ini yang dapat divariasikan agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Variabel bebas sebagai standar untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel tetap. Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi Kitosan. Variabel bebas ditampilkan pada Tabel III.1.

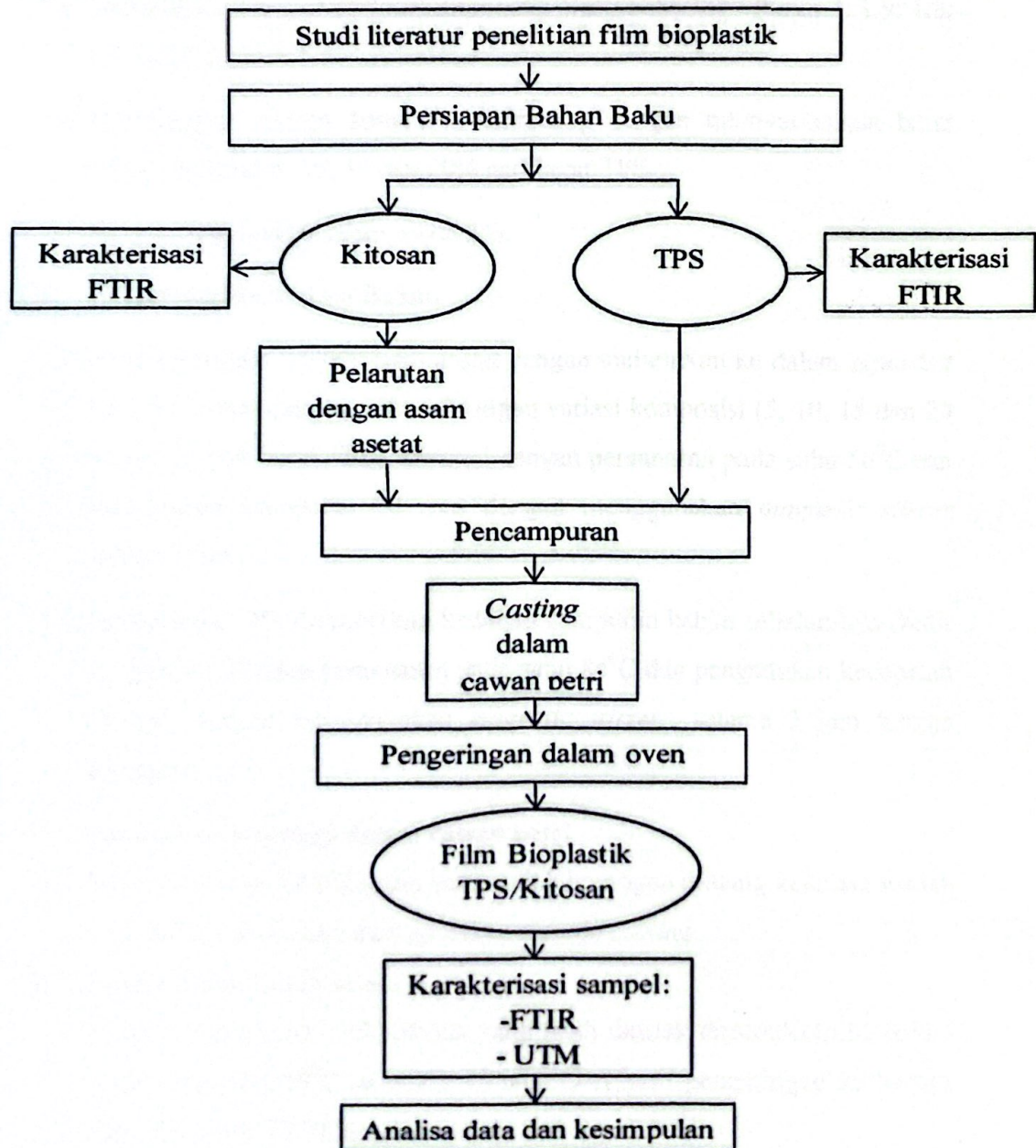
Tabel III.1 Variasi Komposisi Film Bioplastik TPS/Kitosan

Sampel	TPS	Kitosan	
	Massa (gram)	Persentase dari basis 2 gram TPS (%)	Massa(gram)
1	2	-	-
2	1,9	5	0,1
3	1,8	10	0,2
4	1,7	15	0,3
5	1,6	20	0,4

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian pembuatan film bioplastik ini menggunakan metode *solution casting* dari studi literatur hingga kesimpulan yang digambarkan dalam diagram alir III.1.



Gambar III.1 Diagram alir penelitian

3.4.2 Tahapan Pembuatan Film Bioplastik TPS/Kitosan

Proses pembuatan film bioplastik dibagi ke dalam beberapa tahap, yaitu ada:

A. Persiapan Bahan

- a. Menyiapkan sampel TPS dan ditimbang masing-masing sebesar 2; 1,9; 1,8; 1,7 dan 1,6 gram.
- b. Menyiapkan kitosan kemudian ditimbang dengan memvariasikan berat kitosan sebesar 5, 10, 15 dan 20% dari berat TPS.
- c. Menyiapkan larutan asam asetat 2%.

B. Pencampuran Semua Bahan

- a. Mencampurkan larutan asam asetat dengan melarutkan ke dalam *aquadest* kemudian ditambahkan kitosan dengan variasi komposisi (5, 10, 15 dan 20 % dari 2 gram berat TPS). Disertai dengan pemanasan pada suhu 50⁰C dan pengadukan kecepatan 70 rpm dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam.
- b. Selanjutnya TPS dimasukkan kedalam campuran bahan sebelumnya (butir a). Disertai dengan pemanasan pada suhu 84⁰C dan pengadukan kecepatan 70 rpm dengan menggunakan *magnetic stirrer* selama 2 jam hingga homogen.

C. Pencetakan (*casting*) dalam cawan petri

Hasil campuran TPS/Kitosan yang sudah homogen dituang kedalam wadah kaca yaitu cawan petri menggunakan metode *casting*.

D. Pengeringan dalam oven

Hasil pencampuran TPS/Kitosan yang telah dicetak dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60⁰C selama ± 18 jam. Dari hasil pengeringan ini berupa film bioplastik TPS/Kitosan.

E. Pendinginan pada suhu ruang

Film bioplastik TPS/Kitosan yang telah kering selanjutnya didinginkan pada suhu ruang kemudian film bioplastik TPS/Kitosan dapat dilepaskan dari cetakan

3.5 Karakterisasi Sampel

3.5.1 Pengujian Karakteristik Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Karakteristik Gugus Fungsi/komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi organik serta anorganik dari bahan baku *thermoplastic starch*/kitosan yang dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) SHIMADZU Tipe IRPrestige-21 yang terdapat pada laboratorium Polimer dan Makro, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Kimia dengan prosedur sebagai berikut :

1. Sambungkan kabel instrumen dengan sumber listrik.
2. Nyalakan instrument FTIR dengan menekan tombol power on, tunggu hingga proses inisiasi selesai.
3. Hidupkan komputer, klik ikon Spectrum.
4. Sebelum melakukan pemindaian sampel, lakukan pemindaian *background* untuk menghilangkan hasil pemindaian lingkungan pada saat pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect background*.
5. Letakkan sampel yang sudah dipreparasi pada tempat sampel, kemudian lakukan pemindaian sampel dengan cara mengklik *collect sample*, pastikan parameter pemindaian yang dilakukan benar, tunggu hingga proses pemindaian selesai.
6. Apabila diperlukan, lakukan perbandingan spektrum yang diperoleh dari hasil pemindaian sampel dengan spektrum polimer standar yang ada di basis data (*library*) dan lakukan interpretasi pada hasil pemindaian untuk mengetahuianalisa gugus yang terkandung pada sampel.
7. Simpan hasil yang didapat.

3.5.2 Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik dengan Universal Testing Machine (UTM)

Pengujian kekuatan tarik dan perpanjangan putus dilakukan berdasarkan standar ASTM-D882-75b *Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*. Sampel dipotong dengan ukuran (1×15) cm. Pengujian ini diukur dengan alat *Universal Testing Machine* merek SHIMADZU tipe AGS-1KN dengan kecepatan pengujian sebesar 5 mm/min, panjang *gripped* sebesar 65 mm dan *pretension* 0.5 MPa. Banyaknya spesimen yang diuji ada lima untuk memperoleh nilai rata-rata dari kekuatan tarik dan perpanjangan putus.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

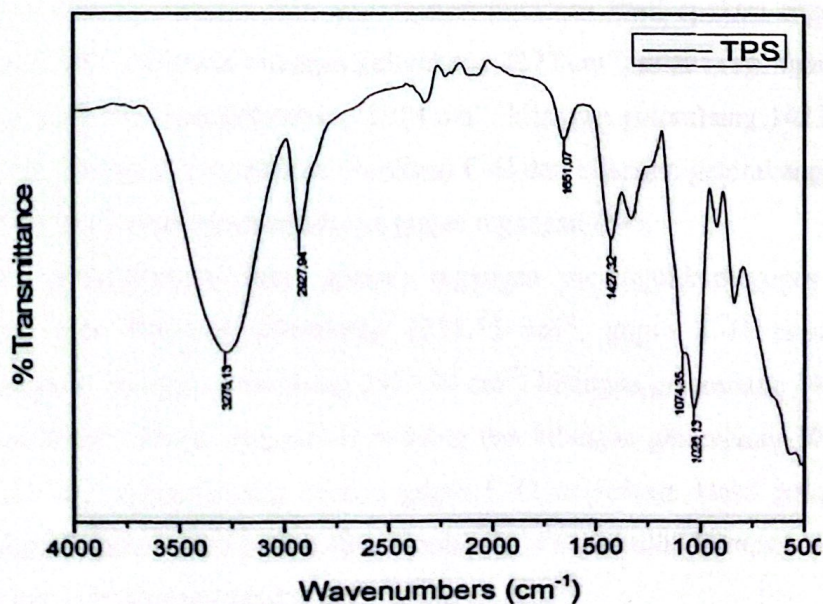
Bab ini membahas mengenai hasil analisis film bioplastik TPS/Kitosan menggunakan alat uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Universal Testing Machine* (UTM). Gambar film bioplastik *Thermoplastic Starch* (TPS)/Kitosan dapat dilihat pada lampiran C.

4.1. Hasil Pengujian *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pengujian FTIR pada penelitian ini digunakan untuk menganalisis jenis komponen yang terdapat pada film bioplastik TPS, serbuk kitosan dan TPS/Kitosan.

4.1.1 Analisis FTIR Film Bioplastik TPS

Berdasarkan hasil pengujian FTIR dari film bioplastik TPS yang sudah dilakukan, didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang tampak pada Gambar IV.1.



Gambar IV.1 Spektra FTIR Film Bioplastik TPS

Pada pengujian hasil pengujian film bioplastik TPS dirangkum dalam Tabel IV.1 yang menunjukkan perbandingan antara bilangan gelombang hasil FTIR dari Mendes dkk. (2015) dan bilangan gelombang hasil FTIR penelitian ini

Tabel IV. 1 Perbandingan Hasil FTIR Film Bioplastik TPS

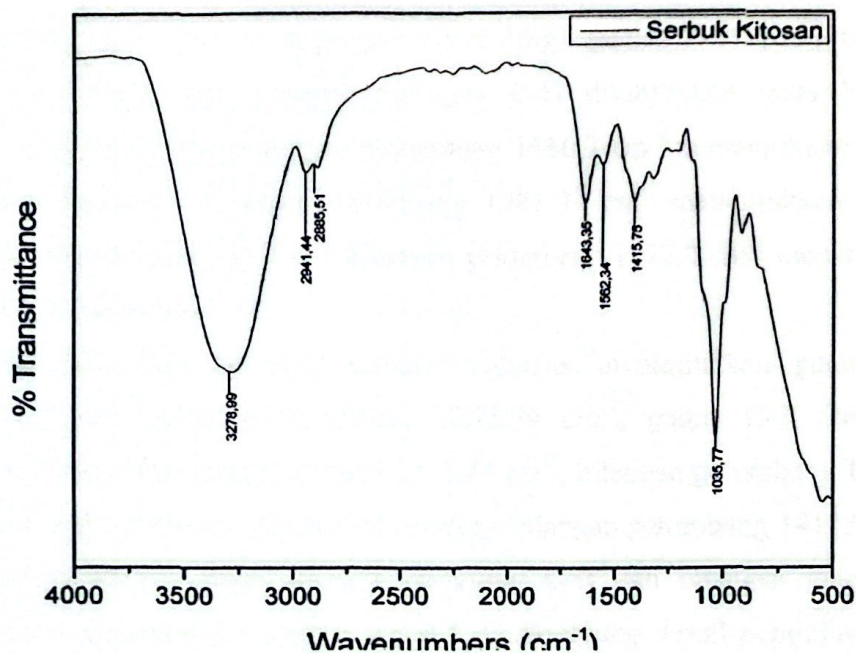
Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang Sumber: Mendes dkk. (2015) (cm^{-1})	Bilangan Gelombang Sumber: Penelitian ini (cm^{-1})
-O-H <i>stretching</i>	3277	3275,13
-C-H <i>stretching</i>	2914	2927,94
-C-H <i>bending</i>	1423	1427,32
-C-O <i>stretching</i>	1148 1022	1074,35 1026,13

Stretching dapat dikatakan sebagai peregangan ikatan dari suatu gugus, pada saat terjadi perubahan bentuk tertentu dari molekul dapat dikatakan deformasi, sedangkan *bending* dapat diartikan sebagai pengerutan ikatan (bisa bervibrasi naik-turun). Berdasarkan hasil pengujian FTIR penelitian ini dapat dilihat bahwa menandakan gugus fungsi dan bilangan gelombang yang tampak tidak jauh berbeda dengan hasil FTIR yang dilakukan Mendes dkk. (2015), untuk penelitian yang dilakukan oleh Mendes dkk. (2015) menunjukkan hasil spektra regangan (*stretching*) gugus O-H pada bilangan gelombang 3277 cm^{-1} , gugus regangan C-H ditunjukkan pada bilangan gelombang 2914 cm^{-1} , bilangan gelombang 1423 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus tekukan (*bending*) C-H dan bilangan gelombang 1148 cm^{-1} dan 1022 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus regangan C-O.

Pada penelitian ini hasil spektra regangan menunjukkan gugus O-H (*stretching*) pada bilangan gelombang $3275,13 \text{ cm}^{-1}$, gugus C-H *stretching* ditunjukkan pada bilangan gelombang $2927,94 \text{ cm}^{-1}$, bilangan gelombang $1427,32 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-H *bending* dan bilangan gelombang $1074,35$ dan $1026,13 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-O *stretching*. Hasil pengujian FTIR ini dapat dikonfirmasi bahwa film bioplastik TPS memiliki komponen yang tidak jauh berbeda dengan Mendes dkk. (2015).

4.1.2 Analisis FTIR Serbuk Kitosan

Berdasarkan hasil pengujian FTIR dari serbuk kitosan yang sudah dilakukan, didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang tampak pada Gambar IV.2



Gambar IV.2 Spektra FTIR Serbuk Kitosan

Pada spektrum hasil pengujian FTIR serbuk kitosan dirangkum dalam Tabel IV.2 menunjukkan perbandingan antara bilangan gelombang hasil FTIR dari Wiyarsi dan Priyambodo (2009) dan bilangan gelombang hasil FTIR penelitian ini.

Tabel IV. 2 Perbandingan Hasil FTIR Serbuk Kitosan

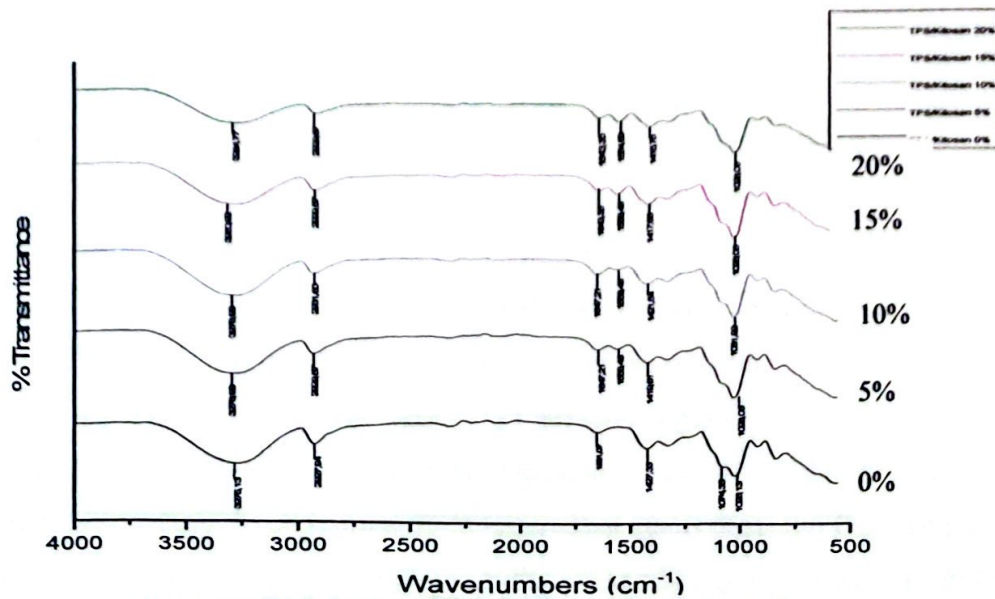
Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang Sumber: Wiyarsi dan Priyambodo (2009) (cm^{-1})	Bilangan Gelombang Sumber: Penelitian ini (cm^{-1})
-N-H stretching	3448,72	3278,99
-C-H stretching	2885,51	2885,51 2941,44
-N-H bending	1566,2	1562,34
-C-H bending	1381,03	1415,75
-C-O stretching	1072,0	1035,77

Berdasarkan hasil pengujian FTIR penelitian ini dapat dilihat bahwa menandakan gugus fungsi dan bilangan gelombang yang tampak tidak jauh berbeda dengan hasil FTIR yang dilakukan Wiyarsi dan Priyambodo (2009), untuk penelitian yang dilakukan oleh Wiyarsi dan Priyambodo (2009) menunjukkan hasil spektra regangan (*stretching*) gugus N-H pada bilangan gelombang $3448,72\text{ cm}^{-1}$, gugus regangan C-H ditunjukkan pada bilangan gelombang $2885,51\text{ cm}^{-1}$, bilangan gelombang $1566,2\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus N-H *bending*, bilangan gelombang $1381,03\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus tekukan (*bending*) C-H dan bilangan gelombang $1072,0\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus regangan C-O.

Pada penelitian ini hasil spektra regangan menunjukkan gugus N-H (*stretching*) pada bilangan gelombang $3278,99\text{ cm}^{-1}$, gugus C-H *stretching* ditunjukkan pada bilangan gelombang $2941,44\text{ cm}^{-1}$, bilangan gelombang $1562,34\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus N-H *bending*, bilangan gelombang $1415,75\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus tekukan (*bending*) C-H dan bilangan gelombang $1035,77\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C-O *stretching*. Hasil pengujian FTIR ini dapat dikonfirmasi bahwa serbuk kitosan memiliki komponen yang tidak jauh berbeda dengan Wiyarti dan Priyambodo (2009).

4.1.3 Analisis FTIR Film Bioplastik TPS/Kitosan

Berdasarkan hasil pengujian FTIR dari film bioplastik TPS/Kitosan 0%, film bioplastik TPS/kitosan 5%, film bioplastik TPS/kitosan 10%, film bioplastik TPS/kitosan 15% dan film bioplastik TPS/kitosan 20% yang sudah dilakukan, didapatkan spektrum absorpsi inframerah yang tampak pada Gambar IV.3.



Gambar IV.3 Spektra FTIR Film Bioplastik TPS/Kitosan

Gambar IV.3 memperlihatkan spektrum hasil pengujian FTIR film bioplastik TPS/Kitosan 0%, film bioplastik TPS/kitosan 5%, film bioplastik TPS/kitosan 10%, film bioplastik TPS/kitosan 15% dan film bioplastik TPS/kitosan 20% yang sudah dirangkum dalam Tabel IV.3.

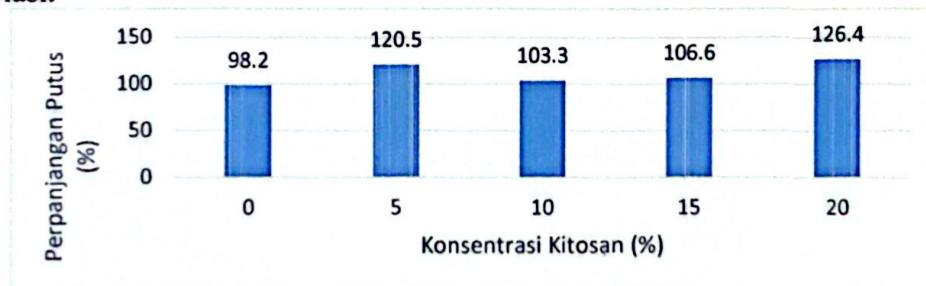
Tabel IV. 3 Hasil Pengujian FTIR Film Bioplastik TPS/Kitosan

Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Film Bioplastik TPS/Kitosan 0%	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Film Bioplastik TPS/Kitosan 5%	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Film Bioplastik TPS/Kitosan 10%	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Film Bioplastik TPS/Kitosan 15%	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) Film Bioplastik TPS/Kitosan 20%
-N-H stretching	3275,13	3278,99	3278,99	3280,92	3284,77
-C-H stretching	2927,94	2929,87	2931,80	2929,87	2929,87
-C-O stretching	-	1647,21	1647,21	1643,35	1643,35
-N-H bending	-	1558,48	1558,48	1558,48	1554,63
-C-H bending	1427,33	1419,61	1421,54	1417,16	1415,75
-C-O stretching	1074,35 1026,13	1028,06	1031,92	1028,06	1028,06

Berdasarkan hasil pengamatan Gambar IV.4 adanya peningkatan kekuatan tarik ini membuktikan dengan penambahan pengisi kitosan bisa memperbaiki pada sifat mekanik matriks TPS dan menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik yang terbaik didapatkan pada komposisi kitosan sebesar 20% dengan nilai kekuatan tarik yaitu 14,5 MPa. Tetapi pada komposisi 10% terjadi penurunan kekuatan tarik, hal ini terjadi karena kurang homogennya larutan ditunjukkan pada tekstur permukaan film bioplastik yang kasar. Hal ini diperkuat dengan penelitian Utami dkk. (2014) yang menyatakan semakin tinggi konsentrasi penambahan kitosan maka semakin tinggi nilai kuat tarik dan proses pencampuran yang kurang homogen mengakibatkan distribusi molekul komponen penyusun film bioplastik kurang merata, sehingga material yang dihasilkan mengalami penurunan kekuatan tarik.

4.2.2 Analisis Perpanjangan Putus Film Bioplastik TPS/Kitosan

Gambar IV.5 menunjukkan nilai perpanjangan putus film bioplastik dari setiap masing-masing variasi. Nilai perpanjangan putus yang dihasilkan adalah nilai rata-rata dari tiga spesimen yang diuji. Kemudian data hasil uji perpanjangan putus dilakukan analisa berdasarkan pengaruh konsentrasi dari masing-masing variasi.



Gambar IV.5 Perpanjangan Putus Film Bioplastik TPS/Kitosan

Berdasarkan hasil pengamatan Gambar IV.5 adanya peningkatan perpanjangan putus ini membuktikan dengan penambahan pengisi kitosan bisa memperbaiki pada sifat mekanik matriks TPS dan menunjukkan bahwa nilai perpanjangan putus yang terbaik didapatkan pada komposisi kitosan sebesar 20% dengan nilai perpanjangan putus yaitu 126,4%, hal ini merujuk pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dalam penetapan perpanjangan putus film bioplastik yang baik. Tetapi pada komposisi 10% terjadi penurunan perpanjangan putus, hal

ini disebabkan oleh semakin menurunnya ikatan intermolekulernya. Hal ini diperkuat dengan penelitian Supeni dkk. (2015) yang menyatakan bahwa pada konsentrasi penambahan kitosan yang meningkat menyebabkan persentase perpanjangan putus juga akan lebih besar, tidak mudah putus dan tidak kaku.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Penambahan kitosan tidak memberikan pengaruh karakterisasi kimia gugus fungsi pada film bioplastik TPS/Kitosan.
2. Persentase optimum komposisi kitosan pada film bioplastik TPS/Kitosan yang mempunyai sifat mekanik (kekuatan tarik dan perpanjangan putus) tertinggi dengan konsentrasi kitosan sebesar 20% dalam berat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan sampel film bioplastik TPS/Kitosan perlu dilakukan pengujian lainnya seperti:

1. Perlu dilakukan uji antimikrobal untuk mengetahui ada tidaknya aktivitas suatu bahan/zat dalam menghambat atau menekan pertumbuhan mikroorganisme.
2. Perlu dilakukan uji *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) untuk mengetahui sifat termal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambore, S., Sangameshwar, K., Mukesh, G., Chandrakant, R., dan Dhadwe A. 2013. A Brief Overview on Chitosan Applications. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research*. ISSN NO:2231-6876.
- Averous, L. 2002. Biodegradable Multiphase Systems Based on Plasticized Starch: A Review. *Journal of Macromolecular Science, United Kingdom*.
- ASTM International D882-75b. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastics Shetings.
- Bastioli, C. 2005. Starch-Based Technology (Chapter 8) dalam *Handbook of Biodegradable Polymers*. UK: Rapra Technology Ltd.
- Bourtoom, T. dan Chinnan, M.S. 2008. Preparation and Properties of Rice Starch-Chitosan Blend Biodegradable Film. *LWT-Food Science and Technology* 41.
- Coniwanti, P., Laila, L., dan Alfirah, M.R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia* Vol. 20 (4): 22-30.
- Dallan, P.R.M., Moreira, P.L., Petinari, L., Malmonge, S.M., Beppu, M.M., Genari, S.C., dan Moraes, A.M. 2006. Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*; 394-405.
- Darni, Y. dan Utami, H. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7 (4): 88-93.
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1986s. *Kimia Organik Dasar Edisi Ketiga*. Penerjemah: A.H. Pudjaatmaka. Erlangga. Jakarta
- Garcia, P.S., Grossman, M.V.E., Yamashita, F., Mali, S., Antonia, L.H.D., dan Barreto, J.B. 2011. Citric Acid as Multifunctional Agent in Blowing Films of Starch/PBAT. *Quimmica Nova* 34 (9): 1507-1510.

- Garrain, D., Rosario, V., Pillar, M., Vicente, F., dan Cebrià-Tarrasòn, D. 2007. LCA of Biodegradable Multilayer Film from Biopolymers. Paper Presented at 3rd International Conference of Life Cycle Management.
- Ghanbari, A., Tabarsa T., dan Ashori A. 2018. Preparation and Characterization of Thermoplastic Starch and Cellulose Nanofibers as Green Nanocomposites; Extrusion Processing. Internal Journal of Biological Macromolecules; 442-447.
- Handayani, N.P. 2013. Pembuatan Dan Karakterisasi Plastik Ramah Lingkungan Dari Campuran Pati Tapioka - Poli Asam Laktat (PLA). Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- Jane, J. 1995. Starch Properties, Modifications, and Application. Journal of Macromolecular Science, Vol 32 (40): 751-757.
- Kamsiati, E., Herawati, H., dan Purwani, E.Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu dan Ubikayu di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian Vol. 36 (2): 67-76.
- Kristiani, M. 2015. Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Bioplastik dari Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus*). Skripsi, Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Knorr, D. 1982. Functional Properties of Chitin and Chitosan. J. Food Sci; 8:593.
- Lazuardi, G.P. dan Cahyaningrum, S.E. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong Dengan *Plasticizer* Gliserol. Jurnal UNESA Kimia Vol. 2 (3).
- Lestari, U.R. 2010. Produksi Plastik Komposit Dan Pencampuran Tapioka Dan Onggok Termoplastik Dengan HDPE. Skripsi, Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Mekawati. 2000. Aplikasi Kitosan Hasil Transformasi Kitin Dari Limbah Udang (*Penaeus Merquiensis*) Untuk Adsorpsi Ion Logam Timbal. Jurnal Sains dan Matematika, FMIPA Undip, Semarang.
- Mendes J.F., R.T. Paschoalin., V.B. Carmona., Alfredo R., Sena N., A.C.P. Marques., J. M. Marconcini., L.H.C. Mattoso., E.S. Medeiros., dan J.E.

- Oliveira. 2016. Biodegradable Polymer Blends Based on Corn Starch and Thermoplastics Chitossan Processed by Extrusion. *Carbohydrate Polymers*. Volume 137: 452-458.
- Muhammad, H. 2018. Pengaruh Komposisi Berat Kitosan dan Volume Asam Asetat Terhadap Kualitas Bioplastik Dari Pati Singkong Karet (*Manihot glaziovii*). Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nadarajah, K., W, Prinyawiwatkul., H.K, No, S. Sathivel., dan Z, Xu. 2006. Sorption Behavior of Crawfish Chitosan Films as Affected by Chitosan Extraction Processes and Solvent Type. *Journal of Food Science* Vol. 71 (2): E33 - E39.
- Nafchi, A.M., Mahdiyeh M., Maliheh, S., dan Abd, Karim, A. 2013. Thermoplastic Starches: Properties, Challenges, and Prospects. Food Science and Technology Department, Food Biopolymer Research Group, Damghan Branch, Islamic Azad University, Damghan, Semanan, Iran.
- Noviani, H. 2012. Analisis Penggunaan Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) Dan Kitosan Pada Proses Penjernihan Air Di PDAM Tirta Pakuan Bogor. Skripsi, Universitas Pakuan Bogor.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas. Fakultas Teknologi Pertanian,
- Oates, C. G. 1997. Towards an Understanding of Starch Granule Structure and Hydrolysis Review. *Trends in Food Science and Technology* Vol. 8: 375-382.
- Pavia, D.L., Lampan, G.M., Kriz, G.S., dan Vyvyan, J.R. 2009. Introduction to Spectroscopy, Fourth Edition, Brooks/Cole, Washington, USA.
- Peng, Liu., Caiqin, Gu., Qingzhu, Zeng., dan Haohuai, Liu. 2012. Study on The Properties of Poly(lactic acid) and Thermal Plastic Starch Blended Materials Plasticized by PEG 200. *Advanced Materials Research* Vol. 550-553 (2012): 813-817.
- Pranamuda, H. 2001. Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis. *Sinergy Forum: PPI Tokyo Institute of Technology*.

Berbahan Baku Komposit Pati Termoplastik-LLDPE/HDPE. Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16002.

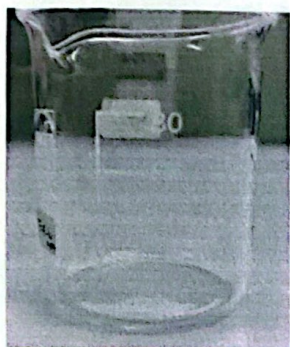
Wypych, G. 2004. Handbook of Plasticizer. US: Chemtech Publishing, Inc.

Wiyarsi, A. dan Priyambodo, E. 2009. Pengaruh Penambahan Kitosan Dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA UNY.

Yang, J., Yu, J., dan Ma, X. 2006. Preparation of A Novel Thermoplastic Starch (TPS) Material Using Ethylenebisformamide as The Plasticizer. *Starch/Stärke* 58: 330-337.

Zhang, J.F. dan Sun, X. 2004. Mechanical Properties of Poly(lactic acid)/Starch Composites Compatibilized by Maleic Anhydride. Department of Grain Science and Industry, Kansas State University, Manhattan, Kansas 66506.

LAMPIRAN A
GAMBAR ALAT



Gelas Kimia



Pipet Ukur



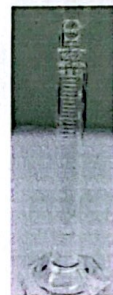
Neraca Analitik



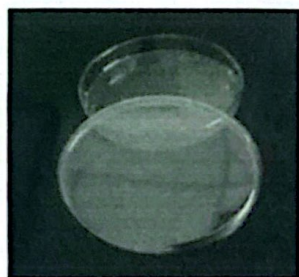
Spatula



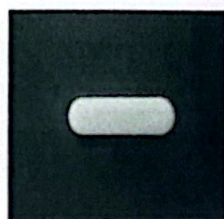
Labu Ukur



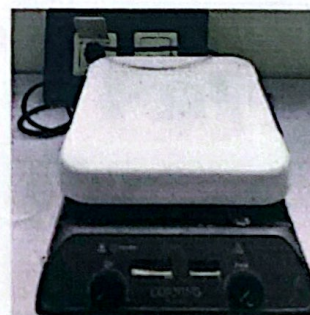
Gelas Ukur



Cawan petri



Spinbar



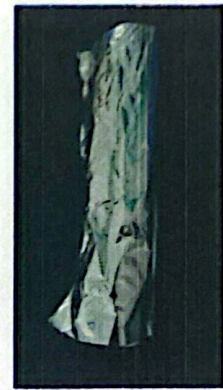
**Magnetic Stirrer Hot
Plate**



Plastik Zipper



Oven



Aluminium Foil



FTIR



UTM



Pipet Bulb

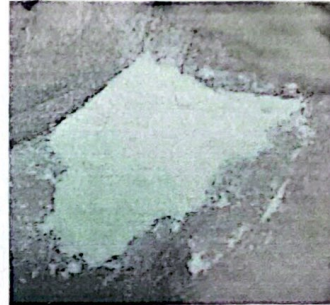


Pinset

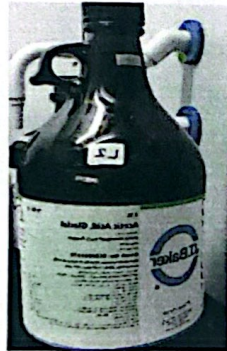
LAMPIRAN B
GAMBAR BAHAN



Pellet TPS



Kitosan



Asam Asetat
100%



Aquades

LAMPIRAN D
SPESIMEN BIOPLASTIK



LAMPIRAN E

PERHITUNGAN

Konversi persentase kitosan ke massa kitosan dengan basis TPS 2 gram

- a. Kitosan 5% $= \frac{5}{100} \times 2 \text{ gram} = 0,1 \text{ gram}$
- b. Kitosan 10% $= \frac{10}{100} \times 2 \text{ gram} = 0,2 \text{ gram}$
- c. Kitosan 15% $= \frac{15}{100} \times 2 \text{ gram} = 0,3 \text{ gram}$
- d. Kitosan 20% $= \frac{20}{100} \times 2 \text{ gram} = 0,4 \text{ gram}$

Pengenceran volume konsentrasi larutan asam asetat dengan basis 2%

$$\begin{aligned} V_1 \times M_1 &= V_2 \times M_2 \\ \times 100\% &= 25 \text{ ml} \times 2\% \\ 0,05 \text{ ml} &= V_2 \end{aligned}$$