

EVALUASI KOMPOSISI *NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT* DAN KONDISI OPERASI PADA EKSTRAKSI B-KAROTEN DARI *CRUDE PALM OIL*

CECILIA RUTH STEFANY PASARIBU



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Evaluasi Komposisi *Natural Deep Eutectic Solvent* dan Kondisi Operasi pada Ekstraksi B-Karoten dari *Crude Palm Oil*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Cecilia Ruth Stefany Pasaribu
F3401221006

ABSTRAK

CECILIA RUTH STEFANY PASARIBU. Evaluasi Komposisi *Natural Deep Eutectic Solvent* dan Kondisi Operasi pada Ekstraksi β -Karoten dari *Crude Palm Oil*. Dibimbing oleh DWI SETYANINGSIH.

β -Karoten merupakan senyawa bioaktif utama dalam *Crude Palm Oil* (CPO) yang berpotensi dimanfaatkan sebagai antioksidan alami, namun proses ekstraksinya umumnya masih menggunakan pelarut organik konvensional. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi komposisi *Natural Deep Eutectic Solvent* (NADES) dan kondisi operasi terhadap ekstraksi β -karoten dari CPO. Penelitian dilakukan melalui seleksi formulasi NADES berdasarkan variasi *Hydrogen Bond Acceptor* (HBA), *Hydrogen Bond Donor* (HBD), rasio molar, dan waktu ekstraksi. Evaluasi dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis, sedangkan identifikasi β -karoten dikonfirmasi menggunakan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Karakterisasi ekstrak meliputi *recovery* β -karoten, bilangan penyabunan, aktivitas antioksidan metode DPPH, serta karakterisasi fisikokimia NADES. Hasil penelitian menunjukkan bahwa formulasi *Menthol:Camphor* (1:1) dengan waktu ekstraksi 90 menit merupakan kondisi terbaik berdasarkan *recovery* β -karoten sebesar 21,80%, bilangan penyabunan terendah sebesar $23,78 \pm 0,49$ mg KOH/g, serta aktivitas antioksidan sebesar $42,07 \pm 0,18\%$. Analisis HPLC mengonfirmasi keberadaan β -karoten pada ekstrak dengan waktu retensi sekitar 8,93 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa NADES berbasis *menthol*, khususnya *Menthol:Camphor*, berpotensi sebagai pelarut alternatif yang lebih ramah lingkungan untuk ekstraksi β -karoten dari CPO.

Kata kunci: β -karoten, *Crude Palm Oil*, ekstraksi, *Natural Deep Eutectic Solvent*, *recovery*.



ABSTRACT

CECILIA RUTH STEFANY PASARIBU. Evaluation of Natural Deep Eutectic Solvent Formulation and Operating Conditions for β -Carotene Extraction from Crude Palm Oil. Supervised by DWI SETYANINGSIH.

β -Carotene is one of the major bioactive compounds in crude palm oil (CPO) with potential applications as a natural antioxidant. However, its extraction commonly relies on conventional organic solvents. This study evaluated the effects of *Natural Deep Eutectic Solvent* (NADES) composition and operating conditions on β -carotene extraction from CPO. NADES formulations were screened by varying the *Hydrogen Bond Acceptor* (HBA), *Hydrogen Bond Donor* (HBD), molar ratio, and extraction time. β -Carotene distribution was evaluated using UV-Visible spectrophotometry and confirmed by *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). The extracts were further characterized through β -carotene recovery, saponification value, DPPH radical scavenging activity, and physicochemical properties of the selected NADES. The best extraction performance was obtained using Menthol:Camphor (1:1) with an extraction time of 90 min, resulting in a β -carotene recovery of 21.80%, the lowest saponification value of 23.78 ± 0.49 mg KOH/g, and antioxidant activity of $42.07 \pm 0.18\%$. HPLC analysis confirmed the presence of β -carotene with a retention time of approximately 8.93 min. These findings demonstrate that menthol-based NADES, particularly Menthol:Camphor, has potential as a greener alternative solvent for β -carotene extraction from CPO.

Keywords: β -carotene, crude palm oil, extraction, Natural Deep Eutectic Solvent, recovery.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



EVALUASI KOMPOSISI *NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT* DAN KONDISI OPERASI PADA EKSTRAKSI B-KAROTEN DARI *CRUDE PALM OIL*

CECILIA RUTH STEFANY PASARIBU

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
1 Dr. Ir. Sapta Raharja, D.E.A.
2 Prof. Dr. Ir. Suprihatin

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Judul Tugas Akhir : Evaluasi Komposisi *Natural Deep Eutectic Solvent* dan
Kondisi Operasi pada Ekstraksi B-Karoten dari *Crude Palm Oil*

Nama : Cecilia Ruth Stefany Pasaribu

NIM : F3401221006

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ono Suparno, S. TP., M. T., IPM

NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian:
16 Juli 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini telah dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juni 2026 dengan judul “Evaluasi Komposisi *Natural Deep Eutectic Solvent* dan Kondisi Operasi pada Ekstraksi β -Karoten dari *Crude Palm Oil*.” Dalam proses penyusunan karya ilmiah ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh keluarga, khususnya almarhum Tagak Jonlenon Pasaribu, S.E., ayah tercinta, yang telah menanamkan nilai-nilai kehidupan dan mimpi yang terus menguatkan setiap langkah penulis. Kepada Erniwaty Pandiangan, ibu tercinta, penulis mengucapkan terima kasih atas kasih sayang, doa, dan pengorbanan yang tiada henti. Terima kasih telah menjadi ibu sekaligus ayah, yang dengan penuh keteguhan mengantarkan penulis hingga dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.
2. Dr. Dwi Setyaningsih, S.TP, M.Si., selaku dosen pembimbing dan dosen PIC, yang telah membimbing serta memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama penyusunan karya ilmiah ini.
3. Kedua adik penulis, Catherine Joy Christy Pasaribu dan Cristian Bonardo Pasaribu, atas doa, semangat, dan dukungan yang senantiasa diberikan kepada penulis.
4. Seluruh dosen, laboran, tenaga kependidikan, serta seluruh staf Program Studi Teknik Industri Pertanian yang telah membantu saya.
5. Mikael Febrian Aritonang, yang senantiasa kebersamai, mendukung, dan menjadi tempat berbagi cerita selama proses penyusunan karya ilmiah ini.
6. Geng "CeRiT" (Cecil, Rio, Tabina), khususnya Rionaldy Hakki dan Tabina Khalita Rafifah, atas kebersamaan, kerja sama, dan cerita yang mewarnai perjalanan penelitian ini.
7. Zahsy Farah, Alexandra Widya Damayanti, dan Yunan Meta Ardita (S.H., S.T., S.Ap., S.Pd.), atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang selalu diberikan.
8. Grace Paula Veronica, Lestari Endah Purwaningsih, dan Farsya Ashila Mumtazah (JCO), yang telah menjadi sahabat dan teman berbagi sejak awal perkuliahan.
9. Teman-teman TIN Angkatan 59 (Tiniti), atas kebersamaan, dukungan, dan setiap pengalaman yang telah dilalui bersama.
10. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan segala bentuk dukungan dan menjadi tempat berkeluh kesah, utamanya teman YS, tiba-tiba ngasprak, Anak bimbing IBU PERI WASTU, blekping, alfalaval, dan IPBaktiChampions.

Bogor, Juli 2026

Cecilia Ruth Stefany Pasaribu



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	4
2.2 β -Karoten	4
2.3 <i>Natural Deep Eutectic Solvent</i> (NADES)	5
2.4 Ekstraksi β -Karoten menggunakan NADES	6
2.5 Analisis β -Karoten dan Aktivitas Antioksidan	7
2.6 Evaluasi Hasil Ekstraksi β -Karoten	8
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Tahapan Desain Keteknikan	11
3.4 Prosedur Penelitian	13
3.5 Karakterisasi CPO	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Karakteristik <i>Crude Palm Oil</i> (CPO)	22
4.2 Seleksi Awal Formulasi NADES	23
4.3 Pengembangan Formulasi NADES	27
4.4 Seleksi Formulasi Berbasis <i>Menthol</i>	29
4.5 Variasi Waktu Ekstraksi terhadap Konsentrasi β -Karoten	32
4.6 <i>Re-extraction</i> dan Evaporasi Fase NADES	35
4.7 Identifikasi β -Karoten menggunakan HPLC	36
4.8 <i>Recovery</i> Hasil β -Karoten	41
4.9 Analisis Komponen Tersabunkan pada Ekstrak β -Karoten	42
4.10 Aktivitas Antioksidan Ekstrak Karotenoid dengan Metode DPPH	43
4.11 Karakteristik NADES Terpilih	45
V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	49



DAFTAR TABEL

1	Hasil karakterisasi CPO	22
2	Hasil pengamatan karakteristik fisik NADES	24
3	Hasil <i>screening</i> awal ekstraksi	26
4	Pengembangan formulasi NADES	28
5	Profil spektrum serapan β -karoten	30
6	Data absorbansi kurva standar	32
7	Konsentrasi karotenoid fase atas pada variasi waktu ekstraksi	34
8	Profil HPLC ekstrak	40
9	Kadar β -karoten dan <i>recovery</i> ekstrak	41
10	Hasil bilangan penyabunan sampel	43
11	Hasil pengujian aktivitas antioksidan sampel	44
12	Karakterisasi NADES terpilih	46

DAFTAR GAMBAR

13	Struktur ikatan hidrogen antara HBA dan HBD	6
14	Tahapan desain keteknikan	13
15	Tahapan pembuatan NADES	14
16	Tahapan ekstraksi CPO dengan NADES	15
17	Tahapan <i>re-extraction</i> CPO dengan heksana dan air	15
18	Diagram alir identifikasi β -karoten menggunakan HPLC	17
19	Penampakan NADES (a) CG (b) CF (c) MC (d) CO (e) MA (f) MP (g) ML (h) MG	25
20	Penampakan hasil ekstraksi (a) CG (b) CF (c) MC (d) CO (e) ML	27
21	Penampakan hasil ekstraksi (a) BFA (b) BLA (c) BPA (d) BBA	29
22	Kurva panjang gelombang serapan maksimum β karoten	30
23	Grafik nilai absorbansi hasil ekstraksi (a) Rasio 1:2 (b) Rasio 1:1 (c) Rasio 2:1	31
24	Kurva standar β -karoten	33
25	Ekstraksi skala besar (a) MBA (b) MCA (c) MAA	35
26	Penampakan hasil <i>re-extraction</i> (a) MBA (b) MCA (c) MAA	36
27	Hasil evaporasi <i>re-extraction</i> (a) karoten (b) heksana	36
28	Kromatogram CPO1	37
29	Kromatogram CPO2	37
30	Kromatogram MBA1	38
31	Kromatogram MBA2	39
32	Kromatogram MC1	39
33	Kromatogram MC2	40
34	Diagram <i>recovery</i> ekstrak MC	42
35	Diagram <i>recovery</i> ekstrak MBA	42
36	Kurva standar asam askorbat	45
37	Penampakan NADES terpilih	46