



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**PENGARUH VARIASI KONSENTRASI CMC TERHADAP KUALITAS
BIOPLASTIK KOMBUCHA KULIT BUAH NAGA SEBAGAI
ALTERNATIF KEMASAN RANSUM TNI**

FAJAR ISMAIL RHOMADON NIM. 320210303011

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

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

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Fajar Ismail Rhomadon
NIM : 320210303011
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC Terhadap Kualitas Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga Sebagai alternatif Kemasan Ransum TNI

Dosen Pembimbing I,



Anggi Khairina Hanum Hasibuan, M.Si.

NIP. 199111032022032002

Tanggal: 08 AUG 2025

Dosen Pembimbing II,



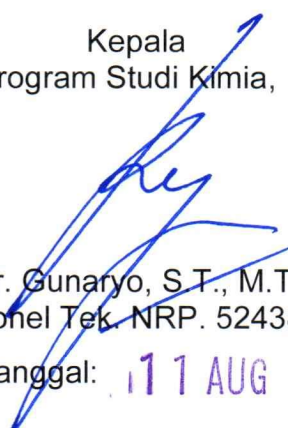
Tedi Kurniadi, M.Si.

NIDN. 4710117501

Tanggal: 08 AUG 2025

Mengetahui,

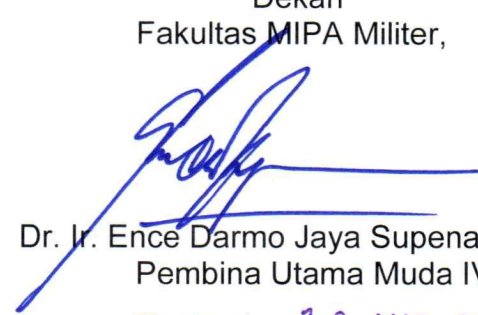
Kepala
Program Studi Kimia,



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

Tanggal: 11 AUG 2025

Dekan
Fakultas MIPA Militer,



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

Tanggal: 12 AUG 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Fajar Ismail Rhomadon
NIM : 320210303011
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC Terhadap Kualitas Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga Sebagai alternatif Kemasan Ransum TNI

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I : Anggi Khairina H.H, S.Si, M. Si NIP. 199111032022032002		08 AUG 2025
2	Dosen Pembimbing II : Tedi Kurniadi, S.Si, M.Si NIDN. 4710117501		08 AUG 2025
3	Dosen Penguji I : Kol(Tek) Dr. Gunaryo, S.T., M.T. NRP. 524384		08 AUG 2025
4	Dosen Penguji II : Dr. Rahmat Basuki, S.Pd., M.Sc. NIP. 199005132022031001		08 AUG 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, Juli 2025



Fajar Ismail Rhomadon

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Fajar Ismail Rhomadon
NIM : 320210303011
Program Studi : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Materi Jenis Karya : Skripsi

demikian 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:

Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC terhadap Kualitas Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga sebagai Alternatif Kemasan Ransum TNI 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



Fajar Ismail Rhomadon
NIM 320210303011

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunianya, sehingga skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC Terhadap Kualitas Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga Sebagai alternatif Kemasan Ransum TNI” dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer (FMIPAM) di Universitas Pertahanan RI.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Kolonel Teknik Dr. Gunaryo, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Kimia Fakultas MIPA Militer.
2. Para dosen pembimbing, Ibu Anggi Khairina Hanum Hasibuan, M.Si. dan Bapak Tedi Kurniadi, M.Si. yang telah membimbing dalam penyusunan proposal skripsi ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
3. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas MIPA Militer Universitas Pertahanan RI. dan Seluruh staff Program Studi Kimia yang telah membantu dalam administrasi persiapan proposal skripsi di UNHAN RI.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Enang (Alm) dan Ibu Entik Siti Robiah (Alm.) terima kasih , karena selalu menjadi motivasi utama saya sehingga saya terus bersemangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Kepada ketiga saudara saya, Adik saya tercinta, Roviatul Qudsi serta Kakak saya tercinta, Abdul Ihsan dan Risma Nurul terima kasih atas doa, dukungan dan kebersamaanya. Dukungan dan cinta kalian menjadi sumber inspirasi dan kekuatan bagi saya.
6. Rekan-rekan sejawat Program Studi Kimia Cohort 2 Universitas Pertahanan RI, khususnya Chembucha Force, Aromatics dan keluarga

asuh radioaktif yang selalu memberi semangat dalam suka maupun duka.

7. Kepada seseorang yang menemani penulis sejak kopral kadet sampai sekarang yang tidak bisa penulis sebutkan namanya. Terima kasih telah menjadi kekuatan lembut di balik setiap pencapaian, dan hadir di setiap fase dari kelelahan hingga keberhasilan. *Your quiet presence, unwavering support, and sincere love have been the strongest foundation throughout this journey.*

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, skripsi ini dapat memberikan manfaat yang besar terhadap pengembangan ilmu khususnya bidang pertahanan dan bermanfaat bagi semua pihak.

Bogor, Juli 2025

Fajar Ismail Rhomadon

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI CMC TERHADAP KUALITAS BIOPLASTIK KOMBUCHA KULIT BUAH NAGA SEBAGAI ALTERNATIF KEMASAN RANSUM TNI

Plastik menjadi tantangan bagi Tentara Nasional Indonesia (TNI) dalam operasi militer, karena residu plastik konvensional sulit terurai dan dapat meninggalkan jejak. Bioplastik dapat menjadi solusi alternatif dalam menangani masalah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi konsentrasi CMC (0%, 1%, 2% dan 3%) terhadap bioplastik berbasis kombucha dari kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) sebagai alternatif kemasan ransum TNI yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi. Metode yang digunakan meliputi fermentasi dan pembuatan bioplastik. Hasil penelitian menunjukkan Konsentrasi CMC 3% merupakan konsentrasi paling optimal dalam menghasilkan bioplastik dengan sifat fisik dan kimia dengan nilai kuat tarik mencapai 13,93 MPa dan elongasi 28,57%. Hasil FTIR menunjukkan adanya pergeseran spektrum pada pita serapan 3311 cm^{-1} pada gugus hidroksil (-OH) dan 1698 cm^{-1} pada gugus karbonil (C=O). Semakin tinggi konsentrasi CMC maka semakin sulit bioplastik terdegradasi. biodegradabilitas dari konsentrasi CMC 0% telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Dengan demikian bioplastik ini berpotensi sebagai kemasan alternatif yang ramah lingkungan untuk aplikasi ransum TNI di masa yang akan datang.

Kata Kunci : Bioplastik, CMC, Kombucha Kulit Buah Naga.

ABSTRACT

The Effect of CMC Concentration Variations on Dragon Fruit Peel Kombucha Based Bioplastic properties as an Alternative Packaging for Military Rations

Plastic waste present a challenge for the Indonesian National Armed Forces during military operations, as conventional plastic residues are difficult to degrade and can traces. Bioplastics offer a promising alternative solution to this issue. This study aims to analyze the effect of varying CMC concentrations (0%, 1%, 2%, and 3%) on kombucha-based bioplastics derived from red dragon fruit peel (*Hylocereus polyrhizus*), as an environmentally friendly and biodegradable alternative to packaging military rations. The methods used included fermentation and bioplastic fabrication. The results showed that a 3% CMC concentration was the most optimal in producing bioplastics with desirable physical and chemical properties, achieving a tensile strength of 13.93 MPa and elongation of 28.57%. FTIR analysis indicated a shift in absorption bands at 3340 cm^{-1} corresponding to hydroxyl groups (-OH) and 1698 cm^{-1} corresponding to carbonyl groups (C=O). Higher CMC concentrations resulted in slower biodegradation. The biodegradability of CMC 0% met the Indonesian National Standard (SNI). Therefore, this bioplastic shows potential as an eco-friendly alternative packaging material for future military ration applications.

Keywords: Bioplastic, CMC, Dragon Fruit Peel Kombucha.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Landasan Teori	5
2.1.1. Bahan Pengemas	5
2.1.2. Kombucha	7
2.1.3. Buah naga merah (<i>Hylocereus polyrhizus</i>)	11
2.1.4. Pembuatan bioplastik	12
2.1.5. Filler Carboxy Methyl Cellulose (CMC)	14
2.1.6. Biodegradabilitas	18
2.2. Hasil Penelitian Terdahulu	21
2.3. Kerangka Berpikir	24
2.4. Hipotesis	25
2.4.1. Dasar Pemikiran 1	25
2.4.2. Dasar Pemikiran 2	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1. Metode dan Desain Penelitian	26
3.2. Waktu dan Tempat	27

3.2.1. Tempat Penelitian	27
3.2.2. Waktu Penelitian	27
3.3. Alat dan Bahan	28
3.4. Variabel Penelitian.....	29
3.5. Populasi dan Sampel.....	29
3.6. Prosedur Penelitian	29
3.6.1. Preparasi Sampel Kulit Buah Naga.....	29
3.6.2. Proses Fermentasi Kombucha Kulit Buah Naga	29
3.6.3. Pembuatan Bioplastik Kombucha dan Kulit Buah Naga Merah	30
3.7. Metode Analisis	30
3.7.1. Uji Karakteristik Kimia	31
3.7.2. Uji Karakteristik Fisik.....	31
3.7.3. Uji Biodegradabilitas	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Bioplastik.....	34
4.1.1. Karakteristik Kimia Bioplastik.....	36
4.1.2. Karakteristik Fisik Bioplastik.....	39
4.2. Pengaruh Variasi Konsentrasi CMC terhadap Kemampuan Laju Biodegradasi Bioplastik	44
4.2.1. Biodegradabilitas Bioplastik	44
4.2.2. Model Kinetika Orde Reaksi Proses Biodegradasi Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC	52
4.2.3. Waktu Paruh	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran	57
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Penerapan Substrat dan Kultur Mikroba untuk Fermentasi Kombucha	8
Gambar 2.2.	Proses Fermentasi Kombucha dan Aktivitas Metabolisme SCOPY.....	10
Gambar 2.3.	Aplikasi Bioplastik untuk Makanan.....	12
Gambar 2.4.	Struktur Kimia Selulosa	12
Gambar 2.5.	Struktur Kimia Gliserol.....	13
Gambar 2.6.	Struktur Kimia Asam Sitrat.....	13
Gambar 2.7.	Struktur Kimia CMC (<i>Carboxy Methyl Cellulose</i>)	16
Gambar 2.8.	Interaksi antara Selulosa, CMC, Asam Sitrat dan Gliserol	17
Gambar 2.9.	Sistematika Proses Degradasi pada Bioplastik	20
Gambar 2.10.	Diagram Kerangka Berfikir.....	24
Gambar 3.1.	Diagram Alur Penelitian	26
Gambar 4.1.	Spektrum FTIR Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC.....	37
Gambar 4.2.	Hasil Uji Tarik pada Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC.....	40
Gambar 4.3.	Grafik Hasil Biodegradasi Bioplastik Kombucha dengan Variasi Konsentrasi CMC.....	43
Gambar 4.4.	Mekanisme Pemecahan Ester oleh <i>Lactobacillus</i> Sp pada Mikroorganisme EM4.....	45
Gambar 4.5.	Mekanisme Pemecahan Selulosa oleh <i>Rhodopseudomonas</i> Sp dan <i>Lactobacillus</i> Sp pada Mikroorganisme EM4.....	48
Gambar 4.6.	Mekanisme Pemecahan Glukosa Secara Aerobik oleh <i>Saccharomyces</i> Sp pada Mikroorganisme EM4	49
Gambar 4.7.	Mekanisme Pemecahan Glukosa Secara Anaerob oleh Bakteri <i>Lactobacillus</i> Sp pada Mikroorganisme EM4	50
Gambar 4.8.	Grafik Uji Degradasi Asam Ph 4 pada Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC.....	51
Gambar 4.9.	Diagram Degradasi pada Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC pada 180 Hari....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Jenis Kemasan Plastik Makanan	5
Tabel 2.2.	Syarat Mutu Kantong Plastik Mudah Terurai	7
Tabel 2.3.	Mikroorganisme dalam Kombucha	8
Tabel 2.4.	Data Kandungan Gizi Kulit Buah Naga Merah (per 100 g) ...	11
Tabel 2.5.	Komparasi <i>Filler</i> dalam Pembuatan Bioplastik.....	14
Tabel 2.6.	Peran Enzim dalam Mikroorganisme EM4 terhadap Degradasi Bioplastik	18
Tabel 2.7.	Relevansi Penelitian yang dilakukan dengan Penelitian Terdahulu.....	21
Tabel 3.1.	Rencana Jadwal Tugas Akhir	27
Tabel 4.1.	Karakteristik Fisik Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga Merah dengan Variasi Konsentrasi CMC	34
Tabel 4.2.	Karakteristik Spektrum ATR-IR Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC.....	38
Tabel 4.3.	Karakteristik Fisik Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga Merah dengan Variasi Konsentrasi CMC	38
Tabel 4.4.	Pendekatan Pemodelan Orde Pseudo-n pada Bioplastik Kombucha Kulit Buah Naga dengan Variasi Konsentrasi CMC	53

DAFTAR SINGKATAN

ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
CMC	: <i>Carboxy Methyl Cellulose</i>
EM4	: <i>Effective Microorganism 4</i>
FTIR	: <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>
SB	: <i>Selulosa Bakteri</i>
SCOBY	: <i>Symbiotic Culture of Bactery and Yeast</i>
SNI	: <i>Standar Nasional Indonesia</i>
TNI	: <i>Tentara Nasional Indonesia</i>
UTM	: <i>Universal Testing Machine</i>

