

**PENGARUH METODE EKSTRAKSI DAN KOMBINASI PELARUT
TERHADAP KADAR β -KAROTEN DALAM EKSTRAK MINYAK
DARI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE)**

(Skripsi)

Oleh

Iga Pramuditha Sumardi

1914051004



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE EXTRACTION METHODS AND SOLVENT COMBINATIONS ON β -CAROTENE LEVELS IN OIL EXTRACTS FROM *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE)

By

IGA PRAMUDITHA SUMARDI

Spent Bleaching Earth (SBE) is a by-product of the bleaching process in *Crude Palm Oil* (CPO) refining which still contains 20-40% oil components and color components of β -carotene, which can be extracted and utilized for other purpose. The aim of this study was to determine the appropriate extraction method and solvent combination to extract oil and β -carotene in *Spent Bleaching Earth* (SBE). This research was conducted using a factorial Randomized Complete Group Design, in three replicates and consisted of 9 treatment combinations namely M1R1, M1R2, M1R3, M2R1, M2R2, M2R3, M3R1, M3R2, M3R3, in which M1 was for maceration, M2 was for soxhletation, M3 was for sonication, R1 was for dichloromethane, R2 was for mixture of dichloromethane and petroleum ether, R3 was for petroleum ether. Data on oil yield, β -carotene yield, FFA content, and ash content were analyzed by analysis of variance and then further analyzed by orthogonal contrast. The results showed that M1R1 produced the highest oil yield of 77,18%, M1R2 produced the highest β -carotene concentration of 268 ppm, M1R2 produced the highest β -carotene yield of 1,58 mg/50 g, M1R3 produced the lowest FFA content of 7,85%, dan M2R2 produced the lowest ash content of 0,70%.

Keyword: Spent Bleaching Earth (SBE), oil rendemen, β -carotene, Free Fatty Acid (FFA), ash content

ABSTRAK

PENGARUH METODE EKSTRAKSI DAN KOMBINASI PELARUT TERHADAP KADAR β -KAROTEN DALAM EKSTRAK MINYAK DARI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE)

Oleh

IGA PRAMUDITHA SUMARDI

Spent Bleaching Earth (SBE) merupakan hasil samping dari proses *bleaching* pada pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) yang masih mengandung komponen minyak sebanyak 20-40% serta komponen warna berupa β -karoten yang dapat diekstrak dan dimanfaatkan untuk kepentingan lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui metode ekstraksi dan kombinasi pelarut yang tepat untuk mengekstrak minyak dan β -karoten di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) faktorial dan tiga kali ulangan untuk setiap ulangan dan terdiri dari 9 kombinasi perlakuan yaitu M1R1, M1R2, M1R3, M2R1, M2R2, M2R3, M3R1, M3R2, M3R3, dimana M1 untuk maserasi, M2 untuk soxhletasi, M3 untuk sonikasi, R1 untuk pelarut diklorometana, R2 untuk campuran pelarut diklorometana dan petroleum eter, R3 untuk pelarut petroleum eter. Data rendemen minyak, yield β -karoten, kadar ALB, dan kadar abu dianalisis sidik ragam lalu diuji lanjut dengan uji perbandingan ortogonal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa M1R1 menghasilkan rendemen minyak tertinggi sebesar 77,18%, M1R2 menghasilkan konsentrasi β -karoten tertinggi sebesar 268 ppm, M1R2 menghasilkan rendemen β -karoten tertinggi sebesar 1,58 mg/50g, M1R3 menghasilkan kadar ALB terendah sebesar 7,85%, and M2R2 menghasilkan kadar abu terendah sebesar 0,70%.

Kata kunci: *Spent Bleaching Earth* (SBE), rendemen minyak, β -karoten, asam lemak bebas, kadar abu

**PENGARUH METODE EKSTRAKSI DAN KOMBINASI PELARUT
TERHADAP KADAR β -KAROTEN DALAM EKSTRAK MINYAK
DARI *SPENT BLEACHING EARTH* (SBE)**

Oleh

Iga Pramuditha Sumardi

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : **PENGARUH METODE EKSTRAKSI
DAN KOMBINASI PELARUT
TERHADAP KADAR β -KAROTEN
DALAM EKSTRAK MINYAK DARI
SPENT BLEACHING EARTH (SBE)**

Nama : **Aga Pramuditha Sumardi**

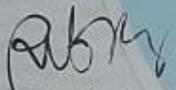
Nomor Pokok Mahasiswa : 1914051004

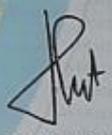
Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

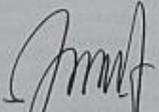


1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.
NIP. 196603141990031009


Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P.
NIP. 197109301995122001

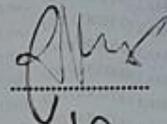
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP. 197210061998031005

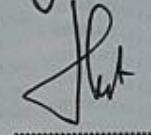
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

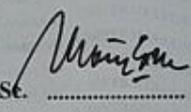
Ketua : Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc.



Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P.



Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kusumita Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 12 Juni 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iga Pramuditha Sumardi

NPM : 1914051004

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

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 12 Juli 2024

Pembuat Pernyataan

Iga Pramuditha Sumardi

NPM.1914051004

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Jaya pada tanggal 15 November 2000. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Sumardi dan Ibu Murtini. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SDIT Insan Kamil pada tahun 2013, SMP Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2016, SMA Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur tanpa tes atau Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan selesai pada tahun 2024.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di PT Great Giant Pineapple, Terbanggi Besar, Lampung Tengah, Lampung pada bulan Juni-Agustus 2022. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sumber Agung Mataram, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah pada bulan Januari-Februari 2022. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah menjadi anggota UKM Forum Studi Islam (FOSI) tingkat Fakultas Pertanian bidang Kesekretariatan dan Masjid pada periode 2019 dan menjadi anggota UKM Forum Studi Islam (FOSI) tingkat Fakultas Pertanian bidang IMPERTI pada periode 2020. Selama masa perkuliahan, penulis juga aktif mengikuti LKTIN (Lomba Karya Tulis Ilmiah

Nasional), lomba desain poster, dan program pendanaan PMW Unila dan pada tahun 2021.

SANWACANA

Puji syukur *Alhamdulillah* penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis diberikan kelancaran dan kemudahan untuk menjalankan perkuliahan, penelitian, dan mengerjakan penulisan naskah skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penggunaan Metode Ekstraksi dan Kombinasi Pelarut terhadap Kadar β -Karoten dalam Ekstrak Minyak dari *Spent Bleaching Earth* (SBE)”** hingga selesai. Selama pelaksanaan penelitian dan proses penulisan skripsi, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan motivasi kepada penulis, sehingga penulis mengucapkan terimakasih 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., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran proses penyusunan skripsi
3. Bapak Dr. Ir. Ribut Sugiharto, M.Sc., selaku ketua komisi pembimbing dan pembimbing akademik atas bimbingan, bantuan bahan, alat, dan tempat penelitian, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Hidayati, M.P., selaku anggota komisi pembimbing atas bimbingan, arahan, saran, dan motivasi yang diberikan selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis
5. Ibu Prof. Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku pembahas atas masukan dan saran yang diberikan selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis

6. Bapak dan Ibu dosen pengajar atas ilmu yang diberikan selama perkuliahan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
7. Keluarga tersayang: Ibu Murtini dan Bapak Sumardi yang telah mendidik, memberikan doa, semangat, motivasi, hiburan, dan selalu menyertai penulis, serta kepada Syifaa selaku adik penulis yang telah memberikan dukungan, hiburan, dan candaan selama ini
8. Sahabat-sahabatku di THP (Nida, Andini, Renita, Vika, Aura, Dewi, Yusuf) serta sahabatku di luar THP (Imam, Niken, Uwik, Febri), terima kasih atas bantuan, dukungan, semangat, motivasi, canda tawa, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis selama perkuliahan hingga penyelesaian skripsi
9. Teman satu penelitian dan perbimbingan (Yesi, Hafiz, Hani, Mona, Mukhlis), yang telah memberikan bantuan, dukungan, semangat, dan canda tawa selama proses penelitian dan penyusunan skripsi penulis
10. Teman-teman THP B 2019 serta teman-teman kosan (Della dan Cecek) yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama menjalani proses perkuliahan hingga penyelesaian skripsi

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas segala kebaikan dan amal perbuatan semua pihak diatas. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 12 Juli 2024
Penulis

Iga Pramuditha Sumardi

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	ii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis Masalah.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE)	8
2.2. β -karoten	9
2.3. Ekstraksi.....	12
2.3.1. Metode maserasi	12
2.3.2. Metode soxhletasi	14
2.3.3. Metode sonikasi	15
2.4. Pelarut	17
2.4.1. Diklorometana	18
2.4.2. Petroleum Eter	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Waktu dan Tempat.....	21
3.2. Bahan dan Alat.....	21

3.3. Metode Penelitian	21
3.4. Prosedur Penelitian	22
3.4.1. Ekstraksi Metode Maserasi	22
3.4.2. Ekstraksi Metode Soxhletasi	24
3.4.3. Ekstraksi Metode Sonikasi	24
3.5. Prosedur Pengamatan.....	26
3.5.1. Karakterisasi <i>Spent Bleaching Earth</i> (SBE).....	26
1. Kadar air.....	26
2. Kadar minyak.....	26
3. Kadar asam lemak bebas.....	27
3.5.2. Analisis Ekstrak Minyak	28
1. Rendemen minyak hasil ekstraksi.....	28
2. Analisis kadar β -karoten	28
3. Analisis kadar asam lemak bebas.....	29
4. Analisis kadar abu	29
V. KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1. Kesimpulan	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Karoten Pada Fraksi Minyak Sawit.....	10
2. Kombinasi Perlakuan.....	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Spent Bleaching Earth (SBE).....	9
2. Struktur β -karoten.....	11
3. Ekstraksi metode maserasi.....	14
4. Ekstraksi metode soxhlet.....	15
5. Ekstraksi metode sonikasi.....	17
6. Struktur kimia diklorometana.....	18
7. Struktur kimia petroleum eter.....	19
8. Diagram alir ekstraksi minyak dalam Spent Bleaching Earth (SBE) metode maserasi.....	23
9. Diagram alir ekstraksi minyak dalam Spent Bleaching Earth (SBE) metode soxhletasi.....	24
10. Diagram alir ekstraksi minyak dalam Spent Bleaching Earth (SBE) metode sonikasi.....	25

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil produk *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia. Hal ini didasarkan pada produksi *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia. Tahun 2021 Indonesia mampu menghasilkan produk *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 46,8 juta ton. Kemampuan Indonesia dalam memproduksi *Crude Palm Oil* (CPO) yang tinggi berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan 85% *Crude Palm Oil* (CPO) di dunia. Negara yang menjadi sasaran ekspor *Crude Palm Oil* (CPO) Indonesia seperti, Uni Eropa, Amerika Serikat, India, dan China. Pasar ekspor *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar kedua bagi Indonesia adalah kawasan Uni Eropa (Sari *et al.*, 2022). Secara umum penggunaan *Crude Palm Oil* (CPO) di Indonesia digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak goreng, lilin, sabun, margarin, dan produk kosmetik (Syafira *et al.*, 2022).

Crude Palm Oil (CPO) mengalami berbagai macam proses hingga menjadi minyak goreng. Salah satunya adalah proses pemucatan atau *bleaching*. Proses *bleaching* pada saat pengolahan *Crude Palm Oil* (CPO) menjadi minyak nabati dilakukan dengan menggunakan bantuan *bleaching earth*. Proses pemucatan terjadi pada suhu tinggi antara 90-105°C selama 30 menit. *Bleaching earth* berfungsi untuk menyerap pigmen warna, gum-gum yang telah diendapkan oleh asam fosfat saat proses degumming, bahan-bahan oksidatif, dan komponen logam pada *Crude Palm Oil* (CPO). Proses *bleaching* menghasilkan limbah yang disebut dengan *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang memiliki kandungan minyak yang cukup tinggi sekitar 20-30%. *Spent Bleaching Earth* (SBE) juga mengandung komponen warna seperti

karotenoid. Hal ini dikarenakan *Crude Palm Oil* (CPO) memiliki komponen karotenoid berkisar antara 500-700 ppm (Mahmud, 2019).

Adanya kandungan karotenoid yang didominasi oleh betakaroten serta minyak di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE), menyebabkan *Spent Bleaching Earth* (SBE) menjadi salah satu limbah yang memiliki nilai jual ketika diolah kembali. Namun, sebagian besar industri minyak tidak memanfaatkan kembali *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang dihasilkan. Banyaknya produsen minyak nabati yang secara langsung membuang limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) menyebabkan berbagai macam permasalahan lingkungan salah satunya adalah pencemaran air dan tanah sehingga berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 *Spent Bleaching Earth* (SBE) termasuk ke dalam limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun). Hal ini dikarenakan kandungan minyak di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) masih tinggi yang mampu mencemari dan merusak lingkungan serta kesehatan dan kelangsungan hidup baik manusia ataupun makhluk hidup lainnya. Maka perlu dilakukan penelitian lebih jauh dengan tujuan untuk memanfaatkan limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) menjadi produk lain yang memiliki nilai jual (Prasetyo *et al.*, 2022).

Kandungan karotenoid di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang didominasi oleh betakaroten dapat dimanfaatkan kembali melalui proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut. Karotenoid khususnya betakaroten memiliki karakteristik yang mudah rusak pada suhu tinggi serta mudah mengalami oksidasi. Secara umum suhu optimum yang digunakan pada proses ekstraksi karotenoid berkisar pada suhu 30-40°C. Semakin tinggi suhu yang digunakan maka semakin mudah komponen karotenoid mengalami kerusakan. Sehingga dalam proses ekstraksinya memerlukan jenis pelarut yang memiliki titik didih yang rendah. Selain membutuhkan pelarut yang memiliki titik didih rendah, karotenoid merupakan komponen non polar sehingga dalam proses ekstraksinya memerlukan jenis pelarut non polar agar terekstrak secara sempurna. Jenis pelarut yang umumnya digunakan antara lain heksana, aseton, petroleum eter, dan benzen (Popang *et al.*, 2021).

Metode yang sering diterapkan untuk memanfaatkan komponen yang terdapat di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) adalah metode maserasi, soxhletasi, dan sonikasi. Penggunaan metode maserasi dan sonikasi dipilih karena metode ini tidak

menggunakan suhu tinggi dalam proses ekstraksinya. Sehingga, mampu menjaga kualitas betakaroten. Sedangkan penggunaan metode soxhletasi dilakukan untuk mengekstrak komponen minyak secara optimal (Saini *et al.*, 2018).

Penerapan dan pemilihan metode ekstraksi dan jenis pelarut untuk mengambil β -karoten di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) perlu dikaji lebih lanjut sehingga *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang dihasilkan dari proses bleaching dapat dimanfaatkan kembali dan tidak lagi tergolong ke dalam limbah B3. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk mengambil β -karoten dan minyak dari *Spent Bleaching Earth* (SBE) dengan menggunakan berbagai metode maserasi, soxhletasi, dan sonikasi dengan kombinasi pelarut diklorometana dan petroleum eter (Prasetyo *et al.*, 2022).

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh metode ekstraksi terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE),
2. Mengetahui pengaruh variasi rasio pelarut terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE),
3. Mengetahui interaksi antara metode ekstraksi dan variasi rasio pelarut terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE)
4. Membandingkan antar perlakuan menggunakan perbandingan ortogonal untuk mengetahui perlakuan terbaik.

1.3. Kerangka Pemikiran

Proses produksi minyak sawit melalui tahapan *bleaching* sebelum menjadi minyak goreng siap pakai. Tahapan *bleaching* pada proses pembuatan minyak sawit dilakukan pada suhu 95-105°C selama 30 menit yang salah satu tujuannya adalah menyerap komponen warna pada *Crude Palm Oil* (CPO) dengan bantuan *bleaching earth* sebagai adsorben. *Bleaching earth* mampu menyerap komponen warna dikarenakan adanya ion Al^{3+} pada permukaannya yang akan menyerap komponen β -karoten. *Bleaching earth* yang telah digunakan disebut dengan *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang mengandung komponen warna seperti karotenoid (Mahmud, 2019).

Metode ekstraksi karotenoid dari dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang paling banyak diterapkan adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut. Hal ini dikarenakan tidak membutuhkan biaya yang tinggi dan menggunakan teknologi yang lebih sederhana. Berbagai jenis metode ekstraksi dengan pelarut di antaranya adalah metode maserasi, soxhletasi, dan sonikasi (Merikhy *et al.*, 2019). Pemilihan ketiga metode tersebut dikarenakan maserasi merupakan metode ekstraksi yang paling sederhana, ekonomis, dan tidak merusak komponen karotenoid (Chairunnisa *et al.*, 2019). Metode soxhletasi memiliki keunggulan berupa rendemen yang dihasilkan tinggi waktu ekstraksi yang berjalan lebih singkat dibandingkan metode maserasi (Fernanda *et al.*, 2019). Metode sonikasi yang mampu menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dengan waktu ekstraksi yang singkat (Sekarsari *et al.*, 2019).

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait dengan ekstraksi komponen β -karoten. Kartika *et al.* (2022) mengekstrak minyak pada biji nyamplung dengan metode maserasi pada suhu 49,4°C selama 5 jam dengan menggunakan kombinasi pelarut heksana:metanol (5:2) menghasilkan rendemen minyak sebesar 59%. Armidianti *et al.* (2021) mengekstrak minyak pada *Spent Bleaching Earth* (SBE) menggunakan metode maserasi dengan pelarut n-heksana pada suhu ruang selama 210 menit menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 31,36%. Krisyanti dan Sukandar (2011) melakukan ekstraksi minyak dari limbah *Spent Bleaching Earth* (SBE) menggunakan metode soxhletasi dan maserasi dengan pelarut n-heksana dan

aseton. Metode soxhletasi menghasilkan rendemen minyak sebesar 21,29% untuk pelarut n-heksana dan 24,14% untuk pelarut aseton. Metode maserasi menghasilkan rendemen sebesar 15,80% untuk pelarut n-heksana dan 15,37% untuk pelarut aseton. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan jenis pelarut dalam metode ekstraksi mempengaruhi rendemen minyak yang dihasilkan.

Metode ekstraksi minyak selain maserasi dan soxhletasi adalah metode sonikasi. Metode sonikasi dinilai memiliki kemampuan mengekstrak lebih optimal dan efisien dibandingkan dengan metode maserasi dan soxhletasi (Sekarsari *et al.*, 2019). Beberapa peneliti telah melakukan ekstraksi komponen minyak dengan menerapkan metode sonikasi di antaranya adalah Rengga *et al.*, (2019) yang mengekstrak komponen minyak dari dalam mikroalga *Skeletonema costatum* dengan bantuan gelombang ultrasonik frekuensi 50 Hz pada suhu 70°C selama 180 menit menggunakan pelarut n-heksana menghasilkan rendemen minyak sebesar 18,44%. Sofia dan Zulmanwardi (2022) mengekstrak β -karoten dari limbah ampas pres kelapa sawit dengan metode sonikasi frekuensi gelombang 40 kHz pada suhu 35°C selama 20 menit dengan kombinasi pelarut n-heksana dan aseton menghasilkan kadar β -karoten sebesar 33,57%.

Penggunaan kombinasi pelarut untuk mengekstrak komponen minyak dari dalam bahan hasil pertanian sudah banyak dilakukan, diantaranya kombinasi pelarut pada penelitian Widiantara *et al.* (2020) proses ekstraksi β -karoten dari daging buah kelapa sawit dilakukan dengan metode maserasi selama 1 jam dan mengombinasikan dua pelarut yaitu heksana dan petroleum eter, hasil kombinasi pelarut terbaik terdapat pada perbandingan heksana: petroleum eter (125 mL: 375 mL), menghasilkan total padatan ekstrak karotenoid sebesar 94,94% dan kadar β -karoten sebesar 0,71 ppm dari total padatan tersebut. Kartika *et al.* (2022) menggunakan kombinasi pelarut n-heksana dan metanol (5:2) untuk ekstraksi minyak biji nyamplung menghasilkan rendemen minyak sebesar 59% namun pada penelitian tersebut tidak menghitung kadar β -karoten yang terekstrak. Anggreini *et al.* (2019) menggunakan kombinasi pelarut n-heksana: aseton (1:1) untuk

mengekstrak komponen karotenoid pada buah palem, total karotenoid yang berhasil diekstrak sebanyak 42,03 mg/100 mL.

Berdasarkan penelitian terdahulu terkait dengan ekstraksi β -karoten dan minyak di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE), kelapa sawit, atau bahan hasil pertanian lain, penggunaan kombinasi pelarut dan penentuan jenis metode yang akan digunakan pada proses ekstraksi akan menentukan kadar β -karoten dan minyak yang akan terekstrak. Menurut Widiantara *et al.* (2020), penggunaan kombinasi pelarut seperti heksana, petroleum eter, aseton dan dietil eter diharapkan menghasilkan tingkat polaritas pelarut yang mendekati β -karoten, dibandingkan tanpa menggunakan kombinasi pelarut. Secara umum metode yang digunakan adalah metode maserasi dan soxhletasi dengan kombinasi pelarut yang digunakan antara lain petroleum eter, heksana, dieteil eter, dan aseton sedangkan kombinasi pelarut seperti diklorometana dan petroleum eter belum dilakukan pada metode maserasi, soxhletasi, dan sonikasi (Saini *et al.*, 2018).

Pemilihan pelarut diklorometana dan petroleum eter didasarkan pada indeks polaritas pelarut serta titik didih pelarut. Penggunaan kombinasi pelarut bertujuan untuk menciptakan indeks polaritas pelarut yang serupa dengan komponen β -karoten sehingga diharapkan mampu mengekstrak komponen β -karoten secara maksimal. Selain untuk menghasilkan indeks polaritas yang serupa dengan komponen β -karoten, penggunaan pelarut diklorometana dan petroleum eter dikarenakan titik didih keduanya rendah. Titik didih pada pelarut diklorometana sebesar 39°C sedangkan petroleum eter hanya 34°C yang artinya tidak membutuhkan suhu yang tinggi ketika melakukan ekstraksi dengan soxhletasi ataupun ketika melakukan proses evaporasi. Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk mengetahui metode ekstraksi dan jenis pelarut yang mampu mengekstrak komponen β -karoten dengan maksimal (Yulianti, 2017).

1.4. Hipotesis Masalah

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan metode ekstraksi berpengaruh terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE),
2. Penggunaan variasi rasio pelarut berpengaruh terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE),
3. Terdapat interaksi antara metode ekstraksi dengan variasi rasio pelarut terhadap rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu dari minyak hasil ekstraksi dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE)
4. Uji lanjut perbandingan ortogonal mampu membandingkan antar perlakuan untuk melihat perlakuan terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Spent Bleaching Earth (SBE)*

Proses produksi *Crude Palm Oil (CPO)* terdiri dari berbagai proses. Salah satu proses produksi *Crude Palm Oil (CPO)* adalah *bleaching* atau pemucatan. Proses pemucatan bertujuan untuk menghilangkan komponen pengotor seperti logam, serta digunakan untuk menyerap zat warna pada *Crude Palm Oil (CPO)*. Pada awalnya *Crude Palm Oil (CPO)* berwarna coklat atau jingga pekat. Hal ini dikarenakan pada *Crude Palm Oil (CPO)* mengandung komponen warna berupa β -karoten yang memberikan pigmen warna pada *Crude Palm Oil (CPO)*. Proses pemucatan akan menghasilkan produk samping berupa *Spent Bleaching Earth (SBE)*. *Spent Bleaching Earth (SBE)* mengandung komponen minyak tak jenuh sehingga mengganggu kestabilan dan menghambat proses disposal dari *Spent Bleaching Earth (SBE)* (Bachmann *et al.*, 2020).

Secara umum *Spent Bleaching Earth (SBE)* langsung dibuang ke tempat penampungan limbah. Hal ini dikarenakan proses atau *treatment* yang diperlukan untuk mengolah *Spent Bleaching Earth (SBE)* membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Proses pembuangan *Spent Bleaching Earth (SBE)* secara langsung dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan. Salah satunya adalah memicu timbulnya pembakaran spontan yang terjadi akibat adanya oksidasi asam lemak tak jenuh (Merikhy *et al.*, 2019).

Limbah padat yang dihasilkan dalam proses pemurnian minyak nabati disebut dengan *Spent Bleaching Earth (SBE)*. *Spent Bleaching Earth (SBE)* merupakan

jenis limbah padat yang dihasilkan dalam proses pemurnian minyak nabati yang masih banyak mengandung minyak sekitar 20-40%. Selain mengandung minyak, *Spent Bleaching Earth* (SBE) juga mengandung senyawa β -karoten. Adanya kandungan minyak dan β -karoten di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) menjadikan *Spent Bleaching Earth* (SBE) berpotensi untuk dimanfaatkan kembali (Armidianti *et al.*, 2021)



Gambar 1. *Spent Bleaching Earth* (SBE)
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

2.2. β -karoten

Kelapa sawit yang berwarna jingga kemerahan dikarenakan adanya kandungan karotenoid dan antosianin dalam jumlah yang cukup tinggi. Minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) mengandung komponen β -karoten sekitar 400-1000 ppm. Hal ini sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Popang *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa kandungan β -karoten pada *Crude Palm Oil* (CPO) sebesar 500-700 ppm. Perbedaan kandungan β -karoten di dalam *Crude Palm Oil* (CPO) dikarenakan kondisi proses produksi yang dilakukan, jenis kelapa sawit yang diproses, dan tingkat oksidasi selama proses berlangsung (Gunstone, 2011).

Crude Palm Oil (CPO) yang berasal dari spesies *Elaeis guineensis* varietas tenera mengandung sekitar 500-700 ppm kandungan beta karoten, spesies *Elaeis oleifera* mengandung pigmen β -karoten sebanyak 4600 ppm. Minyak yang telah melalui proses pengepresan kedua mengandung komponen β -karoten yang lebih tinggi

yaitu berkisar antara 1800-2400 ppm. Beberapa negara memanfaatkan komponen β -karoten di dalam minyak sawit mentah atau *Crude Palm Oil* (CPO) sebagai sumber vitamin A, hal ini dikarenakan β -karoten merupakan provitamin A. Selama proses pengolahannya komponen β -karoten rentan mengalami kerusakan, sehingga beberapa negara melakukan modifikasi proses pengolahan kelapa sawit. Salah satu modifikasi proses pengolahan kelapa sawit adalah dengan menggunakan distilasi molekuler atau netralisasi kimia yang dilanjut dengan proses penyulingan yang dimodifikasi dengan tujuan untuk mencegah kerusakan β -karoten (Gunstone, 2011).

Tabel 1. Kandungan Karoten Pada Fraksi Minyak Sawit

Jenis minyak sawit	ppm
<i>Crude Palm Oil (Elaeis guineensis, tenera)</i>	500–700
<i>Crude palm olein</i>	600–760
<i>Crude palm stearin</i>	380–540
<i>Residual oil from fibre</i>	4000–6000
<i>Second-pressed oil</i>	1800–2400

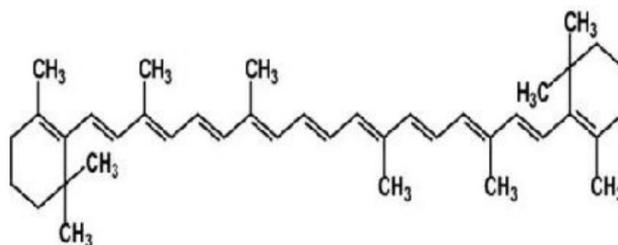
(Sumber: Gunstone, 2011).

β -karoten merupakan salah satu pigmen organik yang merupakan zat warna alami. Secara umum β -karoten memiliki warna kuning, jingga, atau merah. Warna jingga secara alamiah dapat terbentuk pada tumbuhan yang mengalami fotosintesis seperti jenis ganggang, bakteri, dan beberapa jenis bakteri. β -karoten termasuk dalam komponen non polar dikarenakan komponen tersebut tidak dapat larut dalam air. Karakteristik lainnya yang dimiliki oleh β -karoten adalah β -karoten dapat larut dalam lemak dan mudah rusak serta teroksidasi pada suhu tinggi, sehingga, β -karoten merupakan salah satu komponen yang sensitif terhadap suhu tinggi (Kusbandari *et al.*, 2017).

Pigmen karotenoid pada umumnya secara alami akan menyebabkan timbulnya warna kuning, jingga, ataupun merah pada bahan hasil pertanian. Komponen karotenoid secara umum tersusun dari C_{40} tetraterpen/tetraterpenoid yang tersusun

dari delapan unit C_5 isoprenoid yang bergabung antara kepala dan ekornya. Bagian tengah struktur β -karoten terdapat ikatan antara ekor dengan ekor sehingga menyebabkan molekul berbentuk simetris. Ikatan bisiklik atau *double bound* pada β -karoten merupakan ikatan yang paling banyak terdapat di dalam β -karoten. Ikatan tersebut ditemukan berdasarkan hasil analisis. Ikatan bisiklik pada β -karoten ditemukan pada bahan hasil pertanian baik sebagai komponen penyusun warna *minor* atau pun *major* (Rodriguez *et al.*, 2016).

Tidak hanya mengandung ikatan bisiklik pada β -karoten, komponen karotenoid juga memiliki ikatan bisiklik pada α -karoten dan monosiklik pada γ -karoten namun jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan komponen β -karoten. Komponen karotenoid merupakan komponen yang bersifat lipofilik atau mudah larut di dalam lemak. Karotenoid bersifat non polar, namun pigmen tersebut mampu larut di dalam pelarut organik seperti aseton, alkohol, dietil eter, kloroform, dan etil asetat. Karoten larut sangat baik pada pelarut seperti petroleum eter, heksana, dan toluena. Beberapa contoh bahan hasil pertanian yang banyak mengandung komponen β -karoten di antaranya adalah acerola, apricot, wortel, loquat, melon, jeruk, ubi ungu, dan lontar. α -karoten banyak terkandung di dalam wortel, minyak sawit merah, dan beberapa jenis labu. Komponen γ -karoten banyak terkandung di dalam *rose hips* dan buah cermai (Rodriguez *et al.*, 2016).



Gambar 2. Struktur β -karoten

(Sumber : Harahap *et al.*, 2020)

2.3. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses penarikan zat yang diinginkan dari dalam bahan menggunakan pelarut yang mana zat tersebut mampu larut di dalam pelarut yang digunakan. Secara umum ekstraksi adalah pemisahan antara komponen yang diinginkan dengan komponen yang tidak diinginkan. Pada prosesnya ekstraksi menggunakan teknik pemisahan yang didasarkan pada perbedaan kelarutan antara pelarut dengan zat yang akan diekstrak (Octaviani *et al.*, 2014).

Metode ekstraksi dibedakan menjadi dua jenis yaitu, ekstraksi dingin dan ekstraksi panas. Ekstraksi dingin adalah metode ekstraksi yang dilakukan tanpa menggunakan bantuan panas sedangkan ekstraksi panas adalah metode ekstraksi yang dilakukan dengan menggunakan bantuan panas atau suhu tinggi. Jenis-jenis metode ekstraksi dingin di antaranya adalah maserasi dan perkolasi. Metode ekstraksi dingin memiliki keunggulan yaitu mampu menjaga kualitas senyawa yang dihasilkan dan metode ekstraksi dingin cocok digunakan untuk senyawa yang sensitif terhadap suhu tinggi. Tidak hanya metode ekstraksi dingin, terdapat metode ekstraksi lain yang disebut dengan metode ekstraksi panas. Jenis-jenis metode ekstraksi panas di antaranya adalah metode soxhlet, refluks, dan infusa (Fernanda dan Sudarwati, 2019).

2.3.1. Metode maserasi

Metode ekstraksi paling sederhana, mudah, dan tidak memerlukan biaya yang tinggi adalah metode maserasi. Metode ekstraksi maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi dingin. Hal ini dikarenakan dalam prosesnya tidak menggunakan bantuan suhu tinggi dan suhu yang digunakan adalah suhu ruang. Istilah asli dari maserasi adalah *macerare* yang dalam bahasa Latin memiliki arti merendam. Perendaman atau maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang paling sederhana. Hal ini dikarenakan bahan yang akan diekstrak diberi perlakuan berupa perendaman dengan pelarut non polar atau semi polar selama waktu tertentu hingga komponen yang diinginkan terekstrak sempurna. Proses ekstraksi dengan metode maserasi baik untuk diterapkan pada komponen atau senyawa yang mudah rusak

apabila mendapat perlakuan dengan suhu tinggi. Salah satu komponen yang sensitif terhadap suhu tinggi adalah komponen β -karoten (Octaviani *et al.*, 2014).

Proses ekstraksi dengan metode maserasi terjadi proses pembukaan pori-pori pada dinding *Spent Bleaching Earth* (SBE) selama proses perendaman ke dalam pelarut. Pembukaan pori-pori *Spent Bleaching Earth* (SBE) dan keluarnya komponen di dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) terjadi karena adanya perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar *Spent Bleaching Earth* (SBE). Perbedaan tekanan akan menyebabkan senyawa atau komponen di dalam sampel ke luar dan larut bersama dengan pelarut yang digunakan. Proses ekstraksi maserasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah waktu, suhu, jenis pelarut, perbandingan antara bahan dan pelarut, serta ukuran partikel dari bahan yang akan diekstrak. Penggunaan suhu yang tinggi akan meningkatkan kelarutan komponen yang akan diekstrak, namun penggunaan suhu tinggi tidak dapat diterapkan pada berbagai komponen, seperti halnya komponen β -karoten yang sensitif terhadap suhu tinggi (Chairunnisa *et al.*, 2019).

Faktor lain yang mempengaruhi proses ekstraksi maserasi adalah waktu ekstraksi yang diterapkan. Waktu ekstraksi menentukan seberapa lama kontak antara bahan atau sampel dengan pelarut yang digunakan yang akan menyebabkan semakin banyak pori-pori *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang terbuka, sehingga semakin lama waktu ekstraksi maka jumlah senyawa atau komponen di dalam bahan semakin banyak keluar dan larut ke dalam pelarut. Proses ekstraksi dengan metode maserasi akan terus berlangsung hingga mencapai kesetimbangan antara konsentrasi komponen di dalam bahan atau sampel dengan konsentrasi komponen di dalam pelarut (Chairunnisa *et al.*, 2019).

Setiap proses ekstraksi memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari metode ekstraksi adalah kualitas komponen atau senyawa aktif yang akan diekstrak tidak mengalami kerusakan dikarenakan metode maserasi menggunakan suhu ruang dalam proses ekstraksinya, biaya operasional yang dikeluarkan murah, serta proses dan peralatan yang digunakan selama ekstraksi sederhana. Kekurangan dari metode maserasi adalah proses ekstraksi berlangsung lebih lama dibandingkan dengan metode soxhletasi dan sonikasi. Kekurangan lainnya adalah komponen di dalam

bahan tidak terekstrak sempurna dibandingkan dengan metode soxhletasi atau sonikasi (Chairunnisa *et al.*, 2019).



Gambar 3. Ekstraksi metode maserasi
(Sumber : dokumentasi pribadi)

2.3.2. Metode soxhletasi

Metode ekstraksi dengan menggunakan alat soxhlet disebut dengan metode soxhletasi. Metode soxhletasi merupakan metode ekstraksi yang menggunakan bantuan panas atau suhu tinggi dalam prosesnya. Panas yang digunakan pada metode soxhletasi digunakan untuk menguapkan pelarut di dalam labu sehingga pelarut akan membasahi sampel. Metode soxhletasi banyak digunakan untuk mengekstrak komponen minyak. Hal ini dikarenakan metode tersebut cukup mudah dilakukan dan tergolong praktis (Fernanda dan Sudarwati, 2019).

Prinsip ekstraksi menggunakan soxhlet diawali dengan pengisian pelarut pada labu soxhlet bagian bawah, kemudian bahan yang sudah dihaluskan, dibungkus pada selembar kertas saring dan selanjutnya dimasukkan ke dalam alat soxhlet. Tepat di bawah labu soxhlet ditempatkan sebuah *heating mantle* atau *hot plate* yang berfungsi untuk memanaskan labu soxhlet. Ketika soxhlet telah mencapai titik panasnya, maka pelarut pada labu soxhlet akan menguap dan terkondensasi karena adanya sistem pendingin (kondensor) pada bagian atas yang menyebabkan pelarut mencair kembali sehingga dapat kembali merendam bahan dalam bungkus kertas

saring tadi. Akibatnya pelarut tersebut akan mengekstrak bahan atau sampel dan dapat melarutkan komponen di dalam bahan (Fernanda dan Sudarwati, 2019).

Proses ekstraksi akan terus berlangsung hingga larutan ekstrak mencapai volume tertentu dan dengan mekanisme soxhlet, maka larutan tadi akan terpompa dan mengalir ke bawah menuju bagian labu soxhlet. Pada kondisi yang sama, labu dalam keadaan panas, sehingga larutan tersebut akan kembali menguap dengan meninggalkan ekstraknya di dasar labu dan menguapkan pelarut untuk dikondensasikan kembali. Proses ini berlangsung secara terus menerus menyebabkan sampel secara berkelanjutan terkena efek mekanik dan kimia dari pelarut yang menyebabkan proses ekstraksi berjalan lebih cepat dan efisien (Fernanda dan Sudarwati, 2019).



Gambar 4. Ekstraksi metode soxhlet

(Sumber : dokumentasi pribadi)

2.3.3. Metode sonikasi

Metode ekstraksi sonikasi merupakan metode ekstraksi cair-cair yang memanfaatkan gelombang ultrasonik, dengan panjang gelombang yang digunakan pada frekuensi 42 kHz. Penggunaan panjang gelombang 42 kHz bertujuan untuk mempercepat waktu kontak atau interaksi antara sampel yang akan diekstrak dengan pelarut yang digunakan. Metode sonikasi dilakukan dengan menggunakan suhu ruang namun dengan adanya peran gelombang ultrasonik dalam proses ekstraksinya mampu mempercepat proses ekstraksi yang terjadi. Pemanfaatan

energi gelombang menciptakan timbulnya proses kavitasi. Kavitasi adalah proses terbentuknya gelembung-gelembung kecil dikarenakan adanya transmisi gelombang ultrasonik yang membantu proses difusi pelarut ke dalam simplisia atau sampel (Dalimunthe *et al.*, 2019).

Prinsip kerja dari metode sonikasi adalah dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Dalam prosesnya gelombang ultrasonik membutuhkan medium untuk proses perambatannya, medium yang dilewati gelombang ultrasonik akan mengalami getaran. Getaran tersebut akan memberikan efek pengadukan. Pengadukan tersebut akan memberikan efek osmosis (perpindahan zat dari bagian yang berkonsentrasi rendah ke konsentrasi tinggi melalui membran semipermeabel) antara bahan dan pelarut sehingga proses ekstraksi dapat berlangsung lebih cepat dan efektif. Penggunaan gelombang ultrasonik yang tinggi akan mempersingkat waktu dalam proses peningkatan suhu. Struktur fisik dan kimia dari suatu bahan dapat mengalami perubahan struktur dengan adanya getaran yang berasal dari gelombang ultrasonik (Sekarsari *et al.*, 2019).

Pada proses ekstraksi, energi kinetik secara keseluruhan dilewatkan ke bagian cairan. Bersamaan dengan proses tersebut timbul gelembung kavitasi yang terdapat di dinding atau permukaan yang akan menciptakan energi mekanik. Energi mekanik yang timbul pada saat ekstraksi dengan menggunakan metode sonikasi bermanfaat dalam meningkatkan proses penetrasi dari cairan menuju dinding membran sel, mendukung adanya pelepasan komponen sel. Kavitasi ultrasonik mampu menciptakan daya patah yang mampu memecah dinding sel secara mekanis serta meningkatkan transfer material (Sekarsari *et al.*, 2019).

Metode sonikasi memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode lainnya salah satunya metode maserasi. Penerapan metode ultrasonik dalam proses ekstraksi mampu meningkatkan kecepatan ekstraksi sehingga dalam proses ekstraksinya membutuhkan waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional atau secara termal. Selain mempersingkat proses ekstraksi, proses ekstraksi dengan menggunakan gelombang ultrasonik berlangsung lebih aman, cepat dan hasil rendemen yang diperoleh lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan metode lainnya (Sekarsari *et al.*, 2019).



Gambar 5. Ekstraksi metode sonikasi
(Sumber : dokumentasi pribadi).

2.4. Pelarut

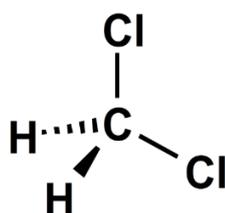
Melakukan proses ekstraksi memerlukan pengetahuan mengenai teknik-teknik ekstraksi serta jenis-jenis pelarut. Pemilihan jenis pelarut dan metode ekstraksi di tentukan berdasarkan sifat-sifat bahan yang akan diekstrak serta kandungan senyawa yang terdapat di dalam bahan. Sifat-sifat yang diamati terdiri dari sifat fisik dan kimia. Pemilihan metode dan jenis pelarut yang akan digunakan akan menentukan waktu atau lamanya proses ekstraksi yang terjadi. Selain berpengaruh pada efisiensi proses ekstraksi, pemilihan metode dan jenis pelarut yang tepat juga akan berpengaruh terhadap jumlah dan kualitas rendemen yang dihasilkan. Proses ekstraksi yang tepat akan berjalan dengan singkat namun menghasilkan rendemen yang tinggi. 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. Beberapa jenis pelarut yang banyak digunakan dalam proses ekstraksi di antaranya adalah heksana, kloroform, etil asetat, aseton, butanol, etanol, dan metanol. 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. Hal ini dikarenakan pelarut mampu mengambil senyawa tersebut dari dalam simplisia atau bahan secara maksimal hingga mencapai kesetimbangan (Nugroho, 2017).

2.4.1. Diklorometana

Diklorometana merupakan salah satu jenis pelarut yang bersifat semi polar yang memiliki rumus molekul CH_2Cl_2 dan berat molekul 84,93 g/mol. Nama lain dari pelarut diklorometana adalah metilen klorida (*methylene chloride*) yang memiliki ciri khas tidak berwarna, tidak ikut bereaksi dengan sampel yang akan diekstrak atau yang disebut dengan *inert*, tidak mudah terbakar, memiliki titik didih yang rendah pada suhu 39°C , berbau manis, tidak menyengat, dan dapat larut sempurna dengan sebagian besar jenis pelarut organik lainnya. Pelarut diklorometana termasuk ke dalam jenis pelarut semi polar dikarenakan diklorometana memiliki konstanta dielektrik yang cukup tinggi. Berdasarkan sumber TPC 254 konstanta dielektrik yang dimiliki oleh pelarut diklorometana berada pada nilai 9,1 F/m Berbeda dengan jenis pelarut non polar yang memiliki konstanta dielektrik berkisar antara 1-5 F/m. Hal tersebut menyebabkan diklorometana atau metilen klorida termasuk ke dalam kelompok pelarut semi polar (Flick, 1997).



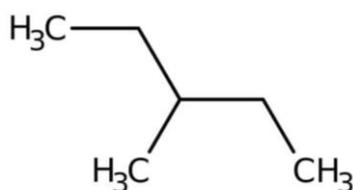
Gambar 6. Struktur kimia diklorometana
(Sumber : Mazouin, 2010)

Konstanta dielektrik pelarut menentukan tingkat polaritas dari suatu pelarut. Semakin tinggi nilai konstanta dielektrik suatu pelarut maka semakin polar sifat

pelarut tersebut. Polaritas dapat mempengaruhi nilai rendemen yang akan dihasilkan. Semakin dekat tingkat polaritas antara pelarut dengan senyawa yang akan diekstrak maka akan semakin tinggi rendemen yang akan dihasilkan. Konstanta dielektrik yang dimiliki oleh pelarut diklorometana yaitu 9,1 F/m. Nilai konstanta dielektrik diklorometana lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pelarut non polar lainnya seperti n-heksana yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 1,89, sehingga pelarut diklorometana memiliki sifat yang lebih polar dibandingkan dengan pelarut n-heksana. Oleh karena itu, apabila pelarut diklorometana digunakan sebagai pelarut untuk mengekstrak komponen atau senyawa non polar, perlu dilakukan kombinasi dengan pelarut non polar dengan tujuan untuk memperoleh jumlah rendemen yang maksimal (Nugraheni *et al.*, 2017)

2.4.2. Petroleum Eter

Pelarut petroleum eter merupakan salah satu jenis pelarut non polar yang memiliki indeks polaritas sebesar 0,1. Berdasarkan hal tersebut pelarut petroleum eter memiliki sifat non polar dikarenakan nilai polaritasnya lebih kecil dibandingkan dengan nilai polaritas air dan pelarut jenis polar lainnya seperti diklorometana yang memiliki indeks polaritas sebesar 3,1. Komponen atau senyawa yang mampu diekstrak oleh pelarut petroleum eter di antaranya adalah komponen lipid, klorofil, dan karotenoid (Hutabalian *et al.*, 2018).



Gambar 7. Struktur kimia petroleum eter

(Sumber : Fisher Scientific, 2022)

Petroleum eter tersusun dari campuran berbagai jenis komponen hidrokarbon alifatik yang mudah menguap dengan titik didih antara 30-60°C. Terkadang petroleum eter disebut sebagai petroleum bensin. Secara fisik petroleum eter tidak berwarna, bening, mudah menguap, memiliki bau, dan mudah terbakar. Secara

kimia petroleum eter tersusun dari pentana dan isoheksana yang tidak memiliki aroma. Pelarut jenis petroleum eter banyak digunakan untuk mengekstrak atau melarutkan komponen seperti minyak, lemak, dan lilin. Penggunaan petroleum eter yang tidak berhati-hati dapat menyebabkan beberapa cedera seperti iritasi pada kulit, saluran pernapasan, dan mata. Penggunaan petroleum eter mulai banyak digunakan dikarenakan berdasarkan US *Environmental pollutants* n-heksana diklasifikasikan sebagai pelarut yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi karena dapat bereaksi dengan polusi di udara sehingga memproduksi ozon dan polusi lainnya bagi lingkungan (Finklea, 1977).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2023.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang diperoleh dari PT. Tunas Budi Lampung, petroleum ether 40-60 C *analytical reagent grade*, *methylene chloride luxy*, *beta-carotene synthetic merk SIGMA*, indikator PP 1%, *aquadest*, NaOH Merck, etanol 96% teknis, dan kertas saring.

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain Soxhlet 18-one, sonikator 8890 cole parmer, spektrofotometri UV-Vis, erlenmeyer 500 mL AGC Iwaki, timbangan 2 digit, buret pyrex 50 mL, mikropipet eppendorft, labu alas datar 500 mL Pyrex, micropipette tips blue, pipet volumetri iwaki 25 mL, spatula, corong kaca pyrex 100 mm, gelas ukur pyrex 250 mL, 50 mL, gelas beker, pyrex 100 mL, 500 mL, alat destilasi, kulkas, labu ukur pyrex 5 mL, statif, klem, cawan porselen, desikator, oven, tanur, timbangan analitik, dan rubber bulb.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dengan 2 faktor dalam taraf berbeda yaitu faktor rasio pelarut dan metode ekstraksi. Faktor perlakuan rasio pelarut memiliki 3 taraf yaitu

1:0, 1:1, 0:1. Faktor metode ekstraksi memiliki 3 taraf yaitu metode maserasi, soxhletasi, dan sonikasi. Maka terdapat 9 perlakuan (t), dengan jumlah ulangan (r) berdasarkan rumus $(t-1)(r-1) \geq 15$, $(9-1)(3-1) \geq 15$, setidaknya terdapat 3 kali ulangan sehingga total percobaan yang dilakukan sebanyak 27 percobaan. Keragaman data diuji dengan uji Bartlett's test dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya data diuji lanjut dengan menggunakan metode kontas ortogonal untuk melihat interaksi antar perlakuan. Kombinasi perlakuan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan

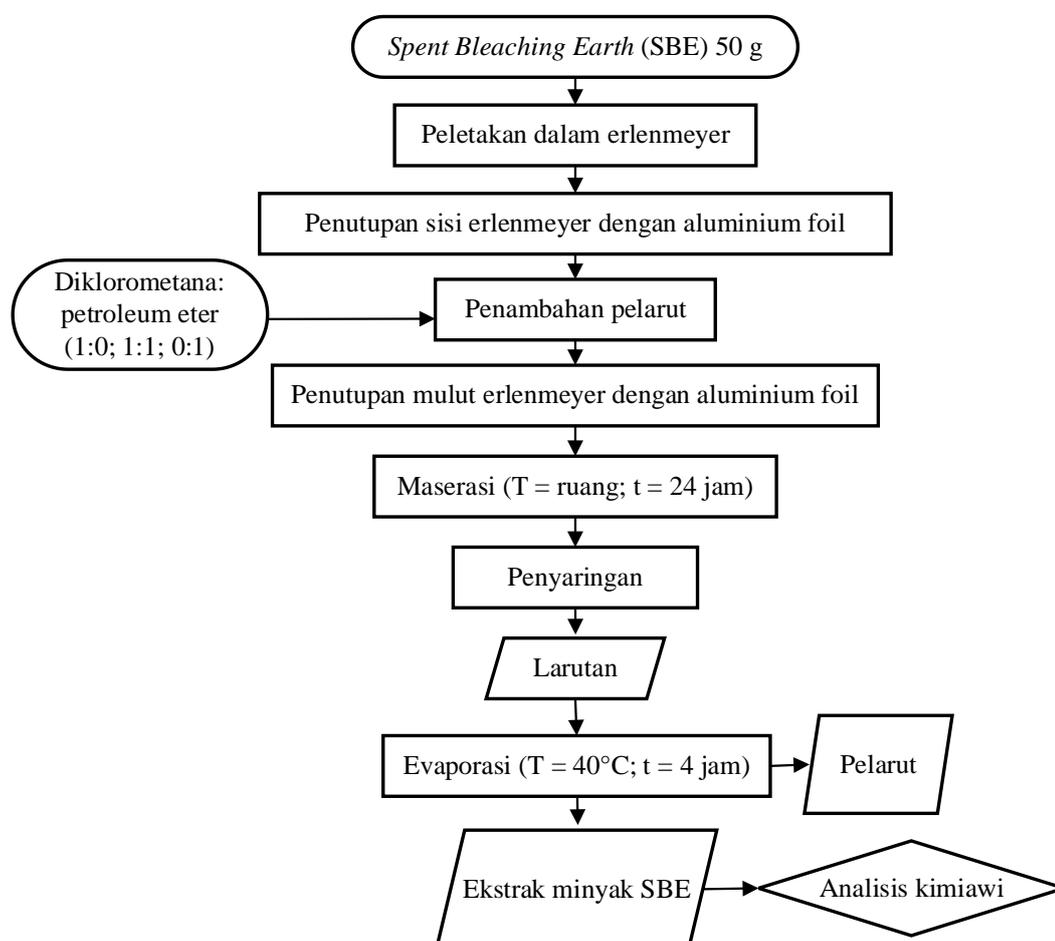
Kombinasi perlakuan	Keterangan	
M1R1	M1 = maserasi	R1 = Diklorometana (500 ml); Petroleum eter (0 ml)
M1R2	M1 = maserasi	R2 = Diklorometana (250 ml); Petroleum eter (250 ml)
M1R3	M1 = maserasi	R3 = Diklorometana (0 ml); Petroleum eter (500 ml)
M2R1	M2 = soxhletasi	R1 = Diklorometana (500 ml); Petroleum eter (0 ml)
M2R2	M2 = soxhletasi	R2 = Diklorometana (250 ml); Petroleum eter (250 ml)
M2R3	M2 = soxhletasi	R3 = Diklorometana (0 ml); Petroleum eter (500 ml)
M3R1	M3 = sonikasi	R1 = Diklorometana (500 ml); Petroleum eter (0 ml)
M3R2	M3 = sonikasi	R2 = Diklorometana (250 ml); Petroleum eter (250 ml)
M3R3	M3 = sonikasi	R3 = Diklorometana (0 ml); Petroleum eter (500 ml)

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Ekstraksi Metode Maserasi

Spent Bleaching Earth (SBE) ditimbang sebanyak 50 g. *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang sudah ditimbang diletakkan dalam erlenmeyer yang sisinya sudah

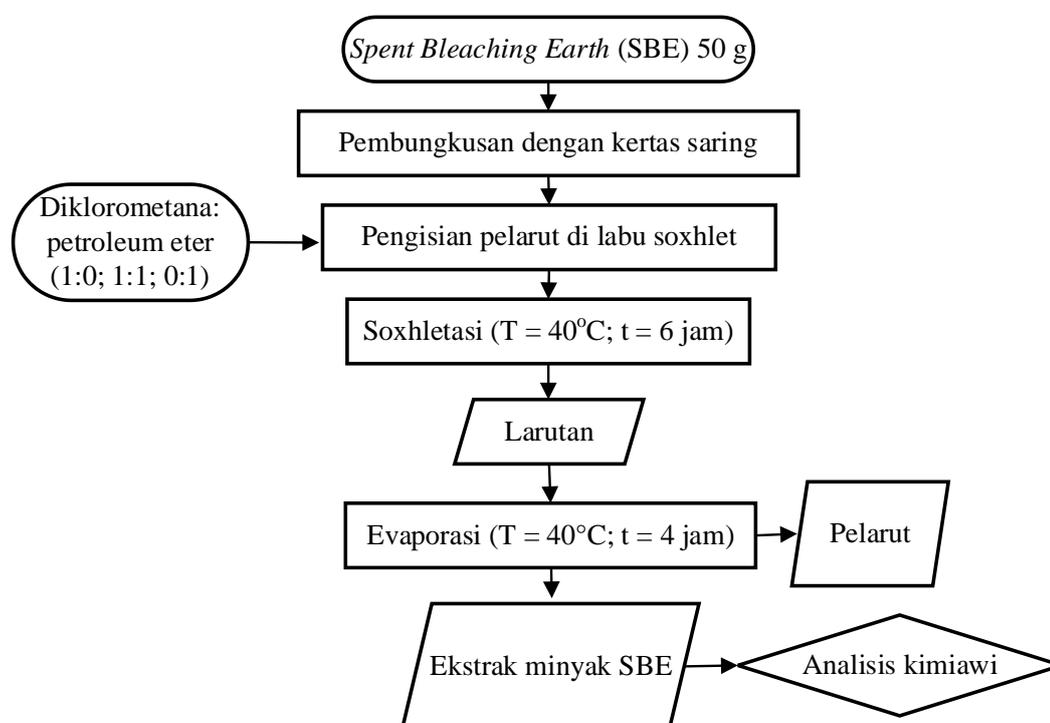
ditutup dengan alumunium foil. Pelarut diklorometana dan petroleum eter ditambahkan dengan formula seperti pada tabel kombinasi perlakuan pada masing-masing erlenmeyer. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pada suhu suhu ruang dengan lama ekstraksi 24 jam. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring dengan pori berukuran 20-25 μm . Larutan yang diperoleh dievaporasi pada suhu 40°C selama 4 jam hingga semua pelarut menguap. Prosedur ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini (Armidiанти *et al.*, 2021 yang telah dimodifikasi).



Gambar 8. Diagram alir ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) metode maserasi

3.4.2. Ekstraksi Metode Soxhletasi

Spent Bleaching Earth (SBE) ditimbang sebanyak 50 g. *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang telah ditimbang dibungkus dengan menggunakan kertas saring lalu dimasukkan ke dalam soxhlet. Pelarut diklorometana dan petroleum eter ditambahkan dengan formula seperti pada tabel kombinasi perlakuan. Proses ekstraksi dilakukan pada suhu 40°C selama 6 jam. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring dengan pori berukuran 20-25 µm. Larutan yang diperoleh dievaporasi pada suhu 40°C selama 4 jam hingga semua pelarut menguap. Prosedur ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini (Krisyanti *et al.*, 2011 yang telah dimodifikasi).

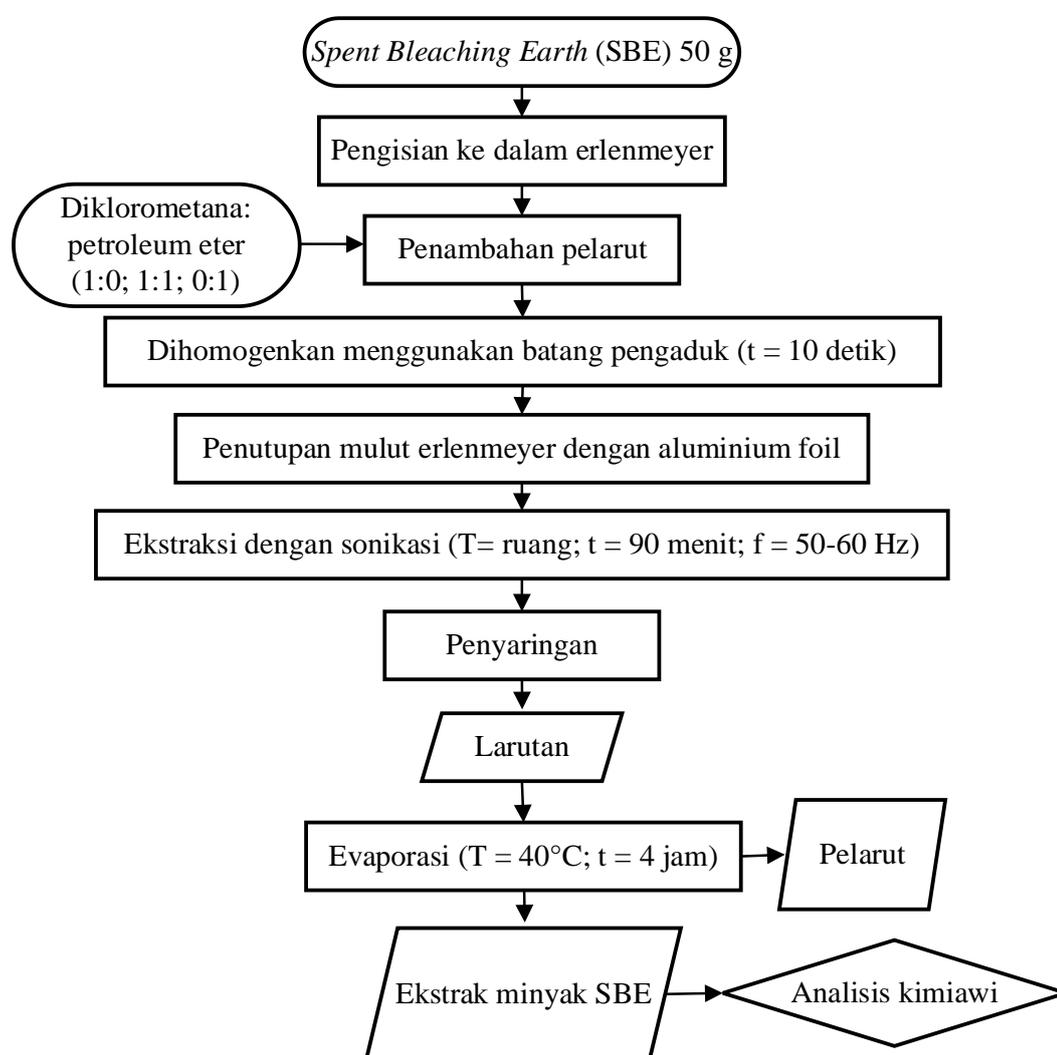


Gambar 9. Diagram alir ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) metode soxhletasi

3.4.3. Ekstraksi Metode Sonikasi

Spent Bleaching Earth (SBE) ditimbang sebanyak 50 g. *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang sudah ditimbang dimasukkan ke dalam erlenmeyer lalu ditambahkan pelarut diklorometana dan petroleum eter sesuai dengan formula seperti pada tabel

kombinasi perlakuan pada masing-masing erlenmeyer lalu dihomogenkan menggunakan batang pengaduk selama 10 detik. Ekstraksi dilakukan dengan metode sonikasi menggunakan sonikator pada suhu ruang selama 90 menit dengan frekuensi 50-60 Hz. *Spent Bleaching Earth* (SBE) yang telah diekstrak kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Hasil ekstraksi disaring menggunakan kertas saring dengan pori berukuran 20-25 μm . Larutan yang diperoleh dievaporasi pada suhu 40°C selama 4 jam hingga semua pelarut menguap. Prosedur ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini (Rengga *et al.*, 2019; Sofia *et al.*, 2022 yang telah dimodifikasi).



Gambar 10. Diagram alir ekstraksi minyak dalam *Spent Bleaching Earth* (SBE) metode sonikasi

3.5. Prosedur Pengamatan

3.5.1. Karakterisasi *Spent Bleaching Earth* (SBE)

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 :

$$\text{Kadar air (\%, b/b)} = \frac{W1 - W2}{W1 - W0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = Berat cawan kosong kering (g);

W1 = Berat cawan kering+sampel basah (g);

W2 = Berat cawan kering+ sampel kering (g).

2. Kadar minyak

Analisa kadar minyak berdasarkan SNI 01-2354.3, 2006 (BSN, 2006). Menggunakan metode soxhlet. Prinsip dari pengujian ini adalah dengan mengekstraksi lemak bebas 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 contoh (g)

W₁ = Bobot labu lemak sebelum ekstraksi (g)

W₂ = Bobot labu lemak setelah ekstraksi (g)

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 96% yang sudah dinetralkan dan dipanaskan dalam penangas air 40°C sampai sampel minyak terlihat larut. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein dan dihomogenkan. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama minimal 30 detik. 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

3.5.2. Analisis Ekstrak Minyak

1. Rendemen minyak hasil ekstraksi

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

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

2. Analisis kadar β -karoten

a. Pembuatan larutan induk

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

b. Pembuatan kurva β -karoten

Pembuatan kurva β -karoten 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.

c. Penetapan kadar β -karoten

Penetapan kadar β -karoten dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Harahap *et al.* (2020) dengan modifikasi. Sampel sebanyak 0,1 g ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 5 mL, kemudian dilarutkan dengan pelarut etanol PA hingga tanda batas. Homogenkan sampel hingga tidak ada minyak yang memisah dengan etanol. Ukur absorbansi menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang 451 nm.

$$\text{Rendemen } \beta\text{-karoten (mg)} = \text{konsentrasi } \beta\text{-karoten (ppm)} \times \text{berat minyak dalam SBE}$$

3. Analisis 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 96% yang sudah dinetralkan dan dipanaskan dalam penangas air 40°C sampai sampel minyak terlihat larut. Selanjutnya, ditambahkan 3 tetes indikator fenolftalein dan dihomogenkan. Dititrasi dengan NaOH 0,1 N hingga terbentuk warna merah muda yang stabil selama minimal 30 detik. 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

4. Analisis kadar abu

Analisis kadar abu pada sampel minyak dilakukan berdasarkan analisis kadar abu SNI 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 sampel 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 tanur pada suhu 550°C selama 2 jam, setelah 2 jam tanur didiamkan terlebih dahulu selama 1 jam agar dingin kemudian tanur dibuka. Sampel dari dalam tanur dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit kemudian timbang sampel untuk mengetahui kadar abu di dalam sampel.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{W2 - W1}{W}$$

Keterangan :

W = Bobot contoh (g)

W1 = Bobot cawan kosong kering (g)

W2 = Bobot cawan kosong + abu (g)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Metode ekstraksi berpengaruh nyata pada parameter rendemen minyak, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu. Namun, tidak berpengaruh nyata pada parameter konsentrasi β -karoten
2. Variasi rasio pelarut berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter (rendemen minyak, konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu)
3. Interaksi antara metode ekstraksi dengan variasi rasio pelarut berpengaruh nyata terhadap parameter konsentrasi β -karoten, rendemen β -karoten, kadar asam lemak bebas, dan kadar abu. Namun, tidak berpengaruh nyata pada parameter rendemen minyak
4. Perlakuan terbaik berdasarkan hasil uji lanjut perbandingan ortogonal diketahui bahwa perlakuan M1R1 menghasilkan rendemen minyak tertinggi 77,181%, M1R2 menghasilkan konsentrasi β -karoten tertinggi 268 ppm, M1R2 menghasilkan rendemen β -karoten tertinggi 1,58 mg/50g, M1R3 menghasilkan kadar asam lemak bebas terendah 7,85%, dan M2R2 menghasilkan kadar abu terendah 0,70%.

5.2. Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait optimasi penggunaan metode ekstraksi dengan tujuan untuk menentukan jenis metode ekstraksi yang paling optimal dalam mengekstrak komponen minyak dan β -karoten.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Hidayati, N., dan Susanti, P. 2019a. Penetapan Kadar β -Karoten Pada Wortel (*Daucus carota*. L) Mentah dan Wortel Rebus dengan Spektrofotometri Visibel. *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis*. 5(1). Hal. 6-10
- Agustina, A., Hidayati, N., dan Susanti, P. 2019b. Penetapan Kadar β -Karoten Pada Wortel (*Daucus carota*. L) Mentah dan Wortel Rebus dengan Spektrofotometri Visibel. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. V(I). Hal. 7-13.
- Anggreini, R. A., Winanti, S., dan Heryanto, T. 2019. Optimalisasi Ekstraksi Karotenoid dengan Menggunakan Berbagai Jenis Pelarut Organik. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian*. 2(2). Hal. 116-120.
- Armidiandi, M., Achmad, A. R. B., Pujiastuti, C., dan Ngatilah, Y. 2021. Pengambilan Minyak dari Limbah Pemurnian Minyak Goreng Spent Bleaching Earth dengan Metode Ekstraksi. *Seminar Nasional Teknik Kimia Seoebardjo Brotohardjono XVIII*. 19(1). Hal. 45-48.
- Bachmann, S. A. L., Valle, R. D. C. S. C., Vegini, A. A., dan Tavares, L. B. B. 2020. Determination Of Optimum Conditions For Thermal Regeneration And Characterization Of A Spent Bleaching Earth. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 8(2). Hal. 1-29.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2354.3-2006. Cara Uji Kimia-Bagian 3: Penentuan Kadar Lemak Total pada Produk Perikanan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. Hal. 3-10.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2901-2006. Minyak Kelapa Sawit Mentah (*Crude Palm Oil*). Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. Hal. 3-10.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 7709:2019. Minyak goreng sawit. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. Hal. 1-33.

- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., dan Suhendra, L. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) Sebagai Sumber Saponin. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*. 7(4). Hal. 551–560.
- Dalimunthe, N. A., Alfian, Z., Wijosentono, B., dan Eddyanto. 2019. Analisa Kualitatif Kandungan Senyawa Metamfetamin dalam Rambut Pengguna Sabu-Sabu dengan Metode Ekstraksi Fase Padat (SPE) Menggunakan Adsorben Zeolit Serulla. *Regional Development Industry and Health Science, Technology and Art of Life*. 2(1). Hal. 130–134.
- Damanik, M., Rosmiati, R., Permatasari, T., Surbakti, T. A., dan Ayuni, S. 2023. Ash , Protein And Salinity Analysis Of Integrated Formulation Of Herbs And Spices In Typical Simalungun “ Tinuktuk ” North Sumatera -Indonesia. *International Journal of Health and Pharmaceutical*. 4(2). Hal. 545-549.
- Desmarina, Bahri, S., dan Zulnazri. 2021. Ekstraksi Minyak Kacang Tanah (*Peanut Oil*) dengan Pelarut Etanol Dan N-Heksan. *Chemical Engineering Journal Storage*. 1(1). Hal. 29–41.
- Fernanda, M. A. H. ., dan Sudarwati, T. P. L. 2019. *Aplikasi Pemanfaatan Daun Pepaya (Carica Papaya) Sebagai Biolarvasida Terhadap Larva Aedes Aegypti*. Penerbit graniti. Jakarta. Hal. 1-69.
- Flick, E. W. 1997. *Industrial Solvents Handbook*. Noyes Data Corporation. United States of America. Hal. 119-120.
- Gunstone, F. D. 2011. *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses, Second Edition*. CLC Press. Inggris. Hal. 76-81.
- Harahap, I. S., Wahyuningsih, P., dan Amri, Y. 2020. Analisa Kandungan β -Karoten Pada CPO (*Crude Palm Oil*) di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*. 2(1). Hal. 9-13.
- Hutabalian, L., Kamu, V. S., dan Runtuwene, M. R. J. 2018. Uji Aktivitas Antioksidan dan Total Fenolik dari Hasil Partisi Petroleum Eter, Etil Asetat dan Air Daun Tiga (*Allophylus cobbe* L.). *Pharmacon*. 7(3). Hal. 257-265.
- Johar, N., dan Mustikaningrum, M. 2023. Evaluasi Konstanta Kecepatan Ekstraksi β -Karoten Berbasis Campuran Pelarut Aseton dan Dietil Eter. *REACTOR: Journal of Research on Chemistry and Engineering*. 4(1). Hal. 19-25.
- Kartika, I. A., Fataya, I., Yunus, M., dan Yuliana, N. D. 2022. Optimasi Proses Ekstraksi Minyak dan Resin Nyampung dengan Pelarut Biner Menggunakan Response Surface Method. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 32(1). Hal. 21-31.

- 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). Hal. 35-46.
- Kusbandari, A., dan Susanti, H. 2017. Kandungan β -Karoten dan Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas Terhadap DPPH (1,1-difenil 2-pikrilhidrazil) Ekstrak Buah Blewah (*Cucumis melo* var. *Cantalupensis* l) Secara Spektrofotometri Uv-Visibel. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas*. 14(1). Hal. 37-42.
- Mahmud, F. S. 2019. Proses Pengolahan CPO (*Crude Palm Oil*) Menjadi RBDPO (*Refined Bleached and Deodorized Palm Oil*) di PT XYZ Dumai. *Jurnal UNITEK*. 12(1). Hal. 55-64.
- Merikhy, A., Heydari, A., Eskandari, H., dan 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). Hal. 3045-3055.
- Nugraheni, F. T., Dewi, M., dan Septiyana, R. 2017. Perbandingan Rendemen Kristal Kafein pada Biji Kopi (*Coffea arabica*. L.) dan Coklat (*Theobroma cacao*. L.) dengan Menggunakan Metode Refluks. *Cendekia Journal of Pharmacy*. 1(1). Hal. 41-90.
- Nugroho, A. 2017. *Buku Ajar: Teknologi Bahan Alam*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin. Hal. 70-89
- Nurfiqih, D., Hakim, L., dan Muhammad. 2021. Pengaruh Suhu, Persentase Air, dan Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kenaikan Asam Lemak Bebas (ALB) Pada *Crude Palm Oil* (CPO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 10(2). Hal. 1-14.
- Octaviani, T., Guntarti, A., dan Susanti, H. 2014. Penetapan Kadar β -Karoten pada Beberapa Jenis Cabe (*Genus Capsicum*) Dengan Metode Spektrofotometri Tampak. *Pharmaciana*. 4(2). Hal. 101-109.
- PASPI, T. R. 2020. *Spent Bleaching Earth* (SBE), Harta Terpendam dari Limbah Industri Refinery Sawit. *Palm Journal*. 1(20). Hal. 131-136.
- Popang, E. G., Siringo-ringo, W., Yamin, M., Rahman, M., Lisnawati, A., dan Naibaho, N. M. 2021. Studi Karakteristik Fraksi Olein *Crude Palm Oil* (CPO). *Buletin LOUPE*. 17(02). Hal. 171-175.
- Prasetyo, agus mudo, dan Sumarno, A. 2022. Pemanfaatan Limbah Spent Bleaching Earth (SBE) Untuk Beton Ringan Sebagai Material Konstruksi Yang Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 23(1). Hal. 71-76.

- Priatni, A., Fauziati, F., dan Adingsih, Y. 2017. Ekstraksi Karotenoid Dari Minyak Sawit Mentah (CPO) dengan Pelarut Dietil Eter Dan Aceton. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 11(2). Hal. 91-99.
- Rengga, W. D. P., Prayoga, A. B., Asnafi, A., dan Triwibowo, B. 2019. Ekstraksi Minyak Mikro-Algae *Skeletonema Costatum* dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam Dan Energi Berkelanjutan*. 3(1). Hal. 1-5.
- Rodriguez-Amaya, D. B. 2016. *Food Carotenoids: Chemistry, Biology, and Technology* 1st ed. IFT Press. Brazil. Hal. 199-205.
- Saini, R. K., dan Keum, Y. S. 2018. Carotenoid Extraction Methods: A Review Of Recent Developments. *Food Chemistry*. 240 (2017). Hal. 90-103.
- Sani, R. N., Nisa, F. C., Andriani, R. D., dan Maligan, J. M. 2014. Analisis Rendemen dan Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Mikroalga Laut *Tetraselmis chunii*. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 2(2). Hal. 121-126.
- Sari, L. P., dan Sishadiyati. 2022. Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor *Crude Palm Oil* (CPO) Indonesia Ke Uni Eropa. *Jurnal Sebatik*. 26(1) Hal. 26-31.
- Sekarsari, S., Widarta, I. W. R., dan Jambe, A. A. G. N. A. 2019. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi dengan Gelombang Ultrasonik Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Jambu Biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. 8(3). Hal. 267-277.
- Setyoprato, P. 2012. Produksi Asam Lemak dari Minyak Kelapa Sawit dengan Proses Hidrolisis. *Jurnal Teknik Kimia*. 7(1). Hal. 26–31.
- Sofia, I., dan Zulmanwardi. 2022. Ekstraksi β -karoten Limbah Ampas Pres Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan Metode Sonikasi. *Prosiding 6th Seminar Nasional Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2022*. Hal. 58–63.
- Suryani, A., Suprihatin, dan Lubis, M. R. R. 2014. Penggunaan Model Pengaduk. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 24(1). Hal. 72-81.
- Syafira, R.Z., Haryani, S., dan Rozali, Z.F. 2022. Quality Control Of Crude Palm Oil (CPO) Using Control Chart And Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Methods Inpalm Factory Pt. XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*. 14(02). Hal. 63–71.
- Triastiari, A., dan Harijono. 2019. Effect of Drying and Duration of Maceration with Ethanol and Hexane on Palembang Peels (*Veitchia merillii*). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 7(1). Hal. 18–29.

- Widiantara, I. M., Yulianti, dan Basri, B. S. 2020. Ekstraksi β -karoten dari Buah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dengan Dua Jenis Pelarut. *Agriculture Technology Journal*. 3(1). Hal. 38–44.
- Yulianti, B. 2017. Ekstraksi Bertingkat β - Karoten dari Wortel dengan Pelarut Heksana dan Petroleum Eter. *Journal of Chemical and Engineering Data*. 1(1). Hal. 1-8.
- Yuswi, R. N. C. 2017. Ekstrasi Antioksidan Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia*) dengan Metode Ultrasonic Bath (Kajian Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 5(1). Hal. 71–78.