

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Makroalga

Alga adalah organisme berklorofil, tubuhnya merupakan thalus (uniselular dan multiselular), alat reproduksi pada umumnya berupa sel tunggal, meskipun ada juga alga yang alat reproduksinya tersusun dari banyak sel (Sulisetijono, 2009).

Menurut Sulisetijono (2009), ada tiga ciri reproduksi seksual pada alga yang dapat digunakan untuk membedakannya dengan tumbuhan hijau yang lain. Ketiga ciri yang dimaksud adalah:

1. Pada alga uniselular, sel itu sendiri berfungsi sebagai sel kelamin (gamet).
2. Pada alga multiselular, gametangium (organ penghasil gamet) ada yang berupa sel tunggal, dan ada pula gametangium yang tersusun dari banyak sel.
3. Sporangium (organ penghasil spora) dapat berupa sel tunggal, dan jika tersusun dari banyak sel, semua penyusun sporangium bersifat fertil.

Makroalga termasuk tumbuhan tingkat rendah. Walaupun tampak adanya daun, batang, dan akar, bagian-bagian tersebut hanya semu belaka (Yulianto, 1996).

Makroalga merupakan tumbuhan thalus yang hidup di air, setidaknya tidaknya selalu menempati habitat yang lembab atau basah. Selnya selalu jelas mempunyai inti dan plastida, dan dalam plastidanya terdapat zat-zat warna derivat klorofil, yaitu klorofil a dan b atau kedua-duanya. Selain derivat-derivat klorofil

terdapat pula zat-zat warna lain, dan zat warna lain inilah yang justru kadang-kadang lebih menonjol dan menyebabkan ganggang tertentu diberi nama menurut warna tadi. Zat-zat warna tersebut berupa fikosianin (warna biru), fikosantin (warna pirang), dan fikoeritrin (warna merah). Disamping itu juga biasa ditemukan zat-zat warna santofil, dan karotin (Tjitrosoepomo, 1998).

2.2 Morfologi Makroalga

Alga atau ganggang adalah kelompok Thallophyta yang berklorofil. Berdasarkan ukuran struktur tubuhnya, alga dibagi ke dalam dua golongan besar yaitu:

1. Makroalga, yaitu alga yang mempunyai bentuk dan ukuran tubuh makroskopik;
2. Mikroalga, yaitu alga yang mempunyai bentuk dan ukuran tubuh mikroskopik.

Menurut Sulisetijono (2000), kajian fisiologi dan biokimia dan dilengkapi dengan penggunaan mikroskop elektron, maka dasar pengelompokan alga yang utama adalah sebagai berikut:

1. Pigmentasi

Alga mempunyai berbagai warna, pigmenpun telah pula ditemukan. Semua golongan alga mengandung klorofil dan beberapa karotenoid. Dalam pigmen karotenoid termasuk karoten dan xantofil. Disamping pigmen tersebut di atas yaitu pigmen yang larut dalam larutan organik, ada pula pigmen yang larut dalam air, yaitu fikobili protein. Pigmen ini terdapat dalam alga merah.

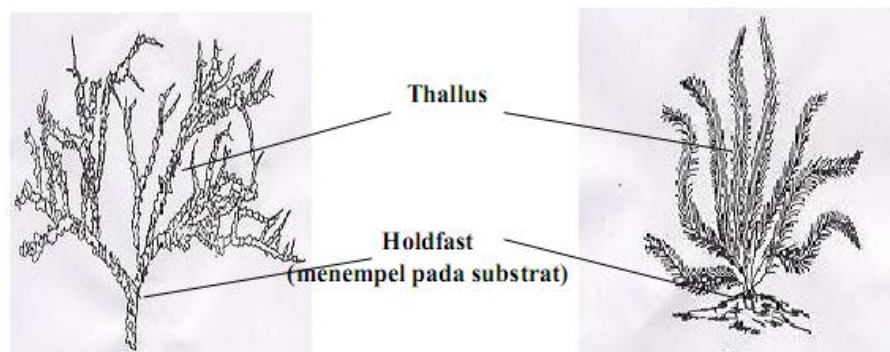
2. Hasil fotosintesis yang disimpan sebagai cadangan makanan

Cadangan makanan umumnya disimpan di dalam sitoplasma sel, kadang-kadang di dalam plastida di tempat berlangsungnya fotosintesis. Bentuk yang paling umum adalah tepung, senyawa yang menyerupai tepung, lemak, atau minyak. Beberapa alga tampaknya membebaskan sebagian materi yang berlebihan ke lingkungannya dan mungkin menggunakan lingkungannya sebagai tempat penyimpanan. Materi yang dibebaskan ini mungkin kembali lagi ke sel dikemudian hari.

3. Motilitas

Sebagian organisme dalam sebagian besar hidupnya motil, sedangkan bagian lainnya mungkin tidak mempunyai motilitas, atau tidak mempunyai sel-sel reproduktif yang motil. Sebagian alga tidak bergerak secara aktif ketika ia dewasa, tetapi kadang-kadang dalam stadium reproduktif mempunyai sel-sel motil, misalnya pada alga coklat (Phaeophyceae) yang bentik atau alga hijau yang bentik.

Bagian-bagian rumput laut secara umum terdiri dari "*holdfast*" yaitu bagian dasar dari rumput laut yang berfungsi untuk menempel pada substrat dan thallus yaitu bentuk-bentuk pertumbuhan rumput laut yang menyerupai percabangan.



Gambar 2.1 Morfologi Makroalga (Afrianto dan Liviawati, 1993).

Bagian-bagian rumput laut secara umum terdiri dari *holdfast* yaitu bagian dasar dari rumput laut yang berfungsi untuk menempel pada substrat dan *thallus* yaitu bentuk-bentuk pertumbuhan rumput laut yang menyerupai percabangan. Tidak semua rumput laut bisa diketahui memiliki *holdfast* atau tidak. Rumput laut memperoleh atau menyerap makanannya melalui sel-sel yang terdapat pada thallusnya. Nutrisi terbawa oleh arus air yang menerpa rumput laut akan diserap sehingga rumput laut bisa tumbuh dan berkembangbiak. Perkembangbiakan rumput laut melalui dua cara yaitu generatif dan vegetatif (Juneidi, 2004).

2.3 Klasifikasi Makroalga

Salah satu potensi biota laut perairan Indonesia adalah makroalga atau dikenal dalam perdagangan sebagai rumput laut (*seaweed*). Makroalga laut ini tidak mempunyai akar, batang, dan daun sejati yang kemudian disebut dengan thallus, karenanya secara taksonomi dikelompokkan ke dalam Divisi Thallophyta. Tiga kelas cukup besar dalam Divisi ini adalah Chlorophyta (alga hijau), Phaeophyta (alga coklat), Rhodophyta (alga merah) (Waryono, 2001).

Pada umumnya divisi alga yang banyak hidup dilingkungan laut dan tubuh tersusun secara multiselular adalah divisi Chlorophyta, Phaeophyta, dan Rhodophyta. Sedang divisi lain yang umumnya berukuran makroskopik dan hidup sebagai fitoplankton (Smith dalam Sulisetijono, 2000).

2.3.1 Chlorophyta (Ganggang hijau)

Alga ini merupakan kelompok terbesar dari vegetasi alga. Alga hijau (Chlorophyceae) termasuk dalam divisi Chlorophyta. Perbedaan dengan divisi lainnya karena memiliki warna hijau yang jelas seperti pada tumbuhan tingkat tinggi karena mengandung pigmen klorofil a dan b, karotin dan xantofil, violasantin, dan lutein. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan lemak. Hasil asimilasi beberapa amilum, penyusunnya sama seperti pada tumbuhan tingkat tinggi yaitu amilose dan amilopektin. Beberapa xanthofil jumlahnya melimpah ketika organisme tersebut masih muda dan sehat, xanthofil lainnya akan tampak dengan bertambahnya umur. Pigmen selalu berada dalam plastida ini disebut kloroplas. Dinding sel lapisan luar terbentuk dari bahan pektin sedangkan lapisan dalam dari selulosa. Contohnya: *Enteromorpha*, *Caulerpa*, *Halimeda* dan *Spirulina*. Alga hijau yang tumbuh di laut di sepanjang perairan yang dangkal. Pada umumnya melekat pada batuan dan sering kali muncul apabila air menjadi surut (Bachtiar, 2007; Sulisetijono, 2009; Tjitrosoepomo, 1998).

Chlorophyceae terdiri atas sel-sel kecil yang merupakan koloni berbentuk benang yang bercabang-cabang atau tidak ada pula yang membentuk koloni yang menyerupai kormus tumbuhan tingkat tinggi (Tjitrosoepomo, 1998).

Chlorophyceae selnya biasanya ber dinding dan beberapa badan-badan untuk berkembang biak tidak ber dinding komponen penyusun dinding sel adalah selulosa (Sulisetijono, 2000).

Amilum dari Chlorophyceae seperti pada tumbuhan tingkat tinggi, tersusun sebagai rantai glukosa tak bercabang yaitu amilose dan rantai yang bercabang amilopektin. Seringkali amilum tersebut terbentuk dalam granula bersama dengan badan protein dalam plastida disebut perinoid. Selain itu Chlorella salah satu anggota dari Chlorophyceae memiliki nilai gizi yang sangat tinggi dibandingkan jenis jasad lain. Di dalam sel Chlorella masih pula terdapat chlorelin yaitu semacam antibiotik yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Sulisetijono, 2009).

Menurut Juana (2009), tercatat sedikitnya 12 genus alga hijau yang banyak diantaranya sering dijumpai di perairan pantai Indonesia. Berikut ini adalah genus-genus alga hijau diantaranya adalah:

1. *Caulerpa* yang dikenal beberapa penduduk pulau sebagai anggur laut yang terdiri dari 15 jenis dan lima varietas.
2. *Ulva* mempunyai thalus berbentuk lembaran tipis seperti sla, oleh karenanya dinamakan sla laut. Ada tiga jenis yang tercatat, satu diantaranya, *U. reticulata*. Alga ini biasanya melekat dengan menggunakan alat pelekat berbentuk cakram pada batu atau pada substrat lain. Tangkai pendek menghubungkan alat ini dengan daun yang tipis dan lebar, 0,1 mm tebalnya, bentuk dan ukurannya tak teratur. Daun yang lebar mencapai 400 cm².

3. *Valonia* (*V. ventricosa*) mempunyai thallus yang membentuk gelembung berisi cairan berwarna ungu atau hijau mengkilat, menempel pada karang atau karang mati. Alga ini berbenang hijau bercabang dan beruas, garis tengahnya kira-kira 1 mm, tumbuh ke atas membentuk sebuah thallus yang permukaan atasnya berbentuk kubah.
4. *Dictyosphaera* (*D. caversona*) dan jenis-jenis dari marga ini di Nusa Tenggara Barat dinamakan bulung dan dimanfaatkan sebagai sayuran.
5. *Halimeda* terdiri dari 18 jenis. Marga ini berkapur dan menjadi salah satu penyumbang endapan kapur di laut. *H. tuna* terdiri dari rantai bercabang dari potongan tipis berbentuk kipas. Alga ini terdapat di bawah air surut, pada pantai berbatu dan paparan terumbu, tetapi potongan-potongannya dapat tersapu ke bagian atas pantai setelah terjadi badai.
6. *Chaetomorpha* mempunyai thallus atau daunnya berbentuk benang yang mengumpal. Jenis yang diketahui adalah *C. crassa* yang sering terjadi gulma bagi budidaya laut.
7. *Codium* hidup menempel pada batu atau batu karang, tercatat ada enam jenis.
8. Dari marga *Udotea* tercatat dua jenis dan banyak terdapat di perairan Sulawesi, seperti di Kepulauan Spermonde dan Selat Makasar. Alga ini tumbuh di pasir dan turumbu karang.
9. *Tydemania* (*T. expeditionis*) tumbuh di paparan terumbu karang yang dangkal dan di daerah tubir pada kejelukan 5 – 30 m di perairan jernih.
10. *Burnetella* (*B. nitida*) menempel pada karang mati dan pecahan karang di paparan turumbu.

11. *Burgenesia* (*B. forbisii*) mempunyai thalus membentuk kantung silendrik berisi cairan warna hijau tua atau hijau kekuning-kuningan, menempel di batu karang atau pada tumbuh-tumbuhan lain.
12. *Neomeris* (*N. annulata*), tumbuh menempel pada substrat pada karang mati di dasar laut. *N. annulata* hidup di daerah pasut di seluruh perairan Indonesia.

2.3.2 Phaeophyta (Ganggang Coklat)

Menurut Tjitrosoepomo (1998), Phaeophyceae adalah ganggang yang berwarna pirang. Dalam kromatoforanya terkandung klorofil a, karotin, dan santofil, terutama fikosantin yang menutupi warna lainnya dan yang menyebabkan ganggang itu kelihatan warna pirang. Sebagai hasil asimilasi dan sebagai zat makanan cadangan tidak pernah ditemukan zat tepung, tetapi sampai 50% dari berat keringnya terdiri dari laminarin, sejenis karbohidrat yang menyerupai dekstrin dan lebih dekat dengan selulosa daripada dengan tepung. Selain laminarin juga ditemukan manit, minyak, dan zat-zat lain. Dinding selnya yang sebelah dalam terdiri atas selulosa, yang sebelah luar dari pektin terdapat algin, suatu zat yang menyerupai gelatin, yaitu garam Ca dari asam alginat yang pada *Laminaria* sampai 20 – 60% berat keringnya.

Secara umum Phaeophyceae memiliki tingkat lebih tinggi secara morfologi dan anatomi diferensiasinya dibandingkan keseluruhan alga. Tidak ada bentuk yang berupa sel tunggal atau koloni (filamen yang tidak bercabang). Susunan tubuh yang paling sederhana adalah filamen heterotrikus. Struktur thalus yang paling kompleks dapat dijumpai pada alga perang yang tergolong kelompok (*Nereocystis*, *Macrocystis*, *Sargassum*). Pada alga ini terdapat diferensiasi

eksternal yang dapat dibandingkan dengan tumbuhan berpembuluh. Thalus dari alga ini mempunyai alat pelekat menyerupai akar, dan dari alat pelekat ini tumbuh bagian yang tegak dengan bentuk sederhana atau bercabang seperti batang pohon dengan cabang yang menyerupai daun dengan gelembung udara (Sulisetijono, 2009).

Thallus dari kelas Phaeophyceae tidak ada yang uniselular, paling sederhana berbentuk filamen yang bercabang. Panjang thallus beberapa milimeter sampai kurang lebih 50 m. sebagian besar hidupnya melekat pada substrat dengan perantaraan alat perekat. Phaeophyceae hidup subur di laut yang berada di iklim dingin dan mereka hidup di perairan dangkal. Warna alga coklat ini mencerminkan melimpahnya xantofil, yaitu fiksoxantin di dalam plastid. Cadangan makanan berupa laminarin, mannitol atau berbentuk tetes-tetes lemak (Sulisetijono, 2000).

Phaeophyta hanya mempunyai satu kelas yaitu Phaeophytaceae. Phaeophyceae pada umumnya hidup di laut. Sebagian besar Phaeophyceae merupakan unsur utama yang menyusun vegetasi di lautan Arktik dan Antartika, tetapi beberapa marga seperti *Dictyota*, *Sargassum*, dan *Turbinaria* merupakan alga yang khas untuk lautan daerah tropis (Sulisetijono, 2009).

Kebanyakan Phaeophyceae hidup dalam air laut, hanya beberapa jenis saja yang hidup di air tawar. Di laut dan samudera di daerah iklim sedang dan dingin, thallusnya dapat mencapai ukuran yang amat besar dan sangat berbeda-beda bentuknya. Melekat pada batu-batu, kayu, sering juga sebagai epifit pada thallus lain, bahkan ada yang sebagai endofit (Tjitrosoepomo, 1998).

Hampir 1000 spesies Phaeophyceae hidup di laut. Warna kuning dihasilkan oleh pigmen fikoxantin (*xanthos* "coklat"). Pigmen terkandung di dalam plastid. Memiliki dinding sel lapisan luar dari bahan pektin (terutama alginat) sedangkan lapisan dalam dari bahan selulosa. Kebanyakan spesies mempunyai kantong udara dan pembiakannya secara seksual atau aseksual. Contohnya: *Ectocarpus*, *Dictyota*, *Padina*, *Kelpa*, *Laminaria*, *Nereocystis*, *Alaria*, dan *Agarum* (Bachtiar, 2007).

Menurut Juana (2009), terdapat delapan marga alga coklat yang sering ditemukan di Indonesia. Berikut ini adalah marga-marga alga coklat diantaranya adalah:

1. *Cystoseira* sp. hidup menempel pada batu di daerah rata-an terumbu dengan alat pelekatnya yang berbentuk cakram kecil. Alga ini mengelompok bersama dengan komunitas *Sargassum* dan *Turbinaria*. Di perairan pantai Malaysia terdapat jenis *C. prolifera* yang dapat berukuran besar dan terdapat di paparan terumbu dan pantai berbatu. Alga ini mempunyai dua atau tiga sayap longitudinal dengan pinggiran bergerigi. Sayap ini mencapai lebih dari 0,5 cm lebarnya. Kantong udaranya terdapat di sepanjang talus.
2. *Dictyopteris* sp. hidup melekat pada batu di pinggiran luar rata-an terumbu jarang dijumpai. Jenis alga ini banyak ditemukan di Selatan Jawa, Selat Sunda dan Bali.
3. *Dictyota* (*D. bartayresiana*), tumbuh menempel pada batu karang mati di daerah rata-an terumbu. Di perairan pantai Malaysia terdapat *D. beccoriana* yang tumbuh di daerah paras pasut rata-rata. Warnanya coklat tua dan

mempunyai thallus bercabang yang terbagi dua. Thallus yang pipih, lebarnya 2 mm.

4. *Hormophysa* (*H. triquesa*), hidup menempel pada batu dengan alat pelekatnya berbentuk cakram kecil. Alga ini hidup bercampur dengan *Sargassum* dan *Turbinaria* dan hidup di rataan terumbu.
5. *Hydroclathrus* (*H. clatratus*), tumbuh melekat pada batu atau pasir di daerah rataan terumbu dan tersebar agak luas di perairan Indonesia.
6. *Padina* (*P. australis*), tumbuh menempel batu di daerah rataan terumbu, baik di tempat terbuka di laut maupun di tempat terlindung. Alat pelekatnya yang melekat pada batu atau pada pasir, terdiri dari cakram pipih, biasanya terbagi menjadi cuping-cuping pipih 5 – 8 cm lebarnya. Tangkai yang pipih dan pendek menghubungkan alat pelekat ini dengan ujung meruncing dari selusin daun berbentuk kipas. Setiap daun mempunyai jari-jari 5 cm atau lebih.
7. *Sargassum* terdapat teramat melimpah mulai dari air surut pada pasang-surut bulan setengah ke bawah. Alga ini hidup melekat pada batu atau bongkahan karang dan dapat terbedol dari substratnya selama ombak besar dan menghanyut kepermukaan laut atau terdampar di bagian atas pantai. Warnanya bermacam-macam dari coklat muda sampai sampai coklat tua. Alat pelekatnya terdiri dari cakram pipih. Di perairan kita tercatat tujuh jenis, yakni *S. polycystum*, *S. plagiophyllum*, *S. duplicatum*, *S. crassifolium*, *S. binderi*, *S. echinocarpum*, dan *S. cinereum*.
8. *Turbinaria* terdiri dari tiga jenis yang tercatat, yakni *T. conoides*, *T. decurrens*, dan *T. ornate*. Alga ini mempunyai cabang-cabang silendrik dengan diameter

2 – 3 mm dan mempunyai cabang lateral pendek dari 1 - 1,5 cm panjangnya.

Alga ini terdapat di pantai berbatu dan paparan turumbu.

2.3.3 Rhodophyta (Ganggang Merah)

Rhodophyta hanya mempunyai satu kelas yaitu Rhodophyceae dengan anak kelas Bangiophycidae dan Florideophycidae. Kedua anak kelas dibedakan berdasarkan pada kelompok (Sulisetijono, 2009).

Rhodophyta Sebagian besar hidup di laut, terutama dalam lapisan-lapisan air yang dalam, yang hanya dapat dicapai oleh cahaya gelombang pendek. Hidupnya sebagai bentos, melekat pada suatu substrat dengan benang-benang pelekat atau cakram pelekat. Hanya beberapa jenis saja yang hidup di air tawar, ada juga yang hidup di atas tanah atau di dalam tanah (ini hanya bentuk yang uniseluler). Jenis-jenis yang ada di laut jumlahnya banyak sekali dan melimpah di laut tropis. Banyak juga yang mengandung kalsium. Mereka dapat hidup seperti epifit pada alga yang lainnya, dapat juga hidup pada hewan laut (epozoik) (Sulisetijono, 2000; Tjitrosoepomo, 1998).

Rhodophyceae berwarna merah sampai ungu, kadang-kadang juga lembayung atau pirang kemerah-merahan. Kromatofora berbentuk cakram atau suatu lembaran, mengandung klorofil a dan karotenoid, tetapi warna itu tertutup oleh zat warna merah yang mengadakan fluoresensi, yaitu fikoeritrin (Tjitrosoepomo, 1998).

Alga merah mempunyai komponen dinding sel terdiri dari yang fibriler, dan terdiri dari manan dan xylan dan komponen non fibriler. Komponen yang non fibriler ini yang menarik perhatian karena mengandung bahan tabilizer, untuk

membentuk sel seperti keraginan dan agar (galaktan yang mengandung sulfat) (Sulisetijono, 2000).

Eucheuma sp. merupakan salah satu jenis rumput laut merah (Rhodophyceae) dan tergolong dalam divisi Thallophyta. Jenis *Eucheuma* sp. tersebar luas di perairan pantai Indonesia dan sudah dibudidayakan secara intensif. Rumput laut banyak digunakan sebagai bahan makanan secara langsung karena mempunyai kandungan gizi yang cukup baik sehingga dapat menyehatkan (Sulistyowaty, 2009).

Thallus bermacam-macam bentuknya, ada yang silindris, pipih, dan lembaran. Rumpun yang terbentuk oleh berbagai sistem percabangan ada yang tampak sederhana berupa filamen dan ada pula yang berupa percabangan yang kompleks, tetapi pada golongan yang sederhana pun telah bersifat heterotrik. Jaringan tubuh belum bersifat sebagai parenkim, melainkan hanya merupakan plektenkim. Perkembangbiakan dapat secara aseksual, yaitu dengan pembentukan spora, dapat pula secara seksual (oogami) (Tjitrosoepomo, 1998; Sulisetijono, 2009).

Dinding sel terdiri dari dua komponen yaitu komponen fibriler akan membentuk rangka dinding dan komponen non fibriler berbentuk matrik. Tipe umum dari komponen fibriler mengandung selulosa, sedangkan non fibriler tersusun dari galaktan seperti agar, keraginan porpiran (Sulisetijono, 2009).

Hampir semua alga merah adalah tumbuh-tumbuhan laut. Di antara kelompok-kelompok alga laut, alga merah yang teramat mencolok dalam hal warna, beberapa di antaranya bercahaya. Banyak jenis alga merah yang

mempunyai nilai ekonomis dan diperdagangkan yang dikelompokkan sebagai komoditi rumput laut (Juana, 2009).

Menurut Juana (2009), tercatat 17 marga terdiri dari 34 jenis. Berikut ini marga-marga alga merah yang ditemukan di Indonesia diantaranya adalah:

1. *Acanthophora* terdiri dari dua jenis yang tercatat, yakni *A. spicifera*, dan *A. muscoides*. Alga ini hidup menempel pada batu atau benda keras lainnya.
2. *Actinotrichia* (*A. fragilis*) terdapat di bawah pasut dan menempel pada karang mati. Sebarannya luas terdapat pula di padang lamun.
3. *Anansia* (*A. glomerata*) tumbuh melekat pada batu di daerah terumbu karang dan dapat hidup melimpah di padang lamun.
4. *Amphiroa* (*A. fragilissima*) tumbuh menempel pada dasar pasir di rataaan pasir atau menempel pada substrat dasar lainnya di padang lamun. Sebarannya luas.
5. *Chondrococcus* (*C. hornemannii*) tumbuh melekat pada substrat batu di ujung luar rataaan turumbu yang senantiasa terendam air.
6. *Corallina* belum diketahui jenisnya. Alga ini tumbuh di bagian luar turumbu yang biasanya terkena ombak langsung. Sebarannya tidak begitu luas terdapat antaranya di pantai selatan Jawa.
7. *Eucheuma* adalah alga merah yang biasa ditemukan di bawah air surut rata-rata pada pasang-surut bulan setengah. Alga ini mempunyai thallus yang selindrik berdaging dan kuat dengan bintil-bintil atau duri-duri yang mencuat ke samping pada beberapa jenis. Thallusnya licin. Warna alganya ada yang tidak merah, tetapi coklat kehijau-hijauan kotor atau abu-abu dengan bercak

merah. Di Indonesia tercatat empat jenis, yakni *E. denticulatum* (*E. spinosum*), *E. edule*, *E. alvarezii* (*Kappaphycus alvarezii*), dan *E. serra*.

8. *Galaxaura* terdiri dari empat jenis, yakni *G. kjelmanii*, *G. subfruticulosa*, *G. subverticillata*, dan *G. rugosa*. Alga ini melekat pada substrat batu di rataan terumbu.
9. *Gelidiella* (*G. acerosa*) tumbuh menempel pada batu. Alga ini muncul dipermukaan air pada saat air surut dan mengalami kekeringan. Alga ini digunakan sebagai sumber agar yang diperdagangkan.
10. *Gigartina* (*G. affinis*) tumbuh menempel pada batu di rataan terumbu, terutama di tempat-tempat yang masih tergenang air pada saat air surut terendah.
11. *Gracilaria* terdiri dari tujuh jenis, yakni *G. arcuata*, *G. coronopifolia*, *G. foliifera*, *G. gigas*, *G. salicornia*, dan *G. verrucosa*.
12. *Halymenia* terdiri dari dua jenis, yakni *H. durvillaei*, dan *H. harveyana*. Alga ini hidup melekat pada batu karang di luar rataan terumbu yang selalu tergenang air.
13. *Hypnea* terdiri dari dua jenis, yakni *H. asperi*, dan *H. servicornis*. Alga ini hidup di habitat berpasir atau berbatu, adapula yang bersifat epifit. Sebarannya luas.
14. *Laurencia* terdiri dari tiga jenis yang tercatat, yakni *L. intricate*, *L. nidifica*, dan *L. obtusa*. Alga ini hidup melekat pada batu di daerah terumbu karang.
15. *Rhodymenia* (*R. palmata*) hidup melekat pada substrat batu di rataan terumbu.

16. *Titanophora* (*T. pulchra*) jarang dijumpai, jenis ini terdapat di perairan Sulawesi.

17. *Porphyra* adalah alga cosmopolitan. Marga alga ini terdapat mulai dari perairan subtropik sampai daerah tropik. Alga ini dijumpai di daerah pasut (litoral), tepatnya di atas daerah litoral. Alga ini hidup di atas batuan karang pada pantai yang terbuka serta bersalinitas tinggi.

Divisi makroalga yang dipaparkan di atas sangatlah bermacam-macam jenis yang beraneka warna, rasa, bau, dan keistimewaannya, hal ini tak lain hanyalah berkat kekuasaan Allah, seperti pada surat Al-Hajj ayat 5, Thaahaa ayat 53, dan Az-Zumar ayat 21 yang berbunyi:

..... وَتَرَى الْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَا أَنْزَلْنَا عَلَيْهَا الْمَاءَ اهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنْبَتَتْ مِنْ كُلِّ زَوْجٍ

بَهِيحٍ

Artinya:Dan kamu Lihat bumi ini kering, kemudian apabila telah Kami turunkan air di atasnya, hiduplah bumi itu dan suburlah dan menumbuhkan berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang indah (Q.S Al-Hajj: 5).

Surat Al-Hajj ayat 5 menjelaskan bahwa tumbuh-tumbuhan itu dihidupkan atau ditumbuhkan oleh Allah dengan air. Artinya ada hubungan yang sangat erat antara air dengan tumbuhan. Interaksi yang terjalin antara tumbuhan dan air adalah sebuah fenomena ekologis yang terdapat di alam. Yaitu interaksi antara organisme (tumbuhan) dengan lingkungannya (Rossidy, 2008).

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ
أَنْوَاجًا مِنْ نَبَاتٍ شَتَّى ﴿٥٣﴾

Artinya: Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam (Q.S Thaahaa: 53).

Surat Thaahaa ayat 53 menjelaskan bahwa bumi seluruhnya adalah bagian buat umat manusia di setiap masa dan zaman. Tuhan maha mengatur yang menjadikan bumi sebagai buaian telah membelah bumi bagi manusia agar menjadi jalan dan menurunkan air dari langit. Dari air hujan terbentuklah sungai-sungai dan airnya meluap seperti sungai Nil. Kemudian dengan air muncullah tumbuh-tumbuhan yang bervariasi jenisnya. Allah yang maha pengatur telah berkehendak agar tumbuh-tumbuhan memiliki berbagai macam jenis sebagai mana makhluk hidup yang lain (Quthb, 2003).

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنْبِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا
أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيَجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ حُطَمًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرًا لِأُولِي الْأَلْبَابِ ﴿٢١﴾

Artinya: "Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa Sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, Maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal (Qs. Az-Zumar: 21).

Surat Az-Zumar ayat 21 menjelaskan bahwa Allah SWT mampu menurunkan air hujan dari langit kemudian memasukkan air tersebut ke dalam

bumi dan menyimpannya disana yang nantinya akan menjadi mata air. Tanaman yang tumbuh menunjukkan kepada jenis yaitu tumbuhan yang bermacam-macam warnanya antara lain merah, coklat, kuning, dan hijau. Tafsir ini mengatakan pula bahwa tanaman yang tumbuh bermacam-macam warna diibaratkan dengan agama yang berbeda-beda yang saling mengungguli. Adapun orang-orang yang beriman, maka bertambahlah keimanannya. Adapun orang-orang yang mempunyai penyakit hatinya, maka hatinya mengering layaknya pohon kering. Demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang berakal (Al-Qurthubi, 2009).

2.4 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Penyebaran

Makroalga, Antara Lain:

1) Gerakan Air

Air laut selalu dalam keadaan bergerak. Gerakan-gerakan air laut disebabkan oleh beberapa faktor, seperti angin yang menghembus di atas permukaan laut, pengadukan yang terjadi karena perbedaan suhu air dari dua lapisan, perbedaan tinggi permukaan laut, pasang-surut, dan lain-lain. Gerakan air laut ini sangat penting bagi berbagai proses alam laut, baik itu biologik atau hayati ataupun non biologik. Pasang-surut merupakan salah satu gejala laut yang besar pengaruhnya terhadap kehidupan biota laut, khususnya di wilayah pantai (Juwana, 2009).

2) Cahaya Matahari

Kualitas dan kuantitas cahaya secara luas menentukan tipe dan terdapatnya alga. Sejauh ini fotosintesis dan fotomorfogenesis banyak mendapat perhatian.

Pada kebanyakan makroalga fotosintesis terjadi dengan panjang gelombang 300-700 nm. Setiap makroalga berbeda dalam menerima jumlah cahaya alga coklat yang tumbuh paling dalam di air laut memerlukan lebih banyak cahaya. Jumlah cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis bervariasi tergantung pada letak makroalga. Makroalga yang hidup pada zona litoral paling atas memerlukan intensitas cahaya tinggi dibandingkan dengan yang ada di dalam air laut (Sulisetijono, 2000).

3) Suhu

Kisaran suhu normal untuk pertumbuhan makroalga adalah 27 – 30°C. Suhu tersebut masih baik untuk kepentingan budidaya rumput laut (Edward, 2003). Menurut Dawes dalam Toni (2006), menyatakan suhu normal untuk pertumbuhan makroalga adalah 25 – 35°C. Suhu optimum yang sesuai untuk pertumbuhan makroalga di perairan laut tropis adalah 25°C. Beberapa jenis makroalga memiliki suhu optimum yang lebih tinggi atau lebih rendah dari kisaran tersebut.

4) Salinitas

Salinitas menentukan sebagian besar komunitas kehidupan di air. Konsentrasi relatif tinggi NaCl pada air laut menentukan perbedaan perkembangan fisiologis organisme air laut (Waluyo, 2009). Kisaran salinitas optimum untuk pertumbuhan makroalga antara 33 – 40‰ (Bold, *et al.* 1985).

5) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan makroalga. Nilai pH sangat menentukan molekul

karbon yang dapat digunakan makroalga untuk fotosintesis (Toni, 2006). pH yang baik untuk budidaya rumput laut berkisar antara 6 – 9. Beberapa jenis alga toleran terhadap kondisi pH (Bold, *et al.* 1985; Setiadi, 2000).

Makroalga banyak dijumpai tumbuh di daerah perairan yang agak dangkal dengan kondisi dasar perairan berpasir, sedikit lumpur atau campuran keduanya. Memiliki sifat benthik (melekat) dan sering disebut sebagai benthik algae (Waryono, 2008).

Beberapa alga yang umumnya hidup terrestrial di dalam tanah, maupun lautan. Di dalam lingkungan akuatik, alga tumbuh sebagai bentos, perifiton, atau fitoplankton. Jika alga melekat pada permukaan batuan disebut litoftik. Jika alga terdapat di dalam batuan disebut epipelik. Perifiton adalah organisme yang melekat pada tumbuh-tumbuhan. Perifiton adalah epifit jika melekat pada permukaan tumbuhan akuatik dan endofitik jika hidup di dalam tumbuhan yang lain (Sulisetijono, 2000).

Kekhasan karakter vegetasi tentunya mempunyai fungsi tertentu, karena sesungguhnya Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam surat Ali Imran ayat 191 yang berbunyi:

رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَنَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Artinya: *Ya Tuhan kami, tiadalah engkau menciptakan ini dengan sia-sia Maha suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka (Q.S Ali Imran: 191).*

Surat Ali Imran ayat 191 menjelaskan bahwa penciptaan ini semua dengan kebenaran, mustahil engkau berbuat main-main dan tak berguna. Engkau

menciptakan segalanya untuk tujuan-tujuan yang sangat luhur dan mulia. Engkau menciptakan ini agar engkau senantiasa diingat dan disyukuri, maka engkau memuliakan orang-orang yang bersyukur dan pandai mengingat keagunganmu di dalam surga, tempat kemuliaan. Engkau menghinakan orang-orang yang ingkar di dalam neraka, tempat siksaanmu (Al-Jazairi, 2007).

Apabila kita mempelajarinya lebih jauh tentang kekhasan karakter vegetasi tersebut maka kita akan mengetahui tanda-tanda kekuasaan Allah. Sebagaimana Allah berfirman dalam surat Al-Jatsiah ayat 3 yang berbunyi:

إِنَّ فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ لَآيَاتٍ لِّلْمُؤْمِنِينَ ﴿٣﴾

Artinya: *Sesungguhnya pada langit dan bumi benar-benar terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah untuk orang-orang yang beriman (Q.S Al-Jatsiah: 3).*

Beberapa alga yang umumnya hidup terrestrial di dalam tanah. Tetapi umumnya hidup di dalam badan air bak kolam, maupun lautan. Di dalam lingkungan akuatik, alga tumbuh sebagai bentos, perifiton, atau fitoplankton. Bentos adalah organisme yang tumbuh pada dasar dari badan air. Jika alga melekat pada permukaan batuan disebut litoftik. Jika alga terdapat di dalam batuan disebut epipelik. Perifiton adalah organisme yang melekat pada tumbuh-tumbuhan. Perifiton adalah epifit jika melekat pada permukaan tumbuhan akuatik dan endofitik jika hidup di dalam tumbuhan yang lain (Sulisetijono, 2000).

2.5 Peranan Makroalga Untuk Manusia

Kebutuhan bahan baku untuk industri kerajinan di dalam negeri mencapai sekitar 15.000 ton, sedangkan untuk industri agar-agar dibutuhkan rumput laut

jenis *Gracillaria sp.* sekitar 7900 ton. Selanjutnya dinyatakan bahwa kondisi tersebut disebabkan ketidak seimbangan antara kapasitas industri kerajinan dan agar-agar dengan produksi rumput laut sebagai bahan baku. (Sulisetijono, 2000).

Berbagai jenis alga seperti *Griffithsia*, *Ulva*, *Enteromorpha*, *Gracilaria*, *Euchema*, dan *Kappaphycus* telah dikenal luas sebagai sumber makanan seperti salad rumput laut atau sumber potensial karaginan yang dibutuhkan oleh industri gel. Begitupun dengan *Sargassum*, *Chlorella/Nannochloropsis* yang telah dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat, *Osmundaria*, *Hypnea*, dan *Gelidium* sebagai sumber senyawa bioaktif, *Laminariales* atau *Kelp*, dan *Sargassum muticum* yang mengandung senyawa alginat yang berguna dalam industri farmasi. Pemanfaatan berbagai jenis alga yang lain adalah sebagai penghasil bioetanol dan biodiesel ataupun sebagai pupuk organik (Bachtiar, 2007).

Kandungan bahan-bahan organik yang terdapat dalam alga merupakan sumber mineral dan vitamin untuk agar-agar, salad rumput laut maupun agarose. Agarose merupakan jenis agar yang digunakan dalam percobaan dan penelitian dibidang bioteknologi dan mikrobiologi. Potensi alga sebagai sumber makanan (terutama rumput laut), di Indonesia telah dimanfaatkan secara komersial dan secara intensif telah dibudidayakan terutama dengan teknik polikultur (kombinasi ikan dan rumput laut) (Bachtiar, 2007).

2.6 Teori Keanekaragaman

Menurut Smith (1992), bahwa keanekaragaman β atau keanekaragaman antar komunitas dapat dihitung dengan menggunakan beberapa teknik, yaitu kesamaan komunitas dan indeks keanekaragaman. Price (1997), menjelaskan

bahwa keanekaragaman organisme di daerah tropis lebih tinggi dari pada di daerah sub tropis hal ini disebabkan daerah tropis memiliki kekayaan jenis dan pemerataan jenis yang lebih tinggi dari pada daerah subtropics, yang dipengaruhi oleh ukuran kecepatan perubahan spesies dari satu habitat ke habitat lainnya.

2.7 Indeks Komunitas

Keanekaragaman komunitas makroalga di suatu tempat dapat dianalisa dengan melakukan pengamatan menggunakan unit-unit sampel, kemudian dilakukan analisa dengan mengidentifikasi dan menghitung. Data tentang keanekaragaman komunitas dapat disajikan dalam bentuk sebagai berikut:

2.7.1 Indeks Nilai Penting

Indeks nilai penting adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas. Spesies-spesies yang dominan (yang berkuasa) dalam suatu komunitas akan memiliki indeks nilai penting yang tinggi, sehingga spesies yang paling dominan tentu saja akan memiliki indeks nilai penting yang paling besar (Soegianto, 1994).

Indeks nilai penting (INP) dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{DR} + \text{FR}$$

Keterangan:

INP : Indeks Nilai Penting

KR : Kerapatan Relatif

DR : Dominansi Relatif

FR : Frekuensi Relatif

2.7.2 Indeks Keanekaragaman

Keanekaragaman adalah variabilitas antar makhluk hidup dari semua sumber daya, termasuk di daratan, ekosistem-ekosistem perairan, dan kompleks ekologis termasuk juga keanekaragaman dalam spesies di antara spesies dan ekosistemnya. Sepuluh persen dari ekosistem alam berupa suaka alam, suaka margasatwa, taman nasional, hutan lindung, dan sebagian lagi bagi kepentingan pembudidayaan plasma nutfah, dialokasikan sebagai kawasan yang dapat memberi perlindungan bagi keanekaragaman hayati (Arief, 2001).

Menurut John dalam Abdullah (2010), secara umum keanekaragaman hayati dianalisis pada tiga tingkat: 1. Jenis lingkungan dan sistem ekologis dimana organisme itu hidup dan berkembang. 2. Jenis spesiesnya sendiri dan sifat genetik yang ada dalam spesies itu. 3. Degradasi keseluruhan sistem ekologis, seperti hutan, tanah rawa, dan perairan pantai merupakan suatu keanekaragaman hayati yang lebih besar dan merupakan faktor satu-satunya yang paling penting dibalik terjadinya kepunahan spesies secara besar-besaran.

Keanekaragaman jenis adalah suatu karakteristik tingkatan komunitas berdasarkan organisasi biologisnya. Keanekaragaman jenis dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis tinggi, jika komunitas itu disusun oleh banyak jenis dengan kelimpahan tiap jenis yang sama atau hampir sama. Sebaliknya, jika komunitas itu disusun oleh sangat sedikit jenis dan hanya sedikit saja jenis yang dominan, maka keanekaragaman jenisnya rendah. Selanjutnya dinyatakan, bahwa keanekaragaman jenis yang tinggi menunjukkan bahwa suatu komunitas memiliki

kompleksitas tinggi, karena dalam komunitas terjadi interaksi jenis yang tinggi pula. Jadi dalam suatu komunitas yang mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi akan terjadi interaksi jenis yang melibatkan transfer energi, predasi, kompetisi dan pembagian relung yang secara teoritis lebih kompleks. Konsep keanekaragaman jenis dapat digunakan untuk mengukur kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil (stabilitas komunitas), walaupun ada gangguan terhadap komponen-komponennya (Soegianto, 1994).

Keragaman jenis diukur berdasarkan jumlah jenis dan kelimpahan relatifnya. Diasumsikan bahwa populasi dari jenis-jenis yang secara bersama-sama membentuk komunitas, berinteraksi antara satu dengan lainnya dan dengan lingkungannya dalam berbagai cara menunjukkan jumlah jenis yang ada serta kelimpahan relatifnya. Pada umumnya keanekaragaman jenis komunitas diukur dengan memakai pola distribusi beberapa ukuran kelimpahan diantara jenis (Odum, 1993).

Indeks keanekaragaman menurut Southwood (1978), indeks keanekaragaman di rumuskan:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \text{ atau } H' = -\sum \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{n_i}{N}$$

Keterangan rumus:

H' : indeks keragaman Shannon-Weaver

p_i : proporsi spesies ke 1 di dalam sampel total

n_i : jumlah individu dari seluruh jenis

N : jumlah total individu dari seluruh jenis

2.8 Definisi Pantai

Ada dua istilah tentang kepantaian dalam bahasa Indonesia yang sering rancu pamakaiannya, yaitu pesisir (*coast*) dan pantai (*shore*). Pesisir adalah daerah darat dari tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut. Sedang pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan dibawah permukaan daratan di mulai dari batas garis pasang tertinggi. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai manfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai. Kreteria sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi kearah daratan (Triadmodjo, 1999).

Pantai adalah gambaran nyata interaksi dinamis antara air, angin, dan material tanah. Angin dan air yang bergerak membawa material dari tempat satu ke tempat lain. Mengikis tanah dan kemudian mengendapkannya disuatu tempat secara kontinyu. Sehingga terjadi perubahan garis pantai (Pratikto, 1997).

2.8.1 Tipe-tipe Pantai

Menurut Pratikto (1997), jenis-jenis atau tipe pantai berpengaruh pada kemudahan terjadinya erosi pantai. Berikut ini adalah penggolongan pantai di Indonesia berdasarkan tipe-tipe paparan (*shefl*) dan perairan.

1. Pantai paparan

Merupakan pantai dengan proses pengendapan yang dominan. Umumnya terdapat di pantai utara Jawa, pantai Timur Sumatera, pantai Selatan dan Timur Kalimantan, dan pantai Selatan Irian Jaya, dengan Karakteristik:

- a. Airnya keruh mengandung lumpur dan terdapat proses sedimentasi.
- b. Pantainya landai dengan perubahan kemiringan (hingga ke arah laut) yang bersifat gradual dan teratur.
- c. Daratan pantainya dapat lebih dari 20 km.

2. Pantai Samudera

Merupakan pantai dimana proses erosi lebih dominan. Umum terdapat di pantai selatan Jawa, pantai Barat Sumatera, pantai Utara dan Timur Sulawesi, dan pantai Utara Irian Jaya, dengan kerakeristik:

- a. Muara sungai berada dalam teluk, dan airnya jernih
- b. Batas antara daratan pantai dan garis pantai (yang umumnya lurus) dan sempit
- c. Kedalaman pantai kearah laut berubah tiba-tiba (curam)

3. Pantai Pulau

Merupakan pantai yang melingkari/mengelilingi pulau kecil. Dibentuk oleh endapan sungai, batu gamping, endapan gunung berapi atau endapan lainnya.

Umumnya terdapat di Kepulauan Riau, Kepulauan Seribu, Kepulauan Nias, dan Sengihe Talaud.

2.8.2 Pantai Jumiang

Pantai Jumiang terletak di Desa Tanjung Kecamatan Pademawu Kabupaten Pamekasan merupakan salah satu pantai yang ada di sebelah Timur kota Pamekasan yang memiliki wilayah pantai yang potensial terhadap sumber daya hayati laut, dengan luas pantai 112,5 ha. Sumber daya hayati laut yang dimanfaatkan dan dibudidayakan oleh masyarakat adalah makroalga yang dikenal dengan sebutan bulung oleh masyarakat Tanjung. Tipe laut yang landai dan daerah pantai yang berpasir, berbatu, dan berlumpur dengan terumbu karang yang kaya akan organisme laut. Tipe laut yang seperti ini cocok untuk budidaya rumput laut.