

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroalga adalah sejenis mikroorganisme yang memiliki potensi sebagai bahan dasar dalam riset dan pengembangan teknologi dalam produksi minyak nabati. Minyak nabati adalah minyak yang dihasilkan melalui ekstraksi dari beragam jenis tanaman. Minyak ini banyak kegunaan ysng sangat beragam, termasuk untuk makanan, obat-obatan, aromaterapi, kebutuhan industri dan sebagai bahan bakar (Djamaludin dan Chamidah, 2021).

Mikroalga merupakan salah satu bahan yang memiliki kandungan minyak nabati dengan kandungan minyak sebesar 1-70% dari massa tubuhnya dan terdapat kandungan asam lemak pada minyak mikroalga (Hernandi *et al.*, 2019). Keunggulan mikroalga dibandingkan tumbuhan lainnya yaitu seperti pertumbuhan mikroalga sangat cepat dan tidak membutuhkan lahan yang subur dan dapat diperbaharui secara cepat, kandungan minyak yang tinggi, ramah lingkungan dan mampu mengurangi karbondioksida (CO₂) (Rheamyta Carissa Siregar dan Mahmiah, 2023). Mikroalga memiliki manfaat sebagai sumber minyak nabati yang unggul dibandingkan dengan sumber minyak nabati dari tanaman yang hidup di darat. Salah satu keuntungan adalah proses ekstraksinya tidak memerlukan proses penggilingan dan mikroalga dapat langsung diekstraksi dan dapat dilakukan perusakan dinding sel mikroalga dengan metode - metode lainnya (Djamaludin *et al.*, 2021). Mikroalga adalah organisme bersel tunggal yang mikroskopis dan hidup di lingkungan air tawar dan air laut. Minyak mikroalga memiliki kandungan yang sangat bervariasi tergantung pada jenis-jenis mikroalga. Salah satu jenis mikroalga yang biasa digunakan untuk memproduksi minyak adalah *Chorella* sp (Mirzayanti *et al.*, 2020).

Chlorella sp. adalah mikroalga hijau yang biasa ditemukan di perairan tawar maupun laut. *Chlorella* sp. mengandung lipid dengan kisaran 10-58% dari berat kering Mikroalga *Chlorella* sp. (Teresa *et al.*, 2010). Mikroalga jenis *Chorella* sp. memiliki keunggulan berupa tingkat reproduksi yang sangat tinggi pada setiap sel *Chorella* sp., dimana setiap sel dapat bereproduksi menjadi 10.000 dalam kurun

waktu 24 jam. Selain itu, mikroalga ini mampu bereproduksi dengan cepat tanpa memerlukan perlakuan awal dalam pengolahannya (Mirzayanti *et al.*, 2020).

Metode yang diterapkan untuk mengekstraksi minyak dari mikroalga adalah sokletasi berbantuan gelombang ultrasonik. Sonikasi (*Ultrasonic-assisted extraction*) adalah metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghancurkan dinding sel mikroalga. Hal ini disebabkan dinding sel mikroalga yang terdapat kandungan selulosa dan pektin yang membentuk dinding sel dan dapat menghambat ekstraksi minyak yang terkandung di dalam sel. Sementara itu, ekstraksi sokletasi merupakan ekstraksi melibatkan penggunaan pelarut yang terus-menerus bersirkulasi, sehingga proses ekstraksi berlangsung secara kontinyu dengan volume pelarut yang tetap, ditambah dukungan adanya pendingin balik (Dewi *et al.*, 2018).

Pelarut merupakan suatu zat cair atau gas yang dapat melarutkan bahan padat, cair atau gas untuk membentuk larutan. Umumnya pelarut memiliki titik didih yang lebih rendah dan lebih mudah menguap dibandingkan zat terlarut. Pelarut yang digunakan dalam melakukan ekstraksi menggunakan pelarut metanol 96% (polar) dan heksana 96% (non polar). Pemilihan pelarut metanol dikarenakan metanol memiliki tingkat kepolaran yang cukup tinggi. Bahwa semakin tinggi tingkat kepolaran dari pelarut maka rendemen yang diperoleh semakin meningkat, semakin polar pelarut maka daya ekstraksi semakin bagus (Noviyanty *et al.*, 2019). Pemilihan n-heksana yaitu berupa pelarut non polar dikarenakan n-heksana merupakan salah satu pelarut non polar yang memiliki kelebihan yaitu sifat yang stabil, mudah menguap dan selektivitas dalam melarutkan. Pelarut n-heksana merupakan pelarut yang dapat mengekstraksi minyak mikroalga (Constanty *et al.*, 2021).

Penelitian ini melakukan ekstraksi minyak mikroalga menggunakan mikroalga kering jenis *Chorella* sp. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode sokletasi dibantu dengan proses sonikasi dengan jenis pelarut berupa (n-heksana 70% (non polar), metanol 96% (polar) dan n-heksana 70% : metanol 96% (1:1)) dan rasio massa mikroalga dengan volume pelarut (1:15 dan 1:17 (g/ml)) untuk mengetahui *yield* minyak mikroalga, densitas dan bilangan asam.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian :

1. Mengetahui pelarut terbaik dalam proses ekstraksi minyak mikroalga dalam menghasilkan minyak.
2. Mengetahui rasio pelarut dan mikroalga terbaik dalam menghasilkan minyak.

1.3 Kerangka Pemikiran

Mikroalga merupakan salah satu bahan yang memiliki kandungan minyak nabati dengan kandungan minyak cukup tinggi yaitu sebesar 1-70% dari massa tubuhnya dan memiliki kandungan asam lemak (Hernandi *et al.*, 2019). Mikroalga memiliki manfaat sebagai sumber minyak nabati yang unggul dibandingkan dengan sumber minyak nabati dari tanaman yang hidup di darat. Salah satu keuntungan adalah proses ekstraksinya tidak memerlukan proses penggilingan dan mikroalga dapat langsung diekstraksi dan dapat dilakukan perusakan dinding sel mikroalga dengan metode - metode lainnya (Djamaludin *et al.*, 2021). Salah satu jenis mikroalga yang biasa digunakan untuk menghasilkan minyak yaitu *Chorella* sp. (Mirzayanti *et al.*, 2020).

Metode yang diterapkan untuk mengekstraksi minyak dari mikroalga adalah sokletasi berbantuan gelombang ultrasonik. Sonikasi (*Ultrasonic-assisted extraction*) adalah metode ekstraksi yang memanfaatkan gelombang ultrasonik untuk menghancurkan dinding sel mikroalga. Hal ini disebabkan dinding sel mikroalga yang terdapat kandungan selulosa dan pektin yang membentuk dinding sel dan dapat menghambat ekstraksi minyak yang terkandung di dalam sel. Sementara itu, ekstraksi sokletasi merupakan ekstraksi melibatkan penggunaan pelarut yang terus-menerus bersirkulasi, sehingga proses ekstraksi berlangsung secara kontinyu dengan volume pelarut yang tetap, ditambah dukungan adanya pendingin balik (Dewi *et al.*, 2018). Penelitian ini dirancang untuk mengetahui % *yield*, densitas, dan bilangan asam minyak mikroalga melalui ekstraksi sokletasi berbantuan gelombang ultrasonik (sonikasi) dengan pengaruh jenis pelarut (metanol 96% (polar), n-heksana 70% (non polar), metanol 96% : n-heksana 70% (1:1)) dan rasio perbandingan massa mikroalga dengan volume pelarut yaitu (1:15 dan 1:17 (g/ml)).

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka penelitian yang telah dijelaskan maka dapat diambil hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Mendapatkan penggunaan pelarut terbaik dalam proses ekstraksi minyak mikroalga dalam menghasilkan minyak.
2. Mendapatkan rasio pelarut dengan mikroalga terbaik dalam menghasilkan minyak.

1.5 Kontribusi

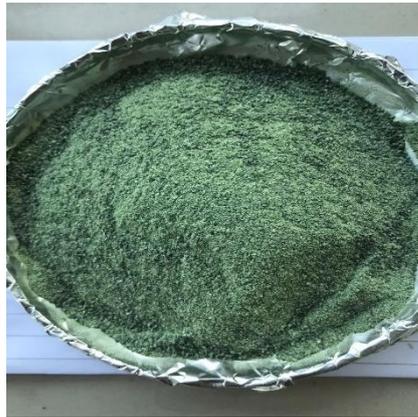
Adapun kontribusi dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi penulis, penelitian ini dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan dalam bidang penelitian, khususnya mengenai ekstraksi minyak dari mikroalga *Chlorella* sp.
2. Bagi pembaca, dapat digunakan sebagai informasi tentang proses ekstraksi minyak berbahan dari mikroalga *Chlorella* sp.
3. Bagi Politeknik Negeri Lampung, dapat digunakan sebagai sumber informasi dan pembelajaran mahasiswa/i mengenai proses ekstraksi minyak dari mikroalga *Chlorella* sp.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroalga dan Makroalga

2.1.1 Mikroalga



Gambar 1 Mikroalga Kering

Mikroalga adalah organisme sel tunggal jenis mikroskopik yang hidup pada air tawar maupun air laut. Mikroalga merupakan salah satu biomassa yang dapat menghasilkan minyak nabati yang bisa dikonversikan menjadi obat-obatan dan bahan bakar biodiesel (Djamaludin dan Chamidah, 2021). Beberapa jenis mikroalga memiliki kandungan minyak berkisar 1-70% dalam massa tubuhnya. Minyak mikroalga memiliki kandungan yang sangat bervariasi tergantung pada jenis mikroalga (Mirzayanti *et al.*, 2020). Mikroalga memiliki kemampuan untuk berfotosintesis dengan cara mengubah sinar matahari, air dan karbondioksida menjadi energi (Pasa, 2022).

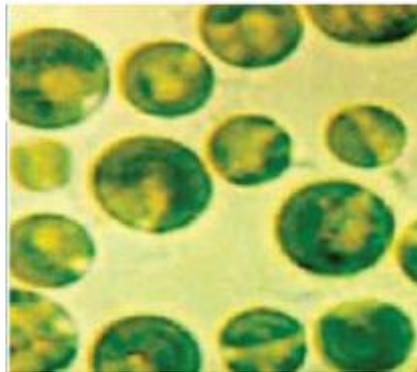
Salah satu bahan baku bioenergi yang baik yaitu mikroalga, dikarenakan mikroalga mudah dibudidayakan dan dibanding dari jenis bahan baku lainnya mikroalga dapat diproduksi lebih banyak. Selain itu, selama proses pertumbuhannya, mikroalga dapat menyerap karbon dioksida di udara, yang berdampak positif dalam mengurangi efek rumah kaca akibat pemanasan global (Pasa, 2022).

Mikroalga menghasilkan sekitar 50% oksigen yang ada di udara, diperkirakan terdapat 200.000 hingga 800.000 jenis mikroalga yang telah teridentifikasi oleh manusia, seperti *spirulina*, *nannochloropsis sp*,

botryococcus braunii, *chlorella* sp, dan *tetraselmis suecia* dan lainnya. Mikroalga dapat tumbuh dan berkembang di media air yang menjadikan mikroalga lebih efisien dalam penggunaan air, karbondioksida dan nutrisi lainnya (Kokomaking, 2023).

Klasifikasi mikroalga *Chlorella* sp. sebagai berikut (Febriyanti, 2021):

Divisi : *Chlorophyta*
Kelas : *Chlorophyceae*
Ordo : *Clorococcales*
Familia : *Oocystaceae*
Genus : *Chlorella*
Spesies : *Chlorella* sp.



Gambar 2 *Chlorella* sp.
Sumber (Febriyanti, 2021)

Chlorella sp. bereproduksi secara aseksual, dimana dari sel anak tumbuh menjadi sel induk, dari sel induk mengeluarkan zoospora (Nurmitasari, 2017). Dari satu sel induk dapat menghasilkan beberapa buah spora. Berikut tahap pertumbuhan *Chlorella* sp. yaitu :

1. Tingkat pertumbuhan: pada tahap ini, ukuran sel mengalami pembesaran.
2. Tingkat pemasakan awal: pada tahap ini, terjadi berbagai proses untuk pembentukan sel anak.
3. Tingkat pemasakan akhir: pada tahap ini, terbentuk sel induk muda.

4. Tingkat pelepasan sel atau pelepasan zoospora: pada tahap ini, dinding sel induk akan pecah kemudian melepaskan sel-sel baru.

Chlorella sp. adalah mikroalga uniseluler yang memiliki bentuk bundar atau oval dengan diameter antara 2-8 mikron. *Chlorella* sp. termasuk dalam kelompok alga hijau atau *Chlorophyceae* dan tidak memiliki akar, batang, dan daun. Namun, mikroalga ini memiliki pigmen klorofil serta memiliki dinding sel yang keras terdiri dari selulosa dan pektin (Febriyanti, 2021).

Faktor fisika dan faktor kimia merupakan elemen yang dapat membantu keberhasilan perkembangan mikroalga. Faktor fisika berfungsi sebagai sumber energi untuk menjalankan proses sintesis yaitu cahaya. Faktor kimia berfungsi dalam mempengaruhi perkembangan *Chlorella* sp. yaitu nutrisi (Nurmitasari, 2017).

2.1.2 Makroalga

Makroalga adalah jenis alga yang memiliki ukuran besar, dari yang berukuran beberapa sentimeter hingga bermeter-meter. Makroalga dikategorikan menjadi beberapa kelas diantaranya alga merah (*Rhodophyta*) alga cokelat (*Phaeophyta*) dan alga hijau (*chlorophyta*) (Kokomaking, 2023).

Makroalga merupakan alga yang mempunyai ukuran dan bentuk tubuh makroskopik. Makroalga merupakan kelompok alga multiseluler yang tidak memiliki akar, batang atau daun. Makroalga merupakan sumber daya terbarukan yang berpotensi di lingkungan laut. Terdapat sekitar 6000 spesies yang telah diidentifikasi (Festi *et al.*, 2022). Makroalga memiliki beberapa spesies yang telah teridentifikasi diantaranya yaitu *ulva lactuca*, *coulerpa racemosa*, *halimeda opuntia*, *halimeda macroloba*, *acanthopora spicifera*, *turbinaria ornate*, *gracilaria* sp dan sebagainya (Kokomaking, 2023).

2.2 Minyak dan Asam Lemak

Lipid adalah senyawa organik bersifat berminyak atau berlemak, tidak larut dengan air serta dapat diekstraksi menggunakan pelarut organik. Trigliserida adalah bentuk lipid yang paling dasar dan paling tinggi kandungan asam lemaknya. Asam lemak merupakan kategori asam organik dengan rantai panjang, yang memiliki panjang rantai antara C₄ hingga C₂₄ (Christine, 2017). Kandungan total minyak dan

lemak dari berbagai jenis mikroalga berkisar antara 1 – 70 % dari berat kering (Hernandi *et al.*, 2019). Kandungan lipid mikroalga umumnya terdiri dari gliserol dan asam lemak dengan panjang rantai antara C₁₄ hingga C₂₂, yang biasanya bersifat jenuh dan tak jenuh. Adapun kelompok lipida yaitu dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Kelompok lipida

Nama Lipida	Rumus Kimia
Trigliserida	CH ₂ COOR-CHCOOR-CH ₂ -COOR
Fosfolipida	C ₇ H ₇ O ₆ P
Sfingolipida	C ₁₈ H ₃₈ NO ₂
Sterol	C ₁₇ H ₂₈ O
Tokoferol	C ₂₉ H ₅₀ O ₂
Ptoteolipid	C ₇₀ H ₁₀₆ N ₈ O ₂₂ S

Sumber (Christine, 2017).

Lemak adalah substansi padat pada kondisi suhu ruang, disebabkan kandungan asam lemak jenuh secara kimia tidak memiliki ikatan rangkap. Lemak biasanya merujuk pada trigliserida padat dalam keadaan kondisi suhu ruang. Minyak adalah trigliserida cair dalam keadaan kondisi suhu ruang. Minyak nabati biasanya mengandung asam lemak tak jenuh, sehingga sebagian besar dari minyak tersebut berada dalam bentuk cair karena mengandung asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh asam lemak yang memiliki ikatan rangkap pada rantai karbon seperti asam linoleat, asam oleat dan asam linolenat. Asam lemak jenuh yaitu asam lemak yang semua ikatan atom karbon berupa ikatan tunggal seperti asam laurat, asam palmitat dan asam stearat. Minyak nabati seperti halnya lemak hewani yang telah lama dikenal sebagai minyak yang dapat dimakan. Asam lemak tak jenuh adalah jenis asam lemak yang mudah teroksidasi. Terjadinya oksidasi disebabkan adanya pengaruh oksigen, air, panas yang terdapat pada asam lemak (Christine, 2017).

Kandungan minyak pada mikroalga cukup tinggi, mikroalga memiliki kandungan minyak sangat bervariasi berdasarkan jenis dari mikroalga. Adapun kelompok kandungan minyak pada beberapa jenis mikroalga berdasarkan penelitian Teresa *et al.*, (2010) yaitu dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Kandungan Minyak Berbagai Jenis Mikroalga

Mikroalga	Kandungan Minyak (%)
<i>Ankistrodesmus</i> sp.	24-31
<i>Chaetoceros muelleri</i>	33
<i>Chaetoceros calcitrans</i>	14-39
<i>Chlorella protothecoides</i>	14-57
<i>Chlorella sorokiniana</i>	2-19
<i>Chlorella vulgaris</i>	5-58
<i>Chlorella</i> sp.	10-58
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	2
<i>Chlorococcum</i> sp.	19
<i>Crypthecodinium cohnii</i>	20-51
<i>Dunaliella salina</i>	6-25
<i>Dunaliella primolecta</i>	23
<i>Euglena gracilis</i>	14-20
<i>Haematococcus pluviialis</i>	25
<i>Isochrysis</i> sp.	7-33
<i>Monodus subterraneus</i>	16
<i>Monallanthus salina</i>	20-22
<i>Nannochloropsis</i> sp.	12-53
<i>Scendesmus</i> sp.	19-21
<i>Skelotonema costatum</i>	13-51
<i>Skeletonema</i> sp.	13-31
<i>Spirulina</i> sp.	4-16

Sumber : (Teresa *et al.*, 2010)

Chlorella sp. mengandung 10-58% kandungan minyak mikroalga dimana minyak ini dihasilkan dari mikroalga kering. Kandungan asam lemak dalam minyak mikroalga bervariasi tergantung pada berbagai jenis mikroalga (Kawaroe *et al.*, 2010). Kandungan asam lemak pada minyak mikroalga dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Kandungan Asam Lemak dalam Beberapa Spesies Mikroalga

Nama Senyawa	<i>Scendesmus</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Nannochloropsis</i> sp.	<i>Spirulina</i> sp.
Asam kaprilat	0,07	-	0,30	0,07
Asam laurat	0,22	0,02	0,99	3,08
Asam myristat	0,34	-	7,06	2
Asam stearat	13,85	29,50	-	3,5

Tabel 3. (Lanjutan)

Nama Senyawa	<i>Scendesmus</i> sp.	<i>Chlorella</i> sp.	<i>Nannochloropsis</i> sp.	<i>Spirulina</i> sp.
Asam palmitat	20,29	8,09	23,07	17,28
Asam oleat	-	2,41	12,25	22,58
Asam valerat	-	10,06	-	-
Asam Margarit	-	-	-	-
Asam palmitoleat	9,78	2,15	42,32	0,24
Asam palmitolineat	-	-	-	-
Asam linoleat	25,16	45,07	2,47	9,93
Asam linolenat	16,16	11,49	-	-
Gliserol trilaurat	3,73	-	-	-
Vinil laurat	35,52	-	-	-

Sumber : (Kawaroe *et al.*, 2010)

Pada beberapa jenis mikroalga terdapat beberapa kandungan lipid yang ditemukan, Sebagai contoh pada mikroalga hijau. Mikroalga juga memiliki variasi komposisi asam lemak yang berbeda-beda secara kuantitatif tergantung pada kondisi pertumbuhannya. Adapun kandungan-kandungan asam lemak yang ada pada mikroalga, yang paling umum adalah asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat. Asam oleat, asam linoleat dan asam linolenat sangat bermanfaat bagi kesehatan dan sebagai sumber asam lemak omega 3, 6 dan 9, sedangkan untuk asam palmitat dan asam stearat berpotensi sebagai bahan bakar biodiesel (Hakim dan Mukhtadi, 2018).

2.3 Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses untuk memisahkan zat tertentu dari suatu bahan sehingga didapatkan zat yang terpisah secara fisik maupun kimiawi. Ekstraksi umumnya berkaitan dengan pemindahan zat terlarut di antara dua pelarut yang tidak saling bercampur. Ekstraksi merupakan proses penarikan zat-zat yang diinginkan dari bahan mentah dengan menggunakan pelarut yang kemudian zat akan tertarik bersama pelarut. Hasil dari ekstraksi disebut dengan ekstrak. Ekstraksi dapat

berbentuk kering, kental atau cair yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari bahan nabati atau bahan hewani menggunakan pelarut, kemudian seluruh atau sebagian besar pelarut diuapkan dan massa yang tersisa diperlukan hingga memenuhi bahan baku yang ditetapkan (Rohmah, 2023).

Ekstraksi adalah metode untuk memisahkan suatu senyawa dari campuran dengan menggunakan pelarut yang tepat. Ekstraksi dapat dihentikan saat kesetimbangan tercapai antara konsentrasi senyawa dalam pelarut dan konsentrasi dalam sel. Setelah proses ekstraksi, sampel dipisahkan dari pelarut melalui proses penyaringan. Metode ekstraksi yang dipilih didasarkan pada karakteristik bahan mentah dan tujuan untuk mendapatkan ekstrak yang ideal atau mendekati ideal. Karakteristik dari bahan mentah merupakan faktor utama yang diperhatikan (Lestari *et al.*, 2021).

Ekstraksi merupakan suatu kegiatan penarikan suatu zat yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut menggunakan pelarut cair. Faktor yang mempengaruhi kecepatan mencapai kesetimbangan umumnya meliputi suhu, pH, jenis larutan, ukuran partikel, dan pergerakan partikel. Selain itu, terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhi ekstraksi (Rohmah, 2023) antara lain:

1. Suhu

Pada suhu yang tinggi, kelarutan akan meningkat, sehingga laju ekstraksi menjadi lebih tinggi. Namun, dalam beberapa kondisi, suhu perlu dijaga agar tidak terlalu tinggi dan pelarut tidak menguap.

2. Jenis pelarut

Pelarut yang digunakan harus memiliki kemampuan pelarutan yang tinggi terhadap komponen yang akan diekstraksi, sehingga proses ekstraksi dapat berlangsung secara optimal.

3. Kecepatan pengaduk

Kecepatan pengadukan dapat mempercepat perpindahan massa suatu komponen dan mencegah terbentuknya lapisan-lapisan yang dapat memperlambat perpindahan massa.

4. Waktu

Semakin lama larutan berkontak dengan pelarut maka proses ekstraksi akan semakin baik. Namun, bila sudah mencapai kesetimbangan pada larutan

dan pelarut, maka penambahan waktu tidak akan menambah hasil ekstrak yang diperoleh.

5. Ukuran partikel

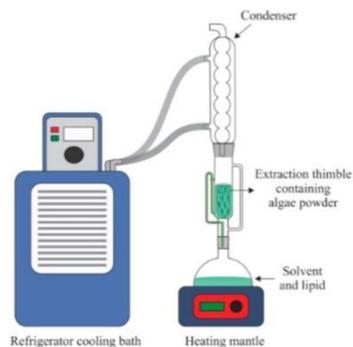
Ukuran partikel yang lebih kecil menunjukkan luas permukaan kontak antara partikel dan pelarut yang lebih besar, sehingga waktu ekstraksi menjadi lebih cepat.

Berdasarkan dalam penggunaan ekstraksi, ekstraksi dibagi menjadi dua metode yaitu metode konvensional dan metode modern.

2.3.1 Metode Ekstraksi Konvensional

Berikut merupakan beberapa jenis metode ekstraksi konvensional yaitu:

1. Sokletasi



Gambar 3 Ekstraksi Sokletasi
Sumber (Fattah *et al.*, 2020)

Sokletasi adalah metode ekstraksi menggunakan pelarut, umumnya dilakukan dengan alat khusus sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut relatif konstan dan terdapat pendingin balik (Rohmah, 2023). Metode ekstraksi sokletasi yaitu pada saat ekstraksi pelarut yang digunakan tidak banyak, waktu yang digunakan lebih singkat dan menghasilkan ekstrak yang lebih banyak (Lamadjido *et al.*, 2019).

Sokletasi adalah suatu teknik ekstraksi dengan prinsip pemanasan. Pelarut yang dipanaskan akan menguap melewati sampel, hal tersebut mengakibatkan terjadi pemecahan dinding sel akibat adanya perbedaan tekanan di dalam dan di luar sel. Kemudian larutan yang menguap ke atas akan melewati pendingin, kemudian setelah melewati pendingin, uap akan mengembun menjadi tetesan. Jika larutan melewati batas lubang pipa yang

berada disamping soklet maka akan terjadi sirkulasi, sirkulasi tersebut yang akan menghasilkan ekstrak (Aulia, 2023).

Pada penelitian Boni *et al.*, (2018) melakukan ekstraksi menggunakan beberapa metode ekstraksi yaitu ekstraksi maserasi 6% yield minyak, ekstraksi perkolasi 5% *yield* minyak, menggunakan metode autoklaf menghasilkan 2,5% *yield* minyak, ekstraksi dengan metode osmotik menghasilkan 0,8% *yield* minyak dan menggunakan metode ekstraksi sokletasi menghasilkan yield tertinggi dengan persentase 8,5% *yield* yang menunjukkan bahwa ekstraksi sokletasi merupakan metode ekstraksi terbaik, karena memiliki prinsip ekstraksi yang dilakukan secara kontinyu.

2. Maserasi

Maserasi berasal dari kata *macerase* (mengairi, melunakan) adalah metode ekstraksi konvensional yang dilakukan dengan merendam sampel dalam pelarut selama beberapa hari pada suhu kamar dan terlindung dari cahaya. Dasar prinsip maserasi adalah merendam sampel dalam pelarut yang tepat selama beberapa hari pada suhu kamar dan menghindarinya dari sinar cahaya.

Proses maserasi berlangsung ketika pelarut memasuki sel melalui dinding sel, dan menyebabkan sel larut akibat perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam sel dan di luar sel. Larutan dengan konsentrasi tinggi akan terdorong keluar dan digantikan oleh pelarut dengan konsentrasi lebih rendah. Peristiwa ini akan berulang hingga tercapai keseimbangan konsentrasi antara larutan di dalam sel dan di luar sel setiap hari. Endapan didapatkan kemudian dipisahkan dan filtrat dipekatkan. Proses maserasi menggunakan peralatan yang sederhana memerlukan waktu lama untuk mengekstraksi sampel dengan waktu hingga 4 sampai 10 hari dan tidak dapat digunakan untuk bahan dengan tekstur keras serta ekstraksi kurang sempurna memungkinkan beberapa senyawa sulit diekstrak (Lestari *et al.*, 2021).

3. Perkolasi

Perkolasi adalah metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang selalu baru yaitu pada saat ekstraksi dilakukan penambahan pelarut secara

terus menerus dan ekstraksi biasa dilakukan pada suhu ruang. Metode ini dapat digunakan pada sampel tahan panas dan tidak tahan panas tetapi memiliki proses dengan waktu lama dan jumlah pelarut yang banyak. Keberhasilan proses perkolasi dipengaruhi oleh kemampuan selektif pelarut, kecepatan aliran pelarut, serta suhu (Rohmah, 2023).

Perkolasi merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan menghaluskan sampel terlebih dahulu lalu dimasukan kedalam perkolator dan kemudian mengalirkan pelarut secara terus menerus ke dalam perkolator berisi sampel tersebut sampai pelarut tidak berwarna kembali atau tetap seperti semula (bening). Metode ini memerlukan pelarut yang lumayan banyak dan waktu yang tidak sebentar jika sampel dalam perkolator tidak homogen (Istiqomah, 2022).

2.3.2 Metode Ekstraksi Modern

Metode ekstraksi modern adalah metode ekstraksi yang melibatkan pelarut dengan penambahkan kombinasi faktor fisik seperti suhu, energi gelombang atau pelarut bertekanan (Simbolon, 2023). Berikut merupakan beberapa jenis metode ekstraksi cara modern yaitu :

1. *Ultrasound Assisted Extraction (UAE)*



Gambar 4 Sonikasi
Sumber (Dokumentasi Pribadi)

Sonikasi merupakan pengaplikasian penerapan energi gelombang suara untuk mencampurkan partikel dalam suatu sampel. Sonikasi didefinisikan sebagai perlakuan ultrasonik terhadap sampel dalam keadaan tertentu, yang menghasilkan suatu reaksi di dalam suatu sampel. Frekuensi gelombang

ultrasonik berkisar antara 20 kHz – 10 MHz. Sonikasi diterapkan dengan cara memberikan gelombang ultrasonik melalui medium cair untuk menghasilkan gelembung kavitasi. Kesetabilan gelembung akan terjadi selama proses kavitasi, dan suara yang dihasilkan akan memecahkan gelembung kecil. Kondisi ini memicu molekul terkandung pada larutan bergerak menuju ke titik kesetimbangan. Kemudian pelarut akan mendapati tekanan dan kepadatan. Selain itu, ketika gelembung pecah di dekat dinding sel, gelombang kejutan akan terbentuk yang mengakibatkan pecahnya dinding sel bahan (Rohmah, 2023).

Peran gelombang ultrasonik dalam ekstraksi merusak membran sel, sehingga memudahkan proses ekstraksi, waktu proses ekstraksi yang lebih cepat, konsumsi energi lebih sedikit, dan efisiensi yang tinggi (Hapsari *et al.*, 2022).

Salah satu keunggulan dari metode ultrasonik adalah kecepatan ekstraksinya. Metode ini lebih aman, lebih efisien serta dapat menambah jumlah rendemen. Faktor yang dipengaruhi dalam penggunaan *ultrasonic-assisted extraction* yaitu suhu yang digunakan, jika suhu terlalu tinggi, dapat menyebabkan hilangnya komponen bioaktif akibat proses oksidasi. Jika suhu yang terlalu rendah dapat mengakibatkan ekstraksi komponen bioaktif dari bahan menjadi tidak optimal (Annisa *et al.*, 2020).

Pada penelitian Djamaludin dan Chamidah, (2021), melakukan ekstraksi dengan dua cara yang berbeda, yaitu menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) mendapatkan *yield* dengan persentase minyak 1,11% dan metode *Ultrasonic Assisted Extraction* (UAE) mendapatkan *yield* tinggi dengan persentase sebesar 2,15% yang menandakan bahwa metode ekstraksi UAE lebih efisien dibandingkan dengan MAE karena UAE dapat bekerja dengan temperatur yang rendah sehingga dapat meminimalisir terjadinya kerusakan kandungan minyak.

2. *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

Microwave Assisted Extraction (MAE) merupakan metode ekstraksi modern yang menggunakan radiasi gelombang mikro untuk mempercepat ekstraksi dengan memanaskan pelarut. Kelebihan metode MAE yaitu waktu

ekstraksi yang singkat dan jumlah pelarut yang minimal. Kelemahan pada metode MAE yaitu jika dengan pemberian daya yang cukup tinggi akan menurunkan kualitas ekstraksi sehingga menurunkan kandungan senyawa yang terdapat pada larutan dan diperlukan ekstraksi yang sesuai dalam penggunaan pelarut yang mudah terbakar (Putri *et al.*, 2021).

2.4 Pelarut

Pelarut adalah suatu zat cair atau gas yang berfungsi melarutkan benda padat, gas atau cair sehingga membentuk larutan. Air adalah pelarut yang paling umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Adapun pelarut lain yang juga umum digunakan yaitu berupa pelarut organik. Pelarut umumnya memiliki titik didih yang lebih rendah dan lebih mudah menguap dari pada zat terlarut, sehingga substansi atau inti pokok terlarut dapat diperoleh. Selain itu, pelarut biasanya tersedia dalam jumlah yang cukup besar (Rohmah, 2023).

Pelarut dengan sifat polar terdiri dari gugus polar. Pelarut polar yang umum digunakan antara lain yaitu air (H-OH), asam asetat ($\text{CH}_3\text{CO-OH}$), metanol ($\text{CH}_3\text{-OH}$), etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-OH}$). Pelarut non polar memiliki kemampuan konduktivitas listrik yang tersebar, yang membuat molekulnya memiliki nilai dielektrik yang rendah. Selain itu, pelarut non polar memiliki sifat hidrofobik, yang berarti tidak dapat bercampur dengan zat cair polar. Beberapa contoh pelarut non polar yang umum digunakan antara lain yaitu benzen (C_6H_6), dietil eter ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$), heksana ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$). Pelarut semi polar memiliki momen di polar yang signifikan akibat ikatan besar yang menunjukkan tingkat polaritas dalam ikatan antar molekul kimianya. Pelarut semi polar tidak memiliki gugus -OH. Beberapa contoh umum pelarut semi polar yang sering digunakan meliputi aseton ($(\text{CH}_3)_2\text{C=O}$), etil asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) (Rohmah, 2023).

Pemilihan jenis pelarut adalah salah satu aspek krusial dalam tahap ekstraksi. Jenis pelarut yang diterapkan memengaruhi komponen aktif yang bisa diekstraksi, karena setiap pelarut memiliki tingkat selektivitas yang berbeda untuk melarutkan komponen aktif dalam sampel yang digunakan. Beberapa syarat pelarut yang digunakan dalam ekstraksi (Rohmah, 2023) antara lain :

1. Memiliki kemampuan larut dan selektivitas tinggi terhadap zat terlarut. Pelarut harus mampu melarutkan komponen yang diinginkan dan meminimalisir

melarutkan bahan pengotor.

2. Reaktivitas, pelarut tidak mengubah komponen bahan ekstraksi secara kimia.
3. Tidak menyebabkan terbentuknya emulsi.
4. Tidak korosif.
5. Tidak beracun.
6. Tidak mudah terbakar.
7. Stabil secara kimia dan termal.
8. Tidak berbahaya bagi lingkungan.
9. Memiliki viskositas yang rendah, sehingga mudah untuk dialirkan.
10. Murah dan mudah diperoleh, serta tersedia dalam jumlah besar.
11. Memiliki titik didih yang cukup rendah agar mudah menguap.
12. Memiliki tegangan permukaan yang relatif rendah.

Pemilihan pelarut umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu selektivitas, kelarutan, dan titik didih. Dalam penelitian ini pada proses ekstraksi mikroalga *Chlorella* sp. digunakan pelarut metanol 96% (polar), heksana 70% (non polar). Metanol memiliki ke polaran yang cukup tinggi dibandingkan dengan etanol (Wiraningtyas *et al.*, 2019). Semakin tinggi tingkat kepolaran pelarut, semakin tinggi rendemen yang diperoleh. Pelarut yang lebih polar memiliki kemampuan ekstraksi yang lebih baik, karena pelarut dapat masuk ke dalam sel bahan, sehingga kandungan sel dalam bahan tersebut akan terlarut sesuai dengan kelarutannya (Noviyanty *et al.*, 2019). Metanol juga merupakan jenis alkohol yang paling sederhana karena mudah bereaksi atau lebih stabil dibandingkan etanol dengan titik didih metanol yaitu 64,7°C dan densitas 0,79 g/ml. Faktor utama pada pemilihan pelarut metanol adalah metanol tidak mudah mengikat air dan harganya murah (Daryono *et al.*, 2022).

N-heksana adalah pelarut yang baik jika digunakan untuk mengekstraksi senyawa sifat non polar sebab memiliki kelebihan yaitu sifat stabil, mudah menguap dan selektivitas dalam melarutkan. Pelarut n-heksana adalah pelarut non polar yang dapat mengekstraksi minyak dari mikroalga (Constanty *et al.*, 2021). N-heksana digunakan dalam proses ekstraksi bahan alam untuk mengekstraksi senyawa non polar dan n-heksana relatif murah. Titik didih n-heksana yaitu 69°C dan densitas 0,661 g/ml (Afifah, 2023).

2.5 Bilangan Asam

Bilangan asam menunjukkan jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak. Hidrolisis minyak disebabkan kontak antara minyak dengan air pada proses pemanasan yang akan menghasilkan asam lemak bebas (Christine, 2017).

Bilangan asam adalah parameter yang menggambarkan jumlah asam lemak bebas yang perlu dinetralkan menggunakan KOH. Bilangan asam semakin tinggi menunjukkan semakin rendah kualitas minyak, jika bilangan asam semakin rendah menunjukkan semakin baik kualitas minyak.

Bilangan asam dianalisis dengan cara menimbang 1,5 g sampel (minyak) dan menambahkan 50 ml alkohol 95%. Selanjutnya, sampel dititrasi menggunakan KOH 0,1 N dan ditambahkan 3-5 tetes indikator PP (*fenolftalein*). Titrasi dilakukan hingga larutan berubah menjadi merah muda (SNI 7431:2015). Syarat mutu minyak nabati dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Syarat Mutu Minyak Nabati

Parameter	Satuan	Nilai
Bilangan Asam	mg KOH/g	Maks 4,0
Densitas (kondisi 50°C)	g/ml	0,87-0,91

Sumber: SNI 7431:2015

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 5 Penelitian Terdahulu

Sumber	Judul	Variasi	Hasil
(Mirzayanti <i>et al.</i> , 2020)	Proses Ekstraksi Minyak Alga <i>Chlorella</i> Sp. Menggunakan Metode Sokhletasi	Rasio antara massa alga : volume pelarut (1:6, 1:9, 1:12 gr/ml). Waktu ekstraksi (4; 4,5; 5; 5,5; 6 jam).	<i>Yield</i> % tertinggi ekstraksi minyak alga <i>Chlorella</i> sp. dengan menggunakan metode sokletasi dengan suhu pemanasan 70°C menggunakan pelarut metanol dengan rasio perbandingan alga:pelarut (1:12 gr/ml) sebesar 17,98% dan bilangan asam sebesar 3,14 mg NaOH/g dengan waktu ekstraksi terbaik 5,5 jam.
(Rengga <i>et al.</i> , 2019)	Ekstraksi minyak alga <i>skeletonema costatum</i> dengan bantuan Gelombang ultrasonik	Menggunakan metode gelombang ultrasonik 60 kHz. Dengan suhu ekstraksi 50, 60, 70, 80°C dan waktu ekstraksi 60, 120 dan 180 menit. Dengan pelarut Heksana rasio gram alga:ml larutan 1:12	<i>Yield</i> % tertinggi pada ekstraksi minyak alga <i>skeletonema costatum</i> . melalui metode ekstraksi ultrasonik dengan massa mikroalga kering 18 gram dengan suhu terbaik 70°C selama 180 menit sebesar 18,44%, bilangan asam sebesar 1,24 mg KOH/g dan densitas 0,89 g/ml.

Tabel 5. (Lanjutan)

Sumber	Judul	Variasi	Hasil
(Wong <i>et al.</i> , 2019)	<i>Effect Of Different Solvents And Ratio Towards Microalgae Oil Production By Ultrasonic Assisted Soxhlet Extraction Techniques</i>	Menggunakan Metode gabungan antara sokletasi dan sonikasi dengan jenis mikroalga yaitu <i>chlorella vulgaris</i> dan Jenis pelarut digunakan untuk proses ekstraksi yaitu berupa klorofom, etanol, heksana. Dengan klorofom dan kombinasi pelarut klorofom:etanol (1:1), (1:2), klorofom:heksana (1:1), (1:2)	Menggunakan 10 gr dan pelarut terbaik adalah kombinasi pelarut klorom:etanol (1:2) 100ml / 200ml dengan <i>yield %</i> sebesar 8%
(Setyawan Martomo <i>et al.</i> , 2020)	Perbandingan Penggunaan Pelarut heksana, Metanol dan Campurannya untuk Ekstraksi Lipid Mikroalga dengan Kavitasi Hidrodinamika	Menggunakan 5 gram mikroalga <i>Nannochloropsis sp.</i> kering. Pelarut Heksana, Metanol dan pelarut campuran Heksana:Metanol 1:9, 1:4, 2:3, 1:1, 3:2, 4:1 9:1.	<i>Yield %</i> tertinggi pada ekstraksi hidrodinamik dengan pelarut campuran 4:1 sebesar 3,28%. Dan ekstraksi konvensional 1:1 sebesar 5,08%
(Hadiyanto, 2016)	<i>Response surface optimization of ultrasound assisted extraction (UAE) of phycocyanin from microalgae spirulina platensis</i>	Menggunakan gelombang ultrasonik 40 kHz menggunakan pelarut metanol pada suhu 52°C. Selama 42 menit. 15 gram alga dengan 250 ml metanol	Untuk memecahkan dinding sel mikroalga <i>yield %</i> 15,7%.

Tabel 5. (Lanjutan)

Sumber	Judul	Variasi	Hasil
(Febriyanti, 2021)	Identifikasi Isolasi Steroid dan Uji Aktifitas Antioksidan Fraksi n-Heksana Hasil Ekstraksi Sonikasi Pada Mikroalga <i>Chlorella</i> sp (SKRIPSI)	Menggunakan 6 gram mikroalga <i>Chlorella</i> sp. kering 36 ml pelarut, gelombang ultrasonik 40 kHz dan waktu 42 menit.	<i>Yield</i> % yang didapat 13,68%