

**PENGARUH PENAMBAHAN POLIETILEN GLIKOL TERHADAP
KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS SELULOSA
BAKTERRIAL DARI KULTUR BAKTERI BUAH NANAS (*Ananas comosus*)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu

Persyaratan Mperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)



RIKARYALITA NOVITRA

16036099 / 2016

PROGRAM STUDI KIMIA

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2018

PERSETUJUAN SKRIPSI

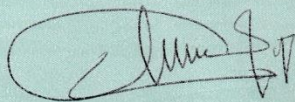
PENGARUH PENAMBAHAN POLIETILEN GLIKOL TERHADAP
KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS SELULOSA
BAKTERRIAL DARI KULTUR BAKTERI BUAH NANAS (*Ananas comosus*)

Nama : Rikaryalita Novitra
Nim : 16036099
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

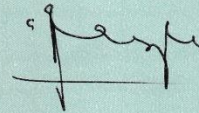
Padang, 18 Juli 2018

Pembimbing I

Pembimbing II



Ananda Putra, S.Si., M.Si, Ph.D
NIP. 19720127 199702 1 002



Edi Nasra, M.Si
NIP. 198106222003121001

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia
Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol terhadap Kualitas Plastik
Biodegradable berbasis Selulosa Bakterial dari Kultur Bakteri
Ekstrak Buah Nanas (*Ananas comosus*)
Nama : Rikaryalita Novitra
NIM : 16036099
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

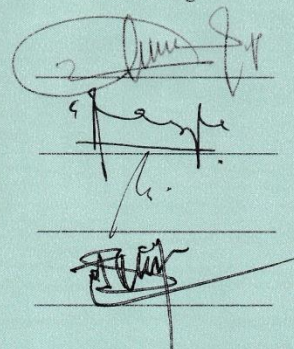
Padang, 18 Juli 2018

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Ananda Putra S.Si, M.Si, Ph.D
2. Sekretaris : Edi Nasra S.Si, M.Si
3. Anggota : Prof. Dr. Minda Azhar, M.Si
4. Anggota : Drs. Bahrizal, M.Si



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rkaryalita Novitra
TM/NIM : 16036099/2016
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/ 18 November 1993
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : MIPA
Alamat : Komp. Perum Cendana Mata Air
No. HP/Telepon : 082284972181
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Polietilen Gikol terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* berbasis Selulosa Bakteial dari Kultur Bakteri Buah Nanas (*Ananas comosus*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademi (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis/skripsi ini murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangan **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi..

Padang, Juli 2018

Yang membuat pernyataan,



Rikaryalita Novitra

NIM : 16036099

ABSTRAK

Rikaryalita Novitra, 2018: Pengaruh Penambahan polietilen glikol terhadap Kualitas Plastik Biodegradabel Berbasis Selulosa Bakterial dari Kultur Buah Nanas (*Ananas comosus*)

Pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar kulit nanas telah dilakukan pada penelitian ini. Dimana struktur selulosa bakteri yang kuat, ringan dan elastis sangat berpotensi untuk dijadikan plastik *biodegradable*, namun kekurangannya yaitu sifatnya yang kurang elastis. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk membuat plastik yang bersifat *biodegradable* dengan memanfaatkan kultur bakteri dari ekstrak nanas, dengan bantuan *plasticizer* polietilen glikol, terhadap sifat plastik yang dihasilkan, melalui analisa kadar air (water content), uji penggembungan (swelling properties), uji kuat tarik (tensile strenght), pemanjangan (elongasi), uji biodegradasi, analisa gugus fungsi (FTIR) serta uji kristalinitas (XRD). Penelitian ini termasuk kedalam penelitian eksperimen, dengan variasi penambahan polietilen glikol (0%, 3.5%, 7%, 10.5%, dan 14%) pada media fermentasi. Berdasarkan uji kandungan air yang dimiliki oleh selulosa bakterial sebesar 98,84% dan selulosa bakterial polietilen glikol dengan konsentrasi 3.5% yaitu 98.9%. Pada uji derajat penggembungan menunjukkan bahwa derajat penggembungan selulosa bakterial lebih tinggi dari pada selulosa bakterial polietilen glikol, persentase derajat penggembungan selulosa bakterial polietilen glikol yang maksimum diperoleh pada konsentrasi 3.5% yaitu 152.4. Untuk kuat tarik maksimum dimiliki oleh plastik dengan penambahan polietilen glikol 10.5% dengan peg 4000 yaitu sebesar 2..29 kN/m dengan elastisitas sebesar 18.05% dan daya kemampuan degradasi mencapai 59% hingga hari ke-9. Spektra FTIR menunjukkan bahwa adanya selulosa. Berdasarkan data XRD, struktur plastik dengan penambahan 0% polietilen glikol lebih kristal dibandingkan dengan plastik yang diberi penambahan polietilen glikol 10.5% peg 4000.

Kata Kunci : *Selulosa Bakterial, Polietilen glikol, Filtrat kulit nanas, Plastisitas, FTIR, XRD.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya serta sholawat dan salam kepada nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakterial dari Kultur Buah Nanas (*Ananas comosus*)**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D sebagai Pembimbing I sekaligus Penasihat Akademik
2. Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si sebagai pembimbing II sekaligus sebagai Sekretaris Jurusan Kimia
3. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si., Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si, Ph.D dan Ibu Prof. Minda Azhar, M.Si selaku Dosen Penguji
4. Bapak Dr. H. Mawardi, M.Si sebagai Ketua Jurusan Kimia, Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si.sebagai Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Seluruh Staf Pengajar dan tenaga Administrasi di Jurusan Kimia FMIPA UNP
6. Pranata Labor Pendidikan (PLP) Kimia FMIPA, yang telah memberikan bantuan dan dorongan selama penelitian.

7. Seluruh Staf Kopertis Wilayah X yang telah memberikan bantuan dalam penelitian.
8. Seluruh staff Laboratorium Penjaminan Mutu PT. Semen Padang.
9. Orang tua penulis yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah di hadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal ‘Alamin. Namun untuk kesempurnaannya penulis mengharapkan masukan dan saran dari para pembaca. Atas kritik dan sarannya penulis ucapkan terima kasih.

Padang, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<u>ABSTRAK</u>	ii
<u>KATA PENGANTAR</u>	i
<u>DAFTAR TABEL</u>	vi
<u>DAFTAR GAMBAR</u>	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAAAN PUSTAKA	7
2.1. Kulit nanas (<i>Ananas comocus</i>).....	7
2.2 Kultur Bakteri dari Ekstrak Nanas	8
2.2.1 Selulosa Bakterial	9
2.3 <i>Plasticizer</i>	12
2.3.1 Polietilen Glikol.....	13
2.4 Plastik <i>Biodegradable</i>	14
2.5 Karakterisasi Sifat Fisik Plastik Biodegradable	16
2.5.1 Pengukuran Kandungan air (<i>Water Cintent</i>).....	16
2.5.2 Pengukuran Derajat Penggembungan.....	17
2.6 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradable	17
2.6.1 Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	17
2.6.2 Uji Pemanjangan.....	18
2.7 Biodegradasi.....	18
2.8 Karakterisasi Struktur Molekul Plastik Biodegradable	19

2.8.1 Analisa Gugus Fungsi Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR)	19
2.8.2 Uji Derajat Kristalinitas Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)	20
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Sampel Penelitian.....	21
3.3 Variabel Penelitian.....	21
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.4.1 Alat.....	22
3.4.2 Bahan	22
3.5 Prosedur Kerja.....	22
3.5.1 Pembuatan Dan Penyediaan Starter <i>Acetobacter Xylinum</i>	23
3.5.2 Penyiapan Filtrat Kulit Nanas.....	23
3.5.3 Pembuatan Medium.....	23
3.5.4 Pembuatan Selulosa Bakteri	24
3.5.5 Pemurnian Selulosa Bakteri.....	24
3.5.6 Pembuatan Lembaran Plastik <i>Biodegradable</i>	25
3.6 Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i>	25
3.6.1 Uji Kandungan air (<i>Water content</i>).....	26
3.6.2 Uji derajat pengembangan	26
3.7 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	27
3.7.1 Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>), Uji Kuat Putus.....	27
3.8 Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>)	28
3.9 Analisis Struktur Molekul plastik <i>Biodegradable</i>	28
3.9.1 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	28
3.9.2 Analisis Kristalinitas Plastik.....	29
3.10 Desain Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Selulosa Bakterial Polietilen Glikol.....	31
4.2 Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	32
4.3 Analisa Sifat Fisik Plastik <i>Biodegradable</i>	33
4.3.1 Kandungan Air	33

4.3.2	Drajat Pengembangan Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	35
4.4	Analisa Sifat Mekanik Plastik Biodegradable	36
4.4.1	Kuat Tarik	36
4.4.2	Elongasi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	38
4.4.3	Modulus Young Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	39
4.5	Biodegradasi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	40
4.6	Analisa Gugus Fungsi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	42
4.7	Analisa Kristalinitas Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	43
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		52

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identikasi Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah.....	4
1.5. Tujuan Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAA N PUSTAKA.....	7
2.1. Kulit nanas (<i>Ananas comocus</i>).....	7
2.2 Kultur Bakteri dari Ekstrak Nanas	8
2.2.1 Selulosa Bakterial	9
2.3 <i>Plasticizer</i>	12
2.3.1 Polietilen Glikol.....	13
2.4 Plastik <i>Biodegradable</i>	14
2.5 Karakterisasi Sifat Fisik Plastik Biodegradable	16
2.5.1 Pengukuran Kandungan air (<i>Water Cintent</i>).....	16
2.5.2 Pengukuran Derajat Penggembungan.....	17
2.6 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradable	17
2.6.1 Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	17
2.6.2 Uji Pemanjangan.....	18
2.7 Biodegradasi.....	18

2.8 Karakterisasi Struktur Molekul Plastik Biodegradable	19
2.8.1 Analisa Gugus Fungsi Menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR)	19
2.8.2 Uji Derajat Kristalinitas Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Sampel Penelitian.....	21
3.3 Variabel Penelitian.....	21
3.4 Alat dan Bahan.....	22
3.4.1 Alat	22
3.4.2 Bahan	22
3.5 Prosedur Kerja.....	22
3.5.1 Pembuatan Dan Penyediaan Starter Acetobacter Xylinum	23
3.5.2 Penyiapan Filtrat Kulit Nanas.....	23
3.5.3 Pembuatan Medium.....	23
3.5.4 Pembuatan Selulosa Bakteri	24
3.5.5 Pemurnian Selulosa Bakteri.....	24
3.5.6 Pembuatan Lembaran Plastik <i>Biodegradabe</i>	25
3.6 Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i>	25
3.6.1 Uji Kandungan air (<i>Water content</i>).....	26
3.6.2 Uji derajat pengembangan	26
3.7 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	27
3.7.1 Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>), Uji Kuat Putus	27
3.8 Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>)	28
3.9 Analisis Struktur Molekul plastik <i>Biodegradable</i>	28
3.9.1 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	28
3.9.2 Analisis Kristalinitas Plastik.....	29
3.10 Desain Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Selulosa Bakterial Polietilen Glikol.....	31
4.2 Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	32
4.3 Analisa Sifat Fisik Plastik Biodegradable	33

4.3.1 Kandungan Air	33
4.3.2 Drajat Pengembangan Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	35
4.4 Analisa Sifat Mekanik Plastik Biodegradable	36
4.4.1 Kuat Tarik	36
4.4.2 Elongasi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	38
4.4.3 Modulus Young Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	39
4.5 Biodegradasi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	40
4.6 Analisa Gugus Fungsi Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	42
4.7 Analisa Kristalinitas Plastik Selulosa Bakterial Polietilen Glikol.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi kulit nanas.	7
2.2. Sifat Mekanik sesuai Standar Nasional Indonesia.	15
3.1. Desain Penelitian.	30
4.1. Selulosa Bakterial Polietilen Glikol.	31
4.2. Nilai panjang gelombang dan gugus fungsi pada masing-masing sampel. ..	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Struktur kimia dari selulosa.....	10
2.2. Persilangan Ikatan Hidrogen	11
2.3. Selulosa dari tumbuhan	12
2.4 Mekanisme kerja plasticizer.	13
2.5.Struktur Kimia Poletlen Glikol.....	14
2.6 Ilustrasi proses kerja uji tarik.	18
4.1.Lembar plastik selulosa bakterial	33
4.2.Grafik Kandungan air.....	34
4.3.Grafik Derajat Penggembungan	35
4.4. Grafik kuat tarik.....	37
4.5. Grafik elongasi.....	38
4.6. Grafik Modulus young.	39
4.7.Grafik biodegradsi.	41
4.8.Gabungan spektra FTIR.	42
4.9. Difraktogram XRD selulosa bakterial Polietilen Glikol.	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema kerja penyiapan dan penyediaan starter <i>Acetobacter</i>	52
2. Skema Penyiapan filtrat kulit nanas.....	53
3. Skema Pembuatan medium	54
4. Skema kerja pembuatan selulosa bakteri.....	55
5. Skema kerja Pemurnian Sellulosa Bakteri	56
6. Skema kerja pembuatan lembaran plastik	57
7. Skema Analisa Kandungan Air (<i>Water content</i>)	58
8. Skema analisa % Derajat Penggembungan	59
9. Skema analisa % Biodegradasi	60
10. Skema Analisa Gugus Fungsi menggunakan FTIR	61
11. Skema Analisa Kristalinitas menggunakan XRD	62
12. Data Kandungan Air	63
13. Data Drajat Penggembungan	64
14. Data Kuat Tarik	65
15. Spektrum FTIR Selulosa Bakterial Polietilen Glikol.....	66
16. Difragtogram XRD Selulosa Bakterial Polietilen Glikol	68
17. Dokumentasi Penelitian.....	69

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada umumnya, industri makanan dan minuman di Indonesia menggunakan kemasan plastik sebagai pembungkus. Semua produk barang yang berasal kemasan plastik yang digunakan oleh masyarakat, terus meningkat dengan seiring peningkatan konsumsi dan daya beli masyarakat. Meningkatnya penggunaan plastik ini disertai dengan kesadaran masyarakat Indonesia akan pengelolaan sampah yang masih rendah dapat menimbulkan berbagai permasalahan sosial dan kesehatan yang serius. Plastik yang beredar di pasaran, sekitar 50% digunakan masyarakat hanya untuk satu kali pemakaian saja. Akibatnya jumlah sampah yang semakin banyak tidak hanya terjadi di daratan tetapi juga di sungai, rawa bahkan laut (Hijauku, 2012).

Kondisi lingkungan ini diperburuk dengan kenyataan bahwa plastik – plastik yang banyak digunakan sebagai pembungkus adalah plastik yang tidak bisa diuraikan oleh jasad renik (*non biodegradable*), karena plastik pada umumnya disintesis dari polimer petrokimia yang tidak dapat diperbaharui, dan butuh waktu lama untuk dapat terdegradasi. Sulitnya sampah plastik untuk bisa terdegradasi menyebabkan terjadinya banyak penumpukan sampah plastik, dan penumpukan sampah plastik ini menjadi salah satu penyebab masalah lingkungan didunia saat ini (Yadav. 2016).

Solusi yang dapat untuk mengurangi bahaya yang ditimbulkan oleh plastik terhadap masalah lingkungan diantaranya melakukan pengembangan plastik *biodegradable*, yaitu plastik yang mudah terdegradasi. Untuk membuat plastik *biodegradable* dapat dilakukan dengan memanfaatkan sumber pati atau karbohidrat. Salah satu sumber pati dapat diperoleh dari limbah organik yang tidak diolah dengan baik yaitu kulit buah nanas (Jannah, 2014).

Pengolahan limbah kulit nanas untuk dijadikan plastik *biodegradable* akan menghasilkan lebih banyak manfaat. Untuk menghasilkan plastik yang lebih baik lagi dilakukan penambahan suatu *plasticizer*. *Plasticizer* yang digunakan berasal dari bahan organik yang memiliki berat molekul rendah yang dapat meningkatkan fleksibilitas plastik tersebut.

Pada penelitian sebelumnya, Yolanda (2016) meneliti tentang pengaruh penambahan Sorbitol terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari limbah kulit nanas. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai pada uji ketahanan air (water content) yaitu $\pm 99.240 \%$, nilai uji derajat pengembangan yaitu $\pm 273 \%$, Nilai kuat tarik yaitu 8.41 kN/m , nilai uji kuat putus yaitu 4.84% , Nilai elastisitas yaitu sebesar 17.25 MPa .

Cindy (2016) meneliti tentang pengaruh penambahan Asam Oleat terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari ekstrak umbi bengkuang. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai pada uji ketahanan air (water content) yaitu $\pm 98.86 \%$, nilai uji derajat pengembangan yaitu $\pm 286\%$,

Nilai kuat tarik yaitu 8,05 kN/m, nilai uji kuat putus yaitu 5.56 %, Nilai elastisitas yaitu sebesar 1,89 MPa.

Nurkarmela (2016), meneliti tentang pengaruh penambahan Gliserol terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari limbah air kelapa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai pada uji ketahanan air (water content) yaitu $\pm 99,210$ %, nilai uji derajat pengembangan yaitu ± 405 %, Nilai kuat tarik yaitu 10,08 kN/m, nilai uji kuat putus yaitu 12,12 %, Nilai elastisitas yaitu sebesar 9,7 MPa.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Yolanda (2016), Cindy (2016), dan Nurkarmela (2016) menunjukkan adanya peningkatan nilai elastisitas, tetapi belum memenuhi sifat – sifat plastik yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan. Dalam rangka menghasilkan plastik yang lebih baik lagi sesuai dengan sifat plastik secara mekanik dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakterial dari Kulit Nanas (*Ananas comosus*)”.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut :

1. Selulosa bakterial dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan plastik yang ramah lingkungan karena mudah terdegradasi, namun sifatnya yang kurang plastis menghasilkan plastik yang kurang baik. Untuk mendapatkan

- plastik yang lebih plastis perlu penambahan *plasticizer*, salah satunya polietilen glikol.
2. Kulit nanas yang terbuang dapat dimanfaatkan kembali sebagai media pengembangbiakan bakteri *Acetobacter Xylinum* yang akan menghasilkan selulosa bakterial.

1.3. Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka perlu dilakukan beberapa pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Kulit nanas yang digunakan dalam pembuatan selulosa bakterial berasal dari kulit nanas yang sudah masak.
2. Analisis pengujian karakteristik plastik *biodegradable* berbasisi selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol yang meliputi uji kandungan air (*water content*), uji derajat penggembungan (*swelling test*), uji kuat tarik (*Tensile Test*), uji pemanjangan (*elongasi*), uji biodegradasi (*Soil Burial Test*), analisis gugus fungsi (FTIR, *Fourier Transform Infra – Red*), dan uji kristalinitas (*X-Ray Diffrakction*).
3. *Plasticizer* yang digunakan yaitu polietilen glikol (BM) 400, 4000 dan 6000 dengan variasi penambahan 0%, 3.5%, 7%, 10.5% dan 14%.
4. Variasi perlakuan pada penelitian ini yaitu massa polietilen glikol dan waktu degradasi.

1.4. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian diatas, maka penulis merumuskan suatu masalah yaitu:

1. Bagaimana pembuatan selulosa bakterial dan pengaruh penambahan polietilen glikol pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas.
2. Mengetahui karakteristik dari sifat fisik, mekanik dan struktur molekul dari plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol.

1.5. Tujuan Penelitian

Secara umum tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol. Secara khusus tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan pengaruh penambahan polietilen glikol pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas.
2. Menentukan sifat fisik (kandungan air dan derajat pengembangan) dari plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol.
3. Menentukan sifat mekanik (kuat tarik, pemanjangan, dan *modulus young*), degradasi pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plasticizer* polietilen glikol.
4. Menentukan biodegradasi plastik *biodegradable* oleh mikroorganisme didalam tanah.
5. Menentukan struktur molekul (menentukan gugus fungsi menggunakan FTIR, menentukan persentase derajat kristalinitas dengan menggunakan XRD) pada

plastik *biodegradabel* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas dengan penambahan *plastisizer* polietilen glikol.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan mengenai pemanfaatan kulit nanas sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial
2. Memanfaatkan kembali kulit nanas yang terbuang percuma, yang dapat mengganggu lingkungan dari baunya yang tidak sedap
3. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa polietilen glikol dapat menjadi *plasticizer* pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial dari kulit nanas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Kulit Nanas

Kulit nanas merupakan salah satu bagian buangan yang dapat dimanfaatkan kembali. Kulit nanas dapat dimanfaatkan kembali sebagai media mendapatkan selulosa bakterial, untuk mendapatkan selulosa bakterial ini dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*, sehingga akan menghasilkan serat – serat selulosa melalui proses fermentasi bakteri (Philip dan William, 2000).

Kemudian oleh Hatam (2013) menjadikan kulit nanas sebagai penangkal radikal bebas yang dilakukan dengan metoda soxhelt. Simon(2005) dan Ibrahim (2015) juga memanfaatkan kulit nanas sebagai bahan pakan ternak. Kulit nanas memiliki kadar nutriennya yang banyak, antaranya mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Kulit nanas mengandung 81 % air, 20.87 % serat kasar, 17.53 % karbohidrat, 4.41 % protein dan 13.65 % gula reduksi (Yulita, 2012).

Komposisi kulit nanas dapat di lihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Komposisi Kulit Nanas

Kandungan	Komposisi (%)
Bahan kering	14.22
Bahan organik	81.9
Abu	8.1
Nitrogen (N)	0.56
Protein kasar (N x 6,25)	3.5
Lemak kasar	3.49
Energi kasar	4481.2

Sumber : (Wijana dkk, 1991)

2.2 Kultur Bakteri dari Ekstrak Buah Nanas

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman. Bakteri ini dapat ditemukan pada daun, akar dan batang tanaman. Bakteri ini tidak merugikan tanaman inang melainkan dapat memberikan banyak manfaat bagi tanaman inangnya (Wulandari, 2012). Bakteri endofit mampu meningkatkan ketahanan tanaman dengan secara mengeluarkan senyawa tertentu terhadap tekanan lingkungan biotik (Utami, 2012).

Sembilan genus bakteri yang ditemukan pada kedua kultivar nanas (Simadu dan biasa) merupakan bakteri nonpatogen yang banyak ditemukan pada buah, tanaman, tanah dan air. Bakteri – bakteri tersebut termasuk bakteri yang menguntungkan tanaman, seperti genus *Pseudomonas* dan *Enterobacter* yang dapat menghasilkan IAA (Indole Acetic Acid) sebagai hormone pemicu pertumbuhan. Bakteri tersebut memberikan pengaruh positif karena dapat mempercepat pertumbuhan tanaman. Kemudian genus lainnya seperti genus *Bacillus*, *Pediococcus*, dan *Acetobacter*

Bakteri ini dapat tumbuh di kondisi dengan $Ph < 4,4$ yang merupakan lingkungan ekstrem bagi pertumbuhan bakteri. Genus *Pediococcus* dan *Acetobacter* merupakan bakteri penghasil asam, dan dapat mendegradasi ethanol menjadi asam asetat dan asam – asam lainnya, sehingga membuat lingkungan medium bagi pertumbuhannya menjadi asam dan memiliki pH yang rendah.

Hasil eksplorasi bakteri endofit yang dilakukan oleh Rahmithasuci (2014) menunjukkan adanya keragaman bakteri endofit pada kultivar nanas Simadu dan biasa. Genus bakteri yang ditemukan pada kedua kultivar nanas tersebut tersebut antara lain *Bacillus Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Pediococcus* dan *Acetobacter*. Pada kultivar Simadu ditemukan genus *Acinetobacter*, *Lactobacillus* dan *Gluconobacter*, yang tidak ditemukan pada kultivar biasa, sedangkan pada kultivar biasa ditemukan genus *Micrococcus* yang tidak ditemukan pada kultivar Simadu.

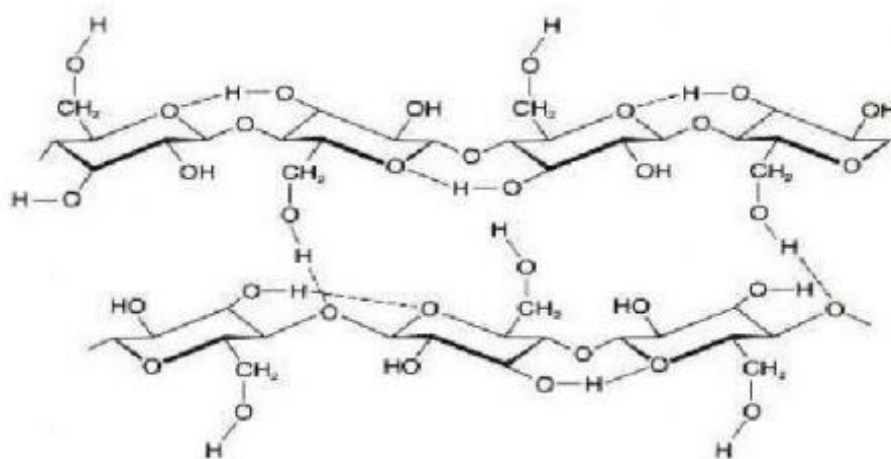
Bakteri yang hanya ditemukan pada nanas biasanya adalah genus *Micrococcus*, *Micrococcus* merupakan salah satu bakteri yang penting dalam mikrobiologi pangan karena kebanyakan spesies dapat memfermentasi gula dengan memproduksi sejumlah asam (Pelczar, 1977), metabolisme dari genus *Micrococcus* tersebut diduga membuat lingkungan dari buah nanas menjadi asam.

2.2.1 Selulosa Bakterial

Selulosa merupakan biopolimer alam yang melimpah di bumi. Setiap tahun diperkirakan sekitar 10^{11} ton selulosa dibiosintesis, ini mencakup sekitar 50% dari karbon yang terdapat dalam senyawa-senyawa organik maupun anorganik (Fessenden, 1997). Selulosa adalah polisakarida struktural yang seperti serabut, liat, tidak larut dalam air dan biasanya banyak ditemukan pada dinding sel tumbuhan (Nelson, 2012). Selain pada tumbuhan selulosa juga dapat diproduksi oleh jamur, beberapa ganggang (alga) dan bakteri. Genus bakteri yang umumnya digunakan yaitu *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Aerobacter*, *Achromobacter*, *Azotobacter*, *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* dan *Sarcina*

(Raghunathan, 2013). Selulosa yang diproduksi oleh bakteri sering dikenal sebagai selulosa bakterial (SB). Bakteri yang sering digunakan yaitu *Acetobacter xylinum* (*A. xylinum*).

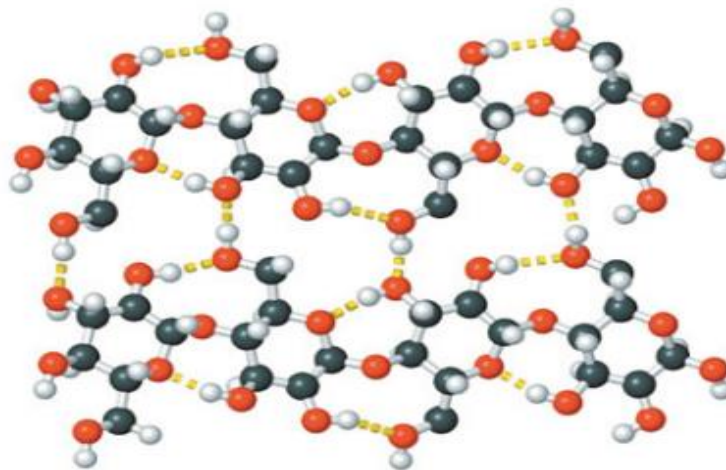
Selulosa merupakan homopolisakarida linear, yang terdiri dari 10.000 atau lebih unit D-glukosa yang dihubungkan oleh ikatan β 1 $\rightarrow$ 4 glikosida. Setiap residu glukosa membentuk pita yang antara satu dengan yang lain saling berputar 180°. Struktur selulosa hampir mirip dengan amilosa, namun pada struktur selulosa ikatan 1 $\rightarrow$ 4 berada dalam konfigurasi β , sedangkan pada amilosa ikatan 1 $\rightarrow$ 4 berada dalam konfigurasi α . Ikatan β (1 $\rightarrow$ 4) pada selulosa tidak dapat terhidrolisis oleh α -amilase, sehingga selulosa oleh vertebrata tidak dapat dicerna. Akibatnya, hampir pada semua organisme tingkat tinggi, selulosa tidak dapat dipergunakan sebagai makanan (Moran, 2012). Berikut struktur kimia dari selulosa adalah sebagai berikut.



Gambar 2.1 Struktur molekul dari Selulosa (Denniston dkk., 2008)

Secara alamiah, molekul-molekul pada selulosa berbentuk seperti benang-benang fibril / serat lurus dan memanjang. Benang-benang fibril ini membentuk

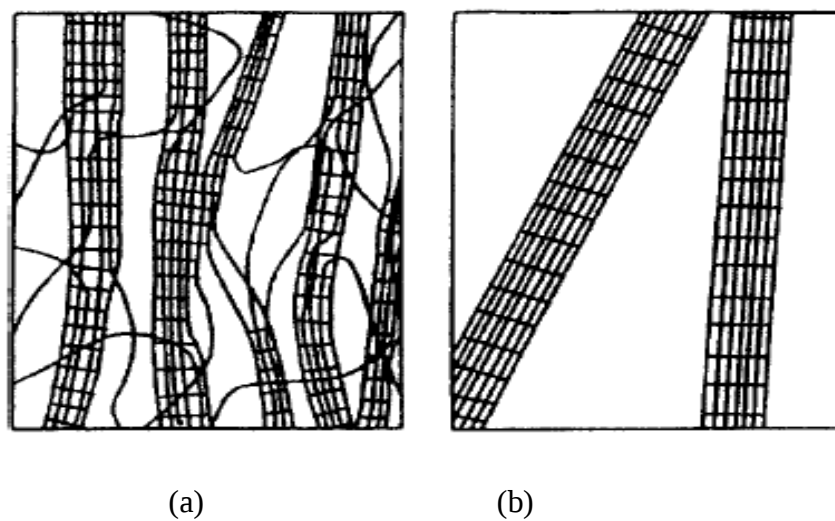
struktur kristal yang dibungkus oleh lignin. Pada benang-benang fibril selulosa akan membentuk rantai bersifat paralel yang disatukan bersama-sama oleh persilangan ikatan hidrogen. Rantai ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. Adanya komposisi dan struktur ini membuat kebanyakan material yang mengandung selulosa bersifat kuat dan keras. Berdasarkan hal ini, selulosa sebagai polisakarida struktural berfungsi untuk memberikan perlindungan, bentuk, dan daya penyangga terhadap sel, jaringan maupun organ (Nelson, 2012).



Gambar 2.2 Persilangan ikatan hidrogen pada benang-benang fibril selulosa (Moran, 2012)

Selulosa bakterial (SB) merupakan polimer alam yang dihasilkan dari proses fermentasi bakteri *A. xylinum*. SB biasanya dapat berkembang dipermukaan *air-liquid* pada media kultur. Secara biologi, selulosa yang diproduksi oleh spesies *Acetobacter* memiliki karakteristik yang unik, karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan selulosa yang berasal dari tumbuhan. Keunggulan dari SB ini seperti ukuran mikrofibril yang lebih halus, memiliki kemurnian yang tinggi, kristalinitas yang tinggi, kekuatan mekanik yang tinggi, dan *uniformity*

(Cahyaningsih, 2015). Disamping itu, SB juga memiliki tingkat polimerisasi yang tinggi, elastisitas, tidak beracun, non-alergenik, biokompatibilitas dan memiliki kapasitas menyerap air yang tinggi (Al-Shamary, 2013). Perbedaan struktur selulosa yang diproduksi oleh bakteri *A. xylinum* dan selulosa yang berasal dari tumbuhan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



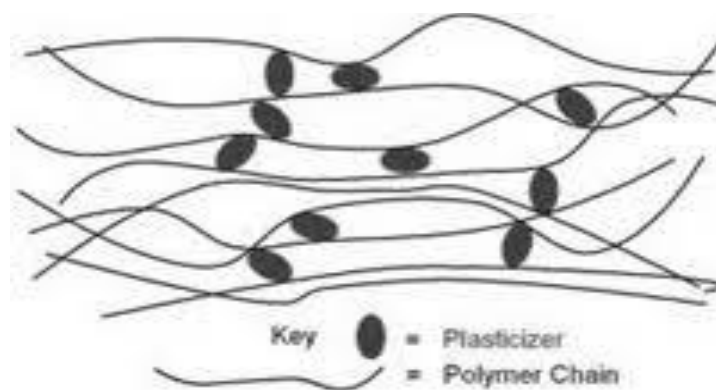
Gambar 2.3 Model skema (a) ditarik dibandingkan dengan misel berumbai (b) mikrofibril SB (Iguchi, 2000)

2.3 Plasticizer

Plastik memiliki berbagai keunggulan antara lain: ekonomis, elastis, kuat, transparan, kuat, tidak mudah pecah, dan sebagian ada yang tahan panas. Salah satu bahan yang dapat membuat plastik menjadi elastis adalah *plasticizer* (Maryati. 2014). Meningkatnya jumlah *plasticizer* yang terkandung dalam kompleks dapat menyebabkan interaksi antara rantai polimer lebih rendah dan karena itu resistensi terhadap aliran geser menurun (Intan. 2011).

Plasticizer merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk menurunkan kekakuan dari polimer, dan meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakterial ini sangat diperlukan sekali adanya *plasticizer* untuk memperoleh sifat plastik yang khusus (Anita, 2013).

Plasticizer sering digunakan untuk memperbaiki sifat elastisitas dan mengurangi sifat barrier film dari pati. Kemampuan *Plasticizer* dalam memplastisasi dipengaruhi oleh polaritas dan fleksibilitas molekul, *Plasticizer* mampu menempatkan dirinya di antara molekul polimer sehingga mengganggu interaksi polimer – polimer dan meningkatkan fleksibilitas. Mekanisme kerja *pemlastis* dapat dilihat pada gambar 2.4.

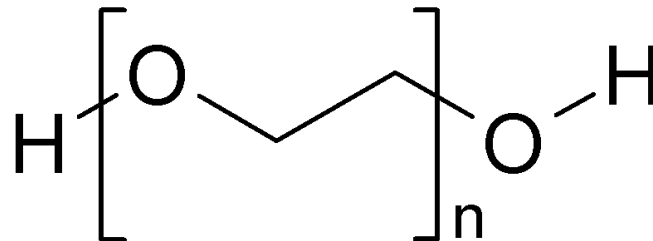


Gambar 2.4 Mekanisme kerja *plasticizer* (Trotignon, 1996)

2.3.1 Polietilen Glikol

Polietilen glikol (PEG) mempunyai beberapa sifat kimia yang membuatnya istimewa dalam berbagai bidang seperti biologi, kimia dan farmasi. Polietilen glikol memiliki sifat yang baik diantaranya kelarutan yang baik didalam air, dan pelarut organik, sifat toksis rendah, tidak bersifat antigen dan imunogen

dan hidrofilik, (Parra *et.al*, 2006). Gambar struktur kimia polietilen glikol dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Struktur kimia polietilen glikol

Polietilen glikol (PEG) biasanya digunakan sebagai pengemulsi, pelembap, *pemlastis* dan pelumas pada industri tekstil. Polietilen glikol (PEG) merupakan polimer dari etilen oksida, dibuat menjadi bermacam –macam panjang rantainya. Bahkan ini terdapat dalam berbagai macam berat molekul dan yang paling banyak digunakan adalah polietilen glikol 200, 400, 600, 1000, 1500, 1540, 3350, 4000, dan 6000.

PEG yang memiliki berat molekul rata – rata 200 - 600 berupa cairan bening tidak berwarna, polietilen glikol berupa cairan ini lebih baik digunakan sebagai *plasticizer* (Parra *et.al*, 2006).

2.4 Plastik *Biodegradable*

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Plastik ini biasanya digunakan untuk pengemasan. Kelebihan film plastik antara lain tidak mudah ditembus uap air sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemas (Agustina Putri, 2014).

Sifat – sifat plastik secara mekanik sesuai dengan Standar Nasional

Indonesia (SNI) ditunjukkan pada table dibawah ini :

Tabel 2.2. Sifat Mekanik

No.	Karakteristik	Nilai
1	Kuat tarik (MPa)	24,7-302
2	Persen elongasi (%)	21-220
3	Hidrofobisitas (%)	99

Sumber: (Darni dan Herti, 2010).

Plastik *biodegradable* adalah suatu bahan dalam kondisi tertentu mengalami perubahan dalam struktur kimianya, yang mempengaruhi sifat – sifat yang dimilikinya karena pengaruh mikroorganisme, (Aryani Putri, 2014), plastik *biodegradable* mengalami degradasi secara alami yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, jamur, dan ganggang. Plastik *biodegradable* berbahan dasar pati / amilum dapat didegradasi oleh bakteri *pseudomonas* dan *bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer – monomernya. Senyawa – senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air.

Sebagai pembanding, plastik tradisional membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik *biodegradable* yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah.

Berdasarkan bahan baku yang dipakai, plastik *biodegradable* menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok baku petrokimia (non-renewable resources), dan kelompok kedua adalah dengan keseluruhan bahan baku dari sumber daya alam terbarukan (renewable resources) seperti dari bahan tanaman pati dan selulosa

serta hewan seperti cangkang atau dari mikroorganisme yang dimanfaatkan untuk mengakumulasi plastik yang berasal dari sumber tertentu seperti lumpur aktif atau limbah cair yang kaya akan bahan-bahan organik sebagai sumber makanan bagi mikroorganisme tertentu (Ningsih SW, 2010).

Plastik *biodegradable* dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan berpati atau berselulosa. Cara pembuatan *biodegradable* plastik yang berbasis pati antara lain:

1. Mencampurkan pati dengan plastik konvensional (PE atau PP) dalam jumlah kecil (10-20%)
2. Mencampurkan pati dengan turunan hasil samping minyak bumi, seperti PCL, dalam komposisi yang sama (50)
3. Menggunakan proses ekstraksi untuk mencampur pati dengan bahan-bahan seperti protein kedelai, gliserol, alginate, lignin dan sebagai bahan plasticizer (Ummah Al Nathiqoh, 2013).

2.5 Karakterisasi Sifat Fisik Plastik *Biodegradable*

2.5.1 Pengukuran Kandungan air (*Water content*)

Water content merupakan jumlah kandungan air yang terdapat didalam Selulosa bakterial (SB). Penentuan kandungan air pada SB merupakan hal penting untuk menentukan sifat fisik dan kualitas dari SB yang dihasilkan. Kandungan air pada SB dipengaruhi oleh kecukupan nitrogen dalam medium. Kecukupan nitrogen dalam medium akan mendorong bakteri dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan SB dengan ikatan kuat dengan pori yang kecil. Kuatnya ikatan selulosa ini menyebabkan jumlah air yang terperangkap dalam jaringan SB lebih

rendah, sehingga kadar air menjadi rendah (Tari dkk., 2010). Kandungan air dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\% \text{ Kandungan Air} = \frac{\text{Berat Basah} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Basah}} \times 100\%$$

2.5.2 Uji Kapasitas Serap Air (*Swelling*)

Sifat ketahanan suatu film plastik terhadap air dapat ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu persentase pengembangan film oleh adanya air (Coniwanti, 2014). Sifat fisik hasil modifikasi dikaji berdasarkan hidrofilitas permukaan. Hidrofilitas dipelajari berdasarkan kapasitas serap air (*swelling*). Analisis sifat fisik berdasarkan indeks *swelling* dan kelarutan Indeks *swelling* material dapat diketahui saat sudah tercapai keadaan stasioner yaitu saat kesetimbangan (Syarifudin, 2015)

Swelling biasanya dapat ditentukan dengan cara merendam membran polimer dalam suatu pelarut dan dalam jangka waktu tertentu. Pelarut umum yang digunakan untuk *swelling* adalah air, sedangkan waktu perendaman biasanya 24 jam. Kemudian, menimbang massa polimer sebelum dan sesudah direndam. Derajat pengembangan dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

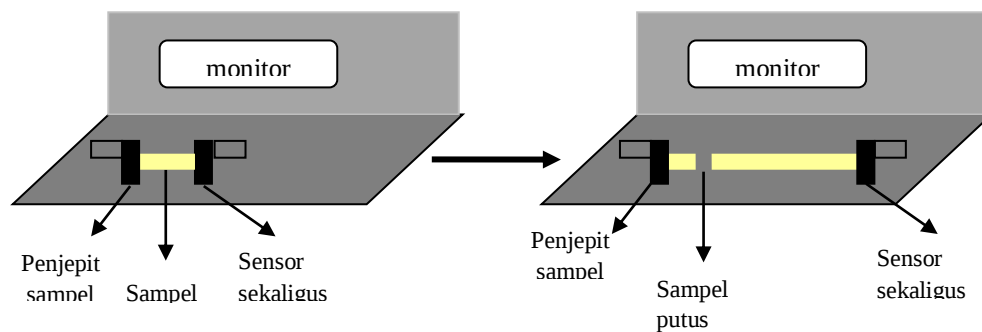
$$\text{Derajat Pengembangan}(\%) = \frac{\text{Berat Konstan} - \text{Berat Kering}}{\text{Berat Kering}} \times 100\%$$

2.6 Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

2.6.1 Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Uji kuat Tarik (*tensile strength*) merupakan pengujian gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh material atau SB selama pengujian berlangsung sampai

terputus. Kualitas material atau SB tergantung pada kekuatan tarik SB tersebut. Semakin tinggi kekuatan tariknya, maka semakin bagus kualitas dari SB yang dihasilkan (Iskandar, 2010). Ilustrasi proses uji kuat Tarik dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Ilustrasi Proses Uji Kuat Tarik (Rahmayuni, 2016)

2.6.2 Pemanjangan (*Elongasi*)

Elongasi merupakan perubahan panjang material sampai material tersebut putus akibat menerima gaya renggangan pada pengujian kuat tarik. % elongasi berbanding lurus dengan % kuat tarik. Nilai elongasi atau % pemanjangan juga dapat diartikan sebagai perubahan panjang maksimal suatu plastik sampai terputus. Nilai elongasi suatu plastik akan menentukan kualitas plastik tersebut. Semakin tinggi % elongasinya maka semakin baik plastik tersebut.

2.7 Biodegradasi

Biodegradasi adalah proses kimia selama mikro-organisme yang tersedia dilingkungan mengkonversi bahan menjadi zat alami seperti air, karbon dioksida, dan kompos (aditif buatan tidak diperlukan). Proses biodegradasi tergantung pada kondisi lingkungan sekitarnya (misalnya lokasi atau suhu), pada material dan pada

aplikasi (Gill. 2014). Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik degradasi yang berbeda, sehingga bervariasi antara satu mikroorganisme dengan mikroorganisme yang lain.

Uji biodegradasi dilakukan dengan metode dipendam dalam tanah. Metode kuantitatif yang paling sederhana untuk mengkarakterisasi terjadinya biodegradasi suatu polimer adalah dengan menentukan kehilangan massa dan degradabilitas material polimer. Kehilangan massa ditentukan dengan cara menimbang massa polimer sebelum dan setelah proses biodegradasi selama selang waktu tertentu, (Sumartono. 2015). Persen kehilangan massa sampel bioplastik dapat menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\text{Kehilangan Masa (\%)} = \frac{\text{Massa Awal} - \text{Massa Akhir}}{\text{Massa Awal}} \times 100\%$$

2.8 Karakterisasi Struktur Molekul Plastik *Biodegradable*

2.8.1 Analisa Gugus Fungsi Menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Metoda spektroskopi FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan metode spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk analisis hasil spektrumnya. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absorpsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Absorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi apabila terpenuhi dua syarat, diantaranya kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional dan perubahan momen dipol selama bervibrasi (Anam dkk, 2007).

Spektroskopi FT-IR adalah alat yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi daerah inframerah pada berbagai panjang gelombang spektroskopi FT-IR merupakan salah satu teknik identifikasi penentuan struktur. Secara kualitatif, spectrometer FT-IR dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada dalam struktur molekul yakni berupa munculnya puncak-puncak baru atau hilangnya puncak-puncak tertentu. Data yang dihasilkan dari uji spectrum FT-IR adalah puncak-puncak spektrum karakteristik yang di gambarkan sebagai kurva transmitansi (%) dan bilangan gelombang pada sampel yang diujikan yang kemudian akan dianalisis (Miftahatul I, 2013).

2.8.2 Uji Derajat Kristalinitas Menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD)

XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan sebuah instrumen yang dapat memberikan banyak informasi tentang struktur termasuk keadaan amorf dan kristalin suatu polimer. Struktur dari suatu material atau sampel polimer dapat diketahui dengan cara meletakkan sampel pada *sample holder* difraktometer sinar X. Selanjutnya difraktometer dinyalakan untuk memulai proses difraksi sinar X sehingga diperoleh hasil difraksi berupa difraktogram yang menyatakan hubungan antara sudut difraksi dengan intensitas sinar X yang dipantulkan.

Pada difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan polimer amorf cenderung menghasilkan puncak yang melebar. Pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristalit, perkiraan ukuran kristalit, dan perbandingan daerah kristalin dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti, 2009).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan plasticizer polietilen glikol terhadap pembuatan plastic selulosa bacterial terlihat dari perbedaan penambahan konsentrasi *plasticizer* yang diberikan, semakin tinggi konsentrasi polietilen glikol yang ditambahkan ke dalam medium fermentasi, maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan oleh bakteri untuk membentuk serat selulosa.
2. Semakin besar konsentrasi polietilen glikol maka persen kandungan air dan derajat penggembungan selulosa bacterial polietilen glikol mengalami penurunan, kekuatan tarik plastic juga menurun dan maksimum pada plastic selulosa bacterial polietilen glikol 0%, kemampuan pemanjangan plastic selulosa bacterial polietilen glikol menurun seiring bertambahnya konsentrasi polietilen glikol yang ditambahkan dan mengalami kondisi optimum pada selulosa bacterial polietilen glikol 4000 dengan konsentrasi 10.5%. *Modulus young* maksimal berada pada plastic selulosa bacterial polietilen glikol 4000 dengan konsentrasi 10.5% yaitu 18.05 kN/m. Perbedaan berat molekul plasticizer yang digunakan dapat mempengaruhi hasil yang akan dicapai.
3. Dari data FTIR tidak ditemukan suatu gugus fungsi baru, hal ini menunjukkan penambahan polietilen glikol tidak merubah struktur selulosa bacterial, data derajat kristalinitas menunjukkan dengan penambahan polietilen glikol dapat menurunkan derajat kristalinitas plastik

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan:

1. Penelitian ini memerlukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM untuk menentukan permukaan plastic yang dihasilkan serta untuk mengetahui posisi polietilen glikol didalam plastic selulosa bacterial polietilen glikol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Putri Serly.2014. *Teknik Kimia: Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati Dari Umbi Gadung*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang.
- Aryani, Rizki.2014. *Teknik Kimia: Pembuatan Plastik Biodegradable Menggunakan Pati Dari Singkong Karet (Manihot Glazovii)*. Politeknik Negeri Sriwijaya: Palembang
- Anam, C., Sirojudin, Firdausi, K.S. 2007. Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*. Vol. 10, 79-85
- Anas, A.K., Arieftha, N.R., Nurfiana, y., Rohaeti, E. 2011. *Pengaruh Penambahan 1,4-Butanadiol dan Polietilen glikol (PEG) 1000 Terhadap Kemudahan Biodegradasi Bioplastik dari biji Nangka (Artocarpus heterophyllus)*. Eksakta: jurnal ilmu-ilmu MIPA. ISSN : 1411-1047.
- Anita, Z., Fauzi, A., Hamidah, H. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong . *Jurnal Teknik Kimia Usu*, Vol. 2, No. 2.
- Cavka, Adnan. Et al. 2013. *Production of Bacterial Cellulose and Enzyme from Waste Fiber Sludge*. *Biotechnology for Biofuels*. Vol. 6:25
- Cindy, F. 2016 . Pengaruh Penambahan Asam Oleat Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakterial Dari Ekstrak Umbi Bengkuang. Universitas Negeri Padang.
- Coniwanti, P., Dkk. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 4, Vol. 20.
- Darni Y. dan H. Utami. 2010. Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Dan Hidrofobisitas Bioplastik Dari Pati Sorgum. *Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan*, 7 (4): 88-93.
- Dede, Rais.2007. Pengaruh Konsentrasi PEG 400 Terhadap Karakteristik Bioplastik Polihidroksialkanot (PHA) Yang Dihasilkan Oleh *Ralstonia Eutropha* Menggunakan Hidrolisat Pati Sagu. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Denniston, K., Topping, J., Caret, R. 2008. General, Organic and Biochemistry Sixth Edition. New York : McGraw-Hill Higher Education.