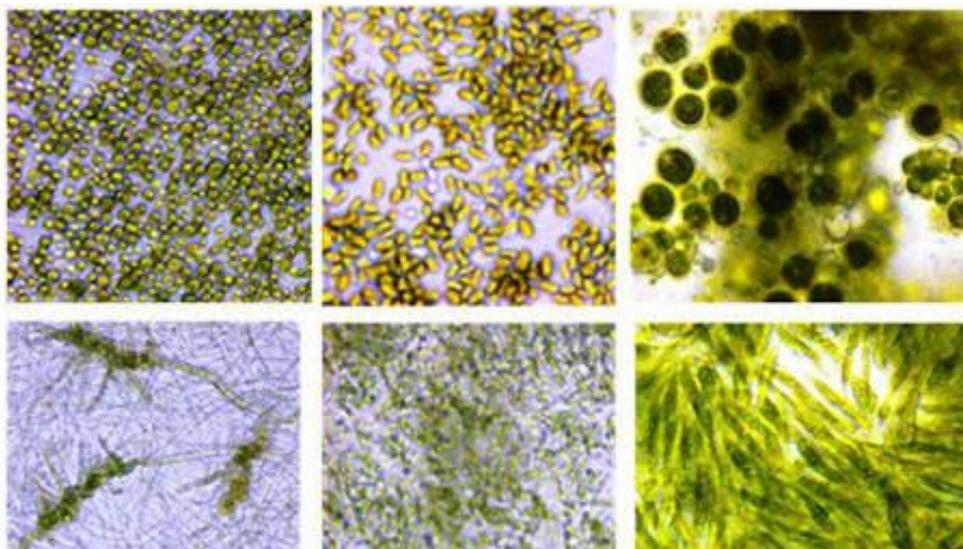


## BAB II TINJAUAN MASALAH

### 2.1 Mikroalga

Mikroalga pada umumnya merupakan tumbuhan renik berukuran mikroskopik (diameter antara 3-30  $\mu\text{m}$ ) yang termasuk dalam kelas alga dan hidup sebagai koloni maupun sel tunggal di seluruh perairan tawar maupun laut. Morfologi mikroalga berbentuk uniseluler atau multiseluler tetapi belum ada pembagian fungsi organ yang jelas pada sel-sel komponennya. Hal itulah yang membedakan mikroalga dari tumbuhan tingkat tinggi (Romimohtarto, 2004).

Keanekaragaman mikroalga sangatlah tinggi, diperkirakan terdapat 200.000-800.000 spesies mikroalga yang ada di bumi. Namun baru sekitar 35.000 spesies saja yang telah teridentifikasi. Sel-sel mikroalga tumbuh dan berkembang pada media air, itu sebabnya mikroalga memiliki tingkat efisiensi yang lebih tinggi dalam hal penggunaan air, karbondioksida dan nutrisi lainnya bila dibandingkan dengan tanaman tingkat tinggi (Chisti, 2007). Dibawah ini adalah beberapa mikroalga dari berbagai spesies yang sudah diisolasi di perairan Indonesia yang ditampilkan pada Gambar 2.1



(Sumber: Susanti, 2014)

**Gambar 2.1.** Beberapa Mikroalga yang Diisolasi dari Perairan Indonesia

Dalam biomassa mikroalga terkandung bahan-bahan penting yang sangat bermanfaat seperti protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Persentase keempat komponen tersebut bervariasi tergantung jenis alga. Dengan adanya komponen bahan tersebut, mikroalga juga dapat dijadikan bahan alternatif makanan bagi manusia dan juga sebagai energi terbarukan

Mikroalga mempunyai kandungan lipid sekitar 50-60% dan protein sebanyak 70% yang terlihat pada Tabel 2.1. Selain itu mikroalga juga mempunyai kandungan karbohidrat yang mencapai 40% (Chisti, 2007). Dengan kandungan lipid yang tinggi tersebut tersebut, maka mikroalga berpotensi sebagai sumber energi atau bahan bakar nabati melalui proses ekstraksi dan esterifikasi dari tumbuhan lainya terlihat pada Tabel 2.2. Dengan kandungan protein yang cukup tinggi dan kandungan senyawa aktif tinggi, maka mikroalga mempunyai potensi sebagai sumber *food supplement* melalui proses esterifikasi. Sedangkan karbohidrat berpotensi menjadi bioetanol.

**Tabel 2.1.** Kandungan Minyak (Lipid) dari Beberapa Jenis Mikroalga

Mikroalga	Kandungan Minyak
<i>Botryococcus braunii</i>	25-75
<i>Chlorella vulgaris</i>	32-56
<i>Cryptocodinium cohnii</i>	20
<i>Cylindrotheca sp.</i>	16-37
<i>Dunaliella primolecta</i>	23
<i>Isochrysis sp.</i>	25-33
<i>Monallanthus salina</i>	20
<i>Nannochloris sp.</i>	20-35
<i>Nannochloropsis sp.</i>	31-68
<i>Neochloropsis oleoabundans</i>	35-54
<i>Nitzchia sp</i>	45-47
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	20-30
<i>Schizochytrium sp</i>	50-77

(Sumber: Handayani, Arianti, 2012)

**Tabel 2.2.** Yield Minyak dari Tanaman Darat dan Mikroalga per Satuan Luas Area (Kl/ha) yang Digunakan

Jenis Tanaman	Hasil Minyak
Jagung	172
Kedelai	446
Minyak Jarak	1.892
Kelapa	2.689
Minyak Palm	5.950
Mikroalga	58.700

(sumber: Chisti, 2007)

### 2.2.1 Identifikasi Mikroalga

Mikroalga dapat diklasifikasikan pada beberapa filum diantaranya :

#### 1. *Cyanobacteria* atau Alga Biru Hijau

*Cyanobacteria* atau alga biru hijau adalah kelompok alga yang paling primitif dan memiliki sifat-sifat bakterial dan alga. Kelompok ini adalah organisme prokariotik yang tidak memiliki struktur-struktur sel seperti yang ada pada alga lainnya, contohnya nukleus dan chloroplast. Mereka hanya memiliki chlorophyll *a*, namun mereka juga memiliki variasi phycobilin seperti halnya carotenoid. Pigmen-pigmen ini memiliki beragam variasi sehingga warnanya bisa bermacam-macam dari mulai hijau sampai ungu bahkan merah. Alga biru hijau tidak pernah memiliki flagel, namun beberapa filamen membuat mereka bergerak ketika berhubungan dengan permukaan. Unicell, koloni, dan flamen-filamen cyanobacteria adalah kelompok yang umum dalam budidaya, baik sebagai makan maupun sebagai organisme pengganggu.

Dibawah ini adalah 3 kelompok yang paling umum dalam lingkungan budidaya. Dalam bahasa Yunani sianon : biru-hijau dan myx = lendir . ini merupakan organisme uniselular berserabut bentuk kolonial dan sebagian besar tertutup dalam sarung mucilaginous baik secara individu maupun berkoloni. Alga biru adalah organisme prokariotik karena tidak terikat membran organel. Lebih erat kaitannya dengan bakteri dari pada alga lain, mereka sering disebut sebagai Cyanobacteria. Mereka hidup dilaut air tawar dan habitatnya di darat. Cyanophyta merupakan komponen penting dalam siklus nitrogen dan produsen.

Contoh Cyanophyta yang potensial :

- a. *Spirulina sp* (air tawar, air laut) filamennya berukuran lebar 5 -6 mm dan panjang 20-200 mm berbentuk spiral. Dapat berwarna biru-hijau atau merah. Spirulina merupakan bahan penyusun dalam banyak pellet ikan dan pakan invertebrata. Spirulina adalah ganggang renik (mikroalga ) berwarna hijau kebiruan yang hidupnya tersebar luas dalam semua ekosistem , mencakup ekosistem daratan dan ekosistem perairan baik itu air tawar, air payau maupaun air laut.
- b. *Oscillatoria* (Air tawar, air laut,) filamennya berukuran lebar 2-20 mm dan panjang 10-200 mm, tergantung pada spesiesnya. Bentuknya dapat berbentuk lurus, bengkok, berbentuk kurva, atau lingkaran tidak teratur. Dia bergerak dengan cara meluncur dengan lambat dan dapat menempel atau mengapung, tapi tidak merupakan perenang bebas. Dia dapat terlihat berwarna hijau, biru-hijau, ungu, atau merah. *Oscillatoria* biasanya bersifat merugikan.
- c. *Anabaena* (Air tawar, air laut,) filamennya berukuran lebar 3-10 mm dan panjang 10-200 mm, berbentuk lurus, bengkok, atau hampir menggulung. Selnnya berbentuk manik-manik atau berbentuk tong. *Anabaena* adalah organisme yang mengganggu dan tidak dimakan oleh kebanyakan ikan budidaya.

## 2. Alga Hijau (Chlorophyta)

Alga hijau adalah kelompok alga yang paling maju dan memiliki banyak sifat-sifat tanaman tingkat tinggi. Kelompok ini adalah organisme prokaryotik dan memiliki struktur-struktur sel khusus yang dimiliki sebagian besar alga. Mereka memiliki kloroplas, DNA-nya berada dalam sebuah nukleus, dan beberapa jenisnya memiliki flagella. Dinding sel alga hijau sebagian besar berupa selulosa, meskipun ada beberapa yang tidak mempunyai dinding sel. Mereka mempunyai klorofil a dan beberapa karotenoid, dan biasanya mereka berwarna hijau rumput. Pada saat kondisi budidaya menjadi padat dan cahaya

terbatas, sel akan memproduksi lebih banyak klorofil dan menjadi hijau gelap. Kebanyakan alga hijau menyimpan zat tepung sebagai cadangan makanan meskipun ada diantaranya menyimpan minyak atau lemak. Pada umumnya unisel merupakan sumber makanan dalam budidaya dan filamen-filamennya merupakan organisme pengganggu.

Contoh Chlorophyta yang potensial :

- a) *Tetraselmis* (Air tawar, air laut,) *Tetraselmis* berupa organisme hijau motil, lebar 9-10 mm, panjang 12-14 mm, dengan empat flagel yang tumbuh dari sebuah alur pada bagian belakang anterior sel. Sel-selnya bergerak dengan cepat di air dan tampak bergoncang pada saat berenang. Ada empat cuping yang memanjang dan memiliki sebuah titik mata yang kemerah-merahan. Pyramimonas adalah organisme yang berkaitan dekat dengan alga hijau dan memiliki penampakan serta sifat berenang yang identik dengan tetraselmis. Kedua organisme ini adalah sumber makan yang populer untuk mengkultur rotifer, kerang, dan larva udang.
- b) *Clamidomonas* (Air tawar, air laut) berwarna hijau dan motil, lebar 6,5-11 mm, panjang 7,5-14 mm, dengan dua flagela yang tumbuh didekat sebuah benjolan pada bagian belakang sel. Sel-selnya bergerak dengan cepat di air dan tampak bergoncang pada saat berenang. Selnya berbentuk spiral sampai memanjang dan biasanya memiliki sebuah titik mata merah. Pada saat sel betina terbentuk, sel induk akan kehilangan flagelanya dan mengeluarkan sebuah kantong transparan disekitar tubuhnya. Sel induk akan terbelah, dan membentuk 2-8 sel anak betina. Organisme ini digunakan sebagai pakan untuk rotifer.
- c) *Nannocloris* (Air tawar, air laut,) berwarna hijau tidak motil dan tidak memiliki flagel, berukuran sangat kecil dengan diameter 1,5-2,5 mm, sel berbentuk bola, dan memiliki sedikit ciri untuk membedakannya. Chloroplasnya berbentuk U dalam sel yang sehat. Sel-selnya cenderung untuk mengapung dalam budidaya, berupa suspensi dalam

kondisi tanpa aerasi sehingga menguntungkan bagi usaha budidaya. organisme ini adalah sumber makan yang populer untuk mengkultur rotifer, kerang, dan larva udang.

- d) *Dunaliella* (Air tawar, air laut,) berwarna hijau motil dengan dua flagella, yang muncul didekat bagian belakang sel, lebar 5-8 mm, panjang 7-12 mm, Sel-selnya bergerak dengan cepat di air dan tampak bergoncang pada saat berenang. Selnya berbentuk melingkar hingga memanjang dan biasanya memiliki sebuah titik mata merah. Terdapat kloroplas yang mengisi 2/3 bagian selnya. Reproduksi dilakukan dengan cara sederhana dimana sel induk membelah menjadi dua sel anak betina. organisme ini adalah sumber makan yang populer untuk mengkultur rotifer, kerang, dan larva udang.
- e) *Chlorella* (Air tawar, air laut,) berwarna hijau dan tidak motil serta tidak memiliki flagella. Selnya berbentuk bola berukuran sedang dengan diameter 2-10 mm, tergantung spesiesnya, dengan chloroplas berbentuk cangkir. Selnya bereproduksi dengan membentuk dua sampai delapan sel anak didalam sel induk yang akan dilepaskan dengan melihat kondisi lingkungan. Merupakan pakan untuk rotifer dan dapnia.
- f) *Scenedesmus* (Air tawar,) berwarna hijau dan tidak motil dan biasanya tersusun atas 4 sel. Hidup berkoloni, berukuran lebar 12-14 mm, dan panjang 15-20 mm. Selnya berbentuk elips hingga lanceolate (panjang dan ramping), beberapa spesies memiliki duri atau tanduk. Setiap sel menghasilkan sebuah koloni bersel 4 setiap bereproduksi. Seringnya bersifat sebagai pengganggu. Organisme ini tidak umum dibudidayakan sebagai sumber pakan.
- g) *Ankistrodesmu* (Air tawar). Organisme ini berwarna hijau dan tidak motil dan biasa bersel satu, panjang, selnya berbentuk crescent tipis. Biasanya berkoloni empat hingga delapan dengan membentuk sudut satu dengan lainnya. Organisme ini seringkali mengkontaminasi perairan dan dapat

hidup pada pipa saluran air, air dalam kendi, dan air tandon. Tidak umum dikultur sebagai pakan.

## 2.2 Mikroalga *Chorella vulgaris*

*Chorella vulgaris* adalah mikrolaga yang termasuk ke dalam golongan alga hijau (*chloropyta*). bentuk sel *Chorella vulgaris* bulat lonjong dengan garis tengah sel antara 2-8  $\mu\text{m}$ . *Chorella vulgaris* berkembang biak dengan cara membelah diri dan pembentukan spora. *Chorella vulgaris* bersifat autotrof, yaitu membentuk makanannya sendiri melalui fotosintesis. Berikut gambar *Chorella vulgaris* pada Gambar 2.2.



(Sumber Arianty dan Desi, 2012: )

**Gambar 2.2.** *Chorella vulagris*

Mikroalga *Chorella vulgaris* adalah jenis tumbuhan yang belum mempunyai akar, batang dan daun sebenarnya, tetapi sudah memiliki klorofil sehingga bersifat autotrof. Tubuhnya terdiri dari satu sel (uniseluler) dan ada pula yang banyak sel (multiseluler). Uniseluler umumnya sebagai fitoplankton sedang yang multiseluler dapat hidup sebagai Nekton, Bentos dan Endofit. Alga berkembang biak dengan cara *vegetative* dan *generative*.

*Chorella vulgaris* mampu bertahan terhadap segala perubahan alam sejak zaman pre-kambium karena punya ketahanan genetik dengan mekanisme perubahan DNA yang sangat tinggi, serta bentuk, ukuran dan sifat dan dinding sel yang tersusun dari senyawa selulosa dan lignin yang kuat. Semua ini membuat *Chorella vulgaris* mudah menyesuaikan diri pada cuaca ekstrim dan bisa bertahan

pada pengaruh luar dalam waktu lama hal ini membuat *Chorella vulgaris* dapat ditemukan di perairan tropis, sub tropis, sampai kutub sekalipun (Surawira, 2005 dalam Fariz, 2011).

### 2.2.1 Klasifikasi *Chlorella Vulgaris*

Berdasarkan taksonominya, *Chlorella vulgaris* di klasifikasikan sebagai berikut :

**Tabel 2.3.** Taksonomi *Chlorella vulgaris*

Klasifikasi Ilmiah <i>Chlorella vulgaris</i>	
Kingdom	<i>Plantae</i>
Division	<i>Chlorophyta</i>
Kelas	<i>Chlorophyceae</i>
Ordo	<i>Chlorococcales</i>
Familia	<i>Oocystaceae</i>
Genus	<i>Chorella</i>
Spesies	<i>Chlorella vulgaris pyrenoidosa</i>

(Sumber: Fariz, 2010)

### 2.2.2 Kandungan Biomassa *Chorella vulgaris*

*Chorella vulgaris* memiliki komposisi biomassa yang sangat bermanfaat. Walaupun ukurannya kecil, tetapi kandungan gizi sangat tinggi. Didalam organisme ini terkandung berbagai unsur vitamin dan mineral yang essensial bagi tubuh. Salah satunya adalah *Chorella Growth Factor* (GGF). Komposisi GGF dalam *Chorella vulgaris* hanya 5% namun memiliki manfaat yang sangat luas di bidang kesehatan. GGF mengandung berbagai macam jenis asam amino, peptide, protein, vitamin dan glukoprotein. Secara umum kandungan biomassa dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

**Table 2.4.** Komposisi Biomassa *Chorella vulgaris*

<b>Komposisi</b>		
Protein	g/100g	33 – 45
Lemak	g/100g	6,9 – 16,1
Air	g/100g	-
Klorofil	g/100g	0,7 – 2,7
Sumber Mineral	g/100g	6,5 – 10,5
Lipid	g/100g	32 - 56
Rohfaser	g/100g	6,6 – 7,5
Ballastsoffe	g/100g	27,1 – 132.5
Karbohidrat	g/100g	0,9-2
<b>Mineral</b>		
Kalsium	Mg/100g	321 – 604
Magnesium	Mg/100g	273 – 604
Seng	Mg/100g	04 – 06
Besi	Mg/100g	40 – 70
Kalsium	Mg/100g	1000 – 2900
Iodium	Mg/100g	<0,0005
Selenium	µg/100g	02 – 10
<b>Vitamin</b>		
Betakaroten	Mg/100g	3,3 – 11,2
Vitamin B1	Mg/100g	0,5 – 1,0
Vitamin B2	Mg/100g	3,2 – 3,8
Vitamin B6	Mg/100g	0,3 – 3,7
Vitamin B12	Mg/100g	0,2 – 1,0
Vitamin E	Mg/100g	3,6 – 10,0
Vitamin C	Mg/100g	13 – 20
Vitamin K	Mg/100g	0,2 – 0,8

(Sumber: Fariz, 2011)

### 2.2.3 Pertumbuhan dan Perkembangan Mikroalga *Chlorella vulgaris*

*Chlorella vulgaris* mempunyai waktu generasi yang sangat cepat. Oleh karena itu dalam waktu yang relatif singkat, perbanyak sel akan terjadi secara cepat, terutama jika terjadinya cahaya dan sumber energi yang cukup. Adapun fase pertumbuhan pada mikroalga dapat diketahui dengan melakukan pengamatan terhadap beberapa parameter pertumbuhan seperti besarnya ukuran sel dan jumlah sel. Menurut Kawaroe *et al.*, (2010) pada pertumbuhan mikrolaga pada sistem kultivasi terbagi menjadi lima tahapan yaitu, fase adaptasi (*lag phase*), fase eksponensial (*log phase*), fase penurunan pertumbuhan (*declining growth*), fase

stasioner, fase kematian (*death phase*). Lima tahapan fase tersebut dijabarkan sebagai berikut:

a) Fase Adaptasi (*Lag Phase*)

*lag phase* merupakan suatu tahap setelah pemberian inokulum ke dalam media kultur dimana terjadi penundaan pertumbuhan yang dikarenakan *Chorella vulgaris* memerlukan pembelahan. Dalam hal ini tidak terjadi pertambahan sel. Fase ini adalah fase penyesuaian yaitu suatu masa ketika sel-sel kekurangan metabolisme dan enzim akibat dari keadaan tidak menguntungkan dalam pembiakan terdahulu, menyesuaikan diri dengan lingkungan yang baru. Enzim-enzim dan zat antara terbentuk dan terkumpul sampai konsentrasi yang cukup untuk kelanjutan pertumbuhan.

b) Fase Eksponensial (*Log Phase*)

pada fase ini sel-sel membelah dengan cepat dan terjadi pertambahan dalam jumlah sel. Selama fase ini, sel-sel berada dalam keadaan yang stabil. Bahan sel baru terbentuk dengan konstan tetapi bahan-bahan ini bersifat katalitik dan massa bertambah secara eksponensial. Hal ini bergantung pada satu atau dua hal yang terjadi, yaitu apabila tidak atau lebih zat makan dalam pembenihan maka hasil metabolisme yang beracun akan tertimbun dan menghambat pertumbuhan. Kultur ini bertambah dengan kecepatan yang konstan. Dalam penggunaan mikroorganisme pada dunia perindustrian dibutuhkan bibit atau *starter* untuk proses fermentasi suatu bahan makanan, biasanya digunakan mikroorganisme yang sedang berada dalam fase eksponensial.

c) Fase Penurunan Laju Pertumbuhan (Deklinasi)

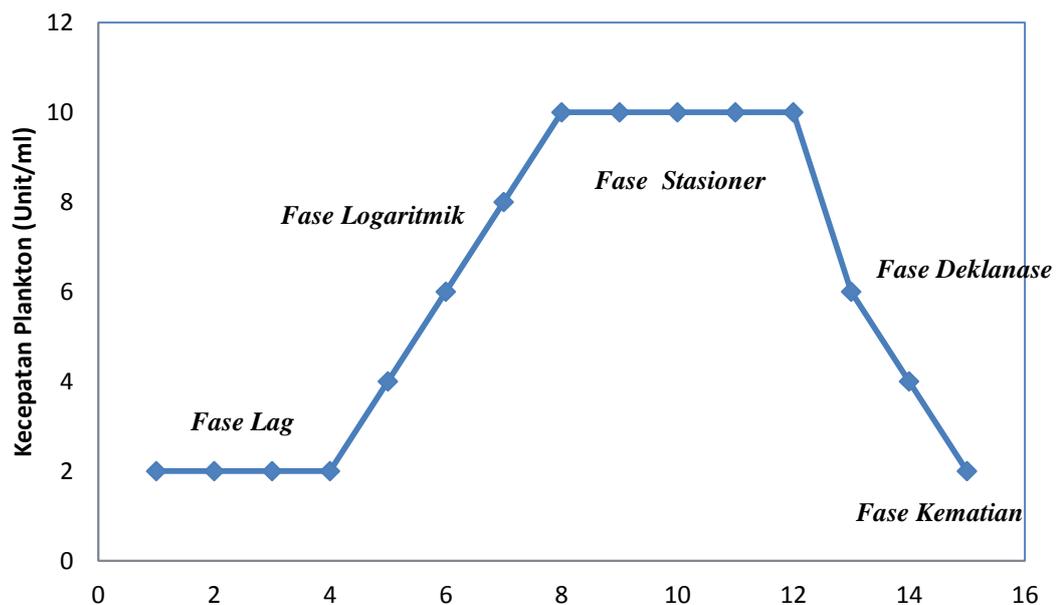
Pada fase ini terjadi pertambahan sel namun namun laju pertumbuhannya menurun. Hal ini dikarenakan terjadinya kompetisi yang sangat tinggi di dalam media hidup karena zat makan yang tersedia tidak sebanding dengan populasi akibat dari pertumbuhan yang sangat cepat pada fase eksponensial sehingga sebagian dari populasi yang mendapatkan makan yang cukup dan dapat tumbuh serta membelah

d) Fase Stasioner

Pada fase ini laju pertumbuhan berbanding lurus dengan laju kematian sehingga penambahan maupun pengurangan mikroalga relatif sama, oleh karena itu kepadatan kultur menjadi tetap.

e) Fase Kematian

Pada fase ini laju kematian lebih cepat dibandingkan dengan laju pertumbuhan sehingga terjadi penurunan jumlah sel pada bak kulturisasi. Penurunan kepadatan mikroalga ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh suhu, intensitas cahaya, jumlah hara yang ada dan beberapa kondisi lingkungan yang lain. Kurva pertumbuhan mikroalga disajikan pada Gambar 2.2..



Gambar 2.3. Fase Pertumbuhan Mikroalga

### 2.3 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan *Chorella vulgaris*

Organisme autotrofik seperti *Chorella vulgaris* membutuhkan cahaya, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, nutrient dan trace elemen untuk pertumbuhannya. Berikut akan diuraikan beberapa faktor lain yang berhubungan dengan hal-hal tersebut yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan mikroalga hijau *Chorella vulgaris* pada medium terbatas

### 2.3.1 Media Kultur Mikroalga

Dalam budidaya mikroalga media kultur digunakan sebagai tempat untuk tumbuh dan berkembang biak. Menurut Suriawira (BBL Lampung, 2002), susunan bahan baik bahan alami maupun bahan buatan yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan dinamakan media. Media yang digunakan dalam budidaya mikroalga berbentuk cair yang didalamnya terkandung beberapa 12 senyawa kimia yang merupakan sumber nutrient untuk keperluan hidupnya. Selanjutnya menurut Christi (2007), pertumbuhan dan perkembangan mikroalga memerlukan berbagai nutrien yang diabsorpsi dari luar (media).

Secara garis besar kebutuhan unsur hara bagi kehidupan mikroalga dapat dibagi menjadi dua, yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro

a) Unsur makro terdiri dari N, P, K, S, Na, Si, dan Ca

Unsur hara makro maupun mikro diberikan dalam bentuk senyawa. Unsur hara makro adalah unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang relatif banyak. Nitrogen (N) diberikan dalam bentuk  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_2\text{SO}_4$  Berfungsi untuk membentuk protein, lemak, dan berbagai senyawa organik lain, pertumbuhan serta pembentukan sel secara vegetatif. Fosfor (P), diberikan dalam bentuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , berfungsi untuk metabolisme energi, sebagai stabilitor membran sel, pengaturan metabolisme alga, pengaturan produksi pati/amilum, pembentukan karbohidrat, sangat penting dalam transfer energi, protein, dan sintesis asam amino.

Unsur kalium (K) memperkuat organ alga, memperlancar metabolisme dan memperlancar penyerapan makanan, unsur sulfur (S) berperan dalam pembentukan asam amino dan vitamin, unsur kalsium (Ca) berperan membantu menyusun dinding sel, mengatur permeabilitas membran. Kalium (K), diberikan dalam bentuk  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , berfungsi untuk pemanjangan sel, memperkuat tubuh alga, memperlancar metabolisme dan penyerapan makanan. Unsur S merupakan unsur yang penting untuk pembentukan beberapa jenis protein, seperti asam amino dan vitamin B1.

b) Unsur mikro terdiri dari Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Mo, Co, dan B.

Unsur mikro adalah unsur hara yang diperlukan mikroalga dalam jumlah yang sedikit namun harus ada dalam media pertumbuhannya. Unsur Fe biasanya diberikan dalam bentuk senyawa  $\text{FeCl}_3$ , berfungsi sebagai penyangga kestabilan pH media dan berperan dalam pembentukan klorofil. (Mn) berperan sebagai aktivator enzim, unsur (Zn) berperan sebagai aktivator enzim dan penyusun klorofil, unsur (Cu) berperan sebagai bagian enzim fenolase, laktase, dan askorbat oksidase, unsur (B) berfungsi dalam translokasi karbohidrat, sebagai aktivator dan inaktivator zat pengatur tumbuh, unsur (Cl) berperan sebagai ion yang berpengaruh terhadap aktivitas enzim, (Mo) berperan dalam membentuk enzim reduktase, sintesis asam askorbat dan ikut dalam metabolisme fosfor. Magnesium (Mg) diberikan dalam bentuk  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  berperan dalam pembentukan klorofil, pembentukan karbohidrat, lemak, vitamin, dan untuk meningkatkan kandungan fosfat serta pembentukan protein.

Menurut Vonshak dkk,(2004) dan Sanchez Luna dkk,(2006), kualitas kandungan nutrisi pada mikroalga berkaitan dengan komposisi nutrisi di media kultur dan parameter kualitas airnya. Perbedaan kualitas air dan media kultur diduga mengakibatkan perbedaan kandungan nutrisi pada mikroalga yang dihasilkannya. Hal ini berkaitan dengan kebutuhannya akan makro dan mikronutrien untuk kehidupannya. Selain itu mikroalga juga memerlukan mikronutrien organik berupa unsur vitamin yang mampu menunjang pertumbuhannya, antara lain cobalamin (B12), thiamin (B1) dan biotin (Taw, 1990 ; Andersen, 2005), serta menurut Jati dkk (2012), perbedaan media kultur berpengaruh terhadap kandungan nutrisi yang dihasilkan

### **2.3.2 Jenis Medium**

Medium pembiakan sangat berpengaruh dalam pertumbuhan *Chorella vulgaris* apabila asupan nutrisi dan medium tidak cukup, maka laju pertumbuhannya akan terhambat. Oleh karena itu medium pembiakannya harus memiliki berbagai nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangannya sehingga komposisi dari medium yang diberikan harus sesuai.

Medium yang diperlukan untuk pertumbuhan *Chorella* relative lebih sederhana dan hanya memerlukan jenis nutrisi yang lebih sedikit jika dibandingkan dengan medium untuk jenis alga lainnya. Ada beberapa medium yang biasanya digunakan untuk pembiakan *Chorella vulgaris*. Yaitu Benneck, Detmer, Pupuk Komersial dan walne. komposisi untuk masing-masing medium ditunjukkan pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5.** Perbandingan Komposisi Nutrisi Medium Pembiakan *Chorella vulgaris*

Nutrisi	Benneck	Detmer	Pupuk Komersial	Walne
MgSO <sub>4</sub>	100 mg/L	550 mg/L	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	200 mg/L	250 mg/L	-	-
NaNO <sub>3</sub>	500 mg/L	-	-	100 mg/L
FeCl <sub>3</sub>	3-5 mg/L	-	-	1,3 mg/L
KCl	-	250 mg/L	40 mg/L	-
Cu(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	1000 mg/L	-	-
Cu(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	800 mg/L	-
Na <sub>2</sub> EDTA	-	-	-	45 mg/L
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	-	-	-	33,6 mg/L
TSP	-	-	15 mg/L	-
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	-	-	20 mg/L
MnCl <sub>2</sub>	-	-	-	0,36 mg/L

(Wirosaputro, 2002 dalam Zahir, 2011)

### 2.3.3 Pencahayaan

Cahaya merupakan faktor utama yang mempunyai peranan penting untuk pertumbuhan mikroalga sebagai sumber energi untuk pertumbuhan mikroalga dan fotosintesis. Intensitas yang baik bagi mikroalga untuk melakukan fotosintesis berkisar antara 2-3 kilolux. Cahaya matahari yang diperoleh mikroalga dapat digantikan lampu TL. Penggunaan cahaya yang berasal dari lampu TL karena didasari oleh kebutuhan intensitas cahaya pada penelitian ini dimana jika cahaya pada lampu TL dapat diatur sesuai dengan intensitas yang dibutuhkan. Selain itu lampu TL mempunyai kestabilan intensitas cahaya jika dibandingkan dengan

cahaya yang bersumber dari cahaya matahari. Faktor pencahayaan dibagi menjadi tiga bagian, yaitu pencahayaan kontinyu, pencahayaan alterasi dan pencahayaan gelap-terang (fotoperiodesitas). Sebenarnya faktor pencahayaan juga dapat dibagi lagi menjadi pencahayaan dengan panjang gelombang tertentu dan intensitas tertentu. Namun, kali ini hanya akan dibahas mengenai pencahayaan dengan intensitas tertentu.

#### 1. Pencahayaan Kontinyu

Istilah pencahayaan kontinyu dalam penelitian ini adalah *Chorella vulgaris* yang diiluminasi dengan cahaya tampak (370-900 nm) secara terus menerus hingga mencapai fase stasionernya. Menurut penelitian yang telah dilakukan, perlakuan ini memberikan hasil laju pertumbuhan yang tinggi jika dibandingkan dengan pencahayaan gelap-terang (fotoperiodesitas)

#### 2. Pencahayaan Terang - Gelap

Istilah pencahayaan kontinyu dalam penelitian ini adalah *Chorella vulgaris* yang diiluminasi dengan cahaya tampak (370-900 nm) dengan mengatur kondisi terang selama 8 jam dan kondisi gelap selama 16 jam, seperti kondisi alam (periode cahaya matahari). Dari penelitian yang telah dilakukan, perlakuan ini memberikan efisiensi cahaya yang paling besar dibandingkan dengan pencahayaan kontinyu, namun laju pertumbuhannya masih sedikit dibawah pencahayaan kontinyu

#### 3. Pencahayaan Alterasi

Alterasi merupakan perubahan perlakuan cahaya kontinyu dengan memberikan intensitas cahaya yang semakin tinggi seiring dengan pertambahan jumlah sel dari dalam penelitian ini. Perlakuan pencahayaan alterasi didasari pada semakin banyaknya jumlah sel biomassa dari *Chorella vulgaris* maka kultur akan semakin pekat, sehingga cahaya yang diberikan tidak lagi diterima secara merata oleh semua sel (terbatas pada sel yang ada di depan sumber cahaya). Usaha ini telah dibuktikan dapat meningkatkan laju pertumbuhan optimal dan menghasilkan biomassa

dengan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan pencahayaan kontinyu tanpa alterasi

### 2.3.4 Kondisi Operasi

Dalam proses kultivasi *Chorella vulgaris* digunakan beberapa kondisi operasi yaitu konsentrasi CO<sub>2</sub> temperatur operasi, pH dan laju alir baik untuk udara ataupun CO<sub>2</sub>. Berikut diuraikan dibawah ini:

#### 1. Konsentrasi

Dalam proses konsentrasi, CO<sub>2</sub> merupakan unsur paling penting. Tersedianya CO<sub>2</sub> yang cukup dalam media akan memperlancar proses fotosintesis yang akan berimpas pada pertumbuhan *Chorella vulgaris* itu sendiri. Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang optimal untuk pertumbuhan *Chorella vulgaris* adalah sekitar 3-5% (Wirosaputro,2002)

#### 2. Temperature

Kondisi lingkungan dimana pembiakan diletakan akan mempengaruhi proses metabolisme sel yang ada didalamnya. Semakin tinggi suhu maka laju reaksi akan semakin besar. Berdasarkan prinsip tersebut sel akan tumbuh lebih cepat pada temperatur yang lebih tinggi. Namun dapat menyebabkan denaturasi protein dan asam nukleat, kehilangan enzim yang penting dan metabolisme sel. Temperatur optimum bagi perkembangan *Chorella vulgaris* adalah 23<sup>0</sup>C – 30<sup>0</sup>C.

#### 3. Derajat Keasaman (pH)

Derajat Keasaman (pH) akan mempengaruhi kinerja kerja suatu enzim. Menurut Round (1973), dalam Zahir (2011), pH media berkisar antara 7,0-8,0 cukup baik digunakan dalam kultur alga di laboratorium. *Chorella vulgaris* sendiri tahan terhadap lingkungan yang asam dengan pH mencapai 2. Untuk mencegah terjadinya perubahan pH dalam media kultur alga, perlu ditambahkan EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetat*) ke dalam media, karena EDTA berfungsi sebagai *buffer* sehingga pH media akan tetap stabil

#### 4. Laju Alir dan CO<sub>2</sub>

Laju alir udara perlu dipertimbangkan jika jenis reactor yang digunakan adalah reaktor kolom gelembung. Sedangkan laju CO<sub>2</sub> diatur sesuai dengan model reactor yang digunakan, luas permukaan kontak dan volume kultur. Hal ini ditunjukkan untuk pemerataan suplai CO<sub>2</sub> yang dibutuhkan oleh *Chorella vulgaris* pada medium terbatas.

#### 5. Pre – Culture

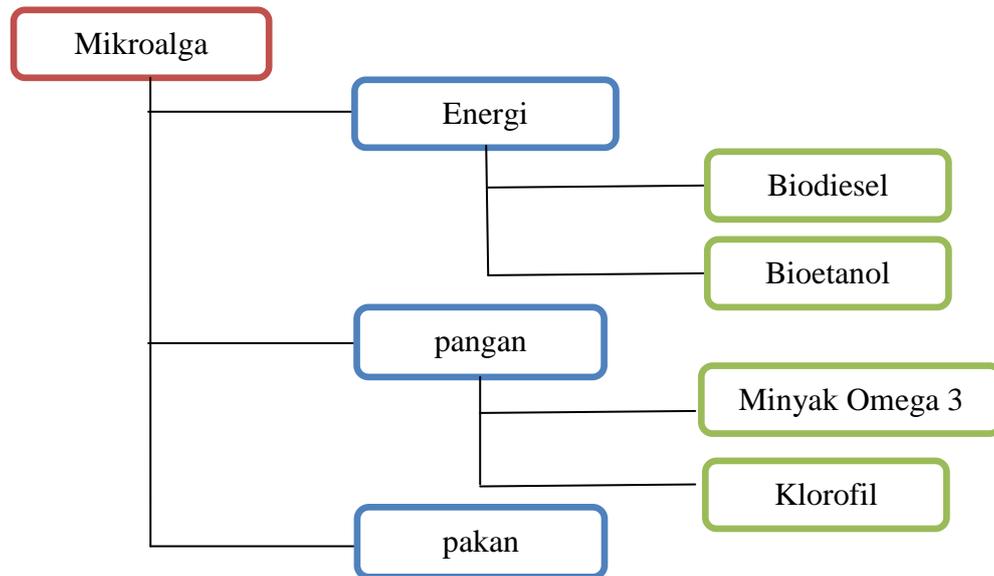
Tahapan ini sangat penting dalam pembiakan *Chorella vulgaris* pada tahap ini mikroalga dikenalkan pada medium baru agar lebih terbiasa hingga dapat melewati fase lag-nya. Setelah itu *Chorella* siap untuk dibiakan pada fase log. Tahap ini juga bertujuan untuk mengetahui apakah medium yang digunakan sesuai.

#### 6. Kontaminasi

Sedikit kontaminan yang ada akan mempengaruhi pertumbuhan *Chorella vulgaris* kontaminan dapat berebut makanan dengan *Chorella* itu sendiri dan yang lebih berbahaya jika kontaminan yang ada menjadi predator bagi mikroalga itu sendiri. Oleh karena itu, seluruh kegiatan kultivasi *Chorella vulgaris* harus dilakukan secara steril untuk mencegah adanya kontaminan.

### **2.4 Produk Turunan Mikroalga**

Mikroalga merupakan sumber biomassa yang mengandung beberapa komponen penting diantaranya karbohidrat, protein, asam lemak, vitamin dan lain-lain. Bukan hanya itu mikroalga sangat mudah tumbuh dan berkembang biak, sehingga mikroalga dapat dijadikan sebagai bahan baku untuk memproduksi produk-produk yang lain yang bisa dilihat pada Gambar 2.4 .



(Sumber: Handayani, Arianti, 2012)

**Gambar 2.4.** Turunan Produk Mikroalga

### 2.4.1 Biodiesel

Biodiesel terbuat dari minyak nabati dan lemak hewani yang mengandung trigliserida. Trigliserida terdiri dari tiga rantai asam lemak yang digabungkan oleh molekul gliserol. Proses pembuatan biodiesel atau transesterifikasi merupakan proses penggantian molekul gliserol dengan methanol yang kemudian membentuk *fatty acid methyl ester (FAME)* yang disebut biodiesel. Proses pembuatan biodiesel harus memenuhi beberapa parameter seperti:

- kontinuitas bahan baku harus terjaga
- ongkos produksi harus lebih rendah dari produksi minyak bumi
- produk yang dihasilkan harus memenuhi standar bahan bakar.

Berdasarkan parameter tersebut, mikroalga merupakan biomasa yang potensial untuk digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel karena tingkat pertumbuhannya sangat tinggi serta memiliki fraksi lipid yang dapat digunakan sebagai bahan baku biodiesel.

### 2.4.2 Bioetanol

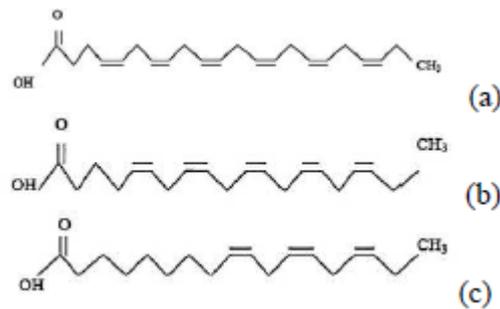
Bioetanol yang dihasilkan dari biomasa biasanya diproduksi secara proses biokimia seperti fermentasi atau proses termokimia seperti gasifikasi. Biomassa

yang digunakan sebagai bahan baku bioethanol adalah jagung dan tebu dimana bahan baku tersebut masih memiliki nilai yang tinggi untuk pangan dan dibutuhkan area luas dalam memproduksinya.

Keberadaan mikroalga sangat berpotensi dalam produksi bioethanol untuk menggantikan bahan baku yang masih bernilai pangan tinggi. Mikroalga mengandung karbohidrat dan protein yang dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam proses fermentasi pembentukan bioethanol. Baku produksi bioethanol antara lain: proses fermentasi memerlukan energi yang lebih sedikit dibandingkan dengan proses produksi biodiesel, selain itu produk samping yang berupa karbon dioksida dapat digunakan kembali sebagai sumber karbon dalam proses kultivasi mikroalga.

### **2.4.3 Minyak Omega 3**

Mikroalga secara alami mengandung asam lemak omega 3 yang dapat di ekstrak dan di purifikasi untuk dijadikan produk nutrisi yang bermanfaat bagi manusia. Asam lemak omega-3 (PUFA n-3) merupakan asam lemak tak jenuh ganda yang terdapat dalam makanan sebagai *α-linolenat acid* (ALA, C18:3, n-3) kacang. ALA merupakan rantai terpendek dari n-3 dan banyak terkandung dalam minyak nabati dan kacang-kacangan. *Eicosapentaenoic acid* (EPA, C20:5, n-3) dan *docosahexaenoic acid* (DHA, C22:6, n-3) merupakan produk turunan dari n-3 yang banyak terdapat dalam ikan dan mikroorganisme lain seperti mikroalga dan bakteri. ALA dapat dikonversi menjadi EPA dan DHA dalam tubuh, namun konversinya sangat terbatas dan tidak efisien, oleh karena itu n-3 harus disediakan dalam bentuk suplemen makanan. Apabila dibandingkan dengan minyak omega 3 dari ikan, mikroalga memproduksi sendiri minyak omega 3 dalam tubuhnya dan membuat proses produksinya lebih sederhana dan ekonomis. Karbohidrat akan dikonversi menjadi etanol dan karbon dioksida melalui proses fermentasi yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti bakteri dan yeast. Berikut ini adalah persamaan reaksinya :



(Sumber: Handayani, Arianti, 2012)

**Gambar 2.5.** Struktur Omega 3

#### 2.4.4 Pakan Ternak

Komoditas lain yang berbahan baku mikroalga adalah pakan akuakultur atau ternak. Mikroalga sebagai pakan memiliki sifat rendah kalori, kaya mineral, vitamin dan protein serta kandungan lemak rendah (Kumar). Selain itu mikroalga jenis *Spirullina*, memiliki kandungan nutrisi tinggi seperti protein (60–70 % berat), vitamin B12 dan provitamin A (*bcaratene*) serta mineral dan mudah dicerna oleh ternak. Mikroalga terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan berat badan pada ikan, dan babi, selain itu mikroalga yang dijadikan pakan ayam dapat menurunkan kandungan kolesterol dalam telur yang dihasilkan serta warna dari telur menjadi lebih gelap akibat penambahan kandungan pigmen karoten.

#### 2.5 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipid. Sifat khas dan mencirikan golongan lipid (termasuk minyak dan lemak) adalah daya larutnya dalam pelarut organik (misal ester, benzene, kloroform) atau sebaliknya, yaitu ketidak larutannya dalam air. Kelompok-kelompok lipid dapat dibedakan berdasarkan struktur utama tertentu. Kelompok-kelompok lipid tersebut adalah:

- Kelompok trigliserida (lemak, minyak dan asam lemak)
- Kelompok turunan asam lemak (lilin, aldehyd asam lemak dan lain-lain)
- Fosfolipid dan steroida
- Karotenoid
- Kelompok lipid lain

Lemak dan minyak atau secara kimia adalah trigliserida merupakan bagian terbesar kelompok lipid. Secara umum, lemak diartikan sebagai trigliserida yang dalam kondisi suhu ruang berbeda dalam keadaan padat. Sedangkan minyak adalah trigliserida yang dalam suhu ruang berbentuk cair.

Lemak merupakan bahan padat pada suhu kamar, disebabkan karena kandungan asam lemak jenuh tinggi secara kimia tidak mengandung ikatan rangkap, sehingga mempunyai titik lebur yang tinggi. Contoh asam lemak jenuh yang banyak terdapat di alam adalah asam palmitat dan asam *stearate*.

Minyak nabati pada umumnya merupakan asam lemak tidak jenuh, sebagian besar minyak nabati berbentuk cair karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh dan telah dimanfaatkan secara luas. Minyak nabati seperti halnya minyak lemak dari hewan telah lama dikenal bukan hanya sekedar sebagai minyak yang dapat dimakan (*edible oil*) akan tetapi juga sebagai bahan baku *oleochemical* seperti pembuatan sabun, detergen dan sebagainya, selain itu juga merupakan bahan utama pembuatan margarine.

**Tabel 2.6.** Kandungan Asam Lemak dalam Beberapa Spesies Mikroalga

Nama Senyawa	<i>Scendesmus</i> <i>sp.</i>	<i>Chorella</i> <i>sp.</i>	<i>Nannochloropsis</i> <i>sp.</i>	<i>Spirulina</i> <i>Sp.</i>
Asam Kapriat	0,07	-	0,30	0,07
Asam Laurat	0,22	0,02	0,99	3,08
Asam Mysristat	0,34	-	7,06	2
Asam Stearat	13,85	29,50	-	3,5
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	9,78	2,15	42,32	0,24
Palmit oleat	-	-	-	-
Asam Linoleat	25,16	45,07	2,47	9,93
Asam Linolenat	1616	11,49	-	-
Gliserol trilaurat	3,73	-	-	-
Vinil Laurat	35,52	-	-	-

(Sumber: Destya Nilawati, 2012)

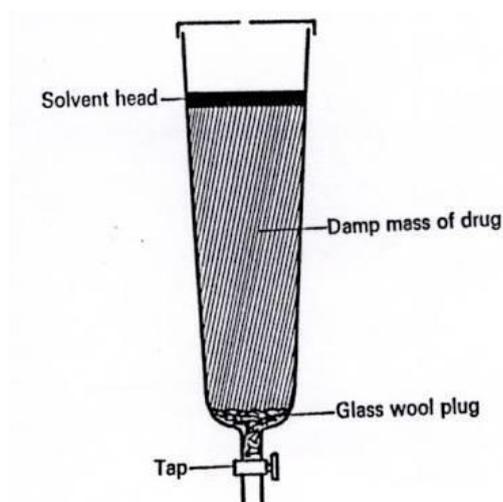
## 2.6 Macam - Macam Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah pemisahan suatu zat dari campurannya dengan pembagian sebuah zat terlarut antara dua pelarut yang tidak dapat tercampur untuk mengambil zat terlarut tersebut dari satu pelarut ke pelarut yang lain. Ekstraksi bertujuan untuk melarutkan senyawa-senyawa yang terdapat dalam jaringan tanaman ke dalam pelarut yang dipakai untuk proses ekstraksi tersebut.

Jenis-jenis ekstraksi bahan alam menurut Kawaroe (2010) yang sering dilakukan adalah :

### 2.6.1 Metode Maserasi

Maserasi merupakan cara pelarutan yang sederhana. Maserasi dilakukan dengan cara merendam serbuk sampel dalam cairan pelarut. Cairan pelarut akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dengan karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel.



(Sumber: Anonim )

**Gambar 2.6.** Metode Ekstraksi Maserasi

### 2.6.2 Metode Perkolasi

Perkolasi adalah proses pelarutan sampel dengan jalan melewati pelarut yang sesuai secara lambat pada sampel dalam suatu percolator. Perkolasi bertujuan supaya zat berkhasiat tertarik seluruhnya dan biasanya dilakukan untuk zat berkhasiat yang tahan ataupun tidak tahan pemanasan. Cairan pelarut dialirkan dari atas ke bawah melalui serbuk tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif sel-sel yang dilalui sampai mencapai keadaan jenuh. Gerak kebawah disebabkan oleh kekuatan gaya beratnya sendiri dan cairan di atasnya, dikurangi dengan daya kapiler yang cenderung untuk menahan. Kekuatan yang berperan pada perkolasi antara lain: gaya berat, kekentalan, daya larut, tegangan permukaan, difusi, osmosis, adesi, daya kapiler dan daya gesekan (friksi).



(Sumber: Anonim, 2016)

**Gambar 2.7.** Metode Perkolasi

### 2.6.3 Metode Refluks

Salah satu metode sintesis senyawa anorganik adalah refluks, metode ini digunakan apabila dalam sintesis tersebut menggunakan pelarut yang volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai (Gambar 2.8). Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga

pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung. Sedangkan aliran gas  $N_2$  diberikan agar tidak ada uap air atau gas oksigen yang masuk terutama pada senyawa organologam untuk sintesis senyawa anorganik karena sifatnya reaktif.



(Sumber: Anonim, 2016)

**Gambar 2.8.** Metode Ekstraksi Refluks

#### 2.6.4 Metode Soxhlet

Sokletasi adalah suatu metode atau proses pemisahan suatu komponen yang terdapat dalam zat padat dengan cara penyaringan berulang-ulang dengan menggunakan pelarut tertentu, sehingga semua komponen yang diinginkan akan terisolasi. Sokletasi digunakan pada pelarut organik tertentu. Dengan cara pemanasan, sehingga uap yang timbul setelah dingin secara kontinyu akan membasahi sampel, secara teratur pelarut tersebut dimasukkan kembali ke dalam labu dengan membawa senyawa kimia yang akan diisolasi tersebut. Pelarut yang telah membawa senyawa kimia pada labu distilasi yang diuapkan dengan rotary evaporator sehingga pelarut tersebut dapat diangkat lagi bila suatu campuran organik berbentuk cair atau padat ditemui pada suatu zat padat, maka dapat diekstrak dengan menggunakan pelarut yang diinginkan.



(Sumber: Anonim, 2016)

**Gambar 2.8.** Rangkaian Sokhletasi

## 2.7 Pelarut Ekstraksi

Dalam mengisolasi suatu minyak baik hewani maupun nabati dengan menggunakan metode ekstraksi pasti membutuhkan pelarut untuk menunjang kinerjanya. Pelarut yang sesuai dapat menghasilkan minyak dengan kandungan rendeman dan mutu yang baik. Jenis pelarut berkaitan dengan polaritas dari pelarut tersebut. Hal yang perlu diperhatikan dalam proses ekstraksi adalah senyawa yang memiliki kepolaran yang sama. Berikut adalah pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi:

### 1. Etanol

Etanol adalah sejenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna, dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Etanol adalah cairan tak berwarna yang mudah menguap dengan aroma yang khas. Ia terbakar tanpa asap dengan lidah api berwarna biru yang kadang-kadang tidak dapat terlihat pada cahaya biasa.

Etanol dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$  adalah pelarut yang serbaguna, larut dalam air dan pelarut organik lainnya, meliputi asam asetat, aseton, benzena, karbon tetraklorida, kloroform, dietil eter, etilena glikol, gliserol, nitrometana, piridina, dan toluena. Ia juga larut dalam hidrokarbon alifatik yang ringan, seperti pentana dan heksana, dan juga larut dalam senyawa klorida alifatik seperti trikloroetana dan tetrakloroetilena. Pada umumnya pelarut yang sering

digunakan adalah etanol karena etanol mempunyai polaritas yang tinggi sehingga dapat mengekstrak bahan lebih banyak dibandingkan jenis pelarut organik yang lain. Pelarut yang mempunyai gugus karboksil (alkohol) dan karbonil (keton) termasuk dalam pelarut polar. Etanol mempunyai titik didih yang rendah dan cenderung aman. Etanol juga tidak beracun dan berbahaya. Berikut disajikan karakteristik etanol pada bentuk tabel dibawah ini.

**Tabel 2.7.** Sifat Fisika dan Kimia Etanol

<b>Sifat Fisika dan Kimia Etanol</b>	
Rumus Molekul	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Berat Molekul	46,07g/mol
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	0,7893 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	-114,14 °C
Titik Didih	78,29 °C
Kelarutan	Larut dalam air
Viskositas	1200 cP

(Sumber: Anonim, 2016)

## 2. Khlorofom

Klorofom adalah nama lain dari triklorometana (CHCl<sub>3</sub>). Kloroform merupakan senyawa organik berwujud cair dengan titik didih 61,2 °C, indeks bias 1,487 dan berbau menyengat, serta mudah menguap. Dalam Kamus Kimia (Balai Pustaka, 2002) kloroform adalah zat cair tanpa warna dengan bau manis, menyenangkan dan anestetik. Dalam kehidupan sehari-hari kloroform berfungsi sebagai pembius, dan pelarut senyawa organik.

Kloroform (CHCl<sub>3</sub>) tidak larut dalam air tetapi merupakan pelarut efektif untuk senyawa organik. Prinsip kerja dan sintesis kloroform adalah halogenasi yaitu reaksi substitusi yang terjadi pada suatu senyawa organik yang memiliki halogen alfa. Halogenasi terjadi karena pengaruh tarikan atom oleh unsur golongan halogen.

**Tabel 2.8.** Sifat Fisika dan Kimia Khloroform

<b>Sifat Fisika dan Kimia Khloroform</b>	
Rumus Molekul	$\text{CHCl}_3$
Berat Molekul	119,37 g/mol
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	1,489 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	-63,5 °C
Titik Didih	61,15 °C
Kelarutan	Tidak larut dalam air
Viskositas	0,563 Cp

(Sumber: Anonim, 2016)

## 3. N-Heksana

Pelarut adalah benda cair atau gas yang melarutkan benda padat, cair atau gas yang menghasilkan sebuah larutan. n-Heksana adalah jenis pelarut yang sering digunakan karena memiliki titik didih yang rendah sehingga mudah diuapkan. Seluruh isomer heksana amat tidak reaktif dan serung digunakan sebagai pelarut organik yang inert. n-Heksana juga umum terdapat pada bensin dan lem sepatu, kulit dan tekstil. Berikut adalah data dari pelarut n- Heksana. Berikut ini ditampilkan sifat kimia dan kimia pelarut heksan pada Tabel 2.9.

**Tabel 2.9.** Sifat Fisika dan Kimia N-Heksana

<b>Sifat Fisika dan Kimia N-Heksana</b>	
Rumus Molekul	$\text{C}_6\text{H}_{14}$
Berat Molekul	86,18 gr/mol l
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	0,66 gr/cm <sup>3</sup>
Titik Didih	70°C
Kelarutan	Larut dalam air
Viskositas	0,326 mPa.s pada 20°C

(Sumber: Anonim, 2016)

## 4. Aseton

Aseton, juga dikenal sebagai propanon, dimetil keton, 2-propanon, propan-2-on, dimetilformaldehida, dan  $\beta$ -ketopropana, adalah senyawa berbentuk cairan yang tidak berwarna dan mudah terbakar. Ia merupakan keton yang paling sederhana yang memiliki rumus molekul  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ .

Aseton bersifat semipolar. Dilihat dari struktur molekul aseton, terdapat ikatan C=O yang memiliki selisih keelektronegatifan sebesar 1 yang menandakan bahwa senyawa tersebut bersifat polar. Akan tetapi dalam struktur molekul aseton terdapat juga ikatan C-H yang memiliki selisih keelektronegatifan sebesar 0,4 (lebih kecil daripada 1) maka aseton juga bersifat nonpolar. Sifat kepolaran aseton menyebabkan aseton dapat digunakan sebagai pelarut senyawa polar dan non polar. Aseton digunakan untuk membuat plastik, serat, obat-obatan, dan senyawa-senyawa kimia lainnya. Selain dimanufaktur secara industri, aseton juga dapat ditemukan secara alami, termasuk pada tubuh manusia dalam kandungan kecil. Berikut ini Tabel 2.10 Mengenai sifat kimia dan fisika aseton

**Tabel 2.10.** Sifat Kimia dan Fisika Pelarut Aseton  
**Sifat Fisika dan Kimia Aseton**

Rumus Molekul	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>
Berat Molekul	58,08 g/mol
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	0,79 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	-94,9 °C
Titik Didih	56,53 °C
Bentuk Molekul	trigonal planar pada C=O

(Sumber: Anonim, 2016)

## 5. Isopropanol

Isopropanol atau isopropyl alkohol adalah nama populer dari senyawa kimia dengan rumus molekul C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O atau C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>OH. Senyawa ini merupakan senyawa tak berwarna, mudah terbakar dengan bau menyengat. Senyawa ini merupakan alkohol sekunder yang paling sederhana, di mana atom karbon yang mengikat gugus alkohol juga mengikat 2 atom karbon lain (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CHOH. Merupakan isomer struktur dari 1-propanol

Isopropil Alkohol dan Manfaatnya sebagai Aditif Bahan Bakar Isopropil alkohol (IPA) atau isopropanol adalah nama lain dari 2-propanol. Rumus kimianya adalah CH<sub>3</sub>CHOHCH<sub>3</sub>. Senyawa ini merupakan turunan kedua setelah propilen dari propana. Isopropil alkohol dapat membentuk azeotrop dengan air pada 87,4% isopropanol. IPA adalah zat yang sangat mudah menguap, mudah

terbakar, berbau khas dan beracun. Senyawa ini memiliki karakteristik sebagai berikut. Tabel 2.11. karakteristik isopropanol

**Tabel 2.11** Sifat Fisika dan Kimia Isopropanol

<b>Sifat Fisika dan Kimia Isopropanol</b>	
Rumus Molekul	$C_3H_7OH$
Berat Molekul	32.04 g/mol
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	0,7918 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	-97 °C
Titik Didih	64,7 °C
Kelarutan	Larut dalam air
Viskositas	0,59 mPa.S

(Sumber: Anonim, 2016)

## 6. Metanol

Metanol juga dikenal sebagai metil alkohol, *wood alcohol* atau spiritus, adalah senyawa kimia dengan rumus kimia  $CH_3OH$ . Ia merupakan bentuk alkohol paling sederhana. Pada umumnya berbentuk cairan yang ringan, mudah menguap, tidak berwarna, mudah terbakar, dan beracun dengan bau yang khas (berbau lebih ringan daripada etanol). Metanol digunakan sebagai bahan pendingin anti beku, pelarut, bahan bakar dan sebagai bahan aditif bagi etanol industri. Dibawah ini merupakan Tabel 2.12 . mengenai karakteristik metanol baik fisika maupun kimia

**Tabel 2.12.** Karakteristik Sifat Fisika dan Kimia Metanol

<b>Sifat Fisika dan Kimia Metanol</b>	
Rumus Molekul	$CH_3OH$
Berat Molekul	32.04 g/mol
Wujud	Liquid tak berwarna
Densitas	0,7918 g/cm <sup>3</sup>
Titik Lebur	-97 °C
Titik Didih	64,7 °C
Kelarutan	Larut dalam air
Viskositas	0,59 mPa.S

(Sumber: Anonim, 2016)