

BAB II

KAJIAN KELIMPAHAN, KEANEKARAGAMAN, DAN TERUMBU KARANG

A. Kelimpahan dan Keanekaragaman

Kelimpahan merupakan banyaknya individu untuk setiap jenis, kelimpahan juga di artikan sebagai jumlah individu persatuan luas atau per satuan volume (Michael, 1984). Kelimpahan adalah intensitas (kerapatan) dan prevalensi menunjukkan jumlah atau ukuran area-area yang di tempati spesies itu atau cacah dan besarnya daerah yang dialami oleh makhluk di dalam kawasan secara keseluruhan. Kerapatan, untuk menggambarkan jumlah individu dari populasi sejenis dalam suatu tempat tertentu (Cartono dan Nadiah, 2008)

Dalam menopang kehidupan di bumi ini maka diperlukan peranan dari keanekaragaman dalam suatu ekosistem. Karena keanekaragaman lah yang membuat segala macam hal terjadi di muka bumi ini. Keanekaragaman adalah variasi spesies atau variasi bentuk kehidupan, apakah itu gen yang ada di dalamnya, ekosistem yang ditinggali, proses siklus energi maupun daur nutrien yang menopang kehidupan (Miller, 2012).

Keanekaragaman memegang peranan vital dari kekayaan alam di bumi ini. Keanekaragaman memelihara kualitas air dan udara serta menjaga kesuburan tanah dengan pembusukan dan mendaur ulang sisa buangan. Manusia sangat diuntungkan

dengan adanya keanekaragaman yang dapat mengontrol populasi yang biasa dianggap hama dalam meningkatkan kualitas pertanian. Dengan bantuan teknologi keanekaragaman dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk menyediakan makanan, bahan bakar, obat-obatan, kayu, serat-serat kain yang dapat menunjang kebutuhan sehari-hari.

Keanekaragaman adalah Jumlah total spesies dalam suatu area atau sebagai jumlah spesies antar jumlah total individu dari spesies yang ada di dalam suatu komunitas (Michael, 1984). Keanekaragaman spesies dapat ditandakan sebagai jumlah spesies dalam suatu area atau sebagai jumlah spesies antar jumlah total individu dari spesies yang ada (Michael,1984).

Keanekaragaman berisi individu dan kumpulan individu merupakan populasi yang menempati suatu tempat tertentu. Ada dua komponen dalam keanekaragaman spesies yaitu kekayaan spesies (*species richness*) yang merupakan jumlah spesies berbeda dalam komunitas lalu komponen kedua adalah kelimpahan relatif (*relative abundance*) yaitu proporsi yang direpresentasikan oleh masing-masing spesies dari seluruh individu dalam komunitas (Campbell and Reece, 2010).

B. Ekosistem Terumbu Karang

Terumbu karang (*Coral reef*) merupakan masyarakat organisme yang hidup di dasar perairan dan berupa bentukan batuan kapur (CaCO_3) yang cukup kuat menahan gaya gelombang laut. Sedangkan organisme–organisme yang dominan hidup adalah

binatang-binatang karang yang mempunyai kerangka kapur, dan algae yang banyak diantaranya juga mengandung kapur. Berkaitan dengan terumbu karang di atas dibedakan antara binatang karang atau karang (*reef coral*) sebagai individu organisme atau komponen dari masyarakat dan terumbu karang (*coral reef*) sebagai suatu ekosistem (Sorokin, 1993 dalam Dewi 2006).

Terumbu karang (*coral reef*) sebagai ekosistem dasar laut dengan penghuni utama karang batu mempunyai arsitektur yang mengagumkan dan dibentuk oleh ribuan hewan kecil yang disebut polip. Dalam bentuk sederhananya, karang terdiri dari satu polip saja yang mempunyai bentuk tubuh seperti tabung dengan mulut yang terletak di bagian atas dan dikelilingi oleh tentakel. Namun pada kebanyakan spesies, satu individu polip karang akan berkembang menjadi banyak individu yang disebut koloni (Sorokin, 1993 dalam Dewi 2006).

Berdasarkan kepada kemampuan memproduksi kapur maka karang dibedakan menjadi dua kelompok yaitu karang *hermatipik* dan karang *ahermatipik*. Karang *hermatipik* adalah karang yang dapat membentuk bangunan karang yang di kenal menghasilkan terumbu dan penyebarannya hanya ditemukan didaerah tropis. Karang *ahermatipik* tidak menghasilkan terumbu dan ini merupakan kelompok yang tersebar luas di seluruh dunia. Perbedaan utama karang *hermatipik* dan karang *ahermatipik* adalah adanya simbiosis mutualisme antara karang hermatipik dengan *zooxanthellae*, yaitu sejenis algae unisular (*Dinoflagellata unisular*), seperti *Gymnodinium microadriatum*, yang terdapat di jaringan-jaringan polip binatang karang dan melaksanakan fotosistesis. Hasil samping dari aktivitas ini adalah endapan kalsium

karbonat yang struktur dan bentuk bangunannya khas. Ciri ini akhirnya digunakan untuk menentukan jenis atau spesies binatang karang. Karang *hermatipik* mempunyai sifat yang unik yaitu perpaduan antara sifat hewan dan tumbuhan sehingga arah pertumbuhannya selalu bersifat fototeopik positif. Umumnya jenis karang ini hidup di perairan pantai /laut yang cukup dangkal dimana penetrasi cahaya matahari masih sampai ke dasar perairan tersebut. Di samping itu untuk hidup binatang karang membutuhkan suhu air yang hangat berkisar antara 25-32°C (Nybakken, 1992).

Ekosistem terumbu karang layaknya hutan hujan tropis yang berada di lautan menyediakan habitat bagi berbagai macam organisme laut (Campbell and Reece, 2010). Peranan terumbu karang bagi organisme laut dimana terbentuknya *spawning ground* (tempat pemijahan), *nursery ground* (pengasuhan), *rearing ground* (pembesaran), dan *feeding ground* (tempat mencari makan) (Kordi K, 2010) telah menempati posisi persis seperti hutan hujan tropis yang terancam guncangan tangan-tangan manusia. Kerusakan yang diakibatkan oleh polusi dan *overfishing* benar-benar telah mengancam keutuhan dan eksistensi dari terumbu karang, di samping itu, dampak dari pemanasan global juga yang secara tidak langsung di akibatkan oleh aktivitas manusia sangat berpengaruh besar terhadap keselamatan terumbu karang (Campbell and Reece, 2010).

Secara langsung maupun tidak langsung, ekosistem terumbu karang telah membawa manfaatnya kepada kesejahteraan manusia dari sumbangan oksigennya, kekayaan biotanya yang bernilai ekonomis, nilai estetikanya bagi para wisatawan,

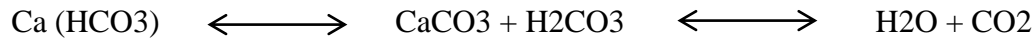
bahan kapurnya yang di eksploitasi dalam bisnis konstruksi, peranan bioteknologi yang bernilai tinggi untuk bahan-bahan kosmetika, dan masih banyak lagi. Namun demikian, jika eksploitasinya menjadi tidak terkendali atau berlebihan maka akan berdampak bumerang bagi kehidupan manusia itu sendiri. Maka dari itu dibutuhkan manajemen yang baik dan tepat untuk menanggulangi ancaman tersebut.

Ekosistem terumbu karang merupakan habitat yang sangat rentan terhadap pengaruh lingkungannya. Sebelum sampai di situ, ada satu unsur paling penting yang berpengaruh dan posisinya berada diantara terumbu karang dan lingkungan sekitarnya. *Zooxanthellae* merupakan pasangan sejati terumbu karang penghasil kalsium karbonat yang berfungsi sebagai skeleton. Batu karang seperti inilah yang sering terlihat seperti julangan atau bangunan bertingkat di bawah laut. Alga bersel satu yang termasuk kelompok Dinoflagelata ini merupakan simbion yang memberi warna (seperti pigmen) bagi terumbu karang- dikenal dengan *Zooxanthellae*. Alga simbiotik ini biasanya hanya berada pada karang hermatipik, yaitu karang yang menghasilkan kalsium karbonat dan berkembang relative cepat. Adapun karang yang tidak menghasilkan kalsium karbonat dan tidak atau sedikit membantu dalam pembuatan bangunan karang-biasa dikenal dengan *soft coral*. Beberapa dari *soft coral* ini ada yang berstruktur keras namun skeletonnya terbuat dari protein dan berkembang dengan sangat lambat atau dalam kata lain lebih lambat di bandingkan karang hermatipik. (Castro dan Huber, 2003)

Dalam ekosistem terumbu karang tentu saja banyak simbiosis yang terjadi diantara hewan karang dengan biota di sekitarnya, contohnya seperti ikan – ikan anemon dengan anemon laut, lalu antara hewan karang dengan beberapa invertebrata (kepiting, udang) dan vertebrata (ikan-ikan) yang bisa melindungi hewan karang dari predator seperti tajamnya duri bintang laut, tetapi mereka hanya simbiosis sederhana (*casual symbionts*) yang bisa hidup baik walau tidak berdampingan. Adapula simbiosis yang sangat tergantung dengan karang *hermatipik* sebagai mana karang tersebutpun bergantung kepadanya – dikenal sebagai simbiosis obligat (*obligate symbiont*), dalam kasus ini *Zooxanthellae* memang menjadi jawabannya ketika hubungannya adalah mutualisme. Sebagian, terdapat simbiosis obligat yang berperan sebagai parasit dan ada pula yang komensalisme dimana tidak saling merugikan atau menguntungkan satu sama lain (Castro dan Huber, 2003)

Hubungan simbiosis mutualisme antara *Zooxanthellae* ini terjadi dikarenakan *Zooxanthellae* menyumbang jasa fotosintesisnya yaitu dengan mengubah zat-zat organik hasil metabolisme inangnya (hewan karang) menjadi suplai makanan dan oksigen bagi polip tersebut, juga membantu dalam produksi kalsium karbonat (CaCO_3). Sebaliknya *Zooxanthellae* dapat hidup dan tumbuh (mendapat perlindungan) dalam tubuh inangnya. (Nontji, 1987 dalam Kordi K, 2010).

Sumich (1992, dalam Ningrum 2012) menjelaskan bahwa adanya proses fotosintesis oleh alga menyebabkan bertambahnya produksi kalsium karbonat dengan menghilangkan karbon dioksida dan merangsang reaksi kimia sebagai berikut:



Fotosintesa oleh alga yang bersimbiosis membuat karang pembentuk terumbu menghasilkan deposit cangkang yang terbuat dari kalsium karbonat, kira-kira 10 kali lebih cepat daripada karang yang tidak membentuk terumbu (*ahermatipik*) dan tidak bersimbiosis dengan *zooxanthellae*.

Selanjutnya Nybakken (1992) mengelompokkan terumbu karang menjadi tiga tipe umum yaitu :

- 1) Terumbu karang tepi (*Fringing reef/shore reef*)
- 2) Terumbu karang penghalang (*Barrier reef*)
- 3) Terumbu karang cincin (*Atoll*)

Diantara tiga struktur tersebut, terumbu karang yang paling umum dijumpai di perairan Indonesia adalah terumbu karang tepi (Suharsono, 2008). Penjelasan ketiga tipe terumbu karang sebagai berikut :

- 1) Terumbu karang tepi (*Fringing reef*) ini berkembang di sepanjang pantai dan mencapai kedalaman tidak lebih dari 40m. Terumbu karang ini tumbuh keatas atau kearah laut. Pertumbuhan terbaik biasanya terdapat di bagian yang cukup arus. Sedangkan diantara pantai dan tepi luar terumbu, karang batu cenderung mempunyai pertumbuhan yang kurang baik bahkan banyak mati karena sering mengalami kekeringan dan banyak endapan yang datang dari darat.
- 2) Terumbu karang tipe penghalang (*Barrief reef*) terletak di berbagai jarak kejauhan dari pantai dan dipisahkan dari pantai tersebut oleh dasar laut yang terlalu dalam untuk pertumbuhan karang batu (40-70 m). Umumnya memanjang menyusuri

pantai dan biasanya berputar-putar seakan – akan merupakan penghalang bagi pendarat yang datang dari luar. Contohnya adalah *The Great Barrier reef* yang berderet disebelah timur laut Australia dengan panjang 1.350 mil.

- 3) Terumbu karang cincin (*Atol*) yang melingkari suatu goba (laggon). Kedalaman goba di dalam atol sekitar 45 m jarang sampai 100 m seperti terumbu karang penghalang. Contohnya adalah atol di Pulau Taka Bone Rate di Sulawesi Selatan.

C. Persebaran Terumbu Karang di Indonesia

Hewan karang adalah organisme utama penyusun terumbu karang karena membentuk struktur dasar terumbu karang. Biota laut yang berasal dari bermacam-macam filum dan kelas dapat ditemukan di terumbu karang. Beberapa Cnidaria yang masih termasuk dalam kerabat karang adalah gorgonian, kipas laut, dan cambuk laut. Karang lunak (Anthozoa, Octocorallia) biasanya terdapat di terumbu karang Indo-Pasifik dan mungkin dan mungkin lebih berlimpah daripada karang keras di beberapa daerah terumbu (Barnes, 1988 *dalam* Ningrum 2012).

Zooxanthellae (alga koralin) merupakan alga paling penting yang mendukung kehidupan karang karena membentuk dan memelihara terumbu. Seperti hewan karang, alga ini juga mengendapkan CaCO_3 dengan kecenderungan membentuk lapisan kulit yang keras dan menyebarkannya menjadi lapisan tipis diatas terumbu. Alga non koralin tidak membentuk kulit yang keras, tumbuh tegak dan menghasilkan kalsium karbonat (Nybakken, 1980). Endapan kalsium karbonat di terumbu juga diberikan oleh berbagai jenis molusca, Echinodermata, terutama bulu babi, teripang, bintang laut, lili laut (Nontji, 1993).

Zooxanthellae merupakan alga uniseluler yang hidup di jaringan hewan karang dan memiliki hubungan simbiosis mutualisme. *Zooxanthellae* mendapat perlindungan, karbondioksida, dan hara dari hewan inang. Sebaliknya, hewan karang mendapat oksigen dan zat hara dari hasil fotosintesis *zooxanthellae* (Nontji, 1993). Dalam reaksi fotosintesis *zooxanthellae*, akan dihasilkan senyawa organik yang merupakan energi potensial yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses biologis. Aktivitas fotosintesis *zooxanthellae* dapat memacu pengapuran kerangka karang terutama pada ujung-ujung cabang karang yang aktif. Pengapuran akan meningkat karena berkurangnya CO₂ oleh fotosintesis yang akan meningkatkan pH sehingga bersifat basa dan lebih memungkinkan terjadinya pengendapan kalsium karbonat (Goreau 1959 dalam Ningrum 2012).

Berdasarkan geomorfologinya, terumbu karang dapat dibagi menjadi tiga, yaitu terumbu karang tepi (*fringing reef*), terumbu karang penghalang (*barrier reef*), dan terumbu karang cincin (*atol*). Terumbu karang tipe *fringing reef* adalah yang paling banyak dijumpai. Berbentuk menjorok langsung dari tepi pantai ke arah laut, terletak lebih jauh dari pantai, dan biasanya dipisahkan dari daratan oleh suatu kawasan perairan. *Atol* adalah formasi terumbu karang yang berbentuk cincin dengan sebuah lagoon ditengahnya (Nybakken, 1992).

Sebaran terumbu karang pantai (*fringing reef*) di Indonesia tersebar di pesisir yang tidak banyak sungai besarnya. Misalnya di Sumatera, Sulawesi, Jawa, Flores, Kepulauan Flores, Kepulauan Sumba, Kepulauan Aru, dan Halmahera. Terumbu karang penghalang di Indonesia terdapat di Selat Makassar, tenggara Kalimantan,

sepanjang tepian paparan Sunda (*Great Sunda Barrier Reef*). Sedangkan *Atol* yang terbesar di Indonesia adalah *Atol Taka Bona Rate*, di laut Flores sebelah tenggara Pulau Selayar yang memiliki luas 2.220 km², merupakan atol ketiga terbesar ketiga di dunia, setelah *Atol Kwajalein* (Kepulauan Marshall di Samudera Pasifik) dan *Atol Suvadiva* (Nontji, 1993).

Koloni terumbu karang dapat berupa :

- 1) Patch reefs, terumbu yang berbentuk lingkaran, tidak terlalu besar yang muncul di goa atau belakang karang penghalang.
- 2) Forereef, yaitu karang yang terletak berhadapan langsung dengan laut lepas.
- 3) Reef flat, yaitu karang yang relatif dangkal dan pada saat tertentu dapat terpapar sinar matahari.
- 4) Back reef, yaitu komunitas terumbu di belakang reef flat yang dicirikan dengan keadaan air yang relatif tenang.

D. Formasi Koloni Terumbu Karang

Tabel 2.1 Tipe-tipe Terumbu Karang

No.	Tipe Karang	Morfologi	Contoh Gambar
1.	Tipe bercabang (<i>branching</i>)	Memiliki cabang dengan ukuran cabang lebih panjang dibandingkan dengan ketebalan atau diameter yang dimilikinya.	
2.	Tipe padat (<i>massive</i>)	Memiliki koloni yang keras dan umumnya berbentuk membulat, permukaannya halus dan padat. Ukurannya bervariasi mulai dari sebesar telur sampai sebesar ukuran rumah	
3.	Tipe kerak (<i>encrusting</i>)	Karang tumbuh merambat dan menutupi permukaan dasar terumbu, memiliki permukaan kasar dan keras serta lubang-lubang kecil.	
4.	Tipe meja (<i>tabulate</i>)	Karang tumbuh membentuk seperti menyerupai meja dengan permukaan lebar dan datar serta ditopang oleh semacam tiang penyangga yang merupakan bagian dari koloninya	
5.	Tipe daun (<i>foliose</i>)	Karang tumbuh membentuk lembaran-lembaran yang menonjol pada dasar terumbu, berukuran kecil dan membentuk lipatan-lipatan melingkar	

Sumber : https://www.academia.edu/6433410/Hasil_dan_pmbahasan_koralogi

E. Produktivitas Ekosistem Karang

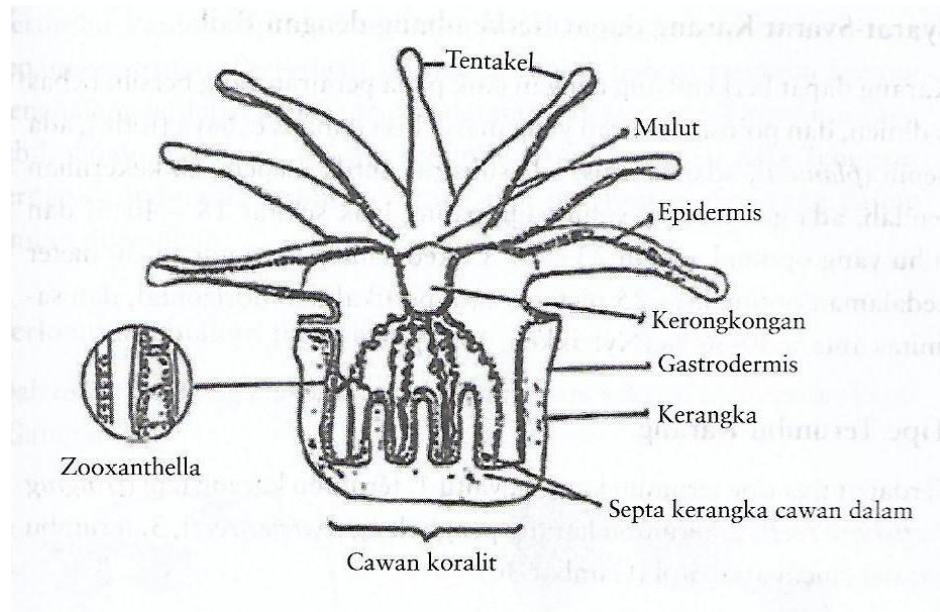
Di laut tropis, pada daerah neritik, terdapat suatu komunitas yang khusus yang terdiri dari karang batu dan organisme-organisme lainnya. Komunitas ini disebut terumbu karang. Daerah komunitas ini masih dapat ditembus cahaya matahari sehingga fotosintesis dapat berlangsung (Asriyana dan Yuliana, 2012).

Terumbu karang didominasi oleh karang yang merupakan kelompok Cnidaria yang mensekresikan kalsium karbonat. Rangka dari kalsium karbonat ini bermacam-macam bentuknya dan menyusun substrat tempat hidup karang lain dan ganggang. Hewan-hewan yang hidup di karang memakan organisme mikroskopis dan sisa organik lain. Berbagai invertebrata, mikro organisme, dan ikan, hidup di antara karang dan ganggang. Herbivora seperti siput, landak laut, ikan, menjadi mangsa bagi gurita, bintang laut, dan ikan karnivora (Asriyana dan Yuliana, 2012).

Terumbu karang adalah ekosistem yang unik diantara ekosistem yang lainnya karena ekosistem ini tersusun dari deposit kapur kalsium karbonat (CaCO_3) yang sebagian besar dibentuk oleh karang sehingga faktor lingkungan yang mempengaruhi keberadaan ekosistem (White, 1987 *dalam* Asriyana dan Yuliana, 2012). Terumbu karang hanya terdapat di laut tropik dan penghasil utama kalsium karbonat ini adalah karang pembentuk terumbu karang, yaitu karang hermatipik (*stony/hard corals*). Suatu hewan avertebrata yang termasuk filum Cnidaria, kelas Anthozoa, ordo Scelerectina yang mirip dengan ubur-ubur, dengan sedikit

penambahan deposit kalsium karbonat, dan jenis mikro alga atau ganggang laut yang bersimbiosis dengan karang.

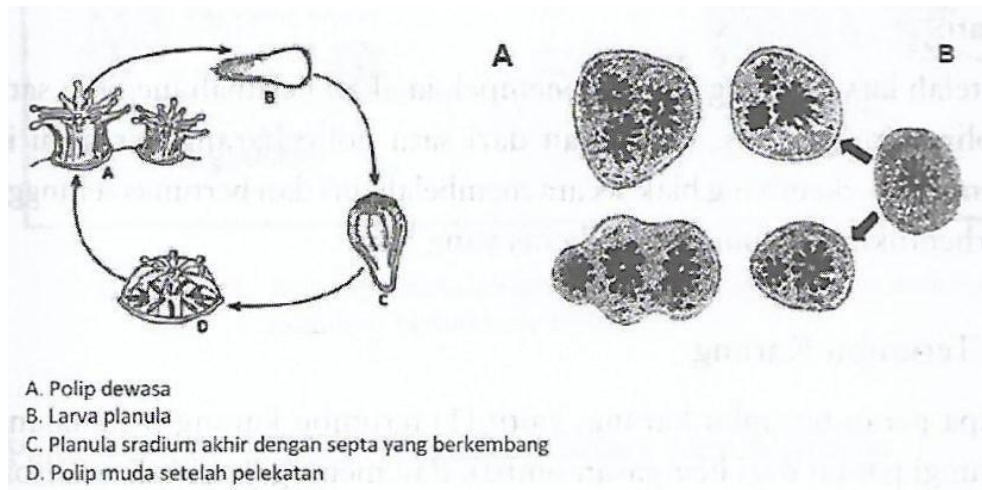
Karang memiliki tentakel yang mengelilingi mulut dan dalam tentakel terdapat sel penyengat, nematokis yang berfungsi untuk melumpuhkan mangsanya, dan tentakel tersebut pada individu karang dinamakan polip karang. Warna tentakel karang keras, secara umum tidak berwarna atau bening seperti ubur-ubur, namun ada pula beberapa coklat muda, polip karang keras umumnya hidup berkoloni. Dan mereka menyatukan rangka kapur satu dengan yang lainnya, sehingga dari luar mereka terlihat seperti batu kapur. Kelompok karang lainnya yang terdapat di terumbu karang adalah kelompok karang lunak, kelompok anemone, dan kelompok kipas laut. Dengan adanya kelompok-kelompok karang maka terbentuklah suatu hamparan terumbu karang dimana di dalamnya terdapat beberapa tumbuhan dan berbagai hewan laut lainnya (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Struktur Terumbu Karang (Sumber : Nybakken, 1992)

F. Perkembangbiakan pada Karang

Dalam berkembang biak, karang berbiak secara seksual maupun aseksual (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Pemiakan hewan karang secara seksual (A) dan secara aseksual (B) (Sumber : Nybakken, 1992)

1. Secara Aseksual

Polip karang keras dapat berkembang biak secara aseksual, yakni tanpa peleburan sel sperma dan sel telur. Mereka dapat berkembang biak antara lain dengan cara membelah diri, bertunas, dan fragmentasi. *Membelah diri*, berarti dari satu polip karang kemudian membentuk kembarannya dan menjadi dua polip karang, demikian seterusnya sehingga terbentuk koloni karang. *Bertunas*, yakni dari satu polip karang keras kemudian muncul polip karang baru seperti pada tunas pepohonan. Secara *fragmentasi*, yakni dengan terlepasnya salah satu dari bagian polip karang keras berikutnya. Jika kondisi alam menguntungkan, maka bagian yang terlepas itu kemudian hidup menempel dan membentuk koloni baru (Asriyana dan Yuliana, 2012).

2. Secara seksual

Menurut Asriyana dan Yuliana (2012), pembiakan hewan karang secara seksual yaitu :

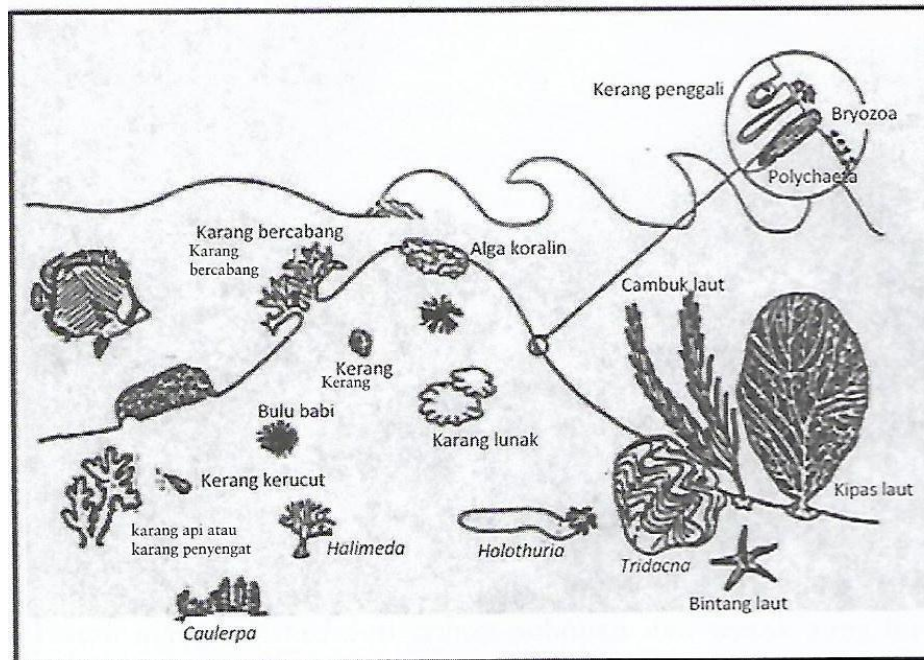
- a. Satu polip karang keras dapat mengeluarkan sel telur ke air, dan polip karang keras yang lain dapat melepaskan sel sperma ke air.
- b. Di dalam air, sel telur dan sel sperma itu akan melebur menjadi satu dan membentuk larva (planula), yakni calon atau benih polip karang keras yang baru.
- c. Setelah menjalani hidup seperti plankton selama 1 bulan, larva karang keras akan menuju dasar laut dan mencari substrat untuk menempel. Tempat keras atau substrat yang dicari pada umumnya adalah timbunan kapur, atau bekas rangka kapur dari suatu koloni karang yang telah mati.

- d. Setelah larva karang keras menempel, ia akan berubah menjadi satu polip karang keras. Kemudian dari satu polip karang keras ini ia kembali berkembang biak secara membelah diri dan bertunas sehingga terbentuklah koloni karang keras yang baru.

G. Peran Terumbu Karang

Beberapa peran terumbu karang menurut (Asriyana dan Yuliana, 2012), yaitu :

- 1) terumbu karang penghalang melindungi pantai dari hempasan ombak dan mencegah terjadinya erosi pantai dan kerusakan lain yang diakibatkan oleh aksi gelombang
- 2) terumbu karang menyediakan tempat tinggal (habitat), tempat mencari makan, tempat pengasuhan, dan tempat pemijahan, bukan saja bagi biota laut yang hidup di terumbu karang tetapi juga bagi biota laut yang hidup di perairan di sekitarnya (Gambar 2.3)
- 3) sebagai sumber makanan dan mata pencarian nelayan,
- 4) sumber bahan dasar untuk obat-obatan dan kosmetik, seperti dari beberapa jenis alga dan rumput laut,
- 5) sebagai objek wisata dan sebagai sarana rekreasi masyarakat, dan
- 6) sebagai sumber bibit budidaya dan menunjang kegiatan pendidikan dan penelitian.



Gambar 2.3 Beberapa biota terumbu karang yang khas dan dominan
(Sumber : Nybakken, 1992)

H. Faktor Pembatas Pertumbuhan Terumbu Karang

1. Suhu

Suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme, reproduksi, dan perombakan bentuk luar dari karang serta membatasi sebaran karang secara geografis. Suhu paling baik untuk pertumbuhan karang berkisar 23-30°C. Temperatur 18°C dapat menghambat pertumbuhan karang bahkan dapat mengakibatkan kematian. Kenaikan suhu sebesar 1-4°C dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan karang, sedangkan kenaikan suhu sebesar 4-5°C dapat menyebabkan kematian pada karang (Dubinsky, 2011 dalam Ningrum, 2012).

2. pH

Terumbu karang dapat hidup pada pH 7 dan hewan karang memiliki sensitifitas tinggi terhadap perubahan pH. Perairan dengan pH < 6 akan menyebabkan organisme mangsa ikan tidak dapat hidup dengan baik. Pada umumnya karang hidup pada kondisi normal karena apabila pH turun, akan menurunkan oksigen perairan dan mengganggu respirasi karang sehingga pertumbuhan terhambat.

3. Salinitas

Salinitas adalah berat semua garam terlarut dalam satu liter air, yang dinyatakan dengan satuan ‰ (Berkelmans, 2006 dalam Herludianto 2011). Salinitas normal air laut yang dapat ditoleransi oleh karang berkisar 32-35‰ (Nybakken, 1992). Karena itu karang jarang ditemukan hidup di daerah muara sungai besar, bercurah hujan tinggi atau perairan dengan salinitas yang tinggi. Pertumbuhan optimum pada karang dicapai pada salinitas rata-rata samudera 36‰. Pada umumnya terumbu karang mampu bertahan pada salinitas yang rendah pada jangka waktu yang pendek.

4. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut atau *dissolved oxygen* (DO) merupakan faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Perubahan konsentrasi oksigen terlarut dapat menimbulkan efek langsung yang berakibat pada kematian organisme perairan, sedangkan pengaruh yang tidak langsung adalah meningkatkan toksisitas bahan pencemar yang pada akhirnya dapat membahayakan organisme itu sendiri. Hal ini disebabkan oksigen terlarut digunakan untuk proses metabolisme dalam tubuh dan berkembang biak.

Oksigen terlarut merupakan kebutuhan dasar untuk kehidupan makhluk hidup di dalam air maupun hewan terestrial. Penyebab utama berkurangnya oksigen terlarut di dalam air adalah adanya bahan-bahan buangan organik yang banyak mengkonsumsi oksigen sewaktu penguraian berlangsung. Konsentrasi oksigen terlarut yang aman bagi kehidupan di perairan sebaiknya harus di atas titik kritis dan tidak terdapat bahan lain yang bersifat toksik. Konsentrasi oksigen terlarut minimum sebesar 2 mg/l cukup memadai untuk menunjang secara normal komunitas akuatik di perairan, sedangkan kandungan oksigen terlarut untuk menunjang usaha budidaya adalah 5 – 8 mg/l.

5. Substrat

Substrat yang keras dan bersih dari lumpur diperlukan untuk pelekatan planula (larva hewan karang) yang akan membentuk koloni baru. Substrat yang keras dapat terdiri atas benda-benda padat yang ada di dasar laut seperti batu, cangkang moluska, potongan kayu, atau besi yang terbenam (Nontji, 1993).

6. Sedimen

Sedimentasi merupakan pengendapan partikel-partikel organik dan anorganik. Keberadaan sedimen dapat menyebabkan air menjadi keruh, terutama setelah terjadi hujan besar atau badai (Supriharyono, 2000). Sedimentasi menyebabkan penurunan kejernihan air sehingga menurunkan laju fotosintesis. Dilihat dari asalnya, terdapat 2 tipe sedimen. Pertama adalah *terrigenous sediment*, yaitu sedimen yang terbentuk dari aktivitas manusia seperti pembangunan di daerah pantai, pengerukan, pertambangan, pengeboran minyak, pembukaan hutan, dan aktivitas pertanian yang dapat membebaskan sedimen ke perairan pantai atau ke daerah terumbu karang. Tipe

sedimen yang kedua adalah sedimen karbonat, yaitu sedimen yang berasal dari erosi karang, secara fisik maupun biologis (bioerosi), yang dilakukan oleh hewan laut seperti bulu babi, ikan, dan bintang laut (Supriharyono, 2000 dalam Ningrum 2012).

I. Kerusakan Terumbu Karang

Berdasarkan analisis terhadap masalah terumbu karang, Ikawati *et al.* (2001, dalam Putri, 2011) memaparkan bahwa terdapat beberapa permasalahan utama yang menyebabkan terjadinya degradasi terumbu karang. Permasalahan tersebut timbul akibat dari kegiatan manusia (Antropogenik) dan akibat alam (non-antropogenik), yaitu :

1. Kerusakan karena kegiatan manusia (Antropogenik) adalah kerusakan terumbu karang akibat ulah manusia dalam pengambilan sumberdaya yang tidak mempertimbangkan kelestarian sumberdaya itu sendiri dan polusi yang berlebihan, terdiri dari :
 - a. Pengambilan karang
 - b. Penangkapan ikan (menggunakan bahan peledak, racun, maupun jaring)
 - c. Pencemaran (industri, rumah tangga, plastik)
 - d. Pengembangan daerah wisata
 - e. Pembangunan wilayah
 - f. Sedimentasi
2. Kerusakan karena alam (non-antropogenik): pemanasan global, bencana alam seperti angin topan, gempa tektonik, banjir, dan tsunami serta fenomena alam lainnya (El-Nino).

J. Manfaat Penelitian dalam Pembelajaran dan Analisis Kompetensi Dasar

1. Analisis Kompetensi Dasar (KD) pada Pembelajaran Biologi

Penelitian mengenai struktur terumbu karang berkaitan dengan salah satu kompetensi dasar di dalam kurikulum 2013, yakni KD 3.8 mengenai “Menerapkan prinsip klasifikasi untuk menggolongkan hewan ke dalam filum berdasarkan pengamatan anatomi dan morfologi serta mengaitkan peranannya dalam kehidupan”. Sub materi yang menjadi bahasan dalam KD tersebut adalah dunia hewan (Animalia). Dunia hewan terbagi menjadi hewan invertebrata dan vertebrata. Hewan invertebrata adalah hewan yang tidak mempunyai tulang belakang, sedangkan hewan vertebrata adalah hewan yang mempunyai tulang belakang. Hewan invertebrata terbagi menjadi delapan filum yaitu, *Porifera*, *Coelenterata*, *Platyhelminthes*, *Nemathelminthes*, *Annelida*, *Mollusca*, *Arthropoda*, dan *Echinodermata*. Sedangkan hewan vertebrata terbagi menjadi lima filum, yaitu : *Pisces*, *Amphibia*, *Reptilia*, *Aves*, dan *Mamalia*. Dalam penelitian ini fokus yang menjadi objek penelitiannya adalah terumbu karang yang termasuk dalam kelompok besar Cnidaria/Coelenterata (hewan berongga).

2. Keterkaitan Penelitian Struktur Terumbu Karang pada Kawasan Litoral di Pantai Sindangkerta terhadap Kegiatan Pembelajaran Biologi

Hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembelajaran di dalam maupun di luar kelas. Penelitian keanekaragaman dan kelimpahan terumbu karang ini dapat dijadikan tambahan informasi bagi pembelajaran pada bab Animalia dengan konsep Invertebrata. Tentunya hal ini berkaitan dengan kompetensi dasar 3.8. Cnidaria

merupakan salah satu filum dari filum Animalia. Filum Cnidaria termasuk Invertebrata yaitu hewan yang tidak bertulang belakang.

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem sehingga akan berpengaruh besar terhadap komponen ekosistem lainnya begitu pula sebaliknya. Kelimpahan dan keanekaragaman jenis dari terumbu karang ini akan menambah wawasan siswa dari segi perannya dalam ekosistem maupun kedudukannya dalam taksonomi berdasarkan morfologi dan anatomi dalam menentukan klasifikasinya. Hal ini sesuai dengan dengan kompetensi dasar 3.8 diatas sedangkan kompetensi dasar 4.8 dapat diterapkan pada identifikasi jenis terumbu karang dengan membandingkannya dengan hewan di filum maupun kelas lain.

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa manfaat penelitian dalam pembelajaran biologi yaitu dapat membantu untuk mengaplikasikan salah satu kompetensi dasar dalam pembelajaran biologi pada bahasan mengenai hewan, khususnya hewan invertebrata.

K. Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian pertama yang dilakukan oleh Astrid Hapsari Ningrum pada tahun 2012 dengan judul “Fenomena Pemutihan Terumbu Karang (Coral Bleaching) Tahun 2009-2011 di Perairan Amed, Bali”. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadran yang menghasilkan data berupa foto diambil pada kedalaman 5 meter dan digunakan untuk menganalisis spesies dan persentase tutupan karang kawasan Japanese Shipwreck, Jemeluk, dan Lipah. Luas total tiga wilayah penelitian adalah 488,1 m² dengan luas karang yang terkena *bleaching* sudah menurun, terbukti

dari luasnya pada tahun 2009-2011 berturut-turut adalah 41,9 m² ; 17,3m² ; 5,4 m². Spesies yang terkena bleaching pada tahun 2009-2011 didominasi oleh *Acropora spp.*. Pada tahun 2009, *Acropora latistella* mendominasi karang yang terkena bleaching, sedangkan tahun 2010 dan 2011 didominasi oleh *Acropora formosa*. Jumlah zooxantellae pada *Acropora formosa* wilayah Japanese Shipwreck, Jemeluk, dan Lipah pada Juni 2011 adalah 5,4 x 10⁶ ; 2,6 x 10⁶ ; 3,4 x 10⁶ sel/mL, data tersebut menunjukkan bahwa kondisi *Acropora Formosa* tidak berada dalam kondisi *bleaching*. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa *coral bleaching* di wilayah Amed-Bali telah mengalami perbaikan.

Penelitian kedua yang telah dilakukan oleh Deddy Bakhtiar, Zamdial, T. Mukti Dono Wilopo pada tahun 2014 dengan judul “Struktur Komunitas Ekosistem Terumbu Karang di Pantai Barat Pulau Enggano”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, tutupan karang hidup yang tinggi di jumpai di Stasiun 1 sebesar 52,20 % yang termasuk dalam kategori baik, kemudian diikuti stasiun 2 sebesar 39,86 % yang termasuk dalam kategori sedang. Indeks keanekaragaman (H) sebesar 4,02 dan Indeks dominasi sebesar 0,02. Ini berarti bahwa keanekaragaman komunitas ikan karang di sini masuk dalam interval tinggi dengan keseimbangan populasi yang cukup baik.

Berdasarkan jumlah ikan indikator diperoleh bahwa nilai Indeks IRDI di Pulau Satu sebesar 34,15. Hasil ini berarti bahwa kondisi kesehatan terumbu karang dalam keadaan sedang. Potensi sumber daya perikanan di perairan Pulau Satu ini relatif

besar. Hal ini ada kaitannya dengan kualitas air laut di perairan ini yang relatif masih alami dan belum tercemar. Sifat fisik dan kimia air laut tersebut masih sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dalam Baku Mutu Air Laut untuk biota laut.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Fanseto Pratama pada tahun 2014 dengan judul “Distribusi dan Kelimpahan Sponge di perairan Pulau Karammasang Kabupaten Polewali Mandar : Keterkaitan dengan Terumbu Karang dan Oseanografi Perairan”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kepadatan sponge di sebelah Tenggara Pulau Karammasang dan sebelah Timur Laut Pulau Karammasang lebih tinggi dan berbeda nyata daripada di sebelah Barat Daya Pulau Karammasang, sedangkan kepadatan sponge di zona *reef slope* lebih tinggi dan berbeda nyata daripada di zona *reef flat*. Kondisi terumbu karang pada setiap staisun berada dalam kategori ”rusak” sampai “sedang” dengan tutupan karang hidup rata-rata sebesar 33% pada sebelah Barat Daya Pulau Karammasang dan terendah 9% pada sebelah Timur Laut Pulau Karammasang. Kondisi terumbu karang tidak mempengaruhi kepadatan sponge pada perairan Pulau Karammasang namun keberadaan *rubble* dan *sand* yang menyebabkan kepadatan sponge di perairan Pulau Karammasang.