

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Makroalga

Salah satu organisme laut yang banyak dijumpai di hampir seluruh pantai di Indonesia adalah makroalga. Alga sendiri adalah organisme yang masuk ke dalam Kingdom Protista mirip dengan tumbuhan, dengan struktur tubuh berupa thallus. Alga mempunyai pigmen klorofil sehingga dapat berfotosintesis. Alga kebanyakan hidup di wilayah perairan, baik perairan tawar maupun perairan laut (Marianingsih *et al.*, 2013)

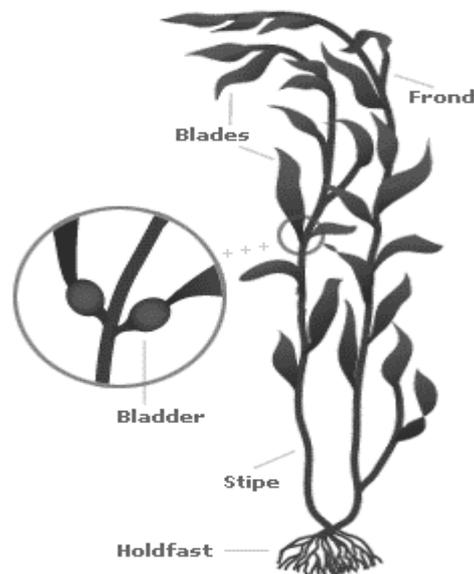
Makroalga memiliki 3 jenis yaitu alga hijau (*Chlorophyceae*), alga merah (*Rhodophyceae*) dan alga coklat (*Phaeophyceae*). Setiap jenis dari makroalga dapat dibedakan berdasarkan pigmen yang mendominasi. Alga hijau (*Chlorophyceae*), pigmen yang mendominasi yaitu klorofil sehingga tubuhnya berwarna hijau. Contohnya yaitu *Caulerpa* sp., *Codium* sp., *Halimeda* sp. Alga merah (*Rhodophyceae*) terdapat pigmen fikosietrin yang dominan sehingga memiliki warna merah, contohnya *Gracilaria* sp., *Laurencia* sp. Sedangkan alga coklat (*Phaeophyceae*) memiliki pigmen fikosantin sehingga tubuhnya berwarna coklat, contohnya *Padina* sp., *Turbinaria* sp., *Dictyona* sp., *Sargasum* sp. Makroalga yang menyebabkan bibir pantai memiliki berbagai warna karena adanya pigmen yang mendominasi (Marianingsih *et al.*, 2013).

Komunitas makroalga berperan sebagai tempat perkembangan dan perlindungan bagi jenis-jenis ikan tertentu dan merupakan makanan alami ikan-ikan dan hewan herbivora lainnya. Dilihat dari segi biologi, makroalga memegang peranan sebagai produsen primer, penghasil bahan organik, dan oksigen di lingkungan perairan. Melihat dari segi ekonomi, banyak jenis makroalga yang merupakan komoditas potensial untuk dikembangkan mengingat nilai gizi dan manfaat yang dikandungnya. Sebagian besar makroalga di Indonesia bernilai ekonomis tinggi yang dapat digunakan sebagai makanan dan secara tradisional digunakan sebagai obat-obatan oleh masyarakat khususnya di wilayah pesisir. Dari ratusan jenis makroalga yang tumbuh dan berkembang di perairan Indonesia,

hanya beberapa jenis yang telah diusahakan secara komersial, yaitu *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp., *Hypnea* sp., *Eucheuma* sp., dan *Sargasum* sp. (Palallo, 2013).

## 2.2 Morfologi Makroalga

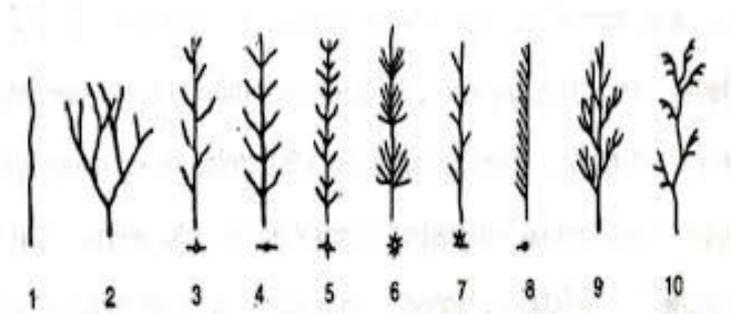
Secara keseluruhan tanaman ini memiliki morfologi yang mirip, walaupun sebenarnya berbeda. Tubuh makroalga umumnya disebut “*thallus*”. *Thalus* merupakan tubuh vegetatif alga yang belum mengenal diferensiasi akar, batang dan daun seperti yang ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi. Bentuk *thallus* makroalga bermacam-macam, antara lain bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantong dan rambut dan sebagainya. *Thalus* makroalga umumnya terdiri atas “*blade*” yang memiliki bentuk seperti daun, “*stipe*” (bagian yang menyerupai batang) dan “*holdfast*” yang merupakan bagian talus yang serupa dengan akar. Beberapa jenis makroalga, “*stipe*” tidak dijumpai dan “*blade*” melekat langsung pada “*holdfast*” (Sumich, 1992).



Gambar 2.1. Morfologi Makroalga (Juneidi, 2004).

Percabangan *thalus* ada yang *dichotomous* (bercabang dua terus menerus), *pectinate* (berderet searah pada satu sisi talus utama), *pinnate* (bercabang dua-dua pada sepanjang *thallus* utama secara berselang seling), *ferticillate* (cabangnya berpusat melingkari sumbu utama dan adapula yang sederhana dan tidak bercabang. Sifat substansi *thallus* juga beraneka ragam, ada yang lunak seperti

gelatin (*gellatinous*), keras diliputi atau mengandung zat kapur (*calcareous*), lunak seperti tulang rawan (*cartilagenous*), berserabut (*spongius*) dan lain sebagainya (Aslan., 1998).



Gambar 2.2 Tipe percabangan makroalga, (1). Tidak bercabang, (2). *Dichotomous*, (3). *Pinnate alternate*, (4). *Pinnate distichous*, (5). *Tetrastichous*, (6) *Ferticillate*, (7). *Polystichous*, (8). *Pectinate*, (9). *Monopodial*, (10). *Sympodial* (Seryobudiandi *et al.*, 2009)

## 2.3 Klasifikasi Makroalga

Makroalga dapat diklasifikasikan menjadi tiga divisi berdasarkan kandungan pigmen fotosintetik dan pigmen asesoris, yaitu: *Rhodophyceae*, *Phaeophyceae*, dan *Chlorophyceae*, sedangkan divisi lainnya berukuran makroskopis dan hidup sebagai fitoplankton (Smith, 1974). Makroalga berfungsi sebagai produsen primer pada suatu perairan, selain hal tersebut makroalga memiliki peran untuk menfiksasi bahan organik dari bahan anorganik dengan bantuan cahaya matahari yang dimanfaatkan langsung oleh herbivor.

### 2.3.1 Alga Hijau (*Chlorophyceae*)

Alga hijau (*Chlorophyceae*) termasuk kelompok dari alga ini berwarna hijau berasal dari pigmen pada kloroplas. Kloroplas mengandung pigmen yang digunakan untuk fotosintesis, yaitu klorofil-a dan klorofil-b serta berbagai karotinoid. Alga hijau menghasilkan dinding sel yang sebagian besar terdiri dari karbohidrat yang berselulosa. Kelompok alga ini memiliki bentuk yang sangat beranekaragam, tetapi bentuk yang umum dijumpai adalah seperti benang (*filamen*) dengan atau tanpa sekat dan berbentuk lembaran.

*Chlorophyceae* merupakan divisi terbesar dari semua divisi alga, sekitar 6500 jenis anggota divisi ini telah berhasil diidentifikasi. Divisi *Chlorophyceae*

tersebar luas dan menempati beragam substrat seperti tanah yang lembab, batang pohon, batuan basah, danau, laut hingga batuan bersalju. Sebagian besar (90%) hidup di air tawar dan umumnya merupakan penyusun komunitas plankton. Sebagian kecil hidup sebagai makro alga di air laut.

Alga hijau (*Chlorophyceae*), tumbuh secara bergerombol atau berumpun. Keberadaannya dapat dijumpai di paparan terumbu karang dengan kedalaman 1-200 m. Hidup menempel pada substrat dasar perairan laut seperti karang mati, fragment karang, pasir dan pasir lumpuran. Sampai saat ini, pemanfaatan rumput laut dari golongan alga hijau belum dilakukan secara optimal. Masyarakat umumnya memanfaatkan alga hijau seperti *Caulerpa racemos* dan, *Codium decortatum* sebagai sayur lalapan dengan sambal pedas.



Gambar 2.3 *Caulerpa lentillifera* (www.alga base.org)

### 2.3.2 Alga Merah (*Rhodophyceae*)

Alga merah di perairan tropik, umumnya terdapat di daerah bawah litoral dengan cahaya yang sangat kurang. Umumnya alga merah berukuran kecil, memiliki pigmen-pigmen kromatofor yang terdiri dari klorofil dengan santofil, karotena, fikoeritrin dan fikosianin. Sekelompok tumbuhan ini ada yang disebut koralin yang dapat menyerap zat kapur dari air laut dan strukturnya menjadi sangat keras. Biasanya koralin dapat dijumpai pada terumbu karang dan membentuk kerak merah muda pada batu karang dan batu cadas (Nybakken, 1992)

Alga merah dapat melakukan penyesuaian pigmen dengan kualitas pencahayaan sehingga dapat menimbulkan berbagai warna pada *thalus*. Warna-

warna yang terbentuk antara lain: merah tua, merah muda, pirang, coklat, kuning dan hijau. Pada umumnya, rumput laut berbentuk silinder yang berukuran sedang sampai kecil. Rumput laut ini ditemukan luas di seluruh perairan Indonesia yang dijumpai dari daerah intertidal sampai dengan ratahan terumbu dan berasosiasi dengan jenis rumput laut lainya.

Alga merah merupakan kelompok alga yang jenis-jenisnya memiliki berbagai bentuk dan variasi warna. Salah satu indikasi dari alga merah adalah terjadi perubahan warna dari warna aslinya menjadi ungu atau merah apabila alga tersebut terkena panas atau sinar matahari secara langsung. Alga merah merupakan golongan alga yang mengandung karagenan dan agar yang bermanfaat untuk industri kosmetik dan makanan.



Gambar 2.4 *Glacilaria* sp. (Sumber:Doc Pribadi, 2020)

### **2.3.3 Alga Coklat (*Phaeophyceae*)**

Alga coklat ditemukan di perairan pantai Indonesia dengan keanekaragamannya yang tinggi. Kelompok organisme tersebut memiliki karakteristik warna bervariasi yang disebabkan oleh adanya pigmen penyusunnya. Pigmen fukosantin pada *Phaeophyceae* memberikan gradasi warna berbeda pada setiap jenis, yaitu berwarna coklat gelap ataupun coklat kekuningan. Struktur *thalus* pada alga coklat sendiri ada 3 bagian yaitu *blade*, *holdfast*, dan *stipe*. *Blade* adalah bagian daun yang berbentuk pipih dari *thallus*. *Holdfast* adalah bagian dari *thalus* berada di bawah yang berfungsi sebagai struktur yang melekat pada substrat. *Stipe* adalah struktur yang mendukung *blade*. Kelompok ini sebagian besar ditemukan di zona intertidal (Kumalasari,*et al*, 2018).



Gambar 2.5. *Padina* sp (Sumber: Doc Pribadi, 2020)

#### 2.4 Keanekaragaman

Keanekaragaman merupakan jumlah total spesies dalam suatu area tertentu dengan jumlah spesies yang terdapat dalam suatu area antar jumlah total individu dari spesies yang ada dalam suatu komunitas. Keanekaragaman juga dapat diartikan sebagai variabilitas antar makhluk hidup dari semua sumber daya, termasuk didaratan, ekosistem perairan, dan kompleks ekologis termasuk juga keanekaragaman dalam spesies diantara spesies dan ekosistemnya (Sukiman *et al.*,2014).

Keanekaragaman adalah jumlah spesies antar makhluk hidup yang terdapat pada suatu area tertentu dalam komunitas. Keanekaragaman spesies merupakan suatu karakteristik ekologi yang dapat diukur dan khas untuk organisasi ekologi pada tingkat komunitas. Keanekaragaman spesies suatu komunitas terdiri dari berbagai macam organisme berbeda yang menyusun suatu komunitas. Pada umumnya komunitas tumbuhan di kawasan pantai memiliki keanekaragaman jenis yang rendah dan sebagian besar merupakan tumbuhan yang telah menyesuaikan diri terhadap habitat pantai (Sukiman *et al.*,2014).

#### 2.5 Kelimpahan

Kelimpahan merupakan banyaknya individu yang menempati wilayah tertentu atau jumlah individu per satuan luas atau per satuan volume. Kelimpahan dapat diartikan juga sebagai pengukuran sederhana jumlah spesies yang terdapat dalam suatu komunitas atau tingkatan trofik. Berdasarkan pengertian tersebut

dapat disimpulkan bahwa kelimpahan adalah jumlah spesies atau jumlah individu yang menempati wilayah tertentu dalam suatu komunitas (Nybakken, 1992).

## 2.6 Habitat Makroalga

Makroalga banyak ditemukan pada tempat yang cocok untuk tempat menempel. Sebagai contoh, daerah pantai yang terdiri dari batu-batuan (*rocky shore*) adalah tempat yang cocok bagi kehidupan mereka, sehingga kita sering menjumpai banyaknya makroalga yang hidup di daerah ini. Jenis makroalga yang beradaptasi terhadap tipe substrat yang berbeda-beda. Jenis yang menempati substrat berpasir umumnya memiliki habitat dengan substrat yang keras (berbatu), memiliki "*holdfast*" yang berkembang baik, bercabang-cabang atau berbentuk cakram (*discoidal*) yang disebut "*hapter*", "*holdfast*" jenis ini mencengkram substrat dengan kuat dan umumnya dijumpai di daerah yang berarus kuat (Iqbal, 2008).

Sebaran jenis makroalga di perairan disebabkan oleh kecocokan habitatnya. Habitat rumput laut umumnya adalah pada rata-rata terumbu karang. Mereka menempel pada substrat benda keras berupa pasir, karang, pecahan karang mati atau kulit kerang. Sesuai dengan lingkungan terumbu karang, tempat tumbuh rumput laut kebanyakan jauh dari muara sungai. Kedalamannya mulai dari garis pasang surut terendah sampai sekitar 40 meter (Langoy, *et al*, 2011).

Habitat makroalga umumnya pada terumbu karang maka sebaran jenis makroalga mengikuti pola sebaran terumbu karang. Sedangkan untuk kehidupan terumbu karang diperlukan kejernihan yang tinggi yaitu bebas dari sedimentasi dan salinitas yang tinggi yaitu 30 ppt atau lebih. Perairan Indonesia semakin ke timur semakin tinggi kecerahan dan salinitasnya, karena itu struktur dan kondisi terumbu karangnya semakin baik dan menyebabkan keanekaragaman rumput laut semakin tinggi (Oktaviani, 2002).

## 2.7 Faktor Lingkungan

Tingginya aktifitas manusia dalam memanfaatkan wilayah pesisir yang tidak terkontrol dapat berpotensi terhadap penurunan kualitas perairan khususnya pada ekosistem yang ada di perairan tersebut. Kondisi semacam ini dapat

diidentifikasi dari perubahan komponen fisik, kimia dan biologi di sekitar perairan (Marianingsih *et al.*, 2013)

Perubahan komponen fisik dan kimia selain menyebabkan menurunnya kualitas perairan, juga menyebabkan bagian dasar perairan menurun yang dapat mempengaruhi kehidupan berbagai biota dan tumbuhan laut khususnya makroalga. Kualitas lingkungan perairan yang cocok merupakan faktor penentu pertumbuhan dan perkembangan makroalga. Kualitas perairan berpengaruh terhadap struktur komunitas makroalga yang meliputi kelimpahan dan keanekaragaman (Saliban dan Kadmaer, 2020).

### **2.7.1 Kedalaman**

Makroalga hidup di daerah litoral dan sublitoral dengan penetrasi cahaya matahari dapat mencapai kedalaman hingga 200 m, Namun sebagian besar makroalga dijumpai pada kedalaman 0–30 meter. Makroalga dapat tumbuh di kedalaman perairan 1-200 m tetapi kehadiran jenisnya banyak dijumpai di paparan terumbu karang pada kedalaman 1-5 m. Keberadaan suatu jenis makroalga pada kedalaman tertentu dipengaruhi oleh penetrasi cahaya matahari kedalaman. Kedalaman yang lebih dangkal memungkinkan intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan lebih tinggi sehingga mempengaruhi produktivitas makroalga (Pallalo,2013).

### **2.7.2 Kecerahan**

Faktor cahaya matahari yang masuk ke dalam air akan mempengaruhi sifat-sifat optis dari air. Sebagian cahaya matahari tersebut akan di *absorpsi* dan sebagian lagi akan dipantulkan ke luar dari permukaan air. Dengan bertambahnya kedalaman lapisan air maka intensitas cahaya tersebut akan mengalami perubahan yang signifikan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Intensitas sinar matahari yang diterima secara sempurna oleh *thallus* merupakan faktor utama dalam proses fotosintesis dan sangat diperlukan untuk pertumbuhan Makroalga (Effendi, 2003).

### **2.7.3 Suhu**

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Tetapi ada juga organisme yang mampu mentolerir suhu sedikit di atas dan sedikit di bawah batas-batas tersebut, misalnya ganggang hijau-biru. Secara fisiologis, suhu rendah mengakibatkan aktifitas biokimia dalam tubuh thallus berhenti, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan mengakibatkan rusaknya enzim dan hancurnya mekanisme biokimiawi dalam *thallus* makroalga. Suhu yang optimum bagi pertumbuhan makroalga di laut antara kisaran 25-31°C (Schaduw *et al.*, 2013).

Keanekaragaman dan kelimpahan alga sangat dipengaruhi oleh adanya perubahan suhu, misal penurunan dan kenaikan suhu yang tinggi akan dapat menurunkan keanekaragaman jenis makro alga, misalnya *Euchema sp* hanya tahan terhadap suhu yang kecil, sedangkan *Gracillaria sp.* tahan terhadap perubahan suhu yang tinggi (Pallalo, 2013).

### **2.7.4 Kecepatan Arus**

Rumput laut merupakan organisme yang memperoleh makanan melalui aliran air yang melewatinya. Gerakan air yang cukup akan menghindari terkumpulnya kotoran pada thallus, membatu pengundaraan, dan mencengah adanya fluktuasi yang besar terhadap salinitas maupun suhu air (Sunaryat, 2004). Arus dapat terjadi karena pasang dan angin. Arus pasang lebih mudah diramal dibanding dengan arus karena angin. Arus tidak terlalu banyak menyebabkan kerusakan pada tanaman dibandingkan dengan ombak, kisaran kecepatan arus yang cukup untuk pertumbuhan rumput laut antara 0,2 – 0,4 m/s (Alam, 2001).

### **2.7.5 Nitrat dan Fosfat**

Nitrat (NO<sub>3</sub>) merupakan bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrien bagi pertumbuhan rumput laut. Nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Senyawa ini dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Kramer *et al.*, 1994). Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob. Nitrat dapat

digunakan untuk mengelompokan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0,0-0,9 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1,0-5,0 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara >5,0 mg/L. (Effendi, 2003).

Kadar nitrat dan fosfat mempengaruhi reproduksi alga bila zat tersebut melimpah di perairan. Menurut Aslan (1998), kadar nitrat dan fosfat di perairan akan berpengaruh terhadap kesuburan gametofit alga. Setiap jenis alga, untuk keperluan pertumbuhannya memerlukan kandungan nitrat yang berbeda-beda. Agar fitoplankton dapat tumbuh optimal diperlukan kandungan nitrat antara 0,9-3,5 ppm, tetapi apabila kandungan nitrat di bawah 0,1 atau di atas 4,5 ppm maka nitrat menjadi faktor pembatas (Sulistijo, 1996).

Tumbuhan yang berada di perairan memerlukan fosfor (P) sebagai ion fosfat ( $PO_4$ ) untuk pertumbuhan yang disebut dengan nutrisi atau unsur hara makro. Sumber alami fosfat di perairan adalah pelapukan batuan mineral dan dekomposisi bahan-bahan organik. Sumber antropogenik fosfor berasal dari limbah industri, domestik, dan limbah pertanian (Hutagalung dan Rozak, 1997). Fosfat dapat menjadi faktor pembatas baik secara temporal maupun spasial karena sumber fosfat yang sedikit di perairan. Kisaran fosfat yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut adalah 0,051 ppm–1,00 ppm (Indriani dan Sumiarsih, 1991). Ernanto (1994) dalam Syamsiah (2007) mengemukakan pembagian tipe perairan berdasarkan kandungan fosfat di perairan yaitu :

- a) Perairan yang tingkat kesuburan rendah memiliki kandungan fosfat kurang dari 0,02 mg/L.
- b) Perairan yang tingkat kesuburan cukup subur memiliki kandungan fosfat 0,021 mg/L sampai 0,05 mg/L.
- c) Perairan dengan tingkat kesuburan yang baik memiliki kandungan fosfat 0,051 mg/L sampai 1,00 mg/L.