



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**OPTIMASI SINTESIS CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC)
DALAM VARIASI SUHU DAN WAKTU PADA PEMBUATAN
HYDROGEL DARI DAUN *Ananas comosus* L. GUNA
KETAHANAN PANGAN DI INDONESIA**

ARDELIA DEVINA NIM. 320210303004

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI KIMIA
BOGOR 2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Ardelia Devina
NIM : 320210303004
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Optimasi Sintesis *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Dalam Variasi Suhu dan Waktu Pada Pembuatan *Hydrogel* Dari Daun *Ananas comosus L.* Guna Ketahanan Pangan di Indonesia

Dosen Pembimbing I,



Dr.Ir. Mirad Fahri M.Sc
Kolonel Cpl (Purn)
NIDN.4702126401

Tanggal:

Dosen Pembimbing II,

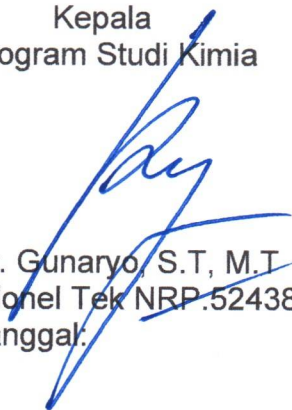


Anggi Khairina Hanum Hasibuan, M.Si
NIDN. 4703119101

Tanggal:

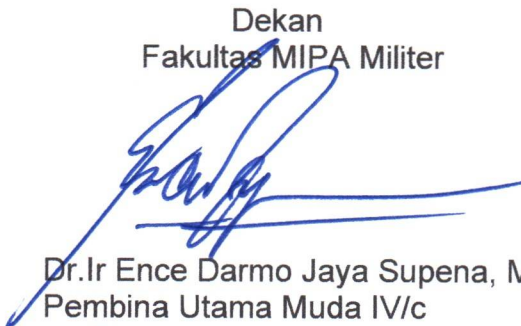
Mengetahui,

Kepala
Program Studi Kimia



Dr. Gunaryo, S.T, M.T
Kolonel Tek NRP.524384
Tanggal:

Dekan
Fakultas MIPA Militer



Dr.Ir Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal:

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Ardelia Devina
 NIM : 320210303004
 Program Studi : Kimia
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Skripsi : Optimasi Sintesis *Carboxymethyl Cellulose*
 (CMC) Dalam Variasi Suhu dan Waktu Pada
 Pembuatan *Hydrogel* Dari Daun *Ananas*
comosus L. Guna Ketahanan Pangan di
 Indonesia

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Dr. Ir. Mirad Fahri M.Sc. Kolonel Cpl (Purn) NIDN.4702126401		08/2025 08
2	Dosen Pembimbing II: Anggi Khairina Hanum H, S.Si., M.Si. NIDN. 4703119101		08/2025 08
3	Dosen Penguji I: M.Sulthon Nurharmansyah Putra, S.Si., M.Si. Penda Tk. I III/b 199310312022031001		06/2025 08
4.	Dosen Penguji II: Tedi Kurniadi, M.Si. NIDN. 4710117501		07/2025 08

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi manapun. Saya juga memastikan bahwa tidak ada istilah, frasa, kalimat, paragraph, subbab, atau bab yang diambil dari karya yang pernah saya tulis atau terbitkan, kecuali yang secara eksplisit disebutkan dan dikutip dalam naskah ini serta tercantum dalam Daftar Referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan atau undang-undang berlaku.

Bogor, Juli 2025



Ardelia Devina

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ardelia Devina
NIM : 320210303004
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Jenis Karya : Skripsi

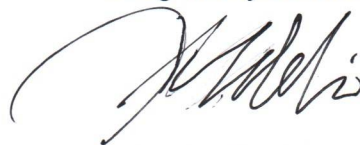
demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Optimasi Sintesis *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) Dalam Variasi Suhu dan Waktu Pada Pembuatan *Hydrogel* Dari Daun *Ananas comosus* L. Guna Ketahanan Pangan di Indonesia

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor
Pada Tanggal : 7 Juli 2025
Yang menyatakan



Ardelia Devina
NIM.320210303004

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan banyak kemudahan, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu. Dalam menyusun laporan ini, saya menyadari sepenuhnya bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, baik bersifat moril maupun materiel, oleh karena itu saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Kolonel Teknik Dr. Gunaryo, S.T., M.T., selaku Kaprodi kimia atas segala bimbingan, arahan serta motivasi yang diberikan kepada saya.
2. Dosen-dosen Program Studi Kimia, terutama dosen pembimbing saya, bapak Dr.Ir Mirad Fahri M.Sc dan ibu Anggi Khairina Hanum Hasibuan, M.Si. beserta staff yang telah membantu selama proses perkuliahan dan membimbing saya dalam penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua saya, bapak Ridwan Prawira dan ibu Ardiana Pratiwi serta kakak adik saya Ahmad Satrio dan Azalia Delinda yang telah senantiasa memberi dukungan serta doa kepada saya sehingga dapat terus bersemangat dalam menyelesaikan pembuatan skripsi ini.
4. Rekan-rekan kadet mahasiswa prodi Kimia Co-2 dan pihak yang membantu penelitian dan penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT Tuhan Maha Esa membalas kebaikan-kebaikan berbagai pihak atas bantuannya dan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Bogor, Juli 2025

Ardelia Devina

ABSTRAK

OPTIMASI SINTESIS *CARBOXYMETHYL CELLULOSE* (CMC) DALAM VARIASI SUHU DAN WAKTU PADA PEMBUATAN *HYDROGEL* DARI DAUN *Ananas comosus* L. GUNA KETAHANAN PANGAN DI INDONESIA

Selulosa dan turunannya merupakan bahan baku industri yang penting karena kelimpahannya, sifat *biodegradable*, ramah lingkungan, serta memiliki sifat mekanik dan termal yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses sintesis dan karakteristik *carboxymethyl cellulose* (CMC) pada pembuatan *hydrogel* dari limbah daun nanas. Tahapan proses sintesis CMC dari daun nanas dilakukan melalui proses delignifikasi, *bleaching*, alkalisasi dan karboksimetilasi. Modifikasi selulosa dilakukan dengan metode alkalisasi menggunakan NaOH 30% dan variasi suhu dan waktu pada karboksimetilasi dengan *monochloroacetic acid* (MCA) dalam pelarut 2-propanol. Pembuatan *hydrogel* CMC dibuat dengan menggunakan kalsium klorida (CaCl_2) sebagai agen *crosslink*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CMC dari limbah daun nanas memiliki kualitas yang baik dengan pH 6,0-7,5 serta nilai *degree of substitution* rentang 0,4-1,2. *Carboxymethyl cellulose* dan *hydrogel* yang dihasilkan menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H dan C=O. Keberadaan puncak ATR-IR $1053\text{-}1104\text{ cm}^{-1}$ pada hasil *bleaching* mengkonfirmasi adanya ikatan β -(1,4)-glikosidik dari selulosa murni, sedangkan puncak pada $1500\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$ mengkonfirmasi gugus karbonil dari *carboxymethyl cellulose* (CMC).

Kata Kunci: *Carboxymethyl Cellulose*, Daun Nanas, *Hydrogel*, Sintesis

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC) SYNTHESIS IN VARIATIONS OF TEMPERATURE AND TIME ON HYDROGEL MAKING FROM THE LEAVES OF *Ananas comosus* L. FOR INDONESIA'S FOOD RESILIENCE

Cellulose and its derivatives are important industrial raw materials because of their abundance, biodegradable properties, environmentally friendly, and have good mechanical and thermal properties. This study aims to determine the synthesis process and characteristics of carboxymethyl cellulose (CMC) in the manufacture of hydrogels from pineapple leaf waste. The stages of the CMC synthesis process from pineapple leaves are carried out through the process of delignification, bleaching, alkalization and carboxymethylation. Cellulose modification was done by alkalization method using 30% NaOH and variation of temperature and time on carboxymethylation with monochloroacetic acid (MCA) in 2-propanol solvent. In the manufacture of CMC hydrogel was made by using calcium chloride (CaCl_2) as a crosslink agent. The results showed that CMC from pineapple leaf waste had good quality with pH 6,0-7,5 and degree of substitution values ranging from 0,4-1,2. *Carboxymethyl cellulose* and hydrogel produced showed the presence of O-H, C-H and C=O functional groups. The presence of ATR-IR peak $1053\text{-}1104\text{ cm}^{-1}$ in the bleached product confirmed the presence of β -(1,4)-glycosidic bond of pure cellulose, while the peak at $1500\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$ of the modified cellulose product confirmed the carbonyl group of carboxymethyl cellulose (CMC).

Keywords: Carboxymethyl Cellulose, Hydrogel, Pineapple leaf, Synthesis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Teoritis	4
1.4.2 Manfaat Praktis.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Ketahanan Pangan	5
2.1.2 Selulosa	6
2.1.3 <i>Carboxymethyl Cellulose</i> (CMC)	7
2.1.4 Daun Nanas	8
2.1.5 Isolasi Selulosa	10
2.1.6 Pembuatan CMC	11
2.1.7 Pembuatan <i>Hydrogel</i>	12
2.1.8 <i>Degree of Substitution</i>	13
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu.....	14
2.3 Kerangka Berpikir	17
2.3.1 Kerangka Berpikir Pertama	18
2.3.2 Kerangka Berpikir Kedua.....	18
2.3.3 Kerangka Berpikir Ketiga.....	18

2.4 Hipotesis.....	19
2.4.1 Hipotesis 1	19
2.4.2 Hipotesis 2	19
2.4.3 Hipotesis 3	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	21
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.3 Alat dan Bahan.....	24
3.4 Variabel Penelitian.....	24
3.5 Populasi dan Sampel.....	25
3.6 Prosedur Penelitian.....	25
3.6.1 Preparasi Sampel Daun Nanas.....	25
3.6.2 Proses Delignifikasi Sampel Daun Nanas.....	25
3.6.3 Proses <i>Bleaching</i> Sampel Daun Nanas	25
3.6.4 Proses Isolasi Lignoselulosa	26
3.6.5 Proses Alkalisasi Sampel Daun Nanas.....	27
3.6.6 Proses Karboksimetilasi Sampel Daun Nanas	27
3.6.7 Pembuatan <i>Hydrogel</i>	28
3.7 Metode Analisis.....	28
3.7.1 Analisis Kualitatif.....	28
3.7.2 Analisis Kuantitatif.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Sintesis Selulosa Daun Nanas	31
4.2 Analisis Komponen Selulosa,Hemiselulosa dan Lignin	35
4.3 Sintesis <i>Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i>	38
4.4 Hasil Uji pH <i>Carboxymethyl Cellulose</i>	41
4.5 Karakterisasi <i>Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i>	42
4.6 Penentuan <i>Degree of Substitution (DS)</i>	46
4.7 Pembuatan <i>Hydrogel</i>	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Selulosa	6
Gambar 2.2	Selulosa,Lignin dan Hemiselulosa	7
Gambar 2.3	Struktur CMC.....	8
Gambar 2.4	<i>Crosslink</i> CaCl ₂	13
Gambar 4.1	Hasil Raw Material, Delignifikasi, <i>Bleaching</i>	32
Gambar 4.2	Mekanisme Pemutusan Ikatan Antara Lignin dan Selulosa menggunakan NaOH	32
Gambar 4.3	Mekanisme Reaksi <i>Bleaching</i>	33
Gambar 4.4	Spektrum ATR-IR Raw Material, Delignifikasi dan <i>Bleaching</i>	34
Gambar 4.5	Hasil CMC	39
Gambar 4.6	Reaksi Alkalisasi	40
Gambar 4.7	Reaksi Karboksimetilasi.....	40
Gambar 4.8	Spektrum ATR-IR Variasi Karboksimetilasi Selama 2 Jam Pada Suhu 35-45-55°C.....	43
Gambar 4.9	Spektrum ATR-IR Variasi Karboksimetilasi Selama 3 Jam Pada Suhu 35-45-55°C.....	44
Gambar 4.10	Spektrum ATR-IR Variasi Karboksimetilasi Selama 4 Jam Pada Suhu 35-45-55°C.....	45
Gambar 4.11	Hasil <i>hydrogel</i> dari optimasi karboksimetilasi 2 jam suhu 55°C-3 jam suhu 45°C- 4 jam suhu 45°C-selulosa murni ..	51
Gambar 4.12	Spektrum ATR-IR selulosa murni, CMC dan <i>hydrogel</i>	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar Mutu CMC berdasarkan SNI 06-3736-1995	8
Tabel 2.2	Kandungan Daun, Kulit dan Bonggol nanas	9
Tabel 2.3	Karakteristik Daun Nanas	9
Tabel 2.4	Hasil Penelitian Terdahulu	14
Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan.....	23
Tabel 3.2	Variasi Reaksi Karboksimetilasi	23
Tabel 4.1	Data Hasil Analisis Komponen	37
Tabel 4.2	Persentase Lignin Terdegradasi dari sampel Daun Nanas	37
Tabel 4.3	Hasil Uji CMC dari limbah Daun Nanas.....	37
Tabel 4.4	Hasil pH CMC	48
Tabel 4.5	Hasil <i>Degree of Substitution</i> Variasi Karboksimetilasi	48
Tabel 4.6	Pengaruh DS terhadap <i>Hydrogel</i> CMC untuk pertanian	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data nilai spektrofotometer dan analisis komponen	65
Lampiran 2. Data hasil Analisis HPLC	69
Lampiran 3. Perhitungan Lignin yang Terdegradasi dari daun nanas	81
Lampiran 4. Perhitungan <i>Degree of Substitution</i>	75
Lampiran 5. Hasil CMC	84
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	86

