

**PENGARUH PERENDAMAN ZAT ADITIF KITOSAN
TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE*
BERBASIS SELULOSA GLISEROL BAKTERIAL DARI AIR
KELAPA (*Cocos nucifera*)**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelas
Sarjana Sains*



**Oleh:
RISKA ANDRIANI
NIM. 17036166/2017**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

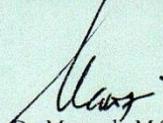
PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH PERENDAMAN ZAT ADITIF KITOSAN
TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE*
BERBASIS SELULOSA GLISEROL BAKTERIAL DARI AIR
KELAPA (*Cocus nucifera*)**

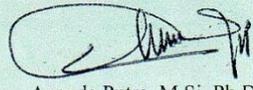
Nama : Riska Andriani
NIM : 17036166
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2019

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia


Dr. Mawardi, M.Si
NIP. 196111231989031002

Disetujui Oleh:
Pembimbing


Ananda Putra, M.Si, Ph.D
NIP. 197201271997021002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Riska Andriani
NIM : 17036166
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH PERENDAMAN ZAT ADITIF KITOSAN TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS SELULOSA GLISEROL BAKTERIAL DARI AIR KELAPA (*Cocus nucifera*)

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

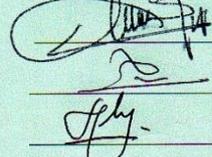
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2019

Tim Penguji

Nama
Ketua : Ananda Putra, M.Si, Ph.D
Anggota : Prof. Ali Amran, M.Pd, M.A, Ph.D
Anggota : Dra. Sri Benti Etika, M.Si

Tanda Tangan



The image shows three handwritten signatures in black ink, each written over a horizontal line. The signatures are cursive and appear to be those of the examiners listed in the adjacent text.

**Pengaruh Perendaman Zat Aditif Kitosan Terhadap Kualitas Plastik
Biodegradable Berbasis Selulosa Gliserol Bakterial dari Air Kelapa (*Cocos
nucifera*)**

Riska Andriani

ABSTRAK

Plastik merupakan polimer yang paling banyak digunakan dalam kehidupan dan menyebabkan pencemaran plastik global di lingkungan. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan tujuan untuk membuat plastik yang bersifat *biodegradable* dengan memanfaatkan selulosa bakterial yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* dengan media air kelapa dan penambahan pemlastis berupa gliserol 3,5% pada medium fermentasi dan perendaman menggunakan zat aditif yaitu kitosan dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% pada selulosa gliserol bakterial yang telah terbentuk.

Fermentasi selulosa bakteri dilakukan hingga terbentuk ketebalan 0,5-1 cm dan perendaman selulosa gliserol bakterial dalam kitosan selama 3 hari. Plastik selulosa gliserol bakterial kitosan yang dihasilkan dikarakterisasi meliputi uji kandungan air (*water content*), derajat pengembangan (*swelling test*), uji kuat tarik (*tensile strength*), uji biodegradasi (*soil burial test*), analisis gugus fungsi (*FTIR*) dan uji kristanilitas (*X-Ray*).

Hasil uji kandungan air dan derajat pengembangan pada plastik selulosa gliserol bakterial kitosan, didapatkan plastik semakin tinggi konsentrasi kitosan maka semakin kecil nilai persentasi kandungan air dan derajat pengembangan. Hasil uji mekanik menunjukkan kenaikan nilai kuat tarik dan elongasi dengan semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan. Elastisitas (*modulus young*) tertinggi yaitu pada plastik selulosa gliserol bakterial tanpa perendaman dengan kitosan sebesar 4,20 Mpa. Pada uji biodegradasi didapatkan perendaman dengan kitosan dapat memperlambat plastik terdegradasi. Pada analisis gugus fungsi plastik menunjukkan adanya gugus baru yaitu gugus amina ($-NH_2$). Analisis derajat kristanilitas menunjukkan bahwa perendaman menggunakan kitosan dapat menurunkan persentase kristalin.

Kata kunci: *plastik biodegradable, air kelapa, selulosa gliserol bakterial, selulosa gliserol bakterial kitosan, kitosan.*

Effect of Soaking of Chitosan Additives on Biodegradable Plastic Based on Bacterial Cellulose Glycerol from Coconut Water (*Cocos nucifera*)

Riska Andriani

ABSTRACT

Plastic is the most widely used polymer in life and causes global plastic pollution in the environment. Therefore, research was conducted with the aim of making biodegradable plastics by utilizing bacterial cellulose produced by *Acetobacter xylinum* with coconut water media and the addition of plasticizers in the form of 3.5% glycerol in the fermentation medium and immersion using additives namely chitosan with a variation of concentration 2%, 4%, 6%, 8% and 10% in bacterial glycerol cellulose that has been formed.

Bacterial cellulose fermentation was carried out to form 0.5-1 cm thickness and soaking bacterial glycerol cellulose in chitosan for 3 days. Bacterial cellulose glycerol plastic chitosan produced is characterized including water content test, swelling test, tensile strength, biodegradation test (soil burial test), functional group analysis (FTIR) and crystallinity test (FTIR) and crystallinity test (FTIR) X-Ray).

The results of the test of water content and the degree of bubbling on cellulose glycerol bacterial chitosan plastic, obtained the higher the concentration of chitosan, the smaller the percentage value of water content and degree of inflation. Mechanical test results showed an increase in the value of tensile strength and elongation with the higher concentration of chitosan used. The highest elasticity (modulus young) is in the bacterial cellulose glycerol without immersion with chitosan at 4.20 MPa. In the biodegradation test it was found that soaking with chitosan can slow down degraded plastic. In the analysis of plastic functional groups showed the existence of a new group that is the amine group (-NH₂). Analysis of the degree of crystallinity shows that immersion using chitosan can reduce the percentage of crystalline.

Keywords: *biodegradable plastic, coconut water, bacterial glycerol cellulose, chitosan bacterial glycerol cellulose, chitosan.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Shalawat dan salam tidak lupa kita kirimkan untuk nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam setiap aktivitas yang kita jalani, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Perendaman Zat Aditif Kitosan terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Gliserol Bakterial dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)”**.

Skripsi ini diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulisan skripsi penelitian ini tidak terlepas dari bantuan, petunjuk, arahan dan masukan yang berharga dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Ananda Putra, M.Si, Ph.D, selaku pembimbing.
2. Bapak Prof. Ali Amran, M.Pd, MA, Ph.D dan Dra. Sri Benti, M.Si, selaku dosen penguji.
3. Bapak Dr. Mawardi, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Hary Sanjaya, M.Si, selaku Ketua Prodi Kimia Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Staf Akademik Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
6. Kedua Orang Tua penulis tercinta yang telah memberikan semangat serta dorongan kepada penulis.

7. Teman-teman yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis dalam pelaksanaan penelitian.

Untuk kesempurnaan penyusunan skripsi, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR SINGKATAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Luaran Penelitian	5
G. Manfaat Penelitian	5
BAB II KERANGKA TEORITIS	6
A. Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>).....	6
B. Selulosa.....	7
C. Selulosa Bakteri	8
D. Plastisizer	10
1. Gliserol.....	11
2. Kitosan	12
E. Plastik <i>Biodegradable</i>	13
F. Karakterisasi Sifat Fisik Plastik <i>Biodegradable</i>	15
1. Kandungan Air (<i>Water Content</i>).....	15
2. Derajat Peggembungan (<i>Swelling</i>).....	15
G. Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	15
1. Kuat Tarik (<i>Tenssile Strength</i>).....	15
2. Kuat Putus (Elongasi)	16
3. Biodegradasi.....	16
H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradable</i>	17

1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	17
2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat Penelitian	19
B. Sampel Penelitian.....	19
C. Variabel Penelitian	19
D. Alat dan Bahan.....	19
1. Alat.....	19
2. Bahan.....	20
E. Prosedur Kerja.....	20
1. Pembuatan dan Penyediaan Starter <i>A. Xylinum</i> Air Kelapa.....	20
2. Penyiapan Air Kelapa	21
3. Pembuatan Medium	21
4. Pembuatan SB	21
5. Pencucian dan Pemurnian SB	21
6. Pembuatan Lembaran Plastik SB dari Air Kelapa	22
7. Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i>	22
a. Uji Kandungan Air (<i>Water Content</i>).....	22
b. Uji Derajat Peggembangan (<i>Swelling Test</i>)	23
8. Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	23
a. Uji Kuat Tarik (Tensile Strenght)	23
b. Uji Kuat Putus (Elongasi)	24
c. Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>).....	24
9. Analisis Struktur Molekul plastik <i>Biodegradable</i>	25
a. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	25
b. Kristalinitas Plastik	25
F. Desain Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan	27
B. Plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan	28
C. Kandungan Air Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan (<i>Water Content</i>) ...	29
D. Analisa Sifat Mekanik Plastik SGBK	30

1. Kuat Tarik (Tensile Strength)	30
2. Elongasi Plastik SGBK	31
3. Elastisitas (<i>Modulus Young</i>) Plastik SGBK	32
E. Derajat Penggembungan Plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan	33
F. Kemampuan Biodegradasi Plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan .	34
G. Analisa Gugus Fungsi Plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan	35
H. Analisa Kristalinitas Plastik SGBK	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
A. Kesimpulan	40
B. Saran.....	41
KEPUSTAKAAN	42
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur kimia dari selulosa.....	8
2. Struktur kimia gliserol.....	11
3. Struktur kimia kitosan	12
4. Plastik selulosa gliserol bakteri kitosan.....	28
5. Pengaruh perendaman dengan kitosan terhadap kandungan air selulosa gliserol bakterial.	29
6. Pengaruh perendaman kitosan terhadap kuat tarik plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan.....	30
7. Pengaruh perendaman kitosan terhadap kemampuan pemanjangan plastik SGBK.	31
8. Pengaruh perendaman kitosan terhadap nilai <i>modulus young</i> plastik SGBK. ..	32
9. Pengaruh penambahan gliserol dan perendaman menggunakan kitosan terhadap pengembangan plastik	33
10. Perbedaan plastik SGB dan SBGK 8% setelah 18 hari.....	34
11. Pengaruh perendaman dengan kitosan terhadap kemampuan degradasi plastik Selulosa Gliserol-Bakterial Kitosan.	35
12. Spektrum FTIR : a) selulosa gliserol bakterial dan b) selulosa gliserol bakterial kitosan 8%.	36
13. Difaktogram XRD : a) Selulosa Gliserol Bakterial dan b) Selulosa-Gliserol Bakteri Kitosan 8%.	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Gizi dari Air Kelapa.....	7
2. Perbedaan sifat fisik dan mekanik LDPE rantai panjang dan HDPE.....	14
3. Sifat Mekanik dan fisik Plastik dari pati sorgum.	14
4. Perlakuan terhadap pembentukan plastik selulosa gliserol bakterial kitosan....	27
5. Pajang Gelombang Puncak Spektra Plastik Selulosa-Gliserol Bakterial.	37
6. %Derajat Kristanilitas SGB dan SGBK 8%	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 . Skema kerja penyiapan dan penyediaan starter <i>Acetobacter xylinum</i>	46
2 . Skema Pembuatan medium	47
3 . Skema kerja pembuatan selulosa bakteri.....	48
4. Skema kerja Pemurnian SB	49
5 . Skema kerja pembuatan lembaran plastik	50
6 . Uji Kandunga Air (<i>Water content</i>).....	51
7 . Uji Derajat Peggembangan (<i>Swelling test</i>)	52
8 . Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Streght</i>).....	53
9 . Uji Kuat Putus (<i>Elongasi</i>)	54
10. Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>)	55
11. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	56
12. Analisis Kristalinitas Plastik menggunakan XRD.....	57
13. Data Kandungan Air Selulosa Bakteri dengan Penambahan Gliserol 3,5% dan dengan Perendaman Kitosan	58
14. Perhitungan Kandungan Air Selulosa Bakteri dengan Penambahan Gliserol 3,5% dan dengan Perendaman Kitosan.	59
15. Data Derajat Peggembangan Plastik <i>Biodegradable</i> dengan Penambahan Gliserol 3,5% dan dengan Perendaman Kitosan	60
16. Perhitungan Penentuan Derajat Peggembangan Plastik Selulosa Gliserol Bakterial dan Plastik Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan.	61
17. Data Degradasi Plastik <i>Biodegradable</i> Selulosa Bakterial dengan Penambahan Gliserol dan dengan Perendaman Kitosan.	62
18. Perhitungan Persentase Degradasi Plastik <i>Biodegradable</i> Selulosa Bakterial dengan Penambahan Gliseol dan dengan Perendaman Kitosan	63
19. Data Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>) , % Pemanjangan (Elongasi) Dan Elastisitas (<i>Modulus Young</i>).....	64
20. Perhitungan Menghitung Modulus Young (Elastisitas)	65
21. Spektrum FTIR SGB dan SGBK.....	66
22. Difraktogram XRD Plastik SGB dan SGBK.....	68
23. Data dan Perhitungan Penentuan Persentasi Derajat Kristanilitas Plastik SGBK	69
24. Dokumentasi Penelitian.....	70

DAFTAR SINGKATAN

<i>A.Xylinum</i>	= <i>Accetobacter xylinum</i>
SB	= Selulosa Bakterial
FTIR	= <i>Spektrofotometer Transformasi Infra Red</i>
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
SEM	= <i>Scanning Electron Microscope</i>
NaOH	= Natrium Hidroksida
SGB	= Selulosa-Gliserol Bakterial
SGBK	= Selulosa Gliserol Bakterial Kitosan
%Ka	= Persen kandungan Air
%Dp	= Persen derajat pengembangan
Bb	= Berat basah
Bk	= Berat kering
Bkn	= Berat konstan
Ba	= Berat awal
M_0	= Massa sebelum di kubur
M	= Massa setelah di kubur

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik merupakan polimer yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari kita terutama dalam aplikasi pengemasan (Mekonnen *et al.*, 2013). Bahkan, 34 juta ton sampah plastik dihasilkan setiap tahun di seluruh dunia dan 93% dari mereka dibuang di *landfill* dan lautan (Pathak *et al.*, 2014). Konsumsi plastik di negara-negara berkembang telah dilaporkan lebih dari rata-rata dunia karena tingkat urbanisasi dan perkembangan ekonomi yang lebih tinggi. Misalnya, negara-negara berkembang seperti Cina, Indonesia, Filipina, Sri Lanka dan Vietnam dilaporkan menghasilkan lebih dari 50% pencemaran plastik global di lingkungan laut (Li *et al.*, 2016).

Film *biodegradable* baru yang dibuat dari biopolimer memainkan peran penting dalam menurunkan dampak lingkungan dari sampah plastik yang tidak dapat terurai (Soo dan Sarbon, 2018). Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar *petroleum*, gas alam atau batu bara. Sementara bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya pati, selulosa, kolagen, kasein, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan (Sanjaya dkk, 2011).

Selulosa adalah salah satu biopolimer yang paling melimpah di dunia bersama dengan lignin dan hemiselulosa. Selulosa banyak ditemukan pada bahan-bahan

yang berasal dari tanaman. Selulosa yang berasal dari tanaman memiliki struktur yang kompleks dan berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Selain dihasilkan oleh tanaman, selulosa juga disintesis oleh alga, tunikata dan beberapa bakteri (Klemm *et al.*, 2006). Beberapa bakteri yang diketahui bisa memproduksi selulosa antara lain adalah *Acetobacter*, *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* dan *Sarcina*. *Strain* bakteri penghasil selulosa yang dilaporkan paling efisien adalah *Acetobacter xylinum*, yaitu *strain* gram negatif dari bakteri penghasil asam asetat (Klemm *et al.*, 2006). Selulosa bakterial memiliki struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan, namun selulosa bakterial memiliki keunggulan antara lain kemurnian tinggi, derajat kristalinitas tinggi, kekuatan tarik tinggi, elastis dan terbiodegradasi.

Adapun dalam pembuatan selulosa bakteri sebagai plastik *biodegradable* dapat dilakukan dengan memanfaatkan air kelapa. Dimana Air kelapa kaya akan nutrisi yaitu gula, protein dan lemak sehingga sangat baik untuk pertumbuhan bakteri penghasil produk pangan. Air kelapa merupakan 25% bagian dari komponen buah kelapa. Air kelapa muda mengandung air 95.50%, protein 0.10%, lemak kurang dari 0.10%, karbohidrat 4.00% dan abu 0.40%. Air kelapa muda juga mengandung vitamin C sebesar 2.20-3.40 mg/100 ml dan vitamin B kompleks yang terdiri atas asam nikotinat, asam pantotenat, biotin, asam folat, vitamin B1 dan sedikit piridoksin. Air kelapa muda juga mengandung sejumlah mineral yaitu nitrogen, fosfor, kalium, magnesium, klorin, sulfur dan besi (Yanuar, 2015).

Air kelapa sangat mudah kita jumpai dan dapat diolah menjadi alternatif lain yaitu sebagai plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri yang akan

menghasilkan manfaat cukup banyak. Untuk meningkatkan sifat plastik maka perlu ditambahkan zat pemlastik dan zat aditif. Zat pemlastik dan zat aditif yang akan digunakan yaitu gliserol dan kitosan. Gliserol dipilih karena mudah terurai (*degredeable*), mudah didapatkan, murah serta dapat diperbaharui. Sedangkan kitosan dipilih sebagai zat aditif karena kitosan memiliki fleksibilitas yang cukup baik, tidak larut dalam kebanyakan pelarut seperti air serta memiliki sifat mekanik yang tinggi dan bersifat anti mikroba.

Melanjutkan dari pada penelitian Nurkamela (2017) mengenai pengaruh penambahan gliserol terhadap kualitas plastik *biodegradable* dari air kelapa menunjukkan adanya pengaruh yang cukup baik dengan adanya penambahan gliserol dan selanjutnya untuk meningkatkan kualitas dari plastik *biodegradable* di tambahkan zat aditif yaitu kitosan. Dalam meningkatkan pemanfaatan air kelapa dan untuk mengurangi pemakaian plastik konvensional yang sulit terdegradasi yang menyebabkan pencemaran lingkungan maka penulis tertarik untuk membuat penelitian tentang “pengaruh perendaman zat aditif kitosan terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa (*Cocos nucifera*)”.

B. Identikasi Masalah

1. Air kelapa merupakan bahan yang banyak mengandung nutrisi seperti gula, karbohidrat dan lainnya sehingga sangat baik digunakan sebagai media pengembangbiakan bakteri *A. Xylinum* yang akan menghasilkan selulosa bakterial.
2. Selulosa gliserol bakterial dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan plastik yang ramah lingkungan serta mudah terdegradasi namun

karena sifatnya yang kurang elastis dan daya kuat tarik yang kurang kuat menghasilkan plastik yang kurang baik.

3. Untuk meningkatkan kualitas plastik yang lebih kuat perlu perendaman zat aditif, seperti kitosan.

C. Batasan Masalah

1. Selulosa gliserol bakterial yang digunakan adalah selulosa gliserol bakterial dengan penambahan gliserol 3,5%.
2. Zat aditif yang digunakan yaitu kitosan 2%, 4%, 5%, 6%, 8% dan 10%.
3. Variasi perlakuan pada penelitian ini yaitu konsentrasi kitosan 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% serta waktu degradasi 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari, 15 hari dan 18 hari.
4. Analisis pengujian karakteristik plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa dengan perendaman zat aditif kitosan yang meliputi uji kandungan air (*water content*), derajat pengembangan (*swelling test*), uji kuat tarik (*tensile test*), uji kuat putus (elongasi), uji biodegradasi (*soil burial test*), analisis gugus fungsi (*Fourier Transform Infra – Red*) dan uji kristalinitas (*X-Ray Diffraction*).

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi kitosan pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa.
2. Bagaimana karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan gugus fungsi, serta kristalinitas dari plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa dengan perendaman zat aditif kitosan.

E. Tujuan Penelitian

1. Menentukan pengaruh variasi konsentrasi kitosan pada pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa.
2. Menentukan karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan gugus fungsi serta kristalinitas dari plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa dengan perendaman zat aditif kitosan.

F. Luaran Penelitian

Luaran penelitian yang diharapkan pada penelitian ini adalah:

1. skripsi.
2. Publikasi ilmiah berupa jurnal yang akan di submit ke jurnal internasional.
3. Menghasilkan contoh produk prototipe.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah wawasan mengenai manfaat air kelapa sebagai bahan dasar dalam pembuatan plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial.
2. Memberikan informasi bahwa kitosan dapat digunakan sebagai zat aditif pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa gliserol bakterial dari air kelapa.

BAB II KERANGKA TEORITIS

A. Kelapa (*Cocos nucifera*)

Kelapa (*Cocos nucifera* L. *Arecaceae*) adalah salah satu tanaman pangan paling populer di seluruh dunia, terutama di beberapa negara di wilayah Asia Tenggara dan dikenal sebagai "pohon kehidupan" (DebMandal & Mandal, 2011). Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serba guna, khususnya bagi masyarakat pesisir. (Pratiwi, 2013).

Taksonomi tanaman kelapa menurut Warsino adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Liliopsida</i> (monokotil)
Sub kelas	: <i>Arecidae</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i> (suku pinang-pinangan)
Genus	: <i>Cocos</i>
Spesies	: <i>Cocos nucifera</i>

Air kelapa adalah cairan yang jernih dan tidak berwarna di dalam kelapa hijau muda. Cairan ini sedikit manis ketika baru diekstrak dari kelapa hijau muda (Purkayastha *et al.*, 2012). Karena kandungan rendah kalori (17,4 kkal/100 g) dan konsentrasi mineral yang relatif tinggi, air kelapa telah diusulkan sebagai alternatif minuman alami untuk minuman olahraga. Selain itu, air kelapa kaya akan senyawa bioaktif yang menguntungkan, termasuk vitamin C, vitamin B, kalium, natrium, magnesium, kalsium, arginin, alanin, lisin dan asam glutamat (Cappelletti *et al.*, 2015)

Adapun tabel kandungan gizi dari air kelapa dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kandungan Gizi dari Air Kelapa

	komponen	Air Kelapa (%) per 100 ml
1	Air (g)	95,5
2	Protein (g)	0,1
3	Lemak (g)	<1,0
4	Zat mineral	0,4
5	Karbohidrat (g)	4
5	Kalsium (mg)	0,02
6	Fosofor (mg)	<0,01
7	Zat besi (mg)	0,5

Sumber: (Priya, 2014).

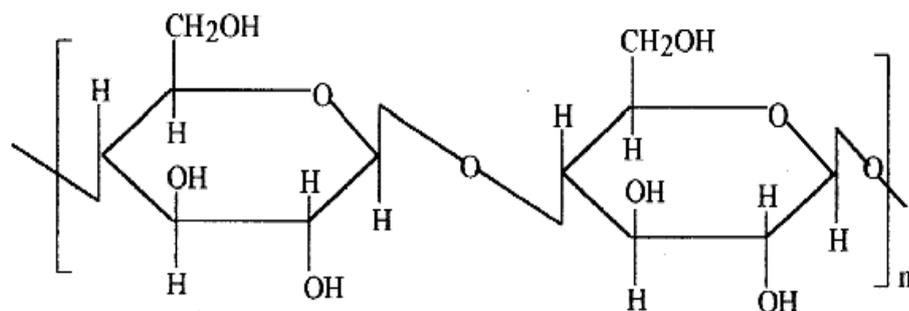
Air kelapa mengandung asam amino, asam-asam organik, asam nukleat, purin, gula, vitamin dan mineral (Armini *et al.*, 1992) Air kelapa merupakan senyawa organik yang mengandung 1,3 diphenilurea, zeatin, zeatin gluoksida, zeatin ribosida, kadar K dan Cl tinggi, sukrosa, fruktosa, glukosa, protein, karbohidrat, mineral, vitamin, sedikit lemak, Ca dan P (Yunita, 2011).

B. Selulosa

Selulosa adalah salah satu biopolimer yang paling melimpah di dunia bersama dengan lignin dan hemiselulosa. Selulosa banyak ditemukan pada bahan-bahan yang berasal dari tanaman. Selulosa yang berasal dari tanaman memiliki

struktur yang kompleks dan berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Selain dihasilkan oleh tanaman, selulosa juga disintesis oleh alga, tunikata dan beberapa bakteri (Klemm *et al.*, 2006). Berdasarkan hal tersebut, polimer jenis ini dapat digunakan sebagai bahan bioplastik yaitu plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan (Sanjaya, 2011). Oleh karena itu, selulosa memiliki potensi sebagai bahan bioplastik.

Selulosa merupakan polisakarida yang keras, berserat dan tidak larut dalam air, memainkan peran integral dalam menjaga kestabilan struktur dinding sel tumbuhan (Bringmann, 2012). Rantai selulosa disusun dalam mikrofibril atau bundel polisakarida yang disusun dalam fibril (bundel mikrofibril), yang pada gilirannya membentuk dinding sel tumbuhan. Pengaturan ini tidak hanya membantu stabilitas struktur tanaman tetapi juga menunjukkan bahwa selulosa adalah biomaterial dengan kekuatan tinggi. Bukan hanya tanaman yang mensintesis selulosa. Bakteri mampu menghasilkan polisakarida juga.



Gambar 1. Struktur kimia dari selulosa

C. Selulosa Bakteri

Selulosa bakteri termasuk salah satu biomaterial berstruktur nano, menampilkan sifat unik dengan perspektif yang luas untuk aplikasi di berbagai

bidang, diantaranya membran komposit, obat-obatan, kulit buatan, pembuluh darah dan agen pengikat (Svensson *et al.*, 2005). Ada beberapa mikroorganisme yang mampu mensintesis selulosa, akan tetapi *Acetobacter xylinum* adalah satu-satunya cukup banyak dalam aplikasi industri. Struktur dan sifat mekanik selulosa bakteri berbeda dari struktur selulosa tumbuhan, meskipun komposisi kimianya yang identik. Selulosa bakteri memiliki sifat mekanik yang tinggi seperti kekuatan tarik dan modulus, kapasitas penahan air, kristalinitas dan biokompatibilitas (Okiyama *et al.*, 1993).

Selulosa bakteri memiliki struktur dan karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan selulosa dari tanaman. Selulosa bakteri berbentuk pita-pita berukuran nano dengan panjang kurang dari 100 nm dan lebar 2-4 nm (Iguchi *et al.*, 2000). Sintesis SB membentuk *bundle* mikrofibril yang sangat kristalin (sampai dengan 84–89%) (Czaja *et al.*, 2004) dan elastisitas modulus sebesar 78 GPa (Guhados *et al.*, 2005) sama seperti elastisitas modulus dari *fiber glass* 70 GPa (Juntaro *et al.*, 2007). Selulosa bakteri memiliki kapasitas simpan air, derajat polimerisasi dan struktur jaringan yang lebih baik dari pada selulosa dari tanaman (Klemm *et al.*, 2006).

Sintesis selulosa bakteri telah paling banyak diteliti pada *A. xylinum*. Peran biologis selulosa yang dihasilkan oleh bakteri adalah untuk membantu dalam flokulasi atau untuk mempertahankan lingkungan tertentu, seperti kondisi aerobik atau memungkinkan keterikatan pada tanaman. Selulosa bakteri diatur sama dengan selulosa tanaman, sebagai rantai polisakarida membentuk mikrofibril dan kumpulan mikrofibril membentuk pita. Tidak seperti selulosa berbasis tanaman, selulosa bakteri sangat murni dan tidak perlu dipisahkan dari lignin dalam

pengolahan. Juga tidak seperti selulosa tumbuhan, SB memiliki sifat retensi air yang unggul. Selulosa tumbuhan menunjukkan nilai retensi air 60%, sedangkan selulosa bakteri dapat menunjukkan retensi air hingga 1000% dari berat sampel selulosa.

A. xylinum tergolong bakteri gram *negative*, yang dapat menghasilkan selulosa dan asam asetat selama pertumbuhan dan melepaskan mereka ke lingkungan. Ekskresi ekstra seluler SB dapat membentuk kumpulan serabut yang mengkristal membentuk pita dan berkumpul menjadi sebuah tikar selulosa tebal yang dikenal sebagai sebuah pelikel. SB mempunyai sifat struktur jaringan sangat halus, biodegradabilitas tinggi dan sifat kekuatan mekanik unik (Suwannapinunt, 2007).

D. Plastisizer

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

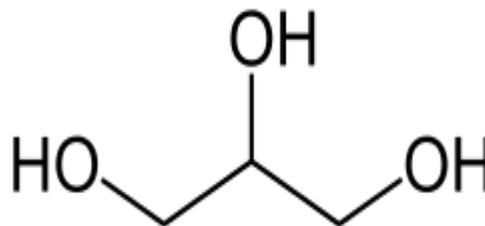
Plastisizer tergolong molekul volatilitas rendah yang ditambahkan ke bahan biopolimer untuk memungkinkan modifikasi sifat-sifat fungsional film dengan meningkatkan ekstensibilitas, fleksibilitas, kelenturan, elastisitas, kekakuan dan sifat mekanis (Hanani *et al*, 2014). Plastisizer merupakan bahan organik dengan berat molekul rendah yang ditambahkan pada suatu produk dengan tujuan untuk menurunkan kekakuan dari polimer, sekaligus meningkatkan fleksibilitas dan

ekstensibilitas polimer. Pada pembuatan *biodegradable* plastik ini sangat diperlukan sekali adanya plastisizer untuk memperoleh sifat plastik yang khusus (Anita, 2013).

Platisizer sering digunakan untuk memperbaiki sifat elastisitas dan mengurangi sifat *barrier film* dari pati. Polioliol seperti sorbitol dan gliserol adalah plastisizer yang cukup baik untuk mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul (Widyaningsih, 2012). Salah satu pemlastis alami yang dapat digunakan sebagai pemlastis untuk sintesis plastik *biodegradable* adalah gliserol dan kitosan.

1. Gliserol

Gliserol merupakan senyawa gliserida yang paling sederhana, dengan hidroksil yang bersifat hidrofilik dan higroskopik. Adapun struktur dari gliserol dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Struktur kimia gliserol

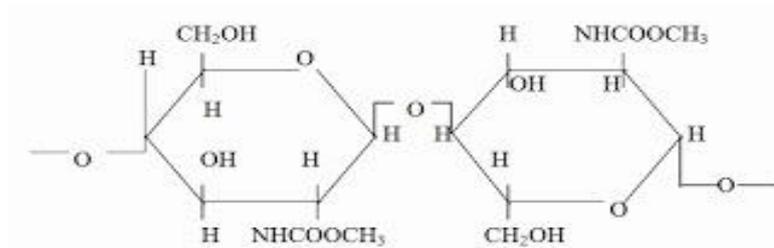
Gliserol termasuk dalam salah satu senyawa alkil trihidroksi (Propra -1, 2, 3- triol) $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$. Banyak ditemui hampir di semua lemak hewani dan minyak nabati sebagai ester gliserin dari asam palmitat, oleat, stearat dan asam lemak lainnya. Gliserol merupakan senyawa yang netral, dengan rasa manis tidak berwarna, cairan kental dengan titik lebur $20\text{ }^\circ\text{C}$ dan memiliki titik didih yang tinggi yaitu $290\text{ }^\circ\text{C}$, gliserol dapat larut sempurna dalam air dan alkohol, tetapi tidak dalam minyak. Sebaliknya banyak zat dapat lebih mudah larut dalam

gliserol dibanding dalam air maupun alkohol. Oleh karena itu gliserol merupakan pelarut yang baik.

2. Kitosan

Kitosan merupakan polimer linear dari β -1,4 glikosidik terkait 2-amino-2-deoxyl-*D*-glucopyranose, yang membuatnya menjadi bahan pembentuk film yang sangat baik. Namun, kelompok fungsional seperti hidroksil dan amina kitosan adalah donor dan akseptor ikatan hidrogen yang sangat baik. Ada ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekular yang sangat kuat di kitosan, membuatnya menjadi bahan kristal atau semikristalin dengan berbagai alomorf. Akibatnya, film yang terbuat dari kitosan murni kaku dan rapuh.

Kitosan dengan rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ yang dapat di peroleh dari destilasi kitin. Adapun struktur dari kitosan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Struktur kimia kitosan

Kitosan sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan antimikroba, karena mengandung enzim *lysozin* dan gugus amino *polysacharida* yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan efisiensi daya hambat kitosan terhadap bakteri tergantung dari konsentrasi pelarutan kitosan. Kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri disebabkan kitosan memiliki polikation bermuatan positif yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang (Farida, 2012).

Kitosan mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan antara lain *hydrophilicity*, *biocompatibility*, *degradability*, sifat anti bakteri dan mempunyai

afinitas yang besar terhadap enzim. Kitosan bersifat hidrofilik, menahan air dalam strukturnya dan membentuk gel secara spontan, sehingga kitosan mudah membentuk suatu membran atau film. *Biocompatible* didefinisikan sebagai kemampuan suatu bahan untuk memberi respon biologis yang baik (non toksik) dan tidak mempunyai sifat karsinogenik (Christianty, 2009).

E. Plastik Biodegradable

Penggunaan bahan sintetik semakin meningkat karena mempunyai biaya yang rendah, reproduktifitas dan ketahanan terhadap penuaan fisik dan serangan biologis. Namun bahan yang terbuat dari bahan polimer sintetik digunakan dalam jangka waktu yang pendek dan kemudian dibuang ke lingkungan yang menyebabkan penumpukan, idealnya bahan tersebut harus mengalami biodegradasi sehingga tidak menumpuk di lingkungan hidup. Plastik *biodegradable* adalah keluarga dari produk polimer dengan struktur molekul yang rentan terhadap dekomposisi biologis. Tingkat degradasi *biodegradable* plastik di alam tidak hanya dikendalikan oleh struktur kimia plastik, tetapi juga oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembaban dan kandungan hara, yang semuanya berpengaruh terhadap aktivitas mikroba (Kitamoto, 2011).

Plastik *biodegradable* dan polimer pertama kali diperkenalkan pada tahun 1980-an. Ada banyak sumber plastik *biodegradable*, dari sintesis sampai polimer alami. polimer alam tersedia dalam jumlah besar dari sumber daya yang dapat diperbaharui, sementara polimer sintetik yang dihasilkan dari sumber daya minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui (Vroman, 2009).

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang akan terurai oleh mikroorganisme didalam tanah yang akan menjadi air dan gas karbondioksida

setelah digunakan dan dibuang ke lingkungan. Plastik *biodegradable* ramah terhadap lingkungan karena mudah melebur di tanah (Jannah, 2014). Plastik *biodegradable* mengalami degradasi secara alami yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan ganggang.

Material *biodegradable* dapat didefinisikan sebagai polimer yang dibuat oleh sistem mikroba dan polimer yang dihasilkan oleh polimerisasi kimia material biologis. Komposit *biodegradable* berasal dari sumber daya alam yang memberikan pengaruh besar karena kesadaran terhadap lingkungan (Intan, 2011).

Adapun tabel perbedaan sifat fisik dan mekanik dari jenis plastik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Perbedaan sifat fisik dan mekanik LDPE rantai panjang dan HDPE.

Sifat fisik dan mekanik	LDPE rantai panjang	HDPE
Regangan %	150-600	12-700
Tegangan Tarik (N mm^{-2})	15,2-78,6	17,9-33,1
Modulus Tarik (N mm^{-2})	55,1-172	413-1034
Tegangan Impak	>16	0,8-14
Konstanta Dielektrik	2,28	2,32
Resistifitas (Ohm cm)	6×10^{15}	6×10^5

Sifat – sifat plastik secara mekanik dan fisik ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Sifat Mekanik dan fisik Plastik dari pati sorgum.

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

Sumber: (Darni dan Herti, 2010).

F. Karakterisasi Sifat Fisik Plastik *Biodegradable*

1. Kandungan air (*Water Content*)

Pada umumnya polimer yang bersifat polar mempunyai nilai penyerapan air yang tinggi. Hal ini disebabkan karena polimer tersebut mempunyai ikatan hidrogen yang besar. Uji kandungan air adalah uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan daya serap plastik terhadap air.

2. Derajat Peggembangan (*Swelling*)

Sifat ketahanan film plastik terhadap air ditentukan dengan uji *swelling*, yaitu persentase peggembangan film oleh adanya air (Coniwanti, 2014). Derajat peggembangan (*swelling*) didefinisikan sebagai kemampuan suatu gel untuk menyerap cairan sampai terjadi suatu kesetimbangan. Derajat *swelling* memberikan informasi secara kualitatif seberapa daerah amorf pada membran. Semakin kecil derajat *swelling* semakin kecil persen daerah amorf dan semakin besar daerah kristalin.

Uji ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan–tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan massa polimer setelah mengalami peggembangan.

G. Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

1. Kuat Tarik (*Tenssile Strength*)

Kekuatan tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh plastik selama pengukuran berlangsung. Kekuatan tarik dipengaruhi oleh bahan pemlastis dan zat aditif yang ditambahkan dalam proses pembuatan plastik *biodegradable*. Sedangkan persen pemanjangan saat putus merupakan perubahan panjang

maksimum plastik sebelum terputus. Elastisitas akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah bahan pemlastis dalam plastik. Elastisitas merupakan ukuran dari kekuatan plastik yang dihasilkan (Anita, 2013).

2. Kuat Putus (Elongasi)

Kuat putus adalah perubahan panjang material sampai material tersebut putus akibat menerima gaya renggangan pada pengujian kuat tarik. Persen elongasi berbanding lurus dengan % kuat tarik. Nilai elongasi atau % pemanjangan juga dapat diartikan sebagai perubahan panjang maksimal suatu plastik sampai terputus.

3. Biodegradasi

Degradasi merupakan kemampuan mendekomposisi bahan menjadi karbondioksida, metana, air, komponen anorganik atau biomassa melalui mekanisme enzimatik mikroorganisme yang bisa diuji dalam periode tertentu (Jannah, 2014). Biodegradasi adalah proses dimana mikroorganisme mampu mendegradasi atau memecah polimer alam (seperti lignin, selulosa) dan polimer sintetik (seperti polietilen, polistiren). Setiap mikroorganisme memiliki karakteristik degradasi yang berbeda, sehingga bervariasi antara satu mikroorganisme dengan mikroorganisme yang lain.

Biodegradasi material organik, terutama polimer alam seperti selulosa, lignin atau karet alam dapat terjadi akibat serangan secara mikrobiologis terhadap material tersebut. Mikroorganisme mempunyai kemampuan memproduksi bermacam-macam enzim yang dapat bereaksi dengan polimer alam. Reaksi enzimatik terhadap polimer merupakan suatu proses kimiawi dimana mikroorganisme memperoleh sumber makanan dari polimer. Fenomena

biodegradasi terhadap material organik, termasuk polimer, terlihat dari fakta bahwa dalam siklus makanan di alam, secara langsung atau tidak, cepat atau berangsur-angsur, material yang ada akan berkurang jumlahnya, artinya material inilah yang sebagian atau seluruhnya digunakan sebagai sumber nutrisi oleh mikroorganisme. Studi tentang biodegradasi dapat dilakukan dalam lingkungan yang sesungguhnya; yaitu dipendam dalam tanah, atau dilakukan dengan metode simulasi (Rohaeti, 2009).

H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik *Biodegradable*

1. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Spektroskopi FTIR adalah alat yang digunakan untuk mengukur serapan radiasi daerah inframerah pada berbagai panjang gelombang spektroskopi FTIR merupakan salah satu teknik identifikasi penentuan struktur. Secara kualitatif, spektrometer FTIR 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 spektrum FTIR adalah puncak-puncak spektrum karakteristik yang di gambarkan sebagai kurva transmitansi (%) dan bilangan gelombang (cm^{-1}) pada sampel yang diujikan yang kemudian akan dianalisis (Miftahatul, 2013).

Analisis gugus fungsi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui proses yang terjadi pada pencampuran apakah secara fisik atau kimia karena itu sampel pada tiap proses pembuatan SB dianalisis dengan FTIR. Sampel ditempatkan ke dalam *set holder* kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan didapatkan difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas.

Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang (Setiani, 2013).

2. *X-Ray Diffracton (XRD)*

Metode difraksi sinar-X adalah salah satu cara untuk mempelajari keteraturan atom atau molekul dalam suatu struktur tertentu. Jika struktur atom atau molekul tertata secara teratur membentuk kisi, maka radiasi elektromagnetik pada kondisi eksperimen tertentu akan mengalami penguatan. Pengetahuan tentang kondisi eksperimen itu dapat memberikan informasi yang sangat berharga tentang penataan atom atau molekul dalam suatu struktur.

Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur polimer, termasuk tentang keadaan amorf dan kristalin polimer. Polimer dapat mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. 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

A. Kesimpulan

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

1. Pengaruh perendaman menggunakan kitosan sebagai zat aditif terhadap pembuatan plastik SGBK dapat dilihat pada tekstur dan warna kitosan yang berubah, semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan maka semakin kaku SGBK yang di hasilkan. Plastik dengan kualitas terbaik didapatkan pada perendaman kitosan 8% berdasarkan kuat tarik.
2. Pengaruh perendaman selulosa gliserol bakterial menggunakan kitosan terhadap kandungan air dan derajat pengembangan, yaitu dimana semakin menurun dengan semakin meningkatnya konsentrasi kitosan yang digunakan. Pada biodegradasi plastik, yaitu dimana kitosan dapat memperlambat masa degradasi dari plastik selulosa gliserol bakterial. Kekuatan tarik dan elongasi mengalami peningkatan seiring dengan semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan. *Modulus young* maksimal berada pada plastik SGB sebesar 4,02 Mpa. Analisa FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi baru pada plastik SGBK yaitu gugus fungsi $-NH_2$. Pada analisa kristalinisas menunjukkan bahwa dengan perendaman menggunakan kitosan menyebabkan persentase derajat kristalinitas plastik SGB menurun dibandingkan dengan plastik SGB tanpa perendaman menggunakan kitosan.

B. Saran

1. Penelitian ini masih memerlukan perlakuan yang lebih lanjut untuk mendapatkan plastik yang lebih baik dengan menggunakan pemlastis gliserol dan zat aditif kitosan dan alat *press* berupa *hot press*.
2. Penelitian ini diperlukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi morfologi menggunakan SEM dan uji plastisitas untuk menentukan bentuk permukaan dari plastik dan daya plastisitas plastik.
3. Penelitian ini dapat menggunakan *plasticizer* dan zat aditif lain selain gliserol dan kitosan untuk mendapatkan plastik yang lebih baik.

KEPUSTAKAAN

- 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.
- Armini NM, GA Wattimena, LW Gunawan. 1992. *Perbanyak Tanaman. Dalam GA Wattimena, NA Mattjik, E Samsudin, NMA Wiendi, dan A Ernawati (Edgy). Bioteknologi Tanaman*. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman, Pusat Antar Universitas, IPB. 44 hlm.
- Bringmann M, Landrein B, Schudoma C, Hamant O, Hauser MT, Persson S. 2012. *Cracking the elusive alignment hypothesis: the microtubule-cellulose synthase nexus unraveled*. *Trends Plant Sci*;17:666.
- Cappelletti, M., Ferrentino, G., Endrizzi, I., Aprea, E., Betta, E., Corollaro, M. L., Spilimbergo, S. 2015. *High pressure carbon dioxide pasteurization of coconut water: A sport drink with high nutritional and sensory quality*. *Journal of Food Engineering*, 145, 73–81.
- Christianty, Maria, Ulfa. 2009. *Produksi Biodegradable Plastik Melalui Pencampuran Pati Sagu Thermoplastis dan Compatibilized Linier Low Density Polyethylene*. Tesis. Bogor: IPB
- Coniwanti, P., Dkk. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, No. 4, Vol. 20.
- Czaja, W., D. Romanovicz, and R. Malcolm Brown. 2004. *Structural investigations of microbial cellulose produced in stationary and agitated culture*. *Cellulose*, 11(3-4), 403-411.
- 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.
- DebMandal, M., & Mandal, S. 2011. *Coconut (Cocos nucifera L.: Arecaceae): in health promotion and disease prevention*. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 4(3), 241-247.
- Farida. 2012. *Pemanfaatan Sera Enceng Gondk dan Kitosan Sebagai Bahan Baku untuk Pembuatan Polylactid Acid sebagai Kemasan Ramah Lingkungan*. Medan: Universitas Sumatera Utara