

**KARAKTERISASI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DAN β -KAROTEN HASIL
EKSTRAKSI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) MENGGUNAKAN
KOMBINASI PELARUT**

Skripsi

Oleh

**Ade Irma Yunita
2014051054**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF CRUDE PALM OIL (CPO) AND B-CAROTENE EXTRACTED FROM SPENT BLEACHING EARTH (SBE) USING A SOLVENT COMBINATION

By

ADE IRMA YUNITA

Spent bleaching earth (SBE) was a solid waste generated from the purification process of crude palm oil (CPO), consisting of a mixture of clay and oil. SBE generally still contained 20–40% oil and β -carotene present in the oil. The purpose of this study was to determine the effect of a combination of hexane and methanol solvents on the characteristics of CPO and β -carotene extracted from SBE, as well as to identify the best solvent combination treatment. This study employed a non-factorial randomized complete group design (RAKL) with four replications. Treatments consisted of six levels of chloroform and methanol solvent combinations: P1 (100:0), P2 (80:20), P3 (60:40), P4 (40:60), P5 (20:80), and P6 (0:100). The data on oil yield from SBE extraction, β -carotene content in the β -carotene content in the extracted oil, free fatty acid (FFA) content, and ash content were analyzed for homogeneity of variance using Bartlett's test, and the data's additivity was tested using Tukey's test. The data were then analyzed using analysis of variance (ANOVA) and followed by a least significant difference (BNT) test at the 5% significance level. The results showed that the combination of hexane and methanol solvents had a significant effect on all observed parameters. The P1 (100:0) solvent combination produced the highest crude oil yield of 9.080%, the highest β -carotene content of 293.684 ppm, the lowest free fatty acid content of 12.16%, and the lowest ash content of 0.433%.

Keywords : β -carotene, crude palm oil (CPO), maceration, methanol, n-hexane, spent bleaching earth (SBE)

ABSTRAK

KARAKTERISASI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DAN β -KAROTEN HASIL EKSTRAKSI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI PELARUT

Oleh

ADE IRMA YUNITA

Spent bleaching earth (SBE) merupakan limbah padat hasil pemurnian *crude palm oil* (CPO) berupa campuran antara tanah liat dan minyak. SBE umumnya masih mengandung 20-40% minyak dan β -karoten yang terdapat dalam minyak. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE dan perlakuan terbaik dari kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) non-faktorial dengan empat kali ulangan. Perlakuan terdiri dari perbandingan pelarut heksana dan metanol sebanyak 6 taraf yaitu P1(100:0); P2 (80:20); P3 (60:40); P4 (40:60); P5 (20:80); P6 (0:100). Data rendemen minyak, kadar β -karoten, kadar ALB, dan kadar abu dianalisis kesamaan ragamnya dengan uji Bartlett dan kemenambahan datanya menggunakan uji Tuckey. Data selanjutnya dianalisis dengan sidik ragam lalu diuji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pelarut heksana dan metanol berpengaruh nyata pada parameter dan kombinasi pelarut P1 (100:0) menghasilkan rendemen *crude* minyak sebesar 9,080%, kadar β -karoten tertinggi sebesar 293,684 ppm, kadar asam lemak bebas terendah sebesar 12,16%, dan menghasilkan kadar abu terendah yaitu 0,433%.

Kata kunci : β -karoten, *crude palm oil* (CPO), heksana, maserasi, metanol, *spent bleaching earth* (SBE)

**KARAKTERISASI *CRUDE PALM OIL* (CPO) DAN β -KAROTEN HASIL
EKSTRAKSI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE) MENGGUNAKAN
KOMBINASI PELARUT**

Oleh

ADE IRMA YUNITA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi

: **KARAKTERISASI CRUDE PALM OIL
(CPO) DAN β -KAROTEN HASIL
EKSTRAKSI *SPENT BLEACHING EARTH*
(SBE) MENGGUNAKAN KOMBINASI
PELARUT**

Nama

: **Ade Irma Yunita**

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2014051054

Program Studi

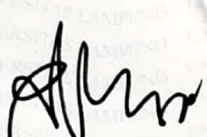
: Teknologi Hasil Pertanian

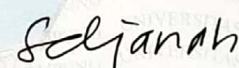
Fakultas

: Pertanian

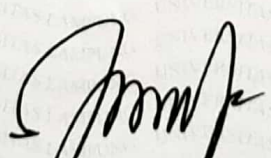


1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.
NIP. 19660314 199003 1 009


Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP. 19620720 198603 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA.
NIP. 19721006 199803 1 005

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.**



Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Subeki, M.Sc., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 19641118 198902 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **02 September 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ade Irma Yunita

NPM : 2014051054

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat saya pertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 02 September 2025

Pembuat pernyataan



Ade Irma Yunita
2014051054

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 14 September 2001 sebagai anak kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Mat Amin dan Ibu Ani Agus Wagiani. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Langkapura pada tahun 2014, kemudian melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 10 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 14 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2020.

Penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Tahun 2023, penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tugu Sari, Kecamatan Sumberjaya, Kabupaten Lampung Barat. Pada tahun yang sama penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Livestock (GGL), Kecamatan Terbanggi Besar, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung dengan judul “Mempelajari Penerapan Proses *Cleaning In Place* (CIP) pada *Dairy Factory* di PT Great Giant Livestock Lampung Tengah”.

SANWACANA

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi *Crude Palm Oil* (CPO) dan β -Karoten Hasil Ekstraksi *Spent Bleaching Earth* (SBE) menggunakan Kombinasi Pelarut” dengan baik. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Rasulullah Muhammad Shallallahu'alaihi wasallam. Selama pelaksanaan dan penulisan skripsi, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., C.EIA., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Samsul Rizal, M.Si., selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pertama yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing, memberi arahan, saran, nasihat, serta banyak bantuan selama perkuliahan, pelaksanaan, dan penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan motivasi kepada penulis selama pelaksanaan dan penyusunan skripsi.
6. Bapak Dr. Ir. Subeki, M.Sc., M.Si., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran, masukan, arahan, dan evaluasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat lebih baik.

7. Bapak dan Ibu dosen pengajar atas ilmu yang telah diberikan selama perkuliahan, staf administrasi, serta pranata Laboratorium Jurusan Teknologi Hasil Pertanian atas bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian dan perkuliahan.
8. Orang tua tercinta Ayah Mat Amin dan Mama Ani Agus Wagiani, dua orang yang sangat berjasa dalam hidup penulis, dua orang yang selalu mengusahakan anaknya untuk menempuh pendidikan setinggi-tingginya. Terima kasih atas segala pengorbanan, doa, kasih sayang, kesabaran, dan dukungan ayah dan mama sehingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai meraih gelar sarjana.
9. Kakak Alvira Yuniar, S.Ars. dan adik M. Ardan Rifa'i yang kusayangi. Terima kasih telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
10. Muhammad Rizqi Darmawan, yang telah menjadi *partner*, sahabat, dan sumber kekuatan bagi penulis. Terima kasih selalu ada dalam setiap proses yang dilalui, selalu menemani, memberikan dukungan, semangat, dan bantuan kepada penulis. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis, berkontribusi banyak selama perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi sampai meraih gelar sarjana.
11. Sahabatku Wina, Eva, Yasmin, Afra, dan Shofi, yang telah mendengarkan keluh kesah, memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
12. Tim penelitian Rika Davita, Diah Ayu Pangastuti, Salsabilla Aisyah Wijaya, Safitri Adiningrum dan Victorinus Danu Anggoro yang berjuang bersama selama penelitian, memberikan banyak bantuan, tempat berkeluh kesah, dan saling memotivasi untuk tetap menyelesaikan proses yang tidak mudah ini.
13. Seluruh teman-teman THP angkatan 2020 dan kakak-kakak THP angkatan 2019 yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan dan skripsi.

Penulis sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun semua ini dapat dijadikan suatu pengalaman dan proses

pembelajaran bagi penulis untuk menjadi lebih baik. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan bagi penulis maupun pembaca.

Bandar Lampung, 02 September 2025

Ade Irma Yunita

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE).....	6
2.2. <i>Crude Palm Oil</i> (CPO).....	7
2.3. β -Karoten.....	8
2.4. Metode Maserasi.....	9
2.5. Pelarut.....	10
2.5.1. Heksana.....	11
2.5.2. Metanol	12
III. METODOLOGI	13
3.1. Waktu dan Tempat	13
3.2. Bahan dan Alat.....	13
3.3. Metode Penelitian	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.4.1. Karakterisasi <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE)	14
3.4.2. Ekstraksi Minyak dari <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE).....	15
3.5. Prosedur Analisis.....	17
3.5.1. Kadar Air.....	17
3.5.2. Kadar Minyak.....	17
3.5.3. Kadar Asam Lemak Bebas.....	18
3.5.4. Rendemen <i>Crude</i> Minyak Hasil Ekstraksi.....	19

3.5.4. Analisis Konsentrasi β -karoten	19
3.5.4. Kadar Abu	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Karakteristik <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE)	21
4.2. Rendemen <i>Crude</i> Minyak Hasil Ekstraksi.....	23
4.3. Kadar β -karoten dalam Minyak Hasil Ekstraksi.....	25
4.4. Analisis Asam Lemak Bebas pada Minyak Hasil Ekstraksi	27
4.5. Analisis Kadar Abu pada Minyak Hasil Ekstraksi.....	29
4.6. Penentuan Perlakuan Terbaik.....	31
V. KESIMPULAN.....	33
5.1. Kesimpulan	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia SBE.....	7
2. Komposisi kimia CPO	8
3. Kombinasi perlakuan	14
4. Karakterisasi awal <i>spent bleaching earth</i> (SBE)	22
5. Pengaruh perbandingan pelarut heksana dan metanol terhadap rendemen <i>crude</i> minyak hasil ekstraksi	23
6. Pengaruh perbandingan pelarut heksana dan metanol terhadap kadar β -karoten dalam minyak hasil ekstraksi	25
7. Pengaruh perbandingan pelarut heksana dan metanol terhadap kadar ALB pada minyak hasil ekstraksi	27
8. Pengaruh perbandingan pelarut heksana dan metanol terhadap kadar abu pada minyak hasil ekstraksi.....	30
9. Penentuan perlakuan terbaik	31
10. Data rendemen <i>crude</i> minyak hasil ekstraksi	40
11. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) rendemen <i>crude</i> minyak hasil ekstraksi.....	40
12. Analisis ragam rendemen <i>crude</i> minyak hasil ekstraksi.....	40
13. Uji lanjut BNT 5% rendemen <i>crude</i> minyak hasil ekstraksi	41
14. Data kadar β -karoten dalam minyak hasil ekstraksi	41
15. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kadar β -karoten dalam minyak hasil ekstraksi.....	41
16. Analisis ragam kadar β -karoten dalam minyak hasil ekstraksi.....	42
17. Uji lanjut BNT 5% kadar β -karoten dalam minyak hasil ekstraksi	42
18. Data nilai kadar ALB pada minyak hasil ekstraksi.....	42
19. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kadar ALB pada minyak hasil ekstraksi.....	42
20. Analisis ragam kadar ALB pada minyak hasil ekstraksi	43
21. Uji lanjut BNT 5% kadar ALB pada minyak hasil ekstraksi.....	43

22. Data nilai kadar abu pada minyak hasil ekstraksi	43
23. Uji kehomogenan ragam (<i>Bartlett's test</i>) kadar abu pada minyak hasil ekstraksi	44
24. Analisis ragam kadar abu pada minyak hasil ekstraksi.....	44
25. Uji lanjut BNT 5% kadar abu pada minyak hasil ekstraksi	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE).....	6
2. Struktur kimia β -karoten	9
3. Struktur kimia heksana.....	11
4. Struktur kimia metanol.....	12
5. Diagram alir ekstraksi minyak dalam SBE dengan metode maserasi...	16
6. SBE hasil maserasi	21
7. Pohon industri kelapa sawit	45
8. Proses ekstraksi maserasi tahap 1	46
9. Hasil maserasi tahap 1.....	47
10. Proses ekstraksi maserasi tahap 2	47
11. Hasil maserasi tahap 2.....	48
12. Proses evaporasi minyak hasil ekstraksi	48
13. Proses pengukuran absorbansi	49
14. Proses analisis kadar asam lemak bebas	50
15. Proses analisis kadar abu.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Sebanyak 26 provinsi dari 38 provinsi di Indonesia berhasil mengembangkan perkebunan sawit, dan sekitar 90% berada di Provinsi yang terdapat di pulau Sumatera dan Kalimantan (Dirjen Perkebunan, 2024). Kelapa sawit menghasilkan produk utama berupa *crude palm oil* (CPO) dan *palm kernel oil* (PKO) yang digunakan untuk membuat minyak goreng, margarin, sabun, kosmetik, biodiesel, serta bahan baku industri makanan dan farmasi. Limbah dari pengolahan kelapa sawit dimanfaatkan untuk pakan ternak dan pupuk arang aktif (Gambar 7, Lampiran). Prospek perkembangan industri minyak kelapa sawit saat ini sangat pesat yaitu dengan peningkatan luas area maupun produksi kelapa sawit. Pada tahun 2023 luas area perkebunan kelapa sawit di Indonesia sekitar 15,4 juta hektar dan produksi CPO sebesar 46,9 juta ton. Pada tahun 2024 mengalami peningkatan yaitu luas area perkebunan kelapa sawit bertambah menjadi 16,8 juta hektar dan produksi CPO mencapai 47,7 juta ton (Dirjen Perkebunan, 2024).

Crude palm oil (CPO) merupakan salah satu produk pertanian Indonesia baik sebagai bahan baku minyak goreng (Bariyah *et al.*, 2017). Proses pengolahan CPO menjadi minyak goreng memerlukan proses pemurnian. Salah satu tahapan dalam proses tersebut yaitu pemucatan. Pemucatan merupakan suatu tahap proses pemurnian minyak untuk menghilangkan zat-zat warna yang dapat mengurangi kualitas minyak. Proses pemurnian CPO memerlukan *bleaching earth* (BE) dalam jumlah banyak. Peningkatan penggunaan BE akan mengakibatkan peningkatan jumlah *spent bleaching earth* (SBE).

Spent bleaching earth (SBE) merupakan limbah padat hasil pemurnian CPO berupa campuran antara tanah liat dan minyak. SBE umumnya masih mengandung 20-40% minyak dan β -karoten yang terdapat dalam minyak (Musa *et al.*, 2018). Kandungan minyak dan β -karoten tersebut menjadikan SBE sebagai salah satu sumber yang cukup potensial dan dapat dimanfaatkan untuk dijadikan produk turunan. Namun, sebagian besar industri minyak tidak memanfaatkan kembali SBE yang telah digunakan dan hanya akan membuangnya sebagai limbah dari pengolahan kelapa sawit (Mahmud, 2019).

Salah satu cara untuk memanfaatkan SBE adalah dengan menggunakan metode ekstraksi. Salah satu teknik ekstraksi yang dapat digunakan adalah metode maserasi, yang tergolong sederhana dan tidak memerlukan suhu tinggi. Metode maserasi dapat digunakan untuk mengekstrak minyak dari SBE yang kemudian dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku untuk berbagai produk, seperti biodiesel, kosmetik, atau bahan baku lainnya (Rahman *et al.*, 2019). Penggunaan kombinasi pelarut dengan tingkat kepolaran berbeda juga menjadi faktor penting untuk mengoptimalkan ekstraksi senyawa polar maupun non-polar dari SBE (Wulandari *et al.*, 2017). Penentuan kombinasi pelarut yang tepat menjadi kunci untuk memperoleh hasil ekstraksi yang maksimal. Karakteristik CPO dan β -karoten yang dihasilkan dari SBE menggunakan metode maserasi menjadi sangat penting, karena akan memberikan gambaran mengenai kualitas dan potensi pemanfaatan dari limbah SBE. Selain itu, hasil karakterisasi tersebut untuk mengetahui berbagai parameter seperti rendemen minyak dan karakteristik kimia minyak hasil ekstraksi dari SBE.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE.
2. Mengetahui perlakuan terbaik dari kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE.

1.3 Kerangka Pemikiran

Salah satu limbah hasil industri pemurnian minyak kelapa sawit yaitu SBE menimbulkan berbagai permasalahan pada lingkungan. SBE dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berkepanjangan bagi masyarakat di sekitar lahan timbun karena adanya kandungan minyak dan logam berat pada SBE (Krzysko *et al.*, 2014). Kandungan minyak pada SBE cukup tinggi yaitu 20-40% (Musa *et al.*, 2018), dan bersifat *non edible* atau tidak dapat dikonsumsi (Fattah *et al.*, 2014). Berbagai metode pemulihan minyak dari SBE telah dikembangkan, antara lain *soxhlet extraction*, *membrane technology*, *subcritical water technology*, dan *supercritical fluid extraction* (Oladosu *et al.*, 2017). Diantara metode tersebut, metode ekstraksi menggunakan pelarut merupakan yang paling disukai dan banyak digunakan karena lebih ekonomis tanpa memerlukan tambahan teknologi mahal (Merikhy *et al.*, 2019).

Faktor yang memengaruhi jumlah ekstrak atau rendemen pada proses ekstraksi yaitu sifat dan kepolaran pelarut, jumlah komponen zat aktif yang terdapat dalam sampel, dan metode ekstraksi yang digunakan (Alsultan *et al.*, 2017). Metode ekstraksi yang digunakan yaitu maserasi. Menurut Simanjuntak (2012) metode maserasi banyak dipilih dalam penelitian karena proses pengerjaannya yang mudah dan rendemen ekstrak yang dihasilkan cukup baik. Selain itu, senyawa aktif tidak mengalami kerusakan karena tidak menggunakan pemanasan.

Penelitian ini menggunakan pelarut heksana dan metanol. Pemilihan pelarut heksana disebabkan minyak dan pelarut memiliki tingkat kepolaran yang sama. Titik didih heksana yang rendah mempermudah proses pemisahan minyak dengan pelarut dan menghindari kerusakan minyak. Pelarut heksana juga merupakan pelarut pilihan karena kinerjanya yang sangat baik dalam mengekstraksi residu minyak terutama minyak nabati (Ahmad *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian Chanrai dan Santosh (2012) terhadap limbah SBE didapatkan bahwa kualitas warna ekstrak minyak dengan pelarut heksana lebih baik dan lebih terang dibanding kualitas warna ekstrak minyak dengan pelarut aseton yang berwarna gelap (hitam).

Pemilihan pelarut heksana dan metanol dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Sekar *et al.* (2020), yang mengekstrak biji buah jarak dengan pelarut heksana menghasilkan rendemen minyak sebesar 40%. Penelitian Wahyuni *et al.* (2015) menunjukkan bahwa rendemen ekstrak karotenoid tertinggi diperoleh pada perlakuan ekstrak karotenoid labu kuning menggunakan pelarut heksana yaitu 15,01%. Hal tersebut membuktikan bahwa karotenoid di dalam labu kuning sebagian besar bersifat non polar sehingga lebih banyak yang terekstrak pada pelarut non polar seperti heksana, karena banyak senyawa yang terekstrak sehingga rendemen dapat meningkat. Penelitian Purba *et al.* (2025), telah mengekstrak minyak atsiri sereh menggunakan metode maserasi dan pelarut metanol menghasilkan rendemen minyak sebesar 6,73%. Berdasarkan penelitian Anisah *et al.* (2022), ekstraksi buah paprika merah dilakukan dengan pelarut metanol teknis, perbandingan antara buah paprika dan pelarut adalah 1:1, menghasilkan rendemen hasil ekstraksi sebesar 7,86%. Pemilihan metanol sebagai pelarut didasarkan pada metanol yang bersifat volatil sehingga proses untuk menghasilkan ekstrak akan lebih cepat. Penggunaan pelarut heksana dan metanol sebagai pelarut tunggal terbukti mampu mengesktrak minyak dan β -karoten dari bahan hasil pertanian. Akan tetapi, belum pernah dilakukan penelitian yang menggunakan kombinasi dua pelarut tersebut dalam ekstraksi CPO dari SBE.

Berdasarkan penelitian terdahulu penggunaan pelarut yang akan digunakan pada proses ekstraksi akan menentukan kadar β -karoten dan minyak yang akan terekstrak. Secara umum metode yang digunakan adalah metode maserasi dengan kombinasi pelarut yang digunakan antara lain petroleum eter, heksana, dieteil eter, dan aseton sedangkan kombinasi pelarut seperti diklorometana, metanol, dan isopropanol belum dilakukan pada metode maserasi. Pemilihan penggunaan kombinasi pelarut antara heksana dan metanol yang diterapkan pada metode maserasi adalah untuk menentukan kombinasi pelarut yang paling sesuai dalam mengekstrak CPO dan β -karoten dari SBE. Oleh karena itu, akan dilakukan penelitian tersebut dengan mengacu pada penelitian terdahulu, diharapkan penelitian ini akan mengekstrak SBE dengan optimal dan dapat dimanfaatkan kembali, sehingga dapat mengurangi limbah SBE.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Terdapat pengaruh kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE.
2. Terdapat perlakuan terbaik dari kombinasi pelarut heksana dan metanol terhadap karakteristik CPO dan β -karoten hasil ekstraksi SBE.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Spent Bleaching Earth* (SBE)

Spent bleaching earth (SBE) adalah limbah padat yang dihasilkan dari industri pemurnian CPO. Salah satu tahapan dalam pemurnian CPO yang paling banyak menghasilkan limbah adalah pemucatan dengan *bleaching earth* (BE) sebanyak 0,5–2,0% dari massa CPO (Oladosu *et al.*, 2017). SBE merupakan campuran antara lempung dengan senyawa hidrokarbon dari CPO (Suryani *et al.*, 2015). Menurut Musa *et al.* (2018) SBE umumnya masih mengandung 20-40% minyak. SBE mengandung minyak tak jenuh yang membuat limbah tidak stabil (Bachmann *et al.*, 2020). *Spent bleaching earth* (SBE) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Spent bleaching earth* (SBE)
Sumber: Muslich (2020)

Spent bleaching earth (SBE) termasuk ke dalam limbah hasil pemucatan industri CPO sehingga termasuk ke dalam golongan limbah hasil pengolahan lemak hewan atau nabati dan derivatnya. Limbah tersebut berdasarkan PP No 85 Tahun 1999 merupakan termasuk limbah B3 dari sumber spesifik. Menurut PP 74/2001, bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah bahan yang karena sifat dan atau

konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan merusak lingkungan hidup, dan atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya (Pasal 1 Angka 1) (Damanhuri, 2010). SBE merupakan campuran antara tanah liat dan minyak yang harus ditangani dengan hati-hati karena sifatnya yang mudah terbakar. Menurut Beshara dan Cheeseman (2009) SBE biasanya digunakan sebagai bahan bakar, dicampurkan dengan bahan organik dan dibuat kompos, atau pada umumnya langsung dibuang ke lahan (*landfill*) setelah dilakukan proses pencucian dengan air untuk mengurangi kandungan minyak dan sifat keterbakarannya. Komposisi kimia SBE disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia SBE

Komponen Utama	Kandungan (%)
Abu (SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , CaO, MgO)	60-80
Minyak residual (trigliserida)	20-40
Asam lemak bebas (FFA)	5-15
Air	2-5
Logam berat (Fe, Cu, Ni, Zn, Pb)	0,01-0,5

Sumber: Kheang *et al.* (2021)

2.2 Crude Palm Oil (CPO)

Crude palm oil (CPO) atau minyak sawit mentah adalah minyak nabati yang didapatkan dari bagian mesokarp buah pohon kelapa sawit. CPO umumnya berasal dari spesies *elaeis guineensis*. CPO mengandung β -karoten yang menyebabkan warnanya menjadi merah. Buah kelapa sawit terdiri dari lapisan terluar (eksokarp), ampas buah yang mengandung minyak dalam matriks serat (mesokarp), lapisan bagian tengah buah (endokarp), dan kernel yang juga mengandung minyak dan akan menghasilkan *crude palm kernel oil* (CPKO) (Harahap *et al.*, 2020).

Crude palm oil (CPO) merupakan produk utama yang dihasilkan dari buah sawit yang diperoleh dari bagian mesokarp buah yang dihasilkan di pabrik kelapa sawit (PKS). Mutu CPO dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu faktor kebun dan faktor pengolahan di PKS. Faktor kebun yaitu kematangan buah yang dipanen dan waktu pengiriman buah ke PKS. Buah sawit yang dipanen sebaiknya diolah langsung di PKS agar mutu CPO tinggi namun karena kondisi di lapangan seperti curah hujan tinggi menyebabkan buah menjadi restan. Sedangkan, faktor di PKS yaitu waktu, temperatur disterilisasi dan tekanan di stasiun pressan (Harahap *et al.*, 2020). Komposisi kimia CPO disajikan pada Tabel 2.

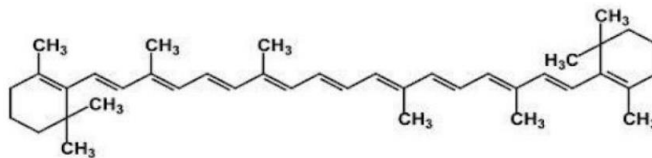
Tabel 2. Komposisi kimia CPO

Komponen Utama	Kandungan (%)
Trigliserida	95-96,5
Asam lemak bebas	3,5-5,0
Air	0,1-0,25
Karoten	500-2000 ppm
Tokoferol	600-1000 ppm

Sumber: Rahmadi dan Hasibuan (2024)

2.3 β -karoten

β -karoten merupakan senyawa pigmen yang merupakan turunan dari kelompok karotenoid. Karotenoid adalah suatu kelompok pigmen berwarna orange, merah, atau kuning yang mempunyai sifat larut dalam lemak atau pelarut organik tetapi tidak larut dalam air. Senyawa ini ditemukan tersebar luas dalam tanaman serta buah-buahan, tetapi tidak dapat diproduksi oleh tubuh manusia (Fitrah *et al.*, 2015). β -karoten memiliki rumus kimia $C_{40}H_{56}$. β -karoten disebut juga tetraterpenoid yang tersusun atas 40 atom C dan 56 atom H dengan cincin β -ion yang mengapit rangkaian inti ikatan rangkap yang terkonjugasi. Molekul β -karoten merupakan turunan dari likopen yang mengalami proses *cyclase* atau pembentukan cincin pada kedua ujungnya (Ribeiro *et al.*, 2020). Struktur kimia β -karoten disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur kimia β -karoten

Sumber: Ruwanti (2010)

β -karoten merupakan provitamin A yang dapat diubah di dalam tubuh menjadi vitamin A setelah mengalami metabolisme (Stutz *et al.*, 2015). β -karoten mempunyai aktivitas vitamin A yang sangat tinggi. Vitamin A ini sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia terutama dalam kesehatan mata dan penangkapan radikal bebas (Rahayu *et al.*, 2012). Senyawa karotenoid digunakan dalam industri farmasi, kosmetik dan sebagai bahan untuk pangan fungsional kaitannya dengan sifat antioksidan, dampak bagi kesehatan serta kemampuan sebagai pewarna pangan (Enriquez *et al.*, 2013).

β -karoten menyebabkan warna minyak sawit menjadi kuning jingga. Warna pada minyak sawit umumnya dipengaruhi oleh kandungan β -karoten yang ada di dalamnya. Kandungan karoten dalam minyak sawit mencapai 0,25-1,26 ppm. Kandungan karoten dalam CPO berkisar antara 500-700 ppm (Istighfaro, 2010). Menurut Puspita (2009) kandungan β -karoten pada SBE sekitar 215,98 ppm. β -karoten bersifat tidak stabil pada suhu tinggi dan jika minyak dialiri uap panas, maka warna merah jingga itu akan hilang. β -karoten dapat diambil melalui proses ekstraksi, salah satunya dengan metode maserasi (Haroen *et al.*, 2022).

2.4 Metode Maserasi

Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu maserasi. Metode ekstraksi maserasi merupakan metode konvensional dengan suhu ruang antara 20-25°C yang memiliki keuntungan yaitu prosedur dan peralatan yang digunakan sederhana dan tidak dipanaskan sehingga bahan tidak menjadi terurai. Ekstraksi dingin memungkinkan banyak senyawa terekstraksi, meskipun beberapa senyawa memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut pada suhu kamar (Susanty dan

Bachmid, 2016). Kekurangan dari metode maserasi yaitu ekstraksi membutuhkan waktu yang cukup lama, beberapa senyawa sulit untuk diekstraksi pada suhu 25°C, ekstraksi dapat menghabiskan pelarut dengan volume yang banyak dan dapat berpotensi menghilangkan metabolit (Mukhriani, 2014).

Ekstraksi yang paling sederhana yaitu ekstraksi dengan metode maserasi. Metode maserasi adalah metode paling sederhana dan banyak digunakan karena lebih ekonomis (Merikhy *et al.*, 2019). Maserasi merupakan metode ekstraksi dengan melakukan perendaman menggunakan pelarut dan dilakukan pada suhu kamar untuk meminimalisir terjadinya kerusakan atau degradasi metabolit (Endang, 2015). Metode maserasi dilakukan dalam suhu ruangan yang berkisar antara 20-25°C. Maserasi dilakukan pada suhu ruangan untuk mencegah penguapan pelarut secara berlebihan karena faktor suhu. Pengadukan dalam metode maserasi dilakukan secara berkala dan manual menggunakan batang pengaduk. Menurut Wahyuni (2004) pengadukan berkala bertujuan untuk menghindari memadatnya serbuk sehingga pelarut sulit menembus bahan dan mengambil ekstrak minyak karena serbuk yang digunakan cukup banyak.

2.5 Pelarut

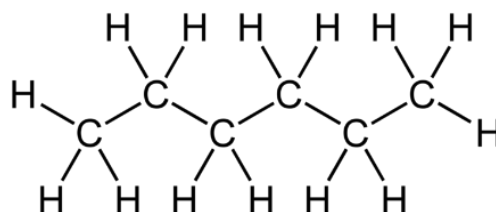
Pemilihan jenis pelarut dan metode ekstraksi ditentukan berdasarkan sifat-sifat bahan yang akan diekstrak serta kandungan senyawa yang terdapat di dalam bahan. Pemilihan jenis pelarut yang akan digunakan akan menentukan waktu atau lamanya proses ekstraksi yang terjadi. Pemilihan jenis pelarut akan berpengaruh terhadap efisiensi proses ekstraksi, jumlah dan kualitas rendemen yang dihasilkan. Waktu ekstraksi yang singkat akan memperkecil risiko bahaya dan menurunkan jumlah biaya yang dikeluarkan. Hal ini dikarenakan waktu ekstraksi yang berjalan singkat tidak membutuhkan banyak energi yang harus digunakan pada proses ekstraksinya (Nugroho, 2017).

Penentuan jenis pelarut yang akan digunakan berperan penting dalam proses ekstraksi. Setiap jenis pelarut memiliki nilai polaritas, titik didih, dan viskositas

yang berbeda. Tingkat polaritas merupakan prinsip penentuan dari jenis pelarut yang akan digunakan pada proses ekstraksi. Jenis pelarut yang akan digunakan harus memiliki nilai polaritas yang hampir sama dengan senyawa yang akan diekstrak. Semakin sama nilai polaritas antara pelarut dengan senyawa yang akan diekstrak maka proses ekstraksi akan berjalan lebih maksimal. Beberapa jenis pelarut yang banyak digunakan dalam proses ekstraksi di antaranya adalah heksana, kloroform, etil asetat, aseton, etanol, dan metanol. (Nugroho, 2017).

2.5.1 Heksana

Heksana adalah sebuah senyawa hidrokarbon alkana dengan rumus kimia C_6H_{14} dan titik didihnya yaitu $68,7-69^{\circ}C$. Heksana merupakan cairan tidak berwarna, mudah menguap, sangat mudah terbakar, serta larut dalam alkohol, aseton, dan eter (Hernawati, 2008). Heksana bersifat non-polar dengan indeks polaritas sebesar 0,1. Pelarut heksana digunakan untuk mengekstraksi minyak karena bersifat non-polar (Anggraini *et al.*, 2014). Pemilihan pelarut heksana disebabkan minyak dan pelarut memiliki tingkat kepolaran yang sama. Titik didih heksana yang rendah mempermudah proses pemisahan minyak dengan pelarut dan menghindari kerusakan minyak. Pelarut heksana menjadi pelarut pilihan karena kinerjanya yang sangat baik dalam mengekstraksi residu minyak terutama minyak nabati (Ahmad dan Ibrahim, 2020). Menurut penelitian Chanrai dan Santosh (2002) kualitas warna ekstrak minyak dengan pelarut heksana lebih baik dan lebih terang dibanding dengan pelarut aseton yang berwarna gelap (hitam). Struktur kimia heksana disajikan pada Gambar 3.

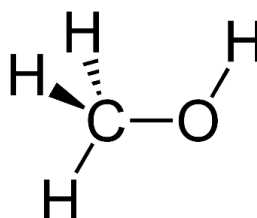


Gambar 3. Struktur kimia heksana
Sumber: Widarti *et al.* (2020)

Pelarut yang digunakan harus memenuhi persyaratan begitu pula jumlah pelarut yang digunakan. Semakin besar jumlah pelarut yang digunakan, maka ekstrak minyak yang didapatkan akan semakin banyak. Jenis pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi mempengaruhi jenis komponen aktif bahan yang terekstrak. Komponen yang terkandung dalam bahan dapat larut pada pelarut yang relatif sama kepolarannya. Menurut Arifianti *et al.* (2014) senyawa polar akan larut pada pelarut yang bersifat polar, begitu juga dengan senyawa nonpolar akan larut pada pelarut nonpolar sesuai dengan konsep *like dissolve like*.

2.5.2 Metanol

Metanol atau dikenal sebagai metil alkohol, *wood* alkohol atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia CH_3OH dan titik didihnya yaitu $64,7^\circ\text{C}$. Metanol bersifat polar dengan indeks polaritas sebesar 5,1 (Sundari *et al.*, 2021). Metanol merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Metanol berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan memiliki bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Pelarut metanol mampu mengekstraksi senyawa aktif yang terlarut dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler (Gazali *et al.*, 2019). Metanol sebagai pelarut mampu mengekstrak senyawa golongan alkaloid, flavonoid, steroid, polifenol, tanin dan saponin (Setiawan *et al.*, 2017). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar, dan bahan aditif bagi etanol industri (Istyqomah, 2021). Struktur kimia metanol disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Struktur kimia metanol
Sumber: Setiawan (2017)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2024 di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengelolaan Limbah Agroindustri Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *spent bleaching earth* (SBE), pelarut yang digunakan yaitu heksana teknis, metanol teknis, aquades, NaOH, etanol teknis 96%, etanol PA dan kertas saring. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Erlenmeyer 500 mL, spektrofotometri Genesys 10S UV-Vis, *rotary vacuum evaporator*, timbangan analitik, gelas ukur, gelas *beaker*, mikropipet, pipet volumetri, spatula, corong kaca, labu alas datar, labu ukur, buret, statif, klem, desikator, oven, tanur, dan *rubber bulb*.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini disusun secara non-faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan 4 ulangan. Perlakuan terdiri dari komposisi pelarut heksana dan metanol dengan 6 taraf yaitu P1 (100% heksana); P2 (80% heksana : 20% metanol); P3 (60% heksana : 40% metanol); P4 (40% heksana : 60% metanol); P5 (20% heksana : 80% metanol); dan P6 (100% metanol). Sehingga untuk memenuhi derajat bebas galat diperlukan 6 perlakuan dengan 4 ulangan

dan total percobaan yang dilakukan sebanyak 24 percobaan. Keragaman data diuji dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikasi untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Selanjutnya data diuji lanjut dengan menggunakan metode BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Kombinasi perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kombinasi perlakuan

Perlakuan	Keterangan
P1	100% Heksana : 0% Metanol
P2	80% Heksana : 20% Metanol
P3	60% Heksana : 40% Metanol
P4	40% Heksana : 60% Metanol
P5	20% Heksana : 80% Metanol
P6	0% Heksana : 100% Metanol

3.4 Pelaksanaan Penelitian

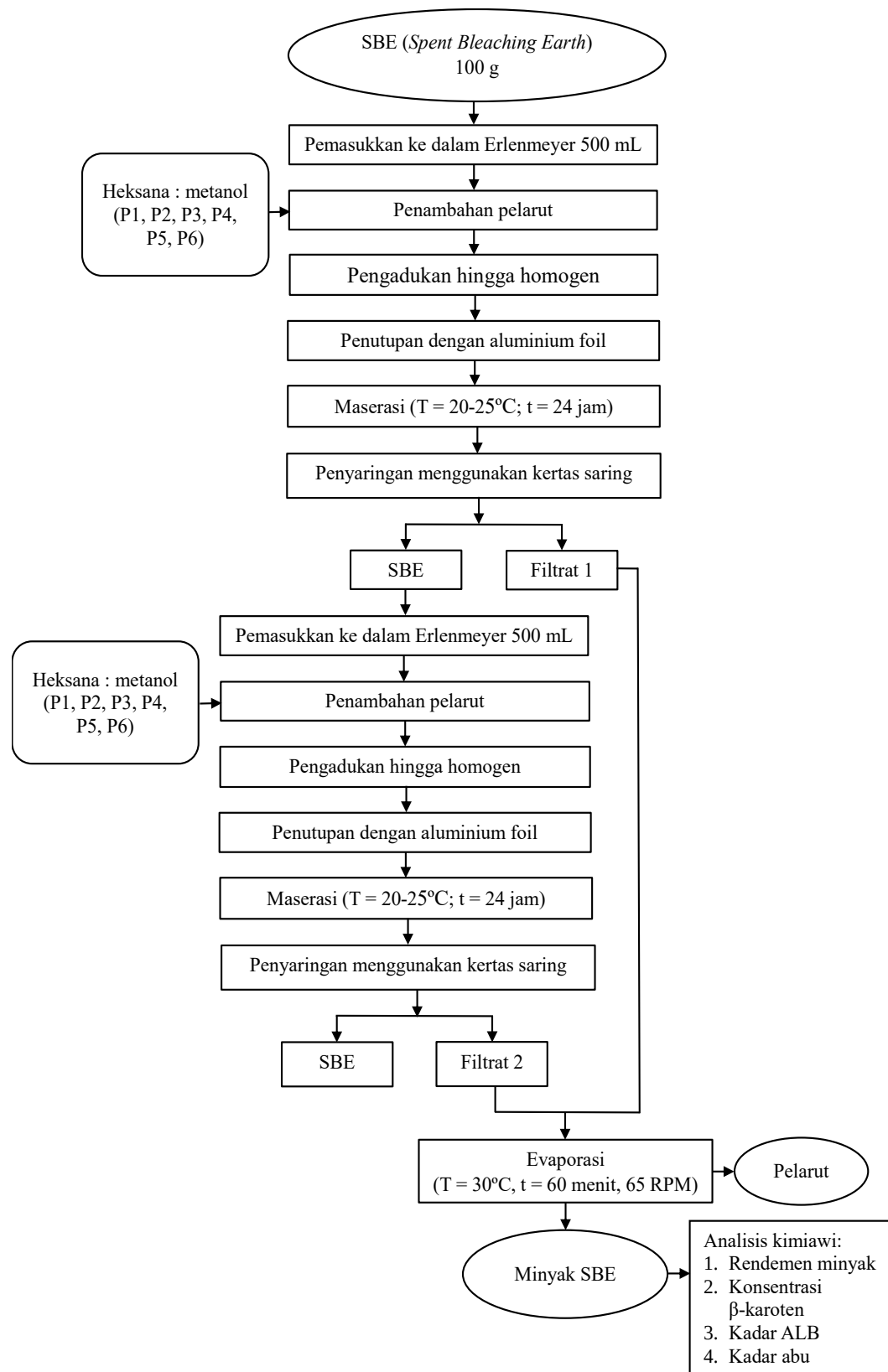
3.4.1 Karakterisasi SBE (*Spent Bleaching Earth*)

Bahan baku yang digunakan dalam proses ekstraksi minyak akan sangat mempengaruhi kualitas minyak yang dihasilkan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian pendahuluan untuk mengetahui karakteristik SBE. Menurut Handayani *et al.* (2020) karakterisasi bahan dilakukan untuk mengetahui kualitas atau mutu bahan secara keseluruhan. Karakterisasi SBE juga dilakukan untuk memahami sifat fisik dan sifat kimia dari limbah SBE setelah digunakan dalam proses pemucatan minyak, terutama minyak nabati seperti CPO (Kumar *et al.*, 2022). Melalui penelitian pendahuluan diperoleh gambaran tentang bahan yang diteliti sehingga proses penelitian utama dapat berjalan dengan lebih terarah. Karakteristik SBE terdiri dari analisis kadar air, kadar minyak, dan kadar asam lemak bebas (ALB).

3.4.2 Ekstraksi Minyak dari *Spent Bleaching Earth* (SBE)

Prosedur ekstraksi minyak dalam SBE dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Prosedur dilakukan dengan tahapan yaitu *spent bleaching earth* (SBE) ditimbang sebanyak 100 g. SBE yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL. Kombinasi pelarut heksana dan metanol ditambahkan sesuai perlakuan P1 (500 mL heksana), P2 (400 mL heksana : 100 mL metanol), P3 (300 mL heksana : 200 mL metanol), P4 (200 mL heksana : 300 mL metanol), P5 (100 mL heksana : 400 mL metanol), dan P6 (500 mL metanol) pada masing-masing Erlenmeyer. Kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen lalu mulut Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi pada suhu ruang 20-25°C dengan lama ekstraksi 24 jam. Kemudian hasil ekstraksi disaring menggunakan corong serta kertas saring, lalu didapatkan SBE dan filtrat 1.

SBE hasil penyaringan dilakukan maserasi kembali dengan prosedur yang sama yaitu SBE dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 mL dan ditambahkan pelarut heksana dan metanol sesuai perlakuan P1 (500 mL heksana), P2 (400 mL heksana : 100 mL metanol), P3 (300 mL heksana : 200 mL metanol), P4 (200 mL heksana : 300 mL metanol), P5 (100 mL heksana : 400 mL metanol), dan P6 (500 mL metanol) pada masing-masing Erlenmeyer. Kemudian diaduk menggunakan batang pengaduk hingga homogen. Setelah itu, ditutup bagian atas serta sekeliling bagian Erlenmeyer menggunakan aluminium foil. Ekstraksi maserasi dilakukan pada suhu ruang 20-25°C dengan lama ekstraksi 24 jam. Setelah itu, hasil ekstraksi disaring menggunakan corong serta kertas saring, lalu didapatkan SBE dan filtrat 2. Selanjutnya filtrat 1 dan 2 dievaporasi pada suhu 30°C dengan waktu ± 60 menit serta kecepatan pengadukan sebesar 65 RPM dan didapatkan minyak SBE. Selanjutnya hasil ekstraksi dilakukan analisis meliputi rendemen *crude* minyak, konsentrasi betakaroten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu. Prosedur ekstraksi minyak dalam SBE dengan metode maserasi disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir ekstraksi minyak dalam SBE dengan metode maserasi
Sumber: Armidianti *et al.* (2021) yang telah dimodifikasi

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Kadar Air

Metode analisis kadar air dilakukan berdasarkan SNI 7709, 2019 (BSN, 2019). Cawan kosong yang bersih dikeringkan dalam oven selama 15 menit dengan suhu 105°C dan didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang. Sebanyak 3 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan yang telah ditimbang dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Cawan yang telah berisi sampel tersebut selanjutnya dipindahkan ke dalam desikator, didinginkan dan ditimbang kembali. Pengeringan diulangi hingga perbedaan hasil antara 2 penimbangan tidak melebihi 5 mg. Kadar air dihitung berdasarkan kehilangan berat, yaitu selisih antara berat awal dan berat akhir sampel, dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = Berat cawan kosong kering (g)

W1 = Berat cawan kering+sampel basah (g)

W2 = Berat cawan kering+sampel kering (g)

3.5.2 Kadar Minyak

Analisa kadar minyak berdasarkan SNI 01-2354.3, 2006 (BSN, 2006). Pengujian ini menggunakan metode Soxhlet. Prinsip dari pengujian ini adalah dengan mengekstraksi komponen minyak menggunakan pelarut non polar. Sebanyak 3 gram sampel disiapkan dan dimasukkan ke dalam selongsong kertas. Labu lemak dikeringkan ke dalam oven dengan suhu 80°C selama 1 jam. Selongsong dimasukkan ke dalam Soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak yang telah dikeringkan dan diketahui bobotnya. Proses ekstraksi dilakukan selama 6 jam dengan menggunakan larutan heksana. Kemudian pelarut heksana didestilasi

lalu ekstrak minyak didinginkan dan ditimbang. Proses destilasi diulangi hingga mencapai bobot konstan lalu kadar minyak dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kadar minyak (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = Bobot sampel (g)

W₁ = Bobot labu lemak sebelum ekstraksi (g)

W₂ = Bobot labu lemak setelah ekstraksi (g)

3.5.3 Kadar Asam Lemak Bebas

Penentuan kadar asam lemak bebas berdasarkan SNI 7709, 2019 (BSN, 2019). Sebanyak 1 g sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL, lalu ditambahkan 50 mL etanol teknis 96% yang sudah dinetralkan dan dipanaskan dalam penangas air 40°C sampai sampel minyak terlihat larut. Kemudian ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein dan dihomogenkan. Selanjutnya dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama minimal 30 detik. Setelah itu, volume NaOH yang digunakan dicatat. Perhitungan kadar asam lemak bebas dilakukan dengan rumus berikut :

$$\text{Asam lemak bebas (\%)} = \frac{25,6 \times N \times V}{W}$$

Keterangan :

V = Volume larutan titar yang digunakan (mL)

N = Normalitas larutan titar

W = Berat contoh uji (g)

25,6 = Konstanta untuk menghitung kadar asam lemak bebas sebagai asam palmitat

3.5.4 Rendemen *Crude* Minyak Hasil Ekstraksi

Perhitungan rendemen *crude* minyak hasil ekstraksi dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Desmarina *et al.* (2021).

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat minyak hasil ekstraksi (g)}}{\text{berat minyak dalam sampel (g)}} \times 100\%$$

3.5.5 Analisis Konsentrasi B-Karoten

1) Pembuatan larutan induk

Pembuatan larutan induk dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Agustina *et al.*, 2019) dengan modifikasi. β -karoten murni sebanyak 12,5 mg ditimbang lalu dilarutkan ke dalam 25 mL etanol PA untuk membuat larutan induk 500 ppm.

2) Pembuatan kurva β -karoten

Pembuatan kurva β -karoten dilakukan dengan cara sebanyak 1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; dan 5 mL dipipet dari larutan induk 500 ppm kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL dan dicukupkan volumenya menggunakan pelarut etanol PA hingga tanda batas. Sehingga diperoleh larutan 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, dan 500 ppm untuk membuat kurva standar.

3) Penetapan kadar β -karoten

Penetapan kadar β -karoten dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Agustina *et al.*, 2019) dengan modifikasi. Sampel sebanyak 0,1 g ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL kemudian dilarutkan dengan pelarut etanol PA hingga tanda batas. Kemudian sampel dihomogenkan hingga tidak ada minyak yang memisah dengan etanol. Selanjutnya ukur absorbansi menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 451 nm.

3.5.6 Kadar Abu

Analisis kadar abu pada sampel minyak dilakukan berdasarkan 01-2354.1, 2010 (BSN, 2010). Oven cawan porselen selama 30 menit pada suhu 150°C kemudian didesikator selama 15 menit lalu cawan ditimbang untuk mengetahui berat cawan kosong kering. Sampel sebanyak 1 g ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam cawan yang telah dioven. Sampel diarangkan dalam lemari asam dengan menggunakan kompor hingga sampel berwarna hitam dan tidak ada kandungan air lagi. Sampel dimasukkan ke dalam tanur lalu *setting* pada suhu 550°C selama 2 jam, setelah 2 jam tanur didiamkan terlebih dahulu selama 1 jam agar dingin kemudian tanur dibuka. Selanjutnya sampel dari dalam tanur dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit kemudian timbang sampel untuk mengetahui kadar abu di dalam sampel. Perhitungan kadar abu dilakukan dengan rumus berikut :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W_2 - W_1}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = bobot sampel (g)

W1 = bobot cawan kosong kering (g)

W2 = bobot cawan kosong+abu (g)

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Kombinasi pelarut heksana dan metanol berpengaruh nyata pada parameter rendemen *crude* minyak, konsentrasi β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu.
2. Kombinasi pelarut P1 (100% heksana : 0% metanol) menghasilkan rendemen *crude* minyak sebesar 9,080%, konsentrasi β -karoten tertinggi sebesar 293,684 ppm, kadar asam lemak bebas terendah sebesar 12,16%, dan menghasilkan kadar abu terendah yaitu 0,433%. Oleh karena itu, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh dengan penggunaan pelarut heksana 100% tanpa adanya kombinasi dengan pelarut metanol, sehingga penggunaan heksana sebagai pelarut tunggal terbukti paling efektif dalam ekstraksi yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Hidayati, N., dan Susanti, P. 2019. Penetapan kadar β -karoten pada wortel (*Daucus carota*. L) mentah dan wortel rebus dengan spektrofotometri visibel. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*. 5(1): 6-13.
- Ahmad, I., dan Ibrahim, A. 2020. Bioaktivitas ekstrak metanol dan fraksi n-heksana daun sungkai (*Peronema canescens jack*) terhadap larva udang (*artemia salina leach*). *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(3): 114-119.
- Anggraini, D., Istianingsih, dan D., Gunawan, S. 2014. Pengaruh prosentase solvent nonpolar dalam campuran pelarut terhadap pemisahan senyawa non polar dari minyak nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). *Jurnal Teknik Pomits*. 3(1): 23-26.
- Arifianti, L., Oktarina, R.D., dan Kusumawati, I. 2014. Pengaruh jenis pelarut pengekstraksi terhadap kadar sinensetin dalam ekstrak daun *Orthosiphonstamineus benth*. *Journal Planta Husada*. 2(1): 1-4.
- Armidianti, M., Achmad, A.R., Pujiastuti, C., dan Ngatilah, Y. 2021. Pengambilan minyak dari limbah pemurnian minyak goreng spent bleaching earth dengan metode ekstraksi. *Seminar Nasional Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono XVI*. Program Studi Teknik Kimia. UPN Veteran Jawa Timur. Surabaya. 45-48.
- Bachmann, S.A.L., Valle, R.D., Vegini, A.A., and Tavares, L.B.B. 2020. Determination of optimum conditions for thermal regeneration and characterization of a spent bleaching earth. *Journal Environ*. 8(2): 1-4.
- Bariyah, K., Andarwulan, N., dan Hariyadi, P. 2017. Pengurangan kadar digliserida dan asam lemak bebas dalam minyak sawit kasar menggunakan adsorben. *Jurnal Agritech*. 37(1): 49-59.
- Beshara, A., and Cheeseman, C.R. 2009. Stabilization and solidification of spent bleaching earth using cement kiln dust. *Skripsi*. Imperial College. London. 1770-1774.
- Chanrai, N.G., and Santosh, G.B. 2012. High recovery of used motor oils via short path evaporation. *Skripsi*. National University of Singapore. 201-218

- Damanhuri, E. 2010. *Pengelolaan bahan berbahaya dan beracun (B3)*. Diklat Kuliah. Institut Teknologi Bandung. Bandung. 113 hal.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2024. *Outlook Komoditas Perkebunan Kelapa Sawit Tahun 2024*. Dirjen Perkebunan Kementan RI. Jakarta. 78 hal.
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2024. *Statistik Perkebunan Indonesia 2022-2024: Kelapa Sawit*. Dirjen Perkebunan Kementan RI. Jakarta. 78 hal.
- Endang, H. 2015. Analisis fitokimia. *EGC Medical Publisher*. 1(3): 1-4.
- Enriquez, H.A., Mondaca, F.I., Gortarez, P., and Rodriguez, R. 2013. Carotenoids extraction and quantification. *Analytical Methods*. 5(12): 2916.
- Fadilla, R., Susanto, H., and Pranowo, D. 2024. Effect of polar solvent extraction on oxidative stability of palm oil residues from bleaching earth. *Journal of Food Chemistry*. 137-288.
- Fajriati, I., Ikhsani, A.Y., Monitasari, A., Zamhari, M., and Kartika, B. 2022. The effect of extraction method on the extract yield in the carotenoid pigment encapsulation for halal natural pigment. *Indonesian Journal of Halal Research*. 4(2): 77-81.
- Fattah, R.A., Mostafa, N.A., Mahmoud, M.S., and Abdelmoez, W. 2014. Recovery of oil and free fatty acids from spent bleaching earth using sub-critical water technology supported with kinetic and thermo dynamic study. *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 5: 261-272.
- Fitrah, F., Roslinda, R., dan Reza, F. 2015. Pengaruh proses pengolahan terhadap beta karoten pada ubi jalar varietas ungu (*Ipomoea batatas*) dengan metode spektrofotometri visibel. *Jurnal Agointek*. 7(2): 152- 161.
- Harahap, I.S., Wahyuningsih, P., dan Amri, Y. 2020. Analisa kandungan beta karoten pada CPO (crude palm oil) di pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) medan menggunakan spektrofotometri uv-vis. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. 2(1): 75-86.
- Istighfaro, N. 2010. Peningkatan kualitas minyak goreng bekas dengan metode adsorpsi menggunakan bentonit karbon aktif biji kelor. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri (UIN). Malang. 112 hal.
- Kheang, L.S., Foon, C.S., May, C.Y., dan Ngan, M.A. 2021. Characterization and management of spent bleaching earth from palm oil refinery. *Journal of Waste Management*. 131: 94-104.
- Krisyanti, S. dan Sukandar. 2011. Recovery minyak dari limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) spent bleaching earth dengan metode ekstraksi pelarut. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 17(1): 35-46.

- Krzysko, L., Cybulska, K., Wieczorek, A., Moździerz, E., and Nowak, M.J. 2014. The effect of spent bleaching earth ageing process on its physicochemical and microbial composition and its potential use as a source of fatty acids and triterpenes. *Environmental Science and Pollution Research (ESPR)*. 21: 10765–10774.
- Kumar, A., Singh, R.P., dan Sharma, A. 2022. Environmental implications and valorization of spent bleaching earth: A sustainable waste management approach. *Journal of Waste Management and Research*. 40(3): 345–357.
- Legasari, L., Riandi, R., Febriani, W., dan Pratama, R.A. 2023. Analisis kadar air dan asam lemak bebas pada produk minyak goreng dengan metode gravimetri dan volumetri. *Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*. 6(2):51-58.
- Lestari, D., dan Yuliana, N. 2024. Evaluasi kualitas minyak sawit berdasarkan kandungan abu dan dampaknya terhadap stabilitas oksidatif. *Jurnal Teknologi Pangan dan Agroindustri*. 15(1): 45–52.
- Maryudi, Rahayu, A., Suharto, T.E., Hakika, D.C., dan Zufar, A.F. 2024. Oil recovery from spent bleaching earth with reflux extraction metod using acetonitrile and n-hexane solvent. *Journal of Islamic Science and Technology*. 10(1): 75-87.
- Maulina, R., Lestari, E., dan Hartati, S. 2024. Pemilihan pelarut non-polar untuk ekstraksi senyawa lipofilik dari limbah industri. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 12(3): 101-110.
- Merikhy, A., Heydari, A., Eskandari, H., and Nematollahzadeh, A. 2019. Revalorization of spent bleaching earth a waste from vegetable oil refinery plant by an efficient solvent extraction system. *Waste and Biomass Valorization*. 10(10): 3045-3055.
- Muslich., Utami, S., dan Indrasti, N. S. 2020. Pemulihan minyak sawit dari spent bleaching earth dengan metode ekstraksi refluks. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 30(1): 90-99.
- Musa, M. L., Mat, R., and Abdullah, T. 2018. Catalytic conversion of residual palm oil in spent bleaching earth (SBE) by HZSM-5 zeolite based-catalysts. *Journal of Chemical Engineering and Catalysis*. 13(3): 456-465.
- Nguyen, L. T., Abdullah, A. M., and Yusoff, M. S. 2025. Comparative evaluation of green solvents and n-hexane in palm oil extraction from spent bleaching earth. *Journal of Cleaner Production*. 128-138.
- Nurfiqih, D., Hakim, L., dan Muhammad. 2021. Pengaruh suhu, persentase air, dan lama penyimpanan terhadap persentase kenaikan asam lemak bebas pada crude palm oil (CPO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 10(2): 1-14.

- Oladosu, W.A., Manan, Z.A., and Alwi, S. 2017. Recovery of vegetable oil from spent bleaching earth: state-of-the-art and prospect for process intensification. *Journal of Chemical Engineering Transactions*. 56: 133-138.
- Pahan, I. 2008. *Panduan lengkap kelapa sawit manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta. 412 hal.
- Pendriadi, Suryadri, dan Muis, L. 2023. Pengaruh jenis pelarut dan temperatur terhadap ekstrak minyak kopi arabika tidak layak jual dari perkebunan kerinci-provinsi jambi serta karakterisasinya sebagai bahan baku biodiesel. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 13(1):188-194.
- Purba, L., Haloho, D., dan Sihite, R. 2025. Ekstraksi minyak atsiri dari tanaman sereh dengan menggunakan pelarut organik. *Jurnal Pendidikan Tambusai*. 9(1): 3793-3798.
- Putri, H. A., Gunawan, T., dan Mahendra, R. 2021. Evaluasi kadar abu minyak sawit hasil ekstraksi pelarut organik. *Jurnal Teknologi Kimia*. 9(2): 110–117.
- Putri, H. A., Gunawan, T., dan Mahendra, R. 2025. Optimasi proses maserasi untuk ekstraksi komponen minor dalam CPO. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 17(2): 88–96.
- Rahayu, P., Fathonah, S., dan Meddiati, F. 2012. Daya terima dan kandungan gizi makanan berbahan dasar ubi jalar ungu. *Journal of Food Science and Culinary Education*. 1(1): 2252-6587.
- Rahmadi, H.Y., dan Hasibuan, H.A. 2024. Komposisi kimia crude palm oil (CPO). *Indonesian Palm Oil Research Institute (IOPRI)*. Medan. 76 hal.
- Rahman, M., Khan, R., and Alam, S. 2019. Maceration extraction of palm oil from spent bleaching earth: optimization and characterization. *International Journal of Food Science and Technology*. 54(1): 12-22.
- Rahmatullah, M., Putra, A. R., dan Dewi, S. M. 2020. Pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan mineral dan logam berat dalam ekstrak minyak dari spent bleaching earth (SBE). *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 10(3): 77–85.
- Ruwanti, S. 2010. Optimasi kadar beta-karoten pada proses pembuatan tepung ubi jalar oranye (*Ipomoea batatas L.*) dengan menggunakan response surface methodology (RSM). *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 65 hal.
- Santoso, A., dan Fitriyani, R. 2023. Pengaruh polaritas pelarut terhadap kandungan abu dalam ekstrak minyak nabati dari tanah pemucat bekas. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*. 14(2): 76–84.

- Sarastani, D., Soekarto, S.T., Muchtadi, T.R., Fardiaz, D., dan Apriyantono, A. 2012. Jenis pelarut metanol dan n-heksana terhadap aktivitas antioksidan dan kadar karotenoid ekstrak *Gelidium sp.* *Jurnal Teknologi Industri Pangan*. 13(2): 149-156.
- Sekar, A., Nugroho, H., dan Wulandari, R. 2020. Pengaruh jenis pelarut terhadap rendemen minyak pada ekstraksi biji buah jarak dengan metode maserasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*. 30(2): 123-130.
- Stutz, H., Bresgen, N., and Eckl, P.M. 2015. Analytical tools for the analysis of beta carotene and its degradation products. *Free Radical Research*. 49(1): 650-680.
- Suryani, A., Suprihatin, and Lubis, M.R.R. 2014. The application of pitched blade turbine and five blade turbine impellers models on biodiesel production from residual oil in spent bleaching earth (SBE) by in situ process. *Journal of Agricultural Industry Technology*. 24(1): 72-81.
- Suryani, A., Pari, G., dan Aswad, A. 2015. Proses reaktivasi tanah pemucat bekas sebagai adsorben untuk pemurnian minyak sawit kasar dan biodiesel. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 25(1): 52-67.
- Suryani, L., dan Mahendra, B. 2023. Pengaruh tipe pelarut terhadap kandungan mineral dalam minyak sawit hasil bleaching. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 15(1): 88-96.
- Susanty dan Bachmid, F. 2016. Perbandingan metode ekstraksi maserasi dan refluks terhadap kadar fenolik dari ekstrak tongkol jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Konversi*. 5(2): 87-93.
- Wahyuni, D.T., dan Widjanarko, S.B. 2015. Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 390-401.
- Wahyuni, N., Nugroho, D.A., dan Pranowo, A.G. 2025. Pengaruh polaritas pelarut terhadap efisiensi ekstraksi minyak dari SBE. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 19(1): 34-42.
- Wahyuni, S., Maulida, H., dan Siregar, T. 2025. Optimasi pemurnian minyak nabati: studi pada kadar abu dan efisiensi produksi. *Jurnal Rekayasa Proses dan Agroindustri*. 16(1): 33-41.
- Wulandari, T., Rohadi, Putri, A.S., dan Devy, A.G. 2017. Pengaruh rasio pelarut n-heksana-etanol terhadap rendemen dan aktivitas antioksidan minyak atsiri jahe (*Zingiber majus Rumph*) varietas “emprit” yang dihasilkan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*. 12(2): 40-49.