

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KALSIMUM KARBONAT
(CaCO₃) TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE*
BERBASIS SELULOSA BAKTERI-POLIETILEN GLIKOL
(PEG) DARI AIR KELAPA (*Cocos nucifera L.*)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains



MERY SALFITRA

18036089/2018

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

2022

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : **Pengaruh Penambahan Zat Aditif Kalsium Karbonat
(CaCO₃) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis
Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa
(*Cocos nucifera L.*).**

Nama : Mery Salfitra

NIM : 18036089

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

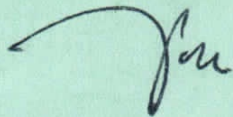
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 15 November 2022

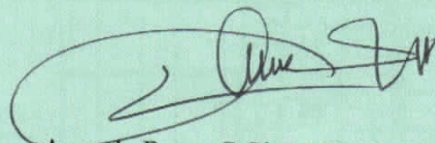
Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia

Dosen Pembimbing



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



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

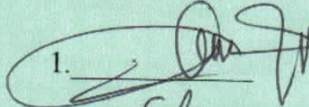
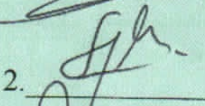
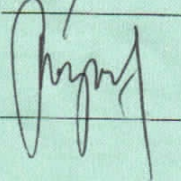
Nama : Mery Salfitra
TM/NIM : 2018/18036089
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF KALSIMUM KARBONAT
(CaCO₃) TERHADAP KUALITAS PLASTIK *BIODEGRADABLE*
BERBASIS SELULOSA BAKTERI-POLIETILEN GLIKOL
(PEG) DARI AIR KELAPA (*Cocos nucifera L.*)**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 15 November 2022

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	1. 
2	Anggota	Dra. Sri Benti Etika M.Si	2. 
3	Anggota	Prof. Dr. Rahadian Zainul, S.Pd., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mery Salfitra

NIM : 18036089

Tempat/Tanggal Lahir : Kampung Dalam, 22 Maret 2000

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan Zat Aditif Kalsium Karbonat (CaCO_3) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*).**

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 ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali 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, 15 November 2022

Yang Menyatakan



Mery Salfitra

NIM : 18036089

**Pengaruh Penambahan Zat Aditif Kalsium Karbonat (CaCO₃) Terhadap
Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen
Glikol (PEG) dari air kelapa (*cocos nucifera*)**

Mery Salfitra

ABSTRAK

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif kalsium karbonat pada plastik *biodegradable* berbasis selulosa bakteri PEG dari air kelapa (*cocos nucifera*) dan untuk mengetahui sifat fisik, mekanik dan biodegradasi. Penelitian ini menggunakan 14% polyethylene glycol 400 sebagai plasticizer dengan variasi volume CaCO₃ yaitu 2 gr, 4 gr, 6 gr dan 8 gr. Hasil pengujian sifat fisis yang diperoleh adalah nilai % kadar air dan derajat pengembangan menurun dengan penambahan volume CaCO₃. Hasil maksimal dari pengujian sifat mekanik yang diperoleh adalah penambahan 8 gr CaCO₃ dengan nilai kuat tarik 54,85 MPa yang sudah memenuhi standar SNI untuk plastik sintetik yaitu pada kisaran 24.7-302 MPa, nilai elastisitas yang diperoleh sebesar 849,42 MPa dan nilai elongasi 6,25%. Dalam uji biodegradasi, ditemukan bahwa penguburan 15 hari terdegradasi lebih dari 50%, di mana semakin banyak CaCO₃ ditambahkan, biodegradabilitas plastik menurun, tetapi ini jauh lebih baik daripada plastik gila dari bahan sintesis, yang bisa memakan waktu puluhan tahun. Analisis gugus fungsi menggunakan FTIR menunjukkan tidak ada gugus fungsi baru yang terbentuk dan hasil analisis derajat kristalinitas pada plastik *biodegradable* diperoleh derajat kristalinitas plastik SB murni sebesar 83,75%, SBPEG sebesar 70,68% dan SBPEG-CaCO₃ 8 gr sebesar 77,78%.

Kata kunci: Selulosa Bakteri, Plastik *Biodegradable*, Air Kelapa, PEG, CaCO₃.

Effect of Additives Calcium Carbonate (CaCO₃) on the Quality of Biodegradable Plastics Based on Bacterial Cellulose-Polyethylene Glycol (PEG) from coconut water (Cocos nucifera)

Mery Salfitra

ABSTRACT

Biodegradable plastics are plastics that are easily degraded by microorganisms. This study aims to determine the effect of adding calcium carbonate additives to biodegradable plastics based on PEG bacterial cellulose from coconut water (cocos nucifera) and to determine physical, mechanical dan biodegradable properties. This study use 14% polyethylene glycol 400 as a plasticizer with variations in the volume of CaCO₃, namely 2 gr, 4 gr, 6 gr and 8 gr. 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 CaCO₃. The maximum result from testing the mechanical properties obtained is the addition of 8 gr CaCO₃ with a tensile strength value of 54,85 MPa, which already meets the SNI standard for synthetic plastic, which is in the range of 24,7-302 MPa, the elasticity value obtained is 849,42 MPa and 6,25% elongation value. In the biodegradation test, it was found that the 15 day burial was degraded by more then 50%, where the more CaCO₃ was added, the plastics biodegradability decreased, but this is much better than plastic mad 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 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-CaCO₃ 8 gr was 77,78%.

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 Kalsium Karbonat (CaCO₃) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos nucifera L.*).**

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

1. Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang telah membernikmat kesempatan dalam menuntut ilmu sehingga penulis dapat menambah wawasan di Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai dosen pembimbing dalam penulisan skripsi.
3. Prof. Dr. Rahadian Zainul S.Pd, M.Si dan Dra. Sri Benti Etika M.Si selaku dosen penguji.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D Kepala Departemen Kimia dan sebagai Ketua Program Studi Departemen Kimia FMIPA UNP.
5. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai Sekretaris Departemen Kimia FMIPA UNP.

6. Teman-teman angkatan 2018 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. Demi kesempurnaan skripsi ini penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas Kritik dan saran penulis mengucapkan terimakasih.

Padang, 2022

Mery Salfitra

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.....	3
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	4
F. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Kelapa (<i>Cocos nucifera</i>).....	5
B. Selulosa.....	6
C. Selulosa Bakteri	7
D. Plastisizer	8
E. Kalsium karbonat (CaCO_3).....	10
F. Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	10
1. Sifat Fisik Plastik <i>Biodegradable</i>	11
2. Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	11
G. Karakterisasi Struktur Molekul Plastik <i>Biodegradabel</i>	13
1. Fourier Transform Infrared (FTIR).....	13
2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
A. Waktu dan Tempat.....	15
B. Variabel Penelitian.....	15
C. Alat dan Bahan	16
1. Alat.....	16
2. Bahan	16

D. Prosedur Penelitian	16
1. Penyiapan Air Kelapa	16
2. Pembuatan dan Penyediaan Starter <i>A. Xylinum</i> Air Kelapa	16
3. Pembuatan Medium	17
4. Pembuatan Selulosa PEG Bakterial (SPEGB-CaCO ₃)	17
5. Pencucian dan Pemurnian Selulosa Bakteri (SPEGB-CaCO ₃).....	18
6. Pengujian Karakteristik Sifat Fisika Plastik <i>Biodegradable</i>	18
7. Pengujian Karakteristik Sifat Mekanik Plastik <i>Biodegradable</i>	19
8. Uji Biodegradasi (<i>Soil Burial Test</i>).....	20
BAB IV_HASIL DAN PEMBAHASAN	23
A. Selulosa Bakteri Polietilen Glikol-Kalsium Karbonat (CaCO ₃).....	23
B. Pencucian dan pemurnian SBPEG-CaCO ₃	25
C. Karakterisasi Sifat Fisik dan Mekanik Plastik SBPEG-CaCO ₃	25
D. Pengujian karakteristik sifat mekanik plastik <i>biodegradable</i>	28
E. Uji Biodegradasi	30
F. Karakterisasi struktur molekul plastik SBPEG-CaCO ₃	32
BAB V_PENUTUP.....	36
A. Kesimpulan	36
B. Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41
DESAIN PENELITIAN.....	72
ANGGARAN DAN JADWAL PENELITIAN	73

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi Air Kelapa.....	5
Tabel 2. Sifat Plastik Menurut SNI.....	10
Tabel 3. Gugus Srektrum FTIR.....	13
Tabel 4. Perlakuan Terhadap Selulosa Bakteri-PEG CaCO ₃	24
Tabel 5. Bilangan Gelombang Puncak Spektra Plastik.....	33
Tabel 6. Persentase Kristalin.....	34

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
Gambar 1. Struktur Selulosa	7
Gambar 2. Struktur Polietilen Glikol (PEG)	9
Gambar 3. Struktur Kalsium Karbonat (CaCO_3)	10
Gambar 4. SBPEG- CaCO_3	23
Gambar 5. Pemurnian SBPEG- CaCO_3	25
Gambar 6. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Kandungan Air	26
Gambar 7. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Peggembangan	27
Gambar 8. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Kuat Tarik	28
Gambar 9. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Elongasi	29
Gambar 10. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Elastisitas	30
Gambar 11. Pengaruh Penambahan CaCO_3 Terhadap Biodegradasi	31
Gambar 12. Analisa Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	32
Gambar 13. Difraktogram XRD	33

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
Lampiran 1. Skema Kerja Penyiapan dan Penyediaan Starter <i>A.xylinum</i>	41
Lampiran 2. Skema Pembuatan Medium	42
Lampiran 3. Skema Kerja Pembuatan Selulosa Bakteri	43
Lampiran 4. Skema Kerja Pemurnian Selulosa Bakteri.....	44
Lampiran 5. Uji Kandungan Air (Water Content)	45
Lampiran 6. Uji Derajat Pengerungan (Swelling Test).....	46
Lampiran 7. Uji Kuat Tarik (Tensile Strenght).....	47
Lampiran 8. Uji Kuat Putus (Elongasi).....	48
Lampiran 9. Uji Biodegradasi (Soil Burial Test)	49
Lampiran 10. Analisis Gugus Fungsi Menggunakan FTIR	50
Lampiran 11. Analisis Kristalinitas Plastik Menggunakan XRD	51
Lampiran 12. Perhitungan Pembuatan Larutan NaOH 2%.....	52
Lampiran 13. Data Pengujian Kandungan Air	53
Lampiran 14. Data Pengujian Swelling	55
Lampiran 15. Data Kuat Tarik, Elongasi Dan Elastisitas	57
Lampiran 16. Biodegradasi	58
Lampiran 17. Spektrum FTIR Plastik	62
Lampiran 18. Difaktogram XRD Plastik	65
Lampiran 19. Data dan perhitungan persentase derajat kristalinitas	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Plastik tersebar luas di dunia dan memiliki dampak besar dalam semua aktivitas manusia (Serrano-Ruiz et al., 2021). Meningkatnya pemakaian plastik dalam kehidupan dapat meningkatkan tekanan kapasitas yang tersedia pada pembuangan sampah plastik, kebutuhan plastik *biodegradable* dan penguraian sampah plastik menjadi semakin penting dari tahun ke tahun (Zheng et al., 2005). Jumlah sampah plastik di Indonesia mencapai 85.000 ton per tahun. 3,2 juta ton sampah plastik dibuang kelaut. Menurut forum ekonomi dunia (2018), 16% sampah plastik didaur ulang tetapi hanya 2% yang dapat didaur ulang secara efektif. Selain itu, 14% dibakar, 4% ditimbun di Tempat Pembuangan Akhir (TDS)/Tempat Pembuangan Sementara (TDS) dan 32% mencemari lingkungan dan mengganggu ekosistem (Hidayat et al., 2019).

Plastik sering dipakai sebagai kemasan karena bahannya yang ringan, mudah dibentuk dan harganya yang murah. Akan tetapi banyaknya pemakaian plastik menjadi masalah bagi lingkungan dan Kesehatan. Ini biasanya terjadi karena bahan plastik yang dipakai bersifat tidak dapat diperbarui atau tidak dapat terdegradasi secara alami. Oleh karena itu, diperlukan adanya alternatif bahan kemasan dapat didegradasi secara alami atau disebut plastik *biodegradable* (Lisdayana et al., 2019). Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang mudah hancur terurai oleh mikroorganisme (Fachry et al., 2012). Plastik *biodegradable* biasanya terbuat dari bahan yang bisa diperbaharui seperti pati, protein, selulosa

yang merupakan senyawa yang berada dalam tanaman atau hewan (Ismaya et al., 2019).

Selulosa hampir menempati 60% komponen penyusun struktur tumbuhan. Jumlah selulosa yang berada di alam sangat melimpah dan dapat diperoleh dari hasil pertanian (Nofu et al., 2014a). Selulosa disintesis oleh mikroorganisme, beberapa bakteri biasanya mensintesis selulosa bakteri (SB) dalam bentuk nata melalui polimerisasi molekul glukosa dan diubah menjadi rantai β -1,4-glukan pada bagian dalam SB. Salah satu bakteri yang menghasilkan selulosa ialah *Acetobacter xylinum* melalui fermentasi air kelapa (Suryanto, 2017). Air kelapa mempunyai banyak nutrisi seperti gula, protein, lemak dan mineral yang bermanfaat bagi perkembangan bakteri (Ayu et al., 2015).

Penambahan plasticizer pada pembuatan plastik *biodegradable* berfungsi untuk meningkatkan elastisitas plastik (Megawati & Lutfiyatul Machsunah, 2016). Salah satu *plasticizer* yang bisa dipakai adalah Polietilen Glikol (PEG) karena memiliki sifat mekanik dan fisiknya yang baik, seperti kelarutan dalam air dan pelarut organik, toksisitas rendah, dan memiliki hidrofilisitas yang tinggi (Parra et al., 2006a). Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Tiara Angelina (2019) tentang “Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol (PEG) Pada Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri dari Air Kelapa (*Cocos Nucifera*)” didapatkan hasil yang cukup baik tetapi belum memenuhi SNI, untuk meningkatkan kualitas plastik dapat ditambahkan zat aditif kalsium karbonat (CaCO_3), dimana CaCO_3 dapat meningkatkan kualitas plastik seperti meningkatkan ketahanan sobek dan perpanjangan putus (Haryati et al., 2017). Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti tertarik melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Zat Aditif

Kalsium Karbonat (CaCO_3) Terhadap Kualitas Plastik *Biodegradable* Berbasis Selulosa Bakteri-Polietilen Glikol (PEG) dari Air Kelapa (*Cocos Nucifera*)”.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Pemakaian plastik yang berlebihan dan sulit terdegradasi sehingga menyebabkan penumpukan sampah sehingga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan.
2. Plastik Selulosa Bakteri dengan penambahan plasticizer Polietilen Glikol (PEG) sebelumnya memenuhi standar SNI.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Selulosa bakteri yang dipakai adalah selulosa bakterial dengan penambahan PEG 400 sebanyak 14%.
2. Penambahan zat aditif Kalsium karbonat (CaCO_3) yang digunakan adalah: 0 gr, 2 gr, 4 gr, 6 gr dan 8 gr.
3. Penambahan *plastisizer* PEG dan variasi massa Kalsium Karbonat (CaCO_3) dilakukan dengan metode in-situ.
4. Karakterisasi meliputi uji kandungan air (*water content*), derajat pengembangan (*swelling test*), uji kuat tarik (*tensile 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 CaCO_3 pada pembuatan *biodegradable plastic* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa?
2. Bagaimana karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan gugus fungsi serta kristalinitas dari *biodegradable plastic* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa dengan penambahan zat aditif CaCO_3 ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh penambahan variasi volume CaCO_3 pada pembuatan *Biodegradable Plastic* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa.
2. Menentukan karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan gugus fungsi serta kristalinitas dari *biodegradable plastic* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa dengan penambahan zat aditif CaCO_3 .

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menambah pemahaman tentang manfaat air kelapa sebagai bahan dasar pembuatan *Biodegradable plastic*.
2. Memberikan informasi bahwa CaCO_3 dapat digunakan sebagai zat aditif pada *Biodegradable plastic* berbasis selulosa bakteri-PEG dari air kelapa.
3. Mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan sampah plastik.