BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sumber Daya Karang

Terumbu karang merupakan salah satu ekosistem di dasar laut tropis yang unik karena secara keseluruhan ekosistem ini terjadi dari hasil proses biologi. Terumbu karang terdiri dari substrat dasar batu kapur masif yang di hasilkan oleh binatang karang (Fillum *Coelenterata*, Ordo *Scleractinia*), jenis algae berkapur (*Calcareous algae*), biota penghasil kapur seperti sponge, molluska, dan foraminifera. Di samping itu terdapat biota-biota yang berasosiasi dengan terumbu karang yang hidup menempel, merayap, di dalam karang ataupun yang hidup bebas melayang atau berenang di dalam air yang mengelilinginya seperti plankton dan ikan-ikan.

Ekosistem terumbu karang di tandai dengan besarnya variasi dari komponen penyusunnya yang sangat kompleks. Keadaan ini merupakan hasil reaksi biota penyusun terhadap pengaruh fisik dan biologi serta mencerminkan terjadinya adaptasi terhadap lingkungan. Komunitas karang yang hidup di lereng terumbu akan lebih stabil jika dibandingkan dengan komunitas karang yang ada di rataan terumbu karang. Rataan terumbu karang termasuk daerah yang memperoleh tekanan cukup besar dari hasil perubahan fisik lingkungan seperti suhu, energi, gelombang dan sedimen **(Connel, 1978 & Glynn,1984 dalam Valentino, 1996)**

Menurut **Triarso (1995)** tidak ada daerah yang lebih potensial dan kaya keanekaragaman jenis biotanya serta subur perairannya selain ekosistem terumbu karang. **Goldman dan Tabolt dalam Triarso (1995)** menyatakan bahwa beberapa peneliti telah

karang. **Goldman dan Tabolt dalam Triarso (1995)** menyatakan bahwa beberapa peneliti telah membuktikan bahwa produktivitas primer pada perairan terumbu karang sangat tinggi melebihi produktivitas primer ekosistem alam lainnya.

Karena pentingnya ekosistem terumbu karang ini maka secara umum sumber daya karang dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu sumber daya karang cadangan dan sumber daya karang mengalir **(Russel & Young, 1960)**. Kedua sumber daya ini berbeda di dalam waktu pemeliharaan dimana sumber daya karang cadangan seperti karang batu (stony coral) terbentuk di laut karena adanya suatu proses aktivitas binatang karang. Proses pemulihannya terjadi dalam periode waktu yang sangat lama, yaitu sampai ribuan atau jutaan tahun. Karena proses pemulihan yang sangat lama sehingga secara ekonomi dan teknis tidak begitu menguntungkan, dengan pertimbangan tersebut maka sumber daya karang tersebut dimasukkan kedalam sumber daya yang tidak dapat diperbaharui ('non renewable') yaitu tidak dapat pulih dalam kurun waktu yang singkat. Sedangkan sumber daya karang mengalir secara ekonomi mempunyai pemulihan yang relatif pendek, dengan demikian sumber daya ini dapat disebut sebagai sumber daya yang dapat diperbaharui ('renewable') **(Nurbambang,1980)**.

B. Tipe Terumbu Karang

Tipe terumbu karang dibedakan menjadi beberapa tipe antara lain (Sya'rani,1982):

1. Terumbu karang pantai (*fringing reef*)

Jenis terumbu ini dijumpai di sepanjang pantai pada perairan yang tak dalam. Beberapa hal yang perlu diperhatikan bahwa terumbu karang pantai ini biasanya dijumpai pada pantai dimana cahaya matahari dapat menembus sampai pada dasar perairan, membutuhkan salinitas yang konstan sehingga tidak terpengaruh oleh air tawar yang berasal dari sungai, membutuhkan kadar oksigen dan temperatur yang tepat untuk tumbuh.

2. Terumbu Karang Penghalang (*barrier reef*)

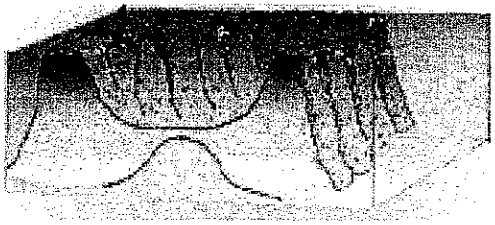
Terumbu karang ini tumbuh jauh dari pantai dan biasanya dibatasi oleh perairan laut yang dalam.

3. Terumbu Karang Atol

Terumbu karang atol ini mempunyai bentuk yang spesifik , sifat khusus dari terumbu karang ini adalah mereka tumbuh melingkar (sirkular), sedangkan kedua jenis lainnya tumbuh sejajar dengan garis pantai (linier) dan biasanya terumbu karang ini dikelilingi oleh perairan yang dalam, sehingga dapat dibedakan menjadi terumbu karang atol dalam dan terumbu karang atol kontinen.

a. Terumbu karang pantai (fringing reef)

b. Terumbu karang pengahalang (Barrier reef)



c. Terumbu karang atol

Gambar 01. Tipe terumbu karang (Sya'rani, 1982)

C. Zona komunitas karang

Menurut **Veron (1986)** variasi komunitas karang dibedakan menjadi 2 zona yang terdiri dari :

1. Zona yang menuju ke samudera (Outer reef)

a. Zona yang berada pada kecuraman yang terdalam (the lower reef slope)

Hanya ada beberapa komunitas karang yang berada di dalam *lower slope* pada batas kedalaman dari syarat pertumbuhan karang. Di luar *slope* tersebut karang dapat tumbuh lebih cepat jika airnya jernih yaitu pada kedalaman ± 100 m namun pada kedalaman ± 100 m ini tidak ditemukan banyak terumbu, sehingga karang yang tumbuh merupakan karang yang rapuh, tipis dan kebanyakan mempunyai bentuk "*encrusting*" karena cahaya yang tersedia merupakan faktor pembatas utama. Pada kedalaman 50 m penutupan karang sangat rapat dan

beranekaragam. Lempengan ceper dari *Turbinaria, Porites* dan bermacam-macam *Faviids* kadang-kadang menjadi kelompok yang dominan, tapi suatu koloni spesies atau genus yang dominan dapat diganti oleh spesies atau genus yang lainnya secara acak. Kejernihan air, arus dan kecuraman dari "*slope*" terumbu mungkin merupakan pengaruh utama dari komposisi komunitas karang, lempengan substrat. Pada "*slope*" ini komunitas karang yang mungkin dominan adalah dari genus *Acropora.*

b. Zona Yang Berada pada Kecuraman Lebih Dangkal (Upper reef slope)

Zona ini ada pada kedalaman ± 0 - 24 m. Cahaya bukanlah merupakan faktor pembatas pertumbuhan karang. Pada kedalaman 20 m keanekaragaman spesies mempunyai nilai maksimum, pada kedalaman yang lebih besar dari 20 m spesies tunggal yang mempunyai nilai terbesar akan diganti oleh pencampuran komunitas sehingga tidak ada spesies tunggal yang dominan. Karang mempunyai banyak bentuk variasi pertumbuhan yang tergantung pada zona dan substrat yang ada di zona tersebut. Pada Zona yang mempunyai kedalaman yang lebih dangkal kecepatan pertumbuhan cabang dari genus *Acropora* biasanya menjadi predominan.

c. Zona terdangkal (reef front)

Zona ini adalah zona yang terbatas yang terjadi pada pasang surut dan sebagian besar terumbu langsung berhubungan dengan kekuatan gelombang laut sehingga karang yang mempunyai bentuk menarik pendek dan besar terpindahkan kebagian bawah dari zona ini. *Acropora* dan *Pocillopora* adalah karang yang biasa di jumpai di dalam area yang terlindung dari aksi gelombang yang ekstrim, tapi pada area yang kurang ekstrim karang yang sering dijumpai adalah *karang Acropora humilus* dan *Acropora robusta*, serta *Acropora hyancinthus* yang dominan karena bentuknya yang ramping.

d. Zona datar bagian luar (Outer reef flat)

Zona karang datar bagian luar biasanya merupakan bagian terbesar dari karang. **Menurut Aryasari (1994)** zona ini mempunyai kedalaman antara 1 - 3 meter.

2. Zona yang menuju ke daratan (Inner reef)

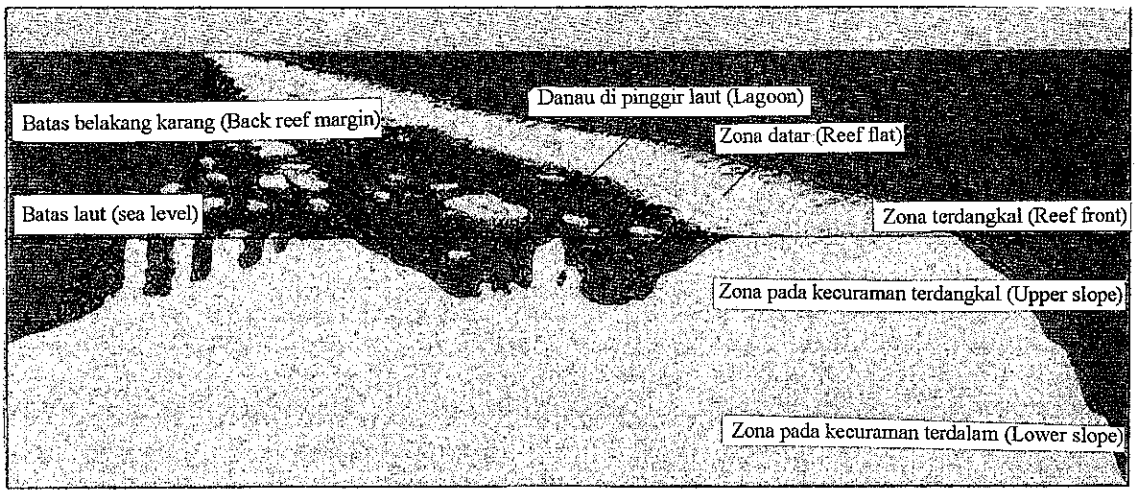
a. Danau di pinggir laut (lagoon)

Substrat dari karang datar biasanya terkikis sempurna, yang tersisa hanya lantai pasir yang membentuk cekungan yang dalam. Lagoon biasanya berada disekitar karang dan biasanya mempunyai sirkulasi air yang baik ketika air pasang. Daerah ini terlindung dari ombak, kemungkinan daerah ini tidak memiliki terumbu ataupun pertumbuhan percabangan *Acropora*. Namun di lagoon-lagoon ini masih terdapat

karang batu yang tumbuh dari *Gonipora, Montipora* , *Leptocens* yang mengendap di dalam lagoon.

b. Batas Belakang Karang (Back reef Margin)

Zona 'back reef margin' merupakan tempat di mana pertumbuhan karangnya aktif dan biasanya terdiri dari rataan terumbu yang terbagi atas celah lantai pasir. Daerah ini terlindung dari ombak yang besar dan biasanya didominasi oleh karang jenis *Porites* dan *Favia.*



Gambar 02. Zona Komunitas Karang (Veron, 1986)

D. Faktor Pembatas Pertumbuhan Karang

Komunitas pembangun karang pada daerah berbeda mempunyai struktur atau kenampakan yang berbeda pula, hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yang ada di suatu lokasi, faktor penting yang mempengaruhi karang antara lain :

1.Cahaya matahari

Karang pembangun terumbu karang sangat tergantung oleh adanya sinar matahari untuk fotosintesis bagi algae yang hidup di dalam jaringannya. Penetrasi matahari kedalam air laut berubah sangat cepat baik komposisinya maupun intensitasnya, oleh karena itu cahaya matahari merupakan faktor penting dalam mengontrol sebaran vertikal dari pertumbuhan karang **(Veron, 1986)**.

Semakin dalam laut semakin kurang intensitas cahaya matahari yang dapat mencapainya berarti semakin kecil pula produksi oksigen oleh zooxanthella. Menurut **Young (1940)** dalam **Sukarno dkk (1981)** kedalaman laut maksimum, untuk karang batu pembentuk terumbu karang adalah 45 meter, lebih dalam dari itu cahaya sudah terlampau lemah untuk memungkinkan zooxanthella menghasilkan oksigen yang cukup bagi karang .

2. Ombak laut 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. Beberapa jenis karang dapat tumbuh dengan baik pada energi ombaknya kecil, di tempat yang menghadap ketempat yang lebih terbuka dengan kemiringan lereng yang lebih besar. Pergerakan air karena arus dan ombak laut diperlukan binatang karang bagi tersedianya makanan berupa plankton dan jasad renik, sumber air yang segar, O_2 dan sekaligus menghindarkan karang dari sedimentasi **(Sukarno.dkk, 1981)**. Pengaruh pergerakan arus ini juga mengakibatkan terjadinya penyebaran larva karang atau planula **(Sya'rani,1983)** dan karena adanya pendistribusian maka

planula tersebut akhirnya mampu memperlihatkan adanya pembentukan karang yang baru **(Chappel, 1980)**.

3. Sedimentasi

Proses sedimentasi menurut **Neshyba (1970)** adalah proses mengendapnya partikel sedimen dari kolom air ke dasar perairan. Proses ini merupakan terangkutnya butiran-butiran yang sangat halus (kecil) sampai ukuran lain yang lebih besar, dimana ukuran butir yang lebih besar akan terendapkan lebih cepat. **Hodgson (1993)** menambahkan bahwa sedimentasi dilaut adalah suatu proses alami yang merupakan hasil dari erosi daratan 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 adanya sedimen yang menutupi jaringan karang atau polip karang seperti lumpur. Sedangkan secara tidak langsung yaitu menyebabkan kekeruhan air laut yang berakibat menghambat penetrasi sinar matahari, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan terumbu karang misalnya benda-benda yang terbawa aliran air dan gelombang **(Veron,1986)**. Menurut **Sukarno. dkk (1981)** untuk hidup hewan karang memerlukan air laut yang bersih dari kotoran, karena benda-benda (kotoran) tersebut dapat menghalangi masuknya cahaya matahari yang diperlukan untuk proses fotosintesis zooxanthella. Disamping itu endapan lumpur dan pasir yang terkandung didalam air yang diendapkan oleh arus mengakibatkan kematian pada karang batu oleh karena mereka pada umumnya tidak mampu membersihkan diri, kecuali beberapa binatang karang dari suku *Faviidae* dan

fungiidae yang dapat membersihkan dirinya dari endapan yang menutupinya dalam beberapa jam **(Young, 1940 dalam Sukarno. dkk, 1981)**

Keutuhan ekosistem terumbu karang sangat dipengaruhi oleh sedimentasi yang terbawa oleh aliran air tawar yang berasal dari daratan. Sedimen tersebut mempunyai efek yang tidak baik terhadap karang, kebanyakan karang hermatipik tidak dapat bertahan dengan adanya sedimen yang berat yang menutupi dan menyumbat pemberian makanannya. Menurut **Nybakken (1992)** endapan di dalam air juga mempunyai akibat sampingan yang negatif yaitu mengurangi cahaya untuk fotosintesa, akibatnya perkembangan terumbu berkurang atau menghilang dari daerah-daerah yang tingkat pengendapannya tinggi. Sedimentasi ini dapat juga berasal dari aliran air dari darat, akibatnya akan benar-benar menutupi hewan karang sehingga akan menghalangi hewan karang tersebut untuk mencari makan dimana pada akhirnya akan mengakibatkan kematian bagi terumbu karangnya.

4. Salinitas

Salinitas yang rendah berpengaruh pada penyebaran terumbu dan zonasi karang, terumbu tidak dapat berkembang bila air sungai menggenang secara periodik. Salinitas yang rendah dapat menyebabkan kematian terumbu karang. Karang dapat tumbuh normal pada salinitas antara 34-36 $^0/_{00}$ sehingga penurunan salinitas sampai 27 $^0/_{00}$ atau kenaikan di atas 9 $^0/_{00}$ akan menyebabkan kematian terumbu karang tersebut. Penurunan salinitas dapat disebabkan adanya banjir. Kenaikan salinitas terjadi pada saat surut rendah dimana koloni karang muncul kepermukaan **(Suharsono, 1992)**

Salinitas air laut yang cukup tinggi mempunyai pengaruh terhadap komunitas karang, misalnya sebuah tempat seperti Teluk Hiu, Australia dimana sebagian besar ruangnya merupakan kombinasi dari aliran air yang berasal dari daratan dengan pasang surut terendah menunjukkan kematian karang di bagian selatan yang cukup tinggi **(Veron, 1986)**.

5. 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 berpengaruh terhadap pertumbuhan karang **(Suharsono, 1992)**.

6. Makanan

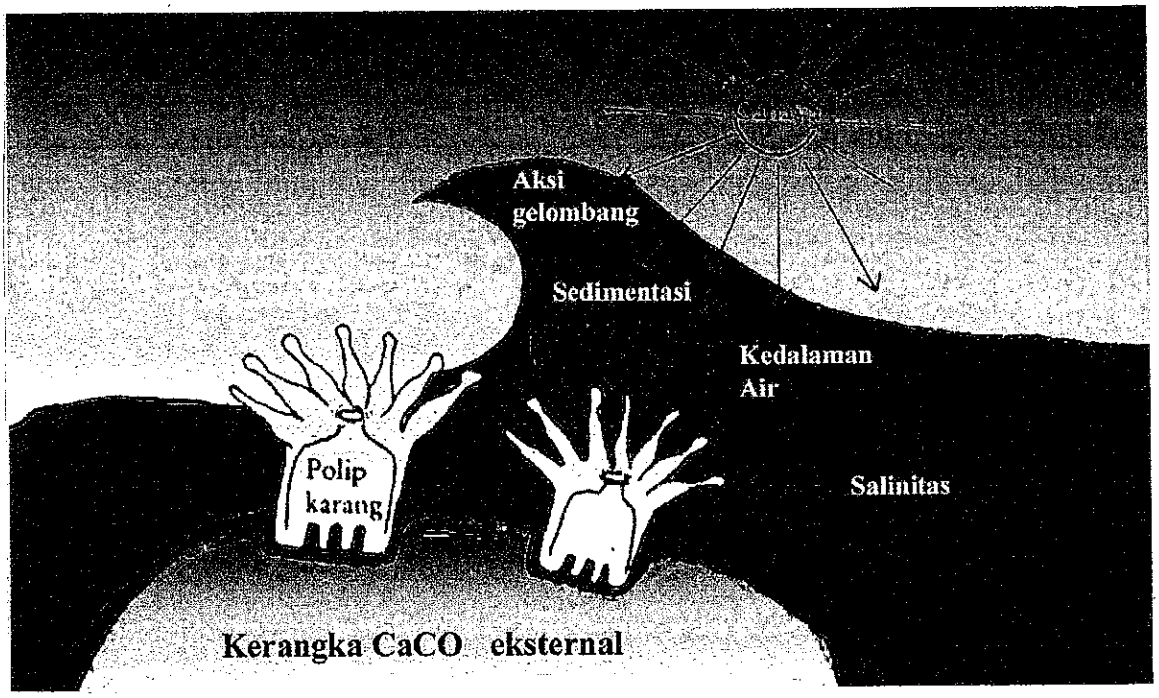
Karang seperti hewan lainnya juga membutuhkan makanan untuk hidupnya. Makanan karang dapat berupa zooplankton selain itu makanan karang juga dapat diperoleh dari hasil kerja sama dengan algae mikroskopik bersel tunggal (zooxanthella). Fotosintesis algae dapat membantu mensuplai makanan bagi polip karang dan pembentukan karang kapur. Adanya gerakan air yang disebabkan oleh arus atau gelombang sangatlah penting bagi karang untuk membantu menyediakan makanan **(Suharsono, 1992)**

Menurut **Brown (1985)** binatang karang merupakan binatang karnivora, pemakan plankton khususnya zooplankton. Makanan akan dibawa oleh tentakel ke mulut dengan gerakan-gerakan cillia dibantu oleh lendir pekat (mucus),

selanjutnya makanan akan dicerna oleh mesenterial fillament dan sisa makanan yang tidak dicerna akan dikeluarkan melalui mulut.

7. Suhu

Suhu mempunyai peranan penting dalam membatasi penyebaran karang batu pembentuk terumbu karang. Karang dapat tumbuh baik pada kisaran suhu antara 18-30°C. Diatas atau dibawah suhu tersebut pertumbuhan karang kurang baik. Menurut **Sabdono (1996),** perkembangan terumbu yang paling optimal terjadi di perairan dengan suhu rata-rata tahunan 25-30°C, namun terumbu karang mentoleransi suhu sampai kira-kira 36-40°C. Perubahan suhu di bawah 18°C akan mengakibatkan pertumbuhan karang menjadi terhambat , oleh karena itu penyebaran pertumbuhan terumbu karang hanya sampai di daerah sub tropis. Perubahan suhu yang amat besar dapat menyebabkan kematian sebagian besar jenis karang batu seperti yang terjadi akibat kejadian *El Nino* pada tahun 1982-1983 yang diperkirakan menjadi penyebab timbulnya 'Bleaching' yaitu warna karang batu menjadi putih akibat kehilangan zooxanthella di perairan pasifik barat dan Atlantik barat **(Mossa & Suharsono, 1996)**.



Gambar 03. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan karang (Nybakken, 1992)

E. Biologi Karang

Klasifikasi karang menurut **Sya'rani (1982)**, termasuk fillum *Coelenterata*, sub fillum *Cnidaria*, class *Anthozoa* & *Hydrozoa*, ordo *Scleractinia*. Menurut **Hermanlimianto (1983)**, tiap individu karang hidup disebut polip yang berbentuk tabung terdiri dari mulut di bagian atas yang di kelilingi oleh tentakel-tentakel dan rongga perut untuk pencernaan makanan. Selain memanfaatkan sumber makanan dari ketergantungan terhadap kondisi lingkungan, maka bila terjadi perubahan lingkungan, karang memanfaatkan penyerapan dindingnya bagi bahan organik yang dihasilkan dari peristiwa fotosintesis zooxanthella. Daerah luas dari terumbu karang dilapisi oleh lapisan tipis dari algae. Algae-algae tersebut mempunyai arti yang penting sebab bisa menyediakan makanan bagi penghuni terumbu karang termasuk binatang karang sendiri. Hal ini terjadi bila algae tersebut rusak dan membentuk detritus material

yang bermanfaat sebagai sumber makanan. Berdasarkan kemampuan pertumbuhan pembentukan terumbu karang **Nybakken (1992)**, membedakan atas karang hermatipik dan karang Ahermatipik. Karang yang memiliki zooxanthalle dan memerlukan cahaya untuk hidupnya disebut karang hermatipik sedangkan yang tidak mempunyai zooxanthella dan tidak memerlukan cahaya untuk hidupnya disebut karang ahermatipik.

Simbiose dengan algae memberikan keuntungan pada karang hermatipik melalui dua cara, yaitu yang pertama 94-98 % karbon organik dihasilkan oleh zooxanthella dari sel algae dan digunakan sebagai sumber makanan bagi polip karang. Yang kedua, karena proses fotosintesa dilakukan oleh zooxanthella, karang hermatipik mampu mendeposit skeleton batu kapur 2-3 kali lebih cepat dalam keadaan terang dari pada gelap.

Jumlah algae akan berlipat ganda seiring dengan pertumbuhan karang dan bertanggung jawab terhadap warna coklat pada hampir semua karang hermatipik. Menurut **Sabdono (1996)**, warna ini mungkin dikeluarkan oleh karang sebagai akibat dari stress lingkungan (polusi, naiknya temperatur, turunnya salinitas) sehingga lama kelamaan karang menjadi putih.

Sumber makanan organik karang hermatipik adalah senyawa organik yang dihasilkan dan diekskresi oleh zooxanthella pada jaringannya dan dari pemangsaan. sedangkan karang ahermatipik memperoleh makanan dari pemangsaan (carnivora). Untuk makanan anorganik, sumbernya berasal dari blue green algae yang mempunyai kemampuan mengabsorbsi gas nitrogen dari air laut dan merubahnya menjadi nitrat. Ketika algae ini dimakan, maka unsur hara tersebut menjadi tersedia bagi organisme karang . Di samping itu bertambahnya

organisme tersebut di perairan menyebabkan surplus unsur hara anorganik dan seringkali tumpah dalam perairan sekitar terumbu karang. Sumber makanan anorganik lainnya berasal dari proses 'up welling'.

1. Struktur Organisme Karang

Karang mempunyai hubungan erat dengan anemon laut. Perbedaan utamanya adalah karang menghasilkan kerangka luar dari kalsium karbonat, sedangkan anemon laut tidak dapat menghasilkan kerangka luar dari kalsium karbonat. Karang dapat berkoloni atau soliter, tetapi hampir semua karang (hermatipik) merupakan koloni, dengan berbagai individu hewan karang atau polip menempati mangkuk kecil atau koralit dalam kerangka yang masif. Tiap koralit mempunyai beberapa seri septa yang tajam dan berbeda-beda pada tiap spesies dan merupakan dasar dalam pembagian spesies karang. Septa mangkuk yang terbuat dari kerangka yang berselang seling dengan septa dalam ruangan gastrovaskuler polip karang.Tiap polip merupakan hewan yang berlapis dua dengan epidermis terluar dipisahkan dari gastroderis internal oleh mesoglea yang tidak hidup. Di sekeliling mulutnya terdapat suatu rangkaian tentakel-tentakel yang dapat dipakai oleh hewan untuk menangkap makanan mereka berupa zooplankton. Simbiotik zooxanthella yang sebenarnya dinoflagellata, ditemukan dalam lapisan gastrodermis. Koloni karang tumbuh dengan polip-polip yang bertunas menjadi polip-polip baru secara seksual **(Nybakken, 1992)**

2. Bentuk-Bentuk pertumbuhan Kerangka Karang

Hermanlimianto (1983), mengemukakan bahwa menurut kelangsungan hidupnya, karang dikenal sebagai karang soliter dan karang berkoloni, sedangkan **Morton (1990)** membagi bentuk-bentuk pertumbuhan kerangka karang menjadi beberapa bentuk antara lain:

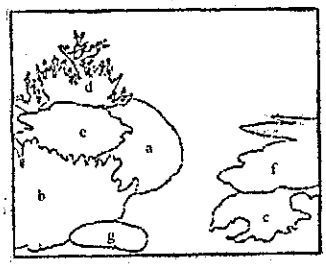
1. Massive head yang dibedakan menjadi 2 bentuk, yaitu :
   a. Bentuk otak yang pertumbuhan awalnya lebih kecil dan cembung biasanya terdapat di daerah pasang, dilanjutkan pertumbuhan meluas sampai daerah pasang terendah, dengan pusat mati atau membentuk barisan lagoon kecil.
   b. Berbentuk otak tanpa pertumbuhan meluas biasanya dari famili *Portidae, Faviidae*, dan *mussidae.*
2. Cabang (*branches*), bentuk seperti tanduk rusa jantan atau cabang-cabang pohon dan mudah rapuh biasanya dari famili *Acroporidae, Seriatoporidae,Faviidae (Hydnaphora, echinopora), Agariciidae (*beberapa *Pavona), Oculinidae (Acihelia), Thamnasteridae (Psammocora).* Beberapa spesies bercabang dan *Poritidae* membangun mikro attols.
3. Meranjang (*Brackets*), berbentuk rak-rak secara melebar horizontal. Biasanya dari famili *Acroporidae* (*Acropora dan Montipora*) beberapa *Agariciidae* (*Pachiseries dan Leptoseries*) membentuk ini, namun biasanya dimasukkan dalam bentuk lembaran atau daun (*Sheet* atau *Scoles*).

4. Bentuk plate (*Crusts* dan *Plaques*), bentuk cabang yang mengalami perubahan bentuk karena tekanan, biasanya dari famili *Acroporidae.*

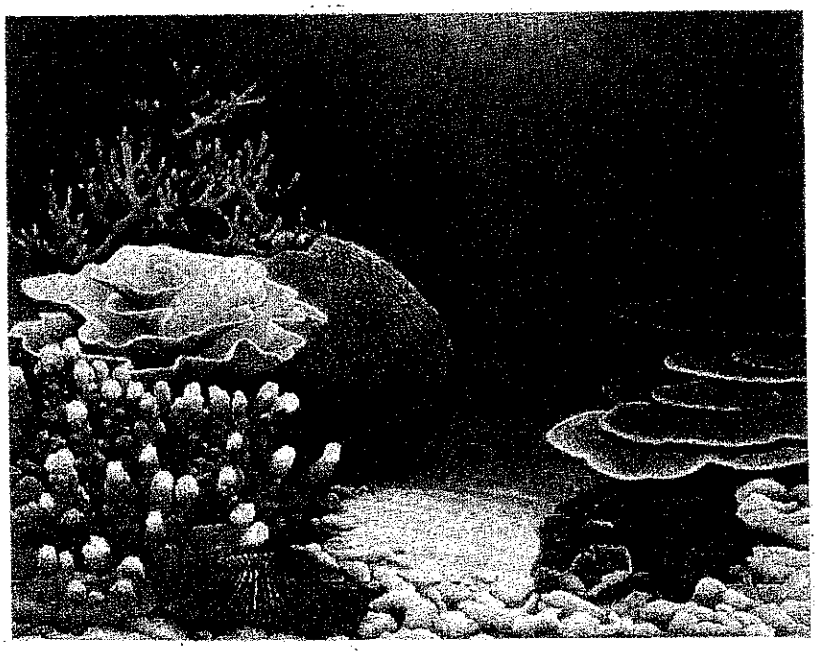
5. bentuk daun atau lembaran (*Lamella* atau *Scrolls*), bentuk pertumbuhannya tipis dan rapuh atau bentuk yang beradaptasi karena tenangnya air, biasanya dari famili *Merulinidae (Merulina), Pectinidae, Agaricidae* dan beberapa *Faviidae (Echinopora).*

6. bentuk jamur (Fungiidae Shapes), bentuk ini dapat soliter ataupun berkoloni, biasanya dari famili *fungiidae.*

Sedangkan menurut **Nontji (1987)**, daerah penyebaran karang berdasarkan bentuk kerangkanya adalah karang dengan kerangka yang bercabang lebih banyak ditemukan di tepi luar menghadap ombak sedangkan bentuk kerangka karang masif lebih banyak ditemukan di perairan terlindung.



Keterangan gambar
a. Karang *massive*
b. Karang *columnar*
c. Karang *encrusting*
d. Karang *branching*
e. Karang *Foliaceus*
f. Karang *fungidae*



Gambar 04. Bentuk Pertumbuhan Kerangka Karang (Veron, 1986)