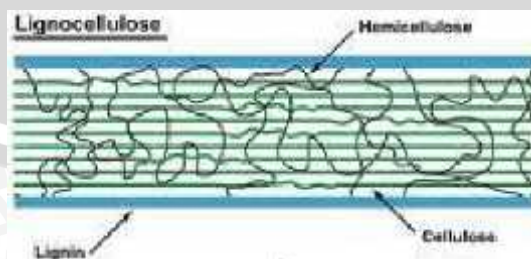


## 2. TIJNAUAN PUSTAKA

### 2.1 Alga Coklat (*Phaeophyceae*)

Struktur tubuh alga coklat bervariasi mulai dari yang berbentuk filamen hingga yang menyerupai tumbuhan tingkat tinggi. Banyak di antara anggota divisi *Phaeophyta* merupakan jenis alga dengan ukuran thallus terbesar di dunia, contohnya *Macrocystis pyrifera* yang dapat tumbuh lebih dari 80 meter di pesisir barat California. Pada umumnya alga coklat dapat hidup di laut tumbuh di dasar perairan dan melekat pada substrat dengan menggunakan holdfast. Di Indonesia alga coklat yang umum dijumpai berasal dari genera *Sargassum*, *Turbinaria*, *Dictyota* dan *Padina* (Pallo, 2013).

Kelompok algae coklat memiliki bentuk yang bervariasi tetapi hampir sebagian besar jenis-jenisnya berwarna coklat atau pirang. Warna tersebut tahan dan tidak berubah walaupun algae ini mati atau kekeringan. Hanya pada beberapa jenis warnanya misal pada *Sargassum*, warnanya akan sedikit berubah menjadi hijau kebiru-biruan apabila mati kekeringan. Ukuran thallus atau rumput beberapa jenisnya sudah lebih tinggi dari jenis-jenis algae merah dan hijau, misal dapat mencapai sampai sekitar tiga meter (Palallo, 2013). Dibawah ini merupakan gambar struktur dinding sel rumput laut.



**Gambar 1.** Struktur Dinding Sel Rumput Laut (Google image, 2015)

Alga dijadikan bahan makanan karena mengandung komposisi utama sebagai bahan pangan yaitu karbohidrat. Sebagian besar karbohidrat terdiri sebagai bahan gumi, maka hanya sebagian kecil saja yang dapat diserap dalam pencernaan manusia, sehingga baik juga untuk digunakan sebagai bahan diet makanan. Kandungan protein dan lemak juga sangat sedikit. Begitu pula dengan kandungan mineralnya, yang paling banyak terdiri dari natrium dan kalsium. Kadar airnya cukup besar terutama alga laut yaitu mencapai 80-90 persen. Dalam dinding sel alga laut yang terdiri dari senyawa polisakarida yaitu selulosa yang mengandung bahan phycocholloid yang dapat diekstrak untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam berbagai industri, yaitu mengandung agar, karageenan dan asam alginat, yang dapat diekstrak untuk dipakai dalam industri makanan, tekstil, farmasi dan industri kertas, pupuk, dan lain-lain. Sehingga alga ini mempunyai nilai ekonomis. Berikut ini merupakan jenis-jenis rumput laut yang terdapat di Indonesia sebagai berikut.

**Tabel 1. Jenis Rumput Laut Coklat di Beberapa Daerah di Indonesia**

| <b>Jenis Rumput Laut Coklat</b>      | <b>Daerah Penyebaran</b>                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b><i>Dyctyota apiculata</i></b>     | Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b><i>Hydroclathrus clathrus</i></b> | Kalimantan Selatan, Jawa Barat dan Jawa Timur, Pulau Timor dan Pulau Sumbawa Kepulauan Riau, Lampung Selatan, Jawa bagian selatan, Pulau Sumbawa, Pulau Ambon Kepulauan Tanibar, Kepulauan Kei, Kepulauan Aru, Pulau Sumba, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara, Pulau Lombok |
| <b><i>Padina australis</i></b>       | Tersebar luas                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b><i>Sargassum aquilifolium</i></b> | Tersebar luas                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b><i>Sargassum polycystum</i></b>   | Jawa bagian selatan, Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara                                                                                                                                                                                                                      |
| <b><i>Sargassum siliquosum</i></b>   | Tersebar luas                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b><i>Turbinaria ornata</i></b>      |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Sumber: Wardani, (2008).

## 2.2 *Padina australis*

*Padina australis* seperti kipas membentuk segmen-segmen lembaran tipis dengan garis-garis berambut radial, berwarna campuran coklat dan coklat kekuningan dibagian permukaan daunnya. Pigmen banyak ditemukan pada *Padina autralis* yang tumbuh diperairan dangkal (kedalaman 13 meter) dibanding dengan kedalaman 30 meter (Kartikaningsih *et al.*, 2014).

*Padina australis* merupakan salah satu jenis alga coklat. Alga jenis ini dapat dijumpai hidup di bebatuan pada ratahan terumbu karang di pinggiran pantai, baik di tempat-tempat yang terkena hempasan ombak maupun yang terlindungi. Penyebaran *Padina australis* meluas hingga di perairan Pasifik Selatan dan perairan Samudera Hindia. Oleh karena itu, alga jenis ini sangat mudah sekali ditemukan di Indonesia.

*Padina australis* memiliki bentuk thallus seperti kipas, membentuk tipis dengan garis-garis berambut radial dan perkapuran di permukaan daun. Warna coklat kekuning-kuningan terdapat perkapuran. Bagian Holdfast berbentuk "Lobus" agak melebar dengan pinggir rata dan pada bagian ujungnya terdapat lekukan-lekukan. Habitat jenis ini tumbuh menempel pada batu di daerah ratahan terumbu. Klasifikasi ini sesuai dengan deskripsi Atmadja (1999). Dan klasifikasi *Padina Autralis* dapat dilihat pada Gambar 2 adalah sebagai berikut:

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| Kingdom | : Plantae                    |
| Divisi  | : Phaeophyta                 |
| Class   | : Phaeophyceae               |
| Ordo    | : Dictyotales                |
| Famili  | : Dictyotaceae               |
| Genus   | : <i>Padina</i>              |
| Species | : <i>Padinaautilis</i> Hauck |



**Gambar 2.** *Padina australis*  
(Dokumentasi)

*Padina australis* bentuk thallus seperti kipas membentuk segmen-segmen lebar tipis, tinggi thallus 10,2-10,4 cm. Berwarna coklat kekuningan karena mengandung pigmen fikosantin. Memiliki garis konsentris ganda pada permukaan bawah berjumlah 2. Perkapuran terjadi di bagian permukaan daun, memiliki holdfast rhizoid seperti cakram yang biasa digunakan untuk menempel pada substratnya, dengan panjang 1,1-2 cm. Sedangkan habitatnya substrat berpasir dan karang mati (Sinyo dan Nurita, 2013).

### **2.3 *Turbinaria ornata***

*Turbinaria* sp. yang ditemukan di Indonesia ada 3 spesies, yaitu : *T. ornata*, *T. decurrens* dan *T. conoides*. Ciri-ciri umum dari *Turbinaria* sp. ini adalah pada umumnya warna thallus adalah coklat, tubuhnya seperti pohon atau semak, bentuk thallus utama umumnya silindris, bentuk daun seperti terompet, kecubung atau corong dengan pinggir bergerigi, mempunyai gelembung udara (*bladder*) yang terletak pada filoid. *Sargassum* sp. dan *Turbinaria* sp. sering membentuk suatu komunitas alga *Turbinaria* sp. tersebar hampir di seluruh perairan tropis termasuk Indonesia, pada daerah karang dengan pasang surut rendah dan area subtidal (Putantri, 2013).

Secara tradisional, *Turbinaria sp.* telah dikonsumsi sebagai sayuran yang nilai ekonomisnya masih sangat rendah. *Turbinaria sp.* biasanya diekspor ke Filipina untuk diolah menjadi beraneka produk seperti sup, salad dan obat gondok. *Turbinaria sp.* mempunyai kandungan alginat dan iodine. Pada Gambar 3 (Putantri, 2013) klasifikasi ilmiah dari *Turbinaria sp.* adalah sebagai berikut:

|         |                                               |
|---------|-----------------------------------------------|
| Devisi  | : Thallophyta                                 |
| Class   | : Phaeophyceae                                |
| Ordo    | : Fucales                                     |
| Famili  | : Sargassaceae                                |
| Genus   | : <i>Turbinaria</i>                           |
| Spesies | : <i>Turbinaria ornata</i> (Turner) J. Agardh |



**Gambar 3.** *Turbinaria Ornata*  
(Dokumentasi)

#### **2.4 *Sargassum cristaefolium***

Alga coklat (*Sargassum cristaefolium*) merupakan salah satu marga *Sargassum* yang termasuk dalam kelas *Phaeophyceae*. *Sargassum* ini tumbuh di perairan dengan kedalaman 0,5–10 meter dan hidup di daerah perairan jernih yang mempunyai substrat dasar batu karang, karang mati, batuan vulkanik atau benda-benda yang bersifat *massive*. *Sargassum* tumbuh dari daerah intertidal, subtidal sampai daerah tubir dengan ombak besar dan arus yang deras. *Sargssum* dapat tumbuh subur pada daerah tropis dengan suhu perairan 27,25 - 29,30°C, salinitas 32–33,5% dan dengan intensitas cahaya matahari yang lebih tinggi dari alga merah sekitar 6400–7500 lux (Kadi, 2005). Klasifikasi *Sargassum*

*cristaefolium* Menurut Algaebase (2014) dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:

|                     |                                            |
|---------------------|--------------------------------------------|
| Kingdom             | : Chromista                                |
| Subkingdom          | : Chromobiota                              |
| Infrakingdom        | : Heterokonta                              |
| Phylum              | : Ocrophyta                                |
| Subphylum           | : Phaeista                                 |
| Class               | : Phaeophyceae                             |
| Order               | : Fucales - Kylin                          |
| Family              | : Sargassaceae                             |
| Genus               | : Sargassum                                |
| Specific descriptor | : cristaefolium – C. Agardh                |
| Scientific name     | : <i>Sargassum cristaefolium</i> C. Agardh |



**Gambar 4.**  
*Sargassum cristaefolium*  
(Dokumentasi)

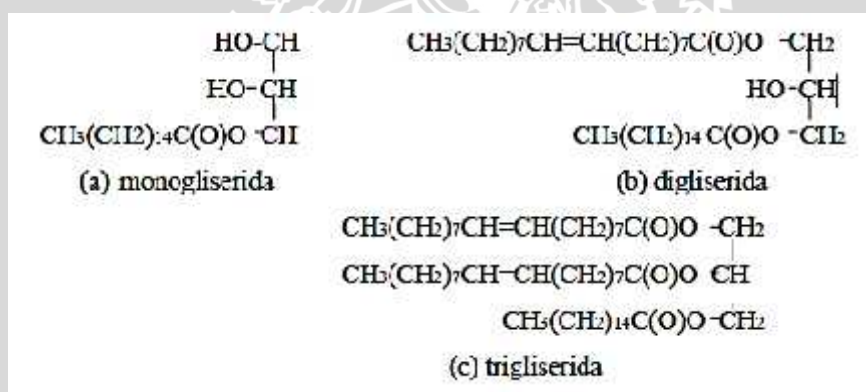
## 2.5Asam Lemak Pada Rumput Laut

### 2.5.1 Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air tetapi dapat diekstraksi dengan pelarut non polar. Senyawa organik ini terdapat dalam semua sel dan berfungsi sebagai sumber energi, komponen struktur sel, sebagai simpanan bahan bakar metabolik, sebagai komponen pelindung dinding sel, dan juga sebagai komponen pelindung kulit vertebrata (Girindra 1987). Ditinjau dari

sudut nutrisi, lemak merupakan sumber kalori penting disamping berperan sebagai pelarut berbagai vitamin (Ketaren 1986).

Definisi lain lemak adalah suatu molekul yang memiliki rantai alifatik hidrokarbon panjang sebagai struktur utamanya, dapat bercabang, dapat membentuk cincin karboksilat, dan dapat mengandung rantai tak jenuh (*unsaturated*). Lemak yang dioksidasi secara sempurna dalam tubuh menghasilkan 9,3 kalori lemak per 1 gram (Ketaren 1986). Suatu molekul lemak tersusun dari satu hingga tiga asam lemak dan satu gliserol. Jumlah asam lemak yang terdapat pada gugus gliserol menyebabkan adanya pembagian molekul lemak menjadi monogliserida, digliserida, dan trigliserida. Struktur lemak berdasarkan jumlah asam lemak yang terdapat pada gugus gliserol ditunjukkan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Struktur Kimia Lemak Berdasarkan Jumlah Asam Lemak**  
(Ketaren 1986)

Lemak juga berfungsi sebagai penghasil asam lemak esensial (*essential fatty acid* = EFA). Asam lemak esensial merupakan asam lemak yang tidak dapat dibentuk tubuh dan harus tersedia dari luar (berasal dari makanan). Jenis asam lemak esensial yang memegang peranan penting bagi tubuh adalah oleat, linoleat, dan linolenat. Ketiganya mengandung ikatan rangkap (dua atau lebih)

termasuk kedalam kelompok asam lemak tak jenuh poli (*polyunsaturated fatty acid* = PUFA) (Suharjo dan Kusharto, 1987).

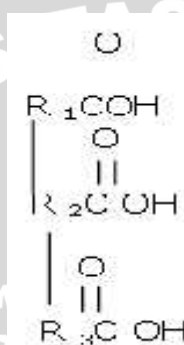
### 2.5.2 Asam Lemak

Asam lemak merupakan senyawa pembangun berbagai lipida, termasuk lipida sederhana, fosfoliserida, glikolipida, sfingolipid, ester kolesterol, lilin dan lain-lain, dan telah diisolasi lebih dari 70 macam asam lemak dari berbagai sel dan jaringan berupa rantai hidrokarbon dengan ujungnya berupa gugus hidroksil (Girindra 1987). Asam lemak tidak terdapat secara bebas atau berbentuk tunggal di dalam sel atau jaringan, tetapi terdapat dalam bentuk yang terikat secara kovalen pada berbagai kelas lipid yang berbeda, yang dapat dibebaskan dari ikatan tersebut melalui hidrolisis kimia atau enzimatis. Asam lemak jenuh yang paling umum dijumpai adalah laurat, miristat, palmitat, dan stearat (Suhardjo dan Kusharto, 1987).

Asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap lebih banyak (derajat ketidakjenuhan lebih tinggi) akan mempunyai titik cair yang lebih rendah. Asam lemak dibagi menjadi dua macam berdasarkan kejenuhannya, yaitu asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak tak jenuh dibagi menjadi dua, yaitu asam lemak tak jenuh tunggal dan asam lemak tak jenuh majemuk. Perbedaanannya terletak pada ikatan kimia, yaitu asam lemak tak jenuh mempunyai ikatan rangkap atau ganda, sementara asam lemak jenuh tidak mempunyai ikatan rangkap (Ackman 1982).

Asam lemak tidak jenuh yang mengandung satu ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh tunggal (*monounsaturated fatty acid* = MUFA). Asam lemak yang mengandung dua atau lebih ikatan rangkap disebut asam lemak tak jenuh majemuk. Asam lemak tidak jenuh umumnya terdapat dalam bentuk *cis*, sedangkan bentuk *trans* banyak terdapat pada lemak susu ruminansia pada

hewan teresterial dan lemak yang telah dihidrogenasi (Muchtadi *et al.*, 1993). Perbedaan ikatan kimia antara asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh menyebabkan terjadinya perbedaan sifat kimia dan fisik, diantaranya asam lemak jenuh dapat meningkatkan kadar kolesterol dalam darah. Semakin panjang rantai karbon dan semakin banyak jumlah ikatan rangkapnya, maka semakin besar kecenderungan untuk menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Berbagai jenis asam lemak tidak jenuh (*unsaturated fatty acid*) (O'Keefe *et al.*, 2002).



**Gambar 6. Struktur Asam Lemak** (Herlina dan Ginting, 2002)

#### 2.5.2.1 Asam lemak n-3 (Omega-3)

Bentuk umum dari Omega-3 adalah asam eikosapentaenoat, asam dokosaheksaenoat, dan asam alpha-linolenat, yang membantu membentuk EPA dan DHA. Omega-3 dapat dihasilkan dari minyak ikan, terdiri dari rantai panjang dari asam linolenat. Beberapa jenis asam lemak Omega-3 sebagai berikut:

##### (a) Asam $\alpha$ -linolenat (18:3n-3)

Asam lemak ini dihasilkan di dalam tubuh tumbuhan oleh desaturasi  $\Delta 12$  dan  $\Delta 15$  asam oleat. Asam  $\alpha$ -linolenat berperan sebagai prekursor metabolik untuk menghasilkan asam lemak n-3 pada hewan. Asam lemak ini dapat diperoleh dari daun tumbuhan dan komponen kecil dari minyak biji.

**(b) Asam eikosapentanoat (20:5n-3)**

Asam eikosapentaenoat (EPA) dapat dihasilkan oleh alga laut dan pada hewan melalui desaturasi atau elongasi  $\alpha$ -linolenat. Eikosapentaenoat adalah produk primer asam lemak minyak ikan ( $\pm$  25-20 % berat) walaupun tidak dihasilkan oleh ikan.

**(c) Asam dokosapentaenoat (22:5n-3)**

Asam dokosapentaenoat merupakan elongasi hasil EPA dan muncul di banyak lipid laut. Asam DPA dapat diubah menjadi DHA lewat tiga langkah melibatkan desaturasi  $\Delta 6$  pada hewan.

**(d) Asam dokosaheksaenoat (22:6n-3)**

Asam dokosaheksaenoat dihasilkan oleh alga laut dan komponen primer minyak ikan ( $\pm$  8-20 % berat). Produksi DHA pada hewan berasal dari asam linolenat terjadi melalui proses desaturasi/elongasi  $\alpha$ -linolenat menjadi 24:5n-3.

**2.5.2.2 Asam lemak n-6 (Omega-6)**

Omega-6 umumnya ditemukan pada tanaman. Beberapa jenis asam lemak Omega-6 yaitu:

**(a) Asam linoleat (18:2n-6)**

Asam linoleat dan  $\alpha$ -linolenat adalah prekursor dalam sintesa PUFA. Asam linoleat diproduksi dari tanaman dan secara khusus banyak dikandung pada *seed oil*. Walaupun alam memproduksi asam linoleat setara  $\alpha$ -linolenat, namun dapat ditemukan dalam cadangan makanan.

**(b) Asam  $\gamma$ -Linolenat (18:3n-6)**

Asam  $\gamma$ -linolenat (GLA) diproduksi pada hewan dan tumbuhan rendah melalui desaturasi  $\Delta 6$  asam linoleat. Pada hewan, asam linoleat didesaturasi oleh  $\Delta 6$  desaturasi untuk menghasilkan asam  $\gamma$ -linolenat sebagai produk intermediet dalam produksi asam arakhidonat.

**(c) Dihomo-asam- $\gamma$ -Linolenat (20:3n-6)**

Elongasi produk asam linolenat, dihomom- $\gamma$ -linolenat (DGLA) adalah komponen terkecil fosfolipid hewan. Dihomo- $\gamma$ -linolenat berperan sebagai prekursor pembentukan asam lemak esensial asam arakhidonat.

**(d) Asam arakhidonat**

Asam arakhidonat merupakan hasil desaturasi dan elongasi asam linoleat pada hewan. Asam arakhidonat diproduksi pada alga laut. Asam arakhidonat merupakan asam lemak esensial sebagai prekursor untuk eikosanoid.

**(e) Asam dokosatetraenoat (22:4n-6)**

Asam dokosatetraenoat merupakan hasil elongasi langsung asam arakhidonat dan terdapat sedikit di jaringan hewan.

**2.5.2.3 Asam lemak n-9 (Omega-9)**

Asam lemak Omega-9 juga tergolong ke dalam jenis asam lemak nonesensial, yaitu asam lemak yang dapat disintesa oleh tubuh. Asam oleat tergolong asam lemak tak jenuh tunggal yang paling penting.

**(a) Asam oleat (18:1n-9)**

Asam oleat merupakan produk desaturasi  $\Delta 9$  asam stearat dan diproduksi pada tumbuhan, hewan dan bakteri. Asam oleat adalah asam lemak tak jenuh yang paling umum dan merupakan prekursor untuk produksi sebagian besar PUFA.

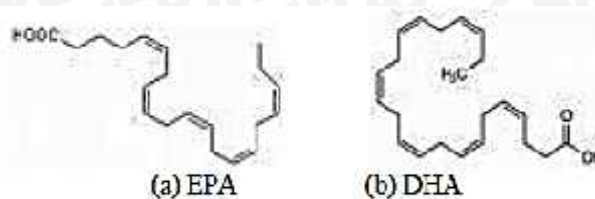
**(b) Asam erukat (22:1n-9)**

Asam erukat adalah asam lemak tak jenuh tunggal rantai panjang ditemukan dalam tumbuhan, terutama dalam *rapeseed*. Asam erukat merupakan produk elongasi asam oleat (Gurr, 1992).

**2.5.3 Fungsi Asam Lemak**

Asam lemak merupakan suatu asam monokarboksilat dengan rantai yang panjang. Rumus umum asam lemak adalah  $\text{RCOOH}$ . Gugus R pada asam lemak menunjukkan suatu rantai hidrokarbon. Setiap gugus  $-\text{OH}$  dari gliserol bereaksi dengan gugus  $-\text{COOH}$  dari asam lemak membentuk sebuah molekul lemak (Girindra 1987). Asam lemak tak jenuh merupakan rantai karbon yang terdiri dari gugus karboksil ( $\text{COOH}$ ), serta memiliki ikatan rangkap antar karbon ( $\text{CH}=\text{CH}$ ), sedangkan asam lemak jenuh tidak memiliki ikatan rangkap antar karbon. Salah satu contoh asam lemak tak jenuh adalah Omega-3.

Asam lemak Omega-3 merupakan asam lemak yang memiliki ikatan rangkap pada atom C urutan ke-3 jika dihitung dari ujung gugus C (metil). Asam lemak yang merupakan kelompok Omega-3, contohnya adalah asam  $\alpha$ -linolenat (18:3; ALA), asam (22:6; DHA) dan asam (20:5; EPA). Struktur kimia dari DHA dan EPA dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Struktur EPA dan DHA** (Visentainer *et al.*, 2005)

Asam linolenat (18:3  $\omega$ -3) merupakan asam lemak esensial, karena dibutuhkan tubuh namun tubuh tidak dapat mensintesisnya. Turunan dari asam linolenat adalah EPA dan DHA. Ikan dapat mengubah asam linolenat menjadi EPA dan DHA, sejalan dengan hal tersebut perubahan asam linolenat menjadi EPA dan DHA terjadi pada manusia namun tidak efisien (Almatsier, 2000). Asam lemak n-3 DHA dan EPA yang merupakan kelompok *long chain polyunsaturated fatty acid* (LCPUFA) mempunyai peran penting dalam perkembangan otak dan fungsi penglihatan. Selain itu, EPA dan DHA berfungsi sebagai pembangun sebagian besar korteks cerebral otak dan untuk pertumbuhan normal organ lainnya (Felix dan Velazquez, 2002).

Asam lemak DHA terbukti berpengaruh terhadap retina mata hewan percobaan. Komponen asam lemak pada membran sel otak dan retina berpengaruh terhadap fluiditas dan sifat-sifat yang berhubungan dengan aktivitas penglihatan dan reseptor sel saraf, serta inisiasi dan transmisi sel syaraf. Dalam tubuh, asam lemak esensial digunakan untuk menjaga bagian bagian struktural dari membrane sel dan untuk membuat bahan-bahan seperti hormon yang disebut eikosanoid. Eikosanoid membantu mengatur tekanan darah, proses pembekuan darah, lemak dalam darah dan respon imun terhadap luka dan infeksi, dan risiko kanker (Haliloglu *et al.*, 2004).

Kandungan EPA berperan dalam mencegah penyakit degeneratif sejak janin dan pada saat dewasa. Pada saat janin dalam kandungan, EPA sangat diperlukan dalam pembentukan sel-sel pembuluh darah dan jantung. Pada saat dewasa berfungsi menyehatkan darah dan jantung, mekanisme pembuluhnya dan kerja jantung pengatur sirkulasi. Oleh karena itu, defisiensi n-3 dapat berisiko menderita penyakit pembuluh darah dan jantung. Adapun fungsi asam lemak esensial yang terdapat dalam tubuh makhluk hidup sebagai fosfolipid (Muchtadi *et al.*, 1993)

## **2.6 Komposisi Nutrisi Pada Rumput Laut**

### **2.6.1 Air**

Air merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia; tanpa air tidak akan ada kehidupan di bumi. Tubuh manusia 65%-nya terdiri atas air. Bumi mengandung sejumlah besar air, lebih kurang  $1,4 \times 10^9$  km<sup>3</sup>, yang terdiri atas samudera, laut, sungai, danau, gunung es, dan sebagainya. Namun dari sekian banyak air yang terkandung di bumi hanya 3% yang berupa air tawar yang terdapat dalam sungai, danau, dan air tanah (Agustina, 2007).

Kebutuhan air pada alga dapat dipengaruhi melalui tanah dengan jalan penyerapan oleh akar. Besarnya air yang diserap, oleh akar tanaman sangat tergantung pada kadar air dalam tanah ditentukan oleh pF (Kemampuan partikel tanah memegang air), dan kemampuan akar untuk menyerapnya. Air yang hilang sebagai uap dari suatu daun menguap ke permukaan dinding epidermis bagian dalam yang basah dan mesofil yang berdekatan dengan rongga-rongga dibawah stomata, dan hilang ke udara melalui pori stomata (Transpirasi stomata) (Lubis, 2010).

### 2.6.2 Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air tetapi dapat diekstraksi dengan pelarut non polar. Senyawa organik ini terdapat dalam semua sel dan berfungsi sebagai sumber energi, komponen struktur sel, sebagai simpanan bahan bakar metabolik, sebagai komponen pelindung dinding sel, dan juga sebagai komponen pelindung kulit vertebrata (Girindra 1987). Ditinjau dari sudut nutrisi, lemak merupakan sumber kalori penting disamping berperan sebagai pelarut berbagai vitamin (Ketaren 1986).

Rumput laut mengandung sangat sedikit lemak, yaitu 1-3% dari berat kering. Rumput laut dan tumbuhan pada umumnya menyimpan cadangan makanannya dalam bentuk karbohidrat terutama polisakarida. Sedangkan hewan, menyimpan cadangan makanannya dalam bentuk lemak dalam jaringan lemak. Perbedaan bentuk penyimpanan cadangan makanan ini menyebabkan lemak nabati umumnya mempunyai persentase yang rendah, sedangkan lemak hewani mempunyai persentase yang tinggi. Lemak merupakan ester asam lemak dan gliserol, sehingga apabila lemak dipecah secara sempurna akan dihasilkan gliserol dan asam-asam lemak (Handayani, 2004).

### 2.6.3 Protein

Protein merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsure-unsur C, H, O, N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat. Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru yang selalu terjadi dalam tubuh (Winarno, 2004).

Alga coklat juga memiliki kandungan nutrisi protein yang bervariasi. Kisaran nilai protein adalah sebesar 7–16 gram/100 gram berat kering. Protein alga coklat mengandung semua jenis asam amino esensial yaitu lisin, fenil alanin, metionin, leusin dan valin (Sartika ddk, 2014). Kandungan protein rumput laut coklat secara umum lebih kecil dibanding rumput laut hijau dan merah. Pada rumput laut jenis coklat, protein yang terkandung di dalamnya berkisar 5-15% dari berat kering, sedangkan pada rumput laut hijau dan merah berkisar 10-30% dari berat kering. Beberapa rumput laut merah, seperti *Palmaria palmate* (dulse) dan *Porphyra tenera* (nori), kandungan protein mampu mencapai 35-47% dari berat kering (Mohd Hani Norziah *et al.*, 2000). Kadar ini lebih besar bila dibandingkan dengan kandungan protein yang ada di sayuran yang kaya protein seperti kacang kedelai yang mempunyai kandungan protein sekitar 35% berat kering (Almatsier, 2005).

#### 2.6.4 Abu

Abu adalah zat organik sisa hasil pembakaran suatu bahan. Pemeriksaan kadar abu total menunjukkan bahwa kadar abu total serbuk *Padina* adalah 26,5%. Kadar ini menunjukkan kandungan material organik yang terdapat pada thallus *Padina*. Kadar abu yang larut dalam air menunjukkan jumlah bahan organik yang dapat larut yang terkandung dalam thallus *Padina*, bahan organik ini kemungkinan adalah karbohidrat, garam dan protein. Rumput laut mempunyai kandungan mineral cukup tinggi sebesar 11,9-15,7 gram/100gram. Kandungan abu pada rumput laut lebih tinggi dibandingkan dengan senyawa seperti bayam dan sayuran lainnya. Bagian batang dan daun pada rumput laut mempunyai kandungan abu yang tinggi sehingga diperoleh kandungan mineral yang tinggi pula (Ortiz *et al.*, 2006).

### 2.6.5 Karbohidrat

Pada dasarnya karbohidrat terdiri dari unsure karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O). Nama karbohidrat berasal dari gabungan karbon dan hidrat (air atau  $H_2O$ ). Senyawa karbohidrat dibentuk oleh tanaman berdaun hijau melalui proses fotosintesis dan sebagian besar disimpan dalam sel tanaman sebagai pati (polisakarida), selulosa dan gula sederhana seperti glukosa (Susanto dan Widyaningsih, 2004).

Karbohidrat dalam alga sangat dipengaruhi oleh jenis alga. Pada alga coklat terdiri atas fukoidan, laminaran, selulosa, alginate dan manitol. Polisakarida lain yang terdapat pada dinding sel dengan jumlah yang lebih sedikit adalah fukoidan (rumput laut coklat), xylan (beberapa rumput laut merah dan hijau), ulvan (rumput laut hijau). Selain itu terdapat juga polisakarida yang tersimpan seperti laminarin ( $\beta$ -1,3 glucan) pada rumput laut coklat dan pati floridaen pada rumput laut merah (Dawczynski *et al.*, 2007).