

Hutan adalah suatu ekosistem yang di dalamnya terdapat berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut ada yang termasuk kedalam komponen kehidupan yang disebut faktor biotik dan yang lainnya termasuk komponen bukan hidup yang disebut faktor abiotik. Faktor-faktor biotik dan faktor-faktor abiotik ini saling berinteraksi secara alami di dalam ekosistem hutan sepanjang kehidupannya, sehingga ekosistem hutan tersebut eksis dan berkeeseimbangan. Di dalam ekosistem hutan alami yang disusun oleh beberapa species pepohonan terjadi interaksi antar species tersebut, yang mana interaksi tersebut dapat saling menguntungkan, merugikan dan atau tidak saling berpengaruh. Sebagai suatu komunitas tumbuh-tumbuhan, di dalam ekosistem hutan juga terjadi hubungan ketergantungan.

Di permukaan bumi ini terdapat berbagai tipe ekosistem hutan dan secara alami proses-proses interaksi antara faktor biotik dan abiotik pada semua tipe ekosistem hutan tersebut sama. Di dalam ekosistem hutan alami terdapat proses suksesi, yaitu mekanisme alami pemulihan ekosistem hutan yang mengalami gangguan, baik gangguan yang diakibatkan oleh alam maupun yang diakibatkan oleh manusia.

Ekosistem hutan bukan hanya tegakan pohon-pohon. Hutan adalah kumpulan keseluruhan dari pohon-pohon, zat-zat untuk nutrisi pohon-pohon tersebut, tumbuh-tumbuhan lain yang berinteraksi dengan pohon-pohon tersebut dalam bentuk perlindungan, kompetisi dan sebagainya, satwa-satwa, mikroorganisme yang memanfaatkannya baik secara langsung maupun tidak langsung yang memiliki efek menguntungkan atau antagonis pada pohon-pohon, serta iklim yang mempengaruhi distribusi, kelimpahan dan produktivitas seluruh organisme di dalam hutan.

Ekosistem hutan tidak mudah dikelola, karena hutan sangat kompleks dan berbeda-beda dari satu tempat ke tempat lainnya. Ekologi Hutan berusaha keras untuk mengurangi kesulitan yang ditimbulkan oleh kompleksitas dan variabilitas ini dengan mengenal dan memahaminya melalui pembelajaran dari ilmu ini.



Penerbit CV. BATANG  
Jl. Alalak Utara RT. 02. RW 01  
Kel. Alalak Utara Kec. Banjarmasin  
Utara 70125  
Telp. 081350010956



# Ekologi Hutan dan Ekosistem Lahan Basah

Setia Budi Peran  
Yudi Firmanul Arifin  
Kissinger  
Gt. Syeransyah Rudy

Penerbit CV. BATANG

# **EKOLOGI HUTAN DAN EKOSISTEM LAHAN BASAH**

**Oleh**

**Setia Budi Peran  
Yudi Firmanul Arifin  
Kissinger  
Gt. Syeransyah Rudy**

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
FAKULTAS KEHUTANAN  
BANJARBARU  
2021**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. DASAR-DASAR EKOLOGI .....	4
A. Pengertian Ekologi .....	4
B. Pembagian Ekologi .....	7
BAB III. KONSEP EKOSISTEM .....	11
A. Pengertian Ekosistem .....	11
B. Keseimbangan Dalam Ekosistem .....	14
C. Habitat dan Relung .....	15
D. Siklus Biogeokimia .....	17
BAB IV. KONSEP ORGANISASI PADA TINGKAT POPULASI .....	25
BAB V. INTERAKSI ANTAR SPECIES .....	30
BAB VI. EKOSISTEM HUTAN .....	41
A. Komponen-Komponen Hutan .....	41
B. Hutan Sebagai Komunitas Tumbuh-Tumbuhan .....	43
BAB VII. FORMASI HUTAN DAN KONDISI LINGKUNGANNYA .....	51
BAB VIII. SUKSESI HUTAN .....	60
BAB IX. EKOSISTEM LAHAN BASAH .....	64
A. Definisi Lahan Basah .....	64
B. Ekosistem Hutan Payau (Hutan Mangrof) .....	65
C. Ekosistem Hutan Rawa .....	68
D. Ekosistem Hutan Gambut .....	70
E. Ekosistem Hutan Pantai .....	73
F. Ekosistem Hutan Riparian.....	75
G. Konservasi Hutan Riparian .....	81
DAFTAR PUSTAKA .....	82
BIODATA TIM PENULIS .....	84

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Kemampuan Menyimpan Karbon Tiap-Tiap Ekosistem .....	19

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Siklus Karbon .....	18
2.2. Siklus Nitrogen .....	21
2.3. Siklus Fosfat .....	23
9.1. Zona vegetasi hutan payau dari paling dekat dengan laut ke arah darat .....	66
9.2. Ekosistem hutan mangrove.....	67
9.3. Rantai makanan pada ekosistem mangrove .....	68
9.4. Foto hutan rawa (Foto : RimbaKita.com) .....	69
9.5. Sketsa hutan gambut (Sketsa : desain system tata air dan tata ruang-blogger .....	70
9.6. Sketsa gambut obrogen (kubah gambut)(Sketsa : Ekotum Angkatan 2011 Biologi FKIP UIR .....	72
9.7 Hutan Pantai Batakan di Kalimantan Selatan .....	74
9.8. Zona riparian .....	76
9.9. Tipe hutan riparian .....	77

## **BAB I PENDAHULUAN**

Peran Ekologi Hutan dalam evolusi ilmu kehutanan adalah menyediakan :

1. Pengetahuan komponen - komponen ekosistem, proses - proses fungsional dan perubahan sepanjang waktu
2. Sistem-sistem untuk menggambarkan variabilitas ekologis dari lanskap berhutan
3. Sistem-sistem yang mana kita dapat memprediksi respon ekosistem terhadap gangguan yang disebabkan oleh manusia dan alam

Perkembangan dan penerimaan Ekologi Hutan oleh para rimbawan terjadi karena Ekologi Hutan menyediakan cara pengenalan, pemahaman, pengklasifikasian dan pemetaan variasi alami hutan serta pemrekdisian konsekuensi metode alternatif pengelolaan dimana ada kekurangan pengalaman praktis dari konsekuensi ini. Ekologi Hutan menyediakan basis ekologis untuk keberhasilan pengelolaan hutan.

Hutan tidak mudah dikelola, karena hutan sangat kompleks dan berbeda-beda dari satu tempat ke tempat lainnya. Ekologi Hutan berusaha keras untuk mengurangi kesulitan yang ditimbulkan oleh kompleksitas dan variabilitas ini dengan mengenal dan memahaminya. Barangkali cara terbaik untuk menjelaskan ini adalah dengan mendiskusikan sifat alami dari sebab-akibat biologis dan prinsip-prinsip dari paham determinasi.

Hutan bukan hanya tegakan pohon-pohon. Hutan adalah kumpulan keseluruhan dari pohon-pohon, zat-zat untuk nutrisi pohon-pohon tersebut, tumbuh-tumbuhan lain yang berinteraksi dengan pohon-pohon tersebut dalam bentuk perlindungan, kompetisi dan sebagainya, satwa-satwa, mikroorganisme yang memanfaatkannya baik secara langsung maupun tidak langsung yang memiliki efek menguntungkan atau antagonis pada pohon-pohon, serta iklim yang mempengaruhi distribusi, kelimpahan dan produktivitas seluruh organisme di dalam hutan.

Hutan adalah sistem biologis dan fisik yang kompleks, di dalamnya terdapat bermacam-macam interaksi dan saling ketergantungan antara bagian-bagian yang berbeda. Oleh sebab itu, banyak kejadian-kejadian atau kondisi-kondisi di dalam hutan ditentukan oleh banyak faktor. Hal ini diekspresikan oleh Major (1951) dalam Kimmins (2004) sebagai berikut :

1. Vegetasi = f (tanah, iklim, bahan induk, topografi, biota, waktu)
2. Tanah = f (vegetasi, iklim, bahan induk, topografi, biota, waktu)

Pekerjaan rimbawan adalah memberikan kontribusi untuk membentuk dan atau menyusun sejumlah tujuan pengelolaan yang kemudian menemukan cara untuk mencapainya. Dalam membantu menyusun tujuan-tujuan, rimbawan harus mampu memprediksi kapabilitas dan toleransi sistem ekologis dibawah pengelolaan. Dalam penetapan metode yang digunakan untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, rimbawan harus mampu menyeleksi yang terbaik diantara sejumlah alternatif yang sesuai dengan situasi yang ditangani. Hal ini memerlukan kemampuan untuk memprediksi konsekuensi berbagai alternatif. Hanya dengan cara ini diperoleh harapan yang berdasar memilih alternatif terbaik. Meskipun demikian, agar dapat membuat keberhasilan prediksi-prediksi di dalam sistem yang sangat kompleks seperti hutan, hal-hal yang harus dimiliki adalah pengetahuan tentang struktur, fungsi dan variabilitas spasial hutan tersebut. Dengan memahami bagaimana tanah, iklim, mikroorganisme, tumbuh-tumbuhan dan binatang-binatang berpengaruh satu sama lain, seorang rimbawan dapat memprediksi pertumbuhan dan produktivitas tanaman pohon, karena pengetahuan ini secara efektif membentuk hubungan pertumbuhan sebab-akibat. Dengan memahami bagaimana praktik-praktik pemanenan kayu atau tebas bakar mempengaruhi struktur dan fungsi hutan, dan dengan mengetahui kondisi tanah, iklim serta biota lokal kita dapat memprediksi konsekuensi-konsekuensi perlakuan ini pada tapak tertentu. Melalui pengetahuan dan pemahaman Ekologi Hutan dan kondisi hutan lokal akan diperoleh kemampuan memprediksi hutan ini. Melalui pengetahuan dan pemahaman Ekologi Hutan serta kondisi hutan akan diperoleh kemampuan memprediksi hutan yang bersangkutan. Melalui kemampuan memprediksi dapat ditentukan seleksi tujuan-tujuan rasional secara ekologis dan ekonomis serta metode-metode terbaik untuk mencapai tujuan tersebut.

Ekologi Hutan merupakan ilmu dasar yang penting yang dijadikan dasar bagi beberapa bidang ilmu kehutanan, misalnya silvikultur, konservasi sumberdaya hutan, manajemen hutan, manajemen satwa liar, dan perlindungan hutan. Ekologi Hutan mempunyai cakupan yang lebih luas mengingat bahwa hutan itu merupakan suatu ekosistem, sehingga Ekologi Hutan harus mempelajari hutan sebagai suatu ekosistem.

Sebuah ekosistem terdiri atas komponen hayati (makhluk hidup) dan non hayati (benda mati) yang mana antara kedua komponen tersebut saling berinteraksi, sehingga para ahli ekologi harus mencoba memahami hubungan timbal balik (interaksi) antara tumbuh-tumbuhan, binatang, manusia, dan unsur lingkungan lainnya agar dapat menjawab pertanyaan dimana tumbuh-tumbuhan, binatang atau manusia itu hidup ? Bagaimana mereka hidup ? Mengapa mereka hidup di suatu habitat ?

Mengingat ekosistem itu kompleks, demikian juga hutan maka para ahli ekologi harus mampu memahami hutan secara menyeluruh, artinya mereka harus menjadi seorang generalis yang memiliki kemampuan dalam menggunakan ilmu-ilmu pengetahuan dan teknologi terkait, serta mampu menggunakan hasil temuan seorang spesialis ilmu yang terkait untuk menyelesaikan masalah kehutanan.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Sebutkan peran Ekologi Hutan dalam evolusi ilmu kehutanan
2. Apa yang tersedia di dalam Ekologi Hutan, sehingga ilmu ini berkembang dan diterima oleh rimbawan ?
3. Mengapa hutan tidak mudah dikelola ? Jelaskan.
4. Jelaskan makna persamaan  $\text{vegetasi} = f(\text{tanah, iklim, bahan induk, topografi, biota, waktu})$
5. Jelaskan makna persamaan  $\text{tanah} = f(\text{vegetasi, iklim, bahan induk, topografi, biota, waktu})$



## **BAB II**

### **DASAR-DASAR EKOLOGI**

#### **A. Pengertian Ekologi**

Istilah ekologi pertama kali diperkenalkan oleh Ernest Haeckel, seorang ahli biologi berkebangsaan Jerman pada tahun 1869. Istilah ekologi berasal dari bahasa Yunani, yaitu *oikos* yang berarti rumah atau tempat tinggal atau tempat hidup atau habitat, dan *logos* yang berarti ilmu, telaah, studi atau kajian. Oleh karena itu, secara harfiah ekologi berarti ilmu tentang makhluk hidup dalam rumahnya atau ilmu tentang tempat tinggal makhluk hidup.

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Ekologi adalah ilmu pengetahuan mengenai hubungan antara organisme dengan lingkungannya. Dapat juga didefinisikan bahwa ekologi adalah ilmu yang mempelajari pengaruh faktor lingkungan terhadap makhluk hidup. Ada juga yang mengemukakan bahwa ekologi adalah ilmu yang mencoba mempelajari hubungan antara tumbuhan, binatang, dan manusia dengan lingkungan tempat mereka hidup; bagaimana kondisi kehidupannya, dan mengapa mereka ada atau hidup di lingkungan tersebut (Heddy dkk, 1989 dan Resosoedarmo, 1992).

Ekologi adalah ilmu yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme yang satu dengan organisme yang lain serta lingkungannya. Hubungan timbal balik itu merupakan kenyataan yang telah terbukti sebagai respons organisme dalam cara-caranya berhubungan dengan organisme lain maupun dengan semua komponen lingkungannya. Hubungan timbal balik atau interaksi antara organisme dengan lingkungannya, sesungguhnya merupakan hubungan yang sangat erat dan kompleks, sehingga ekologi disebut juga sebagai biologi lingkungan.

Lingkungan merupakan gabungan dari berbagai komponen fisik maupun hayati yang berpengaruh terhadap kehidupan organisme yang ada di dalamnya. Jadi, lingkungan mempunyai arti luas mencakup semua hal yang ada di luar organisme yang bersangkutan, misalnya radiasi matahari, suhu, curah hujan, kelembaban, topografi, parasit, predator, dan kompetitor.

Odum (1993) menyatakan bahwa ekologi adalah suatu studi tentang struktur dan fungsi ekosistem atau alam dan manusia sebagai bagiannya. Struktur ekosistem menunjukkan suatu keadaan dari sistem ekologi pada waktu dan tempat tertentu termasuk keadaan densitas organisme, biomassa, penyebaran materi (unsur hara), energi, serta faktor-faktor fisik dan kimia lainnya yang menciptakan keadaan sistem tersebut. Fungsi ekosistem menunjukkan

hubungan sebab akibat yang terjadi secara keseluruhan antar komponen dalam sistem. Ini jelas membuktikan bahwa ekologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari seluruh pola hubungan timbal balik antara makhluk hidup yang satu dengan makhluk hidup lainnya, serta dengan semua komponen yang ada di sekitarnya.

Ekologi Hutan adalah cabang dari ekologi yang khusus mempelajari ekosistem hutan. Hutan dipandang sebagai suatu ekosistem karena hubungan antara masyarakat tumbuh-tumbuhan pembentuk hutan dengan binatang liar dan alam lingkungannya sangat erat. Oleh karena itu, hutan yang dipandang sebagai suatu ekosistem dapat dipelajari dari segi autekologi maupun sinekologinya. Dari segi autekologi, maka di dalam hutan bisa dipelajari pengaruh suatu faktor lingkungan terhadap hidup dan tumbuhnya suatu jenis binatang liar atau margasatwa. Bahkan dalam autekologi dapat dipelajari pola perilaku suatu jenis binatang liar, sifat adaptasi suatu jenis binatang liar, maupun sifat adaptasi suatu jenis pohon. Dari segi sinekologi, dapat dipelajari berbagai kelompok jenis tumbuh-tumbuhan sebagai suatu komunitas, misalnya mempelajari pengaruh keadaan tempat tumbuh terhadap komposisi dan struktur vegetasi, atau terhadap produksi hutan. Dalam ekosistem hutan itu bisa juga dipelajari pengaruh berbagai faktor ekologi terhadap kondisi populasi, baik populasi tumbuh-tumbuhan maupun populasi binatang liar yang ada di dalamnya. Akan tetapi pada prinsipnya dalam Ekologi Hutan, kajian keduanya (autekologi dan sinekologi) sangat penting karena pengetahuan tentang hutan secara keseluruhan mencakup pengetahuan semua komponen pembentuk hutan, sehingga kajian ini diperlukan dalam pengelolaan sumberdaya hutan.

Hutan dipandang sebagai suatu ekosistem mengingat hutan dibentuk atau disusun oleh banyak komponen yang masing-masing komponen itu tidak bisa berdiri sendiri, tidak bisa dipisah-pisahkan, bahkan saling mempengaruhi dan saling bergantung. Berkaitan dengan hal ini perlu diperhatikan beberapa definisi yang maknanya sesuai dengan ekologi, karena definisi hutan dapat ditinjau dari faktor-faktor wujud biofisik lahan dan tumbuh-tumbuhan, fungsi ekologi, kepentingan kegiatan operasional pengelolaan atau kegiatan tertentu lainnya, dan status hukum lahan hutan. Definisi hutan berdasarkan penekanan pada konsep ekologi adalah sebagai berikut :

1. Menurut Sharma (1992) dalam Suhendang (2002) *“Forest is a plant community predominantly of trees and other woody vegetation, growing more or less closely together”*, artinya hutan adalah komunitas tumbuhan yang didominasi oleh pohon-pohon atau tumbuh-tumbuhan berkayu lain, tumbuh secara bersama-sama dan cukup rapat. Definisi hutan ini lebih menekankan kepada wujud biofisik hutan berdasarkan jenis tumbuh-tumbuhan yang dominan (pohon-pohon atau tumbuhan berkayu lainnya), sifat

pertumbuhan pohon (bersama-sama dan cukup rapat) dan berfungsi sebagai komunitas tumbuh-tumbuhan. Ukuran kerapatan pohon minimal dari sisi fungsi ekologis hutan adalah kemampuannya untuk menciptakan iklim mikro di dalam hutan yang berbeda dengan keadaan di sekitar atau di luarnya.

2. Menurut Helms (1998) dalam Suhendang (2002) "*Forest is an ecosystem characterized by a more or less dense and extensive tree cover, often consisting of stands varying in characteristics such as species composition, structure, age class, and associated process, and commonly including meadows, stream, fish, and wildlife. Forest include special kinds such as industrial forests, non industrial private forest, plantations, publics forests, protection forests, and urban forests*", artinya hutan adalah sebuah ekosistem yang dicirikan oleh penutupan pohon-pohon yang cukup rapat dan luas, seringkali terdiri atas tegakan-tegakan yang beraneka ragam sifat seperti komposisi jenis, struktur, kelas umur, dan proses-proses yang berhubungan; pada umumnya mencakup padang rumput, sungai, ikan, dan satwa liar. Hutan mencakup pula bentuk khusus seperti hutan industri, hutan milik non industri, hutan tanaman, hutan publik, hutan lindung dan hutan kota. Definisi hutan ini lebih menekankan kepada fungsi hutan sebagai sebuah ekosistem dengan ciri-ciri yang khusus, yaitu penutupan pohon yang rapat dan cukup luas dan terdiri atas beberapa tegakan yang memiliki ciri-ciri yang beragam dalam hal komposisi jenis, struktur, kelas umur dan proses-proses lain yang berhubungan.
3. Menurut Departemen Kehutanan (1989), hutan adalah suatu ekosistem yang bercirikan liputan pohon yang cukup luas, baik yang lebat atau kurang lebat. Definisi ini menekankan fungsi hutan sebagai sebuah ekosistem yang memiliki ciri penutupan pohon yang cukup luas dengan kerapatan pohon lebat (tinggi) atau kurang lebat.

Di dalam pengertian hutan terkandung dan erat kaitannya dengan proses alam yang saling berhubungan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Proses yang berkenaan dengan siklus air dan pengawetan tanah yang disebut proses hidro-orologis, artinya hutan merupakan gudang penyimpanan air dan tempat penyerapan air hujan yang akhirnya akan mengalir ke sungai-sungai di areal hutan yang memiliki mata air, dan proses ini berlangsung secara teratur mengikuti irama alam. Selain itu, adanya komunitas tumbuhan berupa hutan bisa berperan untuk melindungi tanah dari erosi, serta melestarikan siklus unsur hara di dalamnya.
2. Proses pengendalian iklim maupun pengaruh iklim terhadap eksistensi hutan. Vegetasi berupa hutan merupakan komponen alam yang mampu mengendalikan iklim melalui pengendalian fluktuasi atau perubahan unsur-unsur iklim yang ada di sekitarnya

misalnya temperatur, kelembaban, angin dan curah hujan, serta menentukan kondisi iklim setempat dan iklim makro. Sebaliknya, unsur-unsur iklim tersebut adalah komponen alam yang mempengaruhi kehidupan, sehingga curah hujan (air), radiasi matahari, temperatur, kelembaban, dan angin semuanya mempengaruhi kehidupan yang ada di permukaan bumi.

3. Proses yang berkaitan dengan kesuburan tanah. Tanah hutan merupakan tempat pembentukan humus yang utama dan tempat penyimpanan unsur-unsur mineral yang dibutuhkan oleh tumbuh-tumbuhan dan akan mempengaruhi komposisi dan struktur vegetasi hutan yang terbentuk. Kesuburan tanah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis batuan induk yang membentuknya, kondisi selama dalam proses pembentukan, tekstur dan struktur tanah, kelembaban tanah, suhu tanah, air tanah, topografi wilayah, vegetasi, dan organisme hidup. Semua faktor tersebut yang menyebabkan terbentuknya bermacam-macam formasi hutan dan vegetasi hutan.
4. Keanekaragaman hayati. Hutan merupakan gudang plasma nutfah (sumber genetik) dari berbagai jenis tumbuhan (flora) dan binatang (fauna). Jika hutan rusak, dapat dipastikan akan terjadi erosi plasma nutfah yang akan berakibat punahnya berbagai kehidupan yang tadinya ada di hutan serta menurunnya keanekaragaman hayati. Perlu diperhatikan bahwa keanekaragaman hayati merupakan sumberdaya alam yang sangat bermanfaat.
5. Kekayaan sumberdaya alam. Hutan merupakan sumberdaya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan manusia karena dapat memberikan sumbangan hasil alam yang cukup besar bagi negara. Selain itu, hutan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar hutan sebagai sumber pemenuhan kebutuhan hidupnya baik berupa kayu, binatang liar, pangan, rumput, lateks, resin maupun obat-obatan.
6. Obyek wisata alam. Hutan mempunyai potensi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber inspirasi, sarana untuk mengenal dan mengagumi keagungan ciptaan Tuhan Yang Maha Esa (Allah), dan sebagai tempat rekreasi.

## **B. Pembagian Ekologi**

Ekologi merupakan salah satu cabang ilmu biologi. Biologi murni dapat dibagi-bagi berdasarkan dua sisi pembagian, yaitu pembagian berdasarkan atas lapisan horizontal disebut pembagian dasar, dan pembagian berdasarkan atas lapisan vertikal disebut pembagian taksonomi. Pembagian ilmu biologi diilustrasikan sebagai pembagian biologi kue lapis (Odum, 1993 *dalam* Indriyanto, 2006). Biologi kue lapis ini dirinci sesuai dengan sisi pembagiannya sebagai berikut :

1. Berdasarkan atas keratan horizontal, cabang-cabang ilmu biologi itu antara lain :

- a. Morfologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari bentuk luar organisme
  - b. Fisiologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari proses kerja yang terjadi di dalam tubuh organisme
  - c. Genetika, yaitu cabang biologi yang mempelajari sifat keturunan organisme
  - d. Evolusi, yaitu cabang biologi yang mempelajari perubahan atau perkembangan organisme dari waktu ke waktu
  - e. Anatomi, yaitu cabang biologi yang mempelajari bagian dalam organisme
  - f. Histologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari jaringan tubuh organisme
  - g. Ekologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan lingkungannya
  - h. Biologi Molekul, yaitu cabang biologi yang mempelajari senyawa-senyawa organik dalam sel
2. Berdasarkan atas keratan vertikal, cabang-cabang ilmu biologi itu antara lain :
- a. Bakteriologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari kehidupan bakteri
  - b. Ornitologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari burung
  - c. Entomologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari serangga
  - d. Botani, yaitu cabang biologi yang mempelajari tumbuh-tumbuhan
  - e. Mikologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari jamur
  - f. Mikrobiologi, yaitu cabang biologi yang mempelajari mikroba

Berdasarkan atas pemahaman ekologi, maka organisasi makhluk hidup mempunyai tingkatan dari yang paling sederhana hingga paling kompleks. Tingkatan organisasi makhluk hidup itu terdiri atas protoplasma, sel, jaringan, organ, sistem organ, organisme, populasi, komunitas, ekosistem, dan biosfir. Ekologi lebih banyak memperhatikan empat hal terakhir dari tingkatan organisasi makhluk hidup tersebut, yaitu populasi, komunitas, ekosistem dan biosfir. Meskipun demikian ekologi juga mempelajari organisme secara individu (autekologi).

Ekologi dapat dikelompokkan menurut bidang kajiannya antara lain berdasarkan atas komposisi jenis organisme, berdasarkan atas habitatnya, dan berdasarkan atas taksonomi atau sistematika makhluk hidup.

Berdasarkan atas komposisi jenis organisme yang dikaji, ekologi digolongkan sebagai berikut :

1. Autekologi, yaitu ekologi yang mempelajari suatu species organisme atau organisme secara individu yang berinteraksi dengan lingkungannya. Contoh autekologi misalnya mempelajari sejarah hidup suatu species organisme (baik tumbuhan maupun binatang), perilaku dan adaptasinya terhadap lingkungan. Jadi, jika kita mempelajari hubungan antara jenis pohon *Shorea leprosula* (meranti merah) dengan lingkungannya, maka ini termasuk autekologi. Contoh lain adalah mempelajari perilaku hidup bekantan (*Nasalis larvatus*) di habitat aslinya, pada hutan mangrove di Desa Asam-Asam (Kalimantan Selatan), mempelajari adaptasi jenis pohon *Shorea johorensis* di areal hutan sekunder bekas tebangan (rusak berat), dan sebagainya.
2. Sinekologi, yaitu ekologi yang mempelajari kelompok organisme yang tergabung dalam satu kesatuan dan saling berinteraksi dalam daerah tertentu. Misalnya mempelajari struktur dan komposisi jenis tumbuhan di hutan rawa, hutan gambut atau hutan mangrove, mempelajari pola distribusi binatang liar di hutan alam, hutan wisata, suaka margasatwa, atau di taman nasional, dan sebagainya.

Berdasarkan atas habitat suatu species atau kelompok species organisme, maka ekologi digolongkan sebagai berikut :

1. Ekologi daratan (terrestrial), yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan organisme lainnya serta dengan semua komponen lingkungan yang ada di wilayah daratan. Contoh wilayah daratan adalah tegalan, kebun, ladang, hutan lahan kering, padang rumput dan lain-lain.
2. Ekologi air tawar, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan organisme lainnya serta dengan semua komponen lingkungan yang ada di wilayah perairan tawar. Contoh wilayah perairan tawar adalah danau, sungai, kolam, rawa atau sawah.
3. Ekologi bahari, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan organisme lainnya serta dengan semua komponen lingkungannya yang ada di wilayah perairan asin atau lautan.
4. Ekologi estuarin, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan organisme lainnya serta dengan semua komponen lingkungan yang ada di wilayah perairan payau. Contoh wilayah perairan payau adalah wilayah yang ditumbuhi oleh hutan nipah (*Nypa fruticans*).
5. Ekologi padang rumput, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara organisme dengan organisme lainnya serta dengan semua komponen lingkungan yang ada di wilayah padang rumput.

Berdasarkan taksonomi atau sistematika makhluk hidup, maka cabang-cabang ekologi yang dapat berkembang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Ekologi tumbuh-tumbuhan, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara tumbuh-tumbuhan dengan semua komponen lingkungan yang ditempatinya.
2. Ekologi serangga, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara serangga dengan semua komponen lingkungan yang ditempatinya.
3. Ekologi burung, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara burung dengan semua komponen lingkungan yang ditempatinya.
4. Ekologi vertebrata, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara hewan vertebrata dengan semua komponen lingkungan yang ditempatinya.
5. Ekologi mikroba, yaitu mempelajari hubungan timbal balik antara hewan jasad renik dengan semua komponen lingkungan yang ditempatinya.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Jelaskan pengertian ekologi menurut Odum (1993).
2. Jelaskan apa sebabnya sehingga hutan dipandang sebagai suatu ekosistem ?
3. Hutan sebagai suatu ekosistem dapat dipelajari dari segi autekologi maupun sinekologi. Jelaskan pengertian autekologi dan sinekologi tersebut.
4. Sebutkan pengertian hutan menurut Sharma (1992).
5. Sebutkan pengertian hutan menurut Helms (1998)
6. Hutan terkait erat dengan proses alam berupa siklus air dan pengawetan tanah yang disebut proses hidro-orologis. Jelaskan apa yang dimaksud dengan proses hidro-orologis ?
7. Hutan terkait erat dengan proses pengendalian iklim maupun pengaruh iklim terhadap eksistensi hutan. Jelaskan maksud dari pernyataan ini.
8. Hutan terkait erat dengan kesuburan tanah hutan. Jelaskan maksud dari pernyataan ini.
9. Hutan terkait dengan keanekaragaman hayati. Jelaskan maksud dari pernyataan ini.

## **BAB III**

### **KONSEP EKOSISTEM**

#### **A. Pengertian Ekosistem**

Istilah ekosistem pertama kali diusulkan oleh seorang ahli ekologi berkebangsaan Inggris bernama A.G. Tansley pada tahun 1935, meskipun sebenarnya konsep ini bukan sesuatu yang baru, karena pada tahun 1800-an pernyataan-pernyataan resmi tentang istilah dan konsep yang berkaitan dengan ekosistem mulai terbit dalam literatur-literatur ekologi di Amerika, Eropa dan Rusia.

Beberapa penulis lain telah menggunakan istilah yang berbeda, namun maksudnya sama dengan ekosistem. Misalnya pada tahun 1877 seorang ahli ekologi bangsa Jerman bernama Karl Mobius telah menulis tentang komunitas organisme di dalam batu karang, dengan menggunakan istilah *biocoenosis*. Pada tahun 1887 seorang ahli ekologi berkebangsaan Amerika bernama S.A. Forbes telah menulis karangan kuno tentang danau dengan menggunakan istilah *microcosm*. Pada periode tahun 1846 – 1903 seorang ahli ekologi bangsa Rusia bernama V.V. Dokuchaev dan seorang ahli ekologi hutan bangsa Rusia bernama G.F. Morozov telah menaruh perhatian besar terhadap ekosistem dan menggunakan istilah biokoenoisis, sedangkan di kalangan ahli ekologi bangsa Rusia sering menggunakan istilah geobiokoenoisis. Friedderichs pada tahun 1930 menggunakan istilah *holocoen*, Thienemann pada tahun 1939 menggunakan istilah *biosystem*, Vernadsky pada tahun 1944 menggunakan istilah *bioenert body*.

Beberapa defenisi tentang ekosistem dikemukakan sebagai berikut :

1. Ekosistem adalah suatu unit ekologi yang di dalamnya terdapat struktur dan fungsi. Struktur yang dimaksud di sini adalah berhubungan dengan keanekaragaman jenis (*species diversity*). Pada ekosistem yang strukturnya kompleks, akan memiliki keanekaragaman jenis yang tinggi. Kata fungsi di sini berhubungan dengan siklus materi dan arus energi melalui komponen-komponen ekosistem.
2. Ekosistem adalah tatanan kesatuan secara kompleks yang di dalamnya terdapat habitat, tumbuhan dan binatang yang dipertimbangkan sebagai unit kesatuan secara utuh, sehingga semuanya akan menjadi bagian mata rantai siklus materi dan aliran energi.
3. Ekosistem adalah unit fungsional dasar dalam ekologi yang di dalamnya tercakup organisme dan lingkungannya (faktor biotik dan abiotik) dan di antara keduanya saling mempengaruhi. Ekosistem dikatakan sebagai suatu unit fungsional dasar dalam ekologi karena merupakan satuan terkecil yang memiliki komponen secara lengkap, memiliki relung ekologi secara lengkap, serta terdapat proses ekologi secara lengkap, sehingga di dalam unit ini siklus energi dan arus energi terjadi sesuai dengan kondisi ekosistemnya.
4. Ekosistem adalah tatanan kesatuan secara utuh menyeluruh antara segenap unsur lingkungan hidup yang saling mempengaruhi (UU Lingkungan Hidup, 1977). Unsur-unsur lingkungan hidup baik biotik maupun abiotik, baik makhluk hidup maupun benda mati, semuanya tersusun sebagai



satu kesatuan dalam ekosistem yang masing-masing tidak bisa berdiri sendiri, tidak bisa hidup sendiri, melainkan saling berhubungan, saling mempengaruhi, saling berinteraksi, sehingga tidak dapat dipisahkan.

5. Ekosistem adalah suatu sistem ekologi yang terbentuk oleh hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Tingkatan organisasi ini dikatakan sebagai suatu sistem karena memiliki komponen-komponen dengan fungsi yang berbeda yang terkoordinasi secara baik sehingga masing-masing komponen berhubungan timbal balik. Hubungan timbal balik ini terwujud dalam rantai makanan dan jaring makanan yang pada setiap proses ini terjadi aliran energi dan siklus materi.

Dari definisi diperoleh pemahaman bahwa ekosistem adalah konsep dengan 5 atribut, yaitu :

1. Atribut struktur, ekosistem dibentuk dari komponen biotik dan komponen abiotik
2. Atribut fungsi, pertukaran material dan energi antara lingkungan fisik dan komunitas kehidupan
3. Atribut kompleksitas, hasil dari tingkat integrasi biologis yang tinggi yang menjadi sifat di dalam suatu ekosistem. Seluruh kejadian-kejadian dan kondisi-kondisi di dalam ekosistem ditentukan berkali-kali, oleh karenanya sulit untuk memprediksi tanpa pengetahuan tentang struktur dan proses-proses fungsional dari sistem tersebut.
4. Atribut interaksi dan saling ketergantungan, saling hubungan dari berbagai komponen-komponen hidup dan non hidup di dalam ekosistem. Perubahan pada satu faktor akan mengakibatkan terjadinya perubahan terhadap faktor lainnya.
5. Atribut perubahan temporer. Ekosistem tidak statis, sistem-sistem tidak berubah. Disamping pertukaran materi dan energi yang kontinyu, struktur dan fungsi suatu ekosistem seluruhnya mengalami perubahan sepanjang waktu

Kalau dilihat dari fungsinya, ekosistem terdiri atas 2 komponen, yaitu :

1. Komponen autotrof (autos = sendiri; trophikos = menyediakan makanan), yaitu organisme yang mampu menyediakan atau mensintesis makanannya sendiri berupa bahan-bahan organik dari bahan-bahan anorganik dengan bantuan energi matahari dan klorofil. Oleh karena itu organisme yang mengandung klorofil termasuk kedalam golongan autotrof atau disebut organisme autotrof, dan pada umumnya adalah golongan tumbuh-tumbuhan. Pada komponen autotrof ini terjadi pengikatan energi radiasi matahari dan sintesis bahan anorganik menjadi bahan organik kompleks.
2. Komponen heterotrof (hetero = berbeda, lain), yaitu organisme yang memanfaatkan bahan-bahan organik sebagai bahan makanannya dan bahan tersebut disintesis dan disediakan oleh organisme lain. Jadi, komponen heterotrof memperoleh bahan makanan dari komponen autotrofk, kemudian sebagian anggota komponen ini menguraikan bahan organik kompleks kedalam bentuk bahan anorganik yang sederhana. Hewan, jamur, dan jasad renik (mikroorganisme) termasuk kedalam kelompok ini.

Kalau dilihat dari penyusunnya (struktur), ekosistem dibedakan atas :

1. Bahan tak hidup (abiotik, non hayati), yaitu komponen fisik dan kimia yang terdiri atas tanah, air, udara, sinar matahari, dan sebagainya, dan merupakan medium atau substrat untuk berlangsungnya kehidupan.
2. Produsen, yaitu organisme autotrof yang umumnya tumbuh-tumbuhan berklorofil. Produsen ini menggunakan energi radiasi matahari dalam proses fotosintesis, sehingga mampu mengasimilasi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O menghasilkan energi kimia yang tersimpan dalam karbohidrat. Energi kimia inilah yang merupakan sumber energi yang kaya senyawa karbon. Dalam proses fotosintesis tersebut oksigen dikeluarkan oleh tumbuh-tumbuhan hijau kemudian dimanfaatkan oleh semua makhluk hidup dalam proses pernapasan.
3. Konsumen, yaitu organisme heterotrof. Misalnya hewan dan manusia yang memakan organisme lain. Jadi yang disebut sebagai konsumen adalah semua organisme di dalam ekosistem yang menggunakan hasil sintesis (bahan organik) dari produsen atau dari organisme lainnya. Berdasarkan kategori tersebut, maka yang termasuk konsumen adalah semua jenis hewan dan manusia yang terdapat di dalam suatu ekosistem. Konsumen dapat digolongkan menjadi konsumen tingkat pertama, konsumen tingkat kedua, konsumen tingkat ketiga, dan mikrokonsumen. Konsumen tingkat pertama adalah golongan herbivora (pemakan tumbuh-tumbuhan hijau), misalnya kelinci, kijang, dan lain-lain. Konsumen tingkat kedua adalah golongan karnivora kecil (pemakan hewan yang masih hidup) dan omnivora (pemakan herbivora dan tumbuh-tumbuhan). Konsumen tingkat ketiga adalah golongan karnivora besar (hewan yang memangsa karnivora kecil, herbivora maupun omnivora), misalnya singa, harimau, serigala dan lain-lain. Mikrokonsumen adalah tumbuh-tumbuhan atau hewan yang hidupnya sebagai parasit dan saproba. Parasit hidupnya bergantung pada sumber makanan dari inangnya, sedangkan saproba hidup dengan memakan bangkai hewan dan tumbuh-tumbuhan yang mati.
4. Pengurai, yaitu organisme heterotrof yang menguraikan bahan organik yang berasal dari organisme mati. Pengurai pada umumnya terdiri atas bakteri dan jamur. Berdasarkan tahapan proses penguraian bahan organik dari organisme mati, pengurai terdiri atas dekomposer dan transformer. Dekomposer adalah mikroorganisme yang menyerang bangkai hewan dan sisa tumbuh-tumbuhan mati, kemudian memecah bahan organik kompleks ke dalam ikatan yang lebih sederhana, dan proses dekomposisi ini disebut humifikasi yang menghasilkan humus. Transformer adalah mikroorganisme yang meneruskan proses dekomposisi dengan mengubah ikatan organik sederhana ke dalam bentuk bahan anorganik yang siap dimanfaatkan lagi oleh produsen (tumbuh-tumbuhan), dan proses dekomposisi ini disebut mineralisasi yang menghasilkan zat hara.

Pada semua ekosistem dengan tingkat organisasi yang berbeda di dalamnya selalu terdapat empat komponen utama, selalu terjadi interaksi antar komponen, dan terdapat proses ekologis yang

secara umum sama. Perbedaan antar ekosistem yang tingkat organisasinya berbeda itu hanya terletak pada beberapa hal, yaitu antara lain :

1. Banyaknya jenis organisme produsen
2. Banyaknya jenis organisme konsumen
3. Banyaknya jenis organisme pengurai
4. Jumlah dan jenis komponen abiotik
5. Kompleksitas interaksi antar komponen di dalam ekosistem
6. Berbagai proses ekologis yang berjalan di dalam ekosistem

Dalam hal tingkatan organisasi, ekosistem kolam adalah organisasi paling sederhana. Suatu danau organisasinya lebih kompleks. Suatu wilayah kepulauan organisasinya lebih kompleks lagi. Ekosistem yang organisasinya paling kompleks adalah ekosistem bumi secara keseluruhan.

Sifat ekosistem yang universal, baik ekosistem darat dan perairan ataupun ekosistem buatan seperti hutan tanaman, kebun atau sawah semuanya merupakan interaksi antara komponen autotrof dengan heterotrof. Ada dua hal yang penting dalam sifat universal itu, pertama seringkali fungsi dan organisme yang menjalankan proses interaksi terpisahkan secara fisik dalam arti bahwa berbagai organisme itu tersusun dalam stratifikasi. Kedua, fungsi dasar umumnya terpisah oleh waktu, sehingga terdapat tenggang waktu lama antara terbentuknya bahan yang diproduksi oleh organisme autotrof dengan pemanfaatan produk tersebut oleh organisme heterotrof. Contoh, dalam suatu ekosistem hutan hasil fotosintesis hanya sebagian kecil saja yang segera dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan, oleh hewan herbivora, dan oleh parasit tumbuh-tumbuhan. Sebagian besar produk fotosintesis memerlukan waktu lama sampai menjadi serasah yang jatuh ke tanah, kemudian menjadi substrat dan bahan dasar untuk kehidupan organisme heterotrof.

Pentingnya konsep ekosistem terletak pada pengenalan yang jelas dari kompleksitas, interaksi, proses-proses fungsional dan perubahan sepanjang waktu. Kelemahannya terletak pada sulitnya penggunaan konsep ekosistem untuk identifikasi, pemetaan, deskripsi, dan studi tentang ekosistem spesifik karena kegagalannya untuk menetapkan batas-batas fisiknya. Satu individu makhluk hidup adalah satuan yang nyata. Makhluk hidup ini mempunyai ukuran fisik yang jelas. Populasi dan komunitas juga satuan yang ditentukan secara spasial, walaupun ukurannya kadang-kadang sulit ditentukan. Sekumpulan burung pipit adalah populasi yang dapat diidentifikasi dengan mudah, tetapi batas-batas spasialnya sulit dibuat karena ruang yang ditempati dapat berubah secara periodik. Dengan demikian, selain masalah-masalah ini fokus perhatian populasi dan komunitas secara jelas adalah pada keseluruhan fisik yang nyata yang sering dapat ditetapkan dengan mudah. Ekosistem memfokuskan pada struktur, kompleksitas organisasi, interaksi dan saling ketergantungan serta fungsi sistem, bukan pada batas sistem geografis.

## **B. Keseimbangan Dalam Ekosistem**

Dalam suatu ekosistem terdapat suatu keseimbangan yang dinamakan *homeostatis* (homeo = sama, statis = berdiri), yaitu kemampuan ekosistem untuk menahan berbagai perubahan dalam sistem

secara keseluruhan. Keseimbangan itu diatur oleh berbagai faktor yang sangat rumit. Dalam mekanisme keseimbangan ini, termasuk mekanisme yang mengatur penyimpanan bahan-bahan, pelepasan hara makanan, pertumbuhan organisme dan populasi, proses produksi, serta dekomposisi bahan-bahan organik.

Kondisi ekosistem dalam keseimbangan mengandung arti bahwa ekosistem tersebut telah mantap atau telah mencapai klimaks, sehingga ekosistem mempunyai daya tahan yang besar untuk menghadapi berbagai gangguan yang menimpanya. Daya tahan ekosistem dalam menghadapi gangguan sangat bergantung pada usia dari ekosistem tersebut. Ekosistem muda daya tahannya lebih rendah dibandingkan dengan yang dewasa (tua).

Daya tahan ekosistem yang besar menunjukkan bahwa ekosistem mampu menghadapi gangguan, sehingga perubahan-perubahan yang terjadi akibat gangguan itu masih ditolerir bahkan ekosistem mampu pulih kembali dan menuju kondisi keseimbangan. Berkaitan dengan daya tahan ini, dalam ekologi ada istilah daya lenting yang menunjukkan kemampuan ekosistem untuk pulih setelah adanya gangguan. Makin cepat kondisi ekosistem pulih berarti makin pendek masa pulih, makin banyak gangguan yang dapat ditanggulangi, sehingga berarti juga makin besar atau makin tinggi daya lentingnya.

Meskipun suatu ekosistem mempunyai daya tahan yang besar sekali terhadap perubahan, tetapi biasanya batas mekanisme homeostatis dengan mudah dapat diterobos oleh aktivitas manusia. Contoh, penebangan hutan alam, merupakan suatu proses yang sering melampaui batas yang dapat merusak mekanisme homeostatis di dalam ekosistem hutan.

### **C. Habitat dan Relung**

Habitat dan Relung adalah dua istilah yang berkaitan dengan kehidupan organisme. Habitat adalah tempat suatu organisme hidup. Kalau ingin mencari suatu organisme tertentu, maka harus diketahui tempat hidupnya. Jadi habitat suatu organisme dapat disebut alamat organisme yang bersangkutan. Relung (*niche*) adalah profesi atau status suatu organisme dalam suatu komunitas dan ekosistem tertentu, yang merupakan hasil adaptasi struktural, tanggap fisiologis serta perilaku spesifik organisme itu. Jadi relung suatu organisme bukan hanya ditentukan oleh tempat organisme itu hidup, tetapi juga oleh berbagai fungsi yang dikerjakannya. Boleh pula dikatakan bahwa secara biologis relung adalah profesi organisme di dalam lingkungan hidupnya.

Semua organisme mempunyai tempat hidup. Misalnya ikan hiu hidup di dalam air laut, ikan gabus (haruan) hidup di dalam air tawar, durian di tanah darat, eceng gondok di perairan terbuka, dan sebagainya.

Habitat dapat juga digunakan untuk menunjukkan tempat tumbuh sekelompok organisme dari berbagai jenis yang membentuk suatu komunitas. Misalnya habitat padang rumput, habitat hutan mangrove, habitat hutan nipah, dan sebagainya. Dalam hal ini habitat mencakup lingkungan abiotik dan lingkungan biotik (dalam arti organisme lain yang merupakan faktor lingkungan).

Habitat suatu organisme pada umumnya mengandung faktor ekologis yang sesuai dengan persyaratan hidup organisme yang menghuninya. Persyaratan hidup setiap organisme merupakan kisaran faktor-faktor ekologis yang ada di dalam habitat dan diperlukan oleh setiap organisme untuk mempertahankan hidupnya. Kisaran faktor-faktor ekologis bagi setiap organisme memiliki kisaran yang berbeda yang pada batas bawah disebut titik minimum, batas atas disebut titik maksimum, diantara titik minimum dan titik maksimum disebut titik optimum. Ketiga titik tersebut disebut titik kardinal.

Setiap organisme mempunyai habitat yang sesuai dengan kebutuhannya. Apabila ada gangguan yang menimpa pada habitat akan menyebabkan terjadinya perubahan pada komponen habitat, sehingga ada kemungkinan habitat menjadi tidak cocok lagi bagi organisme yang menghuninya. Jadi, apabila kondisi habitat berubah hingga di luar titik minimum dan maksimum (diluar kisaran faktor-faktor ekologis) yang diperlukan oleh setiap organisme di dalamnya, maka organisme itu dapat mati atau pindah (migrasi) ke tempat lain. Jika perubahan yang terjadi di dalam habitat berjalan lambat, misalnya berjalan beberapa generasi maka organisme penghuninya umumnya bisa menyesuaikan diri dengan kondisi yang baru (berubah) meskipun diluar batas-batas semula. Melalui proses adaptasi tersebut, lama kelamaan terbentuklah ras-ras baru yang mempunyai sifat berbeda dengan sebelumnya.

Habitat organisme bisa lebih dari satu tempat. Misalnya burung pipit habitatnya di sawah untuk aktivitas mencari makan, juga mempunyai habitat di atas pepohonan untuk bertelur. Pohon ramin (*Gonystylus bancanus*) habitatnya di hutan gambut juga di hutan daratan dengan tanah berpasir pada ketinggian tempat 2 – 100 m dari permukaan laut. Pohon matoa (*Pometia pinnata*) habitatnya di pinggir sungai, juga di daerah yang bertanah liat, tanah pasir atau lempung di hutan daratan dataran rendah hingga di hutan pegunungan (ketinggian tempat kurang dari 1.700 m dpl). Pohon kempas (*Koompassia malaccensis*) habitatnya di hutan rawa, juga di hutan daratan dengan tanah liat atau pasir yang ketinggian tempatnya adalah 0 – 600 m dpl.

Di dalam habitat, setiap organisme mempunyai cara tertentu untuk hidup. Misalnya, burung yang hidup di sawah ada yang memakan serangga, ada yang memakan buah padi, ada yang memakan katak, ada juga yang memakan ikan. Cara hidup organisme seperti ini disebut relung (*niche*).

Relung menunjukkan peranan fungsional dan posisi atau status suatu organisme di dalam ekosistem. Relung suatu organisme ditentukan oleh habitatnya dan oleh berbagai fungsi yang dikerjakannya, sehingga dikatakan sebagai profesi organisme di dalam habitatnya. Profesi organisme menunjukkan fungsi organisme di dalam habitatnya. Berbagai organisme dapat hidup bersama dalam satu habitat, akan tetapi jika dua atau lebih organisme mempunyai relung yang sama dalam satu habitat, maka akan terjadi persaingan. Oleh sebab itu, semakin besar kesamaan relung dari organisme-organisme yang hidup bersama di dalam satu habitat maka semakin intensif persaingannya.

#### **D. Siklus Biogeokimia**

Di dalam alam telah diketahui sekitar 100 unsur kimia, tetapi hanya 30 – 40 unsur saja yang sangat diperlukan oleh makhluk hidup. Beberapa unsur seperti karbon, nitrogen, hidrogen dan oksigen diperlukan dalam jumlah banyak, sedangkan yang lainnya diperlukan dalam jumlah yang kecil.

Semua unsur kimia, termasuk unsur esensial yang terdapat di dalam protoplasma cenderung untuk bersirkulasi di dalam biosfir, dari lingkungan ke organisme dan kembali ke lingkungan mengikuti jejak-jejak yang berkarakteristik tertentu.

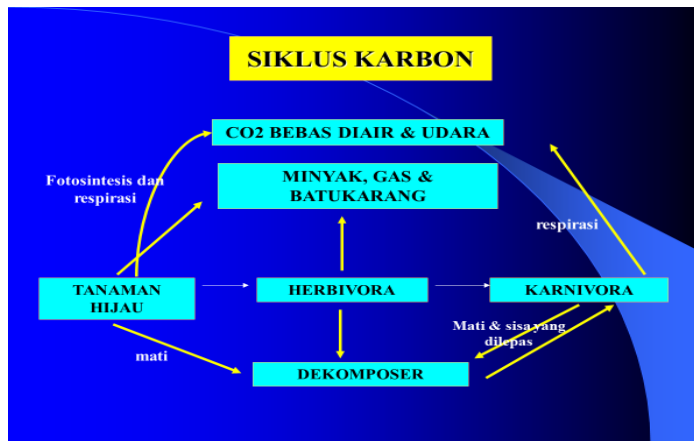
Semua bahan kimia dapat beredar berulang-ulang melewati ekosistem secara tak terbatas. Jika suatu organisme mati, maka bahan organik yang terdapat pada tubuh organisme tersebut akan dirombak menjadi komponen abiotik dan dikembalikan lagi ke dalam lingkungan. Peredaran bahan abiotik dari lingkungan melalui komponen biotik dan kembali lagi ke lingkungan dikenal sebagai siklus biogeokimia.

Unsur-unsur kimia yang ada di alam kemungkinan terdapat dalam bentuk padat berupa garam-garam mineral, dalam bentuk cair, dan gas yang dapat disintesis oleh tumbuh-tumbuhan menjadi berbagai senyawa organik seperti karbohidrat, protein, nukleoprotein, asam dioksiribonukleat (DNA), asam ribonukleat (RNA), dan senyawa lainnya yang menyusun tubuh organisme. Unsur abiotik tersebut memasuki sel melalui media air yang berperan sebagai pembawa semua gas dan garam mineral yang larut. Banyaknya air lebih kurang 20 - 99 % dari bobot segar tumbuh-tumbuhan yang masuk ke dalam tubuh tumbuh-tumbuhan melalui sistem perakaran membawa unsur-unsur hara yang berguna untuk pertumbuhan. Di dalam tubuh tumbuh-tumbuhan, setiap bentuk hasil metabolisme juga diangkut melalui media air. Dengan demikian, air mempunyai peranan penting dalam proses kehidupan di dalam ekosistem.

Siklus biogeokimia dikelompokkan kedalam tipe siklus gas (gas karbon, nitrogen, belerang), tipe siklus padatan/siklus sedimen (fosfor), dan tipe siklus air (hidrologi).

##### **1. Siklus Karbon**

Karbon merupakan salah satu unsur yang mengalami daur dalam ekosistem. Dimulai dari karbon yang ada di atmosfer berpindah melalui tumbuhan-tumbuhan hijau (produsen), konsumen, dan organisme pengurai, kemudian kembali ke atmosfer. Di atmosfer karbon terikat dalam bentuk senyawa karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Komponen dan proses yang berhubungan dengan siklus karbon dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Siklus Karbon

Karbon dioksida merupakan bagian udara esensial yang dapat mempengaruhi radiasi panas dari bumi, dan dapat membentuk persediaan karbon anorganik. Proses fotosintesis yang terjadi pada tumbuhan-tumbuhan hijau (produsen) merupakan proses perubahan karbon dioksida sebagai karbon anorganik menjadi karbohidrat sebagai senyawa hidrokarbon yang dalam hal perubahan karbon disebut juga senyawa karbon organik dalam tubuh tumbuhan disertai dengan penyimpanan energi yang bersumber dari radiasi matahari, sehingga di dalam tumbuh-tumbuhan tersimpan energi yang disebut energi biokimia tersimpan bersama senyawa organik kompleks. Dalam aktivitas fisiologi tumbuhan, sebagian karbon organik akan terurai dan CO<sub>2</sub> dibebaskan lagi ke udara melalui respirasi, sebagian karbon organik lainnya diubah menjadi senyawa organik kompleks di dalam tubuh tumbuhan selama pertumbuhannya. Senyawa organik tersebut akan ditransfer ke dalam tubuh konsumen melalui proses interaksi dalam rantai makanan maupun jaringan makanan, sehingga sebagian dari senyawa karbon organik akan tetap berada di dalam tubuh konsumen (manusia dan hewan) sampai mati. Setelah produsen dan konsumen mati, maka senyawa organik akan segera terurai kembali melalui proses penguraian (dekomposisi) oleh organisme pengurai dan karbon akan dilepas sebagai CO<sub>2</sub> ke alam dan masuk ke udara atau ke dalam air, akan tetapi ada sebagian bahan organik yang kadang-kadang tidak dapat segera terurai dalam proses dekomposisi, sehingga memerlukan waktu yang sangat lama dan kemudian akan berubah menjadi batu kapur, arang dan minyak yang dalam hal ini disebut bahan bakar fosil.

Pada setiap ekosistem jumlah karbon yang tersimpan berbeda-beda, hal ini disebabkan perbedaan keanekaragaman dan kompleksitas komponen yang menyusun ekosistem. Kompleksitas ekosistem akan berpengaruh kepada cepat atau lambatnya siklus karbon yang melalui setiap komponennya. Pada ekosistem hutan hujan tropis keanekaragaman biota (termasuk species tumbuhan) sangat tinggi, sehingga pengembalian karbon organik ke dalam tanah berjalan dengan cepat, dan karbon yang tersimpan di dalam biomassa tumbuhan lebih besar dibandingkan dengan ekosistem

lainnya, misalnya ekosistem hutan iklim sedang, padang rumput iklim sedang, dan ekosistem gurun. Kemampuan penyimpanan karbon pada tiap-tiap tipe ekosistem dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kemampuan menyimpan karbon tiap-tiap ekosistem

Tipe Ekosistem	Karbon Produksi Primer Bersih (ton/ha/th)	Karbon Tersimpan Dalam Biomassa Tumbuhan (ton/ha/th)	Karbon Organik Tanah (ton/ha/th)
Hutan Hujan Tropis	11	11	80
Hutan Iklim Sengah	6	6	100
Padang Rumput Iklim Sengah	3	0,4	150
Gurun	0,05	0,01	1

Sumber : Killham (1996) yang dikutip Indriyanto (2006)

Pada ekosistem dengan komunitas tumbuhannya sempurna dan keanekaragaman species tumbuhannya tinggi, maka produksi karbon dioksida baik oleh aktivitas organisme pengurai, proses respirasi, maupun penggunaan bahan bakar fosil akan diimbangi oleh proses pengikatan/fiksasi karbon dioksida oleh tumbuh-tumbuhan. Hal ini menyebabkan ekosistem hutan hujan tropis memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mereduksi pencemaran udara khususnya yang disebabkan gas karbon di udara. Telah diketahui bahwa meningkatnya kandungan karbon dioksida di udara akan menyebabkan kenaikan suhu bumi yang terjadi karena efek rumah kaca, panas yang dilepaskan dari bumi diserap oleh karbon dioksida di udara dan dipancarkan ke permukaan bumi, sehingga proses tersebut akan memanaskan bumi. Oleh karena itu, keberadaan ekosistem hutan memiliki peranan penting dalam mengurangi gas karbon dioksida yang ada di udara melalui pemanfaatan gas karbon dioksida dalam proses fotosintesis oleh komunitas tumbuhan hutan. Proses fotosintesis merupakan suatu proses penting bagi tumbuhan karena menghasilkan karbohidrat yang tersimpan di dalam tubuh tumbuhan. Karbohidrat di dalam tubuh tumbuhan pada umumnya didominasi oleh polisakarida, dan kandungan polisakarida di dalam tubuh tumbuhan mempengaruhi besarnya kandungan karbon yang tersimpan di dalam jaringan tumbuhan karena polisakarida di dalam tumbuhan itu mengandung 50 % karbon, 44 % oksigen, dan 6 % hidrogen.

## 2. Siklus Nitrogen

Nitrogen merupakan unsur yang penting dalam kehidupan. Unsur dari asam amino yang membentuk protein dan nukleosida, serta sebagai bahan penting yang membentuk asam inti di dalam sel.

Sumber utama nitrogen ( $N_2$ ) adalah udara, sedangkan organisme hidup memperoleh nitrogen dalam bentuk garam nitrat kemudian diasimilasikan pada sitoplasma dalam bentuk protein sebagai bahan cadangan pangan (Odum, 1993 dikutip oleh Indriyanto, 2006). Menurut Turk (1985) dan Killham (1996) yang dikutip oleh Indriyanto (2006) bahwa di alam ini terdapat tiga gudang nitrogen, yaitu udara, senyawa anorganik (nitrat, nitrit, dan amoniak), dan senyawa organik (protein, urine, dan asam urine). Cadangan nitrogen anorganik adalah  $N_2$  di udara yang merupakan komponen terbanyak di udara (78 %). Organisme yang dapat memanfaatkan secara langsung nitrogen udara sangat sedikit.



Tumbuh-tumbuhan dapat mengisap nitrogen dalam bentuk nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Pengubahan nitrogen dari nitrogen bebas di udara menjadi nitrat dapat berlangsung baik secara biologi maupun secara kimia, dan proses itu disebut pengikatan (fiksasi) nitrogen.

Pengikatan nitrogen secara biologi dapat dilakukan oleh bakteri nonsimbiotik, bakteri simbiotik, dan ganggang hijau biru. Nitrat yang terdapat di dalam tanah dan air pada umumnya terjadi karena pengikatan nitrogen secara biologi. Bakteri nonsimbiotik (bakteri bebas) yang berperan dalam pengikatan nitrogen secara biologi adalah *Azotobacter chroococcum*, *A. beijerinckii*, *A. vinelandii*, *A. agilis*, *A. indicum*, *Bacillus sacharobutyricus*, *B. asterosporus*, *Clostridium pasteurianum*, *Klebsiella spp*, *Beijerinckia spp*, *Derxia spp*, *Diplococcus pneumoniae*, *Aerobacter aerogenes*, dan *Rhodospirillum spp*, sedangkan ganggang biru-hijau yang berperan dalam pengikatan nitrogen secara biologi adalah *Nostoc* dan *Anabaena*. Pengikatan nitrogen oleh organisme tersebut dapat memberikan masukan nitrogen ke dalam tanah lebih kurang sebesar 5-30 kg/ha/tahun.

Bakteri simbiotik yang berperan dalam pengikatan nitrogen secara biologi adalah genus *Rhizobium*, misalnya *Rhizobium trifolii*, *R. meliloti*, *R. leguminosarum*, *R. phaseoli*, *R. lupini*, *R. japonikum*, dan *R. speciosa*. Bakteri pengikat nitrogen tersebut hidup bersimbiosis dengan akar tumbuhan polong-polongan membentuk bintil akar. Bakteri *Rhizobium*, selain bersimbiosis dengan akar tumbuhan polong-polongan, juga bersimbiosis dengan akar *Pinus spp*, *Ginkyo biloba*, *Araucaria spp*, *Alnus spp*, *Casuarina spp*, *Myrica spp*, *Ceanothus spp*, *Coriaria spp*, *Hippophae spp*, *Phycotria spp*, dan *Sheperdia spp*. Pengikatan nitrogen oleh organisme tersebut dapat memberikan masukan nitrogen ke dalam tanah lebih kurang sebesar 400 kg/ha/tahun terutama yang bersimbiosis dengan tumbuh-tumbuhan polong-polongan tropis (Killham, 1966 yang dikutip oleh Indriyanto, 2006).

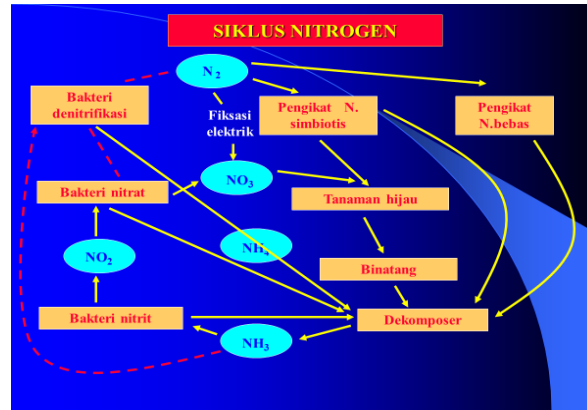
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) yang telah diabsorpsi oleh akar tanaman selanjutnya akan disintesis menjadi protein tanaman, kemudian herbivora yang makan tumbuhan akan merubah protein tersebut menjadi protein hewani. Tumbuhan dan hewan yang telah mati akan terdekomposisi, sehingga protein nabati dan hewani diuraikan menjadi amonia dan asam amino. Demikian pula kotoran-kotoran hewan akan diuraikan menjadi amonia dan asam amino.

Penguraian protein pada bahan organik yang terdekomposisi menjadi amonia dan asam amino disebut amonifikasi. Organisme yang bertanggung jawab dalam amonifikasi pada umumnya adalah golongan cendawan pelapuk dan bakteri, yaitu *Bacillus subtilis* dan *Bacillus mesenterilus*.

Pengubahan amonia menjadi nitrit dan nitrat disebut nitrifikasi. Nitrifikasi melibatkan beberapa bakteri, antara lain *Nitrosomonas*, *Nitrospira*, *Nitrosogloea*, *Nitrococcus*, *Nitrocystis*, dan *Nitrobacter*. Proses selanjutnya adalah denitrifikasi, yaitu pengubahan nitrat menjadi gas nitrogen yang melibatkan beberapa bakteri antara lain *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas denitrificans*, *Thiobacillus denitrificans*, *Micrococcus*, dan *Achromobacter*.

Pengikatan nitrogen secara kimiawi dikenal sebagai proses pengikatan elektrokimia yang memerlukan energi dari halilintar. Pada proses ini halilintar melalui udara memberikan energi yang cukup untuk menyatukan nitrogen dan oksigen sehingga terbentuk nitrogen dioksida ( $\text{NO}_2$ ), kemudian

gas nitrogen dioksida bereaksi dengan air membentuk asam nitrat. Sebagian ion nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) diserap oleh akar tanaman, sebagian asam nitrat akan mengalami denitrifikasi, dan sebagian asam nitrat yang lainnya akan menumpuk pada endapan. Siklus nitrogen tersebut secara skematis dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Siklus Nitrogen

### 3. Siklus Belerang

Di atmosfer belerang terdapat dalam bentuk  $\text{SO}_2$  yang dibentuk selama ada aktivitas vulkanis dan pembakaran bahan bakar fosil. Selain itu, belerang juga terdapat dalam bentuk  $\text{H}_2\text{S}$  yang terbentuk sebagai akibat proses pembusukan bahan organik atau proses pembusukan yang terjadi di dalam tanah dan air. Unsur belerang dapat tersedia bagi tumbuhan dalam bentuk anion sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) di tanah. Di dalam tanah, belerang dapat terdapat dalam bentuk sulfat, sulfida, dan belerang anorganik.

Sumber belerang yang memasuki atmosfer berasal dari aktivitas vulkanis (misalnya gunung meletus), penggunaan bahan bakar fosil untuk kepentingan industri, transportasi, maupun rumah tangga (misalnya penggunaan batu bara dan minyak bumi), serta dari proses pembusukan bahan organik oleh organisme mikro.

Aktivitas vulkanis dan penggunaan bahan bakar fosil akan melepaskan belerang ke atmosfer dalam bentuk gas  $\text{SO}_2$ , gas ini di udara akan mengalami oksidasi membentuk gas sulfat ( $\text{SO}_4$ ). Adapun dalam proses pembusukan bahan organik yang dilakukan oleh organisme mikro akan melepaskan belerang, baik ke atmosfer maupun ke dalam tanah dalam bentuk  $\text{H}_2\text{S}$ . Organisme pengurai yang berperan merombak protein dalam bahan organik dan melepaskan  $\text{H}_2\text{S}$  adalah *Aspegillus spp*, *Neurospora spp*, *Escherichia spp*, dan *Proteus spp*, sedangkan organisme pengurai yang berperan merombak karbohidrat dalam bahan organik adalah *Vibrio desulphuricans*, *Aerobacter*, dan *Desulphovibrio*. Gas  $\text{H}_2\text{S}$  tersebut akan mengalami oksidasi di atmosfer membentuk gas sulfat  $\text{SO}_4$ . Gas sulfat akan kembali memasuki sistem tanah bersama dengan presipitasi (curah hujan). Oleh karena itu, jika kandungan gas sulfat di udara sangat banyak, maka presipitasi yang dihasilkan akan sangat asam dan disebut sebagai hujan asam.

Gas  $H_2S$  di dalam tanah akan mengalami reduksi menghasilkan elemen sulfur (S) yang kemudian mengalami oksidasi oleh bakteri *Thiobacillus denitrificans* dan *Thiobacillus thiooxidans* menghasilkan  $SO_4$ . Kemudian  $SO_4$  di dalam tanah akan tereduksi kembali menjadi  $H_2S$  oleh bakteri *Thiobacillus thioparus*.

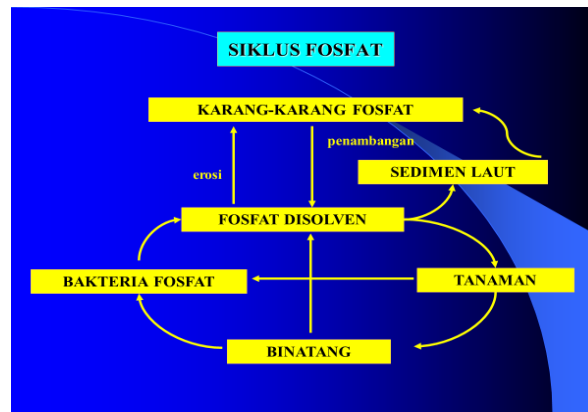
#### 4. Siklus Fosfor

Fosfor merupakan bagian penting dari protoplasma. Unsur tersebut biasanya diserap tanaman dalam bentuk  $H_2PO_4$ ,  $HPO_4^{2-}$ , dan  $PO_4^{3-}$ . Unsur fosfor merupakan salah satu unsur utama dalam pupuk komersial, sehingga industri pupuk fosfat sangat berperan dalam menjalankan siklus fosfor, karena bahan baku pupuk fosfat adalah batuan-batuan fosfat yang tersedia di alam.

Secara alami, keberadaan fosfor di alam berasal dari pelapukan batuan mineral atau batuan fosfat, sebagian lagi berasal dari pelapukan bahan organik. Namun demikian pada kondisi alami, fosfor yang tersedia bagi organisme khususnya yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan jauh lebih rendah dari nitrogen. Rasio fosfor terhadap nitrogen di dalam air alam adalah 1 : 23, sehingga fosfor sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dan organisme lainnya.

Selain batuan-batuan fosfat, terdapat juga deposit-deposit fosfat dalam jumlah banyak yang bersumber dari kotoran maupun tulang-tulang hewan, misalnya ikan laut dan burung-burung merupakan hewan yang ikut bertanggung jawab terhadap terbentuknya deposit fosfat. Meskipun sumber fosfor di alam cukup banyak, akan tetapi tumbuh-tumbuhan masih dapat mengalami kekurangan fosfor karena sebagian besar fosfor terikat secara kimia oleh unsur lainnya dan sukar larut di dalam air, sehingga diperkirakan hanya 1 % fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan. Inilah alasannya pemberian pupuk fosfat dalam sistem tanah pertanian dilakukan agar unsur fosfor tidak menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman. Dengan cara penggunaan pupuk fosfat seperti ini berarti terjadi pengembalian fosfor ke alam dan kegiatan ini merupakan bagian dari siklus fosfor.

Mengingat fosfor merupakan salah satu unsur yang dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan, maka keberadaan hutan menjadi bagian penting dari mata rantai dalam siklus fosfor. Fosfor terdapat dalam seluruh sel tumbuh-tumbuhan yang fungsinya antara lain membentuk asam nukleat, menyimpan dan memindahkan energi. Adenosin Tri Fosfat dan Adenosin Di Fosfat merangsang pembelahan sel, membantu proses asimilasi dan respirasi. Oleh karena itu, komunitas tumbuhan hutan akan menjadi salah satu gudang fosfor dalam bentuk fosfor organik. Mengenai siklus fosfor diilustrasikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Siklus Fosfat

## 5. Siklus Air

Gudang air terbesar di alam adalah samudera, akan tetapi masih banyak gudang-gudang air lainnya di permukaan bumi yang berupa badan-badan perairan seperti danau, rawa, waduk, dan sungai. Dari gudang-gudang air tersebut air akan menguap ke udara (evaporasi ke udara) kemudian membentuk awan dan akhirnya turun lagi ke bumi dalam bentuk presipitasi atau hujan, sehingga air akan mencapai ke seluruh permukaan bumi melalui presipitasi dan terus akan bergerak lagi masuk ke dalam bumi, mengalir ke sungai, ke danau, ke laut, menguap, dan seterusnya sesuai dengan siklusnya.

Di dalam siklus air atau dinamakan siklus hidrologi, air akan berpindah melalui berbagai tahap proses yang sangat kompleks, apalagi pada permukaan bumi yang bervegetasi seperti hutan, maka proses hidrologi menjadi lebih kompleks lagi. Pepohonan dalam ekosistem hutan mempunyai peranan penting tidak hanya dalam siklus air akan tetapi juga berperan dalam pengawetan tanah. Dalam siklus air, pohon merupakan media pemindahan (transfer) air hujan ke tanah melalui proses penahanan sementara air hujan oleh tajuk pohon, aliran batang, dan air lolos, serta sebagai media pemindahan air dari dalam tanah ke vegetasi dan ke atmosfer melalui evapotranspirasi.

Butir-butir air hujan yang jatuh ditahan oleh tajuk pohon, sehingga tidak langsung menimpa tanah. Penahanan air hujan oleh tajuk pohon akan mengurangi resiko tetesan langsung ke tanah (mengurangi resiko gangguan terhadap pori-pori tanah), sehingga aliran permukaan dapat dikendalikan. Aliran permukaan adalah air yang mengalir di atas permukaan tanah. Air hujan yang ditahan oleh tajuk pohon sebagian dialirkan perlahan-lahan melalui batang yang dinamakan sebagai aliran batang (*stem flow*), sebagian jatuh langsung dari tajuk atau melalui penetasan dari daun dan cabang-cabang pohon yang dinamakan sebagai air lolos (*through fall*), dan sebagian lagi tertahan sementara di tajuk kemudian diuapkan kembali ke udara yang dinamakan air intersepsi. Pada daerah yang bervegetasi pohon, air lolos dan aliran batang merupakan bagian dari air hujan (presipitasi) yang sampai ke permukaan tanah dan masuk ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. Infiltrasi adalah peristiwa masuknya air ke dalam tanah secara vertikal dan melalui permukaan.

Infiltrasi air hujan pada daerah bervegetasi akan lebih besar bila dibandingkan dengan daerah yang tidak bervegetasi, sebab vegetasi tersebut menghasilkan serasah yang dapat meningkatkan

porositas tanah. Meningkatnya porositas tanah selain disebabkan oleh adanya serasah, juga disebabkan oleh peranan sistem perakaran pohon (vegetasi). Serasah dan sistem perakaran pohon ternyata memiliki peranan yang cukup banyak dari segi hidro-orologi, misalnya meningkatkan kapasitas infiltrasi, menekan aliran permukaan, menekan erosi, mencegah tanah longsor, dan meningkatkan perkolasi. Perkolasi adalah peristiwa Bergeraknya air ke bawah dalam profil tanah.

Meningkatnya infiltrasi dan perkolasi berdampak positif terhadap meningkatnya muka air tanah. Jika muka air tanah meningkat, maka akan mengurangi kekeringan atau mencegah terjadinya kekeringan pada musim kemarau, sedangkan berkurangnya aliran permukaan menyebabkan berkurangnya erosi, berkurangnya sedimentasi, mencegah tanah longsor, dan bahaya banjir dapat terkendali.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Sebutkan pengertian ekosistem.
2. Dari definisi-definisi ekosistem diperoleh pemahaman bahwa ekosistem adalah konsep dengan 5 (lima) atribut. Sebutkan dan uraikan kelima atribut tersebut.
3. Berdasarkan fungsinya ekosistem terdiri atas 2 (dua) komponen. Sebutkan dan uraikan kedua komponen tersebut.
4. Berdasarkan penyusunnya (struktur) ekosistem terdiri atas 4 (empat) komponen. Sebutkan dan jelaskan keempat komponen tersebut.
5. Di dalam suatu ekosistem terdapat suatu keseimbangan yang dinamakan homeostatis. Apa yang dimaksud dengan homeostatis ?
6. Jelaskan pengertian habitat dan relung, dan berikan contoh-contohnya.
7. Jelaskan apa itu Siklus Karbon ?
8. Jelaskan apa itu Siklus Nitrogen ?
9. Jelaskan apa itu Siklus Belerang ?
10. Jelaskan apa itu Siklus Air ?

## **BAB IV**

### **KONSEP ORGANISASI PADA TINGKAT POPULASI**

Suatu organisme tidak dapat hidup sendirian, akan tetapi harus hidup bersama dengan organisme yang lain, baik dengan organisme sejenis maupun dengan organisme yang tidak sejenis di dalam suatu habitat.

Populasi berasal dari bahasa Latin, yaitu *populous* yang berarti rakyat atau penduduk (Sasmita, 2013). Dalam ekologi yang dimaksud populasi adalah sekelompok individu yang sejenis atau sama spesiesnya (Irwan, 1992, Heddy Soemitro dan Soekartomo, 1986 dalam Indriyanto, 2006). Menurut Resosoedarmo dkk. (1986) populasi merupakan kelompok organisme sejenis yang hidup dan berbiak pada suatu daerah tertentu, misalnya populasi jenis ulin (*Eusideroxylon zwageri*) di hutan tropic Kalimantan Selatan pada tahun 2020, sehingga menurut Indriyanto (2006) dalam penyebutan populasi harus dilakukan dengan cara menyebut batas waktu dan tempatnya. Sasmita (2011) mengemukakan bahwa populasi mempunyai tingkat organisasi yang lebih tinggi daripada individu-individu organisme dan merupakan kesatuan yang nyata, karena memiliki karakteristik atau ciri-ciri unik yang dimiliki populasi dan bukan milik individu di dalam populasi.

Karakteristik yang dimiliki populasi antara lain adalah densitas, natalitas, mortalitas, laju kenaikan populasi, umur, sex ratio, dan agregasi. Populasi juga memiliki karakteristik genetic yang secara langsung berhubungan dengan ekologinya, misalnya sifat adaptif, keserasian reproduktif, dan ketahanan. Selain itu, distribusi intern juga merupakan karakteristik dari populasi.

#### **1. Densitas Populasi**

Densitas (kepadatan, kerapatan) populasi adalah besarnya populasi dalam suatu unit ruang, yang biasanya dinyatakan sebagai jumlah individu-individu di dalam setiap unit luas atau volume. Misalnya jumlah individu populasi jenis meranti merah (*Shorea leprosula*) per hektar sebanyak 52 individu. Densitas populasi terdiri atas densitas kasar dan densitas spesifik (Gopal dan Bhardwaj, 1979 yang dikutip oleh Sasmita, 2011). Densitas kasar diukur pada suatu tempat dan waktu tertentu, sehingga dinyatakan sebagai jumlah individu organisme per seluruh luas daerah yang dikaji, sedangkan densitas spesifik adalah jumlah individu organisme per luas habitat atau jumlah individu organisme per satuan ruang atau tempat yang tersedia dan benar-benar diduduki oleh individu-individu anggota populasi tersebut. Densitas spesifik ini juga disebut dengan densitas ekologi. Densitas populasi dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan, kelahiran, kematian, emigrasi, dan imigrasi.

Emigrasi dan imigrasi berpengaruh kecil terhadap densitas populasi tumbuhan, karena densitas pada tumbuhan tergantung pada bakal kehidupan, yaitu biji, buah, dan spora, sedangkan pada hewan berpengaruh besar seperti burung, ikan, serangga, dan lain-lain.

## **2. Natalitas Populasi**

Natalitas adalah kemampuan populasi untuk bertambah. Natalitas terdiri atas laju kelahiran kasar dan laju kelahiran spesifik. Laju kelahiran kasar adalah jumlah kelahiran di dalam populasi, sedangkan laju kelahiran spesifik adalah kecepatan kelahiran dari organisme dari umur tertentu. Faktor-faktor yang mempengaruhi natalitas populasi antara lain adalah perbandingan jenis kelamin dan kebiasaan kawin, umur perkembangbiakan maksimum, umur perkembangbiakan minimum, jumlah sarang per tahun, jumlah anak persarang atau jumlah telur per sarang, dan densitas populasi itu sendiri.

## **3. Mortalitas Populasi**

Mortalitas adalah jumlah organisme yang mati di dalam populasi untuk suatu periode waktu tertentu. Mortalitas dan natalitas akan menentukan pertumbuhan populasi. Populasi akan tumbuh jika natalitas melebihi mortalitas. Faktor-faktor yang mempengaruhi mortalitas dikelompokkan menjadi 4 kelompok, yaitu :

- a. Faktor-faktor yang mematikan, yaitu faktor-faktor yang secara langsung dapat mematikan atau mengurangi populasi, misalnya predator, perburuan, penyakit, kelaparan, kecelakaan, dan lain-lain.
- b. Faktor-faktor kesejahteraan, yaitu faktor-faktor yang berhubungan dengan kualitas lingkungan hidup.
- c. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas makanan, minuman (air), udara, pelindung, dan ruang atau tempat hidup.
- d. Kematian yang disebabkan oleh umur tua

## **4. Laju Kenaikan Populasi**

Perbedaan antara tingkat kelahiran (natalitas) dengan tingkat kematian (mortalitas) akan menentukan laju kenaikan populasi. Apabila mortalitas bernilai nol, maka populasi akan meningkat secara logaritmik pada jumlah yang sangat banyak. Akan tetapi kenyataannya di alam banyak faktor lingkungan yang dapat memelihara densitas atau pertumbuhan populasi pada batas tertentu sesuai dengan sumberdaya alam yang tersedia. Kemampuan lingkungan yang demikian disebut sebagai daya lingkungan. Perbedaan potensi biologis atau potensi biotik dengan daya lingkungan disebabkan karena adanya tahanan lingkungan. Tahanan lingkungan merupakan gabungan dari semua faktor ekologi yang berpengaruh terhadap

peningkatan mortalitas atau penurunan natalitas. Dengan demikian secara teoritis pertumbuhan populasi akan mengikuti bentuk kurva logistik.

## **5. Penyebaran Umur**

Penyebaran umur berpengaruh terhadap natalitas dan mortalitas, karena perbandingan dari berbagai golongan individu-individu di dalam populasi akan menentukan status reproduktif yang sedang berlangsung pada populasi dan menyatakan kondisi yang dapat diharapkan pada masa mendatang. Menurut Bodenheimer yang dikutip Sasmita (2011), populasi dibagi menjadi tiga kelas umur ekologi, yaitu sebagai berikut :

- a. Pra reproduktif, yaitu populasi yang sebagian besar anggotanya adalah individu-individu yang berumur muda.
- b. Reproduksi, yaitu populasi yang sebagian besar anggotanya adalah individu-individu berumur sama dengan umur rata-rata populasi.
- c. Pasca reproduktif, yaitu populasi yang sebagian besar anggotanya adalah individu-individu yang berumur tua.

Ukuran populasi tidak hanya dipengaruhi oleh distribusi individu menurut kelompok umur, tetapi juga dipengaruhi oleh perbandingan jenis kelamin, yakni perbandingan jumlah jantan dan betina di dalam suatu populasi yang biasanya dinyatakan dengan jumlah jantan terhadap 100 ekor betina.

Menurut Cortlen (1925) yang dikutip Odum (1993), populasi memiliki kecenderungan berkembang ke arah struktur yang mantap, yaitu kondisi perbandingan jumlah individu-individu organisme penyusunnya dengan kelas umur yang berbeda yang cenderung tetap. Akan tetapi, jika perubahan lingkungan yang terjadi bersifat permanen, maka akan mengakibatkan terbentuknya populasi dengan struktur dan penyebaran umur yang baru atau berbeda dengan populasi sebelumnya.

## **6. Distribusi Intern**

Distribusi intern terdiri atas tiga pola, yaitu distribusi acak (random), distribusi seragam (uniform), dan distribusi bergerombol (clumped). Distribusi acak terjadi apabila kondisi lingkungan seragam, tidak ada kompetisi yang kuat antar individu anggota populasi, dan masing-masing individu tidak memiliki kecenderungan untuk memisahkan diri. Distribusi seragam terjadi apabila kondisi lingkungan cukup seragam di seluruh areal dan ada kompetisi yang kuat antara individu anggota populasi, sehingga mendorong terjadinya pembagian ruang yang sama. Distribusi bergerombol merupakan distribusi yang umum terjadi di alam, baik pada tumbuhan maupun binatang. Distribusi bergerombol terjadi karena berbagai sebab, antara lain kondisi lingkungan jarang seragam meskipun pada areal yang



sempit, pola reproduksi dari individu-individu anggota populasi, perilaku hewan yang cenderung membentuk koloni.

Distribusi bergerombol dapat meningkatkan kompetisi dalam meraih unsur hara, makanan, ruang dan cahaya. Di dalam pola distribusi bergerombol ternyata tiap-tiap kelompok memungkinkan tersebar secara acak, seragam, atau berkumpul. Oleh karena itu, tipe distribusi secara keseluruhan dapat terjadi secara acak, seragam, bergerombol secara acak, bergerombol seragam, dan bergerombol berkumpul. Odum (1993), menyatakan bahwa agregasi atau penggerombolan individu-individu organisme anggota populasi terjadi akibat beberapa hal, antara lain menanggapi adanya perubahan cuaca harian atau musiman, menanggapi perbedaan kondisi habitat setempat, sebagai akibat dari proses reproduksi, dan sebagai akibat disperse anggota populasi.

### **7. Dispersi Anggota Populasi**

Dispersi atau perluasan anggota populasi adalah gerakan individu anggota populasi atau anak-anaknya atau bakal kehidupan lainnya (buah, biji, spora, larva, dan sebagainya) ke dalam atau ke luar daerah populasi. Dispersi individu anggota populasi dapat terjadi melalui tiga bentuk, yaitu emigrasi, imigrasi, dan migrasi. Emigrasi adalah gerakan individu-individu anggota populasi atau anak-anaknya atau bakal kehidupan lainnya keluar batas daerah populasi, sehingga menyebabkan densitas populasi berkurang. Emigrasi merupakan gerakan satu arah ke luar batas daerah populasi, sedangkan imigrasi gerakan individu-individu anggota populasi atau anak-anaknya atau bakal kehidupan lainnya ke dalam batas-batas daerah populasi, sehingga menyebabkan densitas populasi bertambah. Imigrasi merupakan gerakan satu arah ke dalam batas daerah populasi. Kemudian migrasi adalah gerakan individu anggota populasi atau anak-anaknya atau bakal kehidupan lainnya ke dalam dan ke luar batas daerah populasi, sehingga menyebabkan densitas populasi berubah-ubah setiap saat. Migrasi merupakan gerakan dua arah ke dalam dan ke luar batas daerah populasi atau gerakan datang dan pergi secara periodik.

Dispersi individu-individu anggota populasi berpengaruh terhadap kondisi populasi seperti pada densitas populasi. Akan tetapi, mengingat disperse populasi itu terjadi secara berangsur-angsur, maka perubahan densitas populasi sering tidak dirasakan atau berpengaruh kecil terhadap seluruh populasi terutama jika satuan populasinya besar.

### **8. Isolasi dan Teritorialitas**

Isolasi adalah pengucilan individu anggota populasi oleh yang lainnya dalam suatu populasi. Isolasi terjadi karena adanya persaingan antara individu-individu yang berbeda jenisnya terhadap sumberdaya alam yang persediaannya sedikit. Adanya isolasi tersebut akan

menyebabkan individu atau kelompok jenis masing-masing akan membatasi kegiatan mereka pada suatu daerah tertentu dan berusaha ingin mempertahankan daerah tersebut yang dinamakan sebagai teritorialitas, wilayah atau daerah yang dipertahankan oleh individu-individu ini merupakan seluruh atau sebagian dari daerah tempat organisme hidup secara normal.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Jelaskan pengertian populasi.
2. Terdapat 8 (delapan) karakter yang dimiliki suatu populasi. Sebutkan kedelapan karakter tersebut, dan jelaskan satu per satu.

## **BAB V**

### **INTERAKSI ANTAR SPECIES**

Interaksi yang terjadi dapat berupa interaksi antar individu dari species yang sama atau dapat juga interaksi antar individu dari species yang berbeda. Interaksi merupakan suatu kejadian yang wajar di alam atau di dalam suatu komunitas biotik. Interaksi terjadi baik pada hewan dengan hewan, juga pada tumbuh-tumbuhan bahkan antar hewan dengan tumbuh-tumbuhan. Vickery (1984) yang dikutip Indriyanto (2006) mengemukakan bahwa meskipun tumbuh-tumbuhan mampu menyentensis makanannya sendiri, namun kenyataannya tumbuh-tumbuhan tidak pernah benar-benar berdiri sendiri. Banyak species tumbuh-tumbuhan yang bergantung pada hewan, misalnya kepada burung dan serangga dalam memperlancar penyerbukan bunga dan penyebaran biji. Demikian juga antar tumbuh-tumbuhan di alam dapat saling bergantung membentuk hutan dengan berbagai pelapisan tajuk yang satu dengan yang lainnya saling menutup. Ada species tumbuh-tumbuhan memerlukan tempat merambat atau hidupnya harus menempel pada tumbuhan lainnya. Ada species tumbuh-tumbuhan yang perlu naungan tumbuhan lainnya, sehingga masing-masing organisme yang berinteraksi dapat melakukan tugas sesuai dengan kedudukan dan fungsinya.

Secara teori individu-individu dari species yang sama atau species yang berbeda dapat membentuk interaksi yang positif, negatif, nol, atau kombinasi ketiganya. Interaksi ini terdiri atas beberapa tipe, yaitu :

1. Netralisme, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang masing-masing tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (0 - 0).
2. Kompetisi (gangguan langsung), yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang masing-masing langsung saling menghalangi secara aktif. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (- -).
3. Kompetisi (penggunaan sumberdaya alam), yaitu interaksi antara dua atau lebih species dalam penggunaan sumberdaya alam yang persediaannya terbatas. Pada interaksi ini masing-masing species berpengaruh saling merugikan dalam memperebutkan sumberdaya alam yang terbatas tersebut. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (- -).
4. Amensalisme, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang berakibat salah satunya dirugikan, sedangkan yang lainnya tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi tersebut. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (- 0).

5. Parasitisme, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang berakibat salah satunya, yaitu yang berfungsi sebagai inang dirugikan, sedangkan yang lainnya (parasit) diuntungkan. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (- +).
6. Pemangsaan (predasi), yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang salah satunya dirugikan karena dimangsa (*prey*), sedangkan yang lainnya, yaitu pemangsa (*predator*) diuntungkan. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (- +).
7. Komensalisme, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang salah satunya diuntungkan, sedangkan yang lainnya tidak terpengaruh oleh adanya asosiasi tersebut. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (+ 0).
8. Protokooperasi, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang masing-masing saling menguntungkan dengan adanya asosiasi tersebut, tetapi asosiasi yang terjadi tidak merupakan keharusan. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (+ +).
9. Mutualisme, yaitu interaksi antara dua atau lebih species yang masing-masing saling menguntungkan dengan adanya asosiasi, masing-masing memang saling membutuhkan dan merupakan suatu keharusan untuk berasosiasi. Tipe interaksi ini dilambangkan dengan (+ +).

Ber macam-macam tipe interaksi tersebut disebut dengan simbiosis, yang pada kenyataannya meliputi interaksi mutualisme, parasitisme, dan komensalisme (Gopal dan Bhardwaj, 1979 dalam Indriyanto, 2006). Simbiosis mengandung arti hidup bersama yang mencakup efek dari satu organisme terhadap organisme yang lainnya karena adanya interaksi mutualisme, parasitisme, dan komensalisme tersebut.

Secara lebih mendalam hal-hal yang berkaitan dengan tipe-tipe interaksi yang telah dikemukakan sebelumnya, diuraikan sebagai berikut :

a. Kompetisi (persaingan)

Persaingan terjadi ketika suatu organisme, baik dari species yang sama (di dalam populasi) maupun dari species yang berbeda (di dalam komunitas) menggunakan sumberdaya alam. Dalam menggunakan sumberdaya alam tersebut tiap-tiap organisme yang bersaing akan memperebutkan sesuatu yang diperlukan untuk hidup dan pertumbuhannya. Persaingan dapat berupa memperebutkan tempat (ruang untuk hidup), makanan, unsur hara, air, sinar, udara, agen penyerbukan, agen dispersal atau faktor-faktor ekologi lainnya yang merupakan sumberdaya yang dibutuhkan untuk hidup dan pertumbuhannya.

Persaingan antara dua atau lebih species organisme terhadap sumberdaya alam akan menimbulkan efek merugikan kedua belah pihak bahkan salah satu dari yang bersaing dapat tersingkir karena ditekan oleh yang lain akibat persaingan. Persaingan akan semakin keras

jika sumberdaya alam yang dibutuhkan terbatas persediannya di alam. Selain itu, species organisme yang memiliki tingkat kesamaan yang tinggi terhadap komponen ekologi yang dibutuhkan untuk hidup dan pertumbuhan optimalnya akan mendorong terjadinya kompetisi yang keras.

Pada dunia tumbuh-tumbuhan, faktor-faktor ekologi atau faktor-faktor lingkungan yang diperebutkan dalam persaingan antara lain adalah cahaya, air tanah, oksigen, unsur hara, dan karbon dioksida. Faktor-faktor eksternal lainnya seperti kehadiran hewan penyerbuk, agen dispersal biji, kondisi tanah, kelembaban tanah dan udara, angin, dan gangguan atau kerusakan lingkungan oleh manusia juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup species tertentu di suatu habitat (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006).

Penggantian species tumbuh-tumbuhan tertentu oleh species yang lain di suatu habitat tergantung pada kemampuan bersaing dengan yang lain terhadap tempat tumbuh (ruang), cahaya, air, dan unsur hara tanah. Pada tempat-tempat dengan kondisi ekstrim seperti di padang pasir dan lingkungan *montane* umumnya tumbuh-tumbuhan berjarak cukup lebar, sehingga mengurangi tingkat persaingan yang terjadi. Akan tetapi pada kondisi yang ideal seperti di hutan hujan tropik, persaingan yang terjadi sangat keras dan tumbuh-tumbuhan akan mempunyai kemampuan adaptasi pada banyak *niche* ekologi yang berbeda untuk kelangsungan hidupnya.

Kecepatan perkecambahan biji tumbuh-tumbuhan dan pertumbuhan anakan (semai) merupakan salah satu faktor yang menentukan kemampuan species tumbuhan tertentu untuk menghadapi dan mengatasi persaingan yang terjadi. Sebagai contoh, pada suatu padang rumput tropik terdapat suatu species rumput *Andropogon* yang mampu menggantikan alang-alang (*imperata cylindrical*) di habitatnya, karena jenis tumbuhan tersebut tumbuh lebih dahulu, mencapai tinggi lebih besar, dan menyebar lebih luas dibandingkan dengan alang-alang, menyebabkan jenis tersebut memperoleh cahaya matahari, air, dan unsur hara tanah lebih banyak di tempat tumbuh tersebut.

Menurut Vickery (1984) dalam Indriyanto (2006) jarak antar tumbuh-tumbuhan merupakan hal yang sangat penting dalam persaingan, terutama tumbuh-tumbuhan pada tingkat anakan (semai). Persaingan yang paling keras terjadi antar tumbuh-tumbuhan yang speciesnya sama, sehingga tegakan besar dari species tunggal sangat jarang ditemukan di alam. Pada hutan hujan tropik, pohon-pohon tua akan menekan perkembangan anakan dari species mereka sendiri. Akan tetapi anakan pohon dari species yang lain mampu tumbuh dalam penutupan pohon-pohon yang besar. Ini merupakan kondisi yang penting sebagai

karakteristik ekosistem hutan hujan tropik dalam menjaga atau memelihara keanekaragaman speciesnya.

Di atas tanah, cahaya merupakan faktor penting dalam persaingan antar tumbuh-tumbuhan, fakta ini menimbulkan kesan bahwa semua persaingan di atas tanah tergantung pada ketersediaan cahaya. Tumbuh-tumbuhan yang memerlukan cahaya (*intoleran*) dan tumbuhan yang memerlukan naungan (*toleran*) dapat hidup berdampingan, namun persaingan tetap terjadi diantara mereka. Persaingan terhadap cahaya ini menjadi penyebab munculnya struktur ekosistem hutan hujan tropik yang kompleks.

Di bawah tanah, tumbuh-tumbuhan bersaing memperebutkan air, udara, dan unsur hara sebagai komponen yang esensial. Di sini kemampuan tumbuhan untuk bersaing sangat tergantung pada kecepatan pertumbuhan akarnya. Kecepatan pertumbuhan akar tergantung pada kemampuan fotosintesis, sehingga tidak mungkin dipisahkan antara faktor di atas dan faktor di bawah tanah dalam persaingan tumbuh-tumbuhan. Ketidakmampuan tumbuh-tumbuhan untuk bersaing memperebutkan unsur hara, air tanah, dan udara di dalam tanah berakibat mengurangi pertumbuhan pucuk (tunas), sebaliknya kemampuan yang besar dari suatu tumbuh-tumbuhan untuk bersaing memperebutkan unsur hara, air tanah, dan udara di dalam tanah menyebabkan pertumbuhan tunas menjadi bagus. Pertumbuhan tunas yang bagus akan menyebabkan kemampuan tumbuh-tumbuhan dalam persaingan memperoleh cahaya sebagai energi utama dalam proses fotosintesis yang pada akhirnya akan berpengaruh pada semua pertumbuhan organ, baik batang, daun, maupun pertumbuhan akar. Pertumbuhan akar akan berpengaruh positif terhadap kemampuan tumbuh-tumbuhan dalam bersaing memperoleh air tanah, udara, dan unsur hara yang ada di dalam tanah.

Persaingan dapat terjadi antara individu-individu dari species yang sama yang disebut persaingan intraspesifik, dan juga terjadi antara individu-individu dari species yang berbeda yang disebut persaingan interspesifik. Kira *et al.* dalam Gopal dan Bharwaj (1979) dalam Indriyanto (2006) telah merumuskan dua prinsip utama yang berkaitan dengan persaingan intra spesifik yang dinyatakan sebagai berikut :

a. Hukum Pengaruh C-D. Hukum ini menyatakan bahwa pertumbuhan individu-individu organisme yang bersaing berbanding terbalik dengan densitasnya dan dapat ditampilkan dalam bentuk kurva logistik. Hukum Pengaruh C-D dirumuskan sebagai berikut :

$$W \times d^a = K \rightarrow W = \frac{K}{d^a}$$

Keterangan :

W = bobot kering per tumbuhan  
d = densitas atau kepadatan  
a, K = konstanta

- b. Hukum Hasil Akhir yang Tetap. Hukum ini muncul atas inspirasi dari Hukum Pengaruh C-D tersebut. Hukum ini menyatakan bahwa total hasil akhir per satuan luas dari individu-individu organisme yang bersaing adalah tetap sama. Menurut Holliday (1960) dalam Gopal dan Bhardwaj (1979) yang dikutip oleh Indriyanto (2006), hukum ini terbukti benar hanya untuk total biomassa per satuan luas, dan jika hanya bagian organ reproduksi yang dipertimbangkan maka diperoleh kurva pertumbuhan berbentuk hiperbolik. Pada persaingan interspesifik, species yang berhasil dalam bersaing tergantung pada kemampuan pertumbuhan dan reproduksinya. Perbedaan waktu perkecambahan biji dan pembentukan anakan pohon (semai) juga mempengaruhi efek persaingan. Perbedaan kisaran toleransi dan syarat-syarat ekologi yang dimiliki suatu species pun akan mempengaruhi kemampuannya untuk bersaing.

Menurut Gopal dan Bhardwaj (1979) dalam Indriyanto (2006), persaingan ternyata berpengaruh terhadap ukuran populasi, struktur komunitas, dan keanekaragaman species. Selanjutnya Kendeigh (1980) dalam Indriyanto (2006) mengemukakan bahwa adanya persaingan intraspesifik pada hewan akan berakibat terjadinya pembentukan hirarki sosial, terjadi pengaturan ukuran populasi, dan pembentukan wilayah teritori. Kemudian Odum (1993) menyatakan bahwa secara teori terdapat peranan yang dimainkan oleh persaingan terhadap seleksi habitat organisme, misalnya jika persaingan intraspesifik pada burung terjadi secara dominan, maka species burung itu akan tersebar dan masing-masing akan menempati daerah yang marginal (kurang baik). Sebaliknya jika persaingan interspesifik pada burung terjadi secara dominan, maka species burung itu akan cenderung berada terbatas pada daerah dengan kisaran yang lebih sempit, tetapi keadaannya menjadi optimum bagi tiap-tiap species yang bersaing.

#### b. Amensalisme

Amensalisme merupakan hubungan antara dua organisme yang satu dirugikan, sedangkan yang lain tidak berakibat apa-apa (tidak rugi dan tidak untung). Pada kebanyakan kasus, organisme yang dirugikan disebabkan bahan kimia yang dikenal sebagai *allelopathy*. Beberapa ganggang yang termasuk genus *Anabaena*, *Aphanizomenon*, dan *Gymnodinium* mengeluarkan zat kimia bersifat *allelopathy* yang beracun dan mematikan ikan, itik, dan hewan-hewan lainnya. Ada pula ganggang dari genus *hydrodictylon* dan *scenedesmus* telah

diketahui menghasilkan senyawa kimia antibiotik yang dapat mematikan bakteri. Selain itu, *Ascomycetes* dan *Actinomycetes* juga menghasilkan zat kimia antibiotik, dan masih banyak contoh-contoh serupa ini terjadi di alam.

Pada tumbuh-tumbuhan, salah satu bentuk interaksi negatif dikenal dengan istilah *allelopathy*, istilah ini berasal dari kata *allelon* yang artinya terhadap yang lain, dan *pathy* yang artinya menderita (Setiadi, 1983 dalam Indriyanto, 2006).

Pengertian *allelopathy* adalah pengaruh yang merugikan (menghambat, merusak) secara langsung maupun tidak langsung dari suatu tumbuhan terhadap tumbuhan lain melalui produksi senyawa kimia yang dilepaskan dan dibebaskan ke lingkungan hidup tumbuhan tersebut (Rice, 1974 dalam Indriyanto, 2006). Berdasarkan hal ini, ternyata pengertian *allelopathy* berbeda dengan persaingan atau kompetisi. Pada persaingan, proses yang terjadi merupakan pengurangan atau pemanfaatan dari satu atau beberapa faktor lingkungan, misalnya cahaya, air, dan zat hara yang diperlukan oleh beberapa tumbuh-tumbuhan yang berkompetisi, sedangkan pada *allelopathy* proses yang terjadi merupakan pengaruh yang merugikan pada suatu tumbuh-tumbuhan yang disebabkan oleh senyawa-senyawa kimia yang dihasilkan oleh tumbuh-tumbuhan lain ke lingkungannya (Killham, 1966 dalam Indriyanto, 2006).

Zat-zat kimia atau bahan organik yang bersifat *allelopathy* dibagi menjadi dua golongan berdasarkan pengaruhnya terhadap tumbuh-tumbuhan atau tanaman lain, yaitu sebagai berikut (Setiadi, 1983 dalam Indriyanto, 2006) :

1. Autotoxic, yaitu zat kimia bersifat *allelopathy* dari suatu tumbuhan yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan anaknya sendiri atau individu yang sama jenisnya.
2. Antitoxic, yaitu zat kimia yang bersifat *allelopathy* dari suatu tumbuhan yang dapat mematikan atau menghambat pertumbuhan tumbuh-tumbuhan yang berbeda jenisnya.

Zat-zat kimia atau bahan organik yang bersifat *allelopathy* tersebut dilepaskan oleh tumbuh-tumbuhan penghasilnya ke lingkungan tumbuh-tumbuhan lain melalui beberapa cara, antara lain melalui serasah yang telah jatuh yang kemudian membusuk, melalui pencucian daun atau batang oleh air hujan, melalui penguapan dari permukaan organ-organ tumbuh-tumbuhan, dan eksudasi melalui akar ke dalam tanah (Spurr, 1980 dalam Indriyanto, 2006). Contoh jenis tumbuh-tumbuhan yang mengeluarkan zat kimia bersifat *allelopathy* melalui daun, misalnya *Eucalyptus globulus*, *Camelina alyssum*, dan lain-lain. Selanjutnya yang mengeluarkannya melalui perakaran, misalnya gandum, gandum hitam, dan apel. Kemudian yang mengeluarkannya melalui pembusukan, *Helianthus*, *Aster*, dan *Agropyron repens*.



Senyawa-senyawa kimia dari dalam tumbuh-tumbuhan yang bersifat *allelopathy* antara lain phenolic, terpenes, alkaloids, nitrils, glycosides, difenol, asam benzoat, asam lemak, koumarin, fanin, sulfida, glucocida, parin, dan lain-lain.

Beberapa jenis tumbuh-tumbuhan penghasil zat *allelopathy* antara lain sebagai berikut :

1. Jenis pohon, yaitu *Juglans nagra* yang mengandung *hydroxyljuglon* yang dikeluarkan melalui pencucian daun oleh air hujan dan masuk ke dalam tanah. Senyawa ini berubah menjadi racun *juglon* ketika terosidasi di udara, dan racun ini bersifat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan jenis tumbuh-tumbuhan lainnya.
2. Jenis semak, yaitu *Salvia leuchophylla*, yang dapat melepaskan senyawa kimia berupa terpenes. Senyawa ini setelah masuk ke dalam tanah dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan jenis tumbuh-tumbuhan lainnya.
3. Jenis *Arthemisia absenthium* dan *A. vulgaris*, yang menghasilkan bahan aktif *absinthine* yang dapat menghambat perkecambahan dan pertumbuhan jenis tumbuh-tumbuhan lainnya.
4. Jenis *Encelia farinose*, yang menghasilkan racun *3-acetyl 6-methoxybenzaldehyd* dari pencucian daunnya oleh air hujan dan masuk ke dalam tanah, yang mana zat ini di dalam tanah akan menghambat perkecambahan dan pertumbuhan jenis tumbuh-tumbuhan lainnya.
5. Jenis *Hordeum vulgare*, yang akarnya mengandung zat *allelopathy* dari golongan alkaloid aktif yang mampu menghambat perkecambahan dan pertumbuhan beberapa jenis rumput liar.
6. Jenis-jenis lain yang diduga menghasilkan zat *allelopathy*, yaitu genus *Eucalyptus*, *Acacia*, *Pinus*, *Eucelia*, *Hordeum*, *Grevillea*, *Gmelina*, *Adenostena*, *Erenophylla*, dan *Agropyron*.  
Adi (2020) menambahkan jenis-jenis lain, yaitu lamtoro, walnut, rumput teki, dan lantana.

#### c. Pemangsa dan Parasitisme

Berkaitan dengan pemangsa, ada istilah *predator* dan *prey*. Anonim (2020) mengemukakan bahwa *predator* adalah organisme yang memakan organisme lain, sedangkan *prey* adalah organisme yang dimakan. Contoh misalnya singa dan zebra, beruang dan ikan, rubah dan kelinci, dan sebagainya. Kedua istilah ini hamper selalu digunakan untuk dunia hewan, akan tetapi juga digunakan pada dunia tumbuh-tumbuhan, misalnya kelinci dan selada, belalang dan daun, dan sebagainya. Keduanya (*predator* dan *prey*) terlibat secara bersama-sama, keduanya sama-sama merupakan bagian dari lingkungan masing-masing organisme tersebut. Organisme predator akan mati apabila tidak memperoleh makanan,

sehingga organisme ini menggunakan apapun yang diperlukannya untuk memakan mangsanya, misalnya dengan kecepatan, kamuflase saat mendekati mangsanya, menggunakan indra penciuman, penglihatan dan pendengaran yang baik, kekebalan terhadap racun dari mangsanya, sistem pencernaannya, dan lain-lain. Organisme *prey* pun melakukan apapun yang diperlukan untuk menghindari kecepatan dimakan, organisme ini juga melakukan kamuflase untuk bersembunyi dari *predator*, dan organisme ini juga menggunakan indra penciuman, penglihatan, dan pendengaran dengan sebaik-baiknya untuk mendeteksi keberadaan *predator*, juga menggunakan duri, racun yang disemprotkan saat didekati atau digigit.

Pemangsaan berjalan menurut hukum alam. Hubungan memakan yang dilakukan oleh pemangsa (*predator*) terhadap organisme yang dimangsa (*prey*) menjadi salah satu landasan terciptanya struktur dan fungsi ekosistem (Odum, 1993). Adanya asosiasi antara predator dan prey menunjukkan bahwa populasi *prey* akan ditentukan oleh besar kecilnya populasi *predator*, dan populasi *predator* akan ditentukan oleh ketersediaan *prey*. Secara teoritis, pola hubungan antara *prey* dengan *predator* telah dirumuskan oleh Lotka-Volterra (1925) dalam Gopal dan Bhardwaj (1979) yang dikutip oleh Indriyanto (2006), berdasarkan hipotesisnya bahwa pada saat populasi *predator* meningkat, maka populasi *prey* menurun hingga pada suatu titik tertentu lalu kembali lagi dan menghasilkan suatu osilasi *prey* dan predator (lihat gambar IV-1). Kondisi seperti ini dapat dijelaskan dengan mempelajarinya pada suatu padang rumput yang di dalamnya terdapat herbivora dan karnivora. Populasi herbivora tumbuh atas bantuan makanan dari rumput dengan persediaan jumlah yang meningkat. Apabila persediaan rumput dikurangi, maka jumlah herbivora menurun dan sebagai akibatnya densitas populasi karnivora juga menurun. Pengurangan populasi karnivora akan membantu peningkatan populasi herbivora, dan sebagai akibatnya populasi rumput akan mengalami penurunan.

Menurut Gopal dan Bhardwaj (1979) dalam Indriyanto (2006), hipotesis Lotka-Volterra tersebut telah diteliti lebih lanjut oleh Gause (1934) yang melaksanakan percobaan secara nyata dengan menggunakan *prey*, yaitu *Paramecium caudatum* dan *Didinium* sebagai predator yang hasilnya menunjukkan bahwa populasi *predator* selalu dibatasi oleh populasi *prey*, yang mana adanya kematian pada prey dapat menyebabkan kelaparan dan kematian pada predator.

Akibat lain dari proses pemangsaan dapat mempengaruhi struktur suatu komunitas. Sebagai contoh, kegiatan penggembalaan pada padang penggembalaan, keberadaan herbivora pada lokasi ini secara besar-besaran (*overgrazing*) pada periode waktu tertentu dapat mengakibatkan perubahan kondisi struktur dan komposisi species. Oleh karena itu, jika ada

species dominan yang tidak disukai oleh satwa atau ternak, maka species rumput tersebut akan betul-betul menjadi dominan (Harper, 1969 dalam Gopal dan Bhardwaj, 1979 yang dikutip oleh Indriyanto, 2006).

Parasit memperoleh makanan dari inangnya, dan dapat tetap tinggal di bagian dalam tubuh inangnya yang disebut endoparasit atau tinggal di bagian luar tubuh inangnya yang disebut ektoparasit (Gopal dan Bhardwaj, 1979 dalam Indriyanto, 2006). Menurut Heddy dkk (1989), endoparasit disebut juga sebagai parasit internal, sedangkan ektoparasit disebut parasite eksternal. Parasit internal hidup di dalam pembuluh tubuh inangnya, seperti di dalam alat pencernaan, saluran pernapasan, saluran kencing, juga menembus dan hidup di dalam jaringan otot dan hati, bahkan virus dan bakteri dapat hidup di dalam tiap-tiap sel inangnya, sedangkan parasit eksternal hidup di permukaan luar tubuh inangnya, sehingga memperoleh makanan dari bagian kulit inangnya, rambut bulu, sisik, atau dengan cara mengisap darah atau cairan tubuh inangnya.

Di dalam asosiasi hidup parasitisme, organisme yang disebut parasite tersebut sesungguhnya tidak bermaksud membunuh inangnya, namun demikian lambat laun inangnya itu akan mati karena organisme parasit selalu memanfaatkan sumber pakan yang berasal dari tubuh inangnya. Setelah inangnya mati, parasite dapat juga ikut mati atau mencari dan menemukan inang yang baru.

#### d. Komensalisme

Komensalisme adalah hubungan antara individu organisme dari dua species yang mana satu species memperoleh makanan atau manfaat lainnya dari species yang lain tanpa merugikan atau menguntungkan species yang lainnya tersebut (Anonim, 2020). Menurut Indriyanto (2006), komensalisme merupakan hubungan diantara dua organisme, yang satu beruntung, sedangkan yang lainnya tidak berakibat apa-apa. Jenis-jenis vegetasi seperti liana, anggrek, dan epifit yang dijumpai di hutan-hutan tropik merupakan contoh dari tipe interaksi komensalisme (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). Jenis-jenis vegetasi ini menggunakan tumbuh-tumbuhan lain, tetapi tidak merugikan yang ditopangnya, kemungkinan yang bisa terjadi hanyalah penanungan terhadap jenis yang ditopangi.

Liana merupakan tumbuh-tumbuhan yang berakar pada tanah, tetapi batangnya membutuhkan penopang dari tumbuh-tumbuhan lain agar dapat menjulang dan daunnya memperoleh cahaya matahari maksimum. Jenis ini beraneka ragam, dan dikelompokan sebagai berikut (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006) :

1. Perambat, yaitu tumbuh-tumbuhan yang tidak mempunyai perlengkapan khusus untuk berpegangan pada tumbuh-tumbuhan penopang.

2. Liana berduri, yaitu tumbuh-tumbuhan yang mempunyai duri atau penusuk pada batangnya, meskipun duri tersebut tidak secara spesifik dihasilkan dengan maksud membantu liana untuk menjangkau pada tumbuh-tumbuhan penopang.
3. Pembelit, yaitu tumbuh-tumbuhan yang umumnya berupa herba yang seluruh batangnya membelit mengelilingi batang tumbuh-tumbuhan penopang.
4. Liana bersulur, yaitu tumbuh-tumbuhan yang mempunyai organ spesial berupa sulur yang dihasilkan secara khusus untuk membantu liana memanjat pada tumbuh-tumbuhan penopang.

Berdasarkan atas posisinya di dalam kanopi atau tajuk hutan, maka liana dikelompokkan menjadi dua, yaitu liana golongan *heliophytes* dan liana golongan *sciophytes*. Liana *heliophytes* daun-daunnya menyebar di atas kanopi pohon-pohon atau semak yang menopangnya, sedangkan liana *sciophytes* daun-daunnya tidak pernah mencapai permukaan kanopi pohon atau kanopi semak yang menopangnya, apalagi ke bagian atas kanopi.

Epifit adalah tumbuh-tumbuhan yang hidupnya menempel pada tumbuh-tumbuhan lain sebagai penopang, tidak berakar pada tanah, berukuran lebih kecil daripada tumbuh-tumbuhan penopang atau inang (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006), meskipun demikian tidak menimbulkan akibat apa-apa terhadap tumbuh-tumbuhan penopangnya, dan epifit memperoleh keuntungan dari tumbuh-tumbuhan penopangnya berupa unsur hara dan air dari deposit humus yang ada di pangkal epifit, dan kadangkala mendapatkan air yang menetes dari tajuk tumbuh-tumbuhan yang menopangnya.

Epifit berasosiasi dengan lebih dari 19 % pohon-pohon di hutan hujan tropik dengan cara bertengger pada batang, cabang atau permukaan daun-daun pohon-pohon tersebut. Tumbuh-tumbuhan ini berlimpah di cabang-cabang pohon yang horizontal ketimbang di ranting-ranting, karena pada cabang-cabang epifit dimungkinkan untuk mendapatkan hara dari deposit yang berasal dari aliran batang atau cabang, sebaliknya kurang melimpah pada permukaan-permukaan yang horizontal dan halus, karena tumbuh-tumbuhan ini sangat bergantung pada presipitasi dan deposit hara yang terbawa oleh presipitasi.

#### e. Mutualisme dan Protokooperasi

Interaksi mutualisme dan protokooperasi merupakan simbiosis yang menguntungkan bagi setiap organisme yang bersangkutan, baik organisme tingkat rendah maupun organisme tingkat tinggi. Ketika asosiasi dari dua organisme yang bersimbiosis itu merupakan sesuatu yang esensial (keharusan), maka asosiasi itu disebut interaksi mutualisme. Simbiosis antara bakteri penambat nitrogen dengan species tumbuh-tumbuhan anggota famili *Leguminosae*, antara *nostoc* dan *anabaena* dalam *Anthoceros*, *Azolla*, dan *Cycas*, *Mychoriza* pada tumbuh-

tumbuhan konifer ataupun pada pohon-pohon di hutan hujan tropik, serta asosiasi *lichens* adalah contoh penting dari tipe interaksi mutualisme. Adapun asosiasi antara dua atau lebih species organisme yang berakibat keduanya saling beruntung akan tetapi asosiasinya bukan merupakan keharusan, maka asosiasi itu disebut interaksi protokooperasi. Misalnya interaksi antara kerbau dengan burung jalak, asosiasi keduanya tidak wajib (tidak harus), akan tetapi jika keduanya saling bertemu akan terjadi interaksi yang menguntungkan, yang mana kerbau beruntung karena kutu yang berada di badannya akan berkurang dimakan jalak, sebaliknya jalak beruntung memperoleh makanan berupa kutu yang ada di badan badak. Contoh lainnya adalah asosiasi antara jamur dengan semut atau serangga tertentu. Serangga memperoleh makanan dari adanya jamur, sedangkan jamur dibantu serangga dalam penyebaran spora, meskipun asosiasi ini tidak harus terjadi (Indriyanto, 2006).

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Jelaskan pengertian interaksi.
2. Sebutkan 9 (Sembilan) tipe interaksi.
3. Jelaskan pengertian simbiosis.
4. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kompetisi (persaingan) di dalam suatu populasi organisme atau di dalam suatu komunitas.
5. Apa yang dimaksud dengan persaingan intraspesifik dan persaingan interspesifik. Jelaskan.
6. Sebutkan pengertian allelopathy.
7. Terdapat 6 (enam) jenis tumbuh-tumbuhan penghasil allelopathy. Sebutkan dan jelaskan satu per satu.
8. Jelaskan dan uraikan pengertian pemangsaan dan parasitisme.
9. Jelaskan dan uraikan pengertian komensalisme.
10. Jelaskan dan uraikan pengertian interaksi mutualisme dan protokooperasi.

## **BAB VI EKOSISTEM HUTAN**

### **A. Komponen-Komponen Hutan**

Hutan merupakan salah satu contoh lingkungan hidup yang sangat penting bagi kehidupan karena merupakan sumber kebutuhan primer di bumi ini. Hutan mempunyai banyak fungsi selain sebagai habitat tumbuh-tumbuhan dan hewan.

Hubungan antara dua atau lebih komponen yang ada di dalam hutan dapat bersifat menguntungkan atau sebaliknya. Campur tangan manusia dalam memanfaatkan hutan mengganggu kehidupan organisme di dalamnya. Jika ekosistem hutan kurang stabil, akibatnya kehidupan organismenya tidak berlangsung dengan baik. Oleh sebab itu sangat penting untuk merawat kondisi hutan agar komponen yang ada di dalamnya dapat berkembang dengan baik. Komponen-komponen ekosistem hutan adalah (Flysh Geost, 2018):

#### **1. Organisme Autotrof**

Komponen autotrof di dalam ekosistem hutan mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis dengan bantuan sinar matahari. Ciri dari organisme ini adalah memiliki zat hijau daun atau klorofil.

Pohon-pohon dan tumbuh-tumbuhan lainnya yang ada di dalam ekosistem hutan adalah komponen autotrof, dan merupakan komponen penting, karena dapat menjadi habitat atau sumber makanan bagi kehidupan lainnya.

#### **2. Organisme Heterotrof**

Komponen heterotrof tidak dapat membuat makanan sendiri, dan menggantungkan hidupnya pada organisme lainnya. Sumber makanan berasal dari organisme autotrof. Contoh dari komponen ini adalah jasad renik atau mikro organisme. Di lantai hutan terdapat beberapa jenis jasad renik yang memanfaatkan serasah-serasah pohon-pohon atau serasah-serasah tumbuh-tumbuhan lainnya sebagai sumber makanan, yang mengakibatkan serasah-serasah tersebut terurai yang selanjutnya menjadi humus dan kemudian menjadi sumber hara bagi vegetasi di dalam ekosistem hutan tersebut.

#### **3. Komponen Biotik**

Di dalam ekosistem hutan terdapat beberapa komponen biotik, yakni kelompok tumbuh-tumbuhan, hewan, dan lain-lain yang perannya sebagai produsen dan konsumen dalam jaring makanan.

#### 4. Komponen Abiotik

Komponen abiotik di dalam ekosistem hutan merupakan lingkungan fisik, yang secara umum dapat dibagi menjadi dua, yaitu lingkungan iklim hutan dan lingkungan lahan hutan. Keduanya merupakan faktor abiotik yang berpengaruh besar terhadap keragaman vegetasi serta hewan yang hidup di dalam ekosistem hutan.

Dilansir dari Encyclopedia Britanica (2015) dalam Nailufar (2020), iklim adalah kondisi cuaca di wilayah tertentu dalam periode waktu yang lama. Iklim menentukan berbagai aspek kehidupan, misalnya tumbuh-tumbuhan apa yang tumbuh dan ciri-ciri hewan yang ada di suatu daerah. Tidak ada tempat di bumi ini dengan iklim yang sama persis, namun iklim suatu wilayah dengan wilayah lain bisa cenderung sama, hal ini terjadi karena posisi daerah tersebut terhadap matahari. Berdasarkan matahari, iklim yang ada di bumi ini dibagi menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut :

1. Iklim Tropik, yaitu iklim yang terjadi di kawasan sekitar ekuator atau garis khatulistiwa. Pada iklim tropik cuaca hangat sepanjang hari dan tidak ada musim dingin. Hutan yang ada di wilayah iklim ini dinamakan hutan hujan tropik, di ekosistem hutan ini curah hujannya tinggi. Kawasan ini benar-benar ada di garis khatulistiwa. Sementara agak jauh dari garis khatulistiwa, daerahnya agak kering hingga padang pasir.
2. Iklim Subtropik, iklim ini ada di daerah dengan lintang 20 hingga 40 derajat. Daerah dengan iklim ini memiliki suhu harian dan musiman yang lebih beragam daripada daerah tropik. Iklim ini mempunyai curah hujan yang sedang sepanjang tahun.
3. Iklim Sedang atau Iklim Siklon, iklim yang ada di bumi belahan utara atau utara garis khatulistiwa. Di kawasan ini, kutub yang dingin bertemu dengan udara yang hangat, hasilnya hujan dan salju kerap di temui di kawasan iklim ini.
4. Iklim Dingin, iklim ini ada di kutub bumi, yaitu kutub utara dan kutub selatan yang di kedua wilayah ini musim dingin terjadi sepanjang tahun. Di beberapa areal bahkan suhunya selalu di bawah 0 derajat celsius atau membeku. Sebagian tempat memiliki salju dan es. Di tempat lain lapisan tanah bawahnya membeku.

Dalam ilmu kehutanan, lingkungan tanah hutan adalah faktor yang lebih fokus dipelajari, karena lingkungan tanah lebih mudah dikelola daripada lingkungan iklim. Dengan memahami tanah hutan maka pengoptimalan pertumbuhan tegakan dapat dilakukan untuk mendukung budidaya tanaman hutan. Selain itu, pengetahuan tentang tanah hutan juga berguna dalam upaya

reklamasi lahan bekas tambang atau lahan yang mengalami kerusakan melalui teknik silvikultur (Rimbakita, 2020).

Marbut (1996) dalam Ismail (2001) yang dikutip oleh Rimbakita (2020), mengemukakan bahwa tanah adalah lapisan luar kerak bumi dan biasanya terurai. Ketebalan tanah mulai setebal kulit bawang hingga lebih dari 3 m, serta berbeda dengan bahan-bahan lain yang ada di bawahnya, meliputi warna, struktur, sifat fisik, susunan kimia, karakter biologis, serta proses kimia, reaksi, dan morfologi.

Tanah hutan adalah benda atau materi alam yang terdiri dari padatan (mineral dan bahan organik), air, serta udara yang ada di dalam hutan. Secara umum tanah hutan berfungsi sebagai penyedia air dan hara bagi tumbuh-tumbuhan, penyedia oksigen serta penahan mekanis (Rimbakita, 2020).

## **B. Hutan Sebagai Komunitas Tumbuhan**

Komunitas hutan merupakan kelompok organisme yang mencakup berbagai species tumbuh-tumbuhan yang dikuasai oleh pohon serta berbagai species hewan dan mikro organisme yang menempati suatu habitat, sehingga di dalam habitat itu terjadi hubungan timbal balik antara organisme yang satu dengan yang lain dan dengan lingkungannya. Karena hutan alam merupakan komunitas tumbuh-tumbuhan yang di dalamnya terjadi interaksi antara individu-individu dari jenis yang sama, dan individu-individu dari jenis yang berbeda serta adanya interaksi antara vegetasi hutan (faktor biotik) dengan lingkungan fisiknya (faktor abiotik), maka terjadi persaingan, adanya stratifikasi, dan adanya hubungan ketergantungan.

### **1. Persaingan**

Di dalam komunitas hutan akan terjadi persaingan antara individu-individu species tumbuh-tumbuhan, baik dari jenis yang sama maupun dari jenis yang berbeda, sebagai akibat kebutuhan yang sama, misalnya dalam hal hara mineral tanah, air, cahaya, dan ruang tumbuh (Soerianegara dan Indrawan, 1982).

Menurut Vickery (1984) dalam Indriyanto (2006), persaingan yang terjadi antara tumbuh-tumbuhan baik persaingan yang bersifat intra spesifik (sesama jenis) maupun interspesifik (berbeda jenis) disebabkan karena masing-masing mencoba menempati relung ekologi yang sama. Hal ini menjadi keharusan dan mau tidak mau setiap organisme yang menempati relung yang sama pasti di situ terjadi persaingan atau kompetisi dalam merebut atau menggunakan unsur-unsur lingkungan sebagai sumberdaya bagi pemenuhan kebutuhannya. Persaingan



intraspesifik itu terjadi lebih keras dibandingkan persaingan interspesifik, sehingga hanya anggota species yang tahan bersainglah yang dapat bertahan hidup, sedangkan yang tidak tahan bersaing tidak mampu bertahan hidup dan akhirnya mati. Pada persaingan interspesifik juga terjadi bahwa hanya anggota species yang paling tahan bersaing yang dapat bertahan hidup, sedangkan species yang lain akan tersingkir atau tersisihkan. Hal ini berarti bahwa species yang tidak tahan bersaing dipaksa untuk masuk ke dalam relung ekologi yang berbeda.

Sampai sejauh mana setiap species tumbuh-tumbuhan yang bersaing itu mampu bertahan hidup bergantung kepada dua hal, yaitu optimum fisiologis dan optimum ekologis. Optimum fisiologis berupa sifat atau keadaan pada tumbuh-tumbuhan itu sendiri yang menciptakan dirinya tumbuh dengan baik. Optimum ekologis berupa sifat atau keadaan lingkungan yang menciptakan tumbuh-tumbuhan dapat hidup dan berkembang secara baik dalam persekutuan (hidup bersama) dengan tumbuh-tumbuhan lainnya (Indriyanto, 2006).

Pada setiap habitat pasti terdapat sumberdaya alam yang jumlahnya terbatas untuk menyokong semua organisme yang hidup di dalamnya, dan persaingan tidak dapat dihindarkan. Penggantian species tumbuh-tumbuhan oleh species yang lainnya di dalam suatu habitat bergantung kepada kemampuannya untuk bersaing dalam memanfaatkan ruang atau tempat, cahaya, air, dan unsur hara yang ada (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006).

Kemampuan bersaing suatu species organisme juga erat kaitannya dengan kemampuan adaptasinya pada banyak relung yang berbeda. Disamping itu, kemampuan dalam bersaing bagi tumbuh-tumbuhan dapat lebih meningkat jika suatu species tumbuh-tumbuhan mengeluarkan suatu zat yang dapat menghambat pertumbuhan, bahkan dapat mematikan species tumbuh-tumbuhan lainnya. Pengaruh dari zat yang bersifat menghambat pertumbuhan atau perkecambahan itu disebut *allelopathy*.

Persaingan akan menyebabkan terbentuknya susunan masyarakat (komunitas) tumbuh-tumbuhan yang khas dari segi bentuk (*Life Form*), jumlah jenis, dan jumlah individu penyusunnya sesuai dengan keadaan tempat tumbuh atau habitatnya (Soerianegara dan Indrawan, 1982).

## 2. Stratifikasi

Stratifikasi atau pelapisan tajuk merupakan susunan tumbuh-tumbuhan secara vertikal di dalam suatu komunitas tumbuh-tumbuhan atau ekosistem hutan. Pada tipe ekosistem hutan hujan tropik stratifikasi itu terkenal dan lengkap (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). Tiap lapisan

dalam stratifikasi itu disebut stratum. Stratifikasi terjadi karena dua hal penting yang dialami tumbuh-tumbuhan dalam persekutuan hidupnya dengan tumbuh-tumbuhan lainnya, yaitu :

- a. Akibat persaingan antar tumbuh-tumbuhan. Pada umumnya di dalam komunitas hutan terjadi persaingan antar species pohon yang ada, akibatnya munculah species yang mampu bersaing, memiliki pertumbuhan kuat, dan menjadi species yang dominan atau lebih berkuasa dibandingkan species lainnya. Bagi pohon-pohon yang tinggi akan menjadi pohon pemenang dan menguasai pohon-pohon lain yang rendah. Pohon-pohon dominan akan mencirikan komunitas hutan yang bersangkutan. Suatu contoh pada hutan hujan tropik di Kalimantan dan Sumatera terdapat species pohon *Shorea spp* yang mendominasi hutan dan menyusun stratum paling atas (stratum A) pada hutan tersebut.
- b. Akibat sifat toleransi species pohon terhadap intensitas radiasi matahari. Species pohon yang intoleran mendapatkan kesempatan ruang tumbuh dengan radiasi matahari penuh, maka pohon tersebut akan tumbuh dengan cepat, tinggi pohonnya mencapai posisi paling atas, tetapi pohon intoleran yang ternaungi oleh pohon lainnya akan terhambat pertumbuhannya dan kemungkinan besar tidak dapat bertahan hidup pada hutan yang sangat lebat yang kemudian akan mati. Sebaliknya, pohon yang bersifat toleran terhadap naungan sudah pasti pohon ini akan tumbuh dengan baik jika mendapat naungan dari pohon-pohon lain yang lebih tinggi, bahkan pohon toleran dalam suatu komunitas tumbuh-tumbuhan perlu berdampingan dengan pohon lain sebagai penayang agar pertumbuhannya optimal. Dengan demikian secara otomatis sifat toleransi ini akan menciptakan stratifikasi tajuk di dalam hutan.

Menurut Ewusie (1990) stratifikasi pada hutan hujan tropik terdiri atas lima (5) stratum yang berurutan dari atas ke bawah, yaitu :

- a. Stratum A, yaitu lapisan tajuk (kanopi) hutan paling atas yang dibentuk oleh pohon-pohon yang tingginya lebih dari 30 m. Pada umumnya tajuk pohon pada stratum ini lebar, tidak bersentuhan ke arah horizontal dengan tajuk pohon lainnya pada stratum yang sama, sehingga stratum tajuk ini berbentuk lapisan diskontinu. Pohon pada stratum A umumnya berbatang lurus, batang bebas cabang tinggi, dan bersifat intoleran.
- b. Stratum B, yaitu lapisan tajuk kedua dari atas yang dibentuk oleh pohon-pohon yang tingginya 20 – 30 m. Bentuk tajuk pada stratum ini membulat atau memanjang dan tidak melebar seperti pohon pada stratum A. Jarak antar pohon lebih dekat, sehingga tajuk-tajuk pohonnya cenderung membentuk lapisan tajuk yang kontinu. Species pohon yang ada bersifat toleran

atau kurang memerlukan cahaya. Batang pohon banyak cabangnya dengan batang bebas cabang tidak begitu tinggi.

- c. Stratum C, yaitu lapisan tajuk ketiga dari atas yang dibentuk oleh pohon-pohon yang tingginya 4 – 20 m. Pohon-pohon pada stratum ini mempunyai bentuk tajuk yang berubah-ubah, tetapi membentuk suatu lapisan tajuk yang tebal. Selain itu, pohon-pohonnya memiliki banyak percabangan yang tersusun dengan rapat, sehingga tajuk pohon menjadi padat. Pada stratum ini pohon-pohon juga berasosiasi dengan berbagai populasi epifit, tumbuh-tumbuhan memanjat, dan parasit.
- d. Stratum D, yaitu lapisan tajuk keempat dari atas yang dibentuk oleh species tumbuh-tumbuhan semak dan perdu yang tingginya 1 – 4 m. Pada stratum ini juga terdapat dan dibentuk oleh species pohon yang masih muda atau dalam fase anakan (semai), terdapat palma-palma kecil, herba besar, dan paku-pakuan besar.
- e. Stratum E, yaitu tajuk paling bawah (lapisan kelima dari atas) yang dibentuk oleh species tumbuh-tumbuhan penutup tanah yang tingginya 0 – 1 m. Keanekaragaman species pada stratum ini lebih sedikit dibandingkan dengan stratum lainnya. Species tumbuh-tumbuhan bawah yang sering ditemukan adalah anggota famili *Commelinaceae*, *Zingiberaceae*, *Acanthaceae*, *Araceae*, dan *Marantaceae*. Tumbuh-tumbuhan paku dan *Selaginela* juga dominan pada stratum ini. Rumput-rumputan hampir tidak ada, tetapi beberapa species yang berdaun lebar kadang-kadang ada, misalnya species *Olyra latifolia*, *Leptaspis cochleata*, *Mapania spp*, dan *Hypolytrum spp*.

Tidak semua tipe ekosistem hutan memiliki lima stratum tersebut. Ada hutan yang hanya memiliki stratum A, B, D, dan E atau A, C, dan E, dan lain-lain.

### 3. Hubungan Ketergantungan atau Persekutuan

Persekutuan hidup tumbuh-tumbuhan terjadi secara kompleks, oleh karena itu species tumbuh-tumbuhan yang mengalami persekutuan hidup di dalam komunitas tumbuh-tumbuhan akan membentuk golongan-golongan ekologi, sehingga anggota dari golongan ekologi yang sama akan memiliki bentuk kehidupan dan pola hubungan lingkungan yang serupa. Golongan ekologi tumbuh-tumbuhan yang mengalami persekutuan hidup disebut *synusiae* (Arief, 1994 dalam Indriyanto, 2006). Menurut Richards (1952) dalam Nugroho (2011), *synusiae* adalah suatu kelompok tumbuh-tumbuhan dari bentuk hidup yang serupa mengisi relung yang sama dan berperan serupa di dalam komunitas. *Synusiae* juga didefinisikan sebagai kumpulan individu-

individu species yang secara ekologi memiliki tuntutan kebutuhan hidup serupa pada suatu habitat, meskipun secara taksonomi individu species tersebut berbeda (Indriyanto, 2006).

Di dalam ekosistem hutan terdapat saling keterkaitan antara satu species tumbuh-tumbuhan dengan species tumbuh-tumbuhan lainnya, misalnya dalam hal naungan, air, hara, mineral, dan relung, sehingga hubungan antara satu tumbuh-tumbuhan dengan tumbuh-tumbuhan lainnya dapat saling menguntungkan, juga dapat saling merugikan atau mematikan. Contoh bentuk hubungan (persekutuan hidup) tumbuh-tumbuhan antara lain sebagai berikut :

#### a. Epifit

Epifit merupakan semua tumbuh-tumbuhan yang menempel dan tumbuh pada tumbuh-tumbuhan lain untuk mendapat sinar matahari dan air. Epifit tidak bergantung pada bahan makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang ditempeli, karena organisme ini mendapatkan unsur hara dari mineral-mineral yang terbawa oleh udara, air hujan, atau aliran batang dari cabang tumbuh-tumbuhan lain. Epifit mampu melakukan proses fotosintesis untuk pertumbuhannya, sehingga organisme ini bukan parasite. Keberadaan epifit sangat penting di dalam ekosistem hutan, karena kadang-kadang organisme ini mampu menyediakan tempat tumbuh bagi semut-semut pohon. Contoh epifit antara lain *Asplenium nidus* dan *Asplenium africanum* yang merupakan species tumbuh-tumbuhan paku yang tumbuh menempel pada batang dan cabang-cabang pohon, *Platycerium spp* yang sering menempel pada batang palm, *Drynaria spp*, *Billbergia spp*, *Platycerium spp*, *Diaphanante spp*, dan berbagai jenis anggrek seperti *Palaenopsis gigantean*, *Palaenopsis psilantha*, dan *Arachnis lowei*. Banyak sekali species epifit yang hidup di hutan terutama di hutan hujan tropik. Berbagai spesies epifit tersebut pada umumnya merupakan anggota dari famili *Aracea*, *Asclepiadaceae*, *Bromeliaceae*, *Cataceae*, *Orchidaceae*, *Ericaceae*, *Rubiaceae*, dan *Melastomataceae* (Ewusie,1990).

#### b. Tumbuhan Parasit

Tumbuh-tumbuhan parasit adalah tumbuh-tumbuhan yang hidup menempel pada tumbuh-tumbuhan lain dan mengambil makanan dari tumbuh-tumbuhan inang. Tumbuh-tumbuhan parasit digolongkan menjadi dua, yaitu semi parasit dan parasit sempurna (Ewusie, 1990). Tumbuh-tumbuhan semi parasit adalah tumbuh-tumbuhan parasit yang hidup dengan suplai sebagian makanan dari inangnya dan sebagian dari fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuh-tumbuhan parasit itu sendiri. Contoh tumbuh-tumbuhan semi parasit antara lain *Cassytha spp* dan *Tapinanthus bangwensis* yang merupakan parasit yang tumbuh pada cabang

pohon, kemudian *Striga spp* merupakan parasit yang tumbuh pada akar rumput, dan *Sopubia ramosa* merupakan parasit yang tumbuh pada akar alang-alang (Ewusie, 1990). Di Indonesia parasit cabang pohon yang terkenal adalah benalu anggota famili *Loranthaceae* (Soerianegara dan Indrawan, 1982). Tumbuh-tumbuhan parasit sempurna adalah tumbuh-tumbuhan parasit yang hidup sepenuhnya bergantung pada suplai makanan dari tumbuh-tumbuhan inang. Parasit ini sangat merugikan tumbuh-tumbuhan inang, bahkan dapat merusak tumbuh-tumbuhan inang dengan cara memakan jaringan dan melepaskan racun. Contoh parasit ini antara lain *Balanophora spp* yang merupakan parasit pada pohon di hutan hujan tropik, *Cuscuta spp* merupakan parasit pada perdu dan pohon kecil, *Orobancha spp* merupakan parasit pada akar tomat dan tembakau, dan *Rafflesia spp* merupakan parasit pada akar ara atau pohon-pohon anggota genus *Ficus* (Ewusie, 1990).

#### 4. Mikoriza

Mikoriza merupakan bentuk hubungan simbiosis mutualisme antara cendawan (*mycos*) dengan perakaran (*rhizos*) tumbuh-tumbuhan. Berdasarkan cara menginfeksi pada akar tumbuh-tumbuhan inang, mikoriza dikelompokkan kedalam tiga golongan, yaitu ektomikoriza, endomikoriza, dan ektendomikoriza. Mikoriza tersebut banyak dijumpai bersimbiosis dengan pohon-pohon hutan, misalnya pohon *Pinus spp*, *Eucalyptus spp*, species pohon anggota famili *Dipterocarpaceae*, *Tectona grandis*, *Paraserianthes falcataria*, *Acacia mangium*, *Swietenia macrophylla*, *Melia azedarach*, *Leucaena leucocephala*, *Araucaria cunninghamii*, *Agathis spp*, dan *Aleurites spp*. Menurut Soerianegara dan Indrawan (1982) lahan-hutan di Indonesia pada umumnya miskin hara, sehingga pohon-pohon yang ada di hutan kebanyakan mengandung mikoriza.

#### 5. Nodul Akar

Nodul akar atau bintil akar adalah bentuk simbiosis mutualisme antara bakteri *Rhizobium spp* dengan akar tumbuh-tumbuhan (Killham, 1996 dalam Indriyanto, 2006, Wikipedia, 2020). Simbiosis tersebut terjadi pada tumbuh-tumbuhan anggota famili *Leguminosae*, akan tetapi ada juga beberapa species pohon yang memiliki nodul akar, yaitu *Podocarpus spp*, *Casuarina spp*, *Pinus spp*, *Ginkgo spp*, *Araucaria spp*, *Alnus spp*, *Myrica spp*, *Ceanothus spp*, *Coriaria spp*, *Eleagnus spp*, *Hippophae spp*, *Phycotria spp*, dan *Shepherdia spp*. Bakteri *Rhizobium* memiliki kemampuan menambat nitrogen dari udara dalam proses yang disebut fiksasi biologis (Gopal dan Bhardwaj, 1979 dalam Indriyanto, 2006). Dengan demikian, peranan nodul akar sangat

penting, khususnya di lahan-lahan hutan hujan tropik yang miskin hara, khususnya hara N, karena dengan adanya mekanisme ini di alam, maka akan meningkatkan jumlah unsur nitrogen tanah maupun nitrogen yang diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan inangnya.

#### 6. Tumbuh-Tumbuhan Pencekik

Tumbuh-tumbuhan pencekik (*strangler*) adalah species tumbuh-tumbuhan yang pada awalnya hidup sebagai epifit pada suatu pohon, akan tetapi setelah akar-akarnya mencapai tanah dan dapat hidup sendiri lalu mencekik, bahkan dapat membunuh pohon tempatnya bertumpu (Kormondy, 1991 dalam Indriyanto, 2006). Tumbuh-tumbuhan yang terkenal sebagai pencekik dari species anggota genus *Ficus*, misalnya *Ficus rigida*, *Ficus altissima*. Species anggota *Ficus* yang sedang dalam pertumbuhannya dan masih berstatus sebagai epifit tersebut mengeluarkan akar-akar gantung yang tampak sangat menarik bagaikan hiasan pada pohon inangnya, akan tetapi lama kelamaan akar-akar gantung itu semakin menjulur ke bawah, dan apabila telah menancap di tanah, maka akar-akar itu mulai menghisap zat hara serta bahan organik dari dalam tanah. Kemudian akar-akar tadi akan berkembang menjadi batang dan bersatu mencekik pohon induk. Pohon induk akan terjepit di tengah-tengah, dan mulai saat itu species anggota *Ficus* ini benar-benar menjadi pencekik.

#### 7. Liana

Liana merupakan tumbuh-tumbuhan merambat, memiliki batang yang tidak beraturan dan lemah, sehingga tidak mampu mendukung tajuknya. Soerianegara dan Indrawan (1982) mengemukakan bahwa adanya liana di hutan merupakan salah satu ciri khas hutan hujan tropik, terutama species liana berkayu. Liana berkayu di hutan-hutan merupakan bagian vegetasi yang membentuk lapisan tajuk hutan dan mampu mendesak tajuk-tajuk pohon tempatnya bertumpu. Tajuk liana juga mengisi lubang-lubang tajuk hutan di antara beberapa pohon di dalam tegakan hutan agar mendapatkan sinar matahari sebanyak-banyaknya, sehingga liana akan memperapat dan mempertebal lapisan tajuk pada stratum atas. Contoh tumbuh-tumbuhan liana antara lain *Plumbago capensis*, *Bougenvillea spp*, dan berbagai species rotas, misalnya *Calamus caesius*, *Calamus manan*, *Calamus scipionum*, *Calamus javensis*, *Daemonorops draco*, dan *Daemonorops melanochaetes*, serta beberapa species bajakah.

#### 8. Satwa Liar atau Hewan Hutan

Satwa liar merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dengan komunitas tumbuh-tumbuhan. Hewan-hewan tersebut selain sebagai konsumen yang membutuhkan tumbuh-

tumbuhan untuk sumber makanannya juga sebagai tempat beraktivitas, khususnya hewan-hewan arboreal yang sebagian besar aktivitas hidupnya di atas pohon. Beberapa contoh hewan arboreal antara lain monyet, tupai pohon, harimau pohon, siamang, orang utan, dan berbagai species burung. Diantara hewan-hewan hutan tersebut keberadaannya sangat diperlukan untuk membantu proses penyerbukan bunga dan penyebaran biji atau buah. Hewan-hewan hutan yang berperan dalam penyerbukan dari berbagai species antara lain lebah, berbagai species burung dan kelelawar, sehingga proses regenerasi alami dari tumbuh-tumbuhan di hutan dapat berjalan dan tersebar merata di dalam habitatnya.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Terdapat 4 (empat) komponen ekosistem hutan. Sebutkan keempat komponen tersebut dan jelaskan satu per satu.
2. Apa yang dimaksud dengan “hutan sebagai komunitas tumbuh-tumbuhan”. Jelaskan.
3. Apa akibat atau konsekuensi yang terjadi Ketika hutan itu merupakan suatu komunitas tumbuh-tumbuhan ? Sebutkan akibatnya satu per satu dan jelaskan.

## **BAB VII**

### **FORMASI HUTAN DAN KONDISI LINGKUNGANNYA**

Formasi hutan merupakan tipe atau bentuk susunan ekosistem hutan yang terjadi akibat pengaruh faktor lingkungan yang dominan terhadap pembentukan dan perkembangan komunitas di dalam ekosistem hutan. Adanya pengelompokan formasi hutan diilhami oleh paham tentang klimaks, yaitu komunitas akhir yang terjadi selama proses suksesi. Paham klimaks berkaitan dengan adaptasi tumbuh-tumbuhan secara keseluruhan yang mencakup segi fisiologis, morfologis, syarat pertumbuhan, dan bentuk tumbuhnya, sehingga kondisi ekstrim dari pengaruh iklim dan tanah akan menyebabkan efek adaptasi pohon serta tumbuh-tumbuhan lainnya menjadi nyata (Arief, 1994 dalam Jhuan, 2015). Hal ini akan berpengaruh terhadap bentuk susunan ekosistem hutan (formasi hutan).

Berdasarkan atas faktor lingkungan yang memiliki pengaruh dominan terhadap bentuk susunan komunitas atau ekosistem hutan, maka ekosistem hutan dikelompokkan ke dalam dua formasi, yaitu :

#### 1. Formasi Klimatik

Formasi klimatik adalah formasi hutan yang dalam pembentukannya sangat dipengaruhi oleh unsur-unsur iklim, misalnya temperatur, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan angin. Adapun tipe hutan yang termasuk ke dalam formasi ini adalah sebagai berikut (Jhuan, 2015) :

##### a. Ekosistem Hutan Hujan Tropik

Hutan hujan tropik adalah ekosistem hutan yang ditandai oleh curah hujan yang tinggi, ciri khasnya berkanopi lebat dan memiliki keragaman hayati. Ekosistem ini berada di sepanjang garis khatulistiwa yang disinari matahari sepanjang tahunnya (Anonim, 2020). Menurut Vickery (1984) dalam Indriyanto (2006) hutan hujan tropik merupakan salah satu tipe vegetasi hutan tertua yang telah menutupi banyak lahan yang terletak pada 10° LU dan 10° LS. Ekosistem hutan ini terbentuk oleh vegetasi klimaks pada daerah dengan curah hujan 2.000 – 4.000 mm per tahun, rata-rata temperatur 25° C dengan perbedaan temperatur yang kecil sepanjang tahun, dan rata-rata kelembaban udara 80 %. Arief (1994) dalam Indriyanto (2006) mengemukakan bahwa hutan hujan tropik adalah klimaks utama dari hutan-hutan di dataran rendah yang mempunyai tiga stratum tajuk, yaitu stratum A, B, dan C atau bahkan lebih dari tiga stratum tajuk.

Direktorat Jenderal Kehutanan (1976) dan Suhendang (2002) mengemukakan bahwa tipe ekosistem hutan hujan tropik terdapat di wilayah yang memiliki tipe iklim A dan B menurut



klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson atau dapat dikatakan bahwa tipe ekosistem hutan ini berada pada daerah yang selalu basah, dengan jenis tanah Podsol, Latosol, Aluvial, dan Regosol yang berdrainase baik dan terletak jauh dari pantai.

Hutan hujan tropik didominasi oleh pohon-pohon yang selalu hijau. Keanekaragaman species tumbuh-tumbuhan dan hewan yang ada di ekosistem hutan ini sangat tinggi. Haeruman (1980) mengemukakan bahwa hutan alam tropik yang masih utuh mempunyai species tumbuh-tumbuhan yang sangat banyak. Hutan di Kalimantan mempunyai lebih dari 40.000 species tumbuh-tumbuhan, dan merupakan hutan yang paling kaya speciesnya di dunia. Diantara 40.000 species tumbuh-tumbuhan tersebut, terdapat lebih dari 4.000 species tumbuh-tumbuhan yang termasuk golongan pohon-pohon besar yang penting. Di dalam setiap hektar hutan hujan tropik mengandung sedikitnya 320 pohon yang berukuran garis tengah lebih dari 10 cm. Disamping itu, di hutan hujan tropik Indonesia telah banyak dikenali ratusan species rotan, species anggrek hutan, dan beberapa species umbi-umbian sebagai sumber makanan dan obat-obatan.

Tajuk pohon-pohon hutan hujan tropik sangat rapat, ditambah lagi adanya tumbuh-tumbuhan memanjat, menggantung, dan menempel pada dahan-dahan pohon, misalnya rotan, anggrek, dan paku-pakuan. Hal ini menyebabkan sinar matahari tidak dapat menembus tajuk hutan hingga ke lantai hutan, sehingga tidak memungkinkan bagi semak untuk berkembang di bawah naungan tajuk pohon kecuali species tumbuh-tumbuhan yang telah beradaptasi dengan baik untuk tumbuh di bawah naungan (Arief, 1994 dalam Indriyanto, 2006).

Uraian di atas merupakan ciri umum ekosistem hutan hujan tropik yang kondisinya masih baik, jauh dari gangguan oleh berbagai aktivitas manusia, sedangkan saat ini kondisi sebagian ekosistem hutan ini telah terdegradasi oleh berbagai aktivitas manusia yang tentu saja menyebabkan kualitas ekosistem hutan ini mengalami penurunan. Selain ciri umum tersebut, masih ada ciri yang dimiliki ekosistem hutan ini, yaitu kecepatan daur ulang sangat cepat, sehingga semua komponen vegetasi hutan tidak mungkin kekurangan unsur hara (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). Dalam hal siklus hara ini, Soekotjo (2009) mengemukakan bahwa tanah di hutan hujan tropik pada umumnya kurang subur (miskin hara), pohon-pohon tumbuh besar karena suplai haranya sebagian besar berasal dari seresah yang cepat terombak. Seresah yang terombak ini segera diserap oleh pohon-pohon dan dikembalikan lagi ke tanah, dengan kata lain siklus haranya sangat cepat. Apabila siklus hara terganggu, kesuburan tanah akan terganggu dan pertumbuhan pohon-pohonnya juga akan terganggu pula.

Menurut ketinggian tempat dari permukaan laut, hutan hujan tropik dibedakan menjadi tiga zona sebagai berikut (Direktorat Jenderal Kehutanan, 1976 dan Suhendang, 2002) :

#### 1) Zona Hutan Hujan Bawah

Penyebaran tipe ekosistem hutan hujan bawah meliputi pulau-pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Nusa Tenggara, Irian, Sulawesi, dan beberapa pulau di Maluku, misalnya di pulau Taliabu, Mangole, Mandioli, Sunan, dan Obi. Di hutan ini banyak terdapat species pohon anggota famili *Dipterocarpaceae*, terutama anggota genus *Shorea*, *Dipterocarpus*, *Hopea*, *Vatica*, *Dryobalanops*, dan *Cotylelobium*. Hutan tipe ini juga disebut hutan *Dipterocarps*. Selain species pohon anggota famili *Dipterocarpaceae* tersebut juga terdapat species pohon lain dari anggota famili *Lauraceae*, *Myrtaceae*, *Myristicaceae*, dan *Ebenaceae*, serta pohon-pohon anggota genus *Agathis*, *Koompasia*, dan *Dyera*.

Pada ekosistem hutan hujan bawah di Jawa dan Nusa Tenggara terdapat species pohon anggota genus *Altingia*, *Bischofia*, *Castanopsis*, *Ficus*, dan *Gossampinus*, serta species pohon dari famili *Leguminosae*. Adapun ekosistem hutan hujan bawah di Sulawesi, Maluku, dan Irian merupakan hutan campuran yang didominasi oleh species pohon *Palaquium spp*, *Pometia pinnata*, *Intsia spp*, *Diospyros spp*, *Koordersiodendron pinnatum*, dan *Canarium spp*. Species tumbuh-tumbuhan merambat yang banyak dijumpai pada hutan ini adalah anggota famili *Apocynaceae*, *Araceae*, dan berbagai species rotan (*Calamus spp*).

#### 2) Zona Hutan Tengah

Penyebaran tipe ekosistem hutan hujan tengah meliputi Jawa Tengah, Jawa Timur, Sulawesi, sebagian daerah Indonesia Timur, di Aceh dan Sumatera Utara. Secara umum, ekosistem hutan ini didominasi oleh genus *Quercus*, *Castanopsis*, *Nothofagus*, dan species pohon anggota famili *Magnoliaceae*. Di beberapa daerah, tipe ekosistem hutan ini agak khas, misalnya di Aceh dan Sumatera Utara terdapat species pohon *Pinus merkusii*, di Jawa Tengah terdapat species pohon *Albizia montana* dan *Anaphalis javanica*, di beberapa daerah Jawa Timur terdapat species pohon *Cassuarina spp*, di Sulawesi terdapat kelompok species pohon anggota genus *Agathis* dan *Podocarpus*. Di sebagian daerah Indonesia Timur terdapat species pohon anggota genus *Trema*, *Vaccinium*, dan pohon *Podocarpus imbricatus*, sedangkan species pohon anggota famili *Dipterocarpaceae* hanya terdapat pada daerah-daerah yang memiliki ketinggian tempat 1.200 m dpl.

### 3) Zona Hutan Hujan Atas

Penyebaran tipe ekosistem hutan hujan atas hanya di Irian Jaya dan di sebagian daerah Indonesia Barat. Tipe ekosistem hutan ini pada umumnya berupa kelompok hutan yang terpisah-pisah oleh padang rumput dan belukar. Di Irian Jaya hutan ini banyak berisi species pohon *Conifer* (pohon berdaun jarum) genus *Dacrydium*, *Libocedrus*, *Phyllocladus*, dan *Podocarpus*. Disamping itu ada juga species pohon *Eugenia spp* dan *Calophyllum*, sedangkan di sebagian daerah Indonesia Barat dijumpai juga kelompok-kelompok tegakan *Leptospermum*, *Tristania*, dan *Phyllocladus* yang tumbuh di dalam tipe ekosistem hutan ini pada daerah yang memiliki ketinggian tempat lebih dari 3.300 m dpl.

#### b. Ekosistem Hutan Musim

Ekosistem hutan musim merupakan ekosistem hutan campuran yang berada di daerah beriklim muson, yaitu daerah dengan perbedaan antara musim kering dan basah yang jelas (Arief, 1994 dalam Indriyanto, 2006). Tipe ekosistem hutan ini terdapat pada daerah-daerah yang memiliki tipe iklim C dan D, yaitu tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson, dengan rata-rata curah hujan 1.000 – 2.000 mm per tahun, dan rata-rata suhu bulanan sebesar 21° – 32° C (Direktorat Jenderal Kehutanan, 1976 dan Suhendang, 2002).

Penyebaran lokasi ekosistem hutan musim meliputi wilayah Negara-negara yang beriklim musim (monsoon), misalnya India, Myanmar, Indonesia, Afrika Timur, dan Australia Utara (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). Di Indonesia tipe ekosistem hutan ini berada di Jawa (terutama di Jawa Tengah dan Jawa Timur), di kepulauan Nusa Tenggara, Maluku, dan Irian. Vegetasi yang berada di ekosistem hutan ini didominasi oleh species pohon yang menggugurkan daun di musim kering, sehingga tipe hutan ini disebut juga hutan gugur daun atau *deciduous forest* (Vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). Pada hutan ini hanya memiliki satu lapisan tajuk atau satu stratum dengan tajuk-tajuk pohon yang tidak saling tumpang tindih, sehingga banyak sinar matahari yang bisa masuk ke dalam hutan dan lantai hutan, apalagi saat sedang gugur daun. Kondisi ini memungkinkan tumbuh dan berkembangnya berbagai species semak dan herba yang menutup lantai hutan secara rapat.

Pada musim kering mayoritas pohon-pohon di hutan musim menggugurkan semua daunnya, tetapi lamanya daun gugur bergantung pada ketersediaan air di dalam tanah, dan hal ini dapat berbeda-beda antar tempat pada hutan yang sama. Sebagai contoh, untuk tempat-tempat yang berada di pinggir sungai yang selalu ada cukup air, maka daun-daun pohon gugur secara

bergantian, bahkan di sini tidak setiap species pohon menggugurkan semua daunnya. Pada akhir musim kering banyak dijumpai pohon yang mulai berbunga. Transpirasi melalui bunga sangat kecil, sehingga tidak mengganggu keseimbangan air di dalam tubuh tumbuh-tumbuhan. Kemudian setelah masuk musim hujan, pohon-pohon mampu memproduksi daun-daun baru, buah, dan biji, sepanjang air tanah cepat tersedia bagi tumbuh-tumbuhan. Bunga yang dihasilkan oleh pohon-pohon di hutan ini sering berukuran besar dan memiliki warna yang terang, dan berbeda jika dibandingkan dengan bunga yang dihasilkan oleh pohon-pohon di hutan hujan tropis (pohon yang selalu hijau). Bunga pohon di hutan musim umumnya kelihatan pada bagian luar tajuk, sehingga sangat mudah dilihat oleh hewan atau serangga-serangga penyerbuk (vickery, 1984 dalam Indriyanto, 2006). *Species pohon-pohon yang ada pada ekosistem hutan ini antara lain Tectona grandis, Dalbergia latifolia, Acacia leucophloea, Schleicera oleosa, Eucalyptus alba, Santalum album, Albizzia chinensis, dan Timonius cerysus* (Arief, 1994 dalam Indriyanto, 2006).

Berdasarkan ketinggian tempat dari permukaan laut, hutan musim dibedakan menjadi dua zona sebagai berikut (Direktorat Jenderal Kehutanan, 1976 dan Suhendang 2002) :

#### 1) Zona Hutan Musim Bawah

Zona ekosistem hutan musim bawah terletak pada daerah dengan ketinggian tempat 0 – 1.000 m dpl. Species pohon yang merupakan ciri khas hutan musim bawah di daerah Jawa antara lain *Tectona grandis, Acacia leucophloea, Actinophora fragrans, Albizzia chinensis, Azadirachta indica, dan Caesalpinia digyna*. Di kepulauan Nusa Tenggara dijumpai species pohon yang menjadi ciri khas hutan musim, yaitu *Eucalyptus alba dan Santalum album*, sedangkan species pohon khas hutan ini di Maluku dan Irian antara lain *Melaleuca leucadendron, Eucalyptus spp, Corypha utan, Timonius cerycus, dan Banksia dentata*.

#### 2) Zona Hutan Musim Tengah dan Atas

Zona ekosistem hutan musim tengah dan atas terletak pada daerah dengan ketinggian tempat 1.000 – 4.100 m dpl. Species pohon yang merupakan ciri khas tipe ekosistem hutan ini dan dominan di daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur adalah *Casuarina junghuhniana*. Ekosistem hutan ini di daerah Indonesia Timur mengandung species khas, yaitu *Eucalyptus spp*. Adapun species pohon khas untuk hutan musim tengah dan atas di daerah Sumatera adalah *Pinus merkusii*.

### c. Ekosistem Hutan Gambut

Hutan gambut adalah hutan yang tumbuh di daerah iklim bertipe A atau B dengan jenis tanah organosol atau histosol atau latosol yang selalu tergenang air tawar secara periodik dengan pH rata-rata 3,5 – 4,0, dengan lapisan gambut setebal 50 cm atau lebih. Tipe hutan ini tersebar di pulau Sumatera dan pulau Kalimantan (Arief, 2001 dan Suhendang, 2002). Hutan ini merupakan ekosistem unik, karena tumbuh di atas tumpukan bahan organik yang melimpah dan hidupnya tergantung pada turunnya hujan.

Istilah gambut mempunyai dua makna, pertama gambut merupakan lapisan bahan organik yang terdiri atas sisa tanaman yang secara morfologis belum banyak mengalami perubahan melalui proses pelapukan dan telah tertimbun di dalam genangan air atau tanah yang lembab selama ratusan bahkan jutaan tahun. Kedua, tanah gambut adalah tanah yang tersusun dari bahan organik, baik dengan ketebalan lebih dari 45 cm maupun terdapat secara berlapis bersama tanah mineral pada ketebalan penampang 80 cm dan tebal lapisan bahan organik lebih dari 50 cm (Arief, 2001).

Jenis gambut dibedakan atas tiga tingkat dekomposisi, yaitu *fibrik* yang disebut *eutropik* atau gambut subur, lalu *hemik* yang disebut *mesotropik* atau gambut kurang subur, dan kemudian *saprik* yang disebut *oligotropik* atau tidak subur. Species pohon di hutan ini antara lain *Alstonia spp*, *Palaquium spp*, *Shorea sp*, *Gonystylus spp*, *Dacrydium spp*, dan *Calophyllum spp* (Arief, 2001). Indriyanto (2006) menambahkan species lain yang ditemukan di hutan gambut, yaitu *Dyera spp*, *Durio carinatus*, *Tristania spp*, *Eugenia spp*, *Cratoxylon arborescens*, *Tetramerista glabra*, *Dactylocladus stenostachys*, *Diospyros spp*, dan *Myristica spp*.

Anwar dkk (1984) dalam Irwan (1992) yang dikutip oleh Indriyanto (2006) mengemukakan bahwa gambut dapat diklasifikasikan kedalam dua bentuk, yaitu gambut ombrogen, yang mana bentuk gambut ini umum dijumpai dan banyak ditemukan di daerah dekat pantai dengan kedalaman gambut mencapai 20 m. Air gambut di sini sangat asam dan sangat miskin hara, sehingga tumbuh-tumbuhan yang hidup pada tanah gambut ini menggunakan zat hara dari gambut dan dari air hujan, kemudian gambut topogen, yang mana bentuk gambut seperti ini tidak sering dijumpai, biasanya terbentuk pada lekukan-lekukan tanah di pantai-pantai (di balik bukit pasir) dan di daerah pedalaman yang drainasenya terhambat. Air gambut di sini bersifat agak asam dan mengandung zat hara agak banyak. Tumbuh-tumbuhan yang hidup pada

tanah gambut ini masih mendapatkan zat hara dari tanah mineral, air sungai, sisa-sisa tumbuhan, dan air hujan.

## 2. Formasi Edafik

Formasi edafik adalah formasi hutan yang dalam pembentukannya sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah, misalnya sifat fisika, sifat kimia, dan sifat biologi tanah, serta kelembaban tanah. Adapun tipe hutan yang termasuk ke dalam formasi ini adalah sebagai berikut (Jhuan, 2015) :

### a. Ekosistem Hutan Rawa

Ekosistem hutan rawa adalah hutan yang tumbuh pada tanah alluvial dengan ciri-ciri selalu tergenang air tawar, tempat tumbuh yang beraerasi buruk, tidak terlalu terpengaruh oleh iklim, dan terletak di belakang ekosistem hutan payau atau mangrove (Arief, 2001 dan Suhendang 2002). Ekosistem hutan ini terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia, misalnya di Sumatera bagian timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Irian Jaya bagian selatan.

Spesies pohon yang menyusun ekosistem hutan rawa berupa pohon-pohon dengan tinggi mencapai 40 m dan mempunyai beberapa lapisan tajuk. Spesies pohon yang banyak terdapat pada ekosistem hutan ini antara lain *Palaquium leiocarpum*, *Shorea uliginosa*, *Camnosperma macrophylla*, *Garcinia spp*, *Eugenia spp*, *Canarium spp*, *Koompasia spp*, *Calophyllum spp*, *Xylophia spp*.

### b. Ekosistem Hutan Payau (Mangrove)

Hutan payau sering disebut hutan bakau atau mangrove yang merupakan formasi hutan yang khas daerah tropis. Hutan ini terdapat di pantai rendah dan tenang, berlumpur atau sedikit berpasir yang mendapat pengaruh pasang surut air laut, yang tidak ada ombak keras. Hutan ini disebut juga hutan bakau karena tegakannya didominasi oleh jenis bakau, dan disebut hutan payau karena hidup di daerah yang payau akibat mendapat buangan air dari sungai atau air tanah (Arief, 2001). Hutan ini termasuk tipe ekosistem hutan yang tidak terlalu terpengaruh oleh iklim, tetapi faktor lingkungan yang sangat dominan dalam pembentukan hutan ini adalah faktor edafis. Salah satu faktor lingkungan lainnya yang sangat menentukan perkembangan hutan ini adalah salinitas atau kadar garam (Kusmana, 1997 dalam Indriyanto, 2006).

Pada hutan ekosistem payau (mangrove) terdapat campuran air tawar dari sungai dan air laut. Spesies pohon-pohon yang tumbuh umumnya berdaun tebal dan mengkilat karena adaptasi evapotranspirasi, Tajuk pohon hanya satu dengan ketinggian rata-rata 50 m. Komposisi hutan ini terdiri atas asosiasi beberapa spesies tumbuh-tumbuhan yang khas yang dimulai dari pantai,

yakni berturut-turut *Avicenia* (api-api) seperti *Avicenia marina* yang tumbuh pada tanah berliat agak keras, dan *Avicenia alba* pada tanah yang lebih lembek serta *Sonneratia spp.* Disusul *Bruguiera cylindrica* yang hidup pada tanah liat keras dan bila air pasang akan tergenang. Formasi selanjutnya dihuni oleh *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora apiculata* pada pantai agak basah dan berlumpur dalam. Selain itu, umumnya ditemukan juga *Bruguiera parviflora* yang hidup pada bekas tebingan, dan dilanjutkan pada formasi akhir *Bruguiera gymnorhiza*. Kemudian Indriyanto (2006) mengemukakan bahwa terdapat jalur transisi antara hutan payau (mangrove) dengan hutan dataran rendah yang disebut hutan nipah dengan species *Nypa fruticans* (Arief, 2001).

Ekosistem hutan payau mempunyai fungsi-fungsi penting, antara lain (Arief, 2001):

- 1) Fungsi fisik, yaitu sebagai pencegah proses intrusi (perembesan air laut) dan proses abrasi (erosi air laut), serta dapat berfungsi sebagai *barrier* terhadap tsunami.
- 2) Fungsi biologis, yaitu sebagai tempat berbenihnya ikan, udang, kerrang, dan tempat bersarang burung-burung serta berbagai species biota.
- 3) Fungsi kimia, yaitu sebagai tempat proses dekomposisi bahan organik dan proses-proses kimia lainnya yang berkaitan dengan tanah di hutan payau (mangrove)
- 4) Ekonomi, yaitu sebagai sumber bahan bakar dan bangunan, lahan pertanian dan perikanan, obat-obatan dan bahan penyamak.

#### c. Ekosistem Hutan Pantai

Hutan pantai merupakan hutan yang tumbuh di sepanjang pantai laut berpasir dengan tanah kering, tidak pernah tergenang air, dan tidak lebar, tetapi memanjang (Arief, 2001). Species pohon-pohon yang umum ditemukan pada hutan ini antara lain *Barringtonia speciosa*, *Terminalia catappa*, *Calophyllum inophyllum*, *Hibiscus tiliaceus*, *Thespesia populnea*, *Casuarina equisetifolia*, dan *Pisonia grandis* (Direktorat Jenderal Kehutanan, 1976). Kemudian Arief (2001) mengemukakan selain species yang telah disebutkan tersebut, terdapat pula species *Gluta rengas*, *Pandanus tectonius*, dan *Coryphatifalia sp.*

Berdasarkan perkembangan vegetasi yang ada di daerah pantai, maka dijumpai dua formasi vegetasi, yaitu formasi *Pescaprae* dan formasi *Barringtonia* (Irwan, 1992 dalam Indriyanto, 2006). Formasi *Pescaprae* terdapat pada tumpukan-tumpukan pasir yang mengalami proses peninggian di sepanjang pantai, dan hampir terdapat di seluruh pantai Indonesia. Komposisi species tumbuh-tumbuhan pada formasi ini dimana saja hampir sama, karena

didominasi oleh species *Ipomoea pescaprae* (kaki kambing) yang merupakan salah satu species tumbuh-tumbuhan menjalar, herba rendah yang akarnya mampu mengikat pasir. Species tumbuh-tumbuhan lainnya yang terdapat pada formasi ini antara lain *Cyperus pendunculatus*, *Cyperus stoloniferus*, *Thuarea linvoluta*, *Spinifex littoralis*, *Vitex trifolia*, *Ishaemum muticum*, *Euphorbia atoto*, *Launaca sarmontasa*, *Fimbristylis sericea*, *Canavalia abtusiofolia*, *Triumfetta repens*, *Vigna marina*, *Ipomoea carnosae*, *Ipomoea denticulata*, dan *Ipomoea littoralis*, sedangkan formasi *barringtonia* terdapat di atas formasi *pescaprae*, yaitu pada daerah pantai persis di belakang formasi *pescaprae* tersebut yang memungkinkan untuk ditumbuhi oleh berbagai species pohon khas hutan pantai. Disebut formasi *barringtonia*, karena species tumbuh-tumbuhan yan dominan pada daerah ini adalah species pohon *Barringtonia asiatica*. Sesungguhnya ekosistem hutan pantai adalah formasi ini. Beberapa species pohon yang tumbuh di pantai dan menyusun ekosistem hutan pantai antara lain *Barringtonia asiatica*, *Casuarina equisetifolia*, *Terminalia catappa*, *Hibiscus tiliaceus*, *Calophyllum inophyllum*, *Hernandia peltata*, *Sterculia foetida*, *Manilkara kauki*, *Cocos nucifera*, *Crinum asiaticum*, *Cycas rumphii*, *Caesalpinia bonducella*, *Morinda citrifolia*, *Ochrocarpus ovalifolius*, *Tacca leontopetaloides*, *Thespesia populnea*, *Pandanus bidur*, *Pandanus tectorius*, dan lain-lain.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Apa yang dimaksud dengan formasi hutan ?
2. Adanya pengelompokan formasi hutan diilhami oleh paham klimaks. Apa yang dimaksud dengan klimaks dalam pernyataan ini ? Urai dan jelaskan.
3. Sebutkan 2 (dua) kelompok formasi ekosistem hutan. Uraikan dan jelaskan.



## **BAB VIII SUKSESI HUTAN**

Suksesi merupakan hasil dari tumbuh-tumbuhan itu sendiri, dalam arti bahwa tumbuh-tumbuhan yang berada di dalam daerah tersebut pada suatu waktu tertentu mengubah lingkungannya yang terdiri dari tanah, tumbuh-tumbuhan, dan iklim mikro yang berada di dalam lingkungan tumbuh-tumbuhan sedemikian rupa, sehingga membuatnya lebih cocok untuk species yang lain daripada bagi tumbuh-tumbuhan itu sendiri (Ewusie, 1980).

Soerianegara dan Indrawan (2005) dalam Kapludin (2010) mengemukakan bahwa komunitas hutan adalah suatu sistem yang hidup dan tumbuh menjadi suatu komunitas yang dinamik. Komunitas hutan yang terbentuk secara berangsur-angsur melalui beberapa tahap tempat tumbuh dan stabilisasi disebut suksesi atau *sere*. Selama suksesi berlangsung hingga tercapai stabilisasi atau keseimbangan dinamis dengan lingkungan terjadi pergantian-pergantian komunitas tumbuh-tumbuhan hingga terbentuk komunitas yang disebut vegetasi klimaks. Pada komunitas hutan yang telah stabil pun selalu terjadi perubahan-perubahan, misalnya karena pohon-pohon yang tua tumbang dan mati, timbullah anak-anakan pohon atau pohon-pohon yang sebelumnya tertekan. Setiap ada perubahan akan ada mekanisme atau proses yang mengembalikan pada keadaan keseimbangan.

Suksesi adalah perkembangan ekosistem menuju kedewasaan, dan keseimbangan yang terjadi sebagai akibat dari modifikasi lingkungan fisik di dalam komunitas atau ekosistem. Proses suksesi berakhir pada suatu komunitas atau ekosistem klimaks atau telah tercapainya keadaan seimbang (homeostatis). Regenerasi hutan adalah salah satu contoh suksesi, yaitu serangkaian perubahan yang dapat diprediksi dari komposisi dan struktur ekosistem, yang mana dengan berjalannya waktu bila dibiarkan berproses sebagaimana mestinya, maka pada akhirnya akan menghasilkan ekosistem yang final dan stabil yang disebut sebagai ekosistem klimaks (Kapludin, 2010)

Kapludin (2010) mengemukakan bahwa tipe suksesi yang terjadi pada komunitas tumbuh-tumbuhan adalah sebagai berikut :

### **1. Suksesi Primer**

Suksesi primer terjadi bila komunitas asal terganggu. Gangguan ini mengakibatkan hilangnya komunitas asal secara keseluruhan, sehingga di tempat komunitas asal terbentuk habitat baru. Gangguan ini dapat terjadi secara alami, misalnya tanah longsor, letusan gunung berapi, endapan lumpur yang baru di muara sungai, dan endapan pasir di pantai. Gangguan dapat pula karena perbuatan manusia, misalnya penambangan batu bara, timah, emas, minyak

bumi, dan lain-lain. Di Indonesia contoh suksesi primer itu adalah terjadinya proses suksesi di Gunung Krakatau yang pernah meletus pada tahun 1883. Di areal bekas letusan gunung tersebut mula-mula muncul pionir berupa lumut kerak (liken) serta tumbuh-tumbuhan lumut yang tahan terhadap penyinaran matahari dan kekeringan.

## 2. Suksesi Sekunder

Suksesi sekunder terjadi bila komunitas mengalami gangguan, baik secara alami maupun buatan. Gangguan tersebut tidak merusak total tempat hidup organisme, sehingga di dalam komunitas tersebut substrat lama dan kehidupan masih ada. Contoh gangguan alami, misalnya banjir, gelombang laut, angin kencang. Contoh gangguan buatan, misalnya penebangan hutan dan pembakaran padang rumput dengan sengaja.

Kapludin (2010) mengemukakan bahwa tahap-tahap perkembangan suksesi sekunder terdiri atas :

### 1. Fase Permulaan

Setelah terjadi penggundulan hutan, hampir tidak ada biomassa yang tersisa yang mampu beregenerasi, tetapi tumbuh-tumbuhan herba dan semak muncul dengan cepat dan menempati tanah yang gundul.

### 2. Fase Awal/Muda

Kurang dari satu tahun, tumbuh-tumbuhan herba dan semak tersebut digantikan oleh jenis-jenis pohon pionir awal yang mempunyai ciri pertumbuhan tinggi yang cepat, kerapatan kayu yang rendah, pertumbuhan cabang sedikit, daun-daun berukuran besar yang sederhana, relative muda/cepat mulai berbunga, memproduksi banyak benih-benih dorman ukuran kecil yang disebarkan oleh burung-burung, tikus, atau angin, masa hidup yang pendek (7 – 25 tahun), berkecambah pada intensitas cahaya tinggi, dan daerah penyebarannya luas. Kebutuhan cahaya yang tinggi menyebabkan tingkat kematian pohon-pohon pionir awal pada fase ini sangat tinggi, dan pohon-pohon tumbuh dengan umur yang kurang lebih sama. Walaupun tegakan yang tumbuh didominasi oleh jenis-jenis pionir, namun bersama tegakan tersebut juga dijumpai beberapa jenis pohon dari fase berikutnya, tetapi segera digantikan/ditutupi oleh pionir-pionir awal yang cepat tumbuh. Siklus unsur hara berkembang sangat cepat, khususnya unsur-unsur hara mineral diserap dengan cepat oleh tumbuh-tumbuhan, sebaliknya nitrogen tanah, fosfor, dan belerang pada awalnya menumpuk di lapisan organik (Jordan, 1985 dalam Kapludin, 2010). Pertumbuhan vegetasi dan penyerapan unsur hara yang cepat mengakibatkan terjadinya penumpukan biomassa yang sangat cepat. Dalam waktu kurang dari lima tahun, indeks permukaan daun dan tingkat produksi primer bersih yang dimiliki hutan-hutan primer sudah dapat dicapai. Biomassa daun, akar, dan kayu

terakumulasi secara berturut-turut. Begitu biomassa daun dan akar berkembang penuh, maka akumulasi biomassa kayu akan meningkat secara tajam. Setelah 5 – 10 tahun biomassa daun dan akar halus akan meningkat mencapai nilai seperti di hutan-hutan primer. Selama 20 tahun pertama, produksi primer bersih mencapai 12 – 15 ton biomassa/ha/tahun, yang demikian melebihi yang dicapai oleh hutan primer, yaitu 2 – 11 ton/ha/tahun. Proses-proses biologi akan berjalan lebih lambat setelah sekitar 20 tahun. Ciri-ciri ini adalah permulaan dari fase ketiga (fase dewasa).

### 3. Fase Dewasa

Setelah pohon-pohon pionir awal mencapai tinggi maksimumnya, pohon-pohon tersebut akan mati satu per satu, dan secara berangsur-angsur akan digantikan oleh pionir-pionir akhir yang juga akan membentuk lapisan pohon yang homogeny (Finegan, 1992 dalam Kapludin, 2010). Secara garis besar, karakteristik pionir-pionir akhir yang relatif beragam pada waktu muda sangat menyerupai pionir-pionir awal, namun pionir-pionir akhir ini lebih tinggi, umurnya lebih lama (50 – 100 tahun), dan sering mempunyai kayu yang lebih padat.

Pionir-pionir akhir menggugurkan daun dan memiliki biji yang disebarkan oleh angin, yang seringkali dorman di tanah dalam periode waktu yang sangat lama. Pionir-pionir akhir ini bahkan dapat berkecambah pada tanah yang sangat miskin unsur hara apabila tersedia cahaya dengan intensitas yang cukup tinggi. Jenis-jenis pionir akhir yang termasuk ke dalam genus yang sama biasanya dijumpai tersebar di dalam suatu daerah geografis yang luas. Dalam akhir fase, akumulasi biomassa berangsur-angsur mengecil secara kontinyu.

Dalam hutan-hutan yang lebih tua, biomassa yang diproduksi hanya 1 – 4,5 ton/ha/tahun. Setelah 50 – 80 tahun, produksi primer bersih mendekati nol. Sejalan dengan akumulasi biomassa yang semakin lambat, efisiensi penggunaan unsur-unsur hara akan meningkat, karena sebagian besar dari unsur-unsur hara tersebut saat ini diserap dan digunakan kembali. Sebagai hasil dari keadaan tersebut dan adanya peningkatan unsur-unsur hara yang non-fungsional pada lapisan organik dan horizon tanah bagian atas, maka konsentrasi unsur-unsur hara pada biomassa menurun (Brown dan Lugo, 1990 dalam Kapludin, 2010). Perputaran kembali unsur hara pada daun-daunan jauh lebih tinggi dibandingkan dengan fase sebelumnya.

### 4. Fase Klimaks

Pionir-pionir akhir mati satu per satu setelah sekitar 100 tahun (Liebermann dan Liebermann, 1987 dalam Kapludin, 2010), dan berangsur-angsur digantikan oleh jenis-jenis tahan naungan yang telah tumbuh di bawah tajuk pionir-pionir akhir. Jenis-jenis ini adalah jenis-jenis pohon klimaks dari hutan primer, yang dapat menunjukkan ciri-ciri yang berbeda.

Termasuk kedalam jenis-jenis ini adalah jenis-jenis kayu tropik komersial yang bernilai tinggi dan banyak jenis lainnya yang tidak (belum) memiliki nilai komersial. Perlahan-lahan suatu kondisi keseimbangan yang stabil (steady-state) mulai terbentuk, yang mana tumbuh-tumbuhan yang mati secara terus menerus digantikan oleh permudaan yang baru. Areal basal dan biomassa hutan primer semula dicapai setelah 50 – 100 tahun (Riswan dkk, 1985 dalam Kapludin, 2010) atau 150 – 250 tahun (Saldarriaga dkk, 1998 dalam Kapludin, 2010). Setelah itu tidak ada biomassa tambahan yang terakumulasi lagi, namun permudaan lubang/celah tajuk yang khas terjadi pada hutan-hutan tropik basah biasanya memerlukan waktu selama 500 tahun (Riswan dkk, 1985 dalam Kapludin, 2010).

Suksesi yang diuraikan dan dijelaskan di atas adalah suatu contoh gambaran yang sangat skematis dari proses-proses suksesi yang sangat kompleks dan beragam. Walaupun kebanyakan suksesi mengikuti pola seperti yang diuraikan di atas, pada kenyataannya di alam beberapa tahap suksesi sering terlampaui atau berbagai proses suksesi muncul secara bersamaan dalam susunan seperti mosaic. Suatu situasi khusus terjadi bila permudaan dari jenis pohon klimaks tetap hidup atau terdapat di seluruh areal setelah atau walaupun terjadi gangguan yang mengakibatkan pemgundulan hutan hutan tersebut. Dalam hal ini, seluruh fase suksesi akan dilalui oleh komunitas tumbuh-tumbuhan tersebut, dan sebagai akibatnya yang terjadi hanyalah perubahan struktur hutan.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Jelaskan pengertian suksesi tumbuh-tumbuhan.
2. Bagaimana kondisi vegetasi pada permulaan suksesi ? Sebutkan.
3. Urai dan jelaskan kondisi suksesi hutan pada fase muda.
4. Urai dan jelaskan kondisi suksesi hutan pada fase dewasa.
5. Urai dan jelaskan kondisi suksesi hutan pada fase klimaks.

## **BAB IX EKOSISTEM LAHAN BASAH**

Pada Bab IX dibahas mengenai definisi lahan basah dan batasan-batasannya, ekosistem lahan basah, dan formasi lahan basah. Diharapkan setelah mempelajari ini, akan terbuka pemahaman pembaca tentang apa yang dimaksud dengan lahan basah yang membedakan dengan jenis hutan lainnya. Selain itu juga akan dapat mendiskripsikan mengenai ekosistem hutan lahan basah dan formasi hutan lahan basah.

### **A. Definisi Lahan Basah**

Dalam hal pengelolaan sumber daya hutan dan lahan, selain telah meratifikasi AATHP (*Asean Agreement on Transboundary Haze Pollution*), pemerintah Indonesia melalui Keputusan Presiden Nomor 48 tahun 1991 juga telah meratifikasi *Convention on Wetlands of International Importance Especially as Waterfowl Habitat*. Konvensi ini dideklarasikan di kota Ramsar, Iran, pada tanggal 2 Februari 1971. Konvensi ini kemudian lebih dikenal dengan sebutan Konvensi Ramsar.

Adapun definisi lahan basah menurut Konvensi Ramsar sebagai berikut:

*Lahan Basah adalah daerah-daerah rawa, paya, lahan gambut atau badan perairan lainnya baik alami maupun buatan, airnya mengalir atau tergenang permanen atau sementara, rasanya tawar, payau & atau asin termasuk kawasan laut dimana kedalaman airnya pada saat surut terendah tidak lebih dari 6 m.*

Hingga kini Konvensi Ramsar telah diratifikasi oleh 162 negara dengan jumlah situs Ramsar sebanyak 2.045 lokasi dan mencakup kawasan seluas 193.553.062 hektare. Isi dari Konvensi Ramsar berupa perjanjian multilateral untuk perlindungan lahan basah yang bernilai penting bagi dunia internasional serta memanfaatkan secara bijaksana sumber daya alam hayati yang ada di dalamnya. Konvensi ini menekankan pengelolaan lahan basah yang secara ekologis melintasi lebih dari satu negara, termasuk di dalamnya perlindungan terhadap satwa migran seperti burung air yang memiliki lintasan terbang antar negara.

Secara umum tujuan Konvensi Ramsar adalah melakukan konservasi dan pemanfaatan lahan basah secara bijaksana melalui aksi nasional untuk mewujudkan pembangunan secara berkelanjutan di seluruh dunia. Indonesia memiliki lahan basah gambut tropis terbesar di dunia yang sangat kaya keanekaragaman hayati (*biodiversity*). Masyarakat internasional punya kepentingan untuk ikut menjaga kelestarian lahan gambut ini.

Peristiwa kebakaran hutan dan lahan yang terjadi saat ini dua-pertiga terletak di lahan basah gambut menjadikan dunia internasional harus terlibat aktif memadamkannya. Lahan

basah merupakan kawasan konsentrasi tinggi bagi sebagian besar jenis satwa, seperti ikan, burung, reptil, mamalia, amfibi, dan binatang tak bertulang belakang. Lahan basah juga berperan penting bagi berbagai jenis flora yang memiliki nilai sangat penting bagi kehidupan global. Lahan basah juga memegang peranan penting bagi pemenuhan kebutuhan manusia akan air bersih.

Berkembangnya peradaban dan populasi penduduk dunia saat ini telah meningkatkan konsumsi air bersih sampai pada tingkat yang sangat tinggi. Diperkirakan konsumsi ini akan menjadi lebih besar lagi seiring pertambahan penduduk dunia sampai tahun 2025. Kawasan ini juga berfungsi dalam mempertahankan keseimbangan iklim.

## **B. Ekosistem Hutan Payau (Hutan Mangrof)**

Dari segi ekologi, ekosistem hutan payau merupakan habitat unik dan paling khas yang dalam banyak hal berbeda dengan habitat-habitat lainnya. Di habitat ini memungkinkan terjalannya perpaduan yang unik antara organisme laut dan darat, serta antara organisme air asin dan air tawar.

Ekosistem hutan payau (ekosistem hutan mangrof) adalah tipe ekosistem yang terdapat di daerah pantai dan selalu atau secara teratur digenangi air laut atau dipengaruhi oleh pasang surut air laut, daerah pantai dengan kondisi tanah berlumpur, berpasir, atau lumpur berpasir. Ekosistem tersebut merupakan ekosistem yang khas untuk daerah tropis, terdapat di daerah pantai yang berlumpur dan airnya tenang (gelombang laut tidak besar). Ekosistem hutan itu disebut ekosistem hutan payau karena terdapat di daerah payau, yaitu daerah perairan dengan kadar garam/salinitas antara 20,16-38,27 ‰, disebut juga ekosistem hutan pasang surut karena terdapat di daerah yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

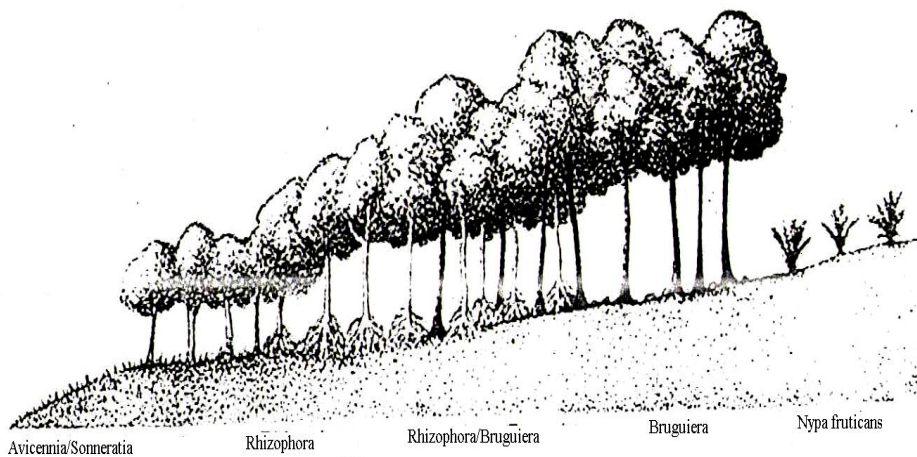
Ekosistem hutan payau termasuk tipe ekosistem hutan yang tidak terpengaruh oleh iklim, tetapi faktor lingkungan yang sangat dominan dalam pembentukan ekosistem itu adalah faktor edafis. Salah satu faktor lingkungan lainnya yang sangat menentukan perkembangan hutan payau adalah salinitas atau kadar garam (Kusmana, 1997).

Vegetasi yang terdapat dalam ekosistem hutan payau didominasi oleh tetumbuhan yang mempunyai akar napas atau *pneumatofora* (Ewusie, 1990). Di samping itu, spesies tumbuhan yang hidup dalam ekosistem hutan payau adalah spesies tumbuhan yang memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi terhadap salinitas payau dan harus hidup pada kondisi lingkungan yang demikian, sehingga spesies tumbuhannya disebut tumbuhan *halophytes obligat* (Vickery, 1984). Tumbuhan itu pada umumnya merupakan spesies pohon yang dapat mencapai ketinggian 50 m dan hanya membentuk satu stratum tajuk, sehingga umumnya dikatakan bahwa pada hutan payau tidak ada stratifikasi tajuk secara lengkap seperti pada

tipe-tipe ekosistem hutan lainnya. Tumbuhan yang ada pada ekosistem hutan payau terdiri atas 12 genus tumbuhan berbunga antara lain; genus *Avicennia*, *Sonneratia*, *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, *Xylocarpus*, *Lumnitzera*, *Laguncularia*, *Aegiceras*, *Aegiatilis*, *Snaeda*, dan *Conocarpus*.

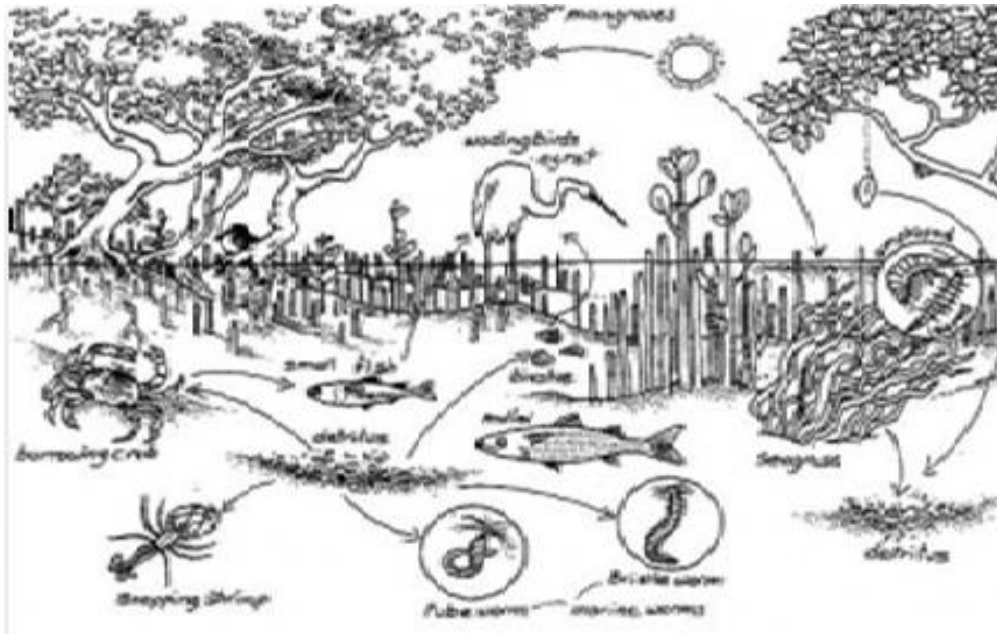
Zona hutan payau berurutan dari yang paling dekat dengan laut ke arah darat (lihat Gambar 1.1), dengan keterangan sebagai berikut.

1. Jalur pedada yang terbentuk oleh spesies tumbuhan *Avicennia spp.* dan *Sonneratia spp.*
2. Jalur bakau yang terbentuk oleh spesies tumbuhan *Rhizophora spp.* dan kadang-kadang juga dijumpai *Bruguiera spp.*, *Ceriops spp.*, dan *Xylocarpus spp.*
3. Jalur tancang yang terbentuk oleh spesies tumbuhan *Bruguiera spp.* dan kadang-kadang juga dijumpai *Xylocarpus spp.*, *Kandelia spp.*, dan *Aegiceras spp.*
4. Jalur transisi antara hutan payau dengan hutan dataran rendah yang umumnya adalah hutan nipah dengan spesies *Nypa fruticans*.



Gambar 9.1. Zona vegetasi hutan payau dari paling dekat dengan laut ke arah darat

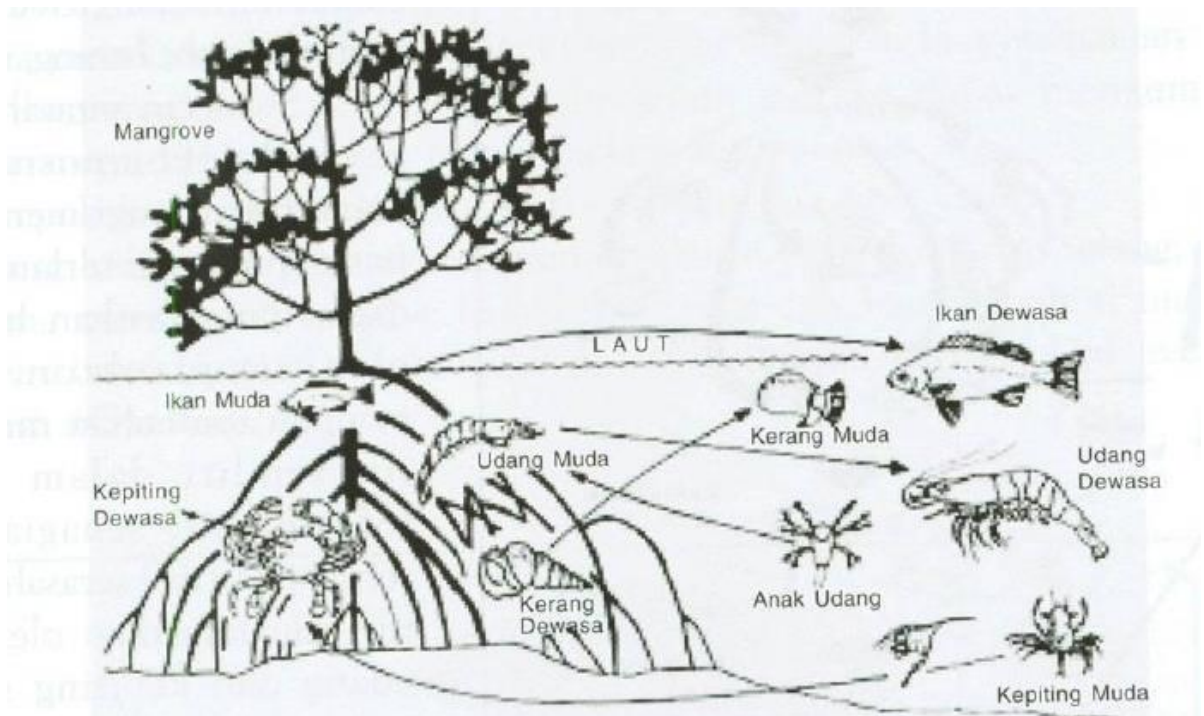
Ekosistem hutan payau tersebut memiliki fungsi yang sangat kompleks, antara lain sebagai peredam gelombang laut dan angin badai, pelindung pantai dari proses abrasi dan erosi, penahan lumpur dan penjerat sedimen, penghasil detritus, sebagai tempat berlindung dan mencari makan, serta tempat berpijah berbagai spesies, biota perairan payau, sebagai tempat rekreasi, dan penghasil kayu (Bengen, 1999). Di samping itu, ekosistem hutan payau juga sebagai tempat/habitat berbagai satwa liar, terutama spesies burung/aves dan mamalia (Hamilton dan Snedaker, 1984), sehingga kelestarian hutan payau akan berperan dalam melestarikan berbagai satwa liar tersebut.



Gambar 9.2. Ekosistem hutan mangrof

Dari segi peran ekosistem hutan payau terhadap pelestarian lingkungan di sekitarnya terbukti sangat besar, seperti yang telah digunakan sebagai lahan tambak di daerah pantai ternyata dapat bermanfaat secara optimal untuk usaha perikanan tambak. Hal tersebut dapat terjadi karena kekuatan air pasang dapat dikendalikan oleh keberadaan ekosistem hutan payau, sehingga lahan-lahan di daerah pantai dapat dimanfaatkan secara baik untuk tambak. Tambak di daerah pantai yang kondisi ekosistem hutan payaunya baik akan menjadi subur karena pengaruh kualitas perairan payau yang kaya sumber nutrisi dari detritus yang berasal dari ekosistem, hutan payau, hal itu tentu akan meningkatkan produktivitas tambak itu sendiri (Indriyanto, Kustanti, Duryat, dan Riniarti, 2004).





Gambar 9.3. Rantai makanan pada ekosistem mangrof

### C. Ekosistem Hutan Rawa

Beberapa ciri dari tipe ekosistem hutan rawa adalah ekosistem hutan yang tidak terpengaruh oleh iklim, terdapat pada daerah dengan kondisi tanah yang selalu tergenang air tawar, pada daerah yang terletak di belakang hutan payau (mangrof) dengan jenis tanah aluvial, dan kondisi aerasinya buruk (Arief, 1994; Direktorat jenderal Kehutanan, 1976; Santoso, 1996).

Adapun **ciri-ciri hutan rawa air tawar** sebagai berikut.

- (1) Terletak di antara dua sungai dan jauh masuk ke pedalaman atau pada dataran luas dekat pantai serta berada di antara hutan rawa gambut dan hutan dataran rendah.
- (2) Digenangi air secara tetap atau musiman, baik air hujan maupun limpahan air sungai.
- (3) Lapisan gambut pada hutan air tawar hanya sedikit atau tidak mengandung gambut sama sekali.
- (4) Tanahnya berupa tanah aluvial yang subur dan memiliki sistem pengairan yang baik.
- (5) Air yang menggenangi berasal dari air hujan, air sungai, dan air permukaan lainnya.

(6) Pohon-pohonnya memiliki garis tengah (diameter) lebih kecil jika dibandingkan pohon-pohon pada hutan dataran rendah, tetapi lebih besar jika dibandingkan pohon-pohon pada hutan rawa gambut.

(7) Pada musim kering terdapat sisa-sisa atau bekas genangan air.

Sesuai dengan ciri-ciri tersebut, maka hutan rawa air tawar terdapat sangat luas di daerah-daerah dataran rendah yang memiliki sungai-sungai yang besar, **misalnya** di Sumatra, Kalimantan, dan Papua. Hutan rawa air tawar di ketiga wilayah tersebut meliputi 95% dari seluruh hutan rawa air tawar mula-mula di Indonesia.



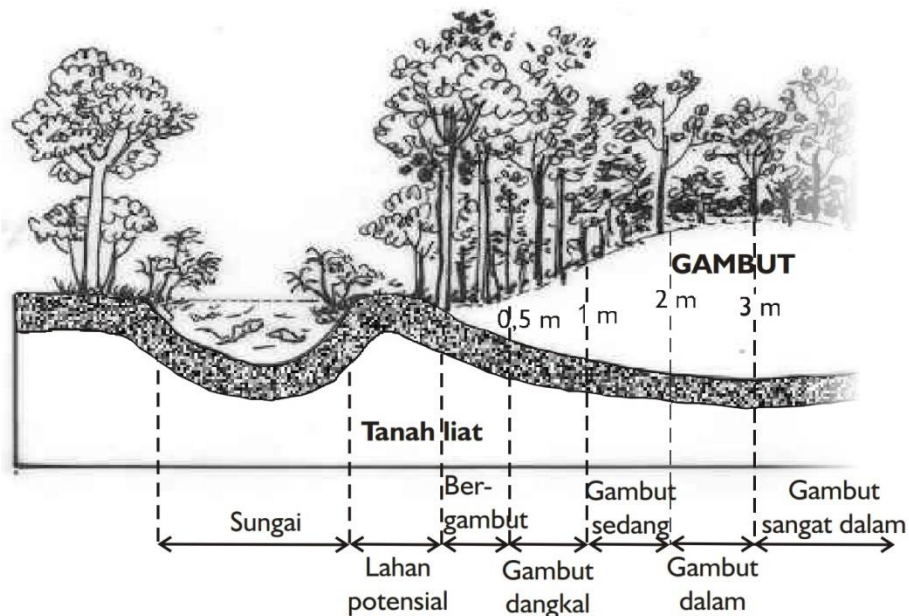
Gambar 9.4. Foto Hutan rawa (Foto: RimbaKita.com)

Tipe ekosistem hutan rawa terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia, misalnya di Sumatra bagian Timur, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Irian Jaya bagian Selatan. Vegetasi yang menyusun ekosistem hutan rawa termasuk kategori vegetasi yang selalu hijau, di antaranya adalah berupa pohon-pohon dengan tinggi mencapai 40 meter dan mempunyai beberapa lapisan tajuk. Oleh karena hutan rawa ini mempunyai beberapa lapisan tajuk (beberapa stratum), maka bentuknya hampir menyerupai ekosistem hutan hujan tropis (Arief, 1994). Spesies-spesies pohon yang banyak terdapat dalam ekosistem hutan rawa antara lain *Palaquium leiocarpum*, *Shorea uliginosa*, *Camptosperma macrophylla*, *Garcinia spp.*, *Eugenia spp.*, *Canarium spp.*, *Koompassia spp.*, *Calophyllum spp.*, *Xylopiia spp.*. Pada umumnya spesies-spesies tumbuhan yang ada di dalam ekosistem hutan rawa cenderung berkelompok membentuk komunitas tumbuhan yang miskin spesies. Dengan kata lain, penyebaran spesies tumbuhan yang ada di ekosistem hutan rawa itu tidak merata. Bahkan

menurut Irwan (1992), ada beberapa daerah berawa yang hanya ditumbuhi rumput, ada pula yang hanya didominasi oleh pandan dan palem. Meskipun demikian ada juga yang menyerupai hutan hujan tropis dataran rendah dengan pohon-pohon berakar tunjang, berbagai spesies palem, dan terdapat spesies-spesies tumbuhan epifit, tetapi kekayaan jenis dan kepadatannya tentu lebih rendah dibandingkan dengan ekosistem hutan hujan tropis (Ewusie, 1990).

#### D. Ekosistem Hutan Gambut

Hutan gambut adalah hutan yang tumbuh di atas kawasan yang digenangi air dalam keadaan asam dengan pH 3,5-4,0 (Arief, 1994). Hal itu tentunya menjadikan tanah sangat miskin hara. Menurut Indriyanto (2005), hutan gambut didefinisikan sebagai hutan yang terdapat pada daerah bergambut ialah daerah yang digenangi air tawar dalam keadaan asam dan di dalamnya terdapat penumpukan bahan-bahan tanaman yang telah mati.



Gambar 9.5. Sketsa hutan gambut (Sketsa: desain system tata air dan tata ruang-blogger)

Ekosistem hutan gambut merupakan suatu tipe ekosistem hutan yang cukup unik karena tumbuh di atas tumpukan bahan organik yang melimpah. Daerah gambut pada umumnya mengalami genangan air tawar secara periodik dan lahannya memiliki topografi bergelombang kecil sehingga menciptakan bagian-bagian cekungan tergenang air tawar. Arief (1994) mengemukakan bahwa gambut itu terjadi pada hutan-hutan yang pohonnya tumbang dan tenggelam dalam lumpur yang hanya mengandung sedikit oksigen, sehingga jasad renik tanah sebagai pelaku pembusukan tidak mampu melakukan tugasnya secara baik.

Akhirnya bahan-bahan organik dari pepohonan yang telah mati dan tumbang tertumpuk dan lambat laun berubah menjadi gambut yang tebalnya bisa mencapai 20 m.

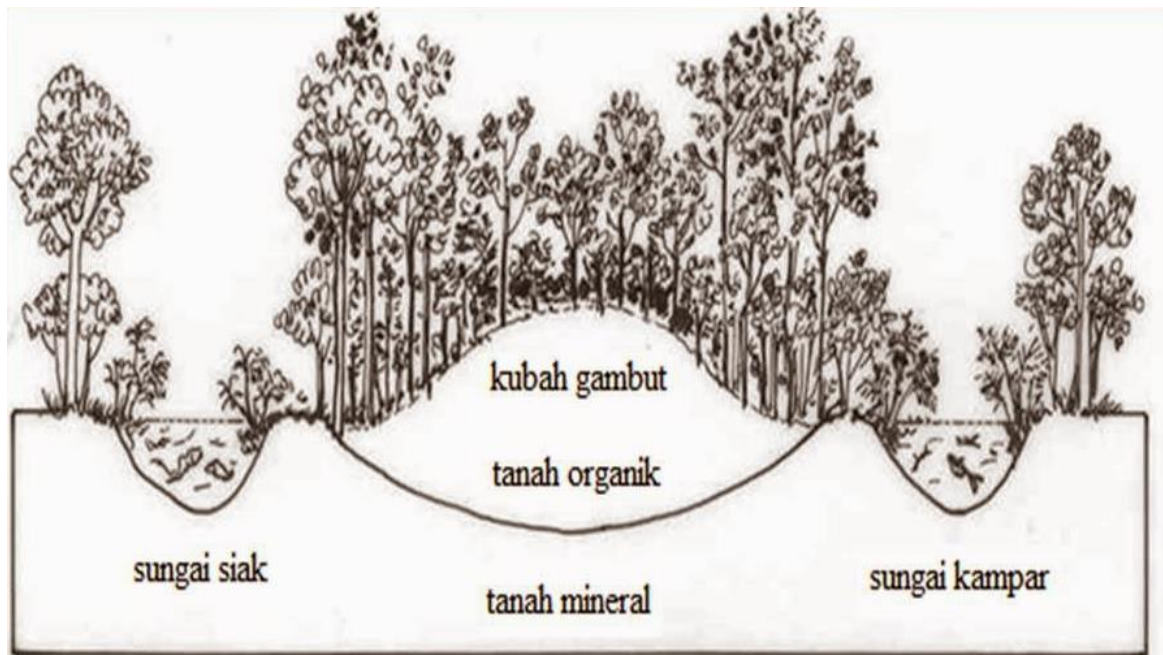
Menurut Irwan (1992), gambut adalah suatu tipe tanah yang terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan (akar, batang, cabang, ranting, daun, dan lainnya) dan mempunyai kandungan bahan organik yang sangat tinggi. Permukaan gambut tampak seperti kerak yang berserabut, kemudian bagian dalam yang lembap berisi tumpukan sisa-sisa tumbuhan, baik itu potongan-potongan kayu besar maupun sisa-sisa tumbuhan lainnya. Anwar dkk (1984 *dalam* Irwan, 1992) mengemukakan bahwa gambut dapat diklasifikasikan kedalam dua bentuk, yaitu gambut ombrogen dan gambut topogen.

1) Gambut ombrogen

Bentuk gambut ini umum dijumpai dan banyak ditemukan di daerah dekat pantai dengan kedalaman gambut mencapai 20 m. Air gambut itu sangat asam dan sangat miskin hara (oligotropik) terutama kalsium karena tidak ada zat hara yang masuk dari sumber lain, sehingga tumbuhan yang hidup pada tanah gambut ombrogen menggunakan zat hara dari gambut dan dari air hujan.

2) Gambut topogen

Bentuk gambut seperti ini tidak sering dijumpai, biasanya terbentuk pada lekukan-lekukan tanah di pantai-pantai (di balik bukit pasir) dan di daerah pedalaman yang drainasenya terhambat. Air gambut ini bersifat agak asam dan mengandung zat hara agak banyak (mesotrofik). Tumbuhan-tumbuhan yang hidup pada tanah gambut topogen masih mendapatkan zat hara dari tanah mineral, air sungai, sisa-sisa tumbuhan, dan air hujan.



Gambar 9.6. Sketsa gambut obrogen (kubah gambut) (Sketsa: Ekotum Angkatan 2011, Biologi FKIP UIR)

Tipe ekosistem hutan gambut ini berada pada daerah yang mempunyai tipe iklim A dan B (tipe iklim menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson), pada tanah organosol yang memiliki lapisan gambut setebal lebih dari 50 cm (Santoso, 1996; Direktorat jenderal Kehutanan, 1976). Hutan gambut itu pada umumnya terletak di antara hutan rawa dan hutan hujan.

Vegetasi yang menyusun ekosistem hutan gambut merupakan spesies-spesies tumbuhan yang selalu hijau (*evergreen*). Spesies-spesies pohon yang banyak dijumpai di dalam ekosistem hutan gambut antara lain *Alstonia spp.*, *Dyera spp.*, *Durio carinatus*, *Palaquium spp.*, *Tristania spp.*, *Eugenia spp.*, *Cratoxylon arboescens*, *Tetramerista glabra*, *Dactylocladus stenostachys*, *Diospyros spp.*, dan *Myristica spp.* Khusus di Kalimantan dan Sumatra Selatan pada ekosistem hutan gambut banyak dijumpai *Gonystylus spp.*

Pada hutan rawa dimana terdapat banyak bahan organik yang tidak terurai sempurna maka sering disebut sebagai hutan rawa gambut. Hutan tipe ini terdapat di perairan oligotrofik, yaitu perairan yang sangat rendah kandungan zat haranya untuk kehidupan binatang dan tumbuhan. Keadaan ini memungkinkan terbentuknya gambut. Lapisan gambut yang terbentuk dapat sangat dalam (mencapai 20 m). Hutan rawa gambut terbentuk di daerah pesisir sebagai lahan basah pesisir maupun lahan basah daratan yang mengandung kumpulan gambut dalam jumlah yang besar atau tebal.

Adapun **ciri-ciri hutan rawa gambut** sebagai berikut.

- (1) Terletak di daerah pesisir sebagai lahan basah pesisir maupun lahan basah daratan di belakang hutan bakau.
- (2) Lapisan gambut pada hutan rawa gambut sangat tebal.
- (3) Keadaan tanahnya miskin unsur-unsur hara.
- (4) Pohon-pohonnya memiliki garis tengah yang sangat kecil.

Indonesia merupakan negara yang memiliki hutan rawa gambut terluas di dunia (Sanda, 1996). Luas hutan rawa gambut di Indonesia antara 16,5–27 juta hektare (Davies dkk., 1995). Hutan rawa gambut terluas di Indonesia terdapat di pantai timur Sumatra, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Selatan. Di Pulau Jawa hanya terdapat sedikit hutan rawa gambut, yaitu Rawa Danau di Serang (Banten).

Tumbuhan yang hidup di hutan rawa gambut adalah ramin, suntai, semarum, durian burung, terentang, dan meranti rawa. Tumbuhan tersebut memperlihatkan zonasi yang memusat. Di Kalimantan hutan rawa gambut berpusat pada suatu pulau pasir. Di Sumatra jenis tumbuhannya berpusat pada endapan gambut yang paling tebal. Semakin ke pinggir, ketebalan endapan gambut semakin berkurang.

#### **E. Ekosistem Hutan Pantai**

Tipe ekosistem hutan pantai terdapat di daerah-daerah kering, tepi pantai dengan kondisi tanah berpasir atau berbatu dan terletak di atas garis pasang tertinggi. Di daerah seperti itu pada umumnya jarang tergenang oleh air laut, namun sering terjadi atau terkena angin kencang (Arief, 1994).

Spesies-spesies pohon yang pada umumnya terdapat dalam ekosistem hutan pantai, antara lain; *Barringtonia speciosa*, *Terminalia catappa*, *Calophyllum inophyllum*, *Hibiscus tiliaceus*, *Thespesia populnea*, *Casuarina equisetifolia* dan *Pisonia grandis* (Direktorat Jenderal Kehutanan, 1976; Santoso, 1996). Selain spesies-spesies pohon tersebut, juga spesies pohon *Hernandia peltata*, ternyata kadang-kadang terdapat juga *Manilkara kauki*, dan *Sterculia foetida* (Arief, 1994).



Gambar 9.7. Hutan pantai Batakan di Kalimantan Selatan

Apabila dilihat perkembangan vegetasi yang ada di daerah pantai (*litoral*), maka sesungguhnya sering dijumpai dua formasi vegetasi, yaitu, formasi *Pescaprae* dan formasi *Barringtonia* (Irwan, 1992).

a) Formasi *Pescaprae*

Formasi ini terdapat pada tumpukan-tumpukan pasir yang mengalami proses peninggian di sepanjang pantai, dan hampir terdapat di seluruh pantai Indonesia. Komposisi spesies tumbuhan pada formasi *pescaprae* di mana saja hampir sama, karena spesies tumbuhannya didominasi oleh *Ipomoea pescaprae* (kaki kambing) salah satu spesies tumbuhan menjalar, herba rendah yang akarnya mampu mengikat pasir. Sebetulnya nama formasi *pescaprae* diambil dari nama spesies tumbuhan yang dominan itu. Akan tetapi ada spesies-spesies tumbuhan lainnya yang umumnya terdapat pada formasi *pescaprae* antara lain; *Cyperus pendunculatus*, *Cyperus stoloniferus*, *Thuarea involuta*, *Spinifex littoralis*, *Vitex trifolia*, *Ishaemum muticum*, *Euphorbia atoto*, *Launaca sarmontasa*, *Fimbristylis sericea*, *Canavalia abtusiofolia*, *Triumfietta repens*, *Vigna marina*, *Ipomoea carnosae*, *Ipomoea denticulata*, dan *Ipomoea littoralis*.

b) Formasi *Barringtonia*

Formasi ini terdapat di atas formasi *pescaprae*, yaitu pada daerah pantai persis di belakang formasi *pescaprae* yang telah memungkinkan untuk ditumbuhi berbagai spesies pohon khas hutan pantai. Disebut formasi *Barringtonia* karena spesies tumbuhan yang dominan di daerah ini adalah spesies pohon *Barringtonia asiatica*. Sesungguhnya yang dimaksud ekosistem hutan pantai adalah formasi *Barringtonia* ini. Beberapa spesies

pohon yang tumbuh di pantai dan menyusun ekosistem hutan pantai antara lain; *Barringtonia asiatica*, *Casuarina equisetifolia*, *Terminalia catappa*, *Hibiscus tiliaceus*, *Calophyllum inophyllum*, *Hernandia peltata*, *Sterculia foetida*, *Manilkara kauki*, *Cocos nucifera*, *Crinum asiaticum*, *Cycas rumphii*, *Caesalpinia bonducella*, *Morinda citrifolia*, *Ochrocarpus ovalifolius*, *Tacca leontopetaloides*, *Thespesia populnea*, *Tournefortia argentea*, *Wedelia biflora*, *Ximenia americana*, *Pisonia grandis*, *Pluchea indica*, *Pongamia pinnata*, *Premna Corymbosa*, *Premna obtusifolia*, *Pemphis acidula*, *Planchonella obovata*, *Scaevola taccada*, *Scaevola frutescens*, *Desmodium umbellatum*, *Dodonaea viscosa*, *Sophora tomentosa*, *Erythrina variegata*, *Guettarda speciosa*, *Pandanus bidur*, *Pandanus tectorius*, dan *Nephrolepis biserrata*.

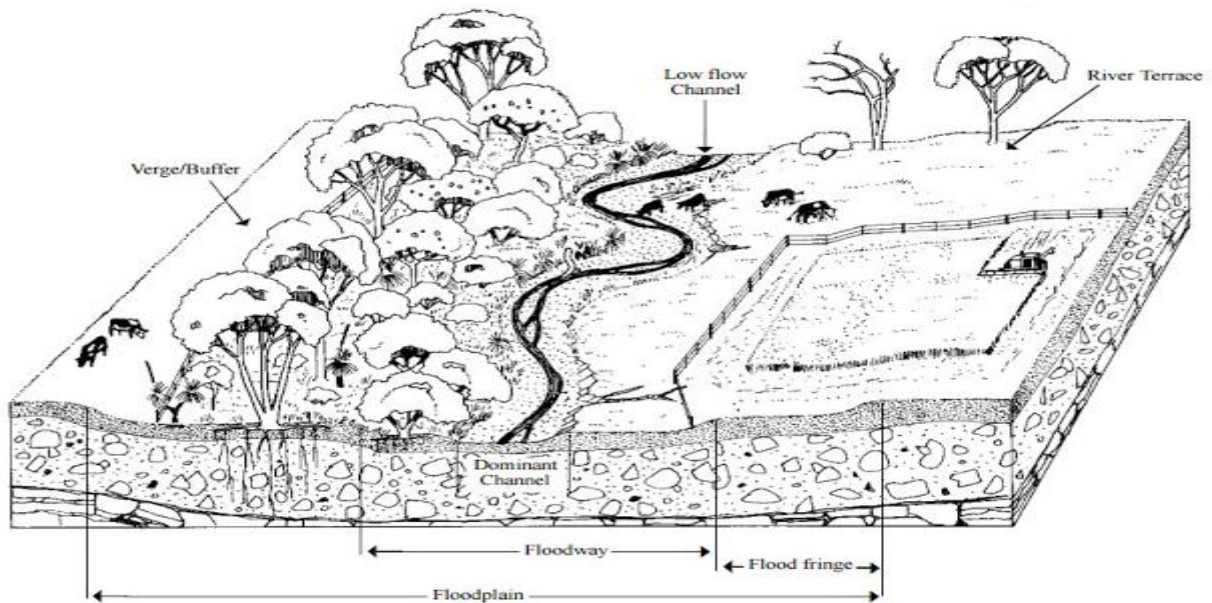
#### **F. Ekosistem Hutan Riparian**

Zona riparian atau ekosistem riparian adalah suatu area daratan yang mengelilingi aliran air, sungai, dan danau. Dalam Bahasa Indonesia disebut sempadan sungai. Pengertian riparian tersebut selalu berdampingan dengan badan air. Hal tersebut disebabkan interaksi yang terjadi antara badan air dengan daratan sekitar. Zona riparian akan memengaruhi badan air sedangkan badan air juga memengaruhi zona riparian.

#### **Pembagian Zona Riparian**

Zona riparian dikelompokkan ke dalam beberapa area. Pengelompokkan tersebut berdasarkan pada frekuensi air yang menggenangi zona riparian. **Lima area dari zona riparian**, yaitu *low flow channel* (saluran aliran kecil), *dominant channel* (saluran utama), *flood plain* (dataran banjir), *floodway* (saluran banjir), *flood fringe* (tepi banjir), dan *river terrace* (bantaran sungai) (Lihat: Gambar 9.8).





**Gambar 9.8.** Zona riparian.

Hutan riparian merupakan hutan pada zona peralihan antara lingkungan akuatik dengan lingkungan terestrial yang berada di pinggiran sungai ataupun danau. Hutan ini memiliki keanekaragaman hayati yang unik dan khas yang mampu beradaptasi dengan cepat terhadap lingkungan.

Mintakat riparian/lasta atau wilayah riparian adalah mintakat peralihan antara sungai dengan daratan. Wilayah ini memiliki karakter yang khas, karena perpaduan lingkungan perairan dan daratan. Salah satunya, komunitas tumbuhan pada mintakat ini dicirikan oleh tetumbuhan yang beradaptasi dengan perairan, yakni jenis-jenis tumbuhan hidrofilik; yang dikenal sebagai vegetasi riparian. Perkataan *riparian* berasal dari Bahasa Latin *ripa*, yang berarti “tepi sungai”.



Gambar 9.9. Tipe hutan riparian (Foto: pxhere.com)

Mintakat riparian bersifat penting dalam ekologi, pengelolaan lingkungan dan rekayasa sipil, terutama karena peranannya dalam konservasi tanah, keanekaragaman hayati yang dikandungnya, serta pengaruhnya terhadap ekosistem perairan. Bentuk fisik mintakat ini bisa bermacam-macam, di antaranya berupa hutan riparian, paya-paya, aneka bentuk lahan basah, ataupun tak bervegetasi. Istilah-istilah teknis seperti sempadan sungai dan kakisu (kanan-kiri sungai) mengacu kepada mintakat ini, meski pengertiannya tak sepenuhnya setangkup.

Wilayah riparian bisa berbentuk alami atau terbangun untuk keperluan stabilisasi tanah atau rehabilitasi lahan. Mintakat ini merupakan biofilter alami yang penting, yang melindungi lingkungan akuatik dari sedimentasi yang berlebihan, limpasan air permukaan yang terpolusi, dan erosi tanah. Zona ini juga menyediakan perlindungan dan makanan untuk banyak jenis hewan akuatis, dan juga naungan yang penting dalam pengaturan temperatur perairan. Banyak karakter yang menunjukkan kapasitas wilayah ini sebagai mintakat penyangga (*bufferzone*) bagi kawasan di sekitarnya.

Penelitian menunjukkan bahwa zona ini berperan penting dalam menjaga kualitas air yang masuk ke sungai, baik dari limpasan air permukaan (*surface runoff*) maupun dari aliran air bawah tanah. Terutama penting untuk mengurangi senyawa nitrat (*denitrifikasi*) yang berasal dari pupuk yang ditebarkan di lahan-lahan pertanian, yang terbawa oleh aliran air dan berpotensi merusak ekosistem serta mengganggu kesehatan. Fungsi ini diperlihatkan dengan baik oleh mintakat yang berupa lahan basah di tepian sungai.

Mintakat riparian juga berfungsi meredam energi aliran air. Kelok liku aliran sungai (meander) dan vegetasi dan perakaran tumbuhan di mintakat ini mampu meredam energi pukulan arus sungai, sehingga mengurangi erosi dan kerusakan badan sungai akibat banjir. Ketika banjir besar, mintakat riparian dapat mencegah kerusakan yang lebih luas di bagian luar sungai, meskipun mintakat tersebut dapat menjadi porak-poranda. Sementara itu pada bagian lain mintakat, sedimen sungai dijerap dan diendapkan, sehingga menurunkan kadar padatan tersuspensi dalam air, mengurangi kekeruhan, menggantikan tanah yang hanyut, serta membentuk tepian yang baru.

Wilayah kanan-kiri sungai merupakan habitat margasatwa dengan keanekaragaman hayati yang tinggi, yang berfungsi sebagai koridor satwa; yakni daerah yang dijadikan sebagai tempat perlintasan aneka jenis fauna akuatik maupun terestrial dan menghubungkan satu wilayah dengan wilayah lainnya. Fungsi ini terlihat nyata terutama di wilayah perkotaan, di mana zona-zona riparian yang terpelihara biasa ditinggali atau disinggahi oleh berbagai jenis reptil, amfibia, dan burung. Situasi ini menghubungkan populasi-populasi hewan di hilir dengan sebelah hulu sungai, sehingga kelompok-kelompok itu saling terhubung satu sama lain.

Vegetasi di kanan-kiri sungai memiliki karakter yang khas serta menunjukkan pengaruh dan interaksi dengan lingkungan perairan yang dinamis. Sebagian besar jenis tumbuhan di wilayah riparian ini yang memencar dengan mengandalkan aliran air atau pergerakan ikan. Dari segi ekologi, fenomena ini penting sebagai salah satu mekanisme aliran energi ke dalam ekosistem perairan, melalui jatuhnya ranting, daun dan terutama buah tetumbuhan ke air, yang akan menjadi sumber makanan bagi hewan-hewan akuatik.<sup>[1]</sup>

Dari sudut sosial, kawasan riparian memiliki manfaat bagi nilai-nilai kehidupan masyarakat di sekitarnya. Wilayah tepian sungai yang bervegetasi baik sering dijadikan taman tempat bersantai dan berinteraksi bagi penduduk, terutama di perkotaan. Taman dan hutan kota semacam ini biasa dijadikan tempat rekreasi harian, bersepeda, memancing, berbiduk, dan lain-lain. Pemandangan sungai yang indah, juga di waktu malam di daerah perkotaan, menjadikan banyak restoran dibangun di tepian air.

Sepanjang kanan-kiri sungai di daerah tropis, mulai dari wilayah hulu hingga ke muaranya di laut, tumbuh berbagai tipe vegetasi, yang pada gilirannya menyediakan habitat bagi aneka komunitas margasatwa. Variasi-variasi dalam zona riparian ini pada dasarnya ditentukan oleh seberapa besar aliran sungai memengaruhi kondisi lingkungan di kanan-kirinya; yang selanjutnya ditentukan oleh topografi lapangan dan sifat-sifat aliran sungai

yang bersangkutan.

Di bagian hulu sungai di daerah pegunungan, aliran sungai berkelak-kelok melalui jurang kecil maupun besar. Arus sungai yang deras, fluktuasi permukaan air yang tinggi antara saat-saat hujan dengan tidak hujan, dan curamnya tebing sungai, menjadikan zona riparian di daerah pegunungan ini tidak begitu nyata dan sempit. Wilayah riparian di sini kebanyakan ditumbuhi semak-belukar dan perdu, dengan beberapa pohon besar yang tidak selalu sama jenisnya. Semak-semak seperti kecubung gunung (*Brugmansia* spp.), sisirihan (*Piper aduncum*) dan beberapa yang lain sering ditemukan di sini. Juga pohon-pohon seperti kepayang (*Pangium edule*), benda (*Artocarpus elasticus*) dan kedawung (*Parkia roxburghii*).

Tiba di daerah yang lebih datar, aliran sungai mulai melambat dan melebar, menampung lebih banyak arus dari anak-anak sungai, dan fluktuasi debit sungai menyusut. Meskipun sungai-sungai di wilayah ini umumnya bertebing, namun kebanyakan tidak lagi berupa jurang yang dalam seperti halnya di pegunungan. Zona riparian kebanyakan ditumbuhi pepohonan, yang bisa jadi tajuknya bertaut satu sama lain membentuk kanopi (atap tajuk) di atas sungai yang belum seberapa lebar. Jenis-jenis pohon dari keluarga beringin seperti loa (*Ficus racemosa*), sengkung (*Pometia pinnata*), dan keluarga jambu-jambuan seperti halnya jambu mawar (*Syzygium jambos*) sering didapati di bagian ini.

Mendekat ketinggian laut, di daerah dataran rendah yang luas, aliran sungai bisa menjadi amat lebar, mengalir lambat dan nyaris tidak berubah tinggi airnya sepanjang tahun. Akan tetapi di puncak musim hujan, banjir besar selalu terjadi dan limpasannya dapat menutupi wilayah yang luas di kanan-kiri sungai. Wilayah riparian di bagian ini tidak selalu berupa hutan; bisa jadi bergabung atau berseling dengan rawa atau paya-paya yang luas. Namun karena tanah endapan yang subur dan selalu diperkaya setiap tahun, zona riparian di daerah ini biasa memiliki pohon-pohon besar dan tinggi, yang dari udara relatif mudah dibedakan dari hutan-hutan di sekitarnya yang lebih rendah kanopinya. Komunitas khas ini biasa dikenal sebagai hutan riparian. Beberapa jenis dipterokarpa seperti *Dipterocarpus apterus*, *D. oblongifolius*, serta jenis-jenis penghasil tengkawang seperti *Shorea macrophylla*, *S. seminis* dan *S. splendida* biasa dijumpai di sini. Juga kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri*) dan merbau (*Intsia palembanica*) yang berharga mahal. Di bagian yang kerap tergenang atau drainasenya buruk, hutan riparian ditumbuhi jenis-jenis yang mudah beradaptasi dengan lingkungan perairan. Contohnya adalah bintaro (*Cerbera* spp.), butun darat (*Barringtonia racemosa*), pidada (*Sonneratia caseolaris*), rengas (*Gluta*

*renghas*), terentang (*Camptosperma auriculata*) dan lain-lain.

Suatu bentuk lain dari vegetasi riparian di daerah kering adalah apa yang dinamai sebagai hutan galeri. Hutan ini merupakan wilayah-wilayah sempit yang selalu hijau, yang tumbuh di sepanjang aliran sungai di antara hamparan hutan musim, savana atau padang rumput di wilayah beriklim kering seperti di Nusa Tenggara. Sungai-sungai itu sendiri mungkin mengering pada sebagian besar waktu sepanjang tahun (di Jawa Timur sungai semacam ini disebut *curah*), namun kelembaban yang tersimpan dalam tanahnya masih mampu mempertahankan kehijauan vegetasi. Hutan galeri terbentuk di dataran rendah hingga jurang-jurang di daerah yang berbukit, sampai pada ketinggian sekitar 2.000 m dpl. Di daerah pesisir yang bersavana, hutan galeri ini sering digantikan oleh hutan rawa payau yang didominasi gebang (*Corypha utan*).

Karena sungai banyak memberikan manfaat dan kegunaan bagi manusia, maka hal ini dapat berdampak buruk bagi wilayah riparian. Banyak aktivitas manusia, baik yang terkait langsung dengan pemanfaatan zona riparian, maupun yang tidak langsung seperti kegiatan pemanfaatan sungai, bisa mengancam kelestarian mintakat ini.

Di hutan-hutan lebat yang dibalok di wilayah pedalaman, sungai sering digunakan sebagai sarana pengangkutan kayu. Kegiatan menyarad dan mengangkut kayu ke sungai hampir selalu dilakukan dengan merusak, berat ataupun ringan, zona riparian ini. Konstruksi jalan-jalan angkutan dalam hutan melintasi banyak sungai dan zona-zona riparian di sekitarnya, terutama karena pohon yang akan dibalok tumbuh alami pada zona-zona riparian ini. Diperkirakan, hutan riparian yang subur dapat memiliki potensi kayu komersial hingga 90 m<sup>3</sup> perhektar.

Lokasi permukiman-permukiman di wilayah dengan fasilitas terbatas, seperti di desa-desa pedalaman yang terpencil serta kamp-kamp pekerja kehutanan dan pertambangan sering dibangun mendekati sungai sebagai sumber air dan sarana perhubungan, di mana zona-zona riparian dimanfaatkan secara intensif. Permukiman-permukiman dan perladangan penduduk asli di Kalimantan misalnya, terletak di dekat atau sepanjang aliran-aliran sungai yang masih dapat dilayari dengan biduk ketinting.

Kondisi yang sama juga terlihat pada zona riparian sungai-sungai yang melintasi kota-kota dengan penduduk padat, seperti Jakarta, Surabaya, Palembang, Banjarmasin, Pontianak dan lain-lain. Kawasan tepian sungai sering dijadikan pasar atau daerah pergudangan, terutama jika lokasinya terletak tidak jauh dari pelabuhan. Seluruh aktivitas penduduk baik di hutan, di pedalaman, maupun di

perkotaan, dapat merusak mintakat riparian baik secara fisik ataupun fungsional.

### **G. Konservasi hutan riparian**

Untuk melindungi keberadaan dan keberlangsungan fungsi wilayah riparian, tiap-tiap negara mengeluarkan peraturan yang berbeda-beda. Indonesia, misalnya, memiliki peraturan untuk memelihara dan mempertahankan apa yang disebut sebagai sempadan sungai. Peraturan ini pada dasarnya menganjurkan pengelola wilayah, umpamanya pemegang HPH, untuk memelihara kawasan dengan lebar tertentu, sejajar dan di sepanjang tepian kanan-kiri sungai. Lebar sempadan ini bergantung kepada ukuran sungai itu sendiri, kondisi tepiannya (apakah masih alami atau buatan), serta letaknya (apakah di hutan, kawasan perkebunan atau di perkotaan).

Untuk skala yang lebih luas dan kepentingan pelestarian keanekaragaman hayati yang lebih tinggi, perlindungan zona riparian yang penting biasa dicakup dalam rencana konservasi tingkat nasional atau regional; misalnya dicantumkan dalam *Biodiversity Action Plan*.

#### **Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.**

1. Jelaskan pengertian lahan basah menurut Konvensi Ramsar ?
2. Sebutkan tiga contoh tipe hutan yang termasuk lahan basah menurut Konvensi Ramsar.
3. Jelaskan ciri-ciri hutan rawa dan rawa gambut, apa perbedaan keduanya ?
4. Jelaskan ciri-ciri hutan pantai dan sebutkan contoh vegetasi pada hutan pantai.
5. Jelaskan ciri-ciri hutan riparian dan sebutkan vegetasi dominan pada tipe hutan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arief, A. 1994. Hutan : Hakikat dan Pengaruhnya Terhadap Lingkungan. Penerbit Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Arief, A. 2001. Hutan dan Kehutanan. Penerbit Kanisius (Anggota IKAPI). Yogyakarta.
- Anonim. 2020. Commensalism. By The Editor of Encyclopaedia Britannica. Britannica.com. Diakses tanggal 16 September 2020.
- Bengen, D.G. 1999. Pedoman Teknis Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Direktorat Jenderal Kehutanan. 1976. Vademecum Kehutanan Indonesia. Departemen Pertanian. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Ewusie, J.Y. 1990. Pengantar Ekologi Tropika. Terjemahkan oleh Usman Tanuwijaya dari Buku Elements of Tropical Ecology. Penerbit Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Geost, F. 2018. <https://www.geologinesia.com/2018/06/ekosistem-hutan-dan-komponen-penyusunnya.html?m=1>. Diakses tanggal 29 Oktober 2020.
- Haeruman, J.S.H. 1980. Hutan Sebagai Lingkungan Hidup. Kantor Menteri Negara Pengawasan Pembangunan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Hamilton, L.S., dan Snedaker, L.C. 1984. Handbook for Mangrove are Management. IUCN/UNESCO/UNEP, Honolulu : East-West Center.
- Heddy, S, S B. Soemitro, dan S. Soekartomo. 1989. Pengantar Ekologi. Penerbit CV Rajawali. Jakarta.
- Indriyanto, 2005. Ekologi Hutan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Departemen Pendidikan Tinggi. Jakarta.
- Indriyanto. 2006. Ekologi Hutan. Diterbitkan oleh PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Irwan. 1996. Prinsip-Prinsip Ekologi, Ekosistem, Lingkungan dan Pelestariannya. Bumi Aksara. Jakarta.
- Jhuan, J. 2015. <http://jonathantainaes.blogspot.com/2015/12/formasi-ekositem-hutan.html>. Diakses pada tanggal 1 November 2020.
- Kimmins. J.P. 2004. Forest Ecology. A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Eyhics in Forestry. Publisher Pearson. 3<sup>rd</sup> edition.
- Kapludin, Y. 2010. <https://titalama.wordpress.com/2010/03/18/suksesi-hutan>. Diakses tanggal 14 November 2020.

- Odum, E.HLM. 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan oleh Tjahjono Samingan dari Buku Fundamental of Ecology. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Rimbakita, 2018. <https://rimbaKita.com/tanah-hutan>. Diakses tanggal 29 Oktober 2020.
- Resosoedarmo, R.S, K. Kartawinata dan A. Soegiarto. 1992. Pengantar Ekologi. Penerbit PT Remaja Rosdakarya. Bandung.
- Santoso, B. 1996. Budidaya Ikan Nila. Kanisius. Yogyakarta.
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. Ekologi Hutan Indonesia. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soekotjo, 2009. Teknik Silvikultur Intensif (SILIN). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Suhendang, E. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan. Diterbitkan dan Dicitak oleh Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan (YPFK). Kampus Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Sasmita, K.A. 2013. Konsep Organisasi Pada Tingkat Populasi. Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Halu Oleo. Kendari.
- Wikipedia, 2020.Nodul Akar. <https://en.m.wikipedia.org/wiki/root-nodule>. Diakses tanggal 4 September 2020.
- Wisnuadi. 2020. Simbiosis Amensalisme. Wisnuadi.com. Diakses tanggal 12 November 2020.
- Vickery, A. 1984. Ekologi Hutan Indonesia. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.