

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Daya Karang

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di dasar laut yang unik karena secara keseluruhan ekosistem ini terjadi dari proses biologi. Terumbu karang terdiri dari substrat batu kapur masif yang dihasilkan binatang karang, jenis algae berkapur, biota penghasil kapur seperti sponge, Mollusca dan Foraminifera (Nybakken, 1992).

Selain itu, terdapat biota yang berasosiasi dengan terumbu karang yang hidup menempel, merayap, di dalam karang ataupun yang hidup bebas melayang atau berenang dalam air yang mengelilinginya. Terumbu karang mempunyai sejumlah besar spesies invertebrata yang berenang dan bersembunyi di antara terumbu seperti, Moluska, Crustaceae, Echinodermata, juga sejumlah ikan dan sejumlah kecil makroalga. Salah satu penyebab tingginya keanekaragaman spesies diterumbu adalah karena variasi habitat di terumbu (Nybakken, 1992).

Oleh karena pentingnya ekosistem terumbu karang, maka secara umum sumber daya karang dibagi menjadi dua golongan yaitu sumber daya karang cadangan dan sumber daya karang mengalir (Russel dan Young, 1960). Kedua sumber daya ini berbeda dalam waktu pemeliharaan dimana sumber daya karang cadangan, seperti karang batu (stony coral) terbentuk di dalam laut karena adanya suatu proses oleh binatang karang. Proses pemulihannya terjadi dalam periode ribuan sampai jutaan tahun. Oleh karena periode pemulihannya yang lama, maka dimasukkan kedalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (non renewable). Adapun sumber daya yang mengalir secara ekonomi mempunyai pemulihan yang relatif pendek, disebut sumber daya alam yang dapat diperbaharui (renewable) (Nurbambang, 1980).

B. Faktor pembatas pertumbuhan karang

Komunitas pembangun karang pada daerah berbeda mempunyai struktur atau kemampuan yang berbeda pula. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yang ada di suatu lokasi. Faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan karang antara lain:

1. Suhu

Suhu mempunyai peranan penting dalam membatasi penyebaran karang batu pembentuk terumbu karang. Karang dapat tumbuh baik pada kisaran suhu antara 18–30 °C. Di atas atau di bawah suhu tersebut pertumbuhan karang kurang baik. Menurut Sabdono (1996), perkembangan terumbu yang paling optimal terjadi diperairan dengan suhu rata-rata tahunan 36-40 °C. Perubahan suhu dibawah 18 °C akan mengakibatkan pertumbuhan karang terhambat. Oleh karena itu penyebaran pertumbuhan terumbu karang hanya di daerah tropis dan daerah Sub tropis.

2. Cahaya matahari

Karang pembangun terumbu karang sangat tergantung oleh adanya sinar matahari, seperti yang dikatakan oleh Connell (1973) dalam Nybakken (1994), jika karang berada dalam tempat yang teduh atau dihindarkan dari cahaya, maka pertumbuhannya akan terhenti dan jika cahaya yang diberikan tidak cukup, maka karang akan mati. Cahaya ini terutama untuk fotosintesis bagi algae yang hidup bersimbiosis di dalam jaringannya (zooxantella).

Penetrasi matahari ke dalam air laut berubah sangat cepat baik komposisi maupun intensitasnya, oleh karena itu cahaya merupakan faktor penting dalam mengontrol sebaran vertikal dari pertumbuhan karang (Veron, 1986). Menurut Nybakken (1992) pertumbuhan karang keatas dibatasi oleh udara, banyak karang yang mati karena terlalu lama berada di udara terbuka, sehingga pertumbuhannya kearah atas terbatas hanya sampai tingkat pasang turun terendah. Semakin dalam laut semakin

kurang intensitas cahaya matahari yang dapat mencapainya, berarti semakin kecil pula produksi oksigen oleh zooxanthella sehingga pertumbuhan karang kurang optimal.

3. Ombak dan Arus

Energi yang dihasilkan ombak dapat menghancurkan komunitas terumbu karang, oleh karena itu biasanya karang yang tumbuh menyesuaikan dengan besar kecilnya suatu energi gelombang di daerah itu. Pergerakan air karena arus dan ombak diperlukan binatang karang bagi tersedianya makanan berupa plankton dan jasad renik, sumber air yang segar, oksigen, dan sekaligus menghindarkan karang dari sedimentasi (Sukarno, 1981). Arus juga membantu penyebaran larva karang atau planula (Sya'rani, 1983) dan karena adanya pendistribusian maka planula tersebut akhirnya mampu memperlihatkan adanya pembentukan karang baru (Chappel, 1980).

4. Sedimentasi

Sedimentasi di laut adalah suatu proses alami yang merupakan hasil dari erosi daratan atau tempat lain yang terbawa menuju ke laut atau dapat berasal dari teraduknya kembali (resuspensi) deposit sedimen sepanjang pantai atau dasar laut. Sedimentasi dapat mempengaruhi pertumbuhan karang secara langsung yaitu menutupi hewan karang atau polip karang (Veron, 1986), yang dapat mengakibatkan kematian pada karang batu yang umumnya tidak mampu membersihkan diri dari sedimentasi tersebut (Young, 1940 dalam Sukarno, 1981). Secara tidak langsung resuspensi menyebabkan kekeruhan air laut yang berakibat menghambat penetrasi cahaya matahari yang dapat menghambat fotosintesis zooxantella dan akan mempengaruhi pertumbuhan karang, seperti adanya benda-benda seperti serasah dan sampah yang terbawa aliran air dan gelombang (Veron, 1986).

Keutuhan ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh sedimentasi yang terbawa oleh aliran air tawar yang berasal dari daratan. Sedimen mempunyai efek yang

tidak baik terhadap karang, kebanyakan karang hermatifik tidak dapat bertahan dengan adanya sedimen yang berat yang menutupi dan menyumbat suplai makanannya.

5. Salinitas

Salinitas berpengaruh pada penyebaran terumbu dan zonasi karang serta menghambat perkembangan terumbu atau bahkan mati. Karang dapat tumbuh normal pada salinitas 34 - 36 ‰ sehingga penurunan salinitas sampai 27 ‰ atau kenaikan diatas 9 ‰ dari salinitas 36 ‰ akan menyebabkan kematian terumbu karang tersebut. Penurunan salinitas dapat disebabkan adanya banjir, sedangkan kenaikan salinitas terjadi pada saat surut rendah dimana koloni karang muncul kepermukaan (Suharsono, 1992).

6. Pasang Surut

Pasang surut mempunyai efek terhadap kenampakan komunitas terumbu karang terutama kenampakan zonasinya. Adanya pasang surut yang rendah atau tinggi biasanya akan mempengaruhi pertumbuhan vertikal suatu koloni karang. Di Indonesia variasi pasang surut relatif rendah sehingga pengaruh pasang surut tidak terlalu nampak terhadap pertumbuhan karang (Suharsono, 1992).

7. Makanan

Karang seperti hewan lainnya, membutuhkan makan untuk hidupnya. Makanannya dapat berupa zooplankton, selain itu makanan karang juga dapat diperoleh dari hasil asosiasi mutualistik dengan algae mikroskopik bersel tunggal (zooxantellae). Hasil fotosintesis dari zooxantellae merupakan suplai makanan bagi polip karang dan merupakan sumber rangka karang kapur. Adanya gerakan air oleh arus maupun yang disebabkan oleh gelombang sangat penting bagi karang untuk membantu menyediakan makanan (Suharsono, 1992).

Jumlah algae (zooxantellae) akan berlipat ganda seiring dengan pertumbuhan karang dan bertanggungjawab terhadap warna cokelat pada hampir semua karang

hermatifik, namun perubahan suhu yang drastis akan menyebabkan kematian sebagian besar jenis karang batu yang diperkirakan menjadi penyebab timbulnya "bleaching" yaitu warna karang batu menjadi putih akibat kehilangan zooxantellae, seperti yang terjadi diperairan Pasifik Barat dan Atlantik Barat tahun 1982-1983 akibat adanya *El Nino* (Mossa dan Suharsono, 1996).

Menurut Brown (1985) dalam Eriyanti (2000) binatang karang merupakan binatang karnivora pemakan zooplankton. Makanan akan dibawa oleh tentakel menuju mulut dengan bantuan gerakan cilia dibantu oleh lendir pekat (mukus), selanjutnya makanan akan dicerna oleh filamen mesenterial dan sisa makanan yang tidak tercerna akan dikeluarkan melalui mulut.

Ekosistem karang merupakan ekosistem laut yang mempunyai tingkat produktivitas yang tinggi. Berbagai jenis organisme dan hewan berasosiasi, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Jumlah hewan yang hidup dengan memangsa karang sangat banyak dan dapat diklasifikasikan sebagai predator. Dua taksa predator yang mampu membentuk koloni karang dan memodifikasi struktur terumbu adalah bintang laut *Acanthaster planci* dan berbagai ikan. Selain itu pada karang sendiri terdapat semacam persaingan terutama dalam hal ruang dan cahaya. Dalam hal ini jenis-jenis karang yang tumbuh cepat (karang bercabang) akan menutup karang yang tumbuh melebar (membentuk hamparan) yang pertumbuhannya lambat, sehingga kekurangan cahaya dan mati (Nybakken, 1992).

C. Biologi Karang

Setiap individu karang hidup disebut polip, terdiri dari bagian mulut di bagian atas yang dikelilingi oleh tentakel, dan rongga perut untuk pencernaan makanan. Kelompok koral dari ordo Madreporaria merupakan pembentuk utama dari terumbu karang, tumbuh sebagai masa yang keras yang dapat bertahan terhadap hampasan gelombang yang datang terus-menerus (Hermanlimianto, 1983; Nybakken, 1992).

Invertebrata dan algae laut lain juga berperan dalam pembentukan formasi terumbu. Banyak jenis hewan-hewan lain hidup di antara atau di dalam koral, beberapa kepiting yang berkomensalisme hidup terperangkap di dalam koral dan di dalam sel terumbu karang perairan dangkal, pembentukan koral bersimbiosis dengan algae (zooxantellae). Algae tersebut mempunyai arti penting sebab bisa menyediakan makanan bagi penghuni terumbu karang termasuk binatang karang sendiri (Storer, 1979).

Nybakken (1992) membedakan karang atas karang hermatifik dan ahermatifik. Karang yang bersimbiosis dengan zooxantellae dan memerlukan cahaya untuk kehidupannya disebut karang hermatifik sedangkan yang tidak bersimbiosis dengan zooxantellae dan tidak memerlukan cahaya untuk hidupnya disebut karang ahermatifik. Sumber makanan organik karang hermatifik adalah senyawa organik yang dihasilkan dan diekskresi oleh zooxantellae pada jaringannya dan dari pemangsaan. Sedangkan karang ahermatifik memperoleh makanan dari pemangsaan atau karnivora (Nybakken, 1992).

Polip karang bersifat karnivora, dengan cara makan yang khas (sistem cnidarian) yaitu tentakel yang dilengkapi sengat (nematocyst), yang menjebak zooplankton dan membawanya ke mulut. Pada beberapa bentuk koloni yang pertumbuhannya melebar, karang mempunyai 'permukaan makan' yang sangat luas yang merupakan bagian terbesar dari jaringan hidup. Permukaan makan ini merupakan kelenjar mukus yang berfungsi untuk menjebak partikel makanan seperti protozoa dan nanoplankton yang terlalu kecil untuk dipegang oleh tentakel. Partikel ini kemudian ditransport ke mulut dengan menarik lembaran mukus. Sebagai contoh, koloni *Sidastrea radians* yang dapat membersihkan diri kurang dari 30 detik semua partikel makanan yang terjebak pada permukaan koloni (Goreau, 1956 dalam Jones, 1973).

Menurut Yonge (1940) dalam Jones (1973) tentakel menggelembung pada koloni koral merupakan mekanisme untuk mengumpulkan zooplankton, seperti pada anggota Lamellibranchia yang menggunakan cilia untuk mengumpulkan fitoplankton. Namun menurut Goreau, (1956) dalam Jones, (1973) apabila dilihat dari berat coral, menunjukkan bahwa 'coral reef' kebanyakan pemakan penyaring (filterfeeder) daripada predator aktif seperti Actiniaria.

D. Perifiton

Selain organisme tingkat tinggi ada juga organisme tingkat rendah yang berasosiasi dengan karang yaitu dengan cara menempel dan hidup di permukaannya. Seperti yang dikemukakan oleh Nybakken (1992), bahwa pada dasarnya terdapat dua tipe asosiasi simbiotik antara alga dan hewan invertebrata. Asosiasi yang paling umum adalah asosiasi antara seluruh fungsi sel alga dengan hewan invertebrata yang dijumpai pada karang yaitu antara hewan karang dengan zooxantellae. Asosiasi kedua adalah hanya kloroplas sel alga yang bergabung kedalam jaringan tubuh invertebrata. Bentuk asosiasi lain antara karang dengan organisme lain adalah organisme yang hanya melekat pada permukaan karang, organisme ini biasa disebut perifiton.

Michael (1984), mendefinisikan perifiton atau 'aufwuch' adalah nama yang diberikan pada berbagai macam kelompok organisme yang tumbuh atau hidup pada permukaan objek yang terendam, seperti tanaman, kayu, batu dan lain-lain. 'Aufwuch' bias berbentuk gumpalan gelatin kecil, lapisan seperti bulu, lapisan licin atau lapisan berkulit keras. 'Aufwuch' merupakan produsen primer penting dalam perairan berarus cepat dimana plankton tidak eksis. Menurut Revera (1978) dalam Suprapti (1997) perifiton meliputi Zooglaea, Protozoa, Mikroalga dan organisme lain yang melekat. Perifiton yang membentuk suatu gumpalan kecil atau berupa seperti benang dan menyerupai lapisan pada suatu permukaan substrat merupakan mikroalga yang biasa disebut juga sebagai alga film. Michael (1984) mengolongkan perifiton menjadi:

1. *Epiphyton* yaitu yang hidup pada permukaan tanaman
2. *Epizoon* yaitu yang hidup pada permukaan hewan
3. *Epilithon* yaitu yang hidup pada permukaan batuan
4. *Epixylon* yaitu yang hidup pada permukaan kayu mati

Dalam komunitas air, perifiton berhubungan dengan masyarakat organisme lain, baik dalam hal makanan, persaingan (ruang dan makanan) maupun hubungan mangsa dimangsa. Kelompok perifiton dalam tingkatan tropik umumnya terdapat dalam tingkatan tropik pertama (fitoplankton atau mikroalgae), namun ada yang masuk tingkat tropik kedua yang terdiri dari zooglea, protozoa, dan binatang atau mikroorganisme lain yang melekat atau menempel pada permukaan substrat. Tingkat tropik kedua kebanyakan pemakan detritus, sehingga untuk mendapatkan makanan dapat terjadi persaingan antar dan sesama jenis perifiton. Kelimpahan jenis suatu organisme juga dipengaruhi oleh hewan mangsa dan pemangsanya, baik hewan perifiton maupun hewan lainnya (Astuti, 1987).

Perifiton dapat tumbuh baik pada daerah litoral dan sublitoral yang aksi gelombangnya tidak terlalu besar, dan tidak cocok hidup pada daerah yang aksi gelombangnya sangat besar. Perifiton dalam ekosistem perairan mempunyai peranan penting, yaitu merupakan bagian dari suatu mata rantai dasar di perairan. Walaupun organisme tersebut mempunyai peranan besar bagi ekosistem, namun harus tetap diperhatikan adanya dampak 'blooming' dari masing-masing perifiton tersebut, yang dapat merugikan perairan Ravera (1978) dalam Suprapti (1997).

Alga film merupakan salah satu penyusun perifiton. Alga film biasanya terdiri dari mikroalgae Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta, dan Chrysophyta uniseluler atau koloni sederhana. Anggota Cyanophyta merupakan organisme autotrop yang paling sederhana yang mempunyai distribusi sangat luas, tetapi hanya sedikit yang hidup di laut. Chlorophyta mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas,

sehingga distribusinya sangat luas, baik di air tawar, air laut maupun terestrial. Euglenophyta banyak dijumpai ditempat-tempa yang banyak mengandung bahan organik. Distribusi Chrysophyta sangat luas baik di akuatik (air tawar, payau, maupun air laut), terestrial atau subaerial dengan kelembaban tertentu. Perifiton merupakan kelompok organisme yang termasuk didalamnya Bacillariophyceae yang hidup menempel pada tanaman lain, batu atau lainnya (Bold & Wynne, 1985). Bacillariophyceae/Diatomae yang hidup di laut terikat pada batu karang atau hidup sebagai epifit pada ganggang merah (Rhodophyta) dan ganggang coklat (Phaeophyta), terutama pada daerah pasang surut (Soeprbowati, 1993).

E. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Perifiton

1. Arus sebagai Faktor Pembatas

Menurut Nybakken (1992) arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal massa air. Selanjutnya Sya'rani mengatakan bahwa arus dapat mempengaruhi penyebarann organisme. Organisme yang hidup disungai beradaptasi terhadap pola arus, akibatnya perubahan kecepatan arus dapat menyebabkan komposisi organisme (Hellowell, 1986).

2. S u h u

Suhu memegang peranan penting dalam ekosistem perairan dan merupakan faktor pembatas bagi pertumbuhan organisme perairan termasuk perifiton. Kenaikan temperatur yang cukup besar pada perairan dapat menyebabkan sterilisasi pada organisme, mempercepat aktivitas biologi dan reaksi kimia air, daan temperatur tinggi mengurangi daya larut oksigen (O_2) (Nybakken, 1992). Ada jenis algae yang hidupnya sangat tergantung pada temperatus tinggi, algae hijau hidup pada temperatur $30^\circ C - 35^\circ C$ dan Diatomae pada temperatur $20^\circ C - 25^\circ C$. Suhu secara langsung mempengaruhi laju fotosintesis.

3. Cahaya

Semua jasad nabati memerlukan intensitas cahaya matahari dengan panjang gelombang tertentu untuk proses fotosintesis. Kurangnya intensitas cahaya akan menyebabkan turunya tingkat pertumbuhan phytoperifiton (Raymond, 1967). Cahaya sangat menentukan produktivitas perairan, hal ini karena fotosintesa dapat berlangsung apabila intensitas cahaya yang diterima perifiton sebagai produsen cukup. Beberapa organisme perifiton dalam perkembangannya membutuhkan intensitas cahaya yang cukup.

4. Tipe Substrat

Perifiton adalah komunitas organisme yang menempati beberapa tipe substrat misalkan batuan, tanah, tangkai, dimana tipe substrat mempengaruhi komposisi dari organisme yang menempatnya. Karena disamping sebagai tempat hidup, substrat juga berfungsi sebagai sumber makanan bagi organisme perifiton. Behavior atau tingkah laku organisme yang berpengaruh terhadap distribusi di alam adalah kesenangan memilih habitat (habitat preference) yang dapat menjamin kelangsungan hidup organisme tersebut (Suprapti, 1997).

5. Oksigen Terlarut (Disolved Oxygen)

Menurut Odum (1993), besarnya oksigen sangat dipengaruhi oleh laju fotosintesa, respirasi, suhu air, dan komposisi bahan organik. Oksigen terlarut dalam air umumnya berasal dari difusi oksigen udara melalui permukaan air, aliran air yang masuk, air hujan dan hasil fotosintesa tumbuhan air pada siang hari. Jumlah oksigen terlarut yang cukup dalam air sangat dibutuhkan untuk pernafasan organisme perairan, disamping juga mempengaruhi penyebaran organisme yang hidup didalamnya.

6. Derajat Keasaman (pH)

pH perairan berpengaruh terhadap perifiton baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut Sastrowijoyo (1991) perairan yang mempunyai nilai pH antara 6.7-

8.6 dapat mendukung kehidupan organisme. Pada umumnya jika pH air kurang dari 6.5 dan lebih dari 8.5 kemungkinan perairan tersebut sudah tercemar oleh bahan kimia dari buangan industri atau lainnya.

F. Akuarium Karang Sea World Indonesia

Sea World Indonesia yang berlokasi di lingkungan Ancol- Jakarta sebagai salah satu tempat hiburan kelautan pertama di Indonesia, menyajikan pemandangan bawah laut dalam bentuk akuarium raksasa, salah satunya adalah akuarium karang. Akuarium karang Sea World Indonesia (tangki 11) terletak diantara tangki-tangki lainnya, namun akuarium ini mendapat perlakuan yang berbeda dan khusus yang terkait pada usaha mengkondisikan ekosistem akuarium agar mendekati keadaan habitat karang yang asli. Tangki 11 terbuat dari bahan beton (tembok), berisi 54 ton air laut dengan kedalaman rata-rata sekitar 2 meter. Jendela besarnya terbuat dari akrilik (mika) yang berbentuk cekung. Pemeliharaan yang diterapkan pada tangki 11 adalah meliputi: penyaringan air (baik penyaringan mekanik, biologi maupun kimia), pendinginan (sistem 'chiller' untuk memperoleh suhu air yang sesuai dengan kebutuhan karang), sistem 'outflow' dan 'overflow', gerakan air dan pencahayaan.

Karang yang ada merupakan perwakilan dari jenis-jenis karang yang ada di Indonesia, kebanyakan adalah dari golongan karang keras (hard coral) sedikit sisanya adalah karang lunak (soft coral). Biota-biota yang dimasukkan ke dalam akuarium yaitu beberapa jenis ikan yang bukan kompetitor dan juga bukan predator bagi karang, seperti ikan badut (clown fish), 'batfish' dan ikan-ikan karang kecil lainnya. Selain ikan dimasukkan pula golongan kima (*Tridacna* spp), Crustacea dan Echinodermata yang tidak berbahaya.