



# PERTEMUAN I

## PENGERTIAN EKOLOGI

Ekologi berasal dari bahasa Yunani *oikos* (rumah atau tempat hidup) dan *logos* (ilmu). Secara harafiah ekologi merupakan ilmu yang mempelajari organisme dalam tempat hidupnya atau dengan kata lain mempelajari hubungan timbal-balik antara organisme dengan lingkungannya. Ekologi hanya bersifat eksploratif dengan tidak melakukan percobaan, jadi hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam.

Pada saat ini dengan berbagai keperluan dan kepentingan, ekologi berkembang sebagai ilmu yang tidak hanya mempelajari apa yang ada dan apa yang terjadi di alam. Ekologi berkembang menjadi ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi ekosistem (alam), sehingga dapat menganalisis dan memberi jawaban terhadap berbagai kejadian alam. Sebagai contoh ekologi diharapkan dapat memberi jawaban terhadap terjadinya tsunami, banjir, tanah longsor, DBD, pencemaran, efek rumah kaca, kerusakan hutan, dan lain-lain.

*Struktur* ekosistem menurut Odum (1983), terdiri dari beberapa indikator yang menunjukkan keadaan dari system ekologi pada waktu dan tempat tertentu. Beberapa penyusun struktur ekosistem antara lain adalah densitas (kerapatan), biomas, materi, energi, dan faktor-faktor fisik-kimia lain yang mencirikan keadaan system tersebut. *Fungsi* ekosistem menggambarkan hubungan sebab akibat yang terjadi dalam system.

Berdasarkan struktur dan fungsi ekosistem, maka seseorang yang belajar ekologi harus didukung oleh pengetahuan yang komprehensif berbagai ilmu pengetahuan yang relevan dengan kehidupan seperti: taksonomi, morfologi, fisiologi, matematika, kimia, fisika, agama dan lain-lain. Belajar ekologi tidak hanya mempelajari ekosistem tetapi juga otomatis mempelajari organisme pada tingkatan organisasi yang lebih kecil seperti individu, populasi dan komunitas.

Menurut Zoer'aini (2003), Seseorang yang belajar ekologi sebenarnya mempertanyakan berbagai hal antara lain adalah:

1. Bagaimana alam bekerja
2. Bagaimana species beradaptasi dalam habitatnya
3. Apa yang diperlukan organisme dari habitatnya untuk melangsungkan kehidupan
4. Bagaimana organisme mencukupi kebutuhan materi dan energi
5. Bagaimana interaksi antar species dalam lingkungan
6. Bagaimana individu-individu dalam species diatur dan berfungsi sebagai populasi

## 7. Bagaimana keindahan ekosistem tercipta

Dari perpaduan harafiah dan berbagai kajian, maka ekologi dapat dikatakan sebagai ilmu yang mempelajari seluruh pola hubungan timbalbalik antar makhluk hidup dan juga antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Manusia sebagai makhluk hidup juga menjadi pembahasan dalam kajian ekologi. Ekologi menjadi jembatan antara ilmu alam dengan ilmu social.

## PEMBAGIAN EKOLOGI

Ekologi dapat dibagi menjadi *autekologi* dan *sinekologi*

1. *Autekologi* membahas sejarah hidup dan pola adaptasi individu-individu organisme terhadap lingkungan
2. *Sinekologi* membahas golongan atau kumpulan organisme yang berasosiasi bersama sebagai satu kesatuan

Bila studi dilakukan untuk mengetahui hubungan jenis serangga dengan lingkungannya, kajian ini bersifat *autekologi*. Apabila studi dilakukan untuk mengetahui karakteristik lingkungan dimana serangga itu hidup maka pendekatannya bersifat *sinekologi*.

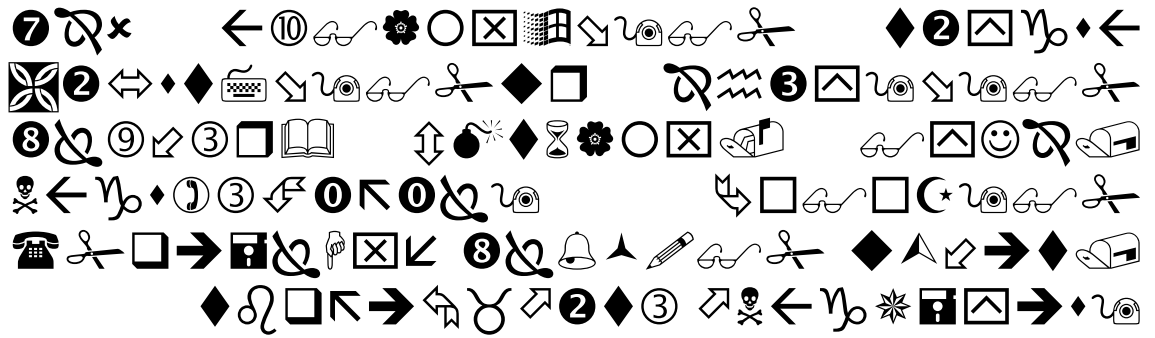
## APLIKASI EKOLOGI

Manusia diciptakan Tuhan sebagai makhluk yang memiliki banyak keistimewaan dibanding dengan makhluk lainnya. Manusia dibekali dengan kelebihan akal dan pikiran. Mampukan dengan akal dan pikirannya, manusia melindungi, merawat dan mensejahterakan alam sekitarnya? Jawaban paling simple dan mudah adalah mari kita lihat saja lingkungan yang ada disekitar kita.

Manusia sebagai bagian dari alam semesta dan berbekal akal dan pikirannya saat ini sebagian telah menjadi monster bagi dirinya sendiri, makhluk lain dan lingkungannya. Kegiatan-kegiatan untuk mensejahterakan dirinya justru menjadi malapetaka. Penggunaan pestisida untuk meningkatkan hasil panen meninggalkan residu yang karsinogenik dan membunuh banyak makhluk hidup lain bukan sasaran, penebangan hutan, penggunaan unsur radioaktif, penggunaan bahan-bahan kosmetik, pengharum, pembangunan industri, pembangunan perumahan dan lain-lain justru menjadi bumerang bagi manusia itu sendiri.

Menguasai Saintek dan knowledge bagi manusia adalah merupakan kewajiban, tetapi pengetahuan dan ilmu tersebut harus benar-benar diperuntukan bagi kesejahteraan alam

semesta beserta isinya. Terjadinya bencana alam akhir-akhir ini hanyalah bentuk peringatan Tuhan bagi umat manusia agar manusia kembali ke jalan yang benar

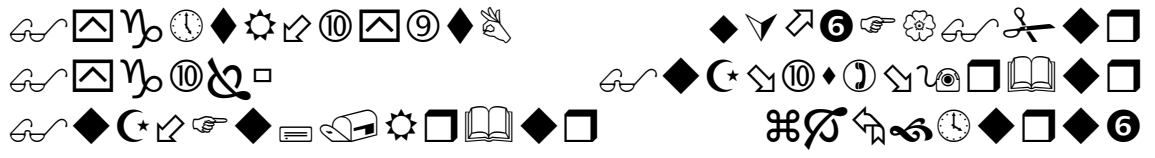


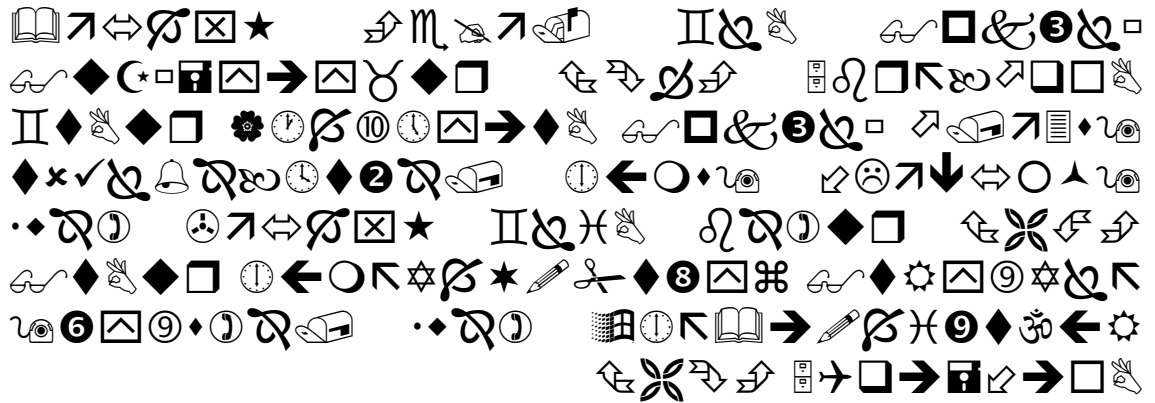
Telah nampak kerusakan di darat dan di laut akibat perbuatan tangan manusia, Allah menunjukkan kepada mereka sebagian dari akibat perbuatan mereka agar mereka kembali ke jalan yang benar

*Q.S. Ar Ruum ayat 41*

Aplikasi ilmu ekologi dengan prinsip-prinsip dasarnya apabila dipergunakan secara benar dan bertanggungjawab sebenarnya dapat memperbaiki segala kerusakan yang telah terjadi dan mencegah terulangnya peristiwa-peristiwa yang sangat tidak diinginkan. Ekologi menganut prinsip keseimbangan dan keharmonisan semua komponen alam. Terjadinya bencana alam seperti tsunami di Aceh, Sumatra Utara, Pangandaran dan terakhir terjadinya banjir pasang di sebagian Jakarta, fenomena angin puting beliung di beberapa tempat di Indonesia dan lain-lain adalah merupakan salah satu contoh keseimbangan dan harmonisasi alam terganggu. Ketika ketimpangan sudah mencapai pada puncaknya maka alam akan mengatur kembali dirinya dalam keseimbangan baru. Proses menuju keseimbangan baru tersebut sering kali menimbulkan perubahan yang drastis dan dianggap bencana bagi komponen alam yang lain (manusia). Terjadinya ledakan populasi belalang di Lampung, ledakan populasi hama wereng, kutu loncat, tikus, DBD, Flu burung dan lain-lain adalah merupakan salah satu bentuk terjadinya ketidak seimbangan dalam ekosistem dan komponen-komponen alam yang terlibat dalam system sedang mengatur strateginya masing-masing untuk menuju kearah keseimbangan baru.

Ekologi memandang makhluk hidup sesuai dengan perannya masing-masing dan memandang individu dalam species menjadi salah satu unsur terkecil di alam. Semua makhluk hidup di alam memiliki peran yang berbeda dalam menyusun keharmonisan irama keseimbangan sebagaimana firman Tuhan dalam Q.S Al Hizr ayat 19 -21:





*Kami telah hamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan segala sesuatu menurut ukuran. Dan Kami telah jadikan untukmu di bumi keperluan-keperluan hidup, dan Kami ciptakan pula makhluk-makhluk yang kamu sekali-sekali bukan pemberi rizki kepadanya. Dan tidak ada sesuatupun melainkan kepada sisi Kami-lah khasanahnya dan Kami tidak menurunkannya melainkan dengan ukuran yang tertentu*  
*Q.S Al Hijr ayat 19 -21*

Aplikasi ekologi yang nyata saat ini adalah dalam Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dari semua kegiatan pembangunan dan desain lansekap. *Lansekap adalah wajah dan karakter lahan atau tapak bagian dari muka bumi ini dengan segala kegiatan kehidupan dan apa saja yang ada di dalamnya, baik bersifat alami, non alami atau kedua-duanya yang merupakan bagian atau total lingkungan hidup manusia beserta makhluk-makhluk lainnya, sejauh mata memandang, sejauh segenap indera kita dapat menangkap dan sejauh imajinasi kita dapat membayangkannya ( Zain Rachman, 1981 dalam Zoer'aini, 2003).*

PUSTAKA

*Al Quran dan Terjemahnya*. 1989. CV. Toha Putra Semarang  
 Odum, EP. 1983. *Basic Ecology*. Saunders, Philadelphia  
 Zoer'aini D.I. 2003. *Prinsip-prinsip Ekologi dan Organisasi*. PT Bumi Aksara, Jakarta

## INDIVIDU

Individu berasal dari yaitu in (tidak) dan (dapat dibagi) jadi



bahasa latin  
dividuus  
individu

merupakan bagian organisasi kehidupan yang tidak dapat dibagi lagi. Masing-masing unit yang disebut individu tersebut dapat melakukan proses hidup yang masing-masing terpisah. Setiap individu seperti pohon pisang dalam rumpunnya akan dapat hidup apabila dipisahkan dari rumpunnya tersebut. Lalu bagaimana dengan porifera ?. Individu dalam ekologi memiliki makna yang sangat penting, karena dari individu dapat dikumpulkan bermacam-macam data untuk mempelajari tentang kehidupan dalam hubungannya dengan lingkungannya.

## POPULASI

Dalam ekologi, populasi diartikan sekelompok individu sejenis yang menempati ruang dan waktu tertentu. Misalnya populasi pohon cengkeh tahun 2005 di Kulon Progo Yogyakarta, Populasi Mahasiswa UIN Sunan Kalijaga tahun 1999, atau populasi pohon Salak Pondoh tahun 2005 di Kabupaten Sleman Yogyakarta dan seterusnya. Jadi, populasi adalah kelompok kolektif organisme dari jenis yang sama yang menempati ruang atau tempat tertentu dan memiliki berbagai ciri atau sifat yang unik dari kelompok dan bukan merupakan sifat milik individu di dalam kelompok tersebut. Populasi memiliki sejarah hidup, tumbuh dan berkembang seperti apa yang dimiliki oleh individu. Populasi memiliki organisasi dan struktur yang pasti dan jelas.

Penentuan atau penggolongan species dalam populasi dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Secara taksonomi, yaitu species ditentukan berdasarkan hubungan kekeluargaan baik secara evolusi, maupun sejarah nenek moyangnya
2. Berdasarkan peran atau fungsi, yaitu penentuan species didasarkan pada kesamaan perannya di dalam lingkungan

Berdasarkan sifatnya yang unik dan berbeda dengan sifat masing-masing individu, populasi memiliki ciri-ciri antara lain sebagai berikut:

1. Densitas atau kerapatan atau kepadatan
2. Angka kelahiran (natalitas)
3. Angka kematian (mortalitas)
4. Genetik
5. Struktur Umur
6. Potensi biotik
7. Bentuk pertumbuhan

### **Densitas atau Kerapatan atau Kepadatan**

Densitas populasi menunjukkan besarnya populasi dalam satuan ruang. Umumnya dinyatakan sebagai jumlah individu atau biomas persatuan luas atau volume. 100 ekor ikan *Lele Dumbo* per meter persegi atau 25 *Copepoda* per liter air laut dan lain-lain.

Densitas dalam studi atau kajian ekologi memiliki fungsi yang sangat besar, karena pengaruh populasi terhadap komunitas dan ekosistem tidak hanya jenis organismenya saja tetapi juga jumlahnya atau densitasnya. Sebagai contoh misalnya seekor belalang dalam satu hektar tanaman padi akan memiliki pengaruh yang sangat kecil terhadap hasil panen, sehingga keberadaannya tidak menjadi perhatian petani pemilik sawah. Kondisinya akan berbeda jika dalam satu hektar tanaman padi terdapat 10.000 belalang. Densitas juga dapat digunakan untuk mengetahui perubahan populasi pada suatu saat tertentu (berkurang atau bertambah). Misalnya jumlah burung Kuntul yang melintas di atas Kampus UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta per hari selama bulan Maret 2005.

Densitas populasi dalam ekosistem dapat diukur dan ditentukan melalui dua cara yaitu:

1. *Densitas kotor* (Crud density): Jumlah individu suatu populasi per satuan areal seluruhnya
2. *Densitas efektif* atau dikenal sebagai kerapatan ekologi yaitu jumlah individu suatu populasi per satuan ruang habitat

Densitas populasi apabila fluktuasinya kita perhatikan maka akan dapat kita gunakan untuk menentukan faktor-faktor yang mengontrol ukuran dari populasi. Faktor-faktor itu dikenal dengan istilah faktor kepadatan bebas (density independent) dan faktor kepadatan tidak bebas (density dependent). Density independent merupakan faktor perubahan lingkungan yang berpengaruh terhadap anggota populasi secara merata. Sebagai contoh,

tsunami yang menimpa sebagian Aceh dan Sumatra Utara akan mematikan semua anggota populasi tertentu. Secara umum ketersediaan makanan merupakan density dependen, demikian juga kompetisi, penyakit dan peristiwa migrasi. Density dependen merupakan pendorong terjadinya fluktuasi kepadatan populasi.

### **Angka Kelahiran (natalitas)**

Natalitas adalah kemampuan inheren populasi untuk bertambah. Di alam angka kelahiran dapat bervariasi sesuai dengan keadaan lingkungan. Angka kelahiran umumnya dinyatakan dalam bentuk angka atau laju yang dihitung berdasarkan jumlah individu baru per satuan waktu per satuan populasi.

$$B = \frac{\Delta N_1}{\Delta t}$$
$$b = \frac{\Delta N_1}{N \Delta t}$$

Keterangan:

- N = Seluruh individu dalam populasi atau hanya individu yang bereproduksi
- $\Delta N_1$  = Jumlah individu baru dalam populasi karena kelahiran
- $\Delta t$  = Satuan waktu
- B = Angka kelahiran untuk berbagai kelompok umur yang berbeda
- b = Angka kelahiran per satuan populasi

### **Angka Kematian (mortalitas)**

Menyatakan jumlah individu-individu dalam populasi yang mati per satuan waktu. Dalam kondisi yang ideal maka angka kematian berada pada titik minimum. Mortalitas pasti terjadi pada makhluk hidup meskipun kondisi lingkungan sangat ideal, kematian terjadi karena umur tua.

## Genetik

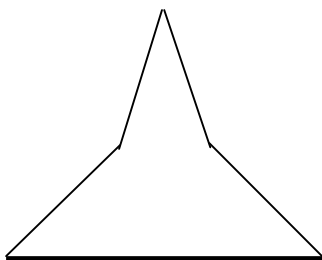
Sifat-sifat genetik secara langsung berhubungan dengan keberadaan suatu populasi di dalam lingkungan. Termasuk didalamnya antara lain adalah keserasian reproduksi, distribusi, adaptasi dan ketahanan hidup. Faktor genetik dalam mempelajari ekologi memiliki peran penting karena adanya variasi (biodiversitas) genetik akan sangat menentukan eksistensi suatu populasi dalam lingkungan.

## Struktur Umur

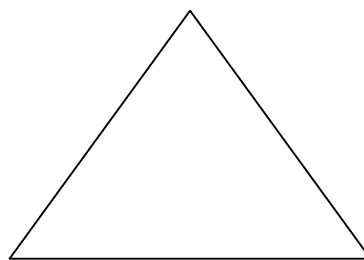
Secara ekologis populasi umumnya memiliki tiga bentuk sebaran umur yaitu muda (prareproduktif), reproduktif dan umur tua (postreproduktif). Lamanya periode umur ekologis jika dibandingkan dengan panjangnya umur sangat beragam tergantung pada jenis organisme dan kondisi lingkungan yang melingkupinya. Beberapa jenis tumbuhan dan hewan memiliki umur prareproduktif yang lebih panjang dan beberapa tidak memiliki umur postproduktif. Populasi organisme yang sama tetapi hidup dalam kondisi lingkungan yang berbeda juga dapat memiliki periode umur ekologis yang berbeda. Populasi hewan liar biasanya memiliki umur reproduktif lebih lama dibandingkan dengan yang dipelihara, contohnya beberapa jenis burung. Biasanya populasi yang sedang berkembang cepat akan didominasi oleh individu-individu muda, populasi yang stationer memiliki umur yang lebih merata dan populasi yang menurun akan didominasi oleh sebagian besar individu-individu yang berumur tua.

Sebaran umur dalam populasi akan sangat mempengaruhi natalitas dan mortalitas yang pada akhirnya berpengaruh terhadap densitas populasi. Data struktur umur dari populasi biasanya disajikan dalam bentuk piramida umur. Secara teoritis ada tiga bentuk dasar piramida yaitu:

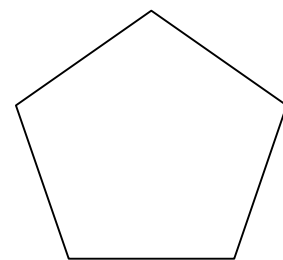
1. Piramida dengan bentuk dasar luas dengan ciri populasi umur muda besar
2. Bentuk segitiga sama sisi atau lonceng dengan jumlah kelompok muda seimbang dengan kelompok tua
3. Bentuk kendi, memiliki jumlah individu muda lebih kecil dari kelompok dewasa



(1)



(2)



(3)



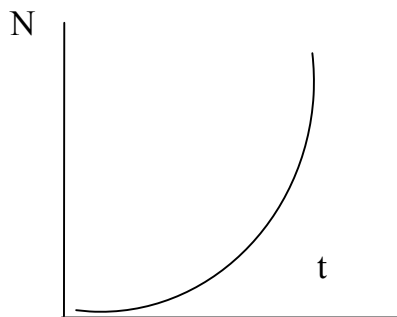
Bentuk dasar piramida umur akan berubah secara temporer karena pengaruh factor mortalitas dan natalitas sampai terbentuk struktur umur yang stabil.

### **Potensi Biotik**

Potensi biotik dapat diartikan sebagai kemampuan bawaan yang dimiliki organisme untuk tumbuh atau bereproduksi (reproductive potential). Potensi biotik menggambarkan kemampuan suatu populasi menambah jumlah anggotanya apabila rasio umur sudah mantap dan lingkungan dalam kondisi optimal. Pada kondisi lingkungan tidak atau kurang optimum maka tingkat pertumbuhan populasi menurun. Perbedaan antara potensi biotik dengan kemampuan suatu populasi menambah anggotanya dalam keadaan yang dapat diamati dikenal sebagai *daya tahan lingkungan*.

### **Bentuk pertumbuhan Populasi**

Pertambahan ukuran populasi memiliki pola tertentu yang dikenal sebagai bentuk pertumbuhan populasi (population growth form). Secara teoritik pertumbuhan populasi terjadi secara eksponensial.



Dari bentuk kurva, populasi tumbuh tidak pernah berhenti dan makin lama makin cepat. Pertumbuhan eksponensial dapat terjadi hanya apabila faktor lingkungan tak terbatas, jadi tidak ada faktor apapun yang membatasi pertumbuhan.

Di alam lingkungan selalu terbatas (faktor biotik dan abiotik membatasi pertumbuhan). Adanya faktor pembatas menyebabkan pertumbuhan di alam memiliki pola-pola tertentu. Pertumbuhan eksponensial di alam dapat terjadi untuk sementara waktu, kemudian beberapa faktor biotik dan abiotik seperti sumber makanan, pasangan, persaingan, iklim dan faktor-faktor lain membatasinya. Sebagai contoh terjadinya ledakan populasi tikus (tumbuh eksponensial) maka pada titik tertentu populasi akan kembali menurun karena ketersediaan sumber makanan, kompetisi, predator maupun kondisi iklim.

## **Distribusi Populasi**

Distribusi populasi adalah pergerakan individu-individu atau alat perkembangbiakannya (biji, spora, larva dan lainnya) ke dalam atau ke luar dari suatu populasi atau daerah populasi. Ada tiga bentuk distribusi atau pergerakan populasi yaitu:

1. Migrasi, yaitu pergerakan keluar batas-batas tempat populasi dan datang kembali ke tempat populasi semula secara periodik
2. Emigrasi, yaitu pergerakan keluar batas-batas tempat populasi sehingga populasi berkurang
3. Imigrasi, yaitu pergerakan ke dalam batas-batas tempat populasi sehingga populasi bertambah

Penyebaran atau pergerakan sangat dipengaruhi oleh faktor penghalang (barier) dan kemampuan individu atau alat perkembangbiakannya untuk berpindah (*vagilitas*). Secara genetik pergerakan individu-individu dari suatu populasi sangat menguntungkan karena akan memberikan kemungkinan tetap terjaganya variasi genetik dan dapat menghindari kemungkinan terjadinya kepunahan.

Penyebaran populasi yang berupa penyebaran individu memiliki tiga pola dasar yaitu:

1. Acak (random), kondisi distribusi pola ini relatif jarang terjadi di alam
2. Merata (uniform), terjadi apabila kompetisi antara individu-individu sangat tajam dalam memperebutkan ruang hidup yang sama.
3. Berkelompok (clumped), pola distribusi ini dapat berkelompok secara acak (random clumped), berkelompok secara merata dimana penyebaran kelompok dalam suatu daerah membagi ruang hidup yang sama dan berkelompok secara besar

Penyebaran juga dipengaruhi oleh luas daerah dan jumlah populasi. Pada daerah yang luas dengan jumlah individu sedikit maka sebarannya akan relative jarang.



Secara genetik, individu-individu adalah anggota dari populasi setempat dan secara ekologi individu merupakan anggota dari ekosistem. Ekosistem sebagian besar terdiri dari kumpulan tumbuhan dan hewan yang bersama-sama membentuk masyarakat yang disebut *komunitas*. Suatu komunitas terdiri dari banyak jenis dengan berbagai macam fluktuasi populasi dan interaksi satu dengan lainnya. Ringkasnya *komunitas adalah seluruh populasi yang hidup bersama pada suatu daerah* dan organisme yang hidup bersama ini sering disebut juga sebagai *komunitas biotik*.

Mempelajari komunitas akan lebih baik apabila kita sudah lebih dulu mengenal *karakter* masing-masing komponen penyusunnya. Misalnya apakah tumbuhan termasuk herba, epifit, merambat atau apakah hewan hidup terrestrial atau akuatik, masing-masing memiliki karakter yang spesifik. Hewan akuatik misalnya, kita harus mengenal lebih dulu morfologinya, fisiologi dan system reproduksinya, bagaimana kedudukannya dalam rantai makanan, bersifat planktonik, bentik atau perenang aktif, hidup dan mencari makan di daerah permukaan, ditengah atau didasar perairan dan lain sebagainya.

Komunitas sebagai suatu organisasi kehidupan tersusun dari beberapa komponen yang masing-masing komponen memiliki dinamikanya masing-masing dan dikenal sebagai *struktur komunitas*. Sebelum mempelajari hubungan komunitas dengan lingkungannya salah satu kajian untuk mempelajari komunitas adalah mengamati struktur komunitas. Beberapa hal yang perlu diketahui dalam mempelajari struktur komunitas antara lain adalah:

1. Jenis organisme penyusunnya, misalnya untuk mempelajari komunitas rumput di Hutan Wisata Kaliurang, maka pertama kali yang harus dilakukan adalah jenis-jenis rumput apa saja yang tumbuh di sana
2. Densitas (kepadatan), misalnya berapa jumlah rumput jenis "A" per meter persegi
3. Keanekaragaman jenis.

Nilai keanekaragaman jenis diukur dengan menghitung nilai indeks keanekaragaman. Ada dua cara untuk menentukan angka indeks ini yaitu menggunakan indeks keanekaragaman Simpson (D) atau dengan indeks keanekaragaman Shanon- Wiener (H'). Rumus indeks-indeks tersebut adalah sebagai berikut:

$$D = 1 - C$$

$$H' = -\sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

$$C = \text{Indeks dominansi} = \sum (n_i/N)^2$$

$$P_i = \text{Perbandingan jumlah individu suatu jenis dengan seluruh jenis } (n_i/N)$$

Indeks Shanon-Wiener merupakan metode yang paling umum dipakai. Indeks ini merupakan indeks terbaik untuk membuat perbandingan dimana kita tidak bermaksud untuk memisahkan komponen-komponen keanekaragaman (Pielow *dalam* Deshmukh, 1992:463). Komponen tersebut adalah kekayaan jenis dan kesamarataan atau ekuilibilitas.

Keanekaragaman jenis merupakan karakteristik yang unik dalam tingkat organisasi biologi yang diekspresikan melalui struktur komunitas. Suatu komunitas dikatakan mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi apabila terdapat banyak jenis dengan jumlah individu masing-masing relative merata. Keanekaragaman dimaksud adalah keanekaragaman jenis bukan untuk mencari kedudukan jenis dalam takson, melainkan ditekankan pada dasar trofik, atau tingkatan fungsional organisme. Nilai indeks keanekaragaman yang besar mengisyaratkan terdapatnya daya dukung lingkungan yang besar terhadap kehidupan.

Suatu lingkungan yang memiliki keanekaragaman jenis yang besar umumnya akan terdiri dari populasi-populasi yang masing-masing dengan jumlah individu yang relative kecil. Sebaliknya, lingkungan yang memiliki keanekaragaman jenis kecil umumnya dalam lingkungan tersebut akan dihuni oleh jenis yang terbatas dengan jumlah individu melimpah. Kategori angka indeks keanekaragaman jenis kedalam kelompok keanekaragaman besar, kecil atau sedang dapat dilakukan dengan mengacu pada standar berikut:

Nilai (H')	Kategori keanekaragaman
$0 < H' < 2,0302$	Kecil
$2,0302 < H' < 6,907$	Sedang
$H' > 6,907$	Besar

## Pemberian Nama Komunitas

Nama komunitas harus dapat memberikan keterangan mengenai sifat-sifat komunitas dimaksud. Cara paling sederhana adalah dengan menggunakan kata-kata yang dapat menunjukkan bagaimana wujud komunitas, seperti komunitas hutan jati, padang rumput, plankton, terumbu karang padang lamun, mangrove, dll.

Species dominan atau organisme yang memberi wujud khas pada suatu komunitas dimana terdapat satu atau beberapa organisme dengan jumlah yang banyak pada komunitas, dapat dipergunakan untuk memberi nama komunitas tersebut. Nama komunitas harus berarti dan sependek mungkin. Menurut Zoer'aini (2003), cara paling baik untuk menamakan komunitas adalah dengan mengambil beberapa sifat yang jelas dan mantap, baik hidup maupun tidak. Secara ringkas pemberian nama komunitas dapat didasarkan pada:

1. Bentuk-bentuk hidup atau struktur utama penyusunnya, seperti hutan pinus, hutan jati, hutan bakau
2. Berdasarkan habitat dari komunitas, seperti komunitas pantai berbatu, berpasir, berlumpur, komunitas laut dalam, komunitas air payau dll
3. Berdasarkan sifat-sifat atau tanda-tanda fungsional, seperti komunitas plankton, komunitas bentik, komunitas hutan hujan tropis dll

## SUKSESI

Perubahan dalam komunitas yang terjadi sebagai akibat dari modifikasi lingkungan, berlangsung lambat, teratur dan terarah menuju kestabilan disebut dengan *suksesi*. Proses suksesi akan terus berlangsung sampai tercapai titik klimaks, yaitu kondisi dimana komunitas mencapai titik keseimbangan. Menurut konsep terkini suksesi merupakan pergantian jenis-jenis pioneer oleh jenis-jenis yang lebih mantap yang sesuai dengan lingkungannya.

### 1. Suksesi Primer

Suksesi terjadi karena ekosistem mengalami gangguan yang sangat berat sehingga komunitas yang ada hilang atau rusak total. Misalnya peristiwa tsunami, letusan gunung berapi, aktivitas pertambangan, dan lain-lain

### 2. Suksesi sekunder

Terjadi pada ekosistem yang mengalami kerusakan tetapi tidak total, masih ada yang tersisa. Misalnya kerusakan akibat banjir, kebakaran, tanah longsor, pembukaan lahan perkebunan dan lain sebagainya.

Lingkungan adalah suatu yang berada di luar mempengaruhi organisme. dapat dikelompokkan yaitu lingkungan *abiotik* *biotik*. Lingkungan berbeda



sistem kompleks individu yang Lingkungan menjadi dua dan lingkungan dengan habitat.

Habitat merupakan tempat dimana organisme hidup. Secara garis besar habitat organisme dapat dibagi menjadi dua yaitu habitat terrestrial dan aquatik, keadaan lingkungan dari habitat tersebut berbeda.

Lingkungan, habitat dan makhluk hidup akan membentuk sebuah system yang disebut dengan ekosistem. Komponen-komponen lingkungan selain berinteraksi dengan organisme, juga berinteraksi antar sesama komponen tersebut, sehingga sulit untuk memisahkan dan mengubahnya tanpa mempengaruhi bagian lain dari lingkungan.



## EKOSISTEM LAUT

Laut merupakan bagian dari ekosistem perairan yang memiliki ciri-ciri antara lain: bersifat continental, luas dan dalam, asin, memiliki arus dan gelombang, pasang-surut, dan dihuni oleh organisme baik plankton, neuston maupun bentos. Ekosistem laut yang luas dan dalam menyebabkan terdinya variasi fisiko-kimiawi lingkungan yang akan menjadi faktor pembatas bagi kehidupan organisme.

### A. Faktor Fisiko-Kimiawi

#### 1. Pasang-surut

Pasang-surut adalah naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik selama interval waktu tertentu. Pasang-surut terjadi karena adanya interaksi antara gaya gravitasi matahari dan bulan terhadap bumi serta gaya sentrifugal yang ditimbulkan oleh rotasi bumi dan sistem bulan. Akibat gaya ini air di dasar samudra akan tertarik ke atas. Gaya gravitasi satu benda terhadap benda lain adalah merupakan fungsi dari massa setiap benda dan jarak antara keduanya. Kondisi ini menyebabkan gaya gravitasi bulan terhadap bumi lebih besar jika dibandingkan dengan gaya gravitasi matahari terhadap bumi.

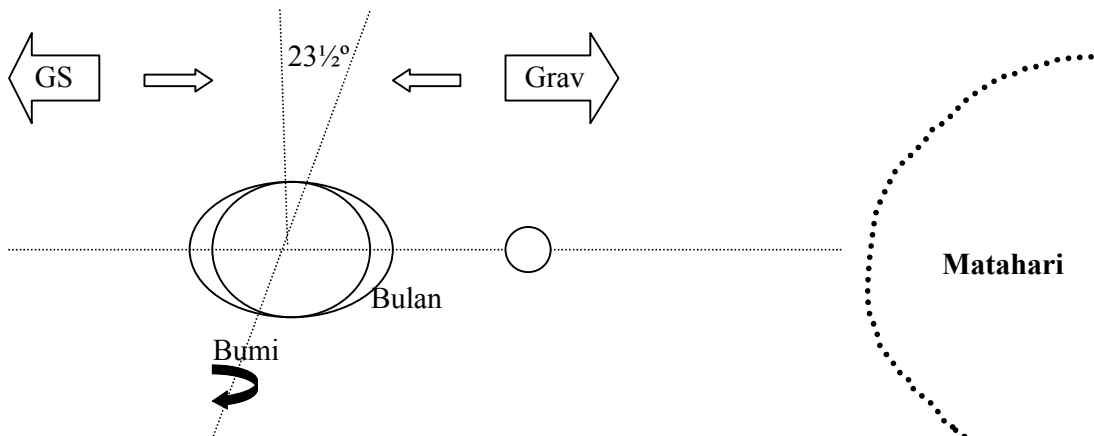
Bumi dan bulan membentuk sistem orbit yang berputar mengelilingi pusat massanya dan karena bumi relatif lebih besar dari bulan, maka titik pusatnya berada dalam bumi. Perputaran sistem bumi-bulan membentuk gaya sentrifugal (ke arah luar) dan diimbangi oleh gaya gravitasi ke duanya. Pada bagian bumi yang menghadap bulan, gaya gravitasinya lebih kuat dari pada gaya sentrifugalnya sehingga mengakibatkan air laut yang menghadap bulan tertarik ke atas (pasang naik). Pada bagian bumi yang berlawanan,

gaya gravitasi bulan minimum dan gaya sentrifugal yang lebih besar akan menarik air menjauhi bumi (pasang naik), jadi terdapat dua pasang naik. Kejadian ini akan mengikuti posisi bulan terhadap bumi yang berputar pada porosnya.

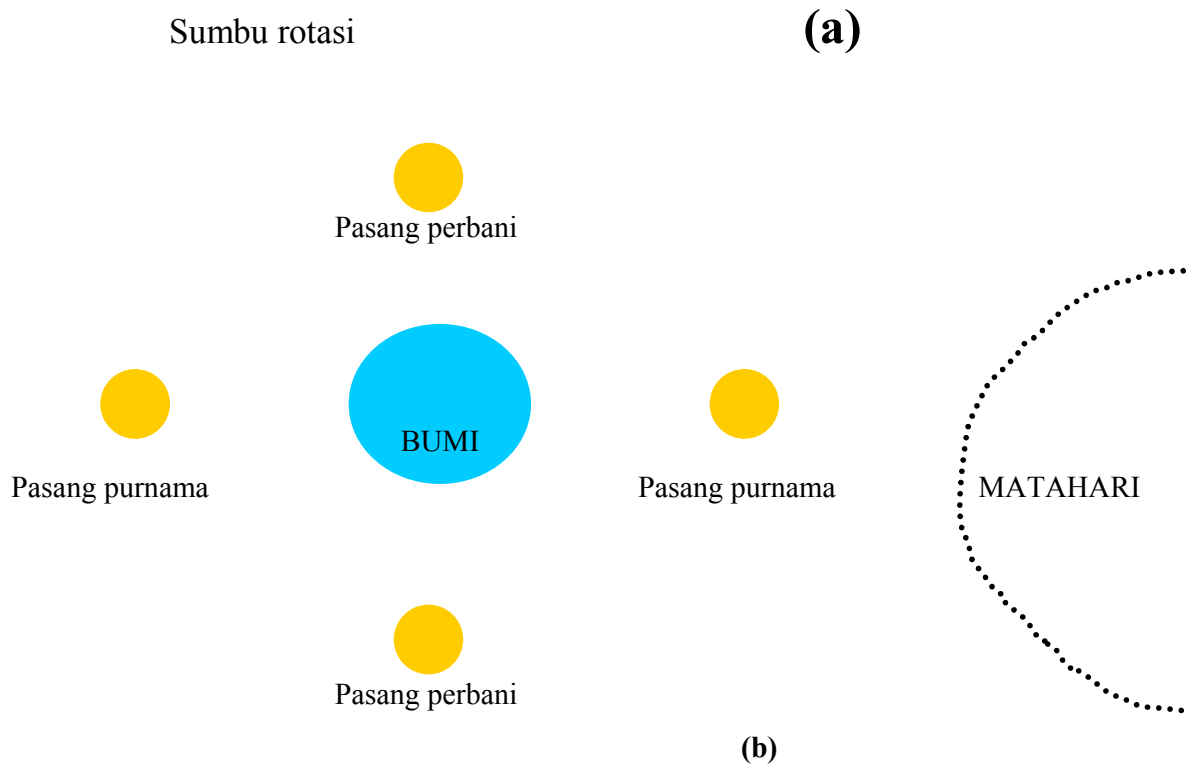
Pada lautan yang terjadi dua kali pasang naik dan dua kali air surut seperti contoh di atas disebut pasang tipe *semidiurnal*. Pasang-surut yang terdiri dari satu pasang naik dan satu pasang turun (surut) disebut *pasang-surut diurnal*, sedangkan apabila pada satu lautan kadang terjadi pasang-surut diurnal dan kadang pasang-surut semidiurnal disebut pasang-surut campuran.

Ketinggian pasang air laut bervariasi dari hari-ke hari mengikuti posisi relatif antara matahari dan bulan terhadap bumi. Pada saat bulan dan matahari terletak sejajar terhadap bumi maka gaya keduanya akan bergabung sehingga menyebabkan terjadinya pasang dengan kisaran terbesar baik naik maupun turun (pasang purnama). Pada saat matahari dan bulan membentuk sudut siku-siku terhadap bumi, maka gaya tarik bulan dan matahari terhadap bumi saling melemahkan sehingga terjadi kisaran pasang yang minimum (pasang perbani). Seperti diketahui bahwa bumi tidak tegak lurus dalam orbitnya mengelilingi matahari tetapi membentuk sudut kemiringan  $23\frac{1}{2}^\circ$  dari garis vertikal. Akibatnya, selama bumi berputar pada porosnya, bagian-bagian di permukaan bumi mengalami ketinggian pasang-surut yang berbeda. Ketinggian pasang-surut juga mengalami perbedaan yang disebabkan karena adanya perubahan relatif letak bulan terhadap bumi dalam orbitnya mengelilingi bumi. Orbit bulan tidak bulat melainkan berbentuk elips, maka pada waktu-waktu tertentu, bulan lebih dekat ke bumi (*perigee*) dan waktu lainnya bulan lebih jauh dari bumi (*apogee*)

Perbedaan tipe pasang dan perbedaan ketinggiannya pada berbagai bagian laut antara lain disebabkan oleh letak lintang dan juga adanya keunikan berbagai pasu samudra dimana pasang-surut itu terjadi, arah angin dan lain-lain







Ket: (a) Bulan menimbulkan sebuah tonjolan di bagian bumi yang terdekat sehingga gaya gravitasi lebih besar dari pada gaya sentrifugal yang dinetralkan. Di sisi yang berlawanan, gaya sentrifugal lebih kuat dan menetralkan gaya gravitasi. (b) Posisi bulan dan matahari pada pasang perbani dan pasang purnama (sumber: Nybakken, 1993. hal 221)

#### Karakteristik pasang-surut di perairan laut Indonesia

Lokasi	Tipe pasang-surut
Sabang	Diurnal (tunggal)
Lang Lancang	Semidiurnal (ganda)
Teluk Aru	Campuran
Kuala Tanjung	Semidiurnal
Belawan Deli	Campuran
Sungai Asahan	Semidiurnal
Padang	Campuran
Bagan Siapi-api	Semidiurnal
Dumai	Campuran
Bengkalis	Campuran
Sungai Siak	Campuran
Sungai Pakning	Campuran

Blandong	Campuran
Pasir Panjang	Campuran
Sungai Indragiri	Campuran
Sungai Jambi	Campuran
Batu Ampar	Campuran
Selat Kijang	Campuran
Sungai Musi	Diurnal
Panjang	Campuran
Bakaheuni	Campuran
Suralaya	Campuran
Tanjungpriok	Diurnal
Tanjung Pandan	Diurnal
Cirebon	Campuran
Cilacap	Semidiurnal
Pamangkat	Campuran
Sungai Kapuas Kecil	Campuran
Semarang	Campuran
Sungai Kota Waringin	Campuran
Surabaya	Campuran
Teluk Sampit	Campuran
Sungai Barito	Campuran
Lembar	Campuran
Balikpapan	Semidiurnal
Tarakan	Campuran
Samarinda	Campuran
Teluk Sangkulirang	Campuran
Bontang	Campuran
Ujung Pandang	Campuran
Bima	Campuran
Donggala	Campuran
Pelabuhan Kendari	Campuran
Kupang	Campuran
Menado	Campuran
Bitung	Campuran

Ternate	Campuran
Ambon	Campuran
Sorong	Campuran
Fak fak	Campuran
Tual	Campuran
Manokwari	Campuran
Sungai Digul	Campuran
Selat Muli	Campuran
Jayapura	Campuran
Marauke	Campuran
Audina	Campuran
Sarm	Campuran
Benoa	Campuran

## 2. Arus

Arus laut terjadi karena pengaruh tiupan angin yang ada di atasnya, jadi arah arus laut mengikuti pola dan arah angin. Massa air yang ada di bawahnya akan ikut terbawa, dan semakin dalam maka kekuatannya semakin melemah. Bumi yang berputar pada porosnya juga akan menimbulkan kekuatan untuk menggerakkan air mengikuti arah putaran bumi (*gaya coriolis*). Pada belahan bumi bagian utara *gaya coriolis* akan membelokkan arah arus air ke sebelah kanan apabila laut dilihat dari arah daratan dan arah yang sebaliknya terjadi pada belahan bumi bagian selatan. Pembelokan arus air oleh *gaya coriolis* ini semakin ke dalam juga semakin melemah akan menimbulkan apa yang dikenal sebagai *spiral ekman*.

Arus air laut juga dapat terjadi karena adanya perbedaan suhu air baik secara vertikal maupun horizontal, tinggi permukaan laut, dan pasang-surut. Adanya perbedaan suhu masa air dan terjadinya pembuyaran arus permukaan (*divergensi*) menyebabkan terjadinya *upwelling* dan sebaliknya, *convergensi* atau pemusatan arus permukaan menyebabkan terjadinya *downwelling* (tenggelamnya masa air permukaan).

## 3. Gelombang

Gelombang air laut terjadi karena adanya alih energi dari angin ke permukaan laut, atau pada saat-saat tertentu disebabkan oleh gempa di dasar laut. Gelombang merambat ke segala arah membawa energinya yang kemudian dilepaskan ke pantai dalam

bentuk hampasan ombak. Rambatan geombang dapat mencapai ribuan kilometer sampai mencapai pantai. Gelombang yang mencapai pantai akan mengalami pembiasan (refraction) dan akan memusat (convergence) jika menkati semenanjung, atau menyebar (divergence) jika menemui cekungan. Gelombang yang menuju perairan dangkal akan mengalami *spilling, plunging, collapsing* atau *surgings*. Semua fenomena yang terjadi pada gelombang pada dasarnya disebabkan oleh topografi dasar laut

Kondisi fisik lautan yang terdiri dari gelombang, arus, aktivitas pasang-surut dan fenomena-fenomena yang menyertainya memiliki arti dan peran yang sangat penting baik secara langsung maupun tidak langsung bagi makhluk hidup di alam ini.

#### 4. Salinitas

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat 99,99% dan sisanya berupa gas. Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik, senyawa-senyawa organik yang berasal dari organisme hidup, dan gas-gas terlarut. Komposisi terbesar berasal dari garam-gam anorganik yang berbentuk ion-ion. Enam ion anorganik yang terdiri dari klor, natrium, magnesium, sulfur, kalsium dan kalium membentuk 99,28% berat dari bahan anorganik padat. Lima ion lainnya yaitu bikarbonat, bromide, asam borat, stronsium dan flour sebesar 0,71, sehingga secara bersama-sama 11 ion anorganik membentuk 99,99% berat zat terlarut. Satu contoh, apabila dalam air seberat 1000 gram terlarut 35 gram senyawa yang secara kolektif disebut garam, maka 96,5% air tersebut berupa air murni dan 3,5% berupa garam. Satuan kadar garam dalam air ada umumnya dinyatakan sebagai seperseribu atau promil (‰), sehingga kadar garam (salinitas) pada contoh air diatas adalah 35 ‰.

Pertanyaan yang terkesan klise adalah dari mana asal mulanya air laut itu asin. Menurut teori, rasa asin air laut awal mulanya berasal dari garam-garam dari dasar kulit bumi di dasar laut melalui proses *outgassing*, yakni rembesan dari kulit bumi di dasar laut yang berbentuk gas ke permukaan dasar laut. Bersama-sama gas ini terlarut hasil kikisan kulit bumi yang berupa ion-ion garam dan juga air, sehingga kadar garam air laut tidak berubah secara ekstrem sepanjang masa.

Tabel. Komposisi unsur penyusun gadar garam air laut

Ion	% berat
Makro	
- Klor (Cl <sup>-</sup> )	55,04

- Natrium (Na <sup>+</sup> )	30,61
- Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	7,68
- Magnesium (Mg <sup>2+</sup> )	3,69
- Kalsium (Ca <sup>2+</sup> )	1,16
- Kalium (K <sup>+</sup> )	1,10
Subtotal	99,28
Mikro	
bonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
- Bromida (Br <sup>-</sup> )	0,41
- Asam Borat (HBO <sub>3</sub> )	0,19
- Stronsium (Sr <sup>2+</sup> )	0,07
- Flor (F)	0,04
Subtotal	0,00...
TOTAL	99,99

(Nybakken, 1993; Romimohtarto dan Sri Juwana, 2001)

Penting untuk diketahui bahwa perbandingan ion-ion utama dalam air laut boleh dikatakan tetap sehingga pengukuran kadar salinitas dapat dilakukan hanya dengan cara mengukur satu ion saja misalnya konsentrasi klor (salinometer), atau daya konduktivitas (daya hantar) listrik (DHL), atau indeks refraktif (refraktometer).

Sebanyak 0,01% dari zat terlarut dalam air laut, terdapat beberapa garam anorganik (nitrat, fosfat, dan silikon dioksida) yang memiliki arti sangat penting bagi kehidupan organisme. Nitrat dan fosfat sangat dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan untuk sintesis zat organik alam fotosintesis sedangkan SiO<sub>2</sub> diperlukan oleh diatom dan radiolaria untuk membentuk cangkang. Berbeda dengan unsur-unsur sebelumnya, perbandingan fosfat, nitrat dan SiO<sub>2</sub> dengan unsur atau ion-ion yang lain tidak konstan dan cenderung kurang tersedia di air permukaan. Jumlahnya bervariasi sebagai akibat kegiatan biologik. Persediaan unsure-unsur esensial ini dalam beberapa hal menjadi pembatas bagi produktivitas primer. Zat-zat lain seperti kobalt, mangan, besi dan tembaga meskipun terdapat dalam jumlah yang sangat terbatas tetapi dalam ekosistem perairan laut tidak menjadi faktor pembatas bagi kehidupan organisme. Senyawa organik tertentu, seperti vitamin juga ditemukan dalam jumlah yang sangat terbatas, tetapi sangat minim diketahui variasinya.

Kadar salinitas dalam perairan memiliki arti yang sangat penting bagi sifat-sifat air dan memiliki implikasi yang besar terhadap kehidupan. Menurut Nybakken (1993), kerapatan air murni terjadi pada suhu 4°C, selanjutnya kerapatan air terus meningkat sampai titik beku. Air yang mengandung garam titik bekunya akan lebih rendah dari air murni yang merupakan cerminan dari fungsi kadar garam. Air laut yang bersalinitas 35‰ memiliki titik beku - 1,9°C. terjadinya pembekuan, kerapatan menurun sehingga es terapung. Arti penting kenaikan kerapatan di bawah 4°C adalah air permukaan yang dingin dan berat dan mengandung oksigen terlarut yang tinggi dapat terbentuk dan tenggelam ke dasar laut. Perlu diketahui bahwa kelarutan gas-gas dalam air adalah suatu fungsi dari suhu, penurunan suhu akan diikuti oleh kenaikan daya larut gas-gas seperti O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dalam air sehingga semakin dingin suhu air, makin banyak oksigen yang dikandungnya. Pada suhu 0°C air laut dengan salinitas 35 ‰ belum beku, mengandung 8 ppm oksigen, sedangkan pada suhu 20°C dengan salinitas yang sama air laut hanya mengandung 5,4 ppm oksigen. Air yang kaya oksigen ini akan tenggelam ke dasar laut. Kondisi seperti itulah yang menyebabkan ekosistem laut dalam yang gelap gulita sepanjang waktu tidak pernah anoksik dan selalu tersedia oksigen untuk kebutuhan organisme laut dalam yang terbatas jumlahnya.

## **B. Biota Laut**

Secara umum biota laut dikelompokkan kedalam tiga kategori yaitu: plankton, nekton dan bentos. Pengelompokan ini didasarkan pada kebiasaan hidup secara umum seperti pergerakan, pola hidup, dan sebaran secara ekologis.

### **1. Plankton**

Plankton adalah biota yang hidup melayang dalam air, tidak dapat bergerak atau dapat bergerak sedikit dan pergerakannya sangat dipengaruhi oleh arus (terhanyut). Plankton merupakan biota yang memiliki keanekaragaman dan kepadatan sangat besar dalam ekosistem laut. Plankton terdiri dari fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani). Dalam perairan laut fitoplankton merupakan produsen primer (produsen utama dan pertama) sehingga keberadaan fitoplankton dalam perairan mutlak adanya. Pendapat ini dikuatkan oleh Sachlan (1982), Meadows and Campbell (1993), dan Sumich (1999) bahwa fitoplankton merupakan organisme berklorofil yang pertama ada di dunia dan merupakan sumber makanan bagi zooplankton sebagai konsumen primer, maupun organisme akuatik lainnya, sehingga populasi zooplankton maupun populasi konsumen dengan tingkat tropik yang lebih tinggi secara umum mengikuti dinamika populasi fitoplankton. Fitoplankton adalah tumbuh-tumbuhan air yang mempunyai ukuran

sangat kecil dan hidup melayang dalam air. Fitoplankton mempunyai peranan sangat penting dalam ekosistem perairan, sama pentingnya dengan peran tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tinggi tingkatannya di ekosistem daratan. Fitoplankton adalah produsen utama (*Primary producer*) zat-zat organik dalam ekosistem perairan. Seperti tumbuh-tumbuhan hijau yang lain, fitoplankton membuat ikatan-ikatan organik kompleks dari bahan organik sederhana melalui proses fotosintesa (Hutabarat dan Evans, 1986)

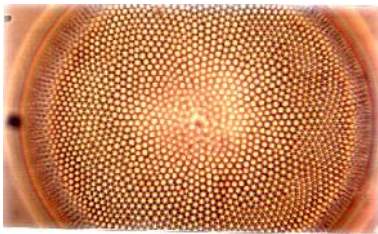
Menurut Sachlan (1982), fitoplankton dikelompokkan ke dalam 5 divisi yaitu: *Cyanophyta*, *Crysophyta*, *Pyrrophyta*, *Chlorophyta* dan ***Euglenophyta* (hanya hidup di air tawar)**. Kecuali *Euglenophyta* semua kelompok fitoplankton ini dapat hidup di air tawar dan air laut. Menurut Nontji (1993), fitoplankton yang dapat tertangkap dengan planktonet standar (no. 25) adalah fitoplankton yang memiliki ukuran  $\geq 20 \mu\text{m}$ . Fitoplankton yang bisa tertangkap dengan jaring umumnya tergolong dalam tiga kelompok utama yakni *diatom*, *dinoflagellata* dan alga biru (*Cyanophyceae*).

Zooplankton adalah plankton hewani. Zooplankton meskipun terbatas, mempunyai kemampuan bergerak dengan cara berenang (migrasi vertikal). Pada siang hari zooplankton bermigrasi ke bawah menuju dasar perairan. Migrasi dapat juga terjadi karena faktor konsumenan (*grazing*) yaitu mendekati fitoplankton sebagai mangsa. Dapat juga migrasi terjadi karena pengaruh gerakan angin sehingga menyebabkan *upwelling* atau *downwelling* (Sumich, 1999)

Zooplankton terdiri dari holoplankton (zooplankton sejati) dan meroplankton (zooplankton sementara). Holoplankton adalah hewan yang selamanya hidup sebagai plankton seperti *Protozoa* dan *Entomostraca*. Meroplankton yaitu hewan yang hidup sebagai plankton hanya pada stadia-stadia tertentu, seperti *larva* atau *juvenil* dari *Crustacea*, *Coelenterata*, *Molusca*, *Annelida* dan *Echinodermata* (Sachlan, 1982). *Protozoa* sebagai plankton sejati dibagi menjadi 4 kelas yaitu *Rhizopoda*, *Ciliata*, *Flagelata* dan *Sporozoa* (hidup sebagai parasit). *Rhizopoda* merupakan zooplankton yang mempunyai arti penting tidak hanya di laut tetapi juga di air tawar. Zooplankton ini merupakan makanan bagi ikan dan hewan Avertebrata. *Rhizopoda* terdiri dari beberapa ordo yaitu *Amoebina*, *Foraminifera*, *Radiolaria* dan *Heliozoa*.

Salah satu species zooplankton yang mempunyai peranan sangat penting dalam ekosistem perairan adalah *Crustacea*. *Crustacea* terdiri dari dua golongan besar yaitu *Entomostraca* (udang-udangan tingkat rendah) dan *Malacostraca* (udang-udangan tingkat tinggi). Semua stadia larva dari *Malacostraca* seperti *Nauplius*, *zoea*, *mysis* dan *juvenil* merupakan

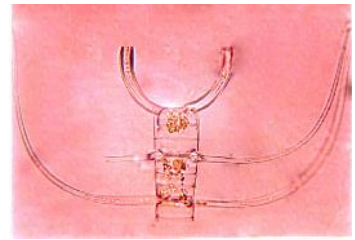
meroplankton, sedangkan *Entomostraca* merupakan zooplankton sejati baik di perairan tawar maupun di laut. Termasuk dalam kelompok ini adalah *Cladocera*, *Ostracode*, *Copepoda* dan *Cirripedia*. *Copepoda* merupakan zooplankton yang mendominasi ekosistem perairan, dengan populasi dapat mencapai 70 – 90%. *Copepoda* juga bersifat selektif konsumen (Meadows and Campbell (1993). Zooplankton mempunyai arti yang sangat penting dalam ekosistem perairan karena merupakan makanan utama dan sangat digemari oleh ikan dan organisme perairan dengan tingkat tropik lebih



*Thalassiosira punctigera*



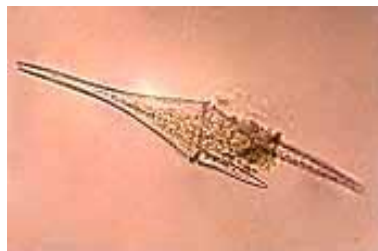
*Nitzschia sigma*



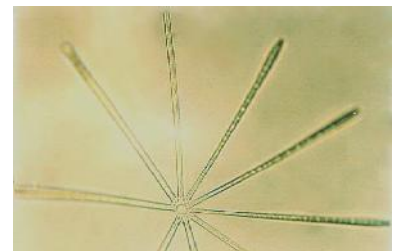
*Chatoceros coarctatus*



*Odontella sinensis*



*Ceratium furca*



*Asterionella formosa*



*Macrocyclus fuscus*



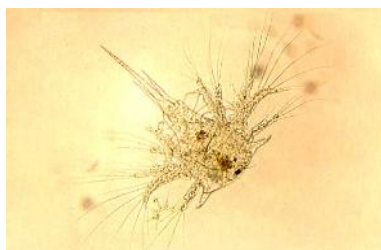
*Corycaeus ovalis*



*Microsetella norvegica*



Pre-Zoea *Portunus pelagicus*



N. *Balanus tintinnabulum*



*Macrosetella gracilis*

Foto: Plankton laut (sumber, Satino, 2003)



### 3. Bentos

Mencakup semua biota yang hidup menempel, merayap, atau membuat liang di dasar perairan mulai dari daerah litoral sampai dengan dasar laut dalam (hadal). Contoh bentos yang hidup merayap misalnya kepiting, lobster dan udang karang lainnya, Chiton, bintang laut, bintang mengular dan lain-lain. Bentos yang hidup dengan cara membuat liang misalnya berbagai jenis cacing dan kerang-kerangan, sedangkan yang hidup menempel misalnya tiram, teritip, sponge, anemone dan lain-lain. Bentos dalam ekosistem laut memiliki peran yang sangat penting. Sebagian dari bentos bersifat filter feeder dan sebagian mengambil nutrisi dengan memakan bangkai organisme yang jatuh ke dalam dasar lautan. Berdasarkan cara makan dan jenis makanannya, bentos dalam ekosistem laut dapat berperan sebagai pembersih perairan dan dasar laut.

### 4. Nekton

Biota laut yang termasuk dalam kelompok ini antara lain: ikan, cumi-cumi, penyu, ular, vertebrata laut, sotong dan lain-lain. Dibandingkan dengan plankton dan bentos, nekton memiliki keanekaragaman jenis yang lebih sedikit.

#### Pustaka

- Nybakken, J.W., 1992. (Terjemahan: H.M. Eidman *et al*) *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Romimohtarto, K dan Sri Juwana. 2001. *Biologi Laut*. Penerbit Djambatan, Jakarta
- Rokhmin, D., dkk. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Edisi Revisi. PT. Pradnya Paramita, Jakarta



## EKOSISTEM INTERTIDAL

Zona intertidal memiliki luas yang sangat terbatas, meliputi wilayah yang terbuka pada saat surut tertinggi dan terendam air pada saat pasang tertinggi atau separuh waktu berupa ekosistem terrestrial dan separuhnya berupa ekosistem akuatik. Walaupun wilayahnya sempit, daerah intertidal memiliki variasi faktor lingkungan terbesar dibanding dengan ekosistem lainnya, dan variasi ini dapat terjadi pada daerah yang hanya berbeda jarak beberapa sentimeter saja.

### KONDISI LINGKUNGAN

#### 1. Pasang-Surut

Naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik selama interval waktu tertentu. Pasang-surut merupakan faktor lingkungan paling penting yang mempengaruhi kehidupan di zona intertidal. Tanpa adanya pasang-surut yang periodik maka faktor-faktor lingkungan lain akan kehilangan pengaruhnya. Hal ini disebabkan adanya kisaran yang luas pada banyak faktor fisik akibat hubungan langsung yang bergantian antara keadaan terkena udara terbuka dan keadaan terendam air.

Pengaruh pasang-surut terhadap organisme dan komunitas zona intertidal paling jelas adalah kondisi yang menyebabkan daerah intertidal terkena udara terbuka secara periodik dengan kisaran parameter fisik yang cukup lebar. Organisme intertidal perlu kemampuan adaptasi agar dapat menempati daerah ini. Faktor-faktor fisik pada keadaan ekstrem dimana organisme masih dapat menempati perairan, akan menjadi pembatas atau dapat mematikan jika air sebagai isolasi dihilangkan.

Kombinasi antara pasang-surut dan waktu dapat menimbulkan dua akibat langsung yang nyata pada kehadiran dan organisasi komunitas intertidal. *Pertama*, perbedaan waktu relatif antara lamanya suatu daerah tertentu di intertidal berada di udara terbuka dengan lamanya terendam air. Lamanya terkena udara terbuka merupakan hal yang sangat penting karena pada saat itulah organisme laut akan berada pada kisaran suhu terbesar dan

kemungkinan mengalami kekeringan. Semakin lama terkena udara, semakin besar kemungkinan mengalami suhu letal atau kehilangan air diluar batas kemampuan. Kebanyakan hewan ini harus menunggu sampai air menggenang kembali untuk dapat mencari makan. Semakin lama terkena udara, semakin kecil kesempatan untuk mencari makan dan mengakibatkan kekurangan energi. Flora dan fauna intertidal bervariasi kemampuannya dalam menyesuaikan diri terhadap keadaan terkena udara, dan perbedaan ini yang menyebabkan terjadinya perbedaan distribusi organisme intertidal.

Pengaruh *kedua* adalah akibat lamanya zona intertidal berada diudara terbuka. Pasang-surut yang terjadi pada siang hari atau malam hari memiliki pengaruh yang berbeda terhadap organisme. Surut pada malam hari menyebabkan daerah intertidal berada dalam kondisi udara terbuka dengan kisaran suhu relatif lebih rendah jika dibanding dengan daerah yang mengalami surut pada saat siang hari

Pengaruh pasang-surut yang lain adalah karena biasanya terjadi secara periodik maka pasang-surut cenderung membentuk irama tertentu dalam kegiatan organisme pantai, misalnya irama memijah, mencari makan atau aktivitas organisme lainnya.

## 2. Suhu

Suhu di daerah intertidal biasanya mempunyai kisaran yang luas selama periode yang berbeda baik secara harian maupun musiman dan dapat melebihi kisaran toleransi organisme. Jika pasang-surut terjadi pada kisaran suhu udara maksimum (siang hari yang panas) maka batas letal dapat terlampaui. Meskipun kematian tidak segera terjadi namun organisme akan semakin lemah karena suhu yang ekstrem sehingga tidak dapat menjalankan aktivitas seperti biasa dan akan mati karena sebab-sebab sekunder. Suhu juga dapat berpengaruh secara tidak langsung yaitu kematian karena organisme kehabisan air.

## 3. Ombak

Gerakan ombak di daerah intertidal memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap organisme dan komunitas dibanding dengan daerah lautan lainnya. Pengaruh ombak dapat terjadi secara langsung maupun tidak.

### a. pengaruh langsung

- Secara mekanik ombak dapat menghancurkan dan menghanyutkan benda yang terkena. Pada pantai berpasir dan berlumpur kegiatan ombak dapat membongkar substrat sehingga mempengaruhi bentuk zona. Terpaan ombak dapat menjadi pembatas bagi organisme yang tidak dapat menahan terpaan tersebut.

- Ombak dapat membentuk batas zona intertidal lebih luas, akibatnya organisme laut dapat hidup di daerah air yang lebih tinggi di daerah yang terkena terpaan ombak daripada di daerah tenang pada kisaran pasang-surut yang sama
- b. Pengaruh tidak langsung  
Kegiatan ombak dapat mengaduk gas-gas atmosfer ke dalam air, sehingga meningkatkan kandungan oksigen. Karena interaksi dengan atmosfer terjadi secara teratur dan terjadi pembentukan gelembung serta pengadukan substrat, maka penetrasi cahaya di daerah yang diterpa ombak dapat berkurang.

#### 4. Salinitas

Perubahan salinitas di daerah intertidal dapat melalui dua cara:

- a. Zona intertidal terbuka pada saat surut, dan kalau hal ini terjadi pada saat hujan lebat maka salinitas akan turun. Apabila penurunan ini melewati batas toleransi bagi organisme (sebagian besar organisme intertidal stenohalin dan osmokonformer) maka organisme dapat mati.
- b. Pada daerah intertidal pantai berbatu yang memiliki banyak cekungan, daerah ini dapat digenangi air tawar yang masuk ketika hujan deras sehingga menurunkan salinitas, atau memperlihatkan kenaikan salinitas jika terjadi penguapan sangat tinggi pada siang hari.

#### 5. Substrat Dasar

Substrat dasar zona intertidal memiliki variasi yang berbeda dan dapat berupa pasir, lumpur maupun berbatu. Substrat dasar ini menyebabkan perbedaan struktur komunitas flora dan fauna yang berbeda.

### **ADAPTASI ORGANISME INTERTIDAL**

#### 1. Daya tahan terhadap kehilangan air

Organisme yang hidup di daerah intertidal harus memiliki kemampuan untuk menyesuaikan diri terhadap kehilangan air yang cukup besar selama berada di udara terbuka. Mekanisme sederhana ditunjukkan oleh hewan-hewan yang bergerak, seperti kepiting, anemon, Citon, dll. Hewan ini akan dengan mudah berpindah dari daerah terbuka di intertidal kedalam lubang, celah atau galian yang basah atau bersembunyi dibawah algae sehingga kehilangan air dapat dihindari. Secara aktif organisme ini mencari mikrohabitat yang ideal. Organisme yang tidak memiliki kemampuan untuk aktif berpindah tempat seperti genera algae maupun beberapa genera bivalvia mereka beradaptasi untuk mengatasi kehilangan air

yang besar hanya dengan struktur jaringan tubuhnya. Genera *Porphyra*, *Fucus* dan *Enteromorpha* misalnya sering dijumpai dalam keadaan kisut dan kering setelah lama berada di udara terbuka, tetapi jika air laut pasang kembali mereka akan cepat menyerap air dan kembali menjalankan proses hidup seperti biasa.

Mekanisme lain organisme intertidal untuk beradaptasi terhadap kehilangan air adalah melalui adaptasi struktural, tingkah laku maupun keduanya. Beberapa species dari teritip, gastropoda (*Littorina*) dan bivalvia (*Mytilus edulis*) memiliki kemampuan untuk menghindari kehilangan air dengan cara merapatkan cangkangnya atau memiliki operkula yang dapat menutup rapat celah cangkang.

## 2. Keseimbangan Panas

Organisme intertidal memiliki keterbukaan terhadap perubahan suhu yang ekstrem dan memperlihatkan adaptasi tingkah laku dan struktural tubuh untuk menjaga keseimbangan panas internal. Di daerah tropis organisme cenderung hidup pada kisaran suhu letal atas sehingga mekanisme keseimbangan panas hampir seluruhnya berkenaan dengan suhu yang terlalu tinggi. Beberapa bentuk adaptasi al:

- a. Memperbesar ukuran tubuh relatif bila dibandingkan dengan species yang sama. Dengan memperbesar ukuran tubuh berarti perbandingan antara luas permukaan dengan volume tubuh menjadi lebih kecil sehingga luas daerah tubuh yang mengalami peningkatan suhu menjadi lebih kecil. Pada keadaan yang sama tubuh yang lebih besar memerlukan waktu lebih lama untuk bertambah panas dibanding dengan tubuh yang lebih kecil
- b. Memperbanyak ukiran pada cangkang  
Ukiran-ukiran pada cangkang berfungsi sebagai sirip radiator sehingga memudahkan hilangnya panas. Contoh *Littorina* dan *Tectarius*
- c. Hilangnya panas dapat juga diperbesar melalui pembentukan warna tertentu pada cangkang. Genera *Nerita*, dan *Littorina* memiliki warna lebih terang dibandingkan dengan kerabatnya yang hidup di daerah lebih bawah (warna gelap akan menyerap panas).
- d. Memiliki persediaan air tambahan yang disimpan didalam rongga mantel seperti pada teritip dan limfet yang banyaknya melebihi kebutuhan hidup hewan ini. Persediaan air ini dipergunakan untuk strategi mendinginkan tubuh melalui penguapan sekaligus menghindarkan kekeringan.

## 3. Tekanan Mekanik

Setiap organisme intertidal perlu beradaptasi untuk mempertahankan diri dari pengaruh ombak. Gerakan ombak mempunyai pengaruh yang berbeda pada pantai berbatu,

berpasir dan berlumpur sehingga memiliki konsekuensi bentuk adaptasi yang berbeda pada organismenya. Beberapa bentuk adaptasi al:

- a. Melekat kuat pada substrat, seperti pada Polichaeta, Teritip, Tiram
- b. Menyatukan dirinya pada dasar perairan melalui sebuah alat pelekkan (Algae)
- c. Memiliki kaki yang kuat dan kokoh seperti pada *Citon* dan limfet
- d. Melekat dengan kuat tetapi tidak permanen seperti pada *Mytillus* melalui bisus yang dapat putus dan dibentuk kembali
- e. Mempertebal ukuran cangkang, lebih tebal dibandingkan kerabatnya yang hidup di daerah subtidal

#### 4. Tekanan Salinitas

Zona intertidal mendapat limpahan air tawar, yang dapat menimbulkan masalah tekanan osmotik bagi organisme yang hanya dapat hidup pada air laut. Kebanyakan organisme intertidal bersifat osmokonformer, tidak seperti organisme estuaria. Adaptasi satu-satunya adalah sama dengan yang dilakukan untuk melindungi tubuh dari kekeringan yaitu dengan menutup cangkangnya.

#### 5. Reproduksi

Kebanyakan organisme intertidal hidup menetap atau melekat, sehingga dalam penyebarannya mereka menghasilkan telur atau larva yang bersifat planktonik. Reproduksi dapat juga terjadi secara periodik mengikuti iramna pasang-surut tertentu, seperti misalnya pada pasang-purnama. Contoh *Mytillus edulis*, gonad menjadi dewasa selama pasang purnama dan pemijahan berlangsung ketika pasang perbani.



Ekosistem mangrove merupakan ekosistem hutan yang khas terdapat di sepanjang pantai atau muara sungai yang masih dipengaruhi oleh aksi pasang air laut. Disebut juga sebagai hutan pantai, hutan pasang-surut, mangal, dan ada juga yang menyebutnya dengan hutan bakau. Perlu dipertegas bahwa istilah bakau biasanya hanya digunakan untuk jenis tumbuhan tertentu dari marga *Rhizophora*, sedangkan istilah mangrove atau mangal dipergunakan untuk segala tumbuhan yang hidup pada lingkungan ini.

Hutan mangrove ditemukan tumbuh subur pada pantai-pantai yang terlindung, datar atau ditempat-tempat yang mempunyai muara sungai yang besar dengan substrat dasar berlumpur. Mangrove tidak tumbuh pada pantai yang terjal dan berombak besar dengan pengaruh pasang air laut yang kuat, arena hal ini tidak memungkinkan pengendapan Lumpur dan pasir yang diperlukan untuk pertumbuhannya.

Ekosistem mangrove merupakan "ekoton" yaitu ekosistem peralihan antara daratan dan lautan, sehingga berbagai interaksi faktor lingkungan memunculkan kondisi yang khas dan tidak menentu. Kondisi ini menyebabkan struktur komunitas dengan dinamika yang sangat menarik dan cenderung rumit. Sebagai ekosistem peralihan, mangrove memiliki manfaat yang sangat besar bagi keseimbangan ekosistem daratan dan juga ekosistem lautan, baik sebagai sumberdaya hutan maupun sebagai pendukung sumber daya perikanan lepas pantai.

Menurut data dari Nonji (1993), luas mangrove di seluruh Indonesia diperkirakan sekitar 4,25 juta hektar atau 3,98% dari seluruh luas hutan Indonesia. Hutan mangrove yang luas antara lain terdapat di pesisir timur Sumatra, pesisir Kalimantan dan pesisir selatan Papua. Di wilayah lain hutan mangrove sudah sulit ditemukan. Di beberapa tempat di pulau Jawa seperti di Cilacap, Banyuwangi, Pulau Menjangan, Situbondo dan beberapa tempat lain masih ditemukan hutan mangrove meskipun dengan luas yang terbatas. Berdasarkan pengamatan penulis, kerusakan paling parah ekosistem hutan mangrove pada sepuluh tahun

terakhir terjadi di pantai timur Sumatra, akibat pemanfaatan daerah tersebut untuk tambak udang dan juga diambil kayunya untuk bahan bangunan.

## A. Flora Mangrove

### 1. Keanekaragaman jenis

Mangrove di Indonesia dikenal memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi, seluruhnya tercatat sebanyak 202 jenis tumbuhan. 89 jenis diantaranya berupa pohan dan selebihnya berupa palma (5 jenis), epifit (44 jenis), herba tanah (44 jenis), liana (19 jenis) dan satu parasit (Yus Ruslina N. dkk, 1999). Dari 202 jenis tersebut terbagi dalam dua kelompok, yaitu mangrove sejati dan mangrove ikutan. Beberapa marga mangrove sejati antara lain: Bakau (*Rhizophora*), Api-api (*Avicennia*), Pedada (*Sonneratia*), Tancang (*Bruguiera*), Tingi (*Ceriops*), Nyirih (*Xylocarpus*), Teruntun (*Aegiceras*), Dungun (*Heritiera*), Nipah (*Nypa fructicans*), dll. Termasuk dalam kelompok tumbuhan mangrove ikutan antara lain: Pandan (*Pandanus sp*), Waru laut (*Thespesia sp*), Jarongan (*Stachytarpheta sp*), Seruni laut (*Sesuvium sp*), Tapak kuda (*Ipomea pes-caprae* (L.) Sweet), dll.



Ekosistem mangrove di Cilacap



*Rhizophora sp*



*Bruguiera sp*



*Aegiceras sp*





*Acanthus ebracteatus*



*Ceriops sp*

Komposisi flora pada ekosistem mangrove memiliki variasi yang berhubungan erat dengan jenis substrat dan genangan air laut serta didominasi oleh tumbuhan halofit. Di daerah pantai terbuka, flora yang dominan dan merupakan pohon perintis umumnya adalah *Avicennia* dan *Sonneratia*. *Avicennia* cenderung hidup pada substrat berpasir agak keras, sedangkan *Sonneratia* pada substrat berlumpur halus. Pada daerah yang terlindung dari hempasan ombak yang keras flora mangrove di dominasi oleh *Rhizophora*, dan semakin ke atas akan didominasi oleh bruguiera, dan dibagian bawah akan mulai ditemukan jeruju dan paku laut. Pohon nipah akan ditemukan pada daerah mangrove di tepian sungai yang lebih ke hulu.

## 2. Adaptasi

Kondisi lingkungan yang kadang ekstrim, misalnya karena genangan air laut, kekeringan, perubahan salinitas, dan substrat berlumpur yang cenderung *anaerob*, menyebabkan flora mangrove harus memiliki kemampuan adaptasi, baik secara morfologis maupun fisiologis.

*Rhizophora spp* memiliki akar tunggang (*prop root*), untuk menunjang tegaknya pohon agar tetap bertahan dari hempasan ombak, tetapi juga memiliki tunas vegetatif yang merupakan salah satu ciri dari tumbuhan yang beradaptasi terhadap kekeringan. Sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi yang miskin oksigen, tumbuhan mangrove memiliki system perakaran yang disebut dengan akar nafas (*pneumatophore*) yang muncul ke permukaan tanah. Pada *Avicennia spp* akar napas berbentuk seperti pensil yang muncul ke permukaan tanah dan pada *Sonneratia spp*, berbentuk tumpul. Pada *Bruguiera spp* akar napas berbentuk seperti lutut (*knee root*).

Bentuk adaptasi juga ditunjukkan oleh tumbuhan mangrove pada perkembangbiakannya. Tumbuhan mangrove (*Bruguiera spp* dan *Rhizophora spp*) berkembang

biak secara vivipar (viviparity). Biji berkecambah ketika masih berada di pohon, dan jatuh menancap pada substrat berlumpur atau mangapung terbawa arus pasang-surut dan baru terhenti ketika memasuki perairan yang dangkal dan ujung akarnya dapat mencapai dasar. Tumbuhan mangrove juga memiliki daun yang relatif tebal dan memiliki jaringan internal untuk menyimpan air dan kadar garam tinggi serta diperlengkapi dengan kelenjar garam yang membantu menjaga keseimbangan osmotik.

## **B. Fauna Mangrove**

Ekosistem mangrove dihuni oleh dua komunitas fauna, yaitu fauna terrestrial dan fauna aquatic (laut). Fauna terrestrial memiliki adaptasi khusus untuk hidup di ekosistem mangrove. Mereka mencari makan berupa organisme laut (terutama pada saat surut), tetapi mereka hidup pada zona yang berada diluar jangkauan pasang air laut (pada bagian pohon yang tinggi).

Fauna mangrove berbeda dengan fauna pantai berlumpur. Pada ekosistem mangrove, selain terdapat substrat yang keras, juga terdapat akar mangrove yang dapat digunakan untuk melekat bagi organisme. Fauna yang dominan pada ekosistem mangrove adalah moluska (*gastropoda* dan *bivalvia*), crustacea (udang dan kepiting) dan beberapa jenis ikan. Gastropoda diwakili oleh *Littorinidae* yang umumnya hidup pada akar dan batang serta daun mangrove. Bivalvia yang banyak ditemukan antara lain: kerang hijau, tiram, kerang darah dan lain-lain. Crustacea yang banyak ditemukan antara lain: udang pineid, kepiting bakau, *Uca*, kepiting hantu (*Dotila*, *Cleistostoma*), dan lain-lain.

Ikan yang khas ditemukan pada ekosistem mangrove adalah dari genus *Perioptalmus*, yang umum dikenal sebagai ikan glodok (*mud skipper*). Ikan ini memiliki adaptasi yang khas untuk hidup di daerah mangrove yaitu berupa adaptasi mata dan alat respirasi. Mata terletak tinggi pada kepala dan tersusun sedemikian rupa sehingga membentuk fokus yang baik di udara dari pada di air. Sistem respirasi (pernapasan) juga mengalami adaptasi, yaitu dengan berkurangnya jumlah insang dan pernapasan disempurnakan dengan adanya kantung udara yang bervaskularisasi di dalam rongga mulut dan ruang-ruang insang. Ikan glodok juga lebih banyak bergerak dengan berjalan menggunakan sirip dadanya yang kuat atau dengan melompat dan memanjat akar mangrove, dari pada berenang seperti pada ikan umumnya.



### C. Manfaat Mangrove

#### 1. Manfaat ekonomi

Hutan mangrove secara ekonomi memiliki arti yang sangat penting bagi masyarakat sekitar. Daerah mangrove merupakan daerah tangkapan berbagai jenis ikan, kepiting, udang dan kerang-kerangan. Tumbuhan mangrove juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat arang yang sangat baik, sebagai kayu bakar, bahan bangunan, tiang pancang, obat-obatan, penyamak, pewarna dan bahan pembuat kertas. Daerah mangrove juga sering dialih fungsikan untuk tambak, lahan pertanian maupun pemukiman. Akibat yang terjadi kemudian adalah terjadinya eksploitasi yang berlebihan sehingga merusak fungsi ekologis ekosistem tersebut

#### 2. Manfaat ekologis

Kehidupan berbagai jenis hewan, baik secara langsung maupun tidak langsung memiliki ketergantungan terhadap keberadaan hutan mangrove. Ada yang tinggal menetap, ada pula yang bersifat sementara. Di pantai timur Sumatra, sampai dengan tahun 1995 ketika hutan mangrove belum dimanfaatkan sebagai areal pertambakan (TIR), merupakan tempat menetap dan singgah berbagai burung camar laut, juga tempat menetap dan bersarang berbagai jenis burung elang, kera, berang-berang, luwak, garangan, berbagai jenis reptilian, menjangan dan lain-lain

Dilihat dari ekosistem perairan, hutan mangrove memiliki arti yang sangat penting terhadap produktivitas biota laut. Perairan di daerah hutan mangrove berfungsi sebagai tempat tinggal, memijah, dan mengasuh (nursery ground) berbagai jenis biota laut seperti: berbagai jenis udang, kepiting, kerang, dan ikan. Hutan mangrove juga merupakan penyumbang yang sangat besar bagi kesuburan perairan laut. Jatuhnya daun-daun dari tumbuhan mangrove dapat mencapai 7 – 8 ton/th/ha dan menjadi sumber bahan organik penting dalam rantai makanan.

Fungsi lain dari hutan mangrove adalah melindungi garis pantai dari erosi. Akar mangrove yang kokoh dapat meredam pengaruh gelombang dan juga dapat menahan lumpur sehingga dapat mengurangi abrasi pantai. Mengingat pentingnya berbagai fungsi hutan mangrove, maka pemanfaatan wilayah ini untuk peruntukan apapun sebaiknya dilakukan dengan pertimbangan yang matang dan mengacu pada azas kelestarian, sehingga dalam jangka panjang tidak menimbulkan kerugian yang lebih besar.

## EKOSISTEM TERESTRIAL DAERAH TROPIS

Beberapa hal perlu diperhatikan dalam mempelajari ekosistem terrestrial antara lain: Kisaran geografi, Daya kelangsungan hidup, Toleransi dan Bioma

### A. Hutan Hujan Tropis

Merupakan tipe hutan yang tumbuh di daerah tropis yang memiliki curah hujan sekitar 2.000 – 4.000 mm per tahun, suhu berkisar antara 25° - 28°C dengan kelembaban rata-rata 80%

Ciri-ciri:

Kaya species seperti pohon berkayu yang selalu hijau, jenis paku-pakuan, tumbuhan merambat, epifit, dan terdapat banyak species hewan baik invertebrata maupun vertebrata. Tinggi pohon tidak sama (berlapis) sehingga terdapat stratifikasi yang terdiri dari:

1. Lapisan teratas (A), pohon dengan tinggi antara 30 – 45 m
2. Lapisan tingkat B, pohon dengan tinggi antara 18 – 27 m
3. Lapisan tingkat C, pohon dengan tinggi antara 8 – 14 m
4. Lapisan tingkat D, berupa semak dengan ketinggian < 8 m
5. Lapisan tingkat E, terdiri dari semak dan kecambah (0 – 1 m)

### **Hutan hujan tropis berdasarkan ketinggiannya dapat dibagi menjadi:**

#### 1. Hutan dataran rendah

Terdapat pada dataran rendah dan bukit-bukit dengan ketinggian 600 m di atas permukaan laut. Merupakan tipe vegetasi terkaya di daerah tropis (H' tinggi dan kompleks), memiliki tajuk tinggi dan terdapat banyak strata di dalamnya.

## 2. Hutan pegunungan bagian bawah (submontane forest)

Ekosistem hutan yang terdapat pada ketinggian 600 -1400 m di atas permukaan laut. Fisiognomi (penampakannya) seperti hutan dataran rendah tetapi pohon tumbuh lebih kecil dan formasinya agak berbeda, ditemukan banyak tumbuhan dari jenis Orchidaceae atau Pteridophyta.

## 3. Hutan pegunungan bagian atas (Montane forest)

Terdapat pada ketinggian 1400 – 3000 m. Fisiognomi tergantung pada ketinggian dan topografinya. Komposisi botanik hutan ini menyerupai hutan di daerah iklim sedang. Vegetasi berupa semak-semak rendah atau pohon kecil, kerdil, jenis conifer atau jenis vegetasi berbunga

## 4. Hutan subalpin dan alpin

Jenis hutan pegunungan yang biasanya lebih kerdil dan banyak dijumpai jenis endemic. Hal ini mungkin disebabkan oleh penyinaran UV yang kuat shg terjadi mutasi dan spesifikasi yang dipercepat

### KEANEKARAGAMAN HAYATI (*BIODIVERSITAS*)

Keanekaragaman Hayati (biodiversitas) di suatu area merupakan pencerminan kisaran habitat dan keanekaragaman komponen-komponennya. Daerah yang heterogen diharapkan mempunyai diversitas lebih besar dibanding yang homogen.

#### 1. Biodiversitas Genetik

Variasi pewarisan atau variasi bahan-bahan yang diwariskan di dalam dan diantara individu dalam populasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi:

- a. Kombinasi urutan basa dalam DNA
- b. Meiosis dan mutasi gen maupun kromosom
- c. Variasi alel
- d. Lingkungan

Bagaimana hubungan variasi genetik dengan lingkungan dan apa saja peran variasi genetik bagi organisme ?

**Variasi genetik pada sebagian besar species merupakan materi dasar untuk menanggapi dengan cepat adanya perubahan lingkungan**

#### 2. Biodiversitas species

Kehati, saat ini menggunakan konsep species dan aspek yang mendasar adalah adanya variasi

## PENGUKURAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

1. Kekayaan Jenis (idealnya melalui sensus)
2. Kemelimpahan jenis (dinyatakan dengan indeks diversitas)  
Bila jenisnya makin seragam jumlahnya, maka diversitasnya semakin tinggi
3. Diversitas taksik  
Menilai kemelimpahan jenis pada bermacam-macam kategori (beda species, kelamin, tingkat tropik, dll)

### Membandingkan Kehati

1. Diversitas  $\beta$ : Perbedaan antar habitat
2. Diversitas  $\alpha$ : Perbedaan dalam habitat
3. Diversitas  $\gamma$ : Perbedaan antar habitat dalam wilayah luas (antar benua)

### Distribusi Kehati

Ada kecenderungan distribusi berdasar:

Gradien latitude, latitude, presipitasi, nutrient, salinitas, kepulauan (*penting dalam konservasi*)



Estuarin atau estuaria adalah daerah semi tertutup yang mempunyai hubungan bebas dengan lautan dan di dalamnya terjadi percampuran antara air laut dan air tawar yang berasal baik dari air hujan maupun air tawar yang berasal dari aliran sungai. Percampuran ini terjadi paling tidak setengah waktu dari setahun. Batasan ini mungkin sudah dapat mencakup suatu kenyataan bahwa beberapa bentuk geomorfologi garis pantai misalnya gobah, rawa, fjord dan bentuk teluk dangkal lainnya sering dianggap estuarin.

Berdasarkan geomorfologinya, sejarah geologi dan keadaan iklim, estuaria dibagi menjadi empat.

1. Estuaria dataran pesisir (coastal plain estuary)

Estuaria ini terbentuk pada akhir jaman es penghabisan ketika permukaan laut menggenangi lembah sungai yang rendah letaknya

2. Estuaria tektonik

Terjadi karena turunnya permukaan daratan sehingga daerah tertentu di daerah dekat pantai digenangi air laut

3. Estuaria semi tertutup (gobah)

Terbentuk karena adanya gump pasir yang sejajar dengan garis pantai dan sebagian memisahkan perairan yang terdapat dibelakangnya dari air laut. Keadaan ini menciptakan suatu gobah yang dangkal dibelakang gump pasir yang menampung debit air tawar dari daratan. Air di dalam gobah bervariasi salinitasnya tergantung pada keadaan iklim, ada tidaknya aliran sungai ke dalam gobah dan sampai dimana gump pasir membatasi jalan masuk air laut. Tipe ini banyak ditemukan di pantai berpasir di selatan pulau jawa.

4. Fjord

Tipe ini sebenarnya adalah lembah yang telah diperdalam oleh kegiatan glesier dan kemudian digenangi air laut. Memiliki cirri khas berupa suatu ambang yang dangkal pada mulut muaranya.

Klasifikasi estuaria juga dapat didasarkan pada bagaimana salinitas dibentuk. Berdasarkan criteria ini estuaria dibagi menjadi tiga yaitu:

1. Estuaria positif (baji garam)

Estuaria tipe ini memiliki ciri khas gradien salinitas dipermukaan perairan cenderung lebih rendah dibanding dengan salinitas pada bagian yang lebih dalam atau di dasar perairan. Rendahnya salinitas di permukaan perairan disebabkan karena air tawar yang memiliki berat jenis lebih ringan dibanding air laut akan bergerak di atas air laut dan pencampuran baru terjadi setelah beberapa saat kemudian. Kondisi ini juga disebabkan oleh karena kecilnya proses penguapan akibat rendahnya intensitas penyinaran matahari, sehingga penguapan juga relative rendah. Estuaria positif biasanya terdapat di daerah subtropis dimana penguapan relatif kecil dan volume air tawar yang masuk muara cukup besar. Estuaria tipe ini juga dapat ditemukan pada daerah tropis terutama terjadi pada saat musim penghujan dimana intensitas cahaya matahari rendah dan volume air tawar cukup besar.

2. Estuaria negatif

Estuaria tipe ini biasanya ditemukan di daerah dengan sumber atau masukan air tawar yang sangat minim atau rendah dan penguapan sangat tinggi yaitu di daerah iklim gurun pasir. Air laut masuk daerah muara sungai lewat permukaan, mengalami sedikit pengenceran karena bercampur dengan air tawar yang terbatas jumlahnya. Tingginya intensitas cahaya matahari menyebabkan penguapan sangat cepat menyebabkan air permukaan hipersalin.

3. Estuaria pencampuran sempurna

Pencampuran sempurna menghasilkan salinitas yang sama secara vertical dari permukaan sampai ke dasar perairan pada setiap titik. Estuaria seperti ini kondisinya sangat tergantung dari beberapa faktor antara lain: volume pencampuran masa air, rezim pasang surut, musim, tipe mulut muara dan berbagai kondisi khusus lainnya. Estuaria pencampuran sempurna kadang terjadi atau ditemukan di daerah tropis khususnya ketika volume dan kecepatan penggelontoran air tawar yang masuk ke daerah muara seimbang dengan pasang air laut serta ditunjang dengan mulut muara yang lebar dan dalam. Kondisi ini biasanya hanya insidental dan waktunya relatif pendek.

Estuaria sebagai ekosistem kompleks, memiliki variasi yang sangat besar dalam banyak parameter fisik dan kimia sehingga lingkungannya menjadi sangat menekan bagi



kehidupan organisme. Beberapa faktor fisik dan kimia lingkungan yang dapat menjadi faktor pembatas dalam ekosistem estuaria antara lain:

#### 1. Salinitas

Salinitas daerah estuaria sangat fluktuatif dan tergantung pada musim, topografi estuaria, aksi pasang air laut, dan volume air tawar. Dua musim dalam setahun di daerah tropis seperti di Indonesia dan tipe pasang semi diurnal pada sebagian besar wilayahnya (dua kali pasang dan dua kali surut) dalam waktu sehari semalam menyebabkan terjadinya fluktuasi salinitas yang periodisitasnya sangat pendek (sekitar 6 jam).

Aksi pasang air laut yang besar mendorong air laut masuk cukup jauh ke hulu sungai dan sebaliknya pasang turun akan mendorong kembali isohaline ke hilir. Kondisi ini menyebabkan pada daerah yang sama di estuarin memiliki salinitas yang berbeda pada waktu yang berbeda sesuai dengan perubahan aksi pasang dan volume air tawar.

Faktor ke dua yang mempengaruhi salinitas di daerah estuarin adalah kekuatan coriolis, yaitu terjadinya pembelokan arah gerak melingkar akibat rotasi bumi mengelilingi sumbunya. Berputarnya bumi pada porosnya mengakibatkan perubahan arah gerakan air laut yang masuk ke daratan (muara sungai), membelokkannya ke arah kanan dibelahan bumi sebelah utara dan ke arah kiri pada belahan bumi bagian selatan. Sebagai contoh di daerah estuaria di sekitar pulau Jawa bagian selatan, kekuatan coriolis akan membelokkan air laut yang masuk ke estuaria ke arah kiri apabila kita melihat estuaria ke arah laut. Akibatnya, pada dua titik yang berlawanan dan teletak pada jarak yang sama dari laut akan memiliki salinitas yang berbeda. Faktor ke tiga yang menyebabkan fluktuasi salinitas di estuarin adalah musim. Di Indonesia dengan dua musim yang berbeda dalam setahun akan menyebabkan perbedaan salinitas sebagai akibat berubahnya volume air tawar dan berubahnya intensitas cahaya matahari.

Fluktuasi salinitas selain terjadi di kolam airnya juga terjadi pada substrat dasarnya. Substrat estuarin yang berupa pasir atau lumpur akan menahan air diantara partikel-partikelnya. Air interstitial ini berasal dari air yang semula terdapat di atas substrat. Perubahan salinitas air interstitial jauh lebih lambat dibanding dengan air di atasnya, karena itu air interstitial serta Lumpur dan pasir di sekitarnya bersifat buffer terhadap air yang di atasnya.

Berdasarkan beberapa pengaruh faktor fisik dan kimia lingkungan terhadap terbentuknya rezim salinitas baik secara vertikal maupun horisontal di daerah estuarin dapat disimpulkan bahwa: Pada ekosistem estuarin, berdasarkan salinitasnya terbentuk tiga zona yaitu zona air tawar, air payau dan air laut. Antara zona-zona ini terdapat garis

pemisah yang hanya dapat dilewati oleh organisme yang memiliki kemampuan adaptasi fisiologi tertentu.

## 2. Suhu

Suhu air estuaria memiliki fluktuasi harian lebih besar dibanding dengan perairan lainnya. Hal ini disebabkan karena luas permukaan estuaria relatif lebih besar jika dibandingkan dengan volume airnya. Air estuaria cenderung lebih cepat panas dan lebih cepat dingin tergantung kondisi atmosfer yang melingkupinya. Alasan lain bervariasinya suhu pada ekosistem estuarin adalah karena masuknya air tawar yang suhunya lebih dipengaruhi oleh perubahan suhu musiman. Selain itu suhu di estuaria juga bervariasi secara vertikal karena pengaruh fluktuasi suhu harian. Perairan permukaan cenderung mempunyai kisaran suhu terbesar dibanding dengan perairan yang lebih dalam

## 3. Ombak dan Arus

Terjadinya ombak tergantung pada luas permukaan perairan dan juga angin. Estuaria memiliki luas perairan terbuka yang sempit karena dibatasi oleh daratan pada ketiga sisinya, dengan demikian angin yang bertiup untuk menciptakan ombak juga minimal. Kedalaman dan sempitnya mulut estuaria juga menjadi penghalang terbentuknya ombak yang besar atau menghilangkan pengaruh ombak laut yang masuk estuaria. Arus di estuaria cenderung disebabkan oleh aksi pasang air laut dan aliran sungai. Kecepatan arus tertinggi terjadi pada bagian tengah sungai/muara dimana hambatan gesek dengan dasar dan tepian menjadi minimal. Arus di daerah estuaria sering mengakibatkan timbulnya erosi dan biasanya diikuti oleh pengendapan di mulut muara. Adanya perbedaan kecepatan arus yang berasal dari sungai dari musim ke musim menyebabkan perbedaan kecepatan erosi dan pengendapan, sehingga banyak kasus terutama di beberapa tempat di Indonesia muara sungai bergeser dari tempat semula.

## 4. Substrat dasar

Kebanyakan estuaria didominasi oleh substrat berlumpur yang berasal dari proses pengendapan material baik yang dibawa oleh air laut maupun oleh air tawar dari aliran sungai. Air laut dan air sungai membawa banyak partikel pasir maupun lumpur yang tersuspensi dan keduanya bertemu di estuaria. Berbagai ion yang berasal dari laut akan mengikat partikel Lumpur yang terbawa air sungai sehingga menggumpal dan mengendap sebagai dasar substrat yang khas. Kondisi terlindung estuaria juga menyebabkan berkurangnya kecepatan air, dengan demikian partikel mengendap dan membentuk substrat dasar estuaria baik lumpur atau pasir

Pengendapan partikel juga tergantung pada arus dan ukuran partikel yang tersuspensi. Partikel yang lebih besar mengendap lebih cepat, dan arus yang kuat mempertahankan partikel tersuspensi (halus), dengan demikian substrat pada daerah dengan arus yang kuat akan didominasi oleh substrat berpasir atau kerikil dan pada daerah dengan arus yang lemah substrat dasar didominasi oleh Lumpur halus. Air laut akan melepas materi lebih besar (pasir) pada mulut estuaria, sedangkan air sungai melepas material kasar pada bagian hulu estuaria atau bahkan pada sungai itu sendiri, dengan demikian daerah tempat percampuran antara air laut dan air tawar akan didominasi oleh endapan halus (Lumpur). Di antara endapan lumpur adalah materi organik sehingga estuaria menjadi tempat yang kaya cadangan bahan makanan bagi organisme.

5. Kekeruhan (turbiditas)

Besarnya jumlah partikel tersuspensi menyebabkan pada waktu-waktu tertentu terutama pada saat musim penghujan dimana volume air tawar meningkat dan membawa material akibat erosi menyebabkan kekeruhan meningkat, demikian juga aktivitas pasang air laut. Kekeruhan biasanya minimum pada mulut muara dan semakin meningkat ke arah hulu sungai. Pengaruh ekologis kekeruhan adalah menurunnya daya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan yang selanjutnya menurunkan produktivitas primer akibat penurunan fotosintesis fitoplankton dan tumbuhan benthik.

6. DO (Oksigen terlarut)

Kandungan oksigen terlarut daerah estuaria sangat tergantung beberapa faktor antara lain: suhu, salinitas, pengadukan, dan aktivitas organisme. Melihat kondisi fisik daerah estuarin, maka secara umum wilayah ini memiliki kandungan oksigen terlarut relative tinggi dibanding perairan lain.

Pada musim kemarau yang panjang dimana penggelontoran air tawar menurun dan suhu serta salinitas relatif tinggi di permukaan perairan, menyebabkan proses pengadukan dan distribusi oksigen dari permukaan ke dasar perairan sedikit terhambat sehingga kandungan oksigen di dasar perairan menurun. Selain itu menurunnya kandungan oksigen di dasar perairan juga dapat disebabkan karena tingginya bahan organik yang terdeposit dan tingginya populasi dan individu bakteri di dalam sediment menyebabkan meningkatnya pemakaian oksigen. Ukuran partikel dalam sediment yang halus juga membatasi pertukaran air interstitial dan air yang di atasnya (kaya oksigen) sehingga oksigen sangat cepat berkurang, bahkan pada beberapa sentimeter dalam sedimen dapat bersifat anoksik.

## BIOTA ESTUARIA

### 1. Fauna

Ada tiga komponen fauna utam penghuni estuaria yaitu fauna laut, tawar dan fauna khas estuaria itu sendiri. Dari ketiganya, fauna laut merupakan yang terbesar dalam jumlah species dan individunya, karena sebagian besar fauna laut bersifat eurihalin sehingga mampu menembus dan masuk estuaria sampai batas salinitas rendah. Bahkan beberapa species tertentu seperti *Anguila sp* dapat menembus sampai salinitas 3‰.

Fauna khas air payau atau estuaria terdiri dari species yang terdapat pada kisaran salinitas antara 5‰ - 30‰, tetapi tidak ditemukan di air tawar maupun yang sepenuhnya air laut, contohnya antara lain adalah tiram (*Crassostrea ostrea*), siput kecil (*Hydrobia*), berbagai tiram dan udang.

Ada beberapa kecenderungan beberapa genera estuarin penyebarannya kea rah laut, bukan masalah toleransi fisiologis tetapi cenderung kea rah interaksi biologis (pemangsaan). Komponen fauna terakhir adalah fauna air tawar. Fauna air tawar umumnya bersifat stenohalin sehingga tidak mampu menghuni estuaria dengan salinitas di atas 5‰. Disamping fauna di atas, juga terdapat fauna yang hanya menghabiskan sebagian daur hidupnya di estuaria. Contohnya stadia juvenil beberapa jenis udang *Penaidae*. Fauna estuaria termasuk juga yang hanya masuk daerah ini sekedar untuk mencari makan termasuk beberapa jenis ikan dan burung.

### 2. Flora

Hampir semua bagian estuaria terus menerus terendam dan terdiri dari substrat Lumpur halus sehingga tidak cocok melekatnya makroalga. Kekeruhan yang sangat tinggi juga menyebabkan terbatasnya daya tembus cahaya matahari ke lapisan yang dangkal sekalipun, sehingga lapisan dasar estuaria miskin tumbuhan hidup. Hanya ada beberapa jenis algae yang sering ditemukan di sebrat dasar estuaria antara lain: *Ulva*, *Enteromorpha*, *Chaetomorpha* dan *Cladophora*, namun algae ini juga bersifat musiman. Kekeruhan yang tinggi menyebabkan flora dominan yang tumbuh sebagian besar dari kelompok tumbuhan berbungan berumur panjang yang menancapkan akar-akarnya ke dalam substrat dan membentuk komunitas khas yang dikenal sebagai Hutan Mangrove.

## ADAPTASI ORGANISME ESTUARIA

Variasi sifat habitat terutama salinitas membuat estuaria menjadi habitat yang keras dan sangat menekan bagi kehidupan organisme. Organisme untuk dapat hidup dan berhasil

membentuk koloni di daerah ini organisme harus mempunyai kemampuan untuk beradaptasi secara khusus.

### 1. Adaptasi Morfologis

Organisme yang mendiami substrat berlumpur sering kali beradaptasi dengan membentuk rumbai-rumbai halus atau rambut atau setae yang menjaga jalan masuk ke ruang pernapasan agar permukaan ruang pernapasan tidak tersumbat oleh partikel Lumpur. Organisme yang memiliki kemampuan adaptasi seperti ini adalah kepiting estuaria, dan beberapa anggauta dari *Gastropoda*.

Adaptasi yang lain adalah ukuran tubuh. Organisme estuaria umumnya mempunyai ukuran tubuh lebih kecil dibandingkan dengan kerabatnya yang hidup di laut. Contohnya adalah kepiting (*Ucha*) yang memiliki ukuran kecil, hal ini terjadi karena sebagian besar energi yang dimilikinya dipergunakan untuk beradaptasi menyesuaikan dengan kadar garam lingkungan.

### 2. Adaptasi Fisiologis

Adaptasi yang diperlukan untuk kelangsungan hidup organisme estuaria adalah berhubungan dengan keseimbangan ion cairan tubuh menghadapi fluktuasi salinitas eksternal. Kemampuan osmoregulasi sangat diperlukan untuk dapat bertahan hidup. Organisme yang memiliki kemampuan osmoregulasi dengan baik disebut osmoregulator contohnya *Copepoda*, *Cacing Polychaeta* dan *Mollusca*. Organisme yang memiliki kemampuan osmoregulasi rendah disebut osmokonformer.

Kemampuan mengatur osmosis menurut beberapa ahli sangat dipengaruhi oleh suhu. Di daerah tropic dengan suhu air lebih tinggi dan perbedaan suhu antara air tawar dan air laut kecil, biasanya dihuni oleh species estuaria lebih banyak, dan species lautan yang stenohalin dapat masuk lebih jauh ke hulu.

### 3. Adaptasi Tingkahlaku

Salah satu bentuk adaptasi tingkahlaku yang dilakukan oleh organisme estuaria adalah membuat lubang ke dalam Lumpur. Ada dua keuntungan yang didapatkan dari organisme yang beradaptasi seperti ini. Pertama, adalah dalam pengaturan osmosis. Keberadaan di dalam lubang berarti mempunyai kesempatan untuk berhubungan dengan air interstitial yang mempunyai variasi salinitas dan suhu lebih kecil dari pada air di atasnya. Kedua, membenamkan diri ke dalam substrat berarti lebih kecil kemungkinan organisme ini dimakan oleh pemangsa yang hidup di permukaan substrat atau di kolam air.

Adaptasi tingkahlaku lainnya adalah dengan cara bergerak ke hulu atau ke hilir. Tingkahlaku ini akan menjaga organisme tetap berada pada daerah dengan kisaran toleransinya. Contohnya beberapa species kepiting seperti Rajungan (*Calinectes sapidus*), ikan belanak (*Mugil mugil*), Ikan baung, Ikan banding dan lain-lain