

## **BAB II**

### **ASOSIASI KOMUNITAS LAMUN DENGAN MAKROALGA**

#### **A. Ekosistem**

Konsep ekosistem merupakan salah satu kajian dalam ekologi. Ekologi berasal dari bahasa Yunani “*oikos*” (rumah atau tempat hidup) dan “*logos*” yang berarti ilmu. Secara harfiah ekologi adalah pengkajian hubungan organisme-organisme atau kelompok organisme terhadap lingkungannya. Ekologi hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam dengan tidak melakukan percobaan (Irwan, 2007, h. 6).

Istilah ekosistem pertama kali diperkenalkan oleh Tansley (1935) dalam (Mulyadi, 2010, h. 1) bahwa ekosistem adalah hubungan timbal balik antara komponen biotik (tumbuhan, hewan, manusia, mikroba) dan abiotik (cahaya, udara, air, tanah, dsb) di alam, sebenarnya merupakan hubungan antara komponen yang membentuk suatu sistem. Ekosistem dapat ditinjau dalam skala besar atau skala kecil, bergantung pada jumlah komunitas yang dicakup dan dimensi lingkungan nonbiologis yang mengelilinginya. Dalam skala besar, dunia dapat dianggap sebagai suatu kesatuan ekosistem yang terdiri dari berbagai komunitas daratan, air tawar, dan laut. Sebaliknya dalam skala kecil, genangan air laut di pantai (*tidepool*) atau suatu kolam air dapat dianggap suatu ekosistem (Nyabakken, 1992, h. 22). Banyak jenis ekosistem yang terdapat di alam, salah satunya adalah ekosistem wilayah pesisir. Wilayah pesisir merupakan wilayah

yang unik karena banyak ditemukan berbagai ekosistem mulai dari daerah pasang surut, estuari, hutan bakau, terumbu karang, padang lamun, dan sebagainya. Menurut Fachrul (2007, h. 123) sebagai ekosistem yang unik, beberapa hal yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

1. Wilayah pesisir merupakan wilayah yang mempunyai daya dukung yang sangat tinggi, sehingga wilayah ini menjadi tempat terkonsentrasinya berbagai kegiatan manusia. Bukanlah secara kebetulan apabila banyak kota besar terletak di pesisir.
2. Akibat aktivitas manusia yang tinggi di wilayah ini dan akibat geografisnya, maka wilayah pesisir rentan terhadap kerusakan lingkungan.
3. Kerusakan wilayah pesisir akan berpengaruh besar bagi wilayah lainnya.
4. Dalam rangka globalisasi dan kemajuan teknologi seperti saat ini pesisir menjadi sangat penting sebagai pintu gerbang informasi, lalu lintas barang, dan transportasi massal yang relatif murah.

Selain itu kawasan pesisir pantai merupakan daerah terjadinya interaksi di antara tiga unsur alam utama, yaitu daratan, perairan, dan udara. Proses interaksi tersebut berlangsung sejak ketiga unsur tersebut terbentuk (Fachrul, 2007, h. 121). Karakteristik yang paling menonjol dari perairan pesisir adalah terjadinya perubahan sifat-sifat perairan yang sangat cepat. Dari beberapa perubahan yang dapat terjadi, ada perubahan kondisi yang dapat diukur dan diperhitungkan seperti pasang surut, dan ada juga yang berubah sangat cepat sehingga tidak terukur dan sukar diperhitungkan, misalnya akibat angin topan, gempa bumi, letusan gunung berapi, dan gelombang pasang atau tsunami (Asriyana dan Yuliana, 2012, h. 83).

Di wilayah perairan pesisir terdapat empat ekosistem yang khas, yang merupakan tempat hidup yang berbeda bagi biota laut yaitu estuari, terumbu karang, mangrove, dan lamun. Kekhasan masing-masing ekosistem cenderung memiliki komponen biotik dan abiotik tersendiri yang memberikan tingkat produktivitas perairan tertentu (Asriyana dan Yuliana, 2007, h. 83). Selain itu, daerah di wilayah pesisir memiliki ciri-ciri tersendiri daerah pesisir terdiri atas beberapa zonasi yang memiliki karakter yang khas. Salah satunya yaitu *zona litoral*, yaitu daerah yang terletak di antara daratan dan lautan yang masih dipengaruhi oleh air pasang dikenal sebagai pantai laut (*seashore*). Pada beberapa tempat, lereng pantai mempunyai bentuk landai dan di sini terdapat jarak yang besar antara tanda-tanda air pasang tertinggi dan air pasang terendah. Bahan-bahan dasar pembentuk pantai pun akan berbeda-beda (Hutabarat dan Evan, 2014, h.132). Zona ini memperlihatkan keragaman yang terbesar dalam kondisi dasar air. Secara beragam, wilayah ini dibagi lagi berdasarkan hubungan air atau zone pertumbuhan. Biasanya dari pinggir/ tepi air sampai batas akar tumbuhan dianggap sebagai *zona litoral*. Daerah yang memanjang dari batas terendah akar tumbuhan sampai batas penyusupan sinar dikenal sebagai *zona sub-litoral* (Michael, 1995, h. 238).

## **B. Komunitas**

Komunitas dapat disebut dan diklasifikasikan menurut (1) bentuk atau sifat struktur utama seperti misalnya jenis dominan, bentuk-bentuk kehidupan atau jenis yang menetap pada daerah tersebut, (2) habitat fisik dari komunitas atau (3) sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional seperti misalnya tipe metabolisme

komunitas. Ciri-ciri dari komunitas itu sendiri adalah terdapat keanekaragaman jenis yang tinggi, banyak spesies yang mampu beradaptasi, spesies yang hidup menetap mempertahankan keanekaragaman hayatinya, adanya keseimbangan ekosistem (Odum, 1993, h. 180-185). Komunitas dapat dihuni oleh seluruh bagian dunia salah satunya di lingkungan perairan, termasuk pada *zona litoral*, komunitas yang terdapat atau yang menghuni kawasan ini biasanya memiliki variasi tumbuhan dan hewan yang tinggi karena berdekatan langsung dengan wilayah daratan. Selain itu, karakter dari komunitas dalam zona ini memiliki kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan ekstrem, juga dapat beradaptasi dengan fluktuatifnya suhu lingkungan dan salinitas yang variatif, dan memiliki kekayaan nutrien dari laut yang dibawa oleh ombak (Irwan, 2007, h. 45-55). Perlu ditekankan bahwa daerah ini benar-benar merupakan perluasan dari lingkungan bahari dan dihuni oleh organisme yang hampir semuanya merupakan organisme bahari. Walaupun setengah waktu daerah ini merupakan daratan, fauna, dan flora darat yang tidak memasuki daerah tersebut, kecuali pada bagian pinggir... pasang surut merupakan faktor lingkungan yang paling penting yang mempengaruhi kehidupan di zona litoral. Komunitas organisme di lingkungan zona litoral lebih besar jumlahnya ketika pasang surut pada malam hari, siang hari, dan dini hari. Biasanya komunitas organisme yang hidup pada zona ini memiliki sistem tubuh yang dapat menyesuaikan diri terhadap kehilangan air yang cukup besar selama berada di udara terbuka, terutama hewan (Nyabakken, 1992, h. 205-221).

Tumbuhan dan hewan dari berbagai jenis yang hidup secara alami di suatu tempat membentuk suatu kumpulan yang di dalamnya setiap individu menemukan

lingkungan yang dapat memenuhi kebutuhan hidupnya. Dalam kumpulan ini terdapat pula kerukunan untuk hidup bersama, toleransi kebersamaan dan hubungan timbal balik yang menguntungkan sehingga dalam kumpulan ini terbentuk suatu derajat keterpaduan. Kelompok seperti itu yang tumbuhan dan hewannya menyesuaikan diri dan menghuni suatu tempat alami disebut komunitas. Komposisi suatu komunitas ditentukan oleh seleksi tumbuhan dan hewan yang kebetulan mencapai dan mampu hidup di tempat tersebut, dan kegiatan anggota – anggota komunitas ini bergantung pada penyesuaian diri setiap individu terhadap faktor – faktor fisik dan biologi yang ada di tempat tersebut. (Resosoedarmo, 1990 h. 38 - 173).

Komunitas diberi nama dan digolongkan menurut spesies atau bentuk hidup yang dominan, habitat fisik atau kekhasan fungsional. Analisis komunitas dapat dilakukan dalam setiap lokasi tertentu berdasarkan pada perbedaan zona atau gradien yang terdapat dalam daerah tersebut. (Michael, 1984 h. 267)

Dalam tingkatan komunitas ciri, sifat dan kemampuannya lebih tinggi dari populasi misalnya dalam hal interaksi. Dalam komunitas bisa terjadi interaksi antar populasi, tidak hanya antar individu atau spesies seperti pada populasi. Hubungan antar populasi ini menggambarkan berbagai keadaan yaitu bisa saling menguntungkan sehingga terwujud suatu hubungan timbal balik yang positif bagi kedua belah pihak (mutualisme). Sebaliknya bisa juga terjadi hubungan salah satu pihak dirugikan (parasitisme) Apabila suatu komunitas sudah terbentuk, maka populasi-populasi yang ada haruslah hidup berdampingan atau bertetangga satu

sama lainnya. Dalam biosistem komunitas ini berasosiasi dengan komponen abiotik membentuk suatu ekosistem (Resosoedarmo, 1990 h 38 - 173).

### C. Asosiasi

Ketika beberapa organisme baik sejenis (*Intraspecific*) atau berbeda jenis (*Interspecific*) hidup didalam suatu habitat yang sama, memiliki kemungkinan untuk saling berinteraksi satu sama lain. Jika pada dasarnya interaksi kedua organisme tersebut bersifat menguntungkan, maka disebut sebagai *mutualisme*. Tetapi apabila interaksinya merugikan kedua organisme, hal tersebut merupakan kompetisi (*competition*). Kompetisi adalah keadaan dimana dua populasi tidak tumbuh dengan baik secara bersama-sama melainkan secara terpisah karena mereka menggunakan sumber daya yang sedikit dan terbatas secara bersamaan. Banyak dari organisme autotrof diyakini bersaing dengan organisme lainnya dalam mendapatkan nutrisi tanah, cahaya, air, perhatian serangga penyerbuk, dan penyebar biji (Mauset, 1998, h. 745-746).

Interaksi tersebut mungkin diperoleh dari banyak bentuk komponen, seperti hubungan positif (menguntungkan) atau hubungan negatif (merugikan). Di dalam hubungan positif kedua kekuatan pasangannya saling menguntungkan dan yang menguntungkan itu mungkin ada yang bersifat "wajib" (*Mutualisme*) atau bersifat fakultatif (*Proto-Cooperation*) (Michael, 1984, h. 177). Interaksi antara dua organisme tidak semua bermanfaat bagi keduanya, jika hanya satu organisme yang diuntungkan dan yang lainnya tidak terpengaruhi, maka hal tersebut merupakan *Komensalisme*. Bentuk interaksi negatif salah satunya adalah persaingan (*Competition*) dimana satu pihak diuntungkan dan pihak lainnya

dirugikan. Tipe persaingan tersebut dapat dipengaruhi oleh pemangsaan dan *parasitisme*. Selain dari pada itu *amensalisme* juga merupakan sebuah hubungan negatif dimana satu pihak diuntungkan dan pihak lainnya tidak dipengaruhi (Michael, 1984, h. 177). Suatu bentuk dari hubungan satu sama lain di antaranya yaitu *neutralisme*, di mana suatu organisme bisa hidup berdampingan dengan yang lainnya tanpa mempengaruhi organisme yang lainnya (secara nyata), tetapi ini merupakan suatu kasus yang istimewa. Interaksi antar organisme memerlukan tempat atau habitat dengan individu yang sama (*Intraspecific*) ataupun dari individu yang berbeda jenis (*Interspecific*) yang akhirnya akan terjadi pada tingkatan komunitas organisme. Di sana, beberapa pilihan dan contoh menjadi tampak sebagai sebuah hasil dari kondisi di suatu tempat (*Exogenic*) atau oleh persaingan (*Endogenic*). Semua itu dihubungkan oleh cara hidup berdampingan (*Coexistence*) yang tampak jelas (Hohenstein et al., 2005, h. 602-603). Interaksi antara organisme dapat terjadi ketika organisme tersebut hidup dalam habitat yang sama dalam memperoleh makanan, ruang untuk hidup, air, cahaya, serta unsur-unsur mineral. Hal tersebut terjadi baik pada hewan maupun tumbuhan selama siklus hidupnya (Irwan, 2007, h. 105).

Secara teori, populasi dari dua jenis dapat berinteraksi di dalam cara-cara dasar yang sesuai dengan kombinasi dari 0, +, dan -, seperti berikut: 00, --, ++, +0, -0, dan +-. Tiga dari kombinasi ini (++, --, dan +-) biasanya dibagi kedalam sembilan interaksi penting. Hal-hal tersebut (Lihat Tabel 2.1) adalah sebagai berikut: (1) *Neutralisme* di mana tidak ada satu pun populasi yang terpengaruh oleh asosiasi dengan yang lain, (2) *Tipe persaingan yang saling menghalang-*

*halangi (mutual inhibition competition type)* di mana kedua populasi secara aktif saling menghalang-halangi, (3) *Tipe persaingan penggunaan sumber daya* di mana tipe populasi mempunyai pengaruh yang merugikan yang dalam mendapatkan sumber-sumber yang persediannya dalam kekurangan, (4) *Amensalisme*, di mana satu populasi di halang-halangi sedangkan yang lainnya tidak terpengaruh, (5) *Parasitisme*, dan (6) *Pemangsaan (predator)*, di mana satu populasi merugikan yang lain dengan cara menyerang secara langsung tetapi meskipun begitu tergantung kepada yang lain, (7) *Commensalisme*, di mana satu populasi diuntungkan sedangkan yang lain tidak terpengaruh, (8) *Protocooperation*, di mana kedua populasi memperoleh keuntungan dengan adanya asosiasi itu tetapi hubungan itu tidak merupakan satu keharusan; dan (9) *Mutualisme*, di mana pertumbuhan dan kehidupan kedua populasi itu mendapat keuntungan dan tidak satu pun dapat hidup di alam tanpa yang lain (Odum, 1993, h. 263).

### **1. Interaksi Negatif: Persaingan antar Jenis**

Persaingan dalam arti paling luas pada interaksi dua organisme yang memperebutkan sesuatu yang sama. Persaingan antar jenis adalah sesuatu interaksi antara dua atau lebih populasi jenis yang mempengaruhi pertumbuhannya dan hidupnya secara merugikan. Kecenderungan untuk persaingan menimbulkan pemisahan secara ekologi jenis yang berdekatan atau yang serupa itu dikenal sebagai *asas pengecualian kompetitif (competition exclusion principle)*. Di dalam banyak kasus kata “persaingan” banyak digunakan berkenaan dengan acuan kepada keadaan di mana pengaruh negatif



disebabkan oleh kekurangan sumber alam yang dipergunakan oleh kedua jenis itu. Hal ini membiarkan campur tangan timbal-balik langsung, seperti misalnya pemangsaan bersama (*mutual predation*) atau pengeluaran senyawa-senyawa merugikan, harus ditempatkan dalam kategori lain. Sekalipun tidak ada istilah khusus untuk interaksi ini, namun interaksi ini secara umum sudah dapat diakui. Selain itu, persaingan antarjenis dapat berakibat dalam penyesuaian keseimbangan dua jenis, atau dapat berakibat dalam penggantian populasi jenis satu dengan yang lainnya atau dengan secara langsung populasi jenis yang lain hilang tanpa peduli apa yang menjadi dasar persaingannya tersebut (Odum, 1993, 266-267).

Seringkali persaingan antar jenis dipengaruhi oleh *niche* atau *relung*, yaitu tempat hidup yang sesuai bagi organisme yang dijumpai di dalam suatu komunitas (Fachrul, 2007, h. 45).

## **2. Interaksi Negatif: Pemangsaan, Parasitisme, dan Antibiosis**

Seperti pemangsaan dan parasitisme merupakan contoh-contoh interaksi antara dua populasi yang menghasilkan atau mengakibatkan pengaruh negatif terhadap pertumbuhan salah satu populasinya (Odum, 1993, h. 274). Antibiosis juga merupakan bentuk spesifik dari suatu interaksi. Salah satu populasi mengeluarkan senyawa metabolit yang menghambat populasi lain, populasi yang mengeluarkan senyawa metabolit tersebut secara tidak langsung diuntungkan. Senyawa metabolit tersebut dikenal dengan istilah *allelopati* (Hohenstein *et al.*, 2005, h. 607).

Menurut Odum (1993, h. 274-275), prinsip utamanya adalah bahwa pengaruh yang negatif itu cenderung secara kuantitatif menjadi kecil, di mana populasi yang berinteraksi itu mempunyai sejarah evolusi bersama di dalam ekosistem yang relatif mantap. Dengan kata lain, seleksi alam cenderung untuk membawa pengurangan di dalam pengaruh yang merugikan atau untuk melenyapkan interaksi bersama, karena tekanan yang kuat yang berkelanjutan dari mangsa atau populasi inang oleh populasi pemangsa atau populasi parasit hanya dapat mengakibatkan pemusnahan dari satu atau kedua populasi itu. Akibatnya, interaksi yang kuat sering kali dijumpai apabila interaksi itu masih baru (yaitu apabila kedua populasi itu baru saja diasosiasikan) atau apabila telah terjadi perubahan-perubahan secara besar-besaran atau mendadak (mungkin sementara) di dalam ekosistem (seperti yang dibuat oleh manusia). Hal ini dapat membawa kearah yang disebut "*prinsip dari patogen dadakan*" yang menerangkan kenapa pengenalan yang kurang atau tidak direncanakan sering berakibat dalam masalah epidemik.

Menurut Odum (1993, h. 277-278), pemangsaan dan parasit dapat memainkan peran di dalam ekosistem, di antaranya :

- (1) parasit dan pemangsa telah berasosiasi lama dengan masing-masing inang atau mangsanya, pengaruhnya sedang-sedang saja, netral atau bahkan menguntungkan dilihat dari jangka waktu yang panjang;
- (2) parasit atau pemangsa yang baru saja dijumpai atau diperolehnya akan merusak sekali.

*Asas patogen dadakan* yang telah dikemukakan secara singkat dalam pernyataan dapat dikemukakan kembali sebagai berikut: Patogenitas atau wabah sering disebabkan oleh (1) introduksi atau pemasukan yang mendadak atau

secara cepat dari sesuatu organisme secara potensial mempunyai laju bertambah intrinsik yang tinggi kedalam ekosistem, di mana mekanisme pengendalian yang bersifat adaptif untuk keperluan itu lemah atau sama sekali tidak ada; (2) perubahan-perubahan lingkungan yang bersifat menekan atau merugikan atau juga jelas mendadak akan mengurangi energi yang tersedia untuk pengendalian umpan balik, atau kalau tidak mengimbangi kemampuan mengendalikan sendiri (Odum, 1993, h. 278). Yang menarik adalah organisme-organisme yang merupakan perantara antara (*intermediate*) pemangsa dan parasit adalah serangga-serangga parasit. Bentuk-bentuk ini sering sekali mempunyai kemampuan memakan seluruh individu mangsanya, seperti yang dilakukan oleh pemangsa, akan tetapi mereka mempunyai kekhususan dalam hal inang dan potensi biotik parasit yang tinggi. Pada segi positif, manusia mendapat pemahaman mengenai “pemangsa yang bijaksana”, yakni, yang tidak melenyapkan mangsanya dengan eksploitasi yang berlebih-lebihan. (Odum, 1993, h. 278-279).

### **3. Interaksi Positif: Komensalisme, Kerjasama, dan Mutualisme**

Asosiasi-asosiasi antara dua populasi jenis yang berakibat atau menghasilkan pengaruh-pengaruh positif tersebar sangat luas dan barangkali sepenting persaingan, parasitisme, dan sebagainya, di dalam menentukan sifat populasi dan komunitas. Interaksi positif dapat ditinjau dalam seri-seri evolusioner sebagai berikut: komensalisme, satu populasi memperoleh keuntungan; dan mutualisme, kedua populasi memperoleh keuntungan dan keduanya menjadi saling tergantung (Odum, 1993, h. 284).

**Tabel 2.1**  
**Analisis Interaksi-interaksi Populasi Dua Jenis**  
**Menurut Odum 1993, hal. 264**

<b>0</b>	Menunjukkan tidak ada interaksi yang nyata.			
+	Menunjukkan pertumbuhan, hidup, dan ciri-ciri populasi lainnya yang menguntungkan (faktor positif ditambahkan kepada persamaan pertumbuhan).			
-	Menunjukkan pertumbuhan pertumbuhan populasi atau sifat-sifat lain yang dihambat (faktor negatif ditambahkan kepada persamaan pertumbuhan).			
No	Tipe interaksi	Spesies		Sifat umum dari Interaksi
		1	2	
1	Neutralisme	0	0	Tidak satu pun populasi yang mempengaruhi yang lainnya.
2	Persaingan : Tipe campur tangan secara langsung	-	-	Penghambatan secara langsung dari setiap jenis oleh yang lain.
3	Persaingan : Tipe penggunaan sumber	-	-	Penghambatan secara tidak langsung apabila sumber terbatas persediaannya.
4	Amensalisme	-	0	Populasi 1 dihambat, 2 tidak dipengaruhi.
5	Parasitisme	+	-	Populasi 1 adalah parasit umumnya lebih kecil dari pada 2, inangnya.
6	Pemangsa (Predator)	+	-	Populasi 1 predator, umumnya lebih besar dari pada mangsanya, 2.
7	Komensalisme	+	0	Populasi 1, yang merupakan komensalisme mendapat keuntungan, sedangkan 2, inangnya tidak terpengaruh.
8	Protocooperasi	+	+	Interaksi yang menguntungkan keduanya tetapi tidak merupakan suatu keharusan.
9	Mutualisme	+	+	Interaksi menguntungkan keduanya dan merupakan suatu keharusan.

\*Tipe 2-4 dapat diklasifikasikan sebagai *interaksi negatif*, tipe 7-9 sebagai *interaksi positif* dan 5-6 sebagai *interaksi campuran*, gabungan dari interaksi positif dan negatif.

#### 4. Asosiasi Antarspesifik (*Interspesifik Asosiasi*)

Menurut Fachrul (2007, h. 43-44) berbagai jenis tumbuhan yang terdapat dalam suatu komunitas akan berinteraksi dengan sesama organisme yang ada

maupun dengan lingkungannya. Hubungan interaksi antar jenis organisme yang ada akan terlihat dengan ada atau tidaknya jenis organisme yang memperlihatkan tingkatan asosiasinya. Jika vegetasi mempunyai dua spesies yang berbeda atau lebih dekat satu sama lain, maka mereka membentuk sebagai komunitas tipe asosiasi antarspesies dengan beberapa kemungkinan:

- 1) Spesies dapat hidup dalam lingkungan yang sama;
- 2) Spesies mungkin mempunyai distribusi geografi yang sama;
- 3) Spesies mempunyai bentuk pertumbuhan yang berlainan sehingga memperkecil kompetisi;
- 4) Organisme atau spesies yang lain saling berinteraksi yang menguntungkan salah satu atau keduanya, asosiasi ini mudah dilihat di lapangan.

Asosiasi dari dua jenis organisme yang saling berinteraksi dapat berasosiasi positif atau negatif, di mana nilai positif menunjukkan terdapatnya hubungan yang bersifat mutualistik saling menguntungkan, sedangkan nilai negatif adalah sebaliknya.

## **D. Lamun**

### **1. Pengertian Lamun**

Lamun untuk *seagrass* pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Malikusworo Hutomo (1985 dalam Azkab, 2006, h. 46). Di Indonesia kata lamun untuk padanan kata dari tumbuhan laut, *seagrass*, dapat dikatakan digunakan dengan “terpaksa” karena seharusnya terjemahan *seagrass* dalam bahasa Indonesianya adalah rumput laut. Kata rumput laut sudah digunakan secara umum dan baku bagi tumbuhan alga (*seaweed*), baik dalam dunia perdagangan maupun dalam penggunaan bahasa Indonesia yang baku sehari-hari. Atmadja (1990 dalam

Azkab, 2006, h. 46). Sehingga untuk menghilangkan kerancuan dari tumbuhan *seagrass* dan *seaweed*, melalui kesepakatan yang tak tertulis khususnya untuk para ilmuwan dan akademisi, maka istilah lamun dipakai untuk tumbuhan *seagrass* dan rumput laut tetap untuk tumbuhan *seaweed*.

Lamun (*seagrass*) adalah satu – satunya kelompok tetumbuhan berbunga (*Angiospremae*) yang secara penuh mampu beradaptasi di lingkungan laut. Tetumbuhan itu hidup di habitat perairan pantai yang dangkal, mampu beradaptasi dalam perairan asin, mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam, seperti halnya rumput di darat, mereka mempunyai tunas, berdaun tegak, dan tangkai – tangkai merayap yang efektif untuk berkembang biak , serta mampu bersaing atau berkompetisi dengan organisme lain di bawah kondisi lingkungan yang kurang stabil. (Fachrul, 2007 h. 146 - 154). Berbeda dengan tumbuhan – tumbuhan laut lainnya (alga), lamun berbunga, berbuah, dan menghasilkan biji. Mereka juga mempunyai akar dan sistem internal untuk mengangkut gas dan zat hara. (Romimohtarto dan Juwana, 2009, h. 337).

Selain itu, Nybakken (1992, h. 1-459) mendeskripsikan karakteristik tumbuhan lamun adalah sebagai berikut:

Lamun adalah tumbuhan berbunga yang mampu bertahan hidup secara permanen di bawah permukaan air laut. Lamun merupakan sumber utama produktivitas primer yang penting bagi organisme laut di perairan dangkal. Selain itu lamun juga berfungsi sebagai perangkap sedimen dan penstabil substrat lunak, melindungi organisme dari pengaruh cahaya matahari yang kuat dan tempat memijah bagi beberapa jenis biota laut. Komunitas lamun biasanya terdapat di zona *mid-intertidal* sampai kedalaman 50–60 meter, namun biasanya sangat melimpah di daerah *Sub Littoral*. Jumlah spesiesnya lebih banyak terdapat di daerah tropik. Lamun dapat hidup pada berbagai jenis substrat mulai dari lumpur encer sampai batu-batuan, tetapi lamun yang paling luas dijumpai pada substrat yang lunak.

## 2. Struktur Morfologi Lamun dan Penyebaran

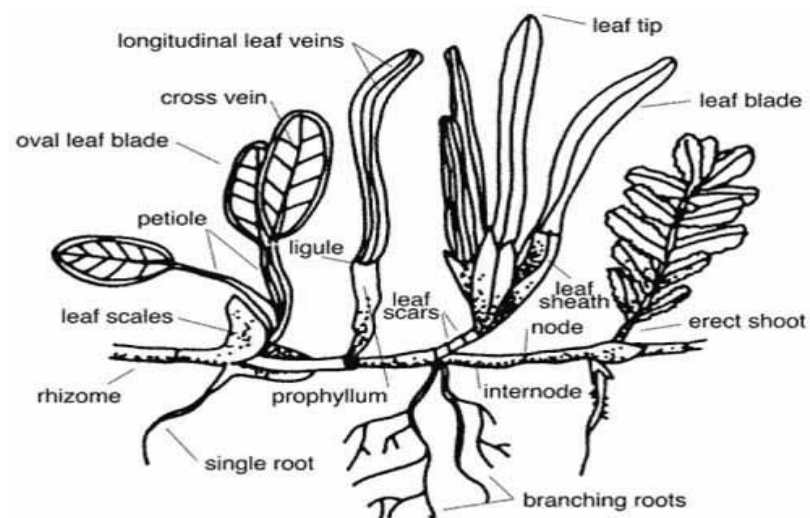
Sebagian besar lamun mempunyai bentuk morfologi luar yang hampir sama. Lamun mempunyai daun-daun panjang, tipis mirip pita yang mempunyai saluran-saluran air, serta bentuk pertumbuhan *monopodial*. Lamun tumbuh dari rhizoma yang merambat. Bagian tubuh lamun dapat dibedakan ke dalam morfologi yang tampak seperti daun, bunga, dan buah. Di dalam ekosistem perairan, komunitas padang lamun biasanya terdapat dalam suatu area yang luas dan rapat. Ada tiga tipe vegetasi padang lamun, yaitu (1) padang lamun vegetasi tunggal; (2) padang lamun yang berasosiasi dengan dua atau tiga jenis (spesies), padang lamun seperti itu lebih sering dijumpai dibanding jenis tunggal; (3) padang lamun vegetasi campuran (*mixed seagrass beds*). Zona sebaran lamun dari pantai ke arah tubir secara umum berkesinambungan, namun bisa terdapat perbedaan pada komposisi jenisnya maupun luas penutupannya. Kedalaman air, pengaruh pasang surut, serta struktur substrat pasir (pasir berlumpur, lumpur lunak, dan karang) mempengaruhi zonasi sebaran jenis lamun dan bentuk pertumbuhannya. Jenis lamun yang sama dapat tumbuh pada habitat yang berbeda dengan menunjukkan bentuk pertumbuhan yang berlainan dan kelompok jenis lamun membentuk zonasi tegakan yang jelas baik murni ataupun asosiasi dari beberapa jenis (Fachrul, 2007, h. 148).

Menurut Philips & Menes (1998, dalam Azkab, 2006, h. 45), lamun perlu suatu kemampuan untuk berkolonisasi sehingga dapat hidup dengan baik di laut yaitu :

- a. Kemampuan untuk hidup pada air yang mempunyai salinitas tinggi/asin (air laut).

- b. Mampu hidup dengan normal dalam keadaan terbenam.
- c. Mempunyai sistem perakaran yang berkembang dengan baik.
- d. Mempunyai kemampuan untuk berbiak secara generatif dalam keadaan terbenam.
- e. Dapat berkompetisi dengan organisme lain dalam keadaan kondisi stabil ataupun tidak stabil pada lingkungan laut.

Menurut Den Hartog (1977) dan Nienhuis *et al.* (1989) dalam (Azkab, 2006, h. 47-48), lamun dapat tumbuh hingga kedalaman yang masih dapat ditembus cahaya matahari serta menerima nutrisi dari darat dan laut itu sendiri. Lamun biasanya tumbuh pada substrat pasir, pasir lumpuran, lumpur pasiran, lumpur lunak, dan karang. Disamping itu, lamun dapat kita temukan tumbuh mulai dari daerah pasang surut terendah sampai pada subtidal dengan kedalaman hingga 40 m bahkan hingga 90 m selama masih ada sinar matahari.



**Gambar 2.1 struktur morfologi umum tumbuhan lamun**  
(sumber : <http://kuliahkelaunan.blogspot.co.id/2012/10/ilmu-kelautan-ekosistem-lamun-seagrass.html> )

Di Indonesia, padang lamun sering dijumpai berdekatan dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang, sehingga interaksi ketiga ekosistem tersebut sangat erat. Struktur komunitas dan sifat fisik ketiga ekosistem



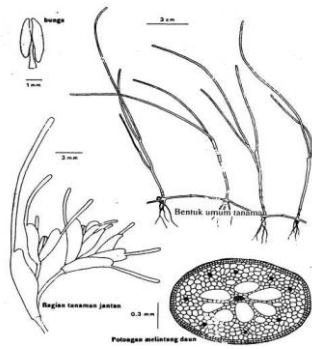
tersebut saling mendukung, sehingga bila salah satu ekosistem terganggu, ekosistem yang lain akan terpengaruh. Sebagian besar dari organisme yang terdapat pada komunitas lamun tidak memiliki suatu hubungan trofik dengan lamun itu sendiri, tidak mempunyai keuntungan ekonomi secara langsung. Meskipun demikian, di antara organisme yang mendiami komunitas lamun sebagai asuhan dengan menghabiskan waktu dewasanya di lingkungan lain, beberapa mempunyai nilai kepentingan ekonomi yang besar seperti ikan baronang, kepiting batu, dan lainnya (Fachrul, 2007, h. 148-150).

Padang lamun yang begitu luas memungkinkan banyaknya biota yang hidup berasosiasi dengan lamun seperti alga, moluska, krustasea, enchinodermata, mamalia dan ikan. Padang lamun banyak di huni oleh ikan-ikan baik tinggal menetap, sementara maupun mengunjungi untuk mencari makan atau melindungi diri dari pemangsa. Peranan lamun begitu besar namun sering kali ekosistem ini kurang mendapat perhatian (Nainggolan, 2011, h.1-2).

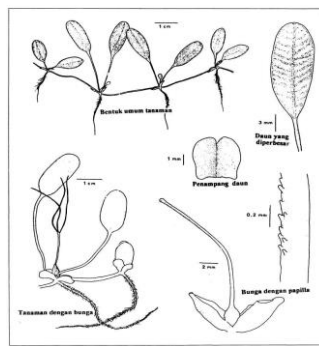
### 3. Macam-macam Lamun di Indonesia

Di seluruh dunia tercatat sekitar 58 jenis lamun yang dapat dijumpai dalam skala besar dan menutupi dasar perairan yang luas untuk membentuk suatu padang lamun (*seagrass beds*) (Romimohtarto dan Juwana, 2009, h. 337). Di Indonesia tercatat sebanyak 12 jenis lamun yang tumbuh, yaitu : *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog; *H. uninervis* (Forsskal) Ascherson; *Cymodocea rotundata* Ehrenberg & Hemprich ex Ascherson; *C. serrulata* (R. Brown) Ascherson & Magnus; *Syringodium isoetifolium* (Ascherson) Dandy; *Thalassodendron ciliatum* (Forsskal); *Enhalus acoroides* (Linnaeus F.) Royle;

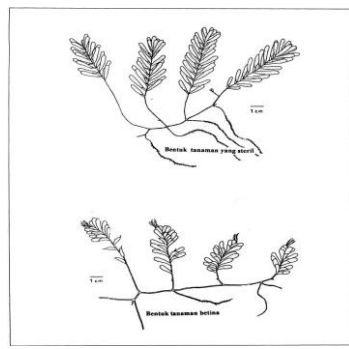
*Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Ascherson; *Halophila ovalis* (R. Brown) Ascherson; *H. Decipiens* Ostenfeld; *H. minor* (Zollinger) Den Hartog; dan *H. spinulosa* (R. Brown) Ascherson. Lamun tumbuh dan tersebar pada sebagian besar perairan pantai di dunia. Tumbuhan ini dapat hidup dan berkembang baik pada lingkungan laut dangkal, estuaria yang mempunyai kadar garam tinggi dan daerah yang selalu mendapat genangan air pada saat air surut (Azkab, 2006, h. 46-47).



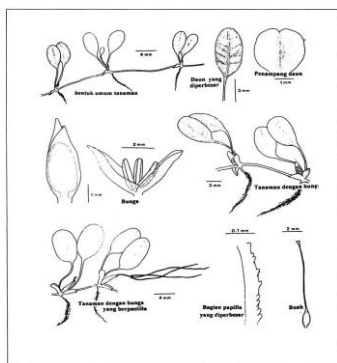
(1)



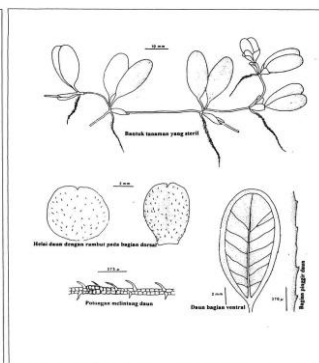
(2)



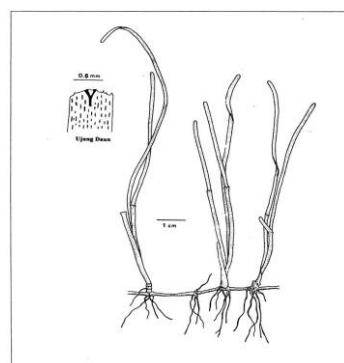
(3)



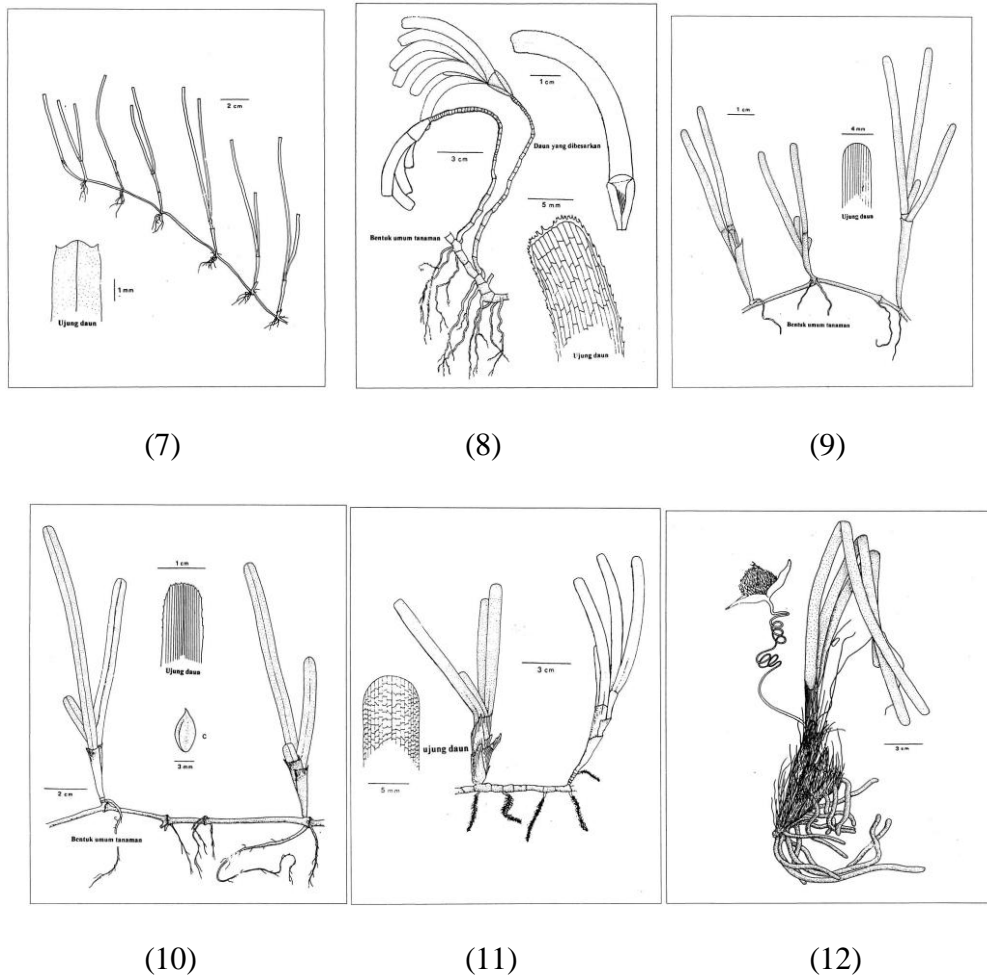
(4)



(5)



(6)



**Gambar 2.1**  
**Spesies Tumbuhan Lamun Yang Ditemukan di Indonesia Menurut**  
**Azkar (1999, h. 1-16)**

(1) *Syringodium isoetifolium* (Ascherson) Dandy; (2) *Halophila ovalis* (R. Brown) Ascherson; (3) *Halophila spinulosa* (R. Brown) Ascherson; (4) *Halophila minor* (Zollinger) den Hartog; (5) *Halophila decipiens* Ostenfeld; (6) *Halodule pinifolia* (Miki) den Hartog; (7) *Halodule uninervis* (Forsskal) Ascherson; (8) *Thalassodendron ciliatum* (Forsskal) Den Hartog; (9) *Cymodocea rotundata* Erenberg and Hemprich ex Ascherson; (10) *Cymodocea serrulata* (R. Brown) Ascherson and Magnus; (11) *Thalassia hemprichii* (Ehrenberg) Ascherson; (12) *Enhalus acoroides* (Linnaeus f.) Royle.

#### 4. Perkembangbiakan dan Peranan Lamun

Reproduksi lamun dapat dilakukan secara seksual dan aseksual. Secara aseksual dengan membentuk stolon, secara seksual dengan *hydrophilus*:

polennya tersebar di badan air dan *epihydrophyly*: polennya tersebar berada di permukaan air (Asriyana dan Yuliana, 2012, h. 109).

Seperti halnya tumbuhan mangrove dan terumbu karang, tumbuhan lamun juga merupakan plasma nutfah sumber daya pesisir, baik sebagai suatu ekosistem maupun sebagai individu jenis. Sebagai suatu ekosistem, padang lamun bermanfaat sebagai daerah asuhan, daerah mencari makanan, dan daerah pemijahan bermacam biota perairan yang merupakan sumber plasma nutfah dan sudah dimanfaatkan sebagai bahan makanan seperti ikan, udang, kerang-kerangan, baik yang hidup di perairan pantai maupun lepas pantai (Asriyana dan Yuliana, 2012, h. 107).

Beberapa peranan atau fungsi dari komunitas lamun pada ekosistem perairan dangkal dikemukakan menurut Hutomo dan Nontji (2014, h. 2) diantaranya yaitu :

- a. Sebagai media untuk filtrasi atau menjernihkan perairan laut dangkal
- b. Sebagai tempat tinggal biota laut, termasuk biota laut yang bernilai ekonomis, seperti ikan baronang/lingkis, berbagai macam kerang, rajungan, alga berukuran makro, kepiting, teripang, dll. Keberadaan biota tersebut bermanfaat bagi manusia sebagai sumber bahan makanan.
- c. Sebagai tempat pemeliharaan anakan berbagai jenis biota laut. Pada saat dewasa, anakan tersebut akan bermigrasi, misalnya ke daerah karang.

- d. Sebagai tempat mencari makanan bagi berbagai macam biota laut, terutama duyung (*Dugong dugon*) dan penyu yang hampir punah.
- e. Mengurangi besarnya energi gelombang di pantai dan berperan sebagai penstabil sedimen sehingga mampu mencegah erosi di pesisir pantai.
- f. Berperan dalam mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

## **E. Makroalga**

### **1. Pengertian Alga**

Alga merupakan organisme yang termasuk ke dalam *Kingdom Protista* mirip tumbuhan. Menempatkan organisme ini dengan protista sangat sulit, karena mereka begitu jelas dihubungkan dengan tumbuhan darat, tetapi penempatan ini tampaknya diperlukan, karena alga merupakan divisi besar dengan ribuan spesies yang sebagian besar tidak terkait erat dengan garis evolusi yang memunculkan tanaman darat. Taksonomi adalah sebuah usaha yang dilakukan manusia .... hal ini jelas sangat perlu dimengerti, kenapa organisme diklasifikasikan dan tidak hanya untuk dihafalkan saja .... Struktur reproduksi merupakan faktor penting yang membedakan alga dari *Kingdom Plantae* (Mauset, 1998, h. 576).

Singh dan Kumar (1979, h. 3) mendefinisikan alga adalah sebagai berikut:

Alga merupakan kumpulan individu yang jenisnya banyak dengan bentuk yang relatif sederhana memiliki banyak kesamaan dengan tumbuhan terkecuali tipe pigmen fotosintesisnya. Keberadaan mereka di dunia sangat beranekaragaman dari mulai bentuk sampai penampilan (morfologi) dan banyak ditemukan pada habitat perairan tawar dan laut. Selain itu mereka kebanyakan hidup menempel pada substrat berupa karang atau bebatuan keras. Ada yang uniseluler, menunjukkan

keindahannya apabila diamati dibawah mikroskop dan ada juga alga berukuran besar yang nampak lebih indah bila diaplikasikan ke dalam lukisan.

## 2. Pengelompokan dan Penyebaran

Kumar dan Singh (1979, h. 4-9) mengelompokan alga adalah sebagai berikut :

Alga dibagi kedalam 10 kelompok besar berdasarkan (1) komposisi kimia pigmen fotosintesis; (2) sifat kimia dari cadangan makanan; (3) sifat fisik dan kimia dinding sel (hanya bisa dilihat dibawah mikroskop elektron); dan (4) jumlah, morfologi dan bentuk flagellata, khususnya mereka yang memiliki reproduksi motil, *zoospore* dan *gamet*. Kelompok tersebut diantaranya adalah: *Cyanophyta*, *Prochlorophyta*, *Chlorophyta*, *Charophyta*, *Euglenophyta*, *Phaeophyta*, *Chrysophyta*, *Pyrrhophyta*, *Cryptophyta* dan *Rhodophyta*.

Menurut Nontji (1987, h. 147) sepintas banyak jenis alga yang memperlihatkan bentuk luar seperti mempunyai akar, batang, dan daun bahkan juga buah, padahal itu semua hanya bentuk semu saja. Alga pada hakekatnya tidak mempunyai akar, batang, dan daun yang berfungsi seperti pada tumbuhan darat yang ada pada umumnya. Seluruh wujud alga itu terdiri dari semacam batang yang disebut "*thallus*", hanya bentuknya yang beraneka ragam. Substansinya pun bermacam-macam, ada yang lunak, keras mengandung kapur, berserabut, dan lain sebagainya. Alga yang berukuran besar tergolong dalam tiga kelas yakni *Chlorophyceae* (alga hijau), *Phaeophyceae* (alga coklat), dan *Rhodophyceae* (alga merah). Tiap kelas mempunyai ciri kandungan jenis pigmen yang tertentu. Alga mempunyai nilai ekonomi termasuk dalam ketiga golongan ini. Selain itu, alga berukuran besar ini merupakan salah satu sumber daya laut yang sangat bermanfaat bagi biota laut

dan memiliki peran ekologis sebagai produsen yang tinggi dalam rantai makanan dan tempat pemijahan biota-biota laut (Bold and Wynne, 1985) dalam (Langoy *dkk*, 2011, h. 220-224).

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya akan jenis alga. Pengkajian ilmiah mengenai alga laut sudah dimulai oleh Rumphius (1750) di perairan Ambon. Pengkajian intensif dilaksanakan dalam Ekspedisi “Siboga” (1899-1900) di perairan Indonesia bagian timur, di mana Weber van Bosse menemukan 782 jenis alga terdiri atas 179 jenis alga hijau, 134 jenis alga coklat, dan 452 jenis alga merah. Pada dasarnya makroalga hidup sesil pada karang. Namun, seiring perkembangan zaman banyak aktifitas manusia yang cenderung merusak lingkungan, tak terkecuali karang sebagai habitat organisme laut terutama makroalga (Nontji, 1987, h. 147-148).

Makroalga sebagian besar hidup di perairan laut. Untuk dapat hidup makroalga tersebut memerlukan substrat untuk menempel atau hidup. Ada makroalga yang hidup epifit menempel pada benda-benda lain seperti, batu, batu berpasir, tanah berpasir, kayu, cangkang moluska, dan epifit pada tumbuhan lain (Suroto, 2013, h. 219-223). Keberadaan makroalga sebagai organisme produsen memberikan sumbangan yang berarti bagi kehidupan binatang akuatik terutama organisme-organisme herbivora di perairan laut. Dari segi ekologi makroalga juga berfungsi sebagai penyedia karbonat dan pengokoh substrat dasar yang bermanfaat bagi stabilitas dan kelanjutan keberadaan terumbu karang. Selain itu juga dapat menunjang kebutuhan hidup manusia sebagai bahan pangan dan industri (Palallo, 2013, h. 1-68).

### 3. Reproduksi

#### a. Reproduksi Aseksual

Reproduksi aseksual melibatkan pembentukan satu spora, berikut jenis-jenis sporanya: *zoospores*, *aplanospores*, *autospores*, *hypnospores*, *carospores*, *tetraspores*, *endospores*, dan *exospores*. Spora tersebut dibentuk pada sel *vegetatif* atau dibedakan dalam sel khusus yang disebut *sporangium*. *Zoospora* mungkin merupakan jenis spora yang paling penting dari proses reproduksi aseksual alga, *zoospora* adalah badan motil dilengkapi dengan satu flagellata dan umumnya memiliki kromatofor, berupa inti yang menyerupai mata. *Aplanopsora* tidak memiliki flagellata dan badan motil serta memiliki dinding sel yang berbeda dari dinding sel lainnya. *Aplanospore* bertugas mempertebal dinding sel yang dikenal sebagai *hypnospore*. Sedangkan, bagian luarnya disebut *autospore*. *Zoospora* yang ditemukan bisa memiliki dua flagella, empat sampai tujuh flagella tergantung pada tiap jenisnya. Spora yang dihasilkan berasal dari pembelahan meiosis dalam *sporangium*, dan selama proses perkecambahan beberapa terspesialisasi menjadi *meiospores* atau *gonospores* (Kumar dan Singh, 1979, h. 27-28).

#### b. Reproduksi Seksual

Reproduksi seksual melibatkan peleburan dua gamet untuk membentuk *zygot* dan tumbuh menjadi individu baru. Terdapat tiga tipe reproduksi seksual yaitu, *isogami*, *anisogami*, dan *oogami*. Pada tipe isogami, gamet jantan dan gamet betina berukuran sama besar dan



umumnya dapat bergerak. Jika zigot hasil peleburan gamet betina dan gamet jantan mengalami fase istirahat (dorman), yang disebut *zigospora*. Pada tipe anisogami, gamet jantan dan betina memiliki perbedaan ukuran dan pergerakan. Gamet jantan berukuran lebih kecil dan bergerak secara aktif sedangkan gamet betina berukuran lebih besar dan tidak dapat bergerak. Pada tipe oogami kedua gamet dibedakan berdasarkan dengan beberapa pengecualian yaitu diproduksinya organ khusus yang disebut *antheridium* dan *oospora* (Kumar dan Singh, 1979, h. 28-29).

#### **4. Macam-macam Makroalga**

##### **a. Alga Hijau (*Chlorophyceae*)**

*Chlorophyceae* (alga hijau) merupakan alga eukariotik yang terdiri dari dua kelas, yaitu *Chlorophyceae* dan *Charophyceae*. Alga seperti pada tumbuhan tingkat tinggi, memiliki pigmen (*klorofil-a*, *klorofil-b*, *karoten*, dan *xanthopil*) dalam proporsi yang sama. Pigmennya terletak di kloroplas. Hasil kelebihan fotosintesis umumnya disimpan dalam bentuk pati (*starch*). Lapisan dalam dinding sel tersusun sepenuhnya atau sebagian dari selulosa. Mempunyai flagela, biasanya terdapat dua atau empat jumlahnya, sama panjang dan bertipe *whiplash* (Kumar dan Singh, 1979, h. 69).

Dari sudut pandang evolusi, alga hijau merupakan makhluk hidup yang memiliki fungsi dalam ekologi, tubuhnya multiseluler dan ada beberapa jenis alga yang digolongkan ke dalam tumbuhan tingkat tinggi. Hal ini karena sebagian besar hewan dan tumbuhan yang kita kenal adalah multiseluler dan terestrial. Alga hijau mempunyai kemampuan untuk

membangun kembali plastisitas metabolik struktur tubuhnya: mereka dapat bertahan dari berbagai macam gangguan dan perubahan. Mutasi sel setelah *cytokinesis* merupakan penyebab tidak terjadinya kematian, banyak terjadi pemicu mutasi yang berasal dari pembelahan sel ataupun koordinasi dari *karyokinesis*, proses *cytokinesis* tetap terpengaruh. Tubuh alga hijau tersusun dari beberapa macam spesialisasi sel. Susunan sel-selnya tidak sama seperti pada sebagian besar kelompok alga lainnya. Para ahli memperlihatkan perbedaannya dari alga cokelat dan alga merah berdasarkan tubuh multiselulernya dalam tipe tertentu, seperti ketidaktahanan metabolisme mereka terhadap perubahan ekologi, beberapa diantaranya dapat hidup di air tawar, tanah, udara, atau di dalam hewan seperti alga hijau. Keanekaragaman alga hijau sangat besar, di dalamnya terdapat bagian yang sangat penting dalam garis evolusioner dan perkembangan alga (Mauseth, 1998, h. 590).

Alga hijau ini berlimpah di perairan hangat (tropis) dan banyak dijumpai pada zona litoral atau intertidal bagian atas yang tidak terpengaruh oleh pasang surut, tetapi intensitas cahaya matahari masih tinggi. Di Indonesia terdapat 12 marga alga hijau dan pada umumnya banyak dijumpai pada perairan pantai. 12 marga alga hijau tersebut yaitu *Caulerpa*, *Ulva*, *Valonia*, *Dictyosphaera*, *Halimeda*, *Chaetomorpha*, *Codium*, *Udotea*, *Tydemania*, *Bernetella*, *Boergesenia*, dan *Neomeris* (Suantika, 2007, h. 253).

**Tabel 2.2**  
**Klasifikasi dari *Phyllum Chlorophyta***

Class Chlorophyceae Order Volvocales Family Chlamydomonadaceae Family Volvocaceae	Genera
	<i>Chlamydomonas</i> , <i>Eudorina</i> , <i>Gonium</i> , <i>Pandorina</i> , <i>Volvox</i> .
Order Chlorococcales Family Hydrodictyaceae	<i>Hydrodictyon</i> , <i>Pediastrum</i> .
Order Ulotrichales Family Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i> .
Class Ulvophyceae Order Ulvales Family Ulvaceae	<i>Ulva</i> .
Order Dasycladales Family Dasycladaceae	<i>Acetabularia</i> .
Order Zygnemetales Family Zygnemataceae Family Desmidiaceae	<i>Spirogyra</i> <i>Closterium</i> , <i>Micrasterias</i> .
Class Charophyceae Order Charales Family Characeae	<i>Chara</i> , <i>Nitella</i> .
Order Coleochaetales Family Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>

(Mauseth, 1998, h. 591).

#### **b. Alga Coklat (*Phaeophyceae*)**

*Phaeophyceae* (alga coklat) merupakan alga yang memiliki pigmen coklat yaitu *fukosantin* yang menyebabkan alga tersebut berwarna coklat. *Fukosantin* secara normal menyelubungi warna hijau dari klorofil pada jaringan. Hampir semua alga coklat dapat dijumpai di perairan laut. Jenis ini menunjukkan aneka ragam struktur yang cukup banyak. Sebagian berbentuk filamen, yang lainnya berbentuk seperti lembaran atau pita. Anggota

tertentu kelompok ini memiliki struktur yang menyerupai daun dan batang tumbuhan (Grolier, 2000, h. 39).

Alga coklat hampir secara khusus ada di laut; hanya beberapa spesies yang diketahui ada di air tawar. Alga coklat lebih menyukai perairan dingin yang teraduk dan bercampur dengan udara. Alga coklat paling mudah ditemukan tumbuh di bebatuan pantai di zona *litoral*, wilayah antara pasang-surut, disebut juga zona *intertidal*, yang secara berkala terpapar udara dan sinar matahari secara langsung. Di zona yang lebih tinggi seperti *sublittoral*, jika terdapat bebatuan dan permukaannya relatif stabil untuk organ penempelnya, akan banyak ditemukan alga coklat. Lebih dari 500 spesies diketahui, yang dikelompokkan ke dalam sekitar 250 genera. Alga coklat merupakan alga yang paling kompleks dari segi anatomi dan morfologinya, beberapa jauh lebih kompleks daripada lumut dan lumut hati. Meskipun tanaman tersebut sangat berbeda dari segi biokimia dan ekologi, dua kelompok tanaman tersebut memiliki kesamaan luar biasa dalam penyusunan struktur tubuh dan siklus hidupnya yang telah berkembang (Mauset, 1998, h. 603).

Alga coklat ada yang membentuk padang alga (*kelp bed*) di laut lepas. Mereka membentuk hutan lebat dan di antara daun-daun dan tangkai-tangkainya yang melambai di dalam dan permukaan laut. Dilihat dari bentuknya, alga coklat adalah yang termaju diantara alga merah dan alga hijau. 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* (Romimohtarto dan Juwana, 2009, h. 66-73).

**Tabel 2.3**  
**Klasifikasi dari *Phyllum Phaeophyta/Ochrophyta***

Kelas Phaeophyceae	Genera
Ordo Ectocarpales Famili Ectocarpaceae	<i>Ectocarpus.</i>
Ordo Laminariales Famili Laminariaceae Famili Lessoniaceae	<i>Lainaria.</i> <i>Macrocytis,</i> <i>Nereocystis,</i> <i>Pelagophycus.</i>
Ordo Dictyotales Famili Dictyotaceae	<i>Padina.</i>
Order Fucales Famili Fuaceae	<i>Fucus, Sargassum.</i>

(Mauset, 1998, h. 603).

### c. Alga Merah (*Rhodophyceae*)

*Rhodophyceae* (alga merah) merupakan alga makro dengan kehadiran *r-phycoerythrin* yang banyak pada kromatofora (pigmentasi), pigmen merah ini merupakan warna pigmen fotosintesisnya. Rhodophyta memiliki enam ciri utama : (1) tidak memiliki tahap flagel yang bisa bergerak dengan sendirinya (motil); (2) seksualitas yang sangat khusus; gamet jantan; disebut *spermatium*, bergerak, dan pada saat pemupukan secara pasif diangkut ke dan bersarang di *trichogyne* dari *carpogonium* betina; juga, ada perkembangan setelah pembuahan berbeda yang tidak ditemukan dalam filum alga lainnya; (3) memiliki pigmen tambahan berupa *klorofil-d*, *biliproteins* (*r-phycoerythrin* dan *r-phycoyanin*) dan *taraxanthin xantofil*.

Selain itu, kromatofora umumnya mengandung *klorofil-a*,  $\alpha$  dan  $\beta$  *karoten*, *lutein*, *zeaxanthin*, *neoxanthin* dan *xanthophylls* yang jarang ditemukan pada alga lainnya; (4) cadangan makanan berupa *floridean* berbentuk pati dan *galaktosida floridosides* dan ini tidak menumpuk dalam kromatofor tapi di luar kromatofor, yaitu dalam *sitoplasma*; (5) dinding sel mengandung *ester polysulphate* karbohidrat selain selulosa dan pektin; dan (6) dinding melintang dalam bentuk multiseluler umumnya dengan memiliki lubang-lubang yang memungkinkan koneksi sitoplasma antara sel-sel yang berdekatan (Kumar dan Singh, 1979, h. 161)

Alga merah merupakan kelompok alga berukuran besar yang terdiri sekitar 400 *genera* dan 3900 *spesies*, alga merah memiliki keistimewaan dan menarik dibandingkan dengan alga makro lainnya. Mulai dari berbagai struktur, biokimia, dan reproduksi membedakan alga merah dari alga lainnya serta dari tumbuh-tumbuhan yang lain. Salah satu perbedaan biokimia yang paling penting dari alga merah adalah bahwa, seperti *Cyanobacteria* yang mengandung pigmen tambahan yaitu *phycobilin* yang berada dalam *phycobilisomes*. Warna merah mereka adalah karena adanya pigmen *phycoerythrin*; Namun, mereka juga sering ungu, coklat, atau hitam karena kehadiran pigmen tambahan *phycocyanin*, seperti di *Cyanobacteria*, pigmen tambahan karotenoid juga hadir, seperti *klorofil a*. Jumlah sebenarnya dari setiap jenis pigmen bervariasi dengan tingkat kedalaman. Mereka alga yang dapat tumbuh di permukaan air dengan intensitas cahaya tinggi serta mempunyai zat warna yang dapat mengatur intensitas cahaya

yang sesuai, mengingat alga di dasar perairan mempunyai perbedaan pigmen yang berbeda-beda (kompleks), di antaranya susunan kloroplasnya yang lebih baik untuk mengatur cahaya yang masuk dan mengubah spektrum yang ada sebagai hasil penyerapan warna air yang berbeda. Kelebihan fotosintat (zat hasil dari fotosintesis) disimpan dalam bentuk pati *floridean*, pada dasarnya zat ini serupa dengan zat yang dihasilkan oleh tumbuhan tinggi, yaitu dengan polimer bercabang *glukosa* agak mirip dengan *glikogen*; menjadi bentuk butiran dalam sitoplasma, tidak dalam kloroplas. Cadangan makanan lain ada yang mengandung gula yang tidak biasa seperti *floridoside* dan *isofloridoside*, menunjukkan bahwa metabolisme karbohidrat alga merah memiliki ciri-ciri yang tidak dimiliki oleh tanaman (Mauset, 1998, h. 607-608).

Banyak jenis alga merah yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan menjadi komoditi rumput laut yang diperdagangkan. Tercatat 17 *marga* terdiri dari 34 *jenis* alga merah yang ditemukan di perairan Indonesia yaitu, *Acantophora*, *Actinotrichia*, *Amasia*, *Amphiora*, *Chondrococcus*, *Corallina*, *Echeuma*, *Galaxaura*, *Gelidiella*, *Gigartina*, *Gracilaria*, *Halymenia*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Rhodymenia*, *Titanophora*, dan *Porphyra* (Suantika, dkk., 2007, h. 250).

**Tabel 2.4**  
**Klasifikasi dari Divisi *Rhodophyta***

Kelas Rhodophyceae	Genera
Sub Kelas Bangiophycidae	
Ordo Bangiales	
Famili Bangiaceae	<i>Bangia, porphyra.</i>
Sub Kelas Florideophycidae	

Ordo Nemalionales Ordo Cryptonemiales Famili Corallinaceae	<i>Coralline</i> alga merah
Ordo Ceramiales	

(Mauset, 1998, h. 608).

## 5. Peranan Makroalga

Pemanfaatan makroalga secara tradisional terutama sebagai bahan pangan, misalnya ada yang dimakan mentah seperti lalap, di buat sayur, acar, dan juga sebagai obat. Pemanfaatan untuk industri sebagai komoditi ekspor baru berkembang pesat, pemanfaatan ini terutama didasarkan atas kandungan kimia yang terdapat dalam makroalga terutama *algin*, agra-agar, dan *carrageenin*. Di Indonesia, agar-agar dalam industri makanan sebagai “*thickener*” dan “*stabilizer*”. Dalam industri farmasi dan penelitian mikrobiologi, agar-agar digunakan untuk kultur bakteri (Nontji, 2007, h. 149-155).

## F. Faktor Abiotik (Klimatik) sebagai Penunjang

### 1. Suhu

Dilautan, suhu bervariasi secara horizontal berdasarkan perbedaan posisi lintang, dan bervariasi secara vertikal berdasarkan kedalaman. Suhu merupakan faktor penting yang mengatur distribusi organisme berdasarkan proses vital hidup organisme, yaitu proses metabolisme. Suhu yang sesuai bagi metabolisme berbeda-beda tergantung jenis organismenya, namun pada umumnya berkisar antara 0 – 40°C (Suantika, *dkk.* 2002, 114).



## 2. Salinitas (Kadar Garam)

Salinitas pada setiap bagian laut bervariasi antara 34<sup>0</sup>/<sub>00</sub> sampai 37<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, dengan rata-rata sekitar 35<sup>0</sup>/<sub>00</sub>. Perbedaan kadar salinitas ini disebabkan karena perbedaan laju evaporasi dan presipitasi. Pada daerah yang relatif tertutup, salinitas bervariasi dari mendekati 0<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (pada daerah yang dekat muara sungai) hingga mendekati 40<sup>0</sup>/<sub>00</sub> (Suantika, *dkk.* 2002, 114).

## 3. DO (*Disolved Oxygen*)

Menurut Nyabakken (1982, h. 7) dua macam oksigen dan karbon dioksida yang terlarut di air laut mempunyai arti penting dalam metabolisme. Kelarutan gas-gas dalam air laut adalah suatu fungsi dari suhu, makin rendah suhu makin besar kelarutannya. Oleh karena itu makin dingin suatu permukaan air, makin banyak oksigen yang dapat dikandungnya. Penyebaran oksigen di dalam lautan bervariasi menurut kedalaman, jumlah oksigen maksimum terdapat pada permukaan air sampai kedalaman 10-20 m dan oksigen minimum pada kedalaman sekitar 500-1000 m di perairan laut terbuka.

## 4. pH Air

pH, komposisi mineral, dan struktur fisik bebatuan dan tanah membatasi distribusi tumbuh, dan berarti juga distribusi hewan pemakan tumbuhan. Hal-hal tersebut turut berperan menciptakan ketidakseragaman di ekosistem darat. pH tanah dan air dapat membatasi distribusi organisme secara langsung, melalui kondisi asam atau basa yang ekstrem, atau secara tidak langsung, melalui keterlarutan nutrisi dan toksin (Campbell *et al.*, 2008, h. 333).

## **5. Substrat Pasir**

Substrat merupakan tempat di mana seluruh organisme mengubur diri dan menyebabkan organisme tidak tampak karena faktor-faktor lingkungan yang beraksi di Pantai (Nyabakken, 1984, h. 250). Menurut Dahuri (2013, h. 61) perubahan substrat akan mengubah pola distribusi organisme, sedangkan perubahan arus pesisir akan mengubah pola perekrutan organisme.

## **G. Pantai Sindangkerta**

Pantai Sindangkerta yang berada di Desa Sindangkerta Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya, lokasinya kurang dari 20 km ke arah Timur dari Cipatujah. Pantai Sindangkerta merupakan salah satu objek wisata yang berada di Tasikmalaya. Pantai Sindangkerta secara geografis berada pada  $7^{\circ} 46, 043 'S$   $108^{\circ} 4, 463 'E$ . Luas area Pantai Sindang kerta kurang lebih 15 Ha. Rencana penataan dan pengembangan selanjutnya yaitu Taman Lingsar yang merupakan bagian dari kawasan wisata Pantai Selatan Tasikmalaya, berbagai daya tarik terdapat di Pantai Sindangkerta, mengingat cukup banyak potensi yang dimiliki diantaranya pantai berkarang, biota laut, fauna laut, dan konservasi penyu hijau, dll. Pantai Sidangkerta direncanakan akan dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata pantai, pendidikan, camping ground, dan wahana outbond. Hal tersebut akan sangat meningkatkan sumber pendapatan masyarakat yang menetap di sekitar Pantai Sindangkerta. Selain itu, Pantai Sidangkerta dijadikan sebagai tempat penelitian bagi siswa SLTA dan mahasiswa perguruan tinggi (Disparbud, 2016).

## **H. Analisis Kompetensi Dasar (KD) pada Pembelajaran Biologi**

### **1. Keterkaitan Penelitian Pola Asosiasi Komunitas Lamun dengan Alga Terhadap Kegiatan Pembelajaran Biologi**

Pada kegiatan penelitian mengenai pola asosiasi komunitas lamun dengan alga (makroalga), terdapat keterkaitan dengan pembelajaran biologi. Di dalam lingkungan, semua organisme dengan jenis yang sama (*intraspesifik*) maupun berbeda jenis (*interspesifik*) akan berinteraksi satu sama lain, baik menciptakan suatu interaksi positif maupun interaksi negatif. Semua itu tidak terlepas dari peranan tumbuhan lamun dan makroalga yang merupakan produsen penting di lingkungan Pantai. Dengan demikian penelitian mengenai pola asosiasi komunitas lamun dengan makroalga akan menambah wawasan dan memperkaya pengetahuan siswa, diantaranya mengetahui berbagai macam interaksi organisme yang hidup di laut.

### **2. Analisis Kompetensi Dasar**

Penelitian ini berkaitan dengan pembelajaran biologi di sekolah yang dapat digunakan untuk menambah wawasan dan memperkaya pengetahuan siswa pada materi pembelajaran kelas X pada bab Ekosistem. Penelitian ini berhubungan dengan Kompetensi Dasar 3.9 yaitu Menganalisis informasi/ data dari berbagai sumber tentang ekosistem dan semua interaksi yang berlangsung di dalamnya. Selain itu siswa diberikan contoh secara nyata mengenai interaksi dalam lingkungan sekitar khususnya di lingkungan perairan, siswa juga dapat mengetahui beberapa manfaat interaksi antara komponen biotik dan abiotik yang terimplementasi dalam kehidupan sehari-hari.

## I. Hasil Penelitian Terdahulu

### 1. Asosiasi

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rianita Pratiwi (2010, h. 66-76) mengenai “Asosiasi Krustasea di Ekosistem Padang Lamun Perairan Teluk Lampung”. Metode pengumpulan data dilakukan dengan “*Beach siene*” dan “*transek garis*”. Analisis data meliputi kepadatan krustasea, indeks keanekaragaman, keseragaman, dominansi, pola penyebaran, dan asosiasi krustasea dengan habitatnya (lamun). Hasil penelitian tercatat enam jenis lamun yang teridentifikasi hidup di perairan Teluk Lampung yaitu *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemiprichii*, dan *Halophila ovalis*. Udang jenis *Periclimenes* sp hidup diantara daun lamun adapula yang sudah dapat hidup beradaptasi dengan baik di lamun (kepadatan 47,7%). Jenis ini ditemui hampir disemua lokasi pengambilan contoh, berenang dan beristirahat di sela – sela atau diantara daun – daun lamun. Indeks keseragaman yang tertinggi (0.87) adalah Pulau Kapuran dan yang terendah (0,43) adalah di Pantai Desa Limbungan (Tanjung Putus). Nilai tersebut menggambarkan bahwa penyebaran individu cenderung bersifat seragam atau relatif sama. Indeks dominansi yang tertinggi (0, 30) di Pulau Kalangan dan yang terendah (0,10) di Pulau Pahuwang Lunik. Indeks keanekaragaman dengan menggunakan Hutchinson menunjukan tiap pengambilan data relatif sama. Pola sebaran krustasea di daerah pengamatan dianalisis dengan indeks Morisita dan ditemukan bahwa setiap jenis krustasea umumnya mengelompok. Berdasarkan INP (Indeks Nilai Penting) menggambarkan pengaruh atau peranan suatu jenis tumbuhan lamun dalam komunitas lamun. Hubungan antara kepadatan kepiting dengan INP

lamun *Halophila ovalis* di Pulau Kelagian (memiliki Indeks Nilai Penting terbesar dari jenis lamun lainnya) didapatkan sebesar 0,97 yang artinya keeratan hubungan antara INP tumbuhan lamun *Halophila ovalis* dan kepadatan kepiting adalah 0,97. Hal ini menunjukkan bahwa lamun *Halodule ovalis* memiliki peranan paling besar pada kawasan ekosistem padang lamun.

## 2. Tumbuhan Lamun

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Satrya, *dkk.* (2012, h. 29-34) mengenai “Keragaman Lamun Di Teluk Banten, Provinsi Banten”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode “*Transek garis*”, secara sistematis sampling data yang di analisis meliputi keragaman, kerapatan, dan penutupan jenis lamun di Teluk Banten. Hasil penelitian mencatat Terdapat lima jenis lamun yang dapat tumbuh dan berkembang biak dengan baik di perairan Teluk Banten, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, dan *Thalassia hemprichii*. Kelima jenis lamun tersebut tergolong dalam empat *genus* berbeda, serta dua *famili* yang berbeda pula. *Genus Enhalus*, *Thalassia*, dan *Halophila* termasuk dalam *Famili Hydrocharitaceae*, dan *genus Cymodocea* masuk dalam *Famili Cymodocaceae*. Kerapatan lamun tertinggi ditemukan di Pulau Tunda (193 individu/m<sup>2</sup>), dan terendah di Pulau Panjang (44 individu/m<sup>2</sup>). Penutupan lamun terendah ditemukan pada Pulau Panjang (62.5%), sedangkan tertinggi pada Pulau Kalih (90%), dan didominasi oleh jenis *Enhalus acoroides*. Nilai penutupan lamun ini menunjukkan ekosistem lamun di Teluk Banten tergolong sehat/kaya.

### 3. Makroalga

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pallalo (2013, h. 1-68), mengenai “Distribusi Makroalga pada Ekosistem Lamun dan Terumbu Karang di Pulau Bonebatang, Kecamatan Ujung Tanah, Kelurahan Barrang Lompo, Makassar”. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode “*transek kuadrat*”, pengambilan sampling pada ekosistem lamun dan terumbu karang, yakni dengan menghitung jumlah makroalga, jumlah jenis, persentase penutupan, kepadatan, serta distribusinya. Transek kuadran yang digunakan adalah yang berukuran 1x1 m<sup>2</sup>, dengan tiga stasiun, yang terdiri dari lima transek pada setiap stasiun di ekosistem lamun dan tiga transek pada setiap stasiun di ekosistem terumbu karang. Untuk kajian struktur komunitas maka dilakukan penghitungan Indeks Keanekaragaman dan Indeks Keseragaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di perairan Pulau Bonebatang ditemukan 14 *spesies* yang terdiri dari sembilan *ordo*, 11 *famili*, 13 *genera*. Terdapat delapan *spesies* dari *Phyllum Chlorophyta* yakni: *Caulerpa lentillifera*, *Caulerpa racemosa*, *Chaetomorpha crassa*, *Ulva reticulata*, *Boergesenia forbesii*, *Enteromorpha sp.*, *Halimeda macroloba*, dan *Chlorodesmis sp.* Terdapat tiga *species* dari *Phyllum Phaeophyta/Ochrophyta* yaitu: *Dictyota pinnatifida*, *Padina australis*, dan *Turbinaria conoides*, dan tiga *spesies* dari *Phyllum Rhodophyta* yakni: *Amphiroa fragillissima*, *Acanthopora muscoides* dan *Gracilaria coronopifolia*. Penutupan makroalga tertinggi terdapat pada ekosistem lamun dengan kisaran antara 48,00-73,40% sedangkan pada ekosistem terumbu karang yang berkisar antara 4,33-6,33%. Kepadatan makroalga tertinggi terdapat pada ekosistem lamun yang berkisar 3,60-3,80 koloni/m<sup>2</sup>, sedangkan pada ekosistem terumbu karang hanya

berkisar 2,33-3,33 koloni/m<sup>2</sup>. Sebaran makroalga di Pulau Bonebatang tersebar dengan cara menancap pada substrat berpasir, menggulung pada makroalga lain dan melekat di batu karang serta paparan terumbu. Populasi makroalga yang paling melimpah adalah jenis *Ulva reticulata*. Indeks Keanekaragaman makroalga di Pulau Bonebatang berkisar antara 1,38-1,70 dan dapat dikategorikan rendah sementara Indeks Keseragaman berkisar 0,55-0,68 dan dapat dikategorikan tidak stabil. Kelompok habitat makroalga terdiri dari habitat substrat pasir, gabungan berpasir dan karang mati, gabungan substrat karang mati dan karang hidup, serta substrat karang hidup.