

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



**ADHITYA SURYADINATA**

**18036001/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2022**

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

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana sains*



**ADHITYA SURYADINATA**

**18036001/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

**2022**

## PERSETUJUAN SKRIPSI

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

Nama : Adhitya Suryadinata  
NIM : 18036001  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

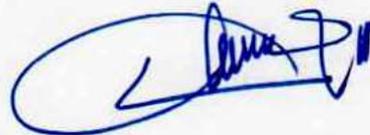
Padang, Juni 2022

Mengetahui  
Kepala Departemen



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D.  
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh  
Pembimbing



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

## PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

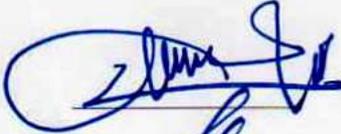
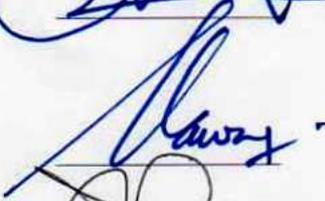
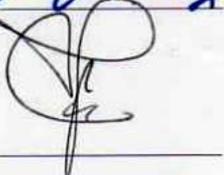
Nama : Adhitya Suryadinata  
NIM : 18036001  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

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

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi  
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Padang

Padang, Juni 2022

### Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D.	
Anggota	: Dr. Mawardi M.Si.	
Anggota	: Dr. Fajriah Azra S.Pd., M.Si.	

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

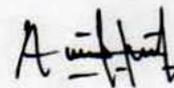
Nama : Adhitya Suryadinata  
NIM/TM : 18036001 / 2018  
Tempat/Tanggal Lahir : Padang / 24 Mei 2000  
Program Studi : Kimia  
Departemen : Kimia  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Alamat : Komp. Trisandi Indah 2 Blok A.14  
No. HP/Telp : 085263139545  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) 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 Universitas Negeri Padang 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. 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, Juni 2022  
Yang membuat pernyataan



Adhitya Suryadinata  
NIM. 18036001

**Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) Terhadap  
Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen  
Glikol (PEG) Dari Air Kelapa (*Cocos nucifera*)**

**Adhitya Suryadinata**

**ABSTRAK**

Plastik *Biodegradable* merupakan plastik yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan zat aditif *virgin coconut oil* pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa (*Cocos nucifera*) serta menentukan sifat fisik, mekanik dan biodegradasi. Penelitian ini menggunakan polietilen glikol 400 14% sebagai *plastisizer* dengan variasi volume *virgin coconut oil* yaitu 2 mL, 4 mL, 6 mL, dan 8 mL. Hasil pengujian sifat fisik yang diperoleh adalah nilai % kandungan air dan derajat penggembungan (*swelling*) semakin menurun seiring dengan penambahan volume *virgin coconut oil*. Hasil maksimum dari pengujian sifat mekanik yang diperoleh adalah pada penambahan *virgin coconut oil* 6 mL dengan nilai kuat tarik yaitu 71,81 MPa yang mana ini sudah memenuhi standar SNI plastik sintesis yaitu dalam rentang 24,7-302 MPa, nilai elastisitas yang didapat yaitu 1819,275 MPa, dan nilai *elongasi* 3,9 %. Pada pengujian biodegradasi didapatkan hasil pada penguburan selama 15 hari sudah terdegradasi lebih dari 50% yang mana semakin banyak *virgin coconut oil* yang ditambahkan kemampuan biodegradasi plastik semakin menurun, tetapi ini masih jauh lebih baik dari pada plastik dari bahan sintesis yang bisa mencapai puluhan tahun. Pada analisis gugus fungsi dengan menggunakan FTIR menunjukkan tidak adanya gugus fungsi baru yang terbentuk, dan hasil analisis derajat kristalinitas pada plastik *biodegradable* didapatkan derajat kristalinitas plastik SB murni sebesar 83,75%, SBPEG sebesar 70,68%, dan SBPEG-V 6 mL sebesar 81.31%.

Kata Kunci : Air Kelapa, Plastik *Biodegradable*, PEG, Selulosa Bakteri, *Virgin coconut oil*.

**Effect of Additive Additives Virgin Coconut Oil (VCO) on the Quality of Biodegradable Plastics Based on Bacterial Cellulose-Polyethylene Glycol (PEG) From Coconut Water (*Cocos nucifera*)**

**Adhitya Suryadinata**

**ABSTRACT**

Biodegradable plastics are plastics that are easily degraded by microorganisms. This study aims to determine the effect of adding virgin coconut oil additives to biodegradable plastics based on PEG bacterial cellulose from coconut water (*Cocos nucifera*) and to determine physical, mechanical, and biodegradable properties. This study used 14% polyethylene glycol 400 as a plasticizer with variations in the volume of virgin coconut oil, namely 2 mL, 4 mL, 6 mL, and 8 mL. The results of testing the physical properties obtained are the value of % water content and the degree of swelling decreases with the addition of the volume of virgin coconut oil. The maximum result from testing the mechanical properties obtained is the addition of 6 mL of virgin coconut oil with a tensile strength value of 71.81 MPa, which already meets the SNI standard for synthetic plastics, which is in the range of 24.7-302 MPa, the elasticity value obtained is 1819,275 MPa, and 3.9% elongation value. In the biodegradation test, it was found that the 15-day burial was degraded by more than 50%, where the more virgin coconut oil was added, the plastic's biodegradability decreased, but this is still much better than plastic made from synthetic materials, which can take decades. The functional group analysis using FTIR showed that there were no new functional groups formed, and the results of the analysis of the degree of crystallinity on biodegradable plastics obtained that the degree of crystallinity of pure SB plastic was 83.75%, SBPEG was 70.68%, and SBPEG-V 6 mL was 81.31%.

**Keywords :** Bacterial Cellulose, Biodegradable Plastic, Coconut Water, PEG, Virgin coconut oil.

## KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur atas kehadiran Allah SWT, sehingga penulis diberi kesehatan, kekuatan dan kemampuan untuk dapat menyusun skripsi dengan judul **Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*)**.

Penulisan skripsi ini dimaksud untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar sarjana sains di Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang. Penulis dalam kesempatan ini mengucapkan terimakasih yang tak berhingga kepada semua pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih penulis ucapkan kepada :

1. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing tugas akhir.
2. Bapak Dr. Mawardi M.Si dan Ibu Dr. Fajriah Azra S.Pd., M.Si sebagai dosen pembahas.
3. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Kepala Departemen Kimia FMIPA, UNP.
4. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai Sekretaris Departemen Kimia FMIPA, UNP.
5. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai ketua Program Studi Departemen Kimia FMIPA, UNP.
6. Kedua orang tua penulis yang selalu mengingatkan dan memberi semangat.
7. Teman-teman angkatan 2018 dan abang/kakak senior yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini.

Penulisan skripsi ini berpedoman kepada Buku Panduan Penulisan Skripsi Non Kependidikan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Namun untuk kesempurnaan skripsi ini penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas Kritik dan saran penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, Juni 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah .....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
A. Kelapa ( <i>Cocos nucifera</i> ) .....	6
B. Selulosa .....	7
C. Selulosa Bakteri .....	8
D. Plastisizer .....	11
E. <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO) .....	12
F. Plastik <i>Biodegradable</i> .....	14
G. Karakterisasi Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> ..	16
1. Sifat Fisik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	16
2. Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	17
3. Biodegradasi .....	17
H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradable</i> .....	17
1. <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR) .....	17
2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	20
A. Waktu dan Tempat .....	20
B. Jenis Penelitian .....	20
C. Variabel Penelitian .....	20

D. Alat dan Bahan .....	21
1. Alat .....	21
2. Bahan .....	22
E. Prosedur Penelitian.....	22
1. Penyiapan Air Kelapa Tua.....	22
2. Pembuatan dan Penyediaan Starter <i>A. Xylinum</i> Air Kelapa Tua...	22
3. Pembuatan Medium.....	23
4. Pembuatan Selulosa Bakteri PEG-VCO (SBPEG-V) .....	23
5. Pencucian dan Pemurnian SBPEG-V .....	24
6. Pembuatan Lembaran Plastik SBPEG-V.....	24
7. Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i> .....	24
8. Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	25
9. Uji Biodegradasi ( <i>Soil Burial Test</i> ) .....	26
10. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradable</i> .....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
A. Selulosa Bakteri Polietilen Glikol- <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO).....	30
B. Pencucian dan Pemurnian SBPEG-V .....	32
C. Analisis Sifat Fisik Plastik SBPEG-V .....	33
D. Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i> .....	36
E. Uji Biodegradasi ( <i>Soil Burial Test</i> ) .....	39
F. Karakteristik Struktur Molekul Plastik SBPEG-V.....	41
BAB V PENUTUP .....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46
DESAIN PENELITIAN.....	51
LAMPIRAN .....	52

## DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Kandungan gizi air kelapa.....	7
2. Komposisi Asam Lemak Penyusun Minyak VCO.....	13
3. Sifat Mekanik Plastik Sesuai ASTM D 882 Tahun 2012.....	14
4. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI dan JIS Z1707.....	15
5. Perbandingan antara plastik konvensional dengan plastik <i>biodegradable</i> pada beberapa aspek.....	15
6. Daftar Bilangan Gelombang.....	18
7. Hasil dan Perlakuan Terhadap Pembentukan SBPEG-V.....	31
8. Bilangan gelombang puncak spektra plastik SBPEG-V.....	43
9. Persentase Kristalin SB, SBPEG, dan SBPEG-V 6 mL.....	44

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
1. Struktur Kimia Selulosa .....	8
2. Serat selulosa bakteri .....	11
3. Struktur Kimia Polietilen Glikol (PEG) .....	12
4. Struktur Kimia Asam Laurat Pada <i>Virgin Coconut Oil</i> (VCO) .....	13
5. Selulosa bakteri PEG VCO .....	31
6. Lembaran Plastik SBPEG-V .....	32
7. Pemurnian SBPEG-V .....	33
8. Persentase Kandungan Air SBPEG-V .....	34
9. Grafik Derajat Pengembangan SBPEG-V .....	35
10. Grafik Kuat Tarik Plastik SBPEG-V .....	36
11. Pengaruh Penambahan VCO Terhadap <i>Elongasi</i> SBPEG-V .....	38
12. Grafik Elastisitas Plastik SBPEG-V .....	39
13. Grafik Biodegradasi Plastik SBPEG-V .....	40
14. Spektrum FTIR .....	42
15. Difraktogram XRD SBPEG-V .....	43

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
1. Skema Kerja Penyiapan dan Penyediaan Starter <i>A. xylinum</i> .....	52
2. Skema Pembuatan Medium .....	53
3. Skema Kerja Pembuatan Selulosa Bakteri.....	54
4. Skema Kerja Pemurnian Selulosa Bakteri .....	55
5. Skema Kerja Pembuatan Lembaran Plastik .....	56
6. Uji Kandungan Air ( <i>Water Content</i> ).....	57
7. Uji Derajat Peggembungan ( <i>Swelling Test</i> ).....	58
8. Uji Kuat Tarik ( <i>Tensille Strength</i> ) .....	59
9. Uji Kuat Putus ( <i>Elongasi</i> ).....	59
10. Uji Biodegradasi ( <i>Soil Burial Test</i> ).....	60
11. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR.....	61
12. Analisis Kristalinitas Plastik Menggunakan XRD.....	61
13. Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH 2% .....	62
14. Data Pengujian Kandungan Air SBPEG-V.....	63
15. Data Pengujian Derajat Peggembungan SBPEG-V .....	65
16. Data Uji Kuat Tarik, <i>Elongasi</i> dan Elastisitas .....	67
17. Data Uji Biodegradasi.....	68
18. Spektrum FTIR Plastik SBPEG-V .....	72
19. Difraktogram XRD Plastik SBPEG-V .....	75
20. Dokumentasi Penelitian .....	79
21. Anggaran Biaya Penelitian .....	82
22. Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	83

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Plastik yang sulit terdegradasi termasuk salah satu masalah lingkungan serius yang harus segera diatasi, salah satu alternatif penanggulangan pencemaran limbah plastik adalah dengan plastik *biodegradable* yang memungkinkan plastik cepat terdegradasi (Narancic *et al.*, 2018). Di Indonesia permasalahan limbah plastik masih belum bisa diatasi sampai saat ini, sejalan dengan penambahan jumlah penduduk menjadi penyebab bertambah nya jumlah volume plastik, hal ini tentu merupakan suatu permasalahan serius yang harus ditanggapi, pemakaian kemasan plastik konvensional masih banyak digunakan ditengah masyarakat karna harganya terbilang lebih murah dan mudah untuk di dapat (Elmi Kamsiati, 2017) mengingat limbah plastik sangat sulit terurai di tanah akan menyebabkan berkurangnya mineral-mineral dalam tanah baik organik atau pun non organik yang berdampak pada kurangnya kesuburan tanah (Purwaningrum, 2016). Sulitnya plastik terdegradasi menjadi penyebab penumpukan limbah plastik di lingkungan. Sampah plastik untuk bisa terurai memerlukan waktu yang sangat lama. Dengan permasalahan ini plastik sintesis belum aman digunakan secara luas, oleh karena itu kemasan plastik membutuhkan bahan baku yang mudah terdegradasi secara hayati, bisa digunakan dalam jumlah banyak, tidak mahal, tetapi bisa menghasilkan kemasan plastik dengan kualitas yang sama dengan kemasan pada umumnya (Darni and Utami, 2009).

Kemasan plastik dengan bahan baku organik dinilai lebih mudah terurai secara hayati, salah satunya ialah plastik *biodegradable*. Pada negara-negara maju telah lama melakukan penelitian tentang plastik *biodegradable* seperti Jerman. Dilihat dari segi kekuatan plastik *biodegradable* hampir sama halnya plastik sintesis (Vroman and Tighzert, 2009). Bahan-bahan yang bisa dipakai untuk jadi bahan baku membuat plastik yang lebih cepat terdegradasi ialah turunan dari polisakarida seperti pati, selulosa dan agar-agar.

Polisakarida yang digunakan pada yang penelitian ini yaitu selulosa. Selulosa termasuk biopolimer yang sangat melimpah di dunia yang sangat bermanfaat untuk bahan baku dalam membuat kain, bioetanol dan bioplastik (Dewanti, 2018) selulosa bakteri ialah selulosa yang disintesis dan disekresikan dari bakteri membentuk rantai selulosa dan dihubungkan membentuk membran selulosa, mempunyai struktur dan sifat fisik yang menarik (kekuatan tarik mekanik dan porositas tinggi) dan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi banyak digunakan diberbagai bidang. Salah satu bakteri penghasil selulosa ialah *Acetobacter xylinum* (Ifadah *et al.*, 2016) dengan menggunakan air kelapa sebagai media. Kandungan air kelapa kaya akan nutrisi diantaranya gula, protein, lemak dan mineral yang bermanfaat bagi pertumbuhan bakteri (Yelli, 2020)

Penambahan *plasticizer* dan zat aditif diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Polietilen Glikol (PEG) digunakan sebagai *plasticizer* karna memiliki sifat mekanik dan fisiknya yang baik, seperti kelarutan dalam air dan pelarut organik, toksisitas yang tidak tinggi, dan memiliki hidrofilitas tinggi. Penggunaan zat aditif *virgin coconut oil* (VCO) dinilai aman karna diketahui VCO sudah sering dipakai pada bidang pangan, obat-obatan dan bidang lainnya

(Barlina, 2020). Diketahui VCO dapat menurunkan permeabilitas uap air dan gas pada plastik *biodegradable* karena kandungan asam laurat pada VCO lebih tinggi dibandingkan asam lemak bebas lainnya (Asy and Cahyono, 2006). Dimana diketahui bahwa asam laurat dapat menurunkan permeabilitas uap air (Rahim *et al.*, 2010).

Melanjutkan dari penelitian Tiara Angelina Agustin (2019) tentang pengaruh penambahan Polietilen Glikol (PEG) sebagai pemlastis terhadap kualitas plastik *biodegradable* dari air kelapa menunjukkan adanya pengaruh yang cukup baik dengan adanya penambahan PEG, dari penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan kadar air pada selulosa bakteri dikarenakan PEG merupakan polimer yang terdiri satu monomer glikol yang memiliki kemampuan dalam menyerap air dengan membentuk ikatan hidrogen, lalu pada uji *swelling* menunjukkan semakin tinggi konsentrasi PEG maka derajat pengembangan semakin turun, dan pada uji biodegradasi juga memperlihatkan hasil yang bagus karna PEG termasuk *plasticisizer* hidrofilik maka meningkatkan laju biodegradasi dan penambahan konsentrasi *plasticizer* hidrofilik meningkatkan laju degradasi enzimatik, tetapi pada uji kuat tarik (*tensile strength*) mengalami penurunan. Untuk meningkatkan kualitas plastik *biodegradable* maka dibutuhkan penambahan zat aditif yaitu *virgin coconut oil* (VCO). Guna meningkatkan pemanfaatan air kelapa menjadi plastik *biodegradable* dan melanjutkan penelitian terdahulu, maka penulis ingin melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Zat Aditif *Virgin Coconut Oil* (VCO) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Bebas Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) Dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L*)”.

## **B. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemakaian plastik sintesis berlebihan yang sulit terdegradasi oleh mikroorganisme menyebabkan penumpukan sampah plastik yang menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.
2. Plastik *biodegradable* dengan *plasticizer* polietilen glikol (PEG) penelitian sebelumnya belum memenuhi SNI plastik sintetis sehingga perlu adanya penambahan zat aditif

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Selulosa bakteri yang digunakan adalah selulosa bakteri dengan penambahan plastisizer PEG 400 14% sebanyak 10 mL.
2. Zat aditif yang digunakan adalah VCO .
3. Proses pembuatan selulosa bakteri PEG-VCO dilakukan dengan metode *in-situ*.
4. Pengujian plastik *biodegradable* SBPEG-V meliputi uji kandungan air, derajat pengembangan, uji kuat tarik, uji kuat putus, biodegradasi dan karakterisasi diuji dengan analisis gugus fungsi (FTIR), dan uji kristalinitas (XRD).

## **D. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan VCO terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa?

2. Bagaimanakah sifat fisik, sifat mekanik, biodegradasi, gugus fungsi dan kristanilitas dari plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa yang telah di tambahkan zat aditif VCO?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh variasi penambahan VCO pada pembuatan plastik *Biodegradable* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa.
2. Menentukan sifat fisik, sifat mekanik, biodegradasi, gugus fungsi dan kristanilitas dari plastik *biodegredeble* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa yang telah di tambahkan zat aditif VCO.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh dari penambahan VCO terhadap kualitas plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa.
2. Memberikan informasi bahwa air kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kelapa (*Cocos nucifera*)

Kelapa disebut sebagai pohon kehidupan karena setiap bagiannya dapat dimanfaatkan oleh manusia. Buah kelapa termasuk bagian dari pohon kelapa yang secara umum paling sering dipasarkan, terbagi mejadi dua yaitu bagian luar (*endocarp*) dan bagian dalam (*endosperm*). Bagian *endosperm* juga dibagi jadi dua bagian yaitu daging buah (*white kernel*) dan cairan jernih yang sering disebut dengan air kelapa. 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 barang mentah untuk banyak industri penting, contohnya sabun, kosmetik, dan lain-lain (Ibrahim, 2020)

Air kelapa 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). Kandungan air kelapa terdiri dari 4,7% total padatan, 2,6% gula, 0,55% protein, 0,74% lemak, dan 0,46% mineral (Titus T Turnipi & Rossi, 2016). “*Nata de coco*” merupakan suatu selulosa yang dihasilkan oleh mikroorganisme *Acetobacter xylinum* dengan proses fermentasi. Nata akan terbentuk jika *Acetobacter xylinum* dimasukkan pada air kelapa yang sudah diperkaya dengan karbon (C) dan nitrogen melalui suatu proses yang dikontrol (Widiyaningrum *et al.*, 2017).

Kandungan gizi yang terkandung dalam air kelapa bisa dilihat pada tabel berikut ini :

Table 1. Kandungan gizi air kelapa

Kandungan	Kandungan (%) per 100 mL
Air (g)	95,5
Protein (g)	0,1
Lemak (g)	<1,0
Zat mineral (g)	0,4
Karbohidrat (mg)	4
Kalsium (mg)	0,02
Fosfor (mg)	<0,01

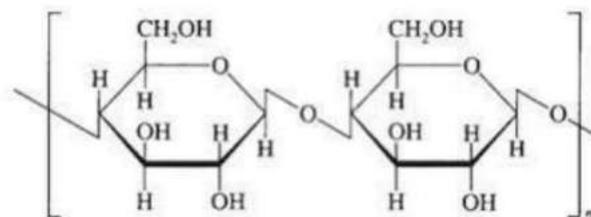
(Priya & Ramaswamy, 2014)

## B. Selulosa

Selulosa ialah salah satu sumber daya alam yang keberadaannya berlimpah di Indonesia, Selulosa adalah polisakarida yang keras, berserat, sukar larut di dalam air dan memiliki fungsi untuk menjaga kestabilan dari struktur dinding sel pada tumbuhan (Bringmann *et al.*, 2012), termasuk sumber daya alam terbarukan berupa komponen utama dari lignoselulosa dari dinding sel yang terdapat di tanaman bersama dengan lignin, hemiselulosa, pektin, dan lilin. Selulosa diperoleh dari tanaman yang memiliki struktur kompleks dan berasosiasi dengan hemiselulosa dan lignin. Selain dari tanaman, selulosa juga dapat disintesis oleh alga, tunicate dan bakteri (Mulyadi, 2019).

Selulosa ialah biopolymer yang bisa di dapat dari hasil pertanian. Memiliki sifat termoplastik yang berpotensi untuk dibentuk ataupun dicetak. Polimer jenis ini ada sepanjang tahun (*renewable*) dan lebih cepat hancur secara alami (*biodegradable*), dan polimer jenis ini sering dipakai sebagai bahan bioplastik (R. Pratiwi *et al.*, 2016).

Struktur dasar selulosa tersusun dari molekul D-glukosa melalui ikatan 1,4- $\beta$ -glukosidik, membentuk rantai bercabang yang tersusun dari ribuan molekul glukosa. Penguraian selulosa secara alami membutuhkan bantuan mikroorganisme, dan mikroorganisme membutuhkan enzim. Selulosa dapat menghidrolisis selulosa dengan memotong ikatan 1,4- $\beta$ -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 di lingkungan anaerob, selulosa akan dipecah menjadi alkohol dan asam organik (Mulyadi, 2019). Selulosa dengan sifatnya yang fleksible dapat digunakan sebagai matriks dalam proses pembuatan komposit (Maulana *et al.*, 2017).



Gambar 1. Struktur Kimia Selulosa

### C. Selulosa Bakteri

Selulosa bakteri ialah ekspolisakarida yang dibuat oleh bakteri dan memiliki tingkat kemurnian yang tinggi jika dibandingkan dengan selulosa tumbuhan serta punya karakteristik struktural dan mekanik yang unik sehingga sering digunakan dalam berbagai keperluan industri contohnya makanan, medis, plastik dan kertas (Ahmad *et al.*, 2019). Selulosa bakteri juga punya kandungan air yang tinggi (98-99%), merupakan penyerap cairan yang sangat baik, tidak

menyebabkan alergi, dan bisa disterilkan dengan aman tanpa merubah karakteristik (Rohaeti, 2009).

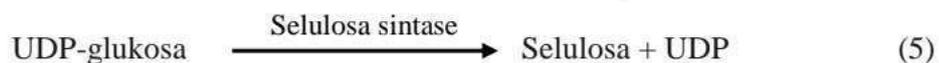
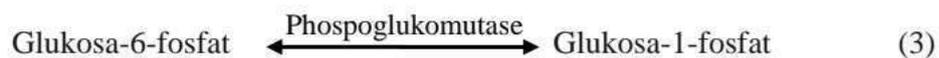
Sintesis selulosa bakteri telah banyak diteliti pada *A. Xylinum*. Adapun peran biologis selulosa yang dihasilkan oleh bakteri yaitu untuk membantu dalam flokulasi atau untuk mempertahankan lingkungan tertentu, seperti kondisi aerobik atau memungkinkan keterikatan pada tanaman. Selulosa bakteri diatur sama dengan selulosa dari tanaman, yaitu sebagai rantai polisakarida membentuk mikrofibril dan kumpulan mikrofibril akan membentuk pita. Rumus kimia selulosa bakteri dan selulosa tanaman sama, tetapi sifat kimia, mekanik dan fisik berbeda. Selulosa bakteri punya struktur serat dengan ukuran nano dan sangat tipis, memiliki tingkat kemurnian yang tinggi karna tidak terdapat lignin, hemiselulosa dan pektin, dan juga selulosa bakteri dapat terurai dengan baik secara alami (Boby *et al.*, 2021).

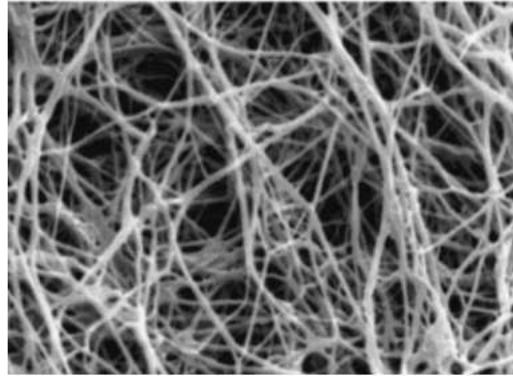
Selulosa bakteri terdiri dari atas serat-serat fibril yang lebih kecil dan memiliki aktivitas permukaan yang tinggi dan lebih baik dibandingkan selulosa tanaman. Selulosa bakteri lebih murni karena memiliki derajat polimerisasi dan derajat kristalinitas yang tinggi, bebas dari lignin, pektin dan hemiselulosa sehingga SB baik diaplikasikan untuk matriks suatu komposit.

*A. Xylinum* merupakan golongan bakteri gram negative, yang dapat menghasilkan selulosa dan asam asetat selama pertumbuhan dan melepaskan mereka ke lingkungan. *A. Xylinum* termasuk bakteri yang membutuhkan oksigen yang bisa hidup baik di lingkungan dan memiliki kondisi asam pada pH 3 sampai 5 dan optimum pada pH 4,3. Selulosa bakteri memiliki sifat struktur jaringan yang

halus, biodegradabilitas tinggi dan sifat kekuatan mekaniknya unik (Kusniawati *et al.*, 2020).

A. *Xylinum* digunakan untuk pembentukan selulosa bakteri melalui proses fermentasi. Sukrosa pada medium air kelapa dikonversikan oleh bakteri *A.Xylinum* ke dalam bentuk glukosa dan fruktosa dengan bantuan enzim sukrase. Glukosa dan fruktosa termasuk senyawa yang lebih mudah dipakai oleh mikroorganisme yaitu bakteri karena punya bentuk lebih sederhana dibandingkan dengan sukrosa. Selanjutnya glukosa dengan bantuan ATP menghasilkan glukosa-6-pospat, fungsi ATP disini adalah untuk mengaktifkan glukosa yang awalnya tidak aktif menjadi aktif dengan bantuan ATP. Agar memiliki struktur yang lebih stabil glukosa-6-pospat diubah menjadi glukosa-1-pospat. Kemudian dibutuhkan energi yang lebih tinggi untuk membentuk polisakarida, sehingga glukosa-1-pospat diubah menjadi UDP-Glukosa dengan bantuan UTP. Dengan bantuan enzim *glukosil transferase*, maka UDP-Glukosa dipolimerisasikan menjadi selulosa.





Gambar 2. Serat selulosa bakteri

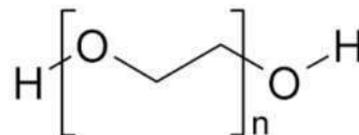
#### D. Plastisizer

Plastisizer yaitu aditif yang dipakai untuk memberikan fleksibilitas pada campuran polimer dan meningkatkan kemampuan proses (Jamarani *et al.*, 2018). *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 (Rifqiani *et al.*, 2019). Ikatan yang akan terbentuk merupakan ikatan hidrogen antara polimer dan *plasticizer*. Polietilen glikol (PEG) termasuk *plasticizer* alami yang dapat digunakan untuk sintesis plastik *biodegradable*.

Polietilen glikol (PEG) memiliki kelebihan diantaranya secara fisiologi inert, tidak terhidrolisis, tidak mendukung pertumbuhan jamur, mempunyai beberapa macam berat molekul (Murni *et al.*, 2013). PEG dapat mempengaruhi tekanan osmotik dan memberikan efek pengeringan, sehingga transportasi nutrisi pada benih sintetik berjalan lambat (Tewary *et al.*, 2000).

Polietilen glikol (PEG) 400 stabil secara kimia, memiliki toksisitas relatif rendah yang dapat dikatakan aman untuk lingkungan. Polietilen (400)

merupakan polimer yang dirumuskan dengan struktur  $\text{HO}-(\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_n-\text{OH}$  dengan  $n$  antara 8 atau 9, berwujud cair dalam suhu ruangan, dan PEG misibel dengan air melalui ikatan hidrogen (Aditya Fridayanti *et al.*, 2010). 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). Jenis dan kepekatan dari plastisizer yang dipakai memiliki pengaruh pada sifat fisik, termal, mekanik, dan penghalang film (Sanyang *et al.*, 2015)



Gambar 3. Struktur Kimia Polietilen Glikol (PEG)

#### E. *Virgin Coconut Oil (VCO)*

*Virgin coconut oil (VCO)* termasuk jenis minyak yang bersumber dari air kelapa segar. Tidak sama halnya dengan minyak kelapa pada umumnya, VCO didapatkan tanpa dengan proses penambahan bahan kimia atau proses yang menggunakan panas tinggi. VCO berguna untuk menjaga kesehatan tubuh, dikarenakan VCO terdapat banyak asam lemak rantai menengah (*Medium Chain Fatty Acid / MCFA*). MCFA yang paling banyak terkandung pada VCO yaitu asam laurat (*Lauric Acid*).

Data hasil analisis metil ester menggunakan alat kromatografi gas dapat dilihat bahwa asam-asam lemak dapat dipisah dengan sangat baik, asam-asam lemak itu terdiri dari kaprilat, kaprat, laurat, miristat, palmitat, stearat, oleat dan

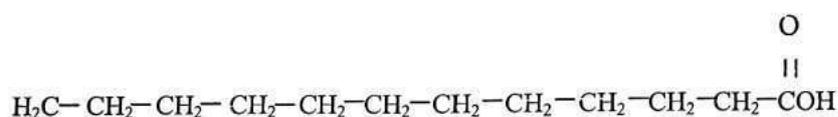
linoleat. Asam lemak yang lebih banyak terkandung pada VCO yaitu asam laurat. Hasil penelitian yang mereka peroleh Tabel 1 dibawah ini (Abast *et al.*, 2015).

Table 2. Komposisi Asam Lemak Penyusun Minyak VCO

Asam Lemak	Konsentrasi mg/mL	Kandungan (%)
C8:0 (Kaprilat)	6,11	8,93
C10:0 (Kaprat)	3,85	6,74
C12:0 (Laurat)	25,75	47,79
C14:0 (Mirisat)	9,84	17,17
C16:0 (Palmitat)	4,45	8,08
C18:0 (Stearat)	1,36	2,58
C18:1 (Oleat)	3,94	7,37
C18:2 (Linoleat)	0,69	1,35
Total	55,99	100,00

Sumber : (Abast *et al.*, 2015)

Dalam menurunkan permeabilitas uap air bisa dilakukan dengan penambahan asam laurat dengan konsentrasi yang tepat (Rahim *et al.*, 2010). Dapat dilihat dari tabel diatas, dari masing-masing asam lemak tersebut, kandungan asam laurat paling banyak terkandung didalam VCO. Persentasi kandungan asam laurat adalah 47,8%, sedangkan asam lemak menengah lainnya adalah kaprilat dan kaprat masing-masing nya 9% dan 7%, asam laurat termasuk asam lemak jenuh yang terdapat pada VCO. Asam laurat ialah asam lemak jenuh berantai sedang (medium chain fatty acid, MCFA) yang punya 12 atom karbon (I. Pratiwi *et al.*, 2018). Sehingga VCO diperkirakan dapat digunakan sebagai zat aditif. Struktur kimia dari asma laurat pada VCO dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur Kimia Asam Laurat Pada *Virgin Coconut Oil* (VCO)

## F. Plastik Biodegradable

Sifat-sifat plastik yang mengacu pada *American Society Testing of Material* (ASTM) ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

Table 3. Sifat Mekanik Plastik Sesuai ASTM D 882 Tahun 2012

No	Karakteristik	LDPE	HDPE	PP
1	<i>Tensile Strenght</i> (MPa)	0,02358	0,047367	0,195811
2	<i>Break E longation</i> (%)	205	570	57,8
3	<i>Elasticity Modulus</i> (MPa)	0,372	1,31	2,93

HDPE (*High Density PolyEthylene*) ialah plastik yang termasuk keras, tahan dengan bahan kimia dan kelembaban, gampang diwarnai, dibentuk dan diproses. Pada umumnya di aplikasi kan pada botol susu cair, jus, minuman, tutup plastik. Dianjurkan cuma digunakan untuk satu kali pakai sebab jika dipakai terus-menerus nantinya ditakutkan bahan penyusunnya lebih mudah berpindah kedalam pangan. LDPE (*Low Density PolyEthylene*) termasuk plastik dengan bahan yang gampang diproses, fleksibel, kedap air, tidak jernih tapi ditembus cahaya, dan umumnya dipakai untuk kantong kresek. PP (*PolyPropylene*) ialah plastik dengan ciri-ciri transparan tetapi berwarna, keras tetapi fleksibel, kuat, tahan terhadap panas, bahan kimia dan minyak, sehingga PP ialah pilihan bahan plastik yang aman digunakan pada pembungkus pangan, contohnya tempat obat, botol susu, dan sedotan (ASTM D 882-12, 2012).

Table 4. Sifat Mekanik Plastik Sesuai SNI dan JIS Z1707

No	Karakteristik	JIS Z1707	SNI Plastik
1	Film (mm)	< 0,25 mm	-
2	Kuat Tarik (MPa)	> 3,922 MPa	24,7-302
3	Persen <i>Elongasi</i> (%)	< 10% sangat baik > 50% sangat buruk	21-220
4	Hidrofobisitas (%)	-	99
6	Modulus Elastisitas	> 0,35 MPa	-

Sumber : (Rahmadani, 2019) (Darni & Utami, 2009)

Plastik *biodegradable* terbuat dari bahan alami yang dapat terurai oleh mikroorganisme, lebih cepat terdegradasi karena bersifat ramah lingkungan, berbeda dengan plastik konvensional. Perbedaan pada plastik non *biodegradable* dengan plastik *biodegradable* di beberapa aspek bisa dilihat dalam Tabel 5.

Table 5. Perbedaan antara plastik non *biodegradable* dengan plastik *biodegradable* di beberapa aspek

Aspek	Plastik konvensional/non <i>biodegradable</i>	Plastik <i>Biodegradable</i> /Bioplastik
Bahan baku	Sering dibuat dari bahan yang sulit diperbaharui (minyak bumi)	Terbuat dengan bahan yang dapat diperbaharui (bahan nabati)
Teknologi	Sudah mapan	Mulai ada produsen yang mengembangkan. Tetapi masih banyak yang dalam tahap penelitian
Sosial	Sudah sangat dikenal dan dipakai oleh masyarakat	Belum banyak digunakan oleh masyarakat
Ekonomi	Harga relatif lebih murah	Harga sedikit mahal
Lingkungan	Sangat tidak ramah lingkungan (perlu puluhan bahkan ratusan tahun agar terdegradasi oleh alam). Menghasilkan emisi karbon yang tinggi	Ramah lingkungan (dapat terdegradasi oleh alam dalam waktu yang singkat (sekitar 3-6 bulan). Menghasilkan emisi karbon lebih rendah

Sumber : (Elmi Kamsiati, 2017)

Bahan baku yang bisa dipakai dalam membuat plastik *biodegradable* ialah pati, selulosa, dan Poly Lactic Acid (PLA) (Elmi Kamsiati, 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 (Udjiana *et al.*, 2021).

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

### 1. Sifat Fisik Plastik *Biodegradable*

#### a. Kandungan air (*Water Content*)

Pengujian kadar air bertujuan untuk mengetahui berapa banyak air yang dimiliki plastik. Umumnya polimer polar memiliki nilai penyerapan air yang relatif tinggi. Ini karena polimer ini memiliki ikatan hidrogen yang besar.

#### b. Derajat Penggembungan (*Swelling*)

Uji *swelling* merupakan persentase penggembungan film oleh air yang bertujuan untuk menentukan sifat ketahanan dari plastik *biodegradable*. Derajat penggembungan ialah 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 melihat adanya ikatan dalam polimer dan derajat atau keteraturan ikatan pada polimer, yang dipengaruhi oleh persentase massa polimer yang ditambahkan setelah terjadi pembengkakan.

## 2. Sifat Mekanik Plastik *Biodegradable*

### a. kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kekuatan tarik ialah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan plastik selama proses pengukuran. Dalam proses membuat plastik *biodegradable* bahan pemlastis dan zat aditif yang dipakai akan mempengaruhi kualitas kuat tarik (Nafiayanto, 2019)

### b. Kuat Putus (*Elongasi*)

Kekuatan putus ialah 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 terbalik dengan nilai kuat tarik.

## 3. Biodegradasi

Biodegradasi adalah kemampuan mikroorganisme untuk menguraikan zat jadi karbondioksida, air, metana, dan komponen anorganik ataupun biomassa melalui suatu mekanisme enzimatik mikroorganisme, yang dapat diuji dalam waktu tertentu, dan biodegradasi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya jenis substrat, sumber nitrogen, pH, suhu serta kelembaban yang disesuaikan dengan jenis mikroorganisme yang dipakai (Islami, 2019).

## H. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik *Biodegradable*

### 1. *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Spektrometer FTIR merupakan alat yang dipakai guna menentukan laju serapan radiasi infra merah di berbagai panjang gelombang. Spektroskopi FTIR adalah metode untuk mengidentifikasi penentuan struktur. Spektroskopi

inframerah ini berfokus pada radiasi elektromagnetik pada rentang frekuensi (400-4000  $\text{cm}^{-1}$  wavelength), yang merupakan ukuran unit untuk frekuensi. *Fourier Transform InfraRed* (FTIR) sangat diperlukan untuk analisis kualitatif (identifikasi) dari senyawa organik dikarenakan setiap senyawa memiliki puncak struktural yang berbeda. Secara kualitatif, spektroskopi FTIR ini dipakai guna 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 tergambar sebagai kurva transmitansi (%) dan juga bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) dari sampel yang akan diuji, lalu dianalisis lebih lanjut (Islami, 2019).

Analisa gugus fungsi menggunakan FTIR mempunyai tujuan untuk memperoleh informasi guna melihat gugus fungsi yang terdapat di dalamnya, sehingga setiap sampel dalam proses pembuatan Selulosa Bakteri (SB) dianalisis menggunakan FTIR. Masukkan sampel ke dalam wadah dan temukan spektrum yang sesuai (nurjannah *et al*, 2020).

Table 6. Daftar Bilangan Gelombang

Bilangan Gelombang	Gugus Fungsi
3750 – 3000	O-H dan N-H stretching
3000 – 2700	C-H stretching (-CH <sub>3</sub> , -CH <sub>2</sub> , C-H aldehyd)
2400 – 2100	-C≡C dan C ≡ N
1900 – 1650	C = O (asam, aldehyd, keton, amida, ester)
1675 – 1500	C = C stretching (aromatik dan alifatik) dan C = N
1475 – 1300	C-H Bending
1000 – 650	C=C-H, Ar-H bending

Sumber : (Dachriyanus, 2004).

## 2. *X-Ray Diffraction (XRD)*

Difraksi sinar-X adalah metode mempelajari urutan atom atau molekul dalam struktur tertentu (Setiawan & Siregar, 2020). Difraksi sinar-X berguna untuk mengetahui tentang struktur polimer, kristal polimer dan keadaan amorf. Keunggulan utama penggunaan sinar-X dalam karakterisasi material ialah kemampuan penetrasinya, karena sinar-X memiliki energi sangat tinggi akibat panjang gelombangnya yang pendek. Sinar-X ialah gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang 0,5-2,0 mikron.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### A. Kesimpulan

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

1. Penambahan *virgin coconut oil* dengan berbagai variasi dapat mempengaruhi nilai kandungan air, derajat pengembangan, nilai kuat tarik, elongasi, elastisitas, dan nilai biodegradasi pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri-polietilen glikol.
2. Penambahan *virgin coconut oil* pada plastik SBPEG menurunkan % kandungan air dan derajat pengembangan seiring dengan penambahan volume VCO. Nilai kuat tarik tertinggi didapatkan pada variasi penambahan VCO 6 mL. Tetapi pada pengujian biodegradasi semakin banyak VCO yang ditambahkan kemampuan biodegradasi plastik semakin menurun, tetapi pada penguburan selama 15 hari didapatkan hasil plastik terdegradasi sudah lebih dari 50%. Pada analisis FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi pada SBPEG-V, namun tidak ditemukan gugus fungsi baru. Pada analisis kristanilitas menunjukkan persentase derajat kristanilitas plastik SBPEG meningkat Setelah ditambahkan VCO.

#### B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk melakukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi morfologi menggunakan SEM untuk menentukan bentuk permukaan dari plastik SBPEG-V.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abast, M. A., Koleangan, H. S. J., & Pontoh, J. (2015). Analisis Asam Lemak dalam Minyak Kelapa Murni Menggunakan Derivatisasi Katalis Basa. *Jurnal MIPA*, 4(2), 29. <https://doi.org/10.35799/jm.5.1.2016.11408>
- Aditya Fridayanti, Esti Hendradi, I. (2010). *Pengaruh Kadar Polietilen Glicol (PEG) 400 terhadap Pelepasan Natrium*. 1(1), 1–7.
- Agustin, T. A., & Putra, A. (2019). The Effect of Addition of Polyethylene Glycol (PEG) on Biodegradable Plastic Based on Bacterial Cellulosa from Coconut Water (*Coconus Nucifera*). *International Journal of Progressives Sciences and Technologies*, 17(2), 50–57. <http://ijpsat.ijsht-journals.org/index.php/ijpsat/article/view/1398/742>
- Ahmad, S. W., Yanti, N. A., & Muhiddin, N. H. (2019). Pemanfaatan Limbah Cair Sagu untuk Memproduksi Selulosa Bakteri. *Jurnal Biologi Indonesia*, 15(1), 33–39.
- Aini, A. N., Riyati, N., Restiandika, F., & Lestari, R. A. S. (2018). Plastik Biodegradable Limbah Nasi. *Seminar Nasional Teknik Kimia ecosmart*, 203–209.
- Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P. D. (2020). Pembuatan edible film dari pati kulit singkong menggunakan plasticizer sorbitol dengan asam sitrat sebagai crosslinking agent. *Jurnal Inovasi Proses*, 5(2), 46–56.
- ASTM D 882-12. (2012). Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, ASTM International. [Www.Astm.Org](http://www.Astm.Org), 1–12. <https://doi.org/10.1520/D0882-12.2>
- Asy, M., & Cahyono, B. (2006). *Pra-Standardisasi: Produksi Dan Analisis Minyak Virgin Coconut Oil ( Vco ) Pre-Standardization: Production and Analysis Virgin Coconut Oil ( Vco )*. 74–80.
- BARLINA, R. (2020). Pengaruh Penambahan Virgin Coconut Oil (Vco) Dan Minyak Kedelai Terhadap Mutu Dan Nilai Gizi Biskuit Bayi. In *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* (Vol. 20, Issue 1, p. 35). <https://doi.org/10.21082/jlitri.v20n1.2014.35-44>
- Boby, C. A., Muhsinin, S., & Roni, A. (2021). Review: Produksi, Karakterisasi Dan Aplikasi Selulosa Bakteri Di Bidang Farmasi. *JOPS (Journal Of Pharmacy and Science)*, 4(2), 12–28. <https://doi.org/10.36341/jops.v4i2.1887>
- 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>
- Ciechańska, D. (2004). Multifunctional bacterial cellulose/chitosan composite materials for medical applications. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, *12*(4), 69–72.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*.
- Darni, Y., & Utami, H. (2009). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, *7*(2), 1–1.
- Dewanti, D. P. (2018). Cellulose potential of empty fruit bunches waste as the raw material of bioplastics. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *19*(1), 81.
- Elmi Kamsiati, H. H. dan E. Y. P. (2017). *potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sago dan ubikayu di indonesia the development potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia*. *36*, 67–76. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Hidayat, F., Syaubari, S., & Salima, R. (2020). Pemanfaatan pati tapioka dan kitosan dalam pembuatan plastik biodegradable dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer. *Jurnal Litbang Industri*, *10*(1), 33. <https://doi.org/10.24960/jli.v10i1.5970.33-38>
- Ibrahim, S. (2020). Potensi Air Kelapa Muda Dalam Meningkatkan Kadar Kalium. *Indonesian Journal of Nursing and Health Sciences*, *1*(1), 37–48.
- Ifadah, R. A., Kusnadi, J., Wijayanti, S. D., Teknologi, J., Pertanian, H., Universitas, F. T. P., & Malang, B. (2016). *strain improvement acetobacter xylinum menggunakan ethyl methane sulfonate ( ems ) sebagai upaya peningkatan produksi selulosa bakteri strain improvement acetobacter xylinum by ethyl methane sulfonate ( EMS ) to Enhance Bacterial Cellulose Production*. *4*(1), 273–282.
- Islami, A. N. (2019). *Biodegradasi Plastik Oleh Mikroorganisme*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/rfkpy>
- Jamarani, R., Erythropel, H. C., Nicell, J. A., Leask, R. L., & Marić, M. (2018). How green is your plasticizer? *Polymers*, *10*(8), 1–17. <https://doi.org/10.3390/polym10080834>
- Jannah, M. (2014). *Analisis Penambahan Gula Jagung Terhadap Karakteristik dan Degradasi Plastik Biodegradable Air Pati Ubi Kayu ( manihot utilisima ) Jurusan Fisika , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang*. *1*(April), 81–88.

- Kusniawati, E., Dian, K. S., & Indah, P. (2020). Pelatihan Pembuatan Nata De Coco Di Kelurahan Mariana Ilir Kabupaten Banyuasin. *Seminar Nasional AVoER*, 12(November), 18–19.
- Maneking, E., Sangian, H. F., & Tongkukut, S. H. J. (2020). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Biomassa dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal MIPA*, 9(1), 23. <https://doi.org/10.35799/jmuo.9.1.2020.27420>
- Maulana, M. I., Syahbanu, I., & Harlia. (2017). Sintesis dan Karakterisasi Material Konduktif Film Komposit Polipirol (PPy)/Selulosa Bakteri. *Jkk*, 6(3), 11–18. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/22258>
- Moeljopawiro, S., Setiaji, B., & Sembiring, L. (2015). Sifat Fisikokimiawi Selulosa Produksi Isolat Bakteri. *Jurnal Agriteknologi*, 35(4), 434–440.
- Mulyadi, I. (2019). Isolasi Dan Karakteristik Selulosa. *Jurnal Sainika Unpam*, 1(2), 177–182.
- Murni, W., Pawignyo, H., Widyawati, D., & Sari, N. (2013). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (Zea Mays L.) dan Kitosan*. 1–9.
- Nafiyanto, I. (2019). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fullica*). *Integrated Lab Journal*, 07(01), 75–89.
- Narancic, T., Verstichel, S., Reddy Chaganti, S., Morales-Gamez, L., Kenny, S. T., De Wilde, B., Babu Padamati, R., & O'Connor, K. E. (2018). Biodegradable Plastic Blends Create New Possibilities for End-of-Life Management of Plastics but They Are Not a Panacea for Plastic Pollution. *Environmental Science and Technology*, 52(18), 10441–10452. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02963>
- Neng rita nurjannah. (2020). *Sintesis dan karakterisasi selulosa termetilasi sebagai biokomposit hidrogel*. 7(1), 19–27.
- Parra, D. F., Fusaro, J., Gaboardi, F., & Rosa, D. S. (2006). Influence of poly (ethylene glycol) on the thermal, mechanical, morphological, physical-chemical and biodegradation properties of poly (3-hydroxybutyrate). *Polymer Degradation and Stability*, 91(9), 1954–1959. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2006.02.008>
- Pratiwi, I., Pardi, & Yunus, M. (2018). Pemisahan Asam Laurat dari Virgin Coconut Oil (VCO) dengan Metode Saponifikasi dan Sonikasi. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 2(1), 235–239.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>

- Priya, S. R., & Ramaswamy, L. (2014). Tender Coconut Water - Nature's Elixir To Mankind. *S.R Priya*, 5(8), 1485–1490. <http://www.recentscientific.com>
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Putri, S. N. Y., Syaharani, W. F., Utami, C. V. B., Safitri, D. R., Arum, Z. N., Prihastari, Z. S., & Sari, A. R. (2021). Pengaruh Mikroorganisme, Bahan Baku, Dan Waktu Inkubasi Pada Karakter Nata: Review. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(1), 62. <https://doi.org/10.20961/jthp.v14i1.47654>
- Rahim, A., Alam, N., Haryadi, H., & Santoso, U. (2010). The Effect of Palm Sugar Starch aPalm Oil Concentrations on Physical and Mechanical Characteristics of Edible Film. *J. Agroland*, 17(1), 38–46.
- Rahmadani, S. (2019). Pemanfaatan Pati Batang Ubi Kayu dan Pati Ubi Kayu untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 26. <https://doi.org/10.29103/jtku.v8i1.1913>
- Rifqiani, A., Desnita, R., & Luliana, S. (2019). Pengaruh Penggunaan Peg 400 Dan Gliserol Sebagai Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Sediaan Patch Ekstrak Etanol Herba Pegagan. *Jurnal Mahasiswa Farmasi Fakultas Kedokteran UNTAN*, 4(1), 1–10.
- Rohaeti, E. (2009). Karakterisasi Biodegradasi Polimer. *Prosiiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, 47, 248–257.
- Safitri, N., Rahmaniah, R., & Iswadi, I. (2021). Studi Kualitas Film Plastik Biodegradable Berbasis Pati Jagung Ketan (*Zea Mays Ceratina*) Dengan Penambahan Kitosan Dan Virgin Coconut Oil (Vco). *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 8(1), 65. <https://doi.org/10.24252/jft.v8i1.21211>
- Sanyang, M. L., Sapuan, S. M., Jawaid, M., Ishak, M. R., & Sahari, J. (2015). Effect of plasticizer type and concentration on tensile, thermal and barrier properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch. *Polymers*, 7(6), 1106–1124. <https://doi.org/10.3390/polym7061106>
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Synthesis and Characterization of Bioplastic from Chitosan-Ganyong Starch (*Canna edulis*). *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 2(1), 13. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8526>
- Suyatno, R. E. A. dan. (2015). pengaruh konsentrasi karagenan terhadap sifat fisik dan mekanik edible filmdari pati bonggol pisang dan karagenan dengan plasticizergliserol.
- Tewary, P. K., Sharma, A., Raghunath, M. K., & Sarkar, A. (2000). In vitro response of promising mulberry (*Morus sp.*) genotypes for tolerance to salt and osmotic stresses. *Plant Growth Regulation*, 30(1), 17–21. <https://doi.org/10.1023/A:1006297830318>

- Titus T Turnipi, F. R., & Rossi, E. (2016). *1 Potensi Air Kelapa Dalam Proses Fermentasi Bioetanol Dengan Penambahan Npk Dan Tween80*. 3(2), 1–13.
- Udjiana, S. S., Hadianoro, S., & Azkiya, N. I. (2021). Perbandingan Karakteristik Plastik Biodegradable dari Biji Durian menggunakan Filler Kalsium Silikat dan Kalsium Karbonat. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 22. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i1.197>
- Vroman, I., & Tighzert, L. (2009). Biodegradable polymers. *Materials*, 2(2), 307–344. <https://doi.org/10.3390/ma2020307>
- Widiyaningrum, P., Mustikaningtyas, D., & Priyono, B. (2017). Evaluasi Sifat Fisik Nata De Coco Dengan Ekstrak Kecambah Sebagai Sumber Nitrogen. *Seminar Nasional Pendidikan, Sains Dan Teknologi*, 234–239.
- Widyaningsih, S., & Diastuti, H. (2008). Pengaruh Medium Perendam Terhadap Sifat Mekanik, Morfologi, Dan Kinerja Membran Nata De Coco. *Molekul*, 3(1), 28. <https://doi.org/10.20884/1.jm.2008.3.1.44>
- Yelli, F. (2020). penggunaan air kelapa dan aspirin untuk preservasi ubi jalar (ipomea batatas) secara in vitro. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 19(1), 35–42.
- Yue, Y. (2011). A Comparative Study of Cellulose I and II Fibers and Nanocrystals. *LSU Master's Theses*, 764. [https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool\\_theses](https://digitalcommons.lsu.edu/gradschool_theses)