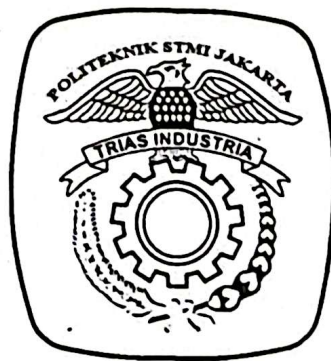


LAPORAN TUGAS AKHIR
PENGARUH *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE* TERHADAP
SIFAT MEKANIS DAN GUGUS FUNGSI BIOFILM
THERMOPLASTIC STARCH

DI LIPI KIMIA
(Februari - Juli 2019)



OLEH:

Julyana

1515014

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 *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE* TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN GUGUS FUNGSI BIOFILM *THERMOPLASTIC STARCH***

DISUSUN OLEH :

NAMA : JULYANA

NIM : 1515014

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

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

Jakarta, Agustus 2019

Menyetujui,

**Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer**

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK. 8873590019

Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK. 8873590019

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

**PENGARUH *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE* TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN GUGUS FUNGSI BIOFILM *THERMOPLASTIC STARCH***

DISUSUN OLEH :

NAMA : JULYANA

NIM : 1515014

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

Tangerang Selatan, Agustus 2019

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing



Muhammad Ghozali, M.T.

NIP. 198012252005021002



Nomor : 126 /SJ-IND.7.2/XII/2016
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.	Julyana	1515014	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

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Julyana
NIM : 1515014
Judul Tugas Akhir : Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Sifat Mekanis dan Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch*
Pembimbing : Ir. Roosmariharso, MBA

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
01/2/19		Proposal untuk LIP1	
15/5/19	I	Pendahuluan	
22/5/19	I	Rumusan masalah dan tujuan penelitian	
29/5/19	II	Revisi penulisan	
31/5/19	III	Revisi penulisan	
14/06/19	III	Alat dan bahan, Variabel dan diagram alir	
18/6/19	III	diagram alir dan prosedur	
08/7/19	III	Revisi prosedur dan karakterisasi	
10/7/19	IV	Pembahasan	
15/7/19	IV & V	Pembahasan dan kesimpulan	
18/7/19		PPT & Abstrak	

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Kimia Polimer



Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK. 8873590019

Dosen Pembimbing



Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK. 8873590019



Nomor : 011 /BPSPDMI/STMI/III/2019
Lampiran : 1 (satu)
Perihal : Penugasan Proses
Bimbingan Tugas Akhir
Tahun Akademik 2018/2019

Jakarta, 15 Februari 2019

Kepada
Yth. Bapak Ir. Roosmariharso, MBA
Di Jakarta

Berdasarkan Keputusan Direktur Politeknik STMI Jakarta Nomor 01/SJ-IND 7.2/KEP/01 /2019 tanggal 02 Januari 2019 tentang pengangkatan Dosen Pembimbing dan Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta Tahun Akademik 2018/2019, maka dengan ini kami mengharap bantuan Bapak untuk dapat memberikan bimbingan dalam penulisan / penyusunan Tugas Akhir kepada mahasiswa yang namanya tersebut di bawah ini:

Nama : Julyana
No. Induk : 1515014

Adapun judul Tugas Akhir yang bersangkutan berdasarkan proposal yang terdaftar adalah:

" Sintesis dan Karakterisasi Biokomposit Pati Termoplastik Berpenguat Selulosa Mikro Kristalin. "

Demikian surat penugasan ini disampaikan. Atas perhatian dan bantuan Bapak kami ucapkan terima kasih.



Dr. Mustofa, ST, MT

NIP : 19700924 200312 1 001

Tembusan:

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

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I**

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG TUGAS AKHIR

JUDUL TUGAS AKHIR

**PENGARUH *MICROCRYSTALLINE CELLULOSE* TERHADAP SIFAT
MEKANIS DAN GUGUS FUNGSI BIOFILM *THERMOPLASTIC STARCH***

DISUSUN OLEH :

NAMA : JULYANA

NIM : 1515014

PROGRAM STUDI : TEKNIK KIMIA POLIMER

**Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Program Studi Teknik Kimia Polimer
pada Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu, 4 September 2019.**

Jakarta, September 2019

Penguji I



**Syaiful Ahsan, S.T, M.T
NIP. 198407102014021001**

Penguji II



**Dr. Erfina Oktariani, S.T, M.T
NIP. 198210012014022001**

Penguji III



**Ir. Rochmi Widjajanti, M.Eng
NIP. 195609101984032002**

Dosen Pembimbing



**Ir. Roosmariharso, MBA
NIDK. 8873590019**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

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

Nama : Julyana

NIM : 1515014

Program Studi : Teknik Kimia Polimer

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Sifat Mekanis dan Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch*:

- Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan 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 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 tulis Tugas Akhir saya.

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

Jakarta, Agustus 2019
Yang Membuat Pernyataan

METERAI
TEMPEL
7EAF3AFF91175924
6000
ENAM RIBURUPIAH
Julyana

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “*Pengaruh Microcrystalline Cellulose Terhadap Sifat Mekanis dan Gugus Fungsi Biofilm Thermoplastic Starch*”. 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. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, karena 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 membantu penulis, memberikan arahan dan masukan dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
4. Fitria Ika Aryanti, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.
5. Muhammad Ghozali, M.T. selaku pembimbing penelitian di Laboratorium Kimia LIPI, BPPT, Serpong.
6. Seluruh karyawan di Laboratorium Kimia LIPI, BPPT, Serpong.
7. Orang tua dan keluarga besar, yang selalu mendoakan dan mendukung baik secara moral maupun material.
8. Andra Zulfri Gultom selaku sahabat yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
9. Nur Jayanti, Sebrina Erita Putri, Wijayanti Setianingrum, Melastri Anjelika, Indah Dwi Lestari, Elfara deny Puspitasari selaku teman pertama dikampus yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

10. Yemima Putri Herlina, Ryan Editya, Hendrifan Adinegoro selaku teman main dan julid bareng yang telah membantu saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
11. Teman-teman di Politeknik STMI Jakarta terutama angkatan 2015 Teknik Kimia Polimer selaku kawan seperjuangan.
12. Semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian laporan ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan agar Laporan Tugas Akhir yang telah dibuat ini dapat bermanfaat dan memberikan informasi kepada semua orang.

Jakarta, Juli 2019

Penulis

ABSTRAK

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas makanan, minuman maupun barang semakin lama semakin meningkat. Plastik yang banyak digunakan merupakan plastik sintetis yang dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan. Oleh karena itu, permintaan produk yang terbuat dari sumber daya terbarukan dan *biodegradable* merupakan hal penting dalam mengurangi dampak buruk plastik *non-biodegradable* terhadap lingkungan. *Thermoplastic Starch* (TPS) digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan biofilm dengan menambahkan *Microcrystalline Cellulose* (MCC) sebagai penguat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan MCC terhadap sifat mekanis dan gugus fungsi dari biofilm TPS/MCC. Variasi konsentrasi MCC yang ditambahkan sebesar 0; 5; 10; 15 dan 20%. Karakterisasi biofilm menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) untuk menguji sifat mekanis dan alat Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui gugus fungsi biofilm TPS/MCC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan MCC mampu meningkatkan nilai kekuatan tarik pada biofilm TPS/MCC dengan persentase optimum MCC sebesar 5% dengan nilai 6,50 N/mm², sedangkan nilai perpanjangan putus pada biofilm mengalami penurunan dengan adanya penambahan MCC pada biofilm. Namun, penambahan MCC tidak memberikan pengaruh terhadap ikatan gugus fungsi pada biofilm.

Kata kunci: bioplastik, *thermoplastic starch*, *microcrystalline cellulose*, sifat mekanis, gugus fungsi.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDUL TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERMOHONAN PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	v
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	vi
LEMBAR SURAT TUGAS DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR.....	vii
LEMBAR PENGESAHAN SIDANG TUGAS AKHIR.....	viii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ix
KATA PENGANTAR	x
ABSTRAK.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Plastik.....	5
2.2 Bioplastik	6
2.3 Pati (<i>Starch</i>)	7
2.4 <i>Thermoplastic Starch</i> (TPS)	8
2.5 Selulosa.....	9
2.6 <i>Microcrystalline Cellulose</i> (MCC)	10

2.6	Metode Pembuatan Plastik.....	12
2.6.1	<i>Injection Molding</i>	12
2.6.2	<i>Compression Molding</i>	12
2.6.3	<i>Solvent Casting</i>	13
2.6.4	<i>Blow Molding</i>	14
2.7	Karakterisasi Biofilm.....	15
2.7.1	Pengujian Sifat Mekanis.....	15
2.7.2	Pengujian Gugus Fungsi.....	16
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2	Alat dan Bahan.....	18
3.2.1	Alat Penelitian.....	18
3.2.2	Bahan Penelitian.....	18
3.3	Variabel Penelitian.....	19
3.3.1	Variabel Tetap.....	19
3.3.2	Variabel Bebas.....	19
3.4	Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1	Prosedur Diagram Alir Penelitian.....	19
3.4.2	Prosedur Pembuatan Biofilm <i>Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose</i>	21
3.5	Karakterisasi Biofilm.....	21
3.5.1	Pengujian Sifat Mekanis dengan <i>Universal Testing Machine (UTM)</i>	22
3.5.2	Pengujian Gugus Fungsi dengan <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pengaruh <i>Microcrystalline Cellulose</i> Terhadap Sifat Mekanis Biofilm <i>Thermoplastic Starch</i>	23
4.2	Pengaruh <i>Microcrystalline Cellulose</i> Terhadap Gugus Fungsi Biofilm <i>Thermoplastic Starch</i>	25

4.2.1 Analisis Gugus Fungsi Biofilm <i>Thermoplastic</i> <i>Starch/Microcrystalline Cellulose 0%</i>	25
4.2.2 Analisis Gugus Fungsi Serbuk <i>Microcrystalline</i> <i>Cellulose</i>	26
4.2.3 Pengaruh <i>Microcrystalline Cellulose</i> Terhadap Gugus Fungsi Biofilm <i>Thermoplastic Starch</i>	27
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	29
5.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Sifat Bahan Baku Plastik dan Degradabilitas Plastik	5
Gambar II. 2	Struktur Amilosa	7
Gambar II. 3	Struktur Amilopektin.....	7
Gambar II. 4	Pelet <i>Thermoplastic Starch</i>	8
Gambar II. 5	Struktur Kimia Selulosa	9
Gambar II. 6	Serbuk <i>Microcrystalline Cellulose</i>	10
Gambar II. 7	Mesin <i>Injection Molding</i>	12
Gambar II. 8	Mesin <i>Compression Molding</i>	13
Gambar II. 9	Proses <i>Solvent Casting</i>	13
Gambar II. 10	Proses <i>Injection Blow Molding</i>	14
Gambar II. 11	Proses <i>Extrusion Blow Molding</i>	15
Gambar II. 12	Prinsip Kerja <i>Fourier Transform Infrared</i>	16
Gambar II. 13	Getaran <i>Stretching</i> dan <i>Bending</i>	17
Gambar III. 1	Diagram Alir Penelitian.....	20
Gambar III. 2	Alat Uji Universal Testing Machine (UTM).....	22
Gambar III. 3	Alat Uji Fourier Transform Infrared (FTIR).....	22
Gambar IV. 1	Pengaruh <i>Microcrystalline Cellulose</i> Terhadap Kekuatan Tarik Biofilm <i>Thermoplasti Starch</i>	23
Gambar IV. 2	Pengaruh <i>Microcrystalline Cellulose</i> Terhadap Perpanjangan Putus Biofilm <i>Thermoplastic Starch</i>	24
Gambar IV. 3	Spektrum Inframerah Biofilm <i>Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose</i>	27

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perbandingan antara Plastik Konvensional dengan Plastik Biodegradable pada Beberapa Aspek.....	6
Tabel II. 2 Kandungan Selulosa dalam Serat.....	10
Tabel III. 1 Variasi Komposisi <i>Thermoplastic Starch</i> dan <i>Microcrystalline Cellulose</i>	19
Tabel IV. 1 Perbandingan Hasil FTIR <i>Thermoplastic Starch</i>	26
Tabel IV. 2 Perbandingan Hasil FTIR <i>Microcrystalline Cellulose</i>	26
Tabel IV. 3 Gugus Fungsi Biofilm <i>Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose</i>	28

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas makanan, minuman maupun barang semakin lama semakin meningkat karena sifatnya yang ringan, kuat, mudah dibentuk dan juga harganya yang terjangkau. Menurut Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS) pada tahun 2015 masyarakat Indonesia tercatat mengkonsumsi plastik sebanyak 17 kg/kapita/tahun (Kamsiati dkk., 2017)

Plastik yang banyak digunakan merupakan polimer sintetis yang berasal dari minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui. Dibutuhkan sebanyak 12 juta barel minyak untuk memproduksi kebutuhan plastik di dunia yang akan menyebabkan pemanasan global. Plastik sintetis membutuhkan waktu 500-1000 tahun untuk terurai di alam sehingga menyebabkan kerusakan lingkungan seperti menyebabkan banjir dan merusak kesuburan tanah (Sulityo dan Ismiyati, 2012).

Pada saat ini, permintaan terhadap produk plastik yang terbuat dari sumber daya terbarukan dan *biodegradable* merupakan hal penting dari upaya untuk mengurangi dampak buruk plastik *non-biodegradable* terhadap lingkungan. Kemasan berbahan dasar biopolimer seperti pati berpotensi untuk menggantikan kemasan berbasis minyak bumi. Ketersediaan pati yang melimpah menyebabkan harganya ekonomis. Selain itu, pati tidak beracun dan mudah terurai secara hayati. Namun, film berbasis pati memiliki sifat hidrofilik dan getas, untuk mengatasi kekurangan tersebut pati dapat dicampurkan dengan polimer sintetis atau polimer alam (Mendes dkk., 2016).

Microcrystalline Cellulose (MCC) merupakan salah satu polimer alam yang dapat digunakan sebagai pengisi atau penguat yang bersifat ramah lingkungan. MCC pada dasarnya terbentuk dari bagian kristalin yang tidak mudah larut dalam air sehingga mampu meningkatkan sifat mekanis pada bioplastik. MCC juga telah digunakan diberbagai industri seperti farmasi, bahan makanan dan juga kosmetik

karena harganya yang relatif murah, ketersediaannya yang melimpah, dan juga aman (Rico dkk., 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Maulida dkk. (2016) tentang pembuatan biofilm berbahan dasar pati yang diperkuat *Microcrystalline Cellulose* menunjukkan bahwa penambahan MCC mampu meningkatkan kekuatan tarik pada biofilm berbahan dasar pati. Penelitian tersebut menggunakan variasi konsentrasi MCC sebesar 0; 2; 4 dan 6% dengan melakukan pengujian yaitu uji kekuatan tarik dan perpanjangan putus menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dan gugus fungsi menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Pengujian kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada persentase MCC sebesar 6%, namun penambahan MCC dapat menurunkan nilai persentase perpanjangan pada bioplastik. Sedangkan pada pengujian gugus fungsi hanya untuk menunjukkan kelompok fungsional pada bioplastik.

Penelitian tentang pembuatan biofilm berpenguat *Microcrystalline Cellulose* juga telah dilakukan oleh Othman dkk., (2018). Pada penelitian tersebut penambahan MCC mampu meningkatkan kekuatan tarik pada biofilm berbahan dasar pati. Variasi konsentrasi MCC yang digunakan pada penelitian tersebut sebesar 0; 1; 3; 5 dan 10% dengan melakukan pengujian yaitu uji kekuatan tarik dan perpanjangan putus.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pembuatan biofilm kali ini menggunakan variasi konsentrasi MCC yang lebih besar. Pengujian sifat mekanis menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) dan pengujian gugus fungsi menggunakan alat *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana pengaruh penambahan MCC terhadap sifat mekanis dari biofilm TPS/MCC?
2. Berapa persentase optimum MCC untuk menghasilkan biofilm TPS/MCC dengan hasil kekuatan tarik tertinggi?

3. Bagaimana pengaruh penambahan MCC terhadap gugus fungsi dari biofilm TPS/MCC?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah:

1. Bahan baku yang digunakan adalah *Thermoplastic Starch* (TPS) dan *Microcrystalline Cellulose* (MCC).
2. Variasi MCC yang digunakan adalah 0; 5; 10; 15 dan 20%.
3. Proses pembuatan biofilm menggunakan metode *solvent casting*.
4. Pengujian sifat mekanis meliputi kekuatan tarik dan perpanjangan putus.
5. Pengujian sifat mekanis biofilm menggunakan alat UTM Shimadzu 1kN.
6. Pengujian gugus fungsi biofilm menggunakan alat FTIR Shimadzu IRPrestige-21.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penambahan MCC terhadap sifat mekanis dari biofilm TPS/MCC.
2. Mengetahui persentase optimum MCC untuk menghasilkan biofilm TPS/MCC dengan hasil kekuatan tarik tertinggi.
3. Mengetahui pengaruh penambahan MCC terhadap gugus fungsi dari biofilm TPS/MCC.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain:

1. Memberikan informasi mengenai prosedur pembuatan biofilm TPS/MCC.
2. Memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan MCC terhadap sifat mekanis dan gugus fungsi biofilm TPS/MCC.

1.6 Sistematika Penulisan

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 plastik, bioplastik, pati, *Thermoplastic Starch* (TPS), Selulosa, *Microcrystalline Cellulose* (MCC) dan alat pengujian *Universal Testing Machine* (UTM) dan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) 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 biofilm TPS/MCC dan karakterisasi sampel.

BAB IV: HASIL PENELITIAN 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 ini berisi dua bagian, kesimpulan dan saran yang telah dilakukan berdasarkan hasil yang telah didapat pada bab sebelumnya.

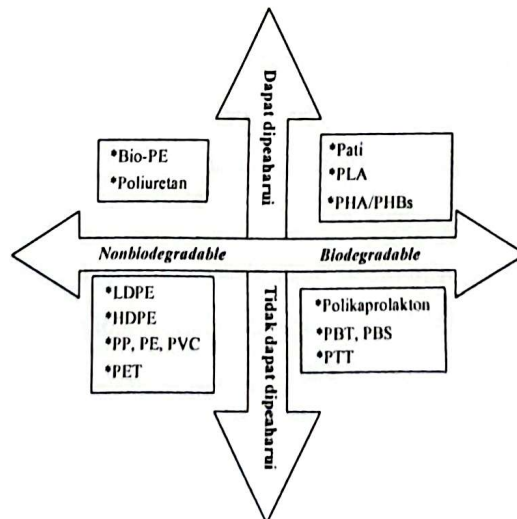
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plastik

Plastik merupakan peralatan yang sering kita gunakan untuk kebutuhan sehari-hari, dalam hal ini seperti kantong plastik, botol minum dan jenis kemasan lainnya. Karena sifat plastik yang relatif kuat, ringan dan juga murah sehingga kebutuhan akan plastik semakin lama semakin meningkat. Di sisi lain, plastik umumnya juga merupakan bahan yang tidak terdegradasi sehingga harus diperhatikan dari segi penggunaannya mengingat akan banyaknya limbah yang dihasilkan (Aripin dkk., 2017).

Berdasarkan bahan bakunya, plastik dibedakan menjadi dua yaitu plastik dari bahan yang dapat diperbaharui dan plastik dari bahan yang tidak dapat diperbaharui. Plastik juga dapat dibedakan dari segi kemudahan dalam terdegradasi yaitu plastik yang mudah terdegradasi (*biodegradable*) atau bioplastik dan plastik yang sulit terdegradasi (*non-biodegradable*) atau plastik konvensional (Kamsiati dkk., 2017). Perbedaan tersebut dapat dilihat pada gambar II.1



Gambar II. 1 Sifat Bahan Baku Plastik dan Degradabilitas Plastik
Sumber: Kamsiati dkk., 2017

Pada Tabel II.1 terdapat perbandingan plastik dari beberapa aspek antara plastik konvensional dengan plastik *biodegradable*.

Tabel II. 1 Perbandingan antara Plastik Konvensional dengan Plastik *Biodegradable* pada Beberapa Aspek

Aspek	Plastik konvensional (<i>Non-biodegradable</i>)	Plastik <i>biodegradable</i>
Bahan baku	Sebagian besar terbuat dari bahan yang tidak dapat diperbaharui (minyak bumi)	Dibuat dari bahan yang dapat diperbaharui
Teknologi	Sudah berkembang	Sudah ada produsen yang mengembangkan, namun masih banyak yang dalam tahap penelitian
Sosial	Sudah banyak dikenal dan digunakan oleh masyarakat	Belum banyak dikenal oleh masyarakat
Ekonomi	Harga lebih murah	Harga sedikit lebih mahal
Lingkungan	Tidak ramah lingkungan (perlu ratusan tahun untuk terdegradasi oleh tanah)	Ramah lingkungan (dapat terdegradasi oleh alam dalam waktu yang singkat)

Sumber: Kamsiati dkk., 2017

2.2 Bioplastik

Bioplastik merupakan plastik yang berasal dari sumber daya terbarukan dan mudah terdegradasi secara alami, sehingga penggunaannya dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan menghemat sumber daya alam yang terbatas. Secara umum plastik *biodegradable* merupakan salah satu bahan yang dalam kondisi dan waktu tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimia dan sifat-sifat yang dimilikinya karena pengaruh mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan alga (Aripin dkk., 2017).

Plastik dapat didefinisikan sebagai bioplastik apabila plastik tersebut *biobased*, *biodegradable*, atau keduanya. *Biobased* yang berarti sebagian bahan berasal dari biomassa (tanaman). Biomassa yang digunakan untuk bioplastik contohnya berasal dari jagung, tebu, atau selulosa. Sedangkan *Biodegradable* merupakan proses kimia yang dilakukan oleh mikroorganisme yang tersedia di lingkungan (Sartika, 2017).

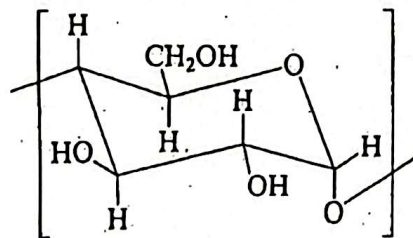
Penggunaan bioplastik dapat mengurangi dampak buruk dari penggunaan plastik konvensional. Hal tersebut dikarenakan apabila bioplastik dibakar, bioplastik tersebut tidak akan menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya. Selain

itu penggunaannya akan memberikan keuntungan dengan meningkatkan kesuburan tanah karena hasil penguraian mikroorganisme sehingga unsur hara dalam tanah meningkat (Aripin dkk., 2017).

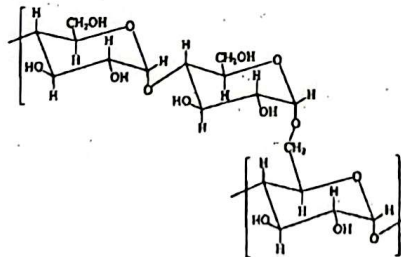
Pembuatan bioplastik umumnya terbuat dari bahan-bahan yang mudah terdegradasi dan dapat diperbaharui yang ada dalam tanaman seperti pati, selulosa dan lignin, serta yang berasal dari hewan seperti kasein, protein dan juga lipid (Sulityo dan Ismiyati, 2012).

2.3 Pati (*Starch*)

Pati merupakan granula kecil yang ada di dalam akar, biji dan batang dari berbagai jenis tumbuhan termasuk jagung, gandum, singkong dan kentang. Pati termasuk polisakarida yang didalamnya mengandung amilosa dan amilopektin (Stevens, 2001). Menurut Ashter (2016) pati terdiri dari 10-20% amilosa dan 80-90% amilopektin tergantung pada sumbernya. Amilosa (gambar II.2) berstruktur linier dengan berat molekul berkisar tiga puluh ribu sampai satu juta, sedangkan amilopektin (Gambar II.3) memiliki struktur yang sangat bercabang dan memiliki berat molekul di atas satu juta (Stevens, 2001).



Gambar II. 2 Struktur Amilosa
Sumber: Stevens, 2001



Gambar II. 3 Struktur Amilopektin
Sumber: Stevens, 2001

Menurut Nafchi dkk. (2013) penelitian terhadap penggunaan pati sebagai bahan dasar pembuatan film telah banyak dilakukan karena ketersediaan pati yang melimpah di alam dan harganya yang murah. Namun dibalik keuntungan yang ada pada pati, pati juga memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang hidrofilik yang didapatkan dari kandungan amilosa dan bentuk asli dari pati bukanlah termoplastik. Apabila pati dipanaskan struktur kimia yang ada dalam pati akan pecah sebelum titik leleh pada pati tercapai, hal tersebut yang menyebabkan pati tidak termoplastik. Oleh sebab itu pati merupakan pilihan yang kurang tepat apabila dijadikan aplikasi plastik, sehingga pati harus diolah menjadi TPS dengan penambahan bahan pemlastis.

2.4 *Thermoplastic Starch* (TPS)

Thermoplastic Starch (TPS) merupakan bahan fleksibel yang mudah diproses dengan peralatan standar yang biasa digunakan untuk membuat polimer sintesis seperti proses yang menggunakan metode *injection molding*, *extrusion blow molding*, dan *extrusion* (Nafchi dkk., 2013). Bentuk dari pelet *thermoplastic starch* dapat dilihat pada Gambar II.4.



Gambar II. 4 Pelet *Thermoplastic Starch*
Sumber: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

TPS dihasilkan dari suhu dan gaya geser yang tinggi melalui proses pelelehan pati untuk mereduksi ikatan hidrogen yang mengikat molekul pati dengan menggunakan pelarut seperti air. Ketika pati dipanaskan dengan pelarut pada suhu kritis (58-78°C), pelarut akan berinteraksi dengan gugus hidroksil dalam pati

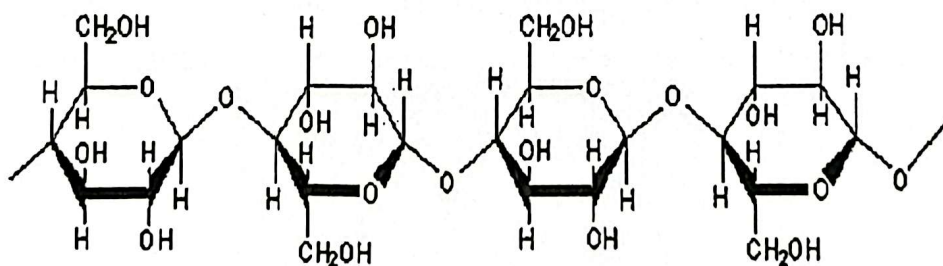
sehingga mengurangi ikatan hidrogen di antara molekul pati. Suhu kritis pada proses ini disebut suhu gelatinisasi (Nafchi dkk., 2013).

Dengan kata lain TPS merupakan biopolimer yang didapat dari pengolahan pati dengan menambahkan bahan pemlastis seperti air, gliserol, ataupun sorbitol. Dibandingkan dengan polimer termoplastik pada umumnya, TPS memiliki kelemahan yaitu sifat mekanik yang buruk dan lemahnya ketahanan terhadap air. Berbagai solusi telah dilakukan untuk mengatasi kelemahan tersebut salah satunya dengan mencampurkan TPS dengan polimer lain. Polimer alam seperti selulosa merupakan salah satu bahan yang paling menjanjikan apabila dijadikan sebagai penguat untuk meningkatkan sifat mekanis pada film TPS (Ghanbari dkk., 2018).

Selain selulosa, beberapa polimer yang biasa digunakan sebagai penguat dalam bioplastik berbahan dasar TPS meliputi zein (protein dari jagung), karet alam, Polivinil alkohol (PVA), Poliester, polietilena, Poli (asam laktat), dan Poliuretan (Ashter, 2016).

2.5 Selulosa

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan polimer alam yang paling sederhana yang terdiri dari unit tunggal yaitu glukosa yang terikat melalui karbon 1 dan 4 oleh ikatan β (*Betha*) (Gambar II.5). Selulosa merupakan bagian utama dari berbagai serat alam yang biasanya terdapat pada dinding kayu ataupun tanaman lainnya. Kandungan selulosa dalam serat bervariasi berdasarkan sumber serat (Stevens, 2001), hal tersebut dapat dilihat pada Tabel II.2.



Gambar II. 5 Struktur Kimia Selulosa

Sumber: Sartika, 2017

Selulosa merupakan polimer yang dikenal berstruktur linier, sangat kristal dan dicirikan dengan derajat ikatan hidrogen intramolekul dan antarmolekul yang sangat tinggi. Hal tersebut menyebabkan selulosa tidak termoplastik dan sulit untuk

larut dalam air (Stevens, 2001). Selain berstruktur linier, selulosa juga memiliki struktur yang tidak beraturan atau amorf di mana gugus hidroksil yang terdapat dalam daerah amorf mudah bereaksi, sedangkan gugus-gugus hidroksil yang terdapat dalam daerah kristalin sulit untuk bereaksi karena gugus hidroksil antar rantainya saling berdekatan yang menyebabkan ikatan antar rantai yang kuat (Sartika, 2017).

Tabel II. 2 Kandungan Selulosa dalam Serat

Serat	% selulosa (Perkiraan)
Serat rambut biji:	
1. Kapas	85-90
2. Kapuk	65
3. Coir	40
Serat batang:	
1. Rami flax	80-90
2. Hemp	78
3. Yute	65
4. Rami	100
Serat daun:	
1. Manila	65
2. Sisal	65

Sumber: Stevens, 2001

2.6 Microcrystalline Cellulose (MCC)

Microcrystalline Cellulose (MCC) adalah selulosa yang berbentuk serbuk kristal berwarna putih dan memiliki sifat yang tidak berbau dan juga tidak berasa (Gambar II.6). MCC berukuran lebih kecil dari selulosa asli yaitu sekitar 1-100 μm sehingga MCC jauh lebih kuat dan kaku dan dianggap sebagai penguat yang lebih baik dibandingkan dengan selulosa amorf atau selulosa itu sendiri (Sartika, 2017).



Gambar II. 6 Serbuk *Microcrystalline Cellulose*

Sumber: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

MCC dihasilkan dengan mereaksikan selulosa di dalam larutan asam mineral dengan suhu tinggi selama waktu tertentu sampai batas derajat polimerisasi tercapai, yang mengakibatkan pemecahan rantai selulosa secara hidrolisis. Tujuan dari proses tersebut untuk menurunkan berat molekul, derajat polimerisasi dan panjang rantai selulosa sehingga membentuk mikrokristalin (Gusrianto dkk., 2011).

Menurut Sartika (2017), terdapat beberapa jenis proses hidrolisis yang digunakan dalam sintesis MCC dari selulosa, diantaranya:

1. Hidrolisis murni

Pada proses ini air digunakan sebagai bahan untuk menyerang selulosa pada ikatan 1-4 β -glukosida sehingga menghasilkan glukosa.

2. Hidrolisis dengan larutan asam

Proses ini menggunakan asam kuat di mana asam kuat dapat memisahkan bagian amorf dengan bagian kristalin dari suatu rantai selulosa sehingga isolasi pada bagian kristalin selulosa dapat dilakukan. Umumnya asam yang digunakan adalah asam klorida, asam nitrat dan asam sulfat.

3. Hidrolisis dengan enzim

Proses ini menggunakan metode enzimatik dengan memotong bagian amorf pada rantai selulosa.

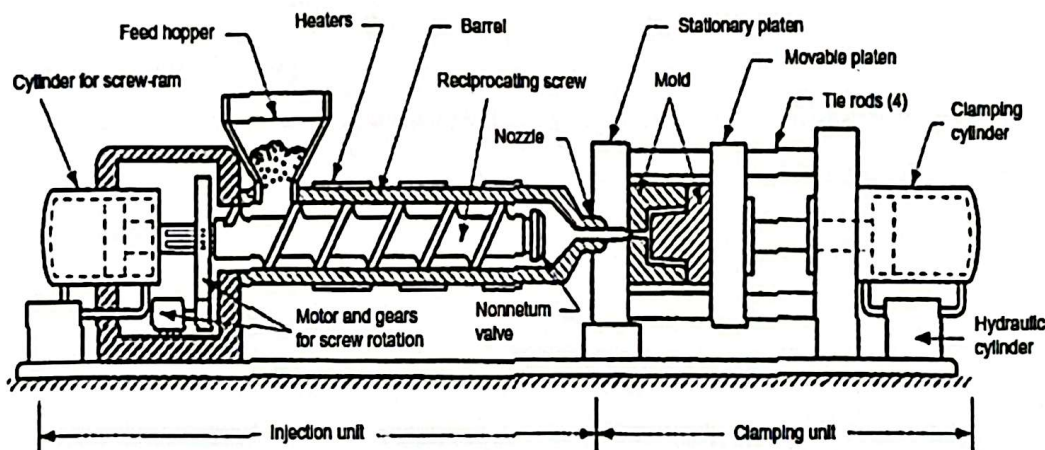
MCC telah digunakan sebagai penguat dari berbagai bahan biopolimer seperti asam polilaktat (PLA), polivinil alkohol (PVA) dan hidroksi propil metil selulosa (HPMC). Kemunculan MCC sebagai penguat bioplastik berbasis pati merupakan hal yang menarik karena kesamaan kimia dalam struktur polisakarida pati dan selulosa yang memungkinkan terbentuknya ikatan hidrogen antara pati dan selulosa. Hal tersebut dimungkinkan mengarah pada adhesi yang baik dari pengisi dan matriks tanpa penambahan *coupling agent*. Adhesi antarmuka antara pengisi dan matriks merupakan hal yang sangat penting karena bertujuan untuk meningkatkan sifat komposit (Rico dkk., 2016).

Penelitian tentang pembuatan biofilm berpenguat *Microcrystalline Cellulose* telah dilakukan pada penelitian sebelumnya, seperti pada penelitian Wittaya (2009) yang mengatakan bahwa pengaruh penambahan MCC dapat meningkatkan kekuatan tarik pada biofilm pati.

2.6 Metode Pembuatan Plastik

2.6.1 Injection Molding

Injection molding merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk pembuatan barang termoplastik, terutama untuk barang yang berbentuk kompleks. Polimer akan dilelehkan dengan memberikan gaya geser dan suhu tinggi kemudian lelehan polimer tersebut akan dicetak didalam cetakan (*Mold*) (Ashter, 2016). Pada metode ini tidak memerlukan adanya penambahan pelarut karena polimer dan nanomaterial dicampur dalam keadaan cair. Metode ini memiliki keuntungan yaitu tidak perlu menggunakan pelarut dan kompatibilitas dengan proses industri, namun juga memiliki kelemahan yaitu akibat penggunaan suhu yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada bahan (Ucankus dkk., 2018). Mesin *injection molding* yang digunakan pada metode ini dapat dilihat pada Gambar II.7.



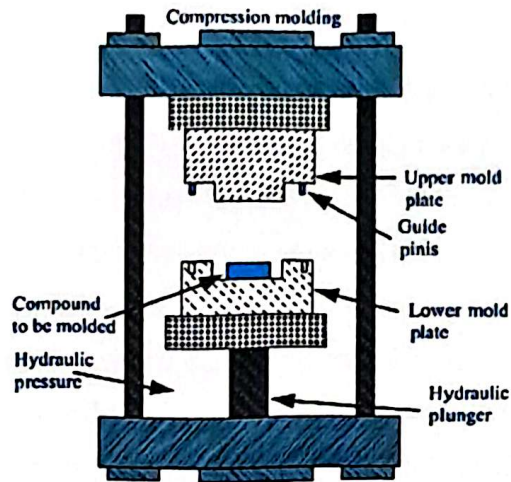
Gambar II. 7 Mesin *Injection Molding*

Sumber: Ashter, 2016

2.6.2 Compression Molding

Compression molding merupakan metode pembuatan plastik yang menggunakan dua cetakan logam, di mana pelat bagian dasar diam dan pelat bagian atas bergerak (Gambar II.8). Pada metode ini, polimer ditempatkan dalam cetakan logam kemudian kedua bagian cetakan disatukan dengan memberikan tekanan dan panas. Polimer yang diberi tekanan dan panas akan meleleh dan akan tersebar mengikuti bentuk cetakan. Produk yang sudah terbentuk dikeringkan pada suhu kamar atau pada suhu tinggi, setelah itu cetakan dibuka dan produk dikeluarkan dari

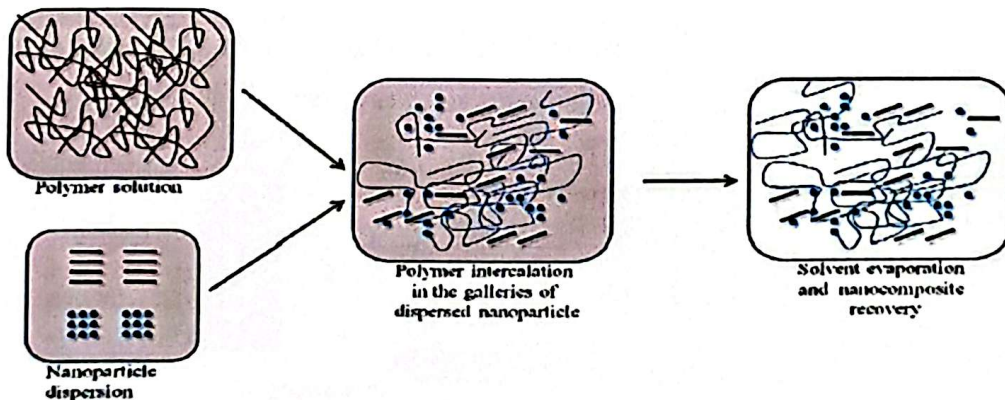
dalam cetakan. Waktu, suhu dan tekanan merupakan parameter yang penting pada metode ini untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan (Ashter, 2016).



Gambar II. 8 Mesin *Compression Molding*
Sumber: Ashter, 2016

2.6.3 *Solvent Casting*

Metode *solvent casting* didasarkan pada sistem pelarutan dimana pelarut dapat memecahkan polimer dan juga menyebarkan nanomaterial (Ucankus dkk., 2018). Proses pada metode ini dapat dilihat pada Gambar II.9



Gambar II. 9 Proses *Solvent Casting*
Sumber: Ucankus dkk., 2018

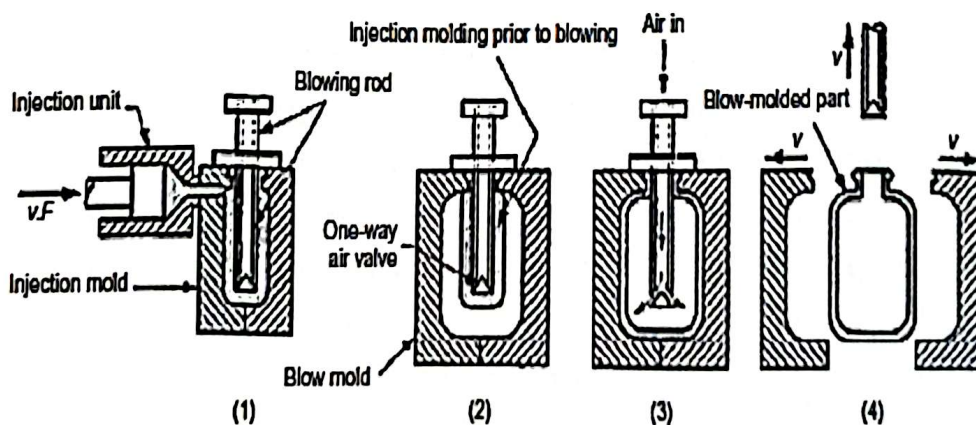
Pelarut yang biasa digunakan adalah air, kloroform dan aseton. Kelebihan dari metode ini adalah ketika polimer, pelarut dan nanomaterial dicampurkan dan juga setelah proses penguapan terjadi, polimer yang ditembus oleh nanomaterial akan tetap utuh dan tidak akan merusak struktur pada polimer. Namun, metode ini juga

memiliki kekurangan yaitu penggunaan pelarut organik dalam jumlah besar yang harganya relatif mahal dan juga sifatnya yang beracun (Ucankus dkk., 2018).

2.6.4 Blow Molding

Blow molding merupakan suatu proses yang paling umum digunakan untuk jenis plastik berongga seperti botol plastik dengan ketebalan yang seragam. Terdapat dua jenis utama *blow molding* yaitu *Injection blow molding* dan *Extrusion blow molding* (Ashter, 2016). Proses *injection blow molding* dapat dilihat pada Gambar II.10, proses terdiri dalam empat tahap, yaitu:

1. Tahap preinjeksi: pelet plastik dimasukkan ke dalam mesin *extruder* kemudian pelet tersebut akan berubah bentuk menjadi lelehan polimer.
2. Tahap injeksi: lelehan polimer disuntikan melalui *nozzle* ke dalam cetakan berlubang yang telah dipanaskan sebelumnya, alat kompresi udara dimasukkan kemudian cetakan ditutup.
3. Tahap *blowing*: udara ditiupkan oleh alat kompresi udara sehingga plastik akan mengembang dan membentuk sesuai bentuk cetakan.
4. Tahap ejeksi: setelah proses pendinginan, cetakan terbuka kemudian produk dikeluarkan dari dalam cetakan dan dilepaskan dari alat kompresi udara.

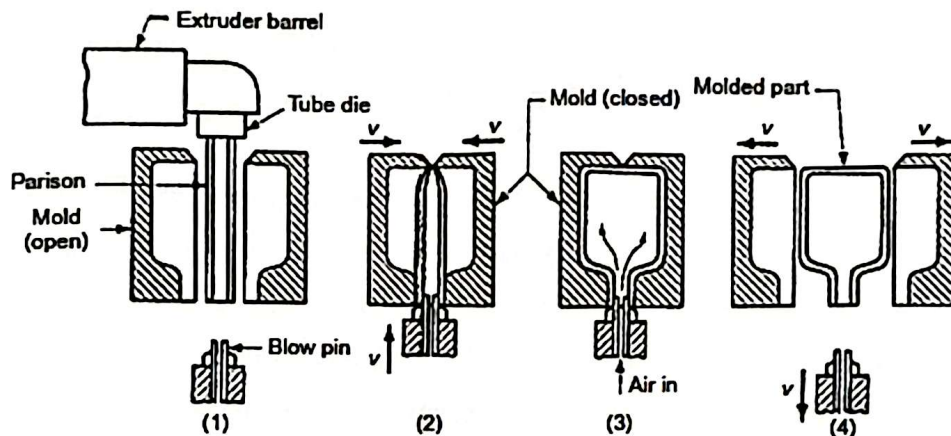


Gambar II. 10 Proses *Injection Blow Molding*

Sumber: Ashter, 2016

Proses *Extrusion blow molding* sedikit berbeda dengan proses *injection blow molding*. Proses *Extrusion blow molding* dapat dilihat pada Gambar II.11. Pada proses ini, lelehan polimer atau yang biasa disebut parison keluar dari dalam alat *extruder* lalu masuk ke dalam cetakan. Ketika parison telah mencapai panjang

sesuai dengan yang ditentukan, cetakan akan tertutup dan bagian atas dari parison akan dipotong menggunakan pisau. Proses selanjutnya parison akan ditiup hingga mengembang dan membentuk sesuai dengan bentuk cetakan. Setelah proses pendinginan, cetakan dibuka dan produk yang telah terbentuk dikeluarkan dari dalam cetakan (Ashter, 2016)



Gambar II. 11 Proses *Extrusion Blow Molding*
Sumber: Ashter, 2016

2.7 Karakterisasi Biofilm

Berbagai pengujian/karakterisasi pada biofilm ini adalah:

2.7.1 Pengujian Sifat Mekanis

Selain ketahanan nyala, stabilitas termal dan ketahanan kimia, pengujian sifat mekanis juga merupakan aspek yang mendasar untuk memperlihatkan sifat-sifat mekanis pada aplikasi yang berbahan dasar polimer agar sesuai dengan pengaplikasiannya. Hal tersebut dimaksudkan untuk mengukur tegangan yang mampu ditahan oleh suatu sampel sebelum sampel tersebut rusak (Stevens, 2001). Dari berbagai sifat mekanis yang ada, terdapat dua macam sifat mekanis yang sering diuji yaitu kekuatan tarik dan perpanjangan putus.

Kekuatan tarik merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap sifat biofilm. Pengujian kekuatan tarik adalah salah satu uji mekanis yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan sampel terhadap gaya tarik. Pengujiannya adalah dengan menarik sampel uji kemudian akan diketahui bagaimana sampel tersebut bereaksi terhadap tarikan (Sartika, 2017). Nilai kekuatan tarik dihitung dengan membagi gaya yang diaplikasikan (Newton) dibagi dengan luas penampang bahan

uji (mm^2) (Stevens, 2001) yaitu:

$$\text{Kekuatan tarik (N/mm)} = \frac{F \text{ maksimum (Newton)}}{\text{Luas area (mm}^2\text{)}} \quad (2.1)$$

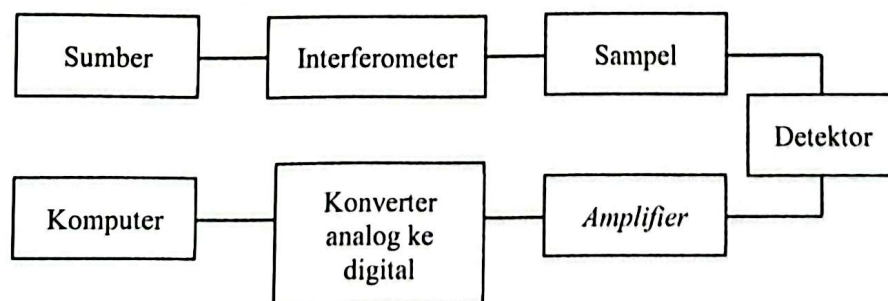
Perpanjangan putus merupakan perubahan panjang material pada saat diuji dengan beban tarik dan hasilnya dapat dinyatakan dalam satuan panjang. Persen perpanjangan merupakan hasil perpanjangan yang dinyatakan dalam persen (Sartika, 2017).

$$\text{Perpanjangan putus (\%)} = \frac{\text{panjang akhir} - \text{panjang mula-mula}}{\text{panjang mula-mula}} \times 100\% \quad (2.2)$$

2.7.2 Pengujian Gugus Fungsi

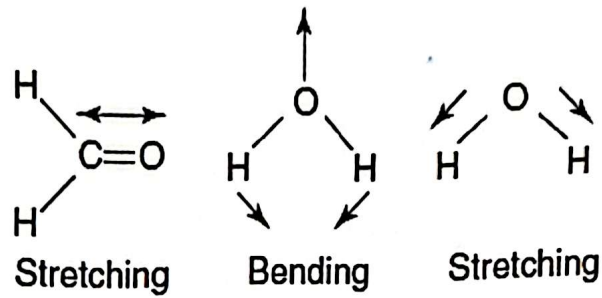
Alat yang digunakan untuk karakterisasi gugus fungsi adalah FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari komposisi material yang ingin diuji. FTIR didasarkan pada gagasan interferensi radiasi untuk menghasilkan interferogram, yang terakhir adalah sinyal yang dihasilkan sebagai fungsi dari perubahan jalur. Dua domain jarak dan frekuensi dapat dipertukarkan dengan metode matematis transformasi *fourier*. Komponen dasar spektrometer FTIR ditunjukkan secara skematik pada Gambar II.12. 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 ke bentuk digital oleh konverter analog ke digital dan ditransfer ke komputer untuk transformasi *fourier* (Stuart, 2004).

Dalam spektroskopi inframerah, frekuensi dinyatakan dalam bilangan gelombang (*wavenumbers*). Satuan bilangan gelombang ialah sepersentimeter ($1/\text{cm}$ atau cm^{-1}) (Stuart, 2004).



Gambar II. 12 Prinsip Kerja *Fourier Transform Infrared*
Sumber: Stuart, 2004

Pada pengujian ini, Interaksi radiasi inframerah dengan bahan dapat dilihat dengan adanya perubahan molekuler yang terkait dengan getaran dan rotasi. Getaran tersebut dapat melibatkan perubahan panjang ikatan (*Stretching*) atau sudut ikatan (*Bending*) (Stuart, 2004).



Gambar II. 13 Getaran *Stretching* dan *Bending*
Sumber: Stuart, 2004

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari s.d. Juli 2019. Pembuatan biofilm dan pengujian gugus fungsi dilakukan di laboratorium polimer, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Kimia, Kawasan Puspiptek, Muncul, Serpong, Kota Tangerang Selatan, Banten. Pengujian kekuatan tarik dan perpanjangan putus dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Cibinong.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

- | | |
|---|---|
| a) Neraca analitik | i) Cawan petri |
| b) Pipet | j) Oven |
| c) Gelas ukur | k) <i>Hot Plate</i> |
| d) Gelas kimia 100ml | l) <i>Magnetic Stirrer</i> |
| e) Pinset | m) <i>Aluminium foil</i> |
| f) Termometer | n) Batang pengaduk |
| g) <i>Universal Testing Machine</i>
(UTM) Shimadzu 1kN | o) Spatula |
| h) Alat pemotong <i>Elastocon</i>
AB | p) <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)
Shimadzu IRPrestige-21 |

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:

- Thermoplastic Starch* (TPS) dari PT. Inter Aneka Lestari
- Microcrystalline Cellulose* (MCC) dari Merck
- Akuades

3.3 Variabel Penelitian

3.3.1 Variabel Tetap

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

- a) Volume Akuades : 20 mL
- b) Waktu pelarutan TPS : 120 menit
- c) Waktu pencampuran TPS+MCC : 15 menit
- d) Suhu pelarutan TPS : 80 °C

3.3.2 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan pada tiap penelitian agar didapat hasil yang diinginkan. Variabel bebas memiliki fungsi utama sebagai acuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel lain, dalam penelitian ini variabel bebas yang dimaksud adalah konsentrasi MCC dengan jumlah variasi 0; 5; 10; 15 dan 20 %.

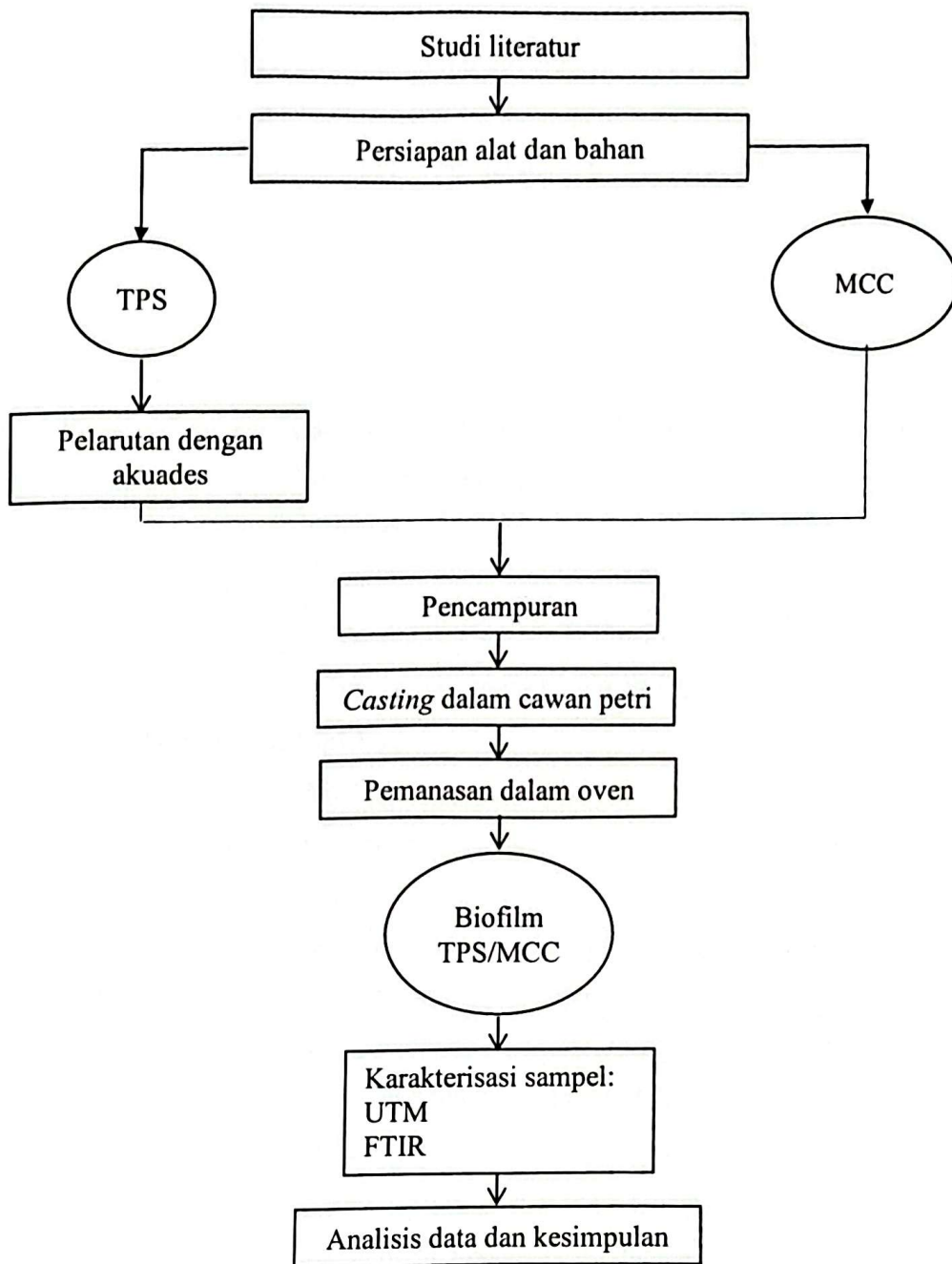
Tabel III. 1 Variasi Komposisi *Thermoplastic Starch* dan *Microcrystalline Cellulose*

Sampel	TPS (gram)	MCC	
		Konsentrasi (%)	Massa (gram)
1	2	0	0
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 Prosedur Diagram Alir Penelitian

Gambar III.1 memperlihatkan prosedur diagram alir penelitian yang digambarkan dalam diagram proses keseluruhan penelitian.



Gambar III. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4.2 Prosedur Pembuatan Biofilm *Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose*

Prosedur penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Persiapan Bahan

Menyiapkan 5 sampel TPS dan ditimbang menggunakan neraca analitik masing-masing sebesar 2; 1,9; 1,8; 1,7 dan 1,6 gram, kemudian siapkan MCC lalu ditimbang dengan memvariasikan konsentrasi MCC sebesar 0; 5; 10; 15 dan 20 %. Lalu siapkan akuades dan mengukurnya menggunakan gelas ukur sebanyak 20mL.

b) Pelarutan

Akuades dipanaskan dalam gelas kimia diatas *hotplate* hingga mencapai suhu 80°C, kemudian TPS dilarutkan dengan memasukan TPS kedalam akuades yang telah dipanaskan selama 120 menit.

c) Pencampuran

Serbuk MCC dicampurkan dengan larutan TPS menggunakan *magnetic stirrer* dalam gelas kimia yang berada di atas *hotplate* selama 15 menit.

d) Proses Pembuatan Biofilm

Hasil campuran TPS/MCC dituang ke dalam cawan petri berukuran 10×10 cm, lalu dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan lembaran film akan tercetak.

3.5 Karakterisasi Biofilm

3.5.1 Pengujian Sifat Mekanis dengan *Universal Testing Machine* (UTM)

Pada pengujian kekuatan tarik dan perpanjangan putus biofilm diuji berdasarkan dengan standar *American Standard Testing and Material* (ASTM) D882. Pengujian dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) SHIMADZU tipe AGS-1kN. Sampel dibuat dengan cara meletakkan sampel di bawah alat cetakan pemotong Elastocon AB yang memiliki mata pisau, lalu diberi tekanan untuk menghasilkan spesimen berbentuk dumbbell yang sesuai dengan standar *American Standard Testing and Material* (ASTM) D882. Masing-masing variasi dipotong sebanyak 3 spesimen.



Gambar III. 2 Alat Uji *Universal Testing Machine* (UTM)
Sumber: Pusat Penelitian Biomaterial LIPI, Cibinong

3.5.2 Pengujian Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Pengujian karakteristik Gugus Fungsi/komposisi kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi dari bahan baku TPS/MCC yang dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) SHIMADZU Tipe IRPrestige-21 yang terdapat pada laboratorium Polimer dan Makro, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Kimia. Sampel yang diuji berupa lembaran film kemudian sampel tersebut dimasukkan ke dalam alat FTIR. Selanjutnya sampel ditembakkan dengan sinar *Infra-Red* dan hasil pita serapan gugus fungsi dari senyawa tersebut terekam sebagai spektrum IR.



Gambar III. 3 Alat Uji *Fourier Transform Infrared* (FTIR)
Sumber: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Serpong

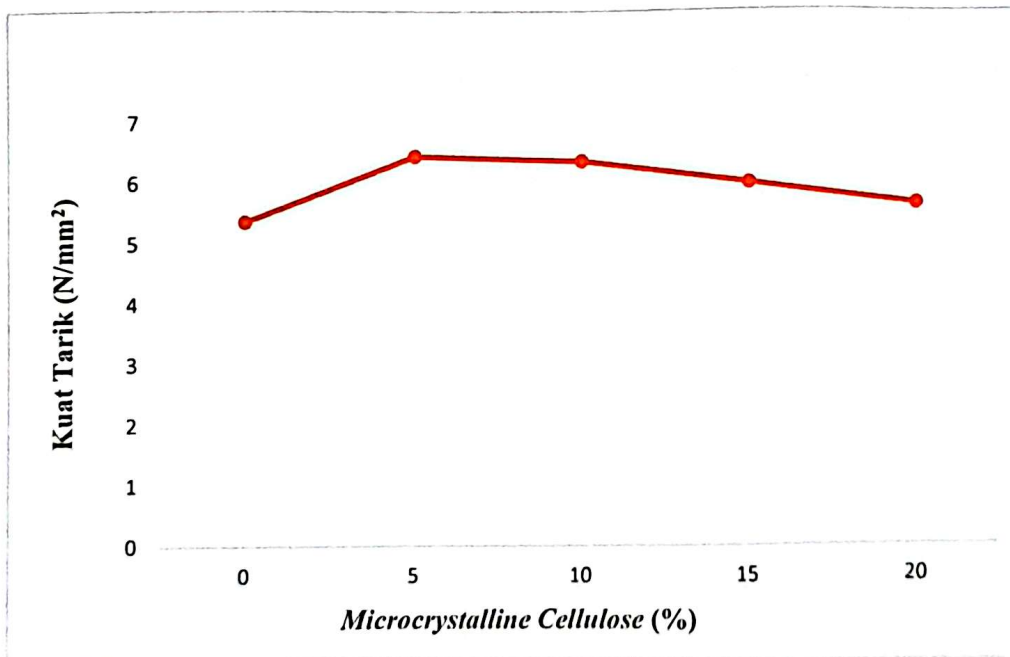
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas mengenai pengaruh penambahan MCC terhadap sifat mekanis dan gugus fungsi biofilm dengan melakukan pengujian menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM) dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

4.1 Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Sifat Mekanis Biofilm *Thermoplastic Starch*

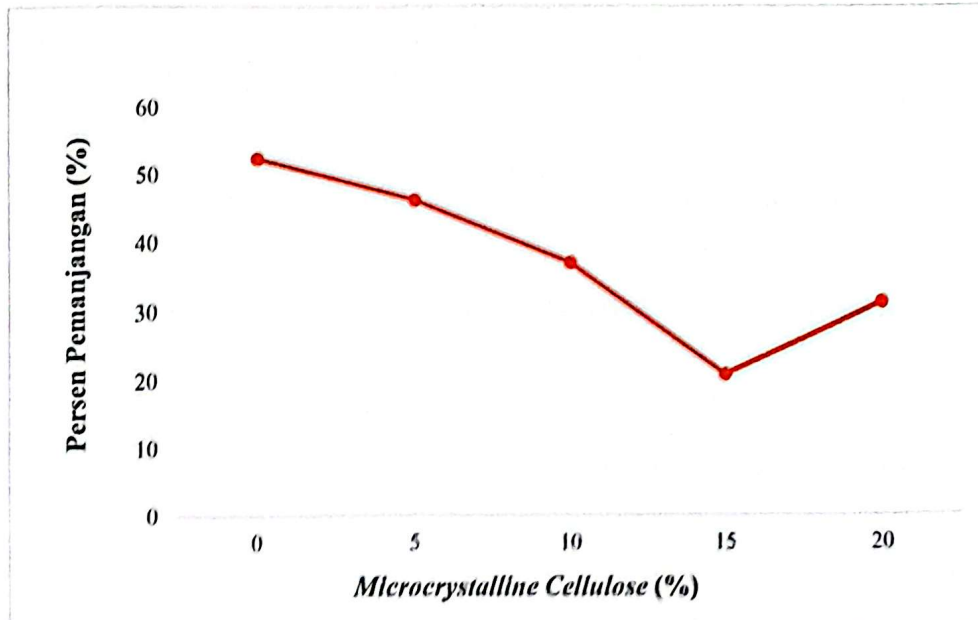
Pada Gambar IV.1 menunjukkan nilai kekuatan tarik biofilm dan pada Gambar IV.2 menunjukkan nilai persen perpanjangan pada biofilm dari masing-masing variasi. Nilai kekuatan tarik dan persen perpanjangan yang diperoleh adalah nilai rata-rata dari 3 spesimen yang telah diuji.



Gambar IV. 1 Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Kekuatan Tarik Biofilm *Thermoplastic Starch*

Gambar diatas memperlihatkan pengaruh penambahan MCC terhadap biofilm yaitu dengan meningkatnya kekuatan tarik pada biofilm TPS. Nilai kekuatan tarik dengan adanya penambahan MCC pada biofilm lebih tinggi dibandingkan dengan biofilm TPS/MCC 0% yang kekuatannya hanya mencapai 5,37 N/mm².

Peningkatan kekuatan tarik biofilm dapat dikaitkan dengan interaksi yang baik antara pati dan MCC yang membentuk jaringan ikatan hidrogen yang kuat (Maulida dkk., 2016). Biofilm dengan nilai kekuatan tarik tertinggi dihasilkan pada variasi MCC 5% yaitu sebesar $6,50 \text{ N/mm}^2$, sedangkan pada variasi MCC 10; 15 dan 20% mengalami penurunan walaupun tidak terlalu signifikan. Pada biofilm TPS/MCC 10% mendapatkan nilai kekuatan tarik sebesar $6,38 \text{ N/mm}^2$, biofilm TPS/MCC 15% mendapatkan nilai kekuatan tarik sebesar $6,02 \text{ N/mm}^2$, dan biofilm TPS/MCC 20% mendapatkan nilai kekuatan tarik sebesar $5,63 \text{ N/mm}^2$. Hal ini dikarenakan kandungan MCC yang semakin banyak berkontribusi untuk memperlambat interaksi antarmolekul TPS dan MCC sehingga menghasilkan agregat dan struktur film yang heterogen (Maulida dkk., 2016). Penambahan jumlah MCC yang semakin banyak juga menyebabkan peningkatan interaksi antarmolekul antar MCC yang mungkin bersaing dengan interaksi antara pengisi MCC dan matriks TPS yang menyebabkan terbentuknya aglomerasi sehingga MCC tidak tersebar dengan baik pada biofilm TPS juga merupakan penyebab menurunnya kekuatan tarik pada biofilm (Othman dkk., 2018).



Gambar IV. 2 Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Perpanjangan Putus Biofilm *Thermoplastic Starch*

Gambar diatas memperlihatkan bahwa dengan menambahkan MCC dapat menurunkan nilai perpanjangan putus pada biofilm. Biofilm TPS/MCC 0%

menghasilkan nilai perpanjangan putus sebesar 52,40% yang merupakan nilai perpanjangan putus yang lebih tinggi dibandingkan dengan biofilm yang ditambahkan MCC. Pada variasi MCC 5-15% terjadi penurunan nilai perpanjangan putus yang cukup terlihat, pada biofilm TPS/MCC 5% menghasilkan nilai perpanjangan putus sebesar 46,46%, pada biofilm TPS/MCC 10% menghasilkan nilai perpanjangan putus sebesar 37,23%, dan biofilm TPS/MCC 15% menghasilkan nilai perpanjangan putus sebesar 20,50%. Menurut Sartika (2017) dengan bertambahnya massa MCC maka nilai persen perpanjangan biofilm semakin menurun yang menyebabkan peran *plasticizer* sebagai pemlastis berkurang karena MCC yang cenderung lebih aktif berinteraksi pada biofilm. Berkurangnya nilai persen perpanjangan pada biofilm menunjukkan bahwa film menjadi kurang fleksibel karena nilai kekuatan tarik biofilm yang tinggi. Namun pada variasi MCC 20% mengalami peningkatan nilai perpanjangan menjadi 31,23 % dibandingkan dengan variasi MCC 15%. Hal ini disebabkan karena terbentuknya aglomerasi MCC pada biofilm. Dengan kata lain MCC tidak terdistribusi secara homogen sehingga membentuk agregat kecil dalam biofilm. Aglomerasi juga menghasilkan peningkatan volume bebas dalam biofilm sehingga meningkatkan fleksibilitas dan meningkatkan nilai perpanjangan pada biofilm (Othman dkk., 2018).

4.2 Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch*

4.2.1 Analisis Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose* 0%

Pada hasil penelitian ini terdapat gugus fungsi O-H *stretching* pada bilangan gelombang 3275 cm^{-1} yang pada penelitian Mendes dkk. (2016) terdapat pada bilangan gelombang 3277 cm^{-1} . Gugus fungsi C-H *bending* dengan bilangan gelombang 1427 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gliserol sebagai pemlastis pada TPS (Mendes dkk., 2016). Pada bilangan gelombang 2928 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi C-H *Stretching* yang tidak jauh berbeda dengan bilangan gelombang hasil penelitian Mendes dkk. (2016) yaitu 2914 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1651 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi O-H *Bending* dan

pada bilangan gelombang 1026 cm^{-1} dan 920 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi C-O Stretching (Mendes dkk., 2016). Berdasarkan hasil pengujian FTIR didapatkan bilangan gelombang dan gugus fungsi yang tidak jauh berbeda dengan penelitian Mendes dkk (2016). Hasil pengujian film bioplastik TPS murni dirangkum dalam Tabel IV.1:

Tabel IV. 1 Perbandingan Hasil FTIR *Thermoplastic Starch*

Jenis Ikatan	Bilangan Gelombang cm^{-1}	
	TPS (Mendes dkk., 2016)	TPS (Hasil Penelitian ini)
O-H <i>Stretching</i>	3277	3275
C-H <i>Stretching</i>	2914	2928
O-H <i>Bending</i>	1648	1651
C-H <i>Bending</i>	1423	1427
C-O <i>Stretching</i>	1022, 920	1026, 920

4.2.2 Analisis Gugus Fungsi Serbuk *Microcrystalline Cellulose*

Dari uji spektroskopi FTIR terhadap serbuk MCC didapatkan bilangan gelombang yang telah dirangkum pada Tabel IV.2. Berdasarkan hasil pengujian FTIR didapatkan bilangan gelombang dan gugus fungsi yang tidak jauh berbeda dengan jenis ikatan gugus fungsi dari Sartika (2017) dan Stuart (2004).

Tabel IV. 2 Perbandingan Hasil FTIR *Microcrystalline Cellulose*

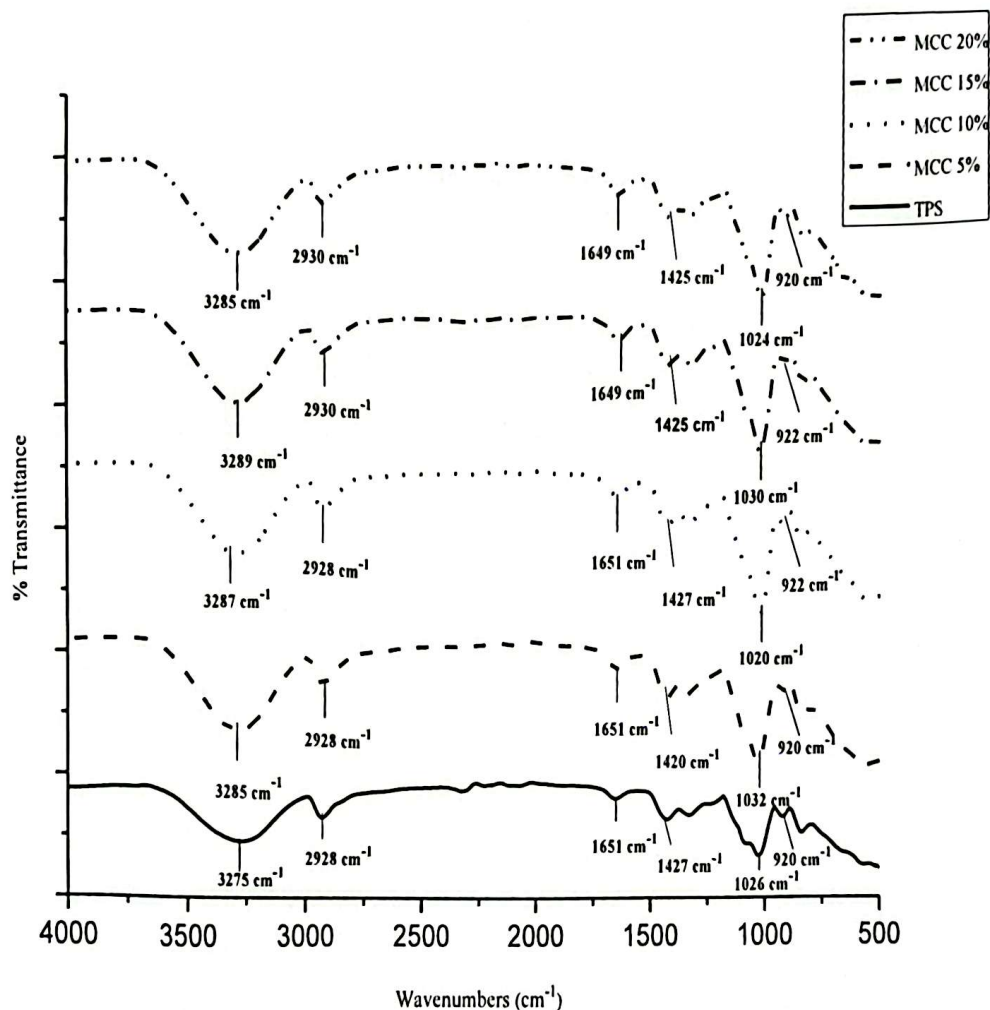
Jenis Ikatan & Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang cm^{-1}	
	MCC (Sartika, 2017 dan Stuart, 2004)	MCC (Hasil Penelitian ini)
O-H <i>Stretching</i>	3437	3389
C-H <i>Stretching</i>	2897	2932
O-H <i>Bending</i>	1631	1506
C-H <i>Bending</i>	1380	1396

Pada bilangan gelombang 3389 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi O-H *Stretching* yang pada penelitian Sartika (2017) terdapat pada bilangan gelombang 3437 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1506 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus fungsi O-H *Bending* dan pada bilangan gelombang 2932 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus C-H *Stretching* (Sartika, 2017). Pada bilangan

gelombang 1396 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus C-H *Bending* (Stuart, 2004).

4.2.3 Pengaruh *Microcrystalline Cellulose* Terhadap Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch*

Dari uji spektroskopi FTIR terhadap biofilm TPS/MCC didapatkan spektrum inframerah yang terlihat pada Gambar IV.3.



Gambar IV. 3 Spektrum Inframerah Biofilm *Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose*

Berdasarkan hasil pengujian FTIR biofilm TPS/MCC 0; 5; 10; 15 dan 20% yang telah dilakukan didapatkan gugus fungsi dan bilangan gelombang yang tidak jauh berbeda dengan hasil pengujian FTIR biofilm TPS/MCC 0%. Didapatkan gugus fungsi O-H *Stretching* pada bilangan gelombang $3289\text{-}3276\text{ cm}^{-1}$, pada

bilangan gelombang 2930-2928 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi C-H *Stretching*, pada bilangan gelombang 1651-1649 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi O-H *Stretching*, pada bilangan gelombang 1427-1420 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi C-H *Bending* sedangkan pada bilangan gelombang 1032-920 cm^{-1} mengindikasikan gugus fungsi C-O *Stretching*. Sehingga dapat dinyatakan bahwa tidak adanya pengaruh penambahan MCC terhadap biofilm TPS karena tidak adanya gugus baru yang terbentuk pada biofilm. Hal ini terjadi karena kesamaan ikatan gugus fungsi antara TPS dan MCC yang dapat terlihat pada Tabel IV.3.

Tabel IV. 3 Gugus Fungsi Biofilm *Thermoplastic Starch/Microcrystalline Cellulose*

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang cm^{-1}				
	TPS/MCC 0%	TPS/MCC 5%	TPS/MCC 10%	TPS/MCC 15%	TPS/MCC 20%
O-H <i>Stretching</i>	3276	3285	3287	3289	3285
C-H <i>Stretching</i>	2928	2928	2928	2930	2930
O-H <i>Bending</i>	1651	1651	1651	1649	1649
C-H <i>Bending</i>	1427	1420	1427	1425	1425
C-O <i>Stretching</i>	920, 1026	920, 1032	922, 1020	922, 1030	920, 1024

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian serta analisa data dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan MCC memberikan pengaruh terhadap sifat mekanis pada biofilm. Biofilm dengan penambahan MCC memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan biofilm TPS/MCC 0%. Tetapi penambahan MCC terlalu banyak akan menurunkan kekuatan tarik pada biofilm walaupun tidak signifikan. Sedangkan persen perpanjangan pada biofilm mengalami penurunan dengan adanya penambahan MCC pada biofilm.
2. Persentase optimum MCC untuk menghasilkan kekuatan tarik tertinggi yaitu sebesar 5% dengan nilai kekuatan tarik biofilm 6,50 N/mm².
3. Penambahan MCC tidak memberikan pengaruh terhadap ikatan gugus fungsi pada biofilm.

5.2 Saran

Berdasarkan data hasil pengujian serta analisa data didapatkan saran sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian morfologi pada biofilm menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) agar dapat terlihat MCC tersebar dengan baik atau tidak.
2. Melakukan penelitian lanjutan dengan variasi konsentrasi MCC rentang 5-10%.
3. Melakukan uji biodegradasi pada biofilm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. "Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Jalar dengan Plasticizer Gliserol dengan Metode Melt Intercalation", *Jurnal Teknik Mesin, Jakarta*, Vol. 06, 2017.
- Ashter, S. A. "Introduction to Bioplastic Engineering", UK, 2016.
- Ghanbari, A., Tabarsa, T., Ashori, A., Shakeri, A., & Mashkour, M. "Preparation and Characterization of Thermoplastic Starch and Cellulose Nanofibers as Green Nanocomposites: Extrusion Processing", *International Journal of Biological Macromolecules*, p. 442–447, Iran, 2018.
- Gusrianto, P., Zulharmita, & Rivai, H. "Preparasi Dan Karakterisasi Mikrokrystalin Selulosa Dari Limbah Serbuk Kayu Penggajian", *Sains dan Teknologi Farmasi*, Vol. 16, No. 2, p. 180-188, 2019.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. "The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based biodegradable plastic in Indonesia", *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 36, No. 2, p. 67-76, 2017.
- Maulida, Siagian, M., & Tarigan, P. "Production of Starch Based Bioplastic from Cassava Peel Reinforced with Microcrystalline Cellulose Avicel PH101 Using Sorbitol as Plasticizer", *Journal of Physics, Medan*, 2016.
- Mendes, J. F., Paschoalin, R. T., Carmona, V. B., Sena Neto, A. R., Marques, A. C. P., Marconcini, J. M., Mattoso, L. H. C., Medeiros, E. S., & Oliveira, J. E. "Biodegradable Polymer Blends Based on Cornstarch and Thermoplastic Chitosan Processed by Extrusion", *Carbohydrate Polymers, Brazil*, 2015.
- Nafchi, A. M., Moradpour, M., Saeid, M., & Alias, A. K. "Thermoplastic Starches: Properties, Challenges, and Prospects", Vol. 65, p. 61-75, Iran, 2013.
- Othman, S. H., Majid, N. A., Tawakkal, I. S., Basha, R. K., Nordin, N., & Shapi'i, R. A. "Tapioca Starch Films Reinforced With Microcrystalline Cellulose

- for Potential Food Packaging Application", Food Science and Technology, Malaysia, 2019.
- Rico, M., Rodríguez-Llamazaresb, S., Barral, L., & Bouza, R. M. "Processing and Characterization of Polyols Plasticized-Starchreinforced with Microcrystalline Cellulose", Carbohydrate Polymers, p. 83-93, Spain, 2016
- Sartika, M. "Pengaruh Penambahan Selulosa Mikrokrystal dari Serat Ijuk dan Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Alpukat", Skripsi, Sumatera Utara: Departemen Teknik Kimia, 2017.
- Stevens, M. P. "Polymer Chemistry: An Intoduction", Oxford University, 2001.
- Stuart, B. "Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications", 2004.
- Sulityo, H. W., & Ismiyati. "Pengaruh Formulasi Pati Singkong-Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas pada Pembuatan Bioplastik", Konversi, Vol. 1, No. 2, 2012.
- Ucankus, G., Ercan, M., Uzunoglu, D., & Culha, M. "Methods for Preparation of Nanocomposites in Environmental Remediation", Dalam *New Polymer nanocomposites for Environmental Remediation*, p. 13-14, Turkey, 2018.
- Wittaya, T. "Microcomposites of Rice Starch Film Reinforced with Microcrystalline Cellulose from Palm Pressed Fiber". International Food Research Journal, Vol. 16, p. 493-500, Thailand, 2009.

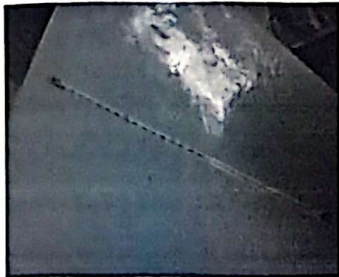
LAMPIRAN A
ALAT



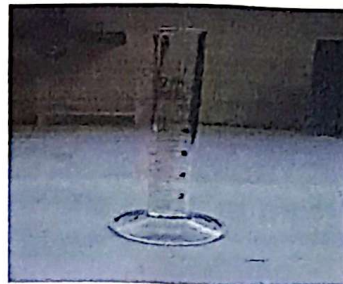
Neraca Analitik



Gelas kimia 100 ml



Termometer



Gelas Ukur



Oven



Universal Testing Machine (UTM)



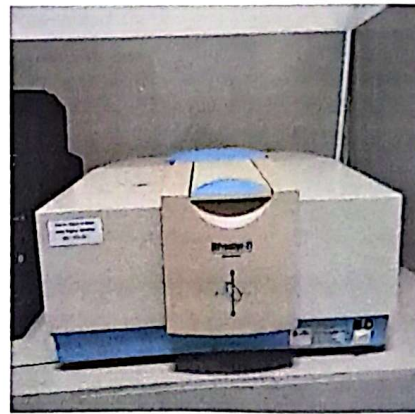
Cawan Petri



Alat Pemotong *Elastocon AB*



Hot Plate



Fourier Transform Infrared (FTIR)

LAMPIRAN B
BAHAN



Thermoplastic Starch (TPS)



Microcrystalline Cellulose (MCC)

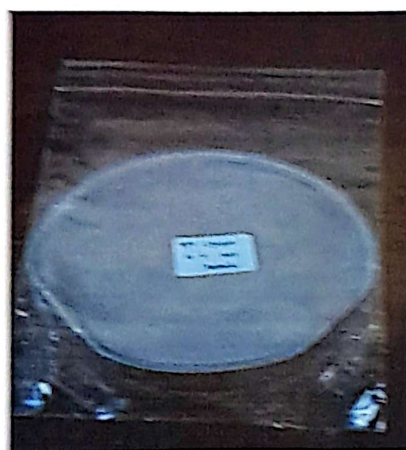
LAMPIRAN C
BIOFILM TPS/MCC



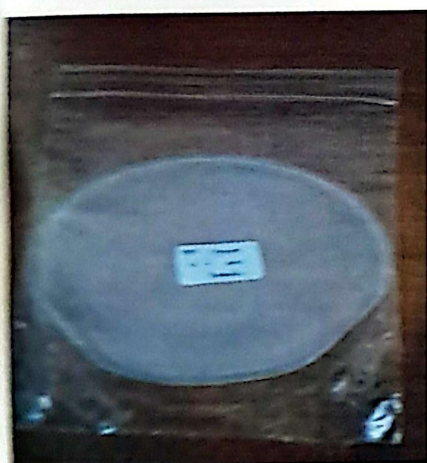
Sampel biofilm TPS/MCC 0%



Sampel biofilm TPS/MCC 5%



Sampel biofilm TPS/MCC 10%



Sampel biofilm TPS/MCC 15%



Sampel biofilm TPS/MCC 20%