

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KARAGENAN
TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE*
BERBASIS SELULOSA BAKTERI-POLIETILEN
GLIKOL (PEG) DARI AIR KELAPA
(*Cocos nucifera*)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat untuk Memenuhi Tugas Mata Kuliah Skripsi



TIVONI JULIA FITRI

17036147/2017

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

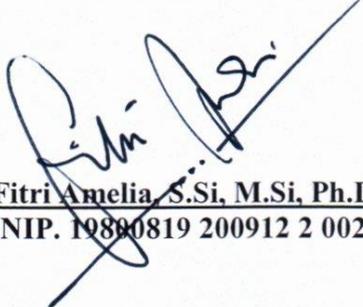
2021

PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KARAGENAN TERHADAP
KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS SELULOSA
BAKTERI-POLIETILEN GLIKOL DARI AIR KELAPA (*Cocos nucifera*)**

Nama : Tivoni Julia Fitri
NIM : 17036147
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Mengetahui:
Ketua Jurusan


Fitri Amelia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19890819 200912 2 002

Padang, November 2021
Disetujui oleh:
Dosen Pembimbing


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

PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

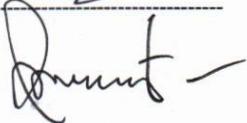
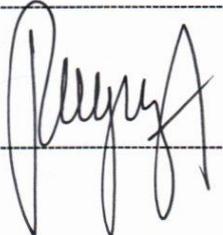
Nama : Tivoni Julia Fitri
NIM : 17036147
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KARAGENAN TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBASIS SELULOSA BAKTERI-POLIETILEN GLIKOL DARI AIR KELAPA (*Cocos nucifera*)

*Dinyatakan Lulus Setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang*

Padang, November 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda tangan
Ketua	: Ananda Putra, M.Si, Ph.D	
Anggota	: Dr. Indang Dewata, M.Si	
Anggota	: Dr. Rahadian Z, S.Pd, M.Si	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Tivoni Julia Fitri
NIM : 17036147
Tempat/Tanggal lahir : Simpang Tj Nan IV/ 24 Juli 1998
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan Zat Aditif Karagenan terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (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 kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **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, November 2021

Yang menyatakan



Tivoni Julia Fitri
NIM : 17036147

**Pengaruh Penambahan Zat Aditif Karagenan Terhadap Kualitas Plastik
Biodegradable Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG)
dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)**

Tivoni Julia Fitri

ABSTRAK

Plastik *Biodegradable* merupakan plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi penambahan zat aditif Karagenan terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa (*Cocos nucifera*) serta menentukan sifat fisik, sifat mekanik dan biodegradasi. Penelitian ini menggunakan Polietilen glikol 14% sebagai *plastisizer* dengan variasi massa karagenan yaitu 0g, 0.5g, 1g, 1.5g, dan 2g. Hasil maksimum dari sifat mekanik yang diperoleh adalah pada penambahan karagenan 1,5% dengan nilai kuat tarik yaitu 74,92 Mpa, elastisitas 1772,95 Mpa, dan elongasi 14,73%. Hasil dari sifat fisik yang diperoleh adalah % kandungan air dan derajat pengembangan (*swelling*) akan semakin menurun seiring dengan penambahan massa Karagenan. Biodegradasi tertinggi terdapat pada SBPEG 12 hari yaitu 78,80%. Spektra FTIR plastik *biodegradable* dengan penambahan karagenan 1,5g menunjukkan *biodegradable* yang dihasilkan merupakan proses blending secara fisika karena tidak ditemukannya gugus fungsi baru sehingga plastik memiliki sifat seperti komponen-komponen penyusunnya. Derajat kristalinitas plastik *biodegradable* dengan penambahan karagenan 1,5g sebesar 69,74%. Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sifat fisik dan sifat mekanik plastik *biodegradable* yang didapatkan pada penelitian telah memenuhi standar JIS Z1707.

Kata Kunci : Air Kelapa, Karagenan, PEG, Plastik *Biodegradable*, Selulosa Bakteri.

**Effect of Additive Carrageenan Additives on Plastic Quality
Biodegradable Bacterial Cellulose-Polyethylene Glycol (PEG) from Coconut
Water (*Cocos nucifera*)**

Tivoni Julia Fitri

ABSTRACT

Biodegradable plastic is plastic that can be decomposed by microorganisms. The purpose of this study was to determine the effect of variations in the addition of carrageenan additives to the quality of biodegradable plastics based on PEG bacterial cellulose from coconut water (*Cocos nucifera*) and to determine the physical properties, mechanical properties and biodegradation. This study used 14% polyethylene glycol as a plasticizer with variations in carrageenan mass, namely 0g, 0.5g, 1g, 1.5g, and 2g. The maximum result of the mechanical properties obtained was the addition of 1.5% carrageenan with a tensile strength value of 74.92 Mpa, elasticity of 1772.95 Mpa, and elongation of 14.73%. The results of the physical properties obtained are % water content and degree of swelling (swelling) will decrease with the addition of carrageenan mass. The highest biodegradation was found in 12-day SBPEG, which was 78.80%. The FTIR spectra of biodegradable plastic with the addition of 1.5g of carrageenan indicate that the resulting biodegradable is a physical blending process because no new functional groups have been found so that the plastic has properties similar to its constituent components. The degree of crystallinity of biodegradable plastic with the addition of 1.5g carrageenan was 69.74%. From the research that has been done, the physical and mechanical properties of biodegradable plastic obtained in this study have met the JIS Z1707 standard.

Keywords : Bacterial Cellulose, Biodegradable Plastic, Coconut Water, Carrageenan, PEG.

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur kehadirat Allah SWT, sehingga penulis diberi kesempatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyusun skripsi dengan judul **Pengaruh Penambahan Zat Aditif Karagenan terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*)**

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang. Penulis dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih yang tak berhingga kepada semua pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing dalam penulisan skripsi.
2. Ibu Hesty Parbuntari, M.Sc sebagai dosen Pembimbing Akademik.
3. Bapak Dr. Indang Dewata, M.Si dan bapak Dr.Rahadian Z, S.Pd, M.Si sebagai dosen pembahas.
4. Ibu Fitri Amelia, S.Si, M,Si, Ph.D sebagai ketua Jurusan Kimia
5. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai sekretaris Jurusan Kimia FMIPA, UNP.
6. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai ketua Program Studi Jurusan Kimia FMIPA, UNP.
7. Teman-teman kimia angkatan 2017 yang telah membantu dalam pembuatan laporan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini telah dilakukan sebaik-baiknya, namun untuk kesempurnaan skripsi, diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas kritik dan saran penulis mengucapkan terima kasih.

Padang, 08 November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN.....	6
A. Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>)	6
B. Selulosa	7
C. Selulosa Bakteri	9
D. Plasticizer	10
E. Karagenan	11
F. Plastik Biodegradable.....	12
G. Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	13
H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradable</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Waktu dan Tempat Penelitian	18
B. Variabel Penelitian	18
C. Alat dan Bahan	19
D. Prosedur Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A. Preparasi Selulosa Bakteri-PEG Karagenan	27
B. Pencucian dan Pemurnian Selulosa Bakteri-PEG Karagenan	29

C. Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i>	30
D. Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	32
E. Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>).....	34
F. Analisa Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradable</i>	36
BAB V PENUTUP	39
A. Kesimpulan	39
B. Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kelapa.....	6
Gambar 2. Struktur Kimia Selulosa	8
Gambar 3. Struktur Kimia Polietilen Glikol (PEG).....	11
Gambar 4. Struktur Kappa Karagenan	12
Gambar 5. Instrumen FTIR Laboratorium Kimia, FMIPA UNP.....	15
Gambar 6. Selulosa bakteri PEG karagenan	27
Gambar 7. Pemurnian SBPEG Karagenan.....	29
Gambar 8. Pengaruh penambahan karagenan terhadap kandungan air.....	30
Gambar 9. Pengaruh penambahan karagenan terhadap pengembangan	31
Gambar 10. Pengaruh penambahan karagenan terhadap kuat tarik	32
Gambar 11. Pengaruh penambahan karagenan terhadap elongasi	33
Gambar 12. Pengaruh penambahan karagenan terhadap elastisitas.....	34
Gambar 13. Pengaruh penambahan karagenan terhadap biodegradasi	35
Gambar 14. Analisa gugus fungsi menggunakan FTIR	36
Gambar 15. Difaktogram XRD	37

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Gizi dari Air Kelapa	7
Tabel 2. SNI Sifat Mekanik pada Plastik	12
Tabel 3. Daftar Bilangan Gelombang	16
Tabel 4. Perlakuan Terhadap Selulosa Bakteri-PEG Karagenan	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja Penyiapan dan Penyediaan Starter <i>A. Xylinum</i>	44
Lampiran 2. Skema Pembuatan Medium	45
Lampiran 3. Skema Kerja Pembuatan Selulosa Bakteri.....	46
Lampiran 4. Skema Kerja Pemurnian Selulosa Bakteri	47
Lampiran 5. Skema Kerja Pembuatan Lembaran Plastik.....	48
Lampiran 6. Uji Kandungan Air (<i>Water Content</i>)	49
Lampiran 7. Uji Derajat Peggembangan (<i>Swelling Test</i>).....	50
Lampiran 8. Uji Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	51
Lampiran 9. Uji Kuat Putus (<i>Elongasi</i>).....	52
Lampiran 10. Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>)	53
Lampiran 11. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	54
Lampiran 12. Analisis Kristalinitas Plastik Menggunakan XRD.....	55
Lampiran 13. Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH 2%	56
Lampiran 14. Data Pengujian Kandungan Air SBPEG-K	57
Lampiran 15. Data Pengujian Derajat Peggembangan SBPEG-K.....	59
Lampiran 16. Data Uji Kuat Tarik, Elongasi dan Elastisitas	61
Lampiran 17. Data Uji Biodegradasi	62
Lampiran 18. Spektrum FTIR Plastik SBPEG-K	65
Lampiran 19. Difaktogram XRD Plastik SBPEG-K.....	68
Lampiran 20. Data Perhitungan Derajat Kristanilitas Plastik SBPEG-K.....	70
Lampiran 21. Dokumentasi Penelitian	71
Lampiran 22. Anggaran Biaya Penelitian	74
Lampiran 23. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	75

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia menjadi penghasil limbah plastik terbanyak ke laut setelah Tiongkok, yaitu sekitar 187,2 ton limbah plastik pertahunnya (Jambeck *et al.*, 2015). Peningkatan produksi plastik di Indonesia sejalan dengan peningkatan konsumsi plastik masyarakat, terutama pada plastik kemasan. Menurut INAPLAS (Asosiasi Industri Plastik Aromatik Olefin Indonesia), kebutuhan plastik masyarakat Indonesia sebanyak 2,9 juta ton di tahun 2012, dan diperkirakan meningkat hingga 3,2 juta ton di tahun 2013 (Surono, 2013). Penggunaan kemasan plastik secara ekstensif sebagai bahan pengemas dikarenakan banyaknya kelebihan dari plastik itu sendiri, antara lain ringan, kokoh, mudah dicetak, tahan karat, mudah ketersediaannya, dan dapat dibuat transparan atau berwarna (Mujiarto, 2005).

Plastik yang sukar terurai dapat menyebabkan sampah plastik menumpuk di lingkungan. Penumpukan sampah plastik dalam jumlah besar dapat menyebabkan masalah pencemaran yang sangat serius terhadap lingkungan (Khaswar *et al.*, 2008), karena sampah plastik membutuhkan beberapa tahun agar bisa terurai. Berdasarkan permasalahan diatas plastik tidak dapat digunakan secara luas, sehingga kemasan plastik membutuhkan bahan baku yang mudah terurai secara hayati, dapat digunakan dalam jumlah banyak di alam, tidak mahal, tetapi dapat menghasilkan kemasan plastik dengan kualitas yang sama seperti plastik kemasan yang sudah ada (Darni & Utami, 2009).

Kemasan plastik yang terbuat dari bahan baku organik mudah terurai secara hayati, salah satunya adalah plastik *biodegradable*. Penelitian tentang plastik *biodegradable* telah berlangsung lama, terutama di beberapa negara maju seperti Jerman. Plastik *biodegradable* dapat memiliki kekuatan yang relatif sama dengan plastik sintetis (Vroman & Tighzert, 2009). Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat plastik yang mudah terurai adalah turunan dari polisakarida seperti pati, selulosa dan agar-agar.

Polisakarida yang digunakan pada penelitian ini yaitu Selulosa. Selulosa merupakan biopolimer yang sangat melimpah di dunia, seperti lignin dan hemiselulosa (Klemm *et al.*, 2006). Selulosa bakteri merupakan selulosa yang disintesis dan disekresikan dari bakteri membentuk rantai selulosa dan dihubungkan membentuk membran selulosa (Fatriasari *et al.*, 2019). Salah satu bakteri penghasil selulosa adalah *Acetobacter xylinum* (Devi Maulana *et al.*, 2017) yang menggunakan media air kelapa. Air kelapa kaya akan nutrisi seperti gula, protein, lemak dan mineral yang bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri (Anwar & Pato, 2018).

Untuk memperbaiki sifat-sifat plastik, perlu ditambahkan *plasticizer* dan zat aditif. *Plasticizer* PEG digunakan karena sifat mekanik dan fisiknya yang baik, seperti kelarutan dalam air dan pelarut organik, toksisitas rendah, dan hidrofilitas tinggi (Parra *et al.*, 2006). Zat Aditif Karagenan merupakan polisakarida dengan berat molekul tinggi yang diekstrak dari rumput laut (Cottonii *et al.*, 2015). Karagenan yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah karagenan Kappa yang banyak mengandung gugus 3,6-anhidro-galaktosa yang lebih bersifat hidrofobik (Rusli *et al.*, 2017).

Melanjutkan dari pada penelitian Tiara Angelina Agustin (2019) mengenai pengaruh penambahan Polietilen Glikol (PEG) terhadap kualitas plastik *biodegradable* dari air kelapa menunjukkan adanya pengaruh yang cukup baik dengan adanya penambahan PEG dan selanjutnya untuk meningkatkan kualitas dari plastik *biodegradable* ditambahkan zat aditif yaitu Karagenan. Dalam meningkatkan pemanfaatan air kelapa dan untuk mengurangi pemakaian plastik sintetik yang sulit untuk terdegradasi sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan, maka penulis melaksanakan penelitian tentang "Pengaruh Penambahan Zat Aditif Karagenan terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*)".

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penggunaan plastik berlebihan serta sulit terdegradasi sehingga menyebabkan penumpukkan sampah plastik, yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.
2. Plastik dari Selulosa Bakteri sebelumnya belum memenuhi standar SNI

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Selulosa bakteri yang digunakan adalah selulosa bakteri dengan penambahan PEG 400 sebanyak 14%.
2. Penambahan zat aditif Karagenan yang digunakan adalah: 0g; 0,5g; 1g; 1,5g dan 2 g.

3. Penambahan *platicizer* PEG dan variasi massa Karagenan dilakukan dengan metode in-situ.
4. Karakterisasi 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 menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*), dan uji Kristalinitas (*X-Ray Diffraction*).

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan massa Karagenan pada pembuatan Plastik *Biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa?
2. Bagaimana karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan gugus fungsi serta kristalinitas dari Plastik *Biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG menggunakan air kelapa dengan penambahan zat aditif Karagenan?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi penambahan zat aditif terhadap kualitas plastik *biodegredeble* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa.
2. Menentukan karakteristik sifat fisik, sifat mekanik gugus fungsi dan kristanilitas dari plastik *biodegredeble* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa yang telah di tambahkan zat aditif karagenan.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pemahaman tentang manfaat air kelapa sebagai bahan dasar pembuatan Plastik *Biodegradable*.
2. Memberikan informasi bahwa Karagenan dapat digunakan sebagai zat aditif pada Plastik *Biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG menggunakan air kelapa.
3. Mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan sampah plastik.

BAB II TINJAUAN KEPUSTAKAAN

A. Kelapa (*Cocos nucifera*)



Gambar 1. Kelapa

Kelapa merupakan tumbuhan yang serba guna, karena hampir setiap bagian tumbuhan bermanfaat bagi manusia, sehingga tumbuhan kelapa disebut sebagai “pohon kehidupan”. Karena di beberapa negara berkembang banyak orang menggunakan tanaman ini sebagai sumber minuman, makanan, bahan bangunan, perumahan, kerajinan tangan, obat-obatan, dan bahkan kelapa digunakan sebagai bahan baku untuk banyak industri penting, seperti sabun, kosmetik, dan lain-lain. Selama ini, bagian tanaman kelapa yang bernilai ekonomis adalah daging buah kelapa (Kriswiyanti, 2014).

Klasifikasi tumbuhan kelapa (*Cocos nucifera*) :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (Tumbuh-tumbuhan)
Divisio	: <i>Spermatophyta</i> (Tumbuhan berbiji)
Kelas	: <i>Monocotyledonae</i> (biji berkeping satu)
Ordo	: <i>Palmales</i>
Familia	: <i>Palmae</i>
Genus	: <i>Cocos</i>
Spesies	: <i>Cocos nucifera</i> L.

Air kelapa memiliki kandungan rendah kalori (17,4 kkal/100 g) dan konsentrasi mineral yang relatif tinggi. Air kelapa juga kaya akan senyawa bioaktif yang menguntungkan, seperti vitamin C, vitamin B, kalium, natrium, magnesium, kalsium, arginin, alanin, lisin, dan asam glutamat (Cappelletti *et al.*, 2015). “Nata de coco” merupakan suatu selulosa bakteri alami yang diproduksi dari air kelapa. Bakteri dari “Nata” kemudian diidentifikasi sebagai *Acetobacter xylinum*. (Prades *et al.*, 2012).

Kandungan gizi dari air kelapa dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Kandungan Gizi dari Air Kelapa

Komponen	Air Kelapa Tua
Air	91,5 g
Protein	0,14 g
Lemak	1,5 g
Zat mineral	0,46 g
Karbohidrat	4,6 g
Fosfor	0,5 g

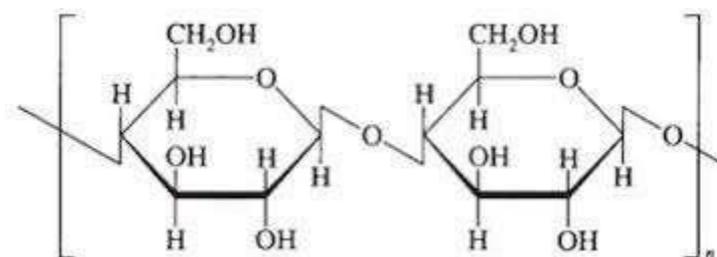
(Priya & Ramaswamy, 2014).

B. Selulosa

Selulosa merupakan salah satu biopolimer yang sangat melimpah di dunia bersama dengan lignin dan hemiselulosa. Selulosa banyak diperoleh dari bahan-bahan yang berasal dari tanaman. Selulosa yang berasal dari tanaman memiliki struktur yang kompleks dan berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Selain diperoleh dari tanaman, selulosa juga disintesis oleh alga, tunicate dan bakteri (Klemm *et al.*, 2006).

Keunggulan polimer jenis ini yaitu dapat ditemukan sepanjang tahun (*renewable*) dan mudah untuk hancur secara alami (*biodegradable*). Berdasarkan hal tersebut, maka polimer jenis ini dapat digunakan sebagai bahan bioplastik yaitu plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Oleh karena itu, selulosa memiliki potensi sebagai bahan dari plastik *biodegradable* (Pratiwi *et al.*, 2016).

Struktur dasar selulosa tersusun dari molekul D-glukosa melalui ikatan 1,4- β -glukosidik, membentuk rantai bercabang yang tersusun dari ribuan molekul glukosa. Penguraian selulosa secara alami membutuhkan bantuan mikroorganisme, dan mikroorganisme membutuhkan enzim. Selulase dapat menghidrolisis selulosa dengan memotong ikatan 1,4- β -glukosidik dalam rantai selulosa yang panjang. Dalam lingkungan aerob, selulosa akan dipecah menjadi glukosa dan karbon dioksida dan digabungkan menjadi sel yang sedang tumbuh, sedangkan pada lingkungan anaerob, selulosa akan dipecah menjadi alkohol dan asam organik (Nofu *et al.*, 2014).



Gambar 2. Struktur Kimia Selulosa

C. Selulosa Bakteri

Selulosa bakteri merupakan suatu selulosa yang diproduksi oleh bakteri asam asetat dan mempunyai kelebihan dibandingkan dengan selulosa tumbuhan. Keunggulannya adalah struktur jaringan yang baik, kemurnian tinggi, penguraian yang tinggi, dan mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi. Selulosa bakteri juga mempunyai kadar air yang sangat tinggi (98-99%), merupakan penyerap cairan yang sangat baik, tidak menyebabkan alergi, dan dapat disterilkan dengan aman tanpa mengubah karakteristik (Rohaeti, 2009).

Sintesis selulosa bakteri telah banyak diteliti pada *A. Xylinum*. Adapun peran biologis selulosa yang dihasilkan oleh bakteri yaitu untuk membantu dalam flokulasi atau untuk mempertahankan lingkungan tertentu, seperti kondisi aerobik atau memungkinkan keterikatan pada tanaman. Selulosa bakteri diatur sama dengan selulosa dari tanaman, yaitu sebagai rantai polisakarida membentuk mikrofibril dan kumpulan mikrofibril akan membentuk pita. Berbeda dengan selulosa dari tanaman, selulosa bakteri sangat murni dan tidak perlu dipisahkan dari lignin dalam proses pengolahan dan memiliki sifat retensi air yang unggul. Selulosa dari tumbuhan memiliki nilai retensi air 60%, sedangkan selulosa bakteri menunjukkan retensi air hingga 100% dari berat sampel selulosa (Surma-Ślusarska *et al.*, 2008).

A. Xylinum merupakan golongan bakteri gram *negative*, yang dapat menghasilkan selulosa dan asam asetat selama pertumbuhan dan melepaskan mereka ke lingkungan. Ekskresi ekstraseluler selulosa bakteri dapat membentuk kumpulan serabut yang akan mengkristal membentuk pita dan berkumpul menjadi sebuah tikar selulosa tebal yang dikenal sebagai sebuah partikel. Selulosa bakteri

memiliki sifat struktur jaringan yang halus, biodegradabilitas tinggi dan sifat kekuatan mekaniknya unik (Surma-Ślusarska *et al.*, 2008).

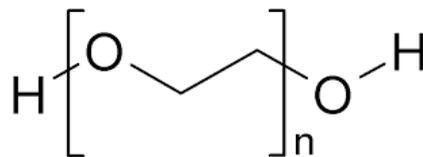
D. Plasticizer

Plasticizer merupakan zat non volatil, memiliki titik didih yang tinggi dan dapat mengubah sifat fisik material pada saat ditambahkan. Selain itu *plasticizer* merupakan bahan yang tidak mudah menguap dan bisa menurunkan ikatan rantai antar protein (Murni *et al.*, 2013). *Plasticizer* biasanya ditambahkan ke dalam bahan polimer untuk memodifikasi struktur tiga dimensi, mengurangi gaya tarik antar molekul dan meningkatkan mobilitas rantai polimer. Perubahan pada tingkat molekuler memungkinkan *plasticizer* untuk memodifikasi sifat fungsional film dengan meningkatkan ekstensibilitas, dispersibilitas, fleksibilitas, elastisitas, sifat mekanik (Nur Hanani *et al.*, 2014). Ikatan yang akan terbentuk merupakan ikatan hidrogen antara polimer dan *plasticizer*. Salah satu *plasticizer* alami yang dapat digunakan untuk sintesis plastik *biodegradable* adalah polietilene glikol (PEG).

Polietilen glikol (PEG) merupakan polimer sintetik yang disusun dari oksietilen dan air. Pemberian nomor pada PEG menunjukkan berat molekul rata-rata dari masing-masing polimernya. Polietilenglikol (PEG) mempunyai beberapa keuntungan antara lain secara fisiologi inert, tidak terhidrolisis, tidak mendukung pertumbuhan jamur, mempunyai beberapa macam berat molekul (Murni *et al.*, 2013).

Polietilen glikol merupakan polimer yang dirumuskan dengan rumus molekul $\text{HOCH}_2(\text{CH}_2\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{OH}$. Jika nilai n berada dalam kisaran 1 hingga sangat besar, maka berat molekul PEG dapat berkisar antara 150-10,000. Senyawa

dengan berat molekul 150-700 adalah cairan, dan senyawa dengan berat molekul 1.000-10.000 adalah padatan. Senyawa glikol dengan berat molekul rendah biasanya digunakan dalam larutan pekat, dimana campuran glikol digunakan sebagai bahan dasar salep yang larut dalam air. Kegunaan dari Polietilen Glikol (PEG) yaitu sebagai zat pengemulsi, pengelastis dan pelumas. Adapun sifat yang dimiliki polietilen glikol adalah tidak bersifat antigen, hidrofilik dan larut dalam pelarut organik (Parra *et al.*, 2006).



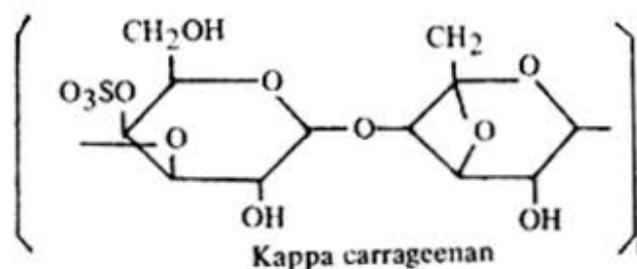
Gambar 3. Struktur Kimia Polietilen Glikol (PEG)

E. Karagenan

Karagenan adalah kelompok polisakarida galaktosa yang diekstrak dari rumput laut, yang merupakan senyawa hidrokoloid yang terdiri dari ester, kalium, natrium magnesium, dan kalium sulfat (Maryuni, 2019). Karagenan merupakan polimer yang di dalam air rantai linear sebagai galaktan sulfat yang mempunyai potensi yang besar dalam pembentukan bioplastik. Karagenan bersifat hidrofilik karena memiliki gugus hidroksil bebas (OH) yang dapat membentuk ikatan hidrogen dengan H₂O. Selain itu, karagenan terdiri dari sulfat hidrofobik dan gugus 3,6-anhidro-D-galaktosil yang lebih hidrofobik (Sulistyo F.T. *et al.*, 2018).

Karagenan yang biasa digunakan dalam pembuatan bioplastik ialah jenis kappa karagenan yang mempunyai kandungan ester sulfat 20-30% dan kandungan 3,6-anhidro-galaktosa 28-35% (Rusli *et al.*, 2017). Gugus ester sulfat

berhubungan dengan kekuatan, hal ini ditandai dengan struktul gel yang kuat yang dimiliki kappa dibandingkan lamda dan iota karagenan. Kappa karagenan dapat menghasilkan bioplastik yang mempunyai karakteristik lebih baik dari pada selulosa murni (Santoso *et al.*, 2013). Kappa Karagenan bersifat hidrofobik dan dapat digunakan sebagai pengemulsi, penstabil, dan pengental dalam industri makanan. Karagenan juga digunakan dalam industri kertas sebagai pelapis, sizing pada industri tekstil dan pengental dalam industri kosmeik. Selain itu, karagenan juga dapat digunakan sebagai pupuk dan biostimulan untuk tanaman pertanian (Maryuni, 2019).



Gambar 4. Struktur Kappa Karagenan

F. Plastik *Biodegradable*

Tabel 2. SNI Sifat Mekanik pada Plastik

Standar Karakterisasi	JIS Z1707	SNI Plastik
film (mm)	< 0,25 mm	-
Kuat tarik (Mpa)	> 3.922 Mpa	24.7 – 302
Persen Elongasi	< 10% sangat buruk > 50% sangat baik	21-220
Modulus Elastisitas	> 0,35 Mpa	-

(Darni & Utami, 2009).

Plastik *biodegradable* berasal dari tiga kata yaitu *bio* yang berarti makhluk hidup, *degra* yang berarti terurai dan *able* yang berarti dapat. Jadi, *biodegradable* plastik merupakan plastik yang dapat terurai oleh mikroorganisme (Aripin *et al.*, 2017). Plastik *biodegradable* merupakan keluarga dari produk polimer dengan struktur molekul yang rentan terhadap dekomposisi biologis. Selain struktur kimia plastik, tingkat degradasi plastik *biodegradable* juga dikendalikan oleh kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan dan kandungan hara, semuanya berpengaruh terhadap aktivitas mikroba (Kitamoto *et al.*, 2011). Plastik *biodegradable* yang terdegradasi oleh mikroorganisme di dalam tanah akan menjadi air dan gas karbondioksida setelah digunakan dan dibuang ke lingkungan. Hal ini penyebab plastik *biodegradable* disebut ramah lingkungan yaitu karena mudah melebur di tanah (Miftahul Jannah, Ratnawulan, 2014). Plastik *biodegradable* ini mengalami degradasi secara alami karena disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, ganggang dan jamur.

G. Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

1. Sifat Fisik Plastik *Biodegradable*

a) Kandungan air (*Water Content*)

Pengujian kandungan air bertujuan untuk mengetahui persentase banyaknya air yang terkandung di dalam Selulosa Bakteri-PEG dan Selulosa Bakteri-PEG Karagenan. Kadar air yaitu parameter yang penting untuk menentukan efek pemlastis terhadap kandungan air pada film biopolymer. Umumnya polimer polar memiliki nilai penyerapan air yang relatif tinggi. Ini karena polimer ini memiliki ikatan hidrogen yang besar.

b) Derajat Peggembangan (*Swelling*)

Uji *swelling* merupakan persentase peggembangan film oleh air yang bertujuan untuk menentukan sifat ketahanan dari plastik *biodegradable* (Coniwanti *et al.*, 2014). Derajat peggembangan adalah kemampuan gel menyerap cairan hingga terjadi kesetimbangan. Derajat *swelling* memberikan informasi secara kualitatif tentang seberapa daerah amorf pada membran. Apabila derajat *swelling* semakin kecil maka persen daerah amorf semakin kecil dan daerah kristalin semakin besar.

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui adanya ikatan didalam polimer dan derajat atau keteraturan ikatan didalam polimer, yang ditentukan oleh persentase massa polimer yang ditambahkan setelah terjadi pembengkakan.

2. Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable***a) Kuat Tarik (*Tensile Strength*)**

Kekuatan tarik merupakan gaya tarik maksimum yang dapat ditahan plastik selama proses pengukuran. Dalam proses pembuatan plastik *biodegradable* bahan pemlastis dan zat aditif yang digunakan akan mempengaruhi kualitas kuat tarik.

b) Kuat Putus (*Elongasi*)

Kekuatan putus merupakan perubahan panjang material hingga material tersebut putus akibat kuat tarik pada pengujian sebelumnya. Nilai elongasi atau % pemanjangan adalah perubahan panjang maksimal suatu plastik sampai terputus. Persen dari elongasi berbanding lurus dengan % kuat tarik.

c) Biodegradasi

Degradasi adalah kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan zat menjadi karbondioksida, air, metana, dan komponen anorganik ataupun biomassa melalui suatu mekanisme enzimatik mikroorganisme, yang dapat diuji dalam waktu tertentu (Miftahul Jannah, Ratnawulan, 2014). Biodegradasi adalah proses dimana mikroorganisme dapat menguraikan polimer alami lainnya (seperti lignin dan selulosa) dan polimer sintetis (seperti polietilen dan polistiren). Setiap jenis mikroorganisme memiliki karakteristik degradasi yang berbeda-beda, sehingga akan terjadi perubahan antara satu jenis mikroorganisme dengan mikroorganisme lainnya (Fadlilah & Shovitri, 2014).

H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik *Biodegradable*

1. Fourier Transform Infrared (FTIR)



Gambar 5. Instrumen FTIR Laboratorium Kimia, FMIPA UNP

Spektrometer FTIR merupakan alat yang digunakan untuk menentukan laju serapan radiasi infra merah pada berbagai panjang gelombang. Spektroskopi FTIR adalah metode untuk mengidentifikasi penentuan struktur. Secara kualitatif, spektroskopi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung

dalam struktur molekul, yaitu muncul puncak baru atau beberapa puncak hilang. Penggunaan spektroskopi FTIR untuk pengujian dapat menghasilkan data tentang karakteristik puncak spektral, yang digambarkan sebagai kurva transmitansi (%) dan juga bilangan gelombang (cm^{-1}) dari sampel yang akan diuji, kemudian dianalisis lebih lanjut (Miftahul Jannah, Ratnawulan, 2014).

Analisa gugus fungsi menggunakan FTIR mempunyai tujuan untuk mengetahui proses yang terjadi selama pencampuran fisik atau kimiawi, sehingga setiap sampel dalam proses pembuatan Selulosa Bakteri (SB) dianalisis menggunakan FTIR. Masukkan sampel ke dalam wadah dan temukan spektrum yang sesuai. Kemudian akan diperoleh hasil pola difraksi hubungan antara intensitas dan bilangan gelombang. Spektrum FTIR akan direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu kamar (Setiani *et al.*, 2013).

Tabel 3. Daftar Bilangan Gelombang

Bilangan Gelombang	Jenis ikatan
3750 – 3000	Regang O-H, N-H
3000 – 2700	Regang $-\text{CH}_3$, $-\text{CH}_2$, C-H aldehid
2400 – 2100	Regang $-\text{C} \equiv \text{C}$, $\text{C} \equiv \text{N}$
1900 – 1650	Regang C=O (asam, ldehid, keton, amida, ester, anhidrida)
1675 – 1500	Regang C=C (aromatik dan alifatik) C=N
1475 – 1300	C-H bending
1000 – 650	C=C-H, Ar-H bending

(Dachriyanus, 2004).

2. *X-Ray Diffraction (XRD)*

Difraksi sinar-X adalah metode mempelajari urutan atom atau molekul dalam struktur tertentu. Jika struktur atom atau molekul disusun secara teratur membentuk kisi, radiasi elektromagnetik akan meningkat pada kondisi percobaan tertentu. Pengetahuan tentang kondisi eksperimental ini dapat memberikan informasi berharga tentang susunan atom atau molekul dalam struktur.

Difraksi sinar-X memberikan informasi tentang struktur polimer, kristal polimer dan keadaan amorf . Polimer dapat mencakup daerah kristal yang dicampur secara acak dengan daerah amorf. Pola difraksi sinar-X pada polimer kristalin menghasilkan puncak yang tajam, sedangkan pada polimer amorf terdapat puncak yang lebar. Pola hamburan sinar-X dapat juga memberikan informasi tentang konfigurasi rantai tengah kristal, perkiraan ukuran kristal, dan rasio luas kristal terhadap luas amorf (kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti, 2009).

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

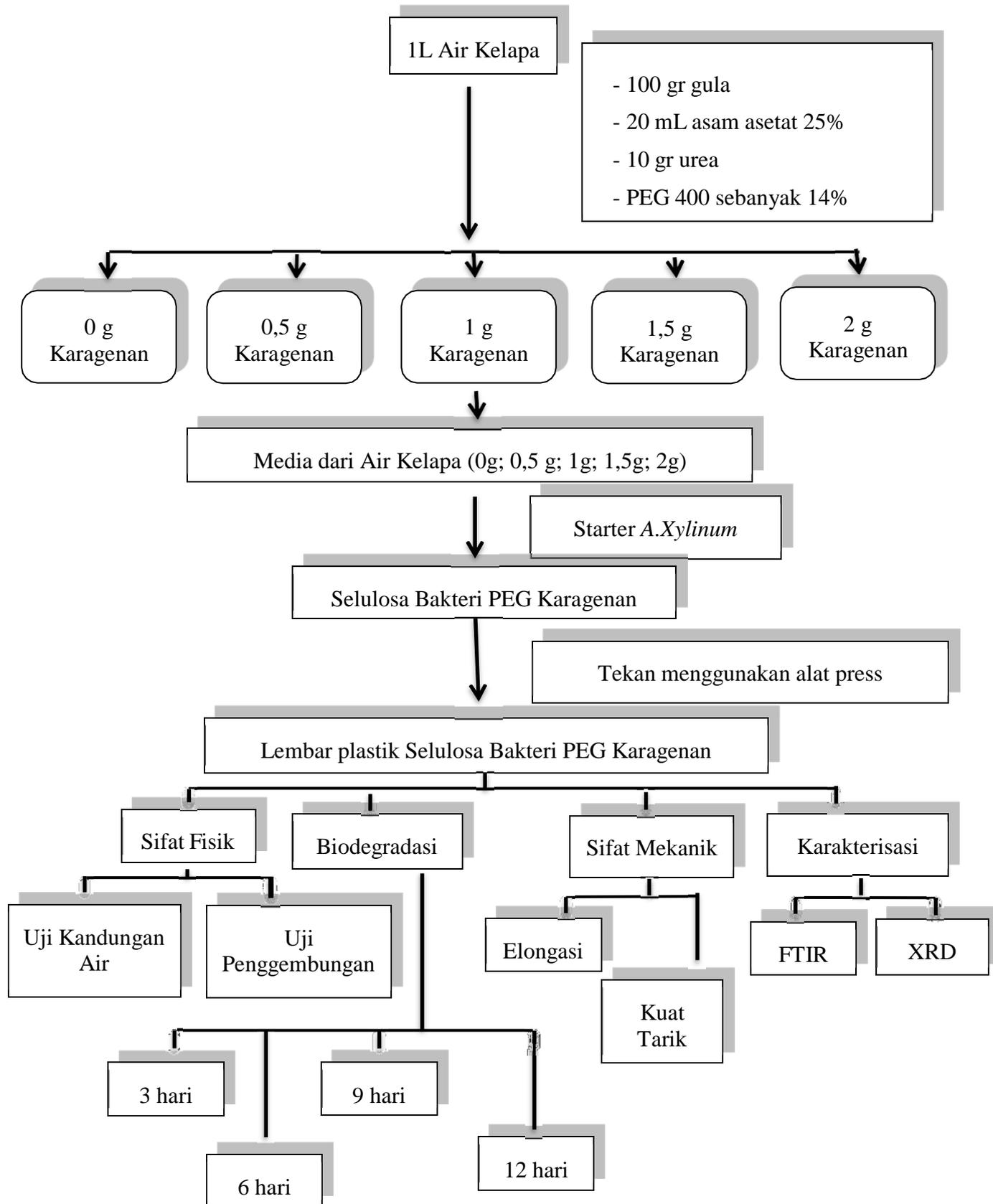
Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh penambahan zat aditif karagenan pada SBPEG dapat menurunkan % kandungan air dan derajat pengembangan seiring dengan penambahan massa karagenan.
2. Pada SBPEG dengan penambahan massa 1,5g memiliki nilai kuat tarik dan elastisitas tertinggi sebesar 74,92 Mpa dan 1772,95 Mpa, sedangkan nilai elongasi sebesar 14,73%. Persen biodegradasi paling tinggi pada SBPEG hari ke 12 yaitu 78,80%.

B. Saran

1. Penelitian ini diperlukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi morfologi permukaan menggunakan SEM untuk menentukan permukaan plastik yang dihasilkan.

E. Desain Penelitian



DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, M. Z., & Pato, U. (2018). Pembuatan Minuman Probiotik Air Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L) Dengan Starter *Lactobacillus casei* subsp . *casei* R-68. *JOM Faperta*, 5(1), 1–12.
- Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E. (2017). studi pembuatan bahan alternatif plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan plasticizer gliserol dengan metode melt intercalation. 1–6.
- Bringmann, M., Landrein, B., Schudoma, C., Hamant, O., Hauser, M. T., & Persson, S. (2012). Cracking the elusive alignment hypothesis: The microtubule-cellulose synthase nexus unraveled. *Trends in Plant Science*, 17(11), 666–674. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.06.003>
- Cappelletti, M., Ferrentino, G., Endrizzi, I., Aprea, E., Betta, E., Corollaro, M. L., Charles, M., Gasperi, F., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.08.012>
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Cottonii, E., Fardhyanti, D. S., & Julianur, S. S. (2015). Karakterisasi Edible Film Berbahan Dasar Ekstrak Karagenan Dari Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(2), 68–73. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4127>
- Dachriyanus. (2004). Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas.
- Darni, Y., & Utami, H. (2009). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 7(2), 1–1.
- Devi Maulana, K., Jamil, M. M., Eka Manunggal Putra, P., Rohmawati, B., & Rahmawati. (2017). Peningkatan Kualitas Garam Bledug Kuwu Melalui Proses Rekristalisasi dengan Pengikat Pengotor CaO , Ba (OH) 2 , dan (NH₄)₂CO₃. *Journal of Creativity Student*, 2(1), 42–46. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jcs/article/view/13237/7359>
- Fadlilah, F. R., & Shovitri, M. (2014). Potensi Isolat Bakteri *Bacillus* dalam Mendegradasi Plastik dengan Metode Kolom Winogradsky. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2), 2337–3539.
- Fatriasari, W., Masruchin, N., & Euis hermiati. (2019). selulosa karakteristik dan pemanfaatannya.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Chris, W., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 16551734. <https://doi.org/10.1017/CBO978110741>