

**OPTIMALISASI EKSTRAKSI POLIFENOL DARI *CRUDE PALM OIL*
(*ELAEIS GUINEENSIS JACQ.*) BERBANTU SONIKASI MENGGUNAKAN
NADES BERBASIS KOLIN KLORIDA–ASAM LAKTAT
DENGAN PENDEKATAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY* (RSM)**

SKRIPSI

Oleh:

Nanda Armila Dewi

22110027



**PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
PADANG**

2026

**OPTIMALISASI EKSTRAKSI POLIFENOL DARI *CRUDE
PALM OIL (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.)* BERBANTU
SONIKASI MENGGUNAKAN NADES BERBASIS KOLIN
KLORIDA–ASAM LAKTAT DENGAN PENDEKATAN
*RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)***

SKRIPSI

Oleh:

NANDA ARMILA DEWI

22110027

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Syarat Memperoleh Kelulusan pada

Program Studi Farmasi Program Sarjana

Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

PROGRAM STUDI FARMASI PROGRAM SARJANA

FAKULTAS FARMASI

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

PADANG

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : OPTIMALISASI EKSTRAKSI POLIFENOL DARI
CRUD PALM OIL (ELAEIS GUINEENSIS JACO.)
BERBANTU SONIKASI MENGGUNAKAN
NADES BERBASIS KOLIN KLOORIDA-ASAM
LAKTAT DENGAN PENDEKATAN *RESPONSE*
SURFACE METHODOLOGY (RSM)

Nama Mahasiswa : Nanda Armila Dewi

Nomor Induk Mahasiswa : 22110027

Program Studi : Program Studi Farmasi Program Sarjana

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan didepan panitia sidang ujian akhir sarjana
pada Program Studi Farmasi Program Sarjana Fakultas Farmasi Universitas
Muhammadiyah Sumatera Barat dan dinyatakan lulus pada

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Dedi Satria, S.Si., M.Eng., Ph.D)

NIDN. 1030098001

(apt. Rida Rosa, M.Farm)

NIDN. 1024048603

Mengetahui,

Dekan Fakultas Farmasi

Ketua Program Studi Farmasi Program

Sarjana



(apt. Rida Elvina, M.Farm)

NIDN. 0328078701

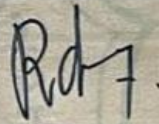
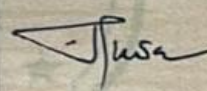
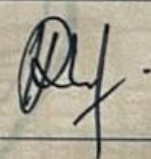
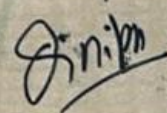
(apt. Rida Rosa, M.Farm)

NIDN. 1024048603

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di depan pembahas Ujian Komprehensif
Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat Pada 28
Agustus 2026

Disetujui Oleh :

No	Nama Dosen	Jabatan	Tanda Tangan
1	Dedi Satria, S.Si, M.Eng, Ph.D	Ketua	
2	Apt. Rida Rosa, M.Farm	Penguji 1	
3	Apt. Isra Reslina, M.Farm	Penguji 2	
4	Apt. Ridha Elvina, M.Farm	Penguji 3	
5	Apt. Dini Rizki Amalia, M.Farm	Penguji 3	

RIWAYAT HIDUP

Nanda Armila Dewi adalah nama penulis skripsi ini. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Bapak Widodo dan Ibu Jamilah. Penulis lahir pada tanggal 04 September 2004 di Desa Sikara Kara II, Kecamatan Natal, Kabupaten Mandailing Natal. Penulis memulai pendidikan di SDN 372 Sikara Kara I pada tahun 2010. Pada tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan di Pondok Pesantren Modern Baharuddin Janjimauli Muaratais untuk jenjang Sekolah Menengah Pertama dan melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di sekolah yang sama. Setelah menempuh pendidikan selama enam tahun, penulis lulus pada tahun 2022. Pada tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Padang, 28 Agustus 2026


Nanda Armila Dewi

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Nanda Armila Dewi

Nim : 22110027

Judul Skripsi : OPTIMALISASI EKSTRAKSI POLIFENOL DARI *CRUD PALM OIL (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.)* BERBANTU SONIKASI MENGGUNAKAN NADES BERBASIS KOLIN KLORIDA-ASAM LAKTAT DENGAN PENDEKATAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)*

Dengan ini menyatakan bahwa:

- a. Skripsi yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri, terhindar dari unsur plagiarisme, dan data beserta seluruh isi skripsi tersebut adalah benar adanya.
- b. Saya menyerahkan hak cipta dari skripsi tersebut kepada Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat untuk dapat dimanfaatkan dalam kepentingan akademik.

Padang, 28 Agustus 2026



Nanda Armila Dewi

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul: " **Optimalisasi Ekstraksi Polifenol dari *Crude Palm Oil (Elaeis guineensis* Jacq.) Berbantu Sonikasi Menggunakan NADES Berbasis Kolin Klorida–Asam Laktat dengan Pendekatan *Response Surface Methodology (RSM)***". yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Farmasi di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Dalam menulis penyusunan skripsi ini penulis menggunakan semua kemampuan yang kuat, upaya dan tekad yang luar biasa, dan juga kesabaran yang tidak ada habisnya untuk menyelesaikan skripsi ini. Perkenankan penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada segenap pihak yang terhormat :

1. Ibu Apt. Ridha Elvina, M.Farm selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
2. Ibu Apt. Rida Rosa, S.Farm., M.Farm selaku Ketua Program Studi Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
3. Bapak Dedi Satria, S.Si.,M.Eng.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa memberikan arahan, bimbingan, motivasi, serta ilmu dan waktu selama proses penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Apt. Rida Rosa, S.Farm., M.Farm selaku Dosen Pembimbing II yang telah membersamai, yang telah senantiasa memberikan bimbingan, ilmu, motivasi, kesabaran serta petunjuk arah kepada penulis hingga membantu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
5. Seluruh Dosen serta segenap Analis Laboratorium Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, arahan yang menjadikan wadah untuk menuangkan segala inspirasinya guna membantu menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

6. Dengan penuh rasa syukur dan hormat, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua tercinta, Papa Widodo dan Mama Jamilah, atas segala kasih sayang, doa, pengorbanan, kesabaran, serta dukungan yang tidak pernah putus dalam setiap langkah kehidupan penulis. Terima kasih telah menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan penyemangat di setiap proses yang penulis lalui, termasuk dalam penyusunan skripsi ini. Segala pencapaian yang berhasil diraih hingga saat ini tidak lepas dari doa dan perjuangan Papa dan Mama. Semoga Allah Swt. senantiasa melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, serta keberkahan kepada Papa dan Mama. Skripsi ini penulis persembahkan sebagai wujud rasa terima kasih dan bakti atas segala cinta yang telah diberikan.
7. Untuk adik adik yang sangat penulis cintai, yoanda Adelia Agustin, yoshel Annuri Dara Anum, Nadzifa Rahmadani, Muhammad Rizky Hamzah Prayogi dan Mikha Hafizah tatyana. Terima kasih atas pengertian, dukungan, serta keceriaan yang selalu menjadi penyemangat, terutama di saat-saat penulis merasa lelah dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga pencapaian ini dapat menjadi motivasi bagi kita semua untuk terus berjuang meraih cita-cita dan membanggakan keluarga.
8. Untuk sahabat kecil penulis, Alvi Khoiriyah, yang telah menemani perjalanan hidup penulis sejak masa kecil hingga saat ini. Terima kasih karena selalu ada di setiap proses, menjadi tempat berbagi cerita, memberikan semangat, dan tetap bertahan di sisi penulis selama bertahun-tahun. Tidak semua orang memiliki sahabat yang tumbuh bersama dan tetap saling menguatkan hingga dewasa, dan penulis bersyukur menjadi salah satu orang yang memilikinya. Terima kasih telah menjadi bagian dari begitu banyak kenangan dan perjalanan yang akhirnya mengantarkan penulis pada titik ini.
9. Untuk teman terdekat penulis selama masa perkuliahan, Astria Saswita dan Putri Wulandari, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan yang begitu berarti sejak awal perkuliahan hingga akhirnya kita berada di penghujung masa studi. Terima kasih telah hadir dalam setiap cerita, menemani di masa-masa penuh tantangan, berbagi tawa di tengah kesibukan, dan saling menguatkan ketika keadaan tidak selalu berjalan sesuai harapan. Kehadiran kalian membuat perjalanan ini terasa lebih

berwarna dan meninggalkan begitu banyak kenangan yang akan selalu penulis ingat. Terima kasih telah menjadi teman yang selalu ada dalam setiap suka maupun duka selama masa perkuliahan.

10. Untuk teman-teman yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan penulis, Novia Ayu Safitri, Shafiyyah Khairunnisa, Fitri Yanti, Putri Nabela, dan Nilma Novia Rahmi, terima kasih telah berbagi begitu banyak pengalaman selama menjalani masa perkuliahan. Terima kasih atas setiap bantuan, kebersamaan, diskusi, canda tawa, serta dukungan yang diberikan dalam berbagai situasi. Kehadiran kalian telah memberikan banyak cerita yang menjadikan masa perkuliahan ini lebih berkesan dan tidak akan mudah dilupakan.
11. Untuk seluruh rekan seperjuangan Angkatan 2022 Program Studi Farmasi, penulis mengucapkan terima kasih atas kebersamaan, kerja sama, serta pengalaman yang telah dibagikan selama menjalani masa perkuliahan. Setiap proses yang telah dilalui bersama, baik di dalam maupun di luar lingkungan akademik, menjadi bagian yang berharga dalam perjalanan ini. Semoga silaturahmi yang telah terjalin tetap terjaga, dan semoga setiap langkah yang akan ditempuh setelah ini membawa kesuksesan serta kebahagiaan bagi kita semua.
12. Untuk seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, terima kasih atas setiap bentuk bantuan, dukungan, perhatian, dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Meskipun nama-nama tersebut tidak tertulis dalam halaman ini, setiap kebaikan yang diberikan telah menjadi bagian penting dalam perjalanan penulis hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
13. Terakhir, untuk diri sendiri, Nanda Armila Dewi, terima kasih karena telah memilih untuk bertahan hingga hari ini. Terima kasih karena tidak menyerah, meskipun ada begitu banyak hari ketika semuanya terasa berat, melelahkan, dan penuh keraguan. Terima kasih telah tetap melangkah, walaupun terkadang langkah itu begitu pelan. Tidak semua proses berjalan sesuai harapan, tetapi kamu membuktikan bahwa keberanian untuk terus mencoba jauh lebih berarti daripada kesempurnaan. Skripsi ini bukan hanya

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

tentang menyelesaikan sebuah kewajiban akademik, tetapi juga menjadi saksi atas perjalananmu untuk tumbuh, belajar, bangkit, dan percaya bahwa setiap usaha akan menemukan waktunya. *You made it. And that's something no one can ever take away from you.* Jangan pernah berhenti percaya pada dirimu sendiri, karena perjalananmu masih panjang dan masih banyak mimpi yang menunggu untuk diwujudkan.



Padang, 28 Agustus 2026

Nanda Armila Dewi

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

ABSTRAK

OPTIMALISASI EKSTRAKSI POLIFENOL DARI MINYAK KELAPA SAWIT MENTAH (*Crude Palm Oil/CPO*) BERBANTU SONIKASI MENGGUNAKAN *Natural Deep Eutectic Solvent* (NADES) BERBASIS KOLIN KLORIDA–ASAM LAKTAT DENGAN PENDEKATAN *Response Surface Methodology* (RSM)

Oleh :

Nanda Armila Dewi

22110027

Minyak kelapa sawit mentah (*Crude Palm Oil/CPO*) merupakan sumber polifenol yang berpotensi sebagai antioksidan alami, namun proses ekstraksinya masih terkendala oleh sifat matriks minyak yang nonpolar dan keterbatasan pelarut organik konvensional. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan ekstraksi polifenol dari CPO menggunakan *Natural Deep Eutectic Solvent* (NADES) berbasis kolin klorida–asam laktat berbantuan *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) dengan pendekatan *Response Surface Methodology* (RSM). Optimasi dilakukan menggunakan rancangan *Box-Behnken Design* (BBD) dengan variasi rasio molar asam laktat klorida (1:1, 2:1, dan 3:1), suhu ekstraksi (40, 50, dan 60°C), serta waktu sonikasi (20, 30, dan 40 menit). Kandungan *Total Phenolic Content* (TPC) dianalisis menggunakan metode Folin–Ciocalteu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasio NADES merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kadar TPC. Kondisi optimum diperoleh pada rasio NADES 2,69697, suhu 60°C, dan waktu sonikasi 40 menit dengan nilai prediksi TPC sebesar 556,9645 mg GAE/100 g CPO. Hasil verifikasi menunjukkan nilai TPC aktual sebesar 559,3 mg GAE/100 g CPO, sehingga model memiliki kemampuan prediksi yang baik. Secara deskriptif, metode NADES berbantuan UAE menghasilkan kadar polifenol lebih tinggi dibandingkan ekstraksi menggunakan etanol p.a.

Kata kunci: *Crude Palm Oil* (CPO), kolin klorida–asam laktat, NADES, polifenol, *Response Surface Methodology* (RSM), *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF POLYPHENOL EXTRACTION FROM CRUDE PALM OIL (*Elaeis guineensis* Jacq.) USING CHOLINE CHLORIDE–LACTIC ACID–BASED NATURAL DEEP EUTECTIC SOLVENT (NADES) ASSISTED BY ULTRASOUND WITH A RESPONSE SURFACE METHODOLOGY (RSM)

APPROACH

By :

Nanda Armila Dewi

22110027

Crude palm oil (CPO) is a potential source of polyphenols as natural antioxidants; however, their extraction is limited by the nonpolar oil matrix and the use of conventional organic solvents. This study aimed to optimize polyphenol extraction from CPO using a choline chloride–lactic acid-based Natural Deep Eutectic Solvent (NADES) assisted by Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) through a Response Surface Methodology (RSM) approach. Optimization was performed using a Box-Behnken Design (BBD) with three variables: the lactic acid chloride molar ratio (1:1, 2:1, and 3:1), extraction temperature (40, 50, and 60°C), and sonication time (20, 30, and 40 minutes). Total Phenolic Content (TPC) was determined using the Folin–Ciocalteu method. The results showed that the NADES composition was the most influential factor affecting TPC. The optimum conditions were obtained at a NADES ratio of 2.69697, an extraction temperature of 60°C, and a sonication time of 40 minutes, with a predicted TPC value of 556.9645 mg GAE/100 g CPO. Model verification produced an actual TPC value of 559.3 mg GAE/100 g CPO, indicating good predictive performance. Descriptively, the NADES-assisted UAE method yielded a higher polyphenol content than conventional extraction using analytical-grade ethanol.

Keywords: choline chloride–lactic acid, crude palm oil (CPO), Natural Deep Eutectic Solvent (NADES), polyphenols, Response Surface Methodology (RSM), Ultrasound-Assisted Extraction (UAE).

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG MASALAH.....	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. KEASLIAN PENELITIAN.....	4
1.4. TUJUAN PENELITIAN	5
1.5. MANFAAT PENELITIAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Taksonomi Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.).....	7
2.2. Definisi Polifenol	7
2.3. Polifenol dan Perananannya dalam minyak kelapa sawit mentah.....	8
2.3.1. Tantangan Ekstraksi Polifenol dalam Sistem Lipid	8
2.3.2. <i>Natural Deep Eutectic Solvent</i> (NADES) sebagai Alternatif Hijau	9
2.3.3. Optimasi NADES dengan <i>Ultrasonic Assisted Extraction</i> (UAE)	9
2.3.3.1. Parameter Utama Dalam <i>Ultrasonic Assisted Extraction</i> (UAE)	9
2.3.3.2. Mekanisme Kombinasi NADES dan UAE dalam Ekstraksi Polifenol	10
2.3.4. Keunggulan NADES berbasis Kolin Klorida-Asam laktat	10

2.4. <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) dalam Optimasi Ekstrak Polifenol	11
2.5. Metode Ekstraksi Konvensional untuk Perbandingan	11
2.6. Kerangka Konsep	12
2.7. Hipotesis.....	13
BAB III METODE PENELITIAN	14
3.1. Desain Penelitian.....	14
3.2. Desain Eksperimen (Box-Behnken).....	15
3.3. Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.4. Instrumen Penelitian.....	16
3.5. Langkah Kerja Penelitian.....	17
3.5.1. Persiapan bahan dan sampel.....	17
3.5.2. Pembuatan NADES.....	17
3.5.3. Ekstraksi Polifenol Menggunakan NADES Berbantu Ultrasonik (UAE-NADES).....	18
3.6. Analisis Kandungan Polifenol Total (TPC)	19
3.6.1. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{maks}).....	19
3.6.2. Pembuatan larutan standar dan Kurva Kalibrasi Asam Galat	19
3.6.3. Pengujian Aktivitas Polifenol Total (TPC)	20
3.6.4. Kurva Kalibrasi dan perhitungan	20
3.8. Analisis data	22
3.8.1. Pengolahan Data Eksperimen.....	22
3.8.2. Pemodelan Statistik	22
3.8.3. Analisis Varian (ANOVA).....	23
3.8.4. Visualisasi dan Optimasi.....	23
3.8.5. Validasi Model Optimasi.....	23
3.9. Jadwal Penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1. Kurva Kalibrasi Asam Galat	25
4.2. Hasil Penetapan <i>Total Phenolic Content</i> (TPC) Ekstrak CPO.....	28
4.3. Optimasi Kondisi Ekstraksi <i>Total Phenolic Content</i> (TPC) Menggunakan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	31

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun ataupun dengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

UPT. Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

4.3.1. Kesesuaian Model (Model Summary).....	33
4.3.2. Analisis Varians (ANOVA)	34
4.3.3. Diagram Pareto.....	37
4.3.4. <i>Countour Plot</i>	39
4.3.4.1. Analisis <i>Countour Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Suhu terhadap Total Phenolic Content (TPC) ...	40
4.3.4.2. Analisis <i>Countour Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Waktu Ekstraksi terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC)	41
4.3.4.3. Analisis <i>Contour Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Waktu Ekstraksi terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	44
4.3.5. Surface Plot	47
4.3.5.1. Pengaruh Rasio NADES dan Suhu terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	47
4.3.5.2. Analisis <i>Surface Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Waktu terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC)	49
4.3.5.3. Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC)	50
4.3.6. <i>Response Optimizer</i>	52
4.3.7. Verifikasi Model Optimasi.....	53
4.4. Pembahasan Kondisi Optimum Ekstraksi <i>Total Phenolic Content</i> (TPC)	55
4.5. Pengaruh Penyimpanan terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	59
4.6. Hasil Ekstraksi Konvensional Menggunakan Etanol p.a.	61
BAB V PENUTUP	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	71

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

UPT. Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Keaslian Penelitian	4
Tabel 2.	Level Faktor dalam Desain Box-Behnken.....	14
Tabel 3.	Desain Percobaan Box-Behnken untuk Optimasi Ekstraksi Polifenol.	15
Tabel 4.	Jadwal Penelitian	24
Tabel 5.	Hasil kadar TPC pada setiap kombinasi perlakuan ekstraksi	30
Tabel 6.	Hasil perhitungan verifikasi model optimasi	54
Tabel 7.	Hasil pengujian <i>Total Phenolic Content</i> (TPC) ekstrak baru dan ekstrak setelah penyimpanan	60
Tabel 8.	Hasil pengukuran absorbansi ekstrak etanol p.a.....	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Tanaman Kelapa Sawit (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.)	7
Gambar 2.	Kerangka konsep.....	12
Gambar 3.	Skema langkah kerja	22
Gambar 4.	Kurva Kalibrasi Asam Galat	27
Gambar 5.	Model (<i>Model Summary</i>) hasil analisis <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).	33
Gambar 6.	Hasil Analisis Varians (ANOVA) Model RSM terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	34
Gambar 7.	Diagram Pareto Pengaruh Faktor terhadap <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).	38
Gambar 8.	Contour Plot hubungan rasio NADES dan suhu terhadap kadar <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	40
Gambar 9.	Analisis <i>Countour Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Waktu.....	41
Gambar 10.	Analisis <i>Contour Plot</i> Interaksi Rasio NADES dan Waktu Ekstraksi.....	44
Gambar 11.	<i>Surface Plot</i> hubungan rasio NADES dan suhu terhadap kadar <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	47
Gambar 12.	<i>Surface Plot</i> hubungan rasio NADES dan waktu ekstraksi terhadap kadar <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	49
Gambar 13.	<i>Surface Plot</i> hubungan suhu dan waktu ekstraksi terhadap kadar <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	50
Gambar 14.	Hasil Response Optimizer menggunakan Minitab.	53

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

UPT. Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Perhitungan Massa Bahan untuk Pembuatan NADES berbasis Kolin Klorida-Asam Laktat dengan kadar air 17%.....	71
Lampiran 2.	Contoh Perhitungan <i>Total Phenolic Content</i> (TPC).....	73
Lampiran 3.	Hasil Pembacaan Spektrofotometer UV-Vis	74



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG MASALAH

Minyak kelapa sawit mentah *Crude Palm Oil* (CPO) merupakan salah satu sumber daya utama Indonesia dengan potensi ekonomi dan komersial yang tinggi, tidak hanya sebagai lemak nabati tetapi juga sebagai penghasil senyawa bioaktif yang bernilai tinggi. Di antara senyawa bioaktif tersebut, polifenol menarik perhatian karena fungsinya dalam berbagai aplikasi kesehatan, termasuk pencegah penuaan dini dan penyakit degeneratif tertentu. Namun, kandungan polifenol dalam minyak kelapa sawit mentah umumnya rendah akibat proses pemurnian dan pengolahan yang melibatkan suhu tinggi, sehingga diperlukan metode ekstraksi yang efektif untuk memisahkan dan memanfaatkan senyawa tersebut secara optimal [1].

Metode ekstraksi konvensional yang umumnya menggunakan pelarut organik seperti etanol atau metanol. Penggunaan pelarut tersebut memiliki beberapa keterbatasan, antara lain potensi toksisitas, dampak negatif terhadap lingkungan, serta risiko degradasi senyawa bioaktif akibat pemanasan dan waktu ekstraksi yang lama. Selain itu, karakteristik minyak kelapa sawit mentah sebagai matriks lipid nonpolar menjadi tantangan tersendiri dalam proses ekstraksi senyawa polifenol yang bersifat polar, sehingga efisiensi ekstraksi dengan metode tersebut sering kali kurang optimal. [2].

Sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan, *Natural Deep Eutectic Solvents* (NADES) dikembangkan sebagai pelarut hijau untuk ekstraksi senyawa bioaktif. NADES tersusun dari komponen alami yang bersifat *biodegradable*, memiliki toksisitas rendah, serta dapat disesuaikan sifat fisikokimianya melalui pengaturan komposisi penyusunnya. Beberapa penelitian melaporkan bahwa NADES berbasis kolin klorida-asam laktat memiliki polaritas yang sesuai dan viskositas yang relatif lebih rendah dibandingkan NADES berbasis gula, sehingga efektif dalam melarutkan dan menstabilkan senyawa fenolik, khususnya pada matriks kompleks seperti sistem lipid [3]. Penelitian yang dilakukan Shazeli et al. menunjukkan bahwa kombinasi NADES berbasis kolin klorida-asam laktat

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

menghasilkan aktivitas antioksidan pada ekstrak minyak kelapa sawit yang lebih tinggi dibandingkan dengan formulasi NADES lainnya [4]. Namun, penelitian tersebut belum melakukan optimasi terhadap kondisi ekstraksi. Polifenol berperan sebagai komponen penting yang menentukan aktivitas antioksidan pada minyak kelapa sawit mentah, sehingga diperlukan pengaturan kondisi ekstraksi yang tepat untuk memperoleh kandungan polifenol yang optimal sekaligus menjaga aktivitas antioksidannya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan optimasi proses ekstraksi polifenol guna memperoleh kondisi optimum yang dapat meningkatkan efisiensi ekstraksi polifenol.

Untuk meningkatkan efisiensi proses ekstraksi, NADES dapat dikombinasikan dengan teknik berbantuan ultrasonik (*ultrasound-Assisted Extraction/ UAE*). Metode sonikasi bekerja melalui fenomena kavitasi yang mampu meningkatkan perpindahan massa dan mempercepat pelepasan senyawa polifenol dari matriks minyak tanpa memerlukan suhu tinggi. Kombinasi NADES dan UAE dilaporkan mampu meningkatkan rendemen polifenol, memperpendek waktu ekstraksi, serta menurunkan konsumsi energi, sehingga lebih sesuai dengan prinsip kimia hijau [5].

Proses ekstraksi menggunakan NADES berbantuan ultrasonik dipengaruhi oleh berbagai parameter, seperti rasio komponen NADES, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi. Waktu dan suhu ekstraksi merupakan parameter penting dalam ekstraksi berbantuan ultrasonik karena memengaruhi kavitasi, perpindahan massa, serta stabilitas senyawa polifenol. Waktu sonikasi yang terlalu lama dan suhu yang tidak terkontrol berpotensi menurunkan efisiensi ekstraksi akibat degradasi senyawa target, sehingga kedua parameter tersebut perlu dioptimasi secara tepat. Interaksi antar parameter tersebut dapat memengaruhi kadar polifenol total yang dihasilkan, sehingga diperlukan pendekatan optimasi yang sistematis. *Response Surface Methodology* (RSM) merupakan metode statistik yang efektif untuk memodelkan hubungan antara variabel proses dan respon, serta menentukan kondisi optimum dengan jumlah percobaan yang relatif efisien. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan pendekatan RSM dengan rancangan box-Behnken untuk mengoptimalkan ekstraksi polifenol dari minyak kelapa sawit mentah menggunakan NADES berbasis kolin klorida-asam laktat berbantuan sonikasi [6].

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

Hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi pada pengembangan metode ekstraksi polifenol yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan serta meningkatkan pemanfaatan minyak kelapa sawit mentah sebagai sumber senyawa bioaktif bernilai tinggi bagi industri pangan dan farmasi [7].

1.2. RUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana pengaruh komposisi NADES berbasis kolin klorida-asam laktat, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi terhadap rendemen dan kadar polifenol hasil ekstraksi minyak kelapa sawit mentah, serta perbandingannya secara deskriptif dengan metode ekstraksi metode konvensional?
2. Bagaimana kondisi optimum komposisi NADES berbasis kolin klorida-asam laktat, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi terhadap ekstraksi polifenol dari minyak kelapa sawit?



1.3. KEASLIAN PENELITIAN

Tabel 1. Keaslian Penelitian

DEKSRIPI	KETERANGAN
PENELITI SEBELUMNYA	
Peneliti	Shazeli Che Zain, Jen Xen Yeoh, Soo Yee Lee, and Khodizah Shaari 2021 [4].
Judul Penelitian	<i>Physicochemical Properties of Choline Chloride-Based Natural Deep Eutectic Solvents (NADES) and Their Applicability For Extracting Oil Palm Flavonoids.</i>
Variabel	Jenis NADES, rasio HBA:HBD, kadar air, waktu dan suhu.
Metode	Ekstraksi NADES konvensional, karakterisasi fisikokimia.
Hasil	NADES kolin klorida-asam laktat memberikan hasil ekstraksi flavonoid tertinggi
Peneliti	Nevin Ulas Colak, Merve Badem, Sila Ozlem Sener, Seyda Kanbolat 2025 [8].
Judul Penelitian	<i>Optimization of phenolic acid extraction from Origanum species via novel deep eutectic solvents using response surface methodology.</i>
Variabel	Jenis <i>deep eutectic solvents</i> (DES), rasio DES, suhu, waktu.
Metode	Ekstraksi DES + RSM.
Hasil	RSM berhasil menentukan kondisi optimum asam fenolat.
Peneliti	Melek Keskin, Erturk Bekar dan Senem kamiloglu 2022
Judul penelitian	<i>Natural deep eutectic solvent-based ultrasonic assisted extraction of phenolics from sunflower seed shells: effect of roasting and bioaccessibility assessment.</i>
Variabel	Jenis NADES, suhu, waktu ekstraksi.
Metode	NADES + UAE.
Hasil	NADES dan UAE meningkatkan ekstraksi polifenolik.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.

Penelitian

Peneliti	Nanda Armila Dewi, 2025.
Judul Penelitian	Optimalisasi Ekstraksi Polifenol dari Minyak Kelapa Sawit Mentah Berbantu Sonikasi Menggunakan NADES berbasis Kolin Klorida–Asam Laktat dengan Pendekatan <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)
Variabel	Komposisi NADES, Suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi.
Metode	NADES Kolin Klorida-Asam Laktat + <i>Ultrasound-Assisted Extraction</i> + RSM.
hasil	Komposisi NADES berbasis kolin klorida–asam laktat, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi berpengaruh terhadap rendemen dan kadar <i>Total Phenolic Content</i> (TPC) hasil ekstraksi CPO. Berdasarkan analisis <i>Response Surface Methodology</i> (RSM), rasio NADES merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi kadar TPC, diikuti oleh suhu dan waktu ekstraksi. Secara deskriptif, metode ekstraksi menggunakan NADES berbantuan UAE mampu menghasilkan ekstrak dengan kadar polifenol yang lebih baik dibandingkan metode ekstraksi konvensional.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

1. Menganalisis pengaruh komposisi NADES berbasis kolin klorida-asam laktat, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi terhadap rendemen dan kadar polifenol hasil ekstraksi minyak kelapa sawit mentah, serta membandingkannya secara deskriptif dengan metode ekstraksi konvensional.
2. Menentukan kondisi optimum proses ekstraksi polifenol dari minyak kelapa sawit mentah yang meliputi komposisi NADES berbasis kolin klorida-asam laktat, suhu ekstraksi, dan waktu sonikasi.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

1. Bagi peneliti penelitian ini memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai efektivitas NADES berbasis kolin klorida-asam laktat dan sonikasi dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi polifenol dari minyak kelapa sawit mentah.

2. Bagi pembaca diharapkan hasil penelitian ini menjadi sumber informasi dan referensi ilmiah dalam mengembangkan metode ekstraksi berbasis pelarut ramah lingkungan untuk senyawa bioaktif.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

Seluruh isi karya tulis ini, baik berupa teks, gambar, tabel, grafik, maupun informasi lainnya, dilindungi oleh Undang-undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta. Dilarang mengutip, menggandakan, mendistribusikan, menerbitkan dan menyebarkan sebagian atau seluruh isi karya ini dalam bentuk apapun dandengan cara apapun, baik secara elektronik maupun secara mekanik, tanpa izin tertulis dari penulis, kecuali untuk keperluan akademik dan referensi dengan menyebutkan sumber secara tepat dan benar.