

## BAB

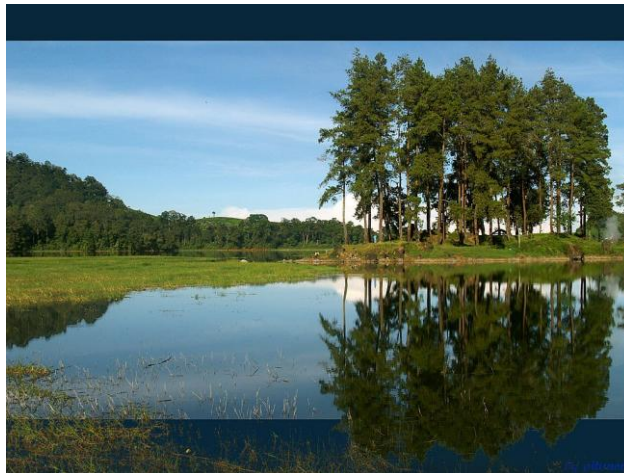
# 8

## LINGKUNGAN BIOGEOFISIK

---

Pembahasan tentang Lingkungan Biogeofisik merujuk pada kurikulum mulok PLH di Jawa Barat Kelas XI smt 1, bahasan tersebut berkaitan dengan standar kompetensi: *Menganalisis karakteristik biogeografi dan sosioantropologi wilayah*. Serta merujuk pada GBIM PLH KLH Kelas XI, tentang tema: *Tanah dan Lahan, Air, Udara, Pesisir dan Laut, Hutan*.

Lingkungan biogeofisik merupakan istilah ilmiah dari nama lain sumber daya alam yang lebih akrab kalian ketahui. Termasuk ke dalam unsur-unsur lingkungan biogeofisik yang menjadi bahasan bab ini antara lain adalah tanah dan lahan, air, udara, matahari, hutan, pesisir dan laut. Semua unsur tata lingkungan biogeofisik tersebut merupakan sumber daya alam yang dengan nyata atau potensial dapat memenuhi kebutuhan manusia, dengan kata lain semua bahan yang ditemukan manusia dalam alam yang dapat dipakai untuk kepentingan hidupnya.



Gambar 2.1: Tanah, air, dan hutan merupakan unsur lingkungan biogeofisik yang harus kita jaga dan pelihara keberadaannya

Sumber: google.image

### A. TANAH DAN LAHAN

Selama ini orang beranggapan bahwa tanah sama pengertiannya dengan lahan. Padahal menurut konsep geografi, lahan dan tanah memiliki perbedaan yang mendasar. Menurut Peraturan Pemerintah RI No. 150 tahun 2000, tanah adalah salah

satu komponen lahan berupa lapisan teratas kerak bumi yang terdiri dari bahan mineral dan bahan organik serta mempunyai sifat fisik, kimia, biologi, dan mempunyai kemampuan menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya." Untuk bisa membedakannya, coba kalian simak penjelasan berikut.

## **1. Tanah**

Tanah (*Soil*) adalah suatu tubuh alam yang terbentuk dari campuran hasil pelapukan batuan (anorganik), organik, air dan udara yang menempati bagian paling atas dari litosfer. Tubuh tanah terdiri atas batuan yang telah mengalami pelapukan, kemudian bercampur dengan sisa-sisa bahan organik, air, udara, dan mengalami proses fisika dan kimia membentuk lapisan tanah. Lapisan tanah yang menempati bagian paling atas litosfer ini disebut juga *pedosfer*.

Sebagai suatu sistem tubuh alam, tanah tersusun oleh 5 komponen utama, yaitu:

- 1) Partikel Mineral (Fraksi Anorganik), merupakan hasil perombakan bahan-bahan batuan dan bahan anorganik yang terdapat di permukaan bumi
- 2) Bahan Organik (Humus), yang berasal dari sisa-sisa tanaman dan binatang, serta berbagai hasil kotoran binatang
- 3) Unsur air
- 4) Udara dalam tanah
- 5) Kehidupan jasad renik (mikroorganisme) seperti cacing tanah, bakteri, jamur.

### **a. Faktor-Faktor Pembentuk Tanah**

Ada beberapa faktor penting yang mempengaruhi proses pembentukan tanah, yaitu: iklim, organisme, bahan induk, topografi, dan waktu.

Unsur-unsur iklim utama yang mempengaruhi proses pembentukan tanah yaitu suhu dan curah hujan. Suhu berpengaruh terhadap proses pelapukan bahan induk. Sedangkan curah hujan berpengaruh terhadap kekuatan erosi dan pencucian tanah. Pencucian tanah yang cepat menyebabkan tanah menjadi asam.

Organisme sangat berpengaruh terhadap proses pembentukan tanah dalam proses pelapukan batuan induk dan pembentukan humus dari sisa tumbuhan melalui proses pembusukan oleh mikroorganisme yang ada di dalam tanah.

Bahan induk tanah terdiri atas batuan vulkanik, batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf. Batuan induk itu akan hancur menjadi bahan induk, kemudian mengalami pelapukan dan menjadi tanah. Tanah di permukaan bumi sebagian memperlihatkan sifat (terutama sifat kimia) yang sama dengan bahan induknya.

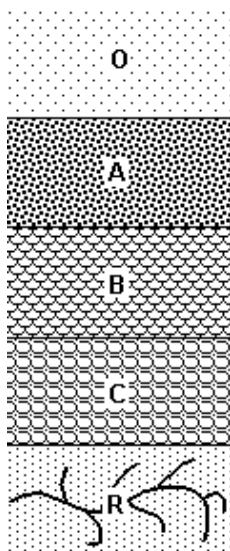
Keadaan relief suatu daerah akan memengaruhi tebal atau tipisnya lapisan tanah. Daerah yang memiliki topografi miring dan berbukit lapisan tanahnya lebih tipis karena tererosi. Sebaliknya, daerah yang datar lapisan tanahnya tebal karena terjadi proses

sedimentasi. Demikian halnya pada daerah yang drainasenya jelek seperti sering tergenang menyebabkan tanahnya menjadi asam.

Tanah merupakan benda alam yang selalu berubah, akibat pelapukan dan pencucian yang terus-menerus. Karena itu, tanah akan menjadi semakin tua dan kurus. Mineral yang banyak mengandung unsur hara telah habis mengalami pelapukan sehingga tinggal mineral yang sukar lapuk, seperti kuarsa. Karena proses pembentukan tanah terus berjalan, maka induk tanah berubah berturut-turut menjadi tanah muda, tanah dewasa, dan tanah tua. Tanah Muda ditandai oleh proses pembentukan tanah yang masih tampak pencampuran antara bahan organik dan bahan mineral atau masih tampak struktur bahan induknya, misalnya tanah aluvial, regosol, dan litosol. Tanah Dewasa ditandai proses pembentukan horison B, misalnya tanah andosol, latosol, grumosol. Sedangkan Tanah Tua ditandai dengan proses perubahan yang nyata pada horison A dan B, misalnya tanah podsolik dan latosol tua (laterit).

Lamanya waktu yang diperlukan untuk pembentukan tanah berbeda-beda. Bahan induk vulkanik yang lepas-lepas seperti abu vulkanik memerlukan waktu 100 tahun untuk membentuk tanah muda, dan 1.000 – 10.000 tahun untuk membentuk tanah dewasa.

Untuk keperluan analisis tanah seperti pengkajian tingkat kesuburan, kelembaban, porositas, dan kandungan mineral hara, kita memerlukan gambaran yang jelas mengenai kondisi fisika dan kimia lapisan-lapisan tanah. Secara umum tanah dibedakan ke dalam 5 lapisan utama.



- Horison O merupakan horison organik. Terdapat pada tanah bervegetasi. padat (hutan primer) yang belum diganggu oleh kegiatan manusia.
- Horison A merupakan campuran mineral dan organik. Disebut horison eluviasi (pencucian), karena pada horison ini banyak mineral dan organik yang tercuci.
- Horison B disebut juga horison iluviasi (penimbunan), karena tempat penimbunan mineral dan organik dari horison A.
- Horison C, lapisan batuan induk yang belum banyak mengalami proses pelapukan.
- Horison R, batuan induk yang sama sekali belum mengalami proses pelapukan.

Gambar 2.2: Penampang tanah (profil tanah)  
Sumber: google.image

## **b. Sifat-sifat Dasar Tanah**

Bagi tetanaman fungsi utama tanah sebagai media tumbuh adalah sebagai tempat akar berpenetrasi yang selama cadangan nutrisi masih tersedia di dalam benih hanya air yang diserap oleh akar-akar muda. Bersamaan dengan makin berkembangnya perakaran cadangan makanan ini menipis, kemudian untuk melengkapi kebutuhannya akar-akar ini mulai menyerap nutrisi baik berupa ion-ion anorganik seperti N, P, K, senyawa organik, serta za-zat pemacu tumbuh seperti vitamin, hormon, dan asam-asam organik.

Karena berbagai faktor yang mempengaruhi pembentukan tanah di setiap tempat di bumi ini berbeda, maka dicirikan oleh sifat-sifat tanah yang berbeda pula. Tanah memiliki sifat-sifat dasar fisik, kimiawi, dan biologis. Bagaimana sifat-sifat dasar tanah mempengaruhi kualitas tanah, baik sebagai media tumbuh maupun fungsi lainnya, akan diuraikan sebagai berikut.

Termasuk sifat fisik tanah yaitu: tekstur, struktur, konsistensi tanah, porositas, aerasi tanah, temperatur, dan warna tanah. Sifat fisika tanah sangat menentukan kualitas fungsi tanah, baik sebagai media tumbuh maupun kepentingan lain, dibandingkan dengan sifat dasar tanah lainnya. Mengapa? Karena sifat fisik merupakan tubuh alam yang sulit direkayasa oleh manusia untuk menunjang kebutuhannya. Sedangkan pada sifat kimiawi dan biologi relatif lebih mudah. Misalnya, tanah yang kurang asam atau sedikit bahan organik, maka petani menambahkan pupuk untuk menunjang kualitas tanah sebagai media tumbuh tanaman.

Tekstur tanah ditentukan oleh perbandingan partikel pasir, debu, dan liat. Jenis-jenis tanah yang banyak mengandung pasir tentunya memiliki tekstur yang lebih kasar dibandingkan yang lebih banyak mengandung debu dan liat.

Struktur tanah merupakan gumpalan-gumpalan kecil tanah akibat melekatnya butir-butir tanah satu sama lain. Kondisi struktur berhubungan dengan tingkat keremahan. Kalian sering menemukan di lingkungan sekitar tempat tinggalmu, jenis-jenis tanah yang kondisinya remah sehingga sangat mudah dicangkul atau dibajak untuk kita tanami. Sebaliknya tidak jarang kita jumpai tanah-tanah yang sifatnya padat dan keras sangat sulit diolah. Sifat fisik tanah tersebut pada dasarnya merupakan kondisi struktur tanah.

Konsistensi tanah merupakan ketahanan tanah terhadap tekanan gaya-gaya dari luar pada tanah selaras dengan tingkat kejenuhan airnya. Penurunan kadar air akan menyebabkan tanah kehilangan sifat kelekatan dan kelenturan, menjadi gembur dan lunak, serta menjadi keras dan kaku pada saat kering.

Porositas adalah proporsi ruang pori total (ruang kosong) yang terdapat dalam satuan volume tanah yang dapat ditempati oleh air dan atau udara. Porositas tanah merupakan indikator bagi kondisi drainase tanah dan aerasi tanah (tata udara tanah).

Temperatur (suhu) tanah adalah suatu sifat tanah yang sangat penting, secara langsung mempengaruhi pertumbuhan tanaman, dan juga terhadap kelembapan, aerasi, struktur, aktivitas mikrobial dan enzimatis, dekomposisi serasah, dan ketersediaan hara-hara tanaman.

Warna tanah merupakan salah satu sifat fisik yang lebih banyak digunakan untuk pendeskripsian karakter tanah, karena tidak mempunyai efek langsung terhadap tetanaman, tetapi secara tidak langsung berpengaruh lewat dampaknya terhadap temperatur dan kelembapan tanah. Penyebab perbedaan warna tanah umumnya terjadi karena perbedaan kandungan bahan organik atau komponen-komponen penyusunnya. Warna tanah meliputi putih, merah, coklat, kelabu, kuning, kehijauan, dan hitam.

Faktor kimiawi tanah yang sangat mempengaruhi kesuburan salah satunya adalah derajat keasaman atau pH tanah. Tinggi-rendahnya pH tanah sangat tergantung pada kepekatan ion Hidrogen ( $H^+$ ) dan Hidroksil ( $OH^-$ ). Tanah yang perbandingan ion hidrogennya lebih banyak dibandingkan ion hidroksil dikatakan bersifat *asam*. Sebaliknya jika ion hidroksilnya lebih tinggi dibandingkan dengan ion hidrogen maka tanah bersifat *basa* atau *alkalis*.

Untuk menentukan kepekatan ion hidrogen ini biasa digunakan parameter pH yang nilainya berkisar antara 0 – 14. Apabila nilai pH tanah kurang dari 7, maka tanah bersifat asam. Sedangkan jika lebih dari 7, bersifat basa. Coba kalian perhatikan tabel berikut ini!

Tabel 2.1: Derajat Keasaman Tanah

<b>pH</b>	<b>Kondisi Tanah</b>
4,0 – 4,4	Asam sangat kuat
4,5 – 5,4	Asam kuat
5,5 – 6,4	Asam sedang
6,5 – 6,6	Agak asam
6,7 – 7,0	Netral
7,1 – 7,9	Agak basa
8,0 – 8,9	Basa
9 lebih	Sangat basa

Tanah yang paling baik untuk dimanfaatkan sebagai lahan pertanian adalah yang sifatnya netral (pH-nya antara 6-7). Agar tanah-tanah yang kondisinya sangat asam kembali menjadi netral, dapat diupayakan dengan pemberian kapur. Demikian pula tanah-tanah yang terlalu basa dapat dinetralkan kembali dengan menambah unsur belerang.

Fraksi liat pada tanah sangat menentukan sifat kimiawi tanah yang kemudian mempengaruhi kesuburannya. Fraksi liat merupakan partikel tanah paling halus yang menghasilkan luas permukaan partikel persatuan bobot yang makin luas, dibandingkan

dengan fraksi pasir dan debu. Pada permukaan partikel inilah terjadi berbagai reaksi kimiawi tanah yang menentukan pergerakan, penyediaan, dan penyerapan unsur hara dari tanah ke tanaman.

Bahan organik merupakan unsur pembentuk dan penyubur tanah yang berasal dari sisa-sisa organisme seperti ranting dan daun-daun tanaman yang jatuh ke permukaan tanah serta jasad renik yang mati. Bahan-bahan tersebut kemudian membusuk atau melapuk dan bercampur dengan lapisan tanah bagian atas membentuk serasah atau humus yang sangat subur. Pada saat ini dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi pertanian, para petani telah mampu membuat pupuk bahan organik buatan yang dikenal dengan nama kompos. Bahan dasar kompos biasanya terdiri atas kotoran hewan ternak (sapi, kambing, ayam dan sebagainya) yang dicampur dengan jerami dan kulit gabah padi.

Selain humus, bahan penyubur tanah lainnya adalah unsur-unsur hara, yaitu komponen mineral anorganik. Secara umum mineral pembentuk hara dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu sebagai berikut:

- 1) *Unsur Hara Makro*, meliputi Karbon (C), Hidrogen (H), Nitrogen (N), Posfat (P), Kalium atau Potasium (K), Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ), Magnesium (Mg), Belerang (S), dan Oksigen (O)
- 2) *Unsur Hara Mikro*, meliputi Khlor (Cl), Borium, Kuningan, Besi (Fe), Mangan (Mn), Molybden (Mo), Seng (Zn), Silisium (Si), Natrium (Na), dan Kobalt (Co).

Sebagian besar tanah di Indonesia merupakan tanah vulkanis. Walau demikian, jika lebih dikhususkan lagi maka jenisnya sangat beraneka ragam, antara lain tanah gambut atau tanah organik, tanah aluvial, tanah regosol, tanah litosol, tanah latosol, tanah grumosol, tanah mediteran merah-kuning, dan tanah hidromorf kelabu.

Sedangkan sebaran jenis tanah yang ada di Jawa Barat dibagi menjadi sembilan jenis tanah (*soil group*), yaitu tanah latosol, podsolik merah kuning, aluvial, andosol, regosol, glei, grumusol, mediteran, dan organosol. Tanah aluvial tersebar di sebagian besar dataran rendah pantai utara Jawa Barat, seperti Kerawang, Pamanukan, Indramayu, dan Cirebon. Tanah Regosol asal abu vulkanik dan Andosol banyak didapatkan di sebagian besar wilayah tengah dan selatan yang merupakan wilayah deretan pegunungan. Tanah latosol banyak tersebar di wilayah Bogor dan sebagian wilayah Sukabumi. Perbedaan jenis tanah tersebut akan sangat berpengaruh terhadap jenis usahatani yang dilaksanakan pada tanah tersebut.

## **2. Lahan**

Lahan (*land*) adalah lingkungan fisis dan biotik yang berkaitan dengan daya dukungnya terhadap perikehidupan dan kesejahteraan hidup manusia. Lingkungan fisis meliputi relief (topografi), iklim, tanah, dan air. Sedangkan lingkungan biotik meliputi hewan, tumbuhan, dan manusia. Jadi kesimpulannya, pengertian lahan lebih luas dari tanah.

### a. Lahan Potensial

Lahan Potensial adalah lahan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Dalam arti sempit lahan potensial selalu dikaitkan dengan produksi pertanian, yaitu lahan yang dapat memberikan hasil pertanian yang tinggi walaupun dengan biaya pengelolaan yang rendah. Tetapi dalam arti luas, lahan potensial dikaitkan dengan fungsinya bagi kehidupan manusia, yaitu lahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sehingga potensial tidaknya suatu lahan diukur sampai sejauh mana lahan tersebut memberikan manfaat secara optimal bagi kehidupan manusia. Sebagai contoh, suatu lahan tidak potensial untuk lahan pertanian tetapi potensial untuk permukiman, pariwisata, atau kegiatan lainnya.

### b. Lahan Kritis

Lahan Kritis adalah lahan yang telah mengalami kerusakan secara fisik, kimia, dan biologis atau lahan yang tidak mempunyai nilai ekonomis. Untuk menilai kritis tidaknya suatu lahan, dapat dilihat dari kemampuan lahan tersebut. Sedangkan untuk mengetahui kemampuan suatu lahan dapat dilihat dari besarnya resiko ancaman atau hambatan dalam pemanfaatan lahan tersebut.

Berikut ini disajikan tabel yang menghubungkan, kelas kemampuan lahan dan resiko ancaman/hambatan.

Tabel 2.2: Kelas kemampuan lahan, sifat, dan resiko ancaman

Kelas	Topografi	Sifat Lahan	Resiko Ancaman
I.	hampir datar	pengairan baik, mudah diolah, kemampuan menahan air baik, subur, dan respon terhadap pupuk.	ancaman erosi kecil, tidak terancam banjir.
II.	lereng landai	struktur tanah kurang baik, pengolahan harus hati-hati, mengandung garam natrium.	ada ancaman erosi, terancam banjir
III.	lereng miring bergelombang	untuk tanaman semusim tanahnya padas, kemampuan menahan air rendah, kandungan garam natrium sedang.	mudah tererosi
IV.	lereng miring dan berbukit	lapisan tanah tipis, kemampuan menahan air rendah, kandungan garam natrium tinggi.	sangat mudah tererosi dan sering banjir.
V.	datar	tidak cocok untuk pertanian, tanahnya berbatu-batu	selalu tergenang air
VI.	lereng agak curam	tanah berbatu-batu, mengandung garam natrium sangat tinggi	erosi kuat, tidakcocok untuk pertanian.
VII.	lereng curam	tanah berbatu, hanya untuk padang rumput	erosi sangat kuat, perakarai sangat dangkal
VIII.	lereng sangat curam	berbatu dan kemampuan menahan air sangat rendah	tidak cocok untuk pertanian lebih sesuai dibiarkan (alami)

### c. Ciri-ciri Lahan Potensial dan Lahan Kritis

Lahan dikatakan potensial karena mempunyai nilai ekonomi tinggi berdasarkan fungsinya. Adapun ciri-ciri lahan potensial untuk pertanian adalah:

#### 1) Tingkat kesuburan tinggi

Lahan yang subur adalah lahan dengan tanah yang banyak mengandung mineral untuk kebutuhan hidup tanaman. Hal ini sangat tergantung pada jenis tanaman yang diusahakan. Untuk tanaman biji-bijian banyak membutuhkan mineral posfor, untuk tanaman sayuran membutuhkan mineral zat lemas (N<sub>2</sub>), dan tanaman umbi-umbian membutuhkan mineral alkali. Jadi agar lahan dapat berproduksi secara optimal harus disesuaikan, antara jenis mineral yang dikandung lahan dengan jenis tanaman yang akan diusahakan.



Gambar 2.3: Daerah wilayah subur di daerah pegunungan dengan sawah dan sayuran  
Sumber: dokumen penulis.

#### 2) Memiliki sifat fisis yang baik

Lahan yang memiliki sifat fisis baik adalah lahan yang daya serap air dan sirkulasi udara di dalam tanahnya cukup baik. Sifat fisis ditunjukkan oleh tekstur dan struktur tanahnya. Tekstur tanah berpengaruh terhadap daya serap dan daya tampung air. Tanah lempung teksturnya sangat halus, mudah menampung air tetapi daya serapnya kecil. Sebaliknya tanah pasir mudah menyerap air, tetapi sukar menampungnya. Tekstur tanah yang ideal untuk pertanian adalah geluh, yaitu tanah yang lekat. Tekstur tanah geluh terdiri dari dua macam tanah, yaitu tanah lanau (20% lempung, 30 - 50% lanau dan 30 - 50% pasir) dan tanah lanau berpasir (20 - 50% lanau/lempung, 50 - 80% pasir). Sedangkan struktur tanah berpengaruh terhadap pengaliran air dan sirkulasi udara di dalam tanah.



### 3) Belum terjadi erosi

Terjadinya erosi pada suatu lahan akan menyebabkan berubahnya lahan potensial menjadi lahan kritis. Lahan yang telah mengalami erosi, tingkat kesuburannya berkurang, sehingga kurang baik untuk pertumbuhan tanaman. Erosi mengakibatkan tanah paling atas terkelupas. Sisanya tinggal tanah yang tandus, bahkan sering merupakan batuan yang keras (padas). Proses erosi yang kuat sering dijumpai di daerah pantai, akibat abrasi (pengikisan oleh gelombang laut) dan di daerah pegunungan dengan lereng terjal serta miskin tumbuhan. Erosi di pegunungan akibat adanya longsor dan rayapan tanah.

Sedangkan ciri-ciri lahan kritis untuk pertanian adalah:

#### 1) Tidak subur

Lahan tidak subur adalah lahan yang sedikit mengandung mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Umumnya lahan tidak subur terdapat di daerah yang resiko ancamannya besar (ancaman erosi dan banjir).

#### 2) Miskin humus

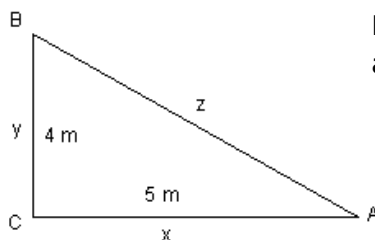
Lahan yang miskin humus umumnya kurang baik untuk dijadikan lahan pertanian, karena tanahnya kurang subur (miskin humus). Tanah Humus adalah tanah yang telah bercampur dengan daun dan ranting pohon yang telah membusuk. Tanah humus dapat dijumpai di daerah yang tumbuhannya lebat, contohnya hutan primer. Sedangkan lahan yang miskin humus adalah lahan yang terdapat di daerah yang miskin atau jarang tumbuhan, contohnya kawasan pegunungan yang hutannya rusak.



Gambar 2.4: Lahan Kritis di daerah pegunungan yang gundul/hutan yang rusak  
Sumber: BPLHD Jabar

Lahan potensial tidak hanya dilihat dari sudut pertanian, tetapi juga dari sudut permukiman. Ciri-ciri lahan potensial untuk permukiman antara lain:

- 1) Daya dukung tanah besar, artinya memiliki kemampuan untuk menahan beban dalam ton tiap satu meter kubik. Jadi bila didirikan bangunan di atasnya tidak amblas.
- 2) Fluktuasi air baik, artinya memiliki kedalaman air tanah yang sedang. Fluktuasi air berpengaruh terhadap kondisi lingkungan, jika air tanahnya dangkal maka keadaan di atasnya lembab dan jika air tanahnya dalam maka keadaan di atasnya gersang (tandus).
- 3) Kandungan lempung cukup, berpengaruh terhadap kembang kerutnya tanah. Hal ini erat kaitannya dengan pembuatan pondasi, pembangunan jalan, saluran air, dan sebagainya.
- 4) Topografi yang ideal untuk permukiman adalah yang kemiringan lahannya antara 0% sampai 3%. Kemiringan merupakan perbandingan antara jarak vertikal dan jarak horisontal dikali 100%.



Kemiringan lereng gambar di sebelah kiri adalah:

$$\begin{aligned}
 z &= \frac{y}{x} \times 100\% \\
 &= \frac{4}{5} \times 100\% = 80\%
 \end{aligned}$$

Kemiringan lereng 0% berarti tanahnya rata, dan kemiringan lereng 100% berarti sudut kemiringannya 45% (sangat curam). Topografi erat kaitannya dengan kenyamanan hunian (tempat tinggal) dan keamanan dari ancaman bencana alam seperti tanah longsor dan banjir.

Sedangkan ciri-ciri lahan kritis untuk permukiman adalah kebalikan dari ciri-ciri lahan potensial untuk pertanian, yaitu:

- 1) Daya dukung tanah rendah, artinya tidak mampu menahan beban dalam ton tiap satu meter kubik. Sehingga bila didirikan bangunan di atasnya, bangunan tersebut akan roboh (amblas).
- 2) Fluktuasi air tidak baik, artinya air tanahnya terlalu dangkal atau terlalu dalam. Hal ini dapat mempengaruhi bangunan dan kesehatan penduduk yang tinggal di atas lahan tersebut.
- 3) Topografi, tidak cocok untuk permukiman adalah yang kemiringannya lebih dari 3%. Karena topografi dengan kemiringan lebih dari 3% resiko ancaman bencana alam seperti tanah longsor dan banjir besar. Hal ini dapat mengganggu kenyamanan hunian dan keamanan dari bencana alam tersebut.

### c. Persebaran Lahan Potensial dan Lahan Kritis

Lahan potensial tersebar di daerah dataran rendah, pegunungan, dan pantai. Tetapi lahan potensial biasanya banyak terdapat di dataran rendah, karena dataran rendah

merupakan daerah endapan dengan tingkat kemiringan dan erosi yang kecil. Berikut dijelaskan persebaran lahan potensial daerah pantai, dataran rendah, dan pegunungan.

1) Lahan potensial di kawasan pantai, memiliki ciri-ciri:

- kemiringan 0 - 3%.
- perbedaan tinggi 0 - 5 m dari permukaan laut.
- umumnya terdapat pada pantai yang landai.

Kemiringan dan perbedaan tinggi yang rendah, menyebabkan lahan potensial di daerah pantai terletak pada kawasan pasang surut air laut. Kawasan ini banyak di tumbuh tanaman bakau (mangrove), fungsi tanaman bakau mengurangi abrasi dan mencegah perembasan air laut sampai jauh ke pedalaman.

Lahan potensial kawasan pantai di Jawa Barat umumnya terdapat di utara dan sebagian kecil di selatan. Pada kedua pantai yaitu pantai utara dan pantai selatan, masing-masing memiliki karakteristik yang sangat berbeda. Pada pesisir utara pantai jarang sekali ditemukan gugusan terumbu karang, tetapi daerah ini kaya akan padang lamun dan pantainya lebih banyak didominasi oleh hutan mangrove. Sedangkan pesisir selatan merupakan pantai yang memiliki tipologi berbatu dan berpasir, sehingga sering ditemukan gugusan terumbu karang.

Ekosistem pantai utara Jawa Barat sebagian besar sudah merupakan suatu ekosistem budidaya. Ekosistem alami yang merupakan ekosistem lahan basah rawa, mangrove dan dataran pantai sudah tidak terdapat lagi. Tidak ada kawasan konservasi yang terdapat di pantai utara Jawa Barat. Sedangkan di pantai selatan masih banyak terdapat kawasan konservasi dan di luar kawasan tersebut merupakan kawasan budidaya yang dimanfaatkan untuk perkebunan kelapa, coklat, pisang, karet, dan jati.

2) Lahan potensial di dataran rendah. Mulai dataran pantai sampai ketinggian 400 meter dpl. termasuk wilayah dataran rendah dengan ciri-ciri:

- kemiringan 3 - 15%.
- perbedaan tinggi 5 - 10 m dari permukaan laut.
- umumnya merupakan endapan alluvial (endapan yang dibawa oleh air sungai).

Pengikisan di daerah ini masih relatif kecil dan tata airnya cukup baik. Karena merupakan endapan alluvial hasil erosi yang diangkut sungai yang berhulu di daerah vulkanis (gunung api). Sehingga kawasan ini memiliki kesuburan yang cukup tinggi. Lahan potensial dataran rendah di Indonesia antara lain terdapat di Utara Jawa Barat (Indramayu).

3) Lahan potensial di daerah pegunungan/perbukitan, memiliki ciri-ciri:

- kemiringan 15 - 30%.
- perbedaan tinggi 10 - 300 m dari permukaan laut.
- kesuburan tanah tergantung pada batuan induk dan tingkat pelapukan.

Lahan potensial daerah pegunungan banyak terdapat di Jawa Barat terutama di bagian selatan didominasi oleh daerah pegunungan dengan beberapa gunung berapi yang sudah tidak aktif diantaranya adalah Gn. Patuha (2.434 m), Gn. Wayang Windu (2.182 m), Gn. Malabar, (2.350 m), Gn. Kendang (2.608 m), Gn. Talaga Bodas (2.241) dan beberapa yang aktif Gn. Galunggung (2.168 m), Gn. Cikurai (2.800 m), Gn. Papandayan (2.622 m), dan Gn. Guntur (2.249 m). Demikian pula dengan daerah tengah Jawa Barat yang juga didominasi oleh pegunungan. Beberapa gunung tinggi yang masih aktif yaitu Gn. Gede Pangrango (3.019 m), Gn. Ciremai (3.078 m) dan Gn. Tangkuban Perahu.

Erosi di daerah yang rendah relatif kecil, makin tinggi dan miskin tumbuhan tingkat erosi makin besar. Jika tanahnya terbentuk dari hasil vulkanis, maka tanahnya subur. Pada kawasan dataran rendah antara dua pegunungan (*inter-mountain plain*) dapat terbentuk endapan alluvial yang subur, seperti Dataran Tinggi Bandung dan Dataran Tinggi Garut.

Lahan potensial kawasan pegunungan di Jawa Barat banyak dijumpai pada kawasan pegunungan yang hutannya masih baik (belum rusak).

Sedangkan persebaran lahan kritis dan penyebabnya adalah sebagai berikut:

1) Lahan kritis di kawasan pantai

Kawasan pantai akan menjadi lahan kritis, jika terjadi pengikisan pantai oleh gelombang laut (abrasi) yang kuat. Abrasi dapat menyebabkan lapisan sedimen (endapan) akan hancur dan lenyap. Peristiwa ini terjadi pada muara sungai yang pantainya terbuka dengan gelombang laut yang besar, seperti di daerah muara sungai Cimanuk (Jawa Barat).

2) Lahan kritis di kawasan dataran rendah

Lahan kritis di kawasan dataran rendah terjadi akibat adanya genangan air atau proses sedimentasi (pengendapan) bahan yang menutupi lapisan tanah yang subur. Genangan air terjadi karena tanahnya lebih rendah dari daerah sekitarnya, sehingga waktu hujan lebat terjadi banjir dan air menggenang. Lahan kritis di dataran rendah dapat dijumpai pada daerah sekitar Demak (Jawa Tengah), Lamongan, Gresik, Bojonegoro, dan Tuban (Jawa Timur).

3) Lahan kritis di kawasan pegunungan/perbukitan

Lahan kritis di kawasan pegunungan terjadi akibat adanya longsor, erosi atau soil creep (tanah merayap). Lapisan tanah yang paling atas (*top soil*) terkelupas, sisanya tanah yang tandus bahkan sering merupakan batuan padas (keras). Hal ini sering terjadi di kawasan pegunungan dengan lereng terjal dan miskin tumbuhan penutup. Lahan kritis di kawasan pegunungan banyak dijumpai pada pegunungan

yang hutannya telah rusak. Lahan kritis kawasan pegunungan di Jawa Barat antara lain di sekitar gunung Ciremai.

Hubungan antara kemiringan dengan topografi, dapat kalian lihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kemiringan lereng.

Simbol	Kemiringan Lereng	Topografi
1	Kurang dari 3%	Datar
2	3 - 15%	Berombak
3	15 - 30%	Bergelombang
4	30 - 50%	Berbukit
5	50 - 80%	Curam
6	80 - 100%	Sangat Curam
7	100 - 150%	Terjal
8	150% - ke atas	Sangat Terjal

Sumber: AMP pedalaman materi Geografi kurikulum 1994 di Fak. Geografi UGM Yogyakarta (1993). Data dari Bakosurtanal, 1976.

## B. AIR

Air merupakan salah satu komponen lingkungan biogeofisik yang keberadaannya menutupi hampir 71% permukaan bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil<sup>3</sup>) tersedia di bumi. Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es.

Air dalam obyek-obyek tersebut bergerak mengikuti suatu siklus air, yaitu: melalui penguapan, hujan, dan aliran air di atas permukaan tanah (*runoff*, meliputi mata air, sungai, muara) menuju laut. Air dapat berwujud padatan (es), cairan (air) dan gas (uap air). Air merupakan satu-satunya zat yang secara alami terdapat di permukaan bumi dalam ketiga wujudnya tersebut.

Secara meteorologis, air merupakan unsur pokok paling penting dalam atmosfer bumi. Air terdapat sampai pada ketinggian 12.000 hingga 14.000 meter, dalam jumlah yang kisarannya mulai dari nol di atas beberapa gunung serta gurun sampai empat persen di atas samudera dan laut. Bila seluruh uap air berkondensasi (mengembun) menjadi cairan, maka seluruh permukaan bumi akan tertutup dengan curah hujan kira-kira sebanyak 2,5 cm.

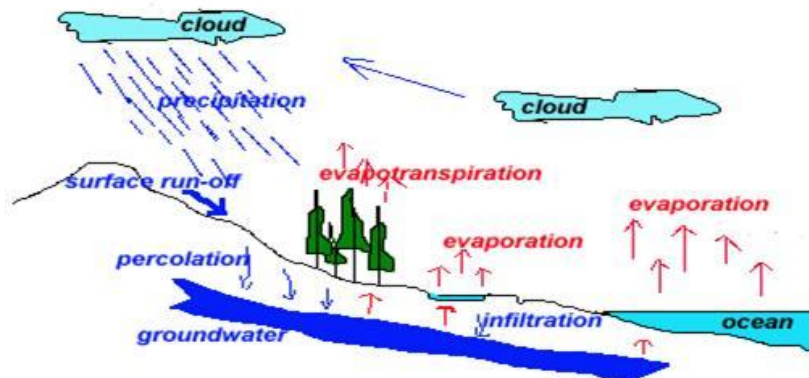
### 1. Siklus Air

Akibat panas yang bersumber pada matahari, maka terjadilah yaitu penguapan pada permukaan air terbuka (*open water*) dan permukaan tanah (evaporasi) serta yaitu penguapan dari permukaan tanaman (transpirasi). Uap air hasil penguapan pada

ketinggian tertentu akan menjadi awan, kemudian beberapa sebab awan akan berkondensasi menjadi presipitasi, bisa dalam bentuk salju, hujan es, hujan, dan embun. Air hujan yang jatuh kadang-kadang tertahan oleh tajuk (ujung-ujung daun), oleh daunnya sendiri atau oleh bangunan dan sebagainya (intersepsi).

Air hujan yang mencapai tanah, sebagian berinfiltrasi, sebagian lagi menjadi aliran air di atas permukaan (*over land flor*) kemudian terkumpul pada saluran. Aliran air ini disebut *surface run off*. Hasil infiltrasi sebagian besar menjadi aliran air bawah permukaan (*interflow/sub surface flor/through flor*). Dan sebagian lagi akan membasahi tanah. Air yang menjadi bagian dari tanah dan berada dalam pori-pori tanah disebut airtanah.

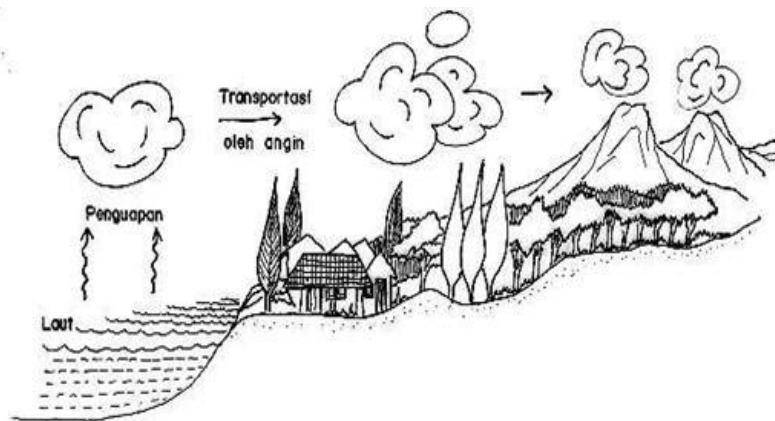
Apabila kapasitas kebasahan tanah terlampaui, maka kelebihan airnya akan berperkolasi (mengalir vertikal) mencapai airtanah. Aliran airtanah (*ground water flow*) pada suatu situasi dan kondisi tertentu akan mencapai danau, sungai, laut menjadi *depression storage*, saluran dan sebagainya, mencari tempat yang lebih rendah.



Gambar 2.5: Siklus Air  
Sumber: google.image

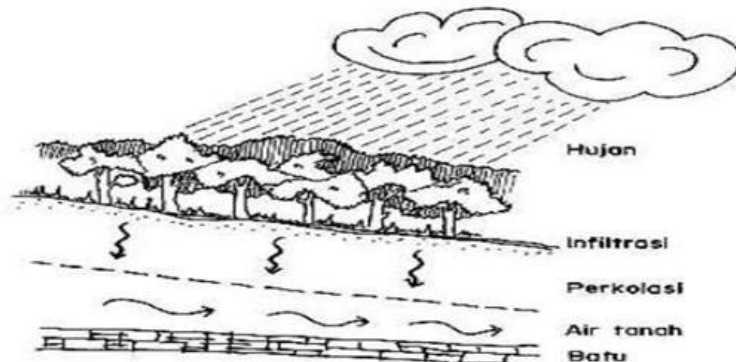
Sirkulasi air yang berpola siklus tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

- a) Evaporasi/transpirasi - Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dsb. kemudian akan *menguap ke angkasa (atmosfer)* dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju, es. Ketika air dipanaskan oleh sinar matahari, permukaan molekul-molekul air memiliki cukup energi untuk melepaskan ikatan molekul air tersebut dan kemudian terlepas dan mengembang sebagai uap air yang tidak terlihat di atmosfer. Sekitar 95.000 mil kubik air menguap ke angkasa setiap tahunnya. Hampir 80.000 mil kubik menguapnya dari lautan. Hanya 15.000 mil kubik berasal dari daratan, danau, sungai, dan lahan yang basah, dan yang paling penting juga berasal dari tranpirasi oleh daun tanaman yang hidup. Proses semuanya itu disebut Evapotranspirasi.



Gambar 2.6: Evaporasi  
Sumber: google.image

- b) Infiltrasi/Perkolasi, di mana air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka airtanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air bergerak secara vertikal atau horizontal dibawah permukaan tanah hingga air memasuki kembali sistem air permukaan.



Gambar 2.7: Infiltrasi Air  
Sumber: google.image

- c) Air Permukaan - Air bergerak diatas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau; makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut.

Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS). Jumlah air di bumi secara keseluruhan relatif tetap, yang berubah adalah wujud dan tempatnya.

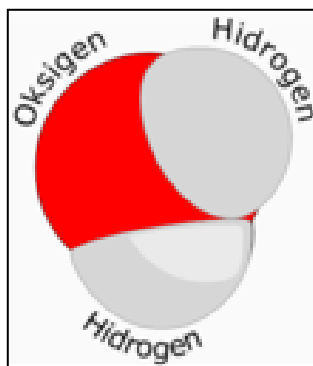
## **2. Sifat-sifat kimia dan fisika air**

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia  $H_2O$ : satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Keadaan air yang berbentuk cair merupakan suatu keadaan yang tidak umum dalam kondisi normal, terlebih lagi dengan memperhatikan hubungan antara hidrida-hidrida lain yang mirip dalam kolom oksigen pada tabel periodik, yang mengisyaratkan bahwa air seharusnya berbentuk gas, sebagaimana hidrogen sulfida. Dengan memperhatikan tabel periodik, terlihat bahwa unsur-unsur yang mengelilingi oksigen adalah nitrogen, fluor, dan fosfor, sulfur dan klor. Semua elemen-elemen ini apabila berikatan dengan hidrogen akan menghasilkan gas pada temperatur dan tekanan normal. Alasan mengapa hidrogen berikatan dengan oksigen membentuk fasa berkeadaan cair, adalah karena oksigen lebih bersifat elektronegatif ketimbang elemen-elemen lain tersebut (kecuali fluor). Tarikan atom oksigen pada elektron-elektron ikatan jauh lebih kuat dari pada yang dilakukan oleh atom hidrogen, meninggalkan jumlah muatan positif pada kedua atom hidrogen, dan jumlah muatan negatif pada atom oksigen. Adanya muatan pada tiap-tiap atom membuat molekul air memiliki sejumlah momen dipol. Gaya tarik-menarik listrik antar molekul-molekul air akibat adanya dipol ini membuat masing-masing molekul saling berdekatan, membuatnya sulit untuk dipisahkan dan yang pada akhirnya menaikkan titik didih air. Gaya tarik-menarik ini disebut sebagai ikatan hidrogen.



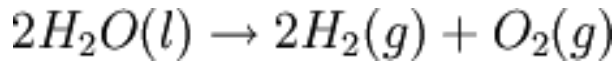
Tabel 2.4: Informasi dan sifat-sifat Air	
<u>Nama sistematis</u>	air
Nama alternatif	aqua, dihidrogen monoksida, hidrogen hidroksida
<u>Rumus molekul</u>	H <sub>2</sub> O
<u>Massa molar</u>	18.0153 g/mol
Densitas dan fase	0.998 g/cm <sup>3</sup> (cairan pada 20 °C) 0.92 g/cm <sup>3</sup> (padatan)
<u>Titik lebur</u>	0 °C (273.15 K) (32 °F)
<u>Titik didih</u>	100 °C (373.15 K) (212 °F)
<u>Kalor jenis</u>	4184 J/(kg·K) (cairan pada 20 °C)



Gambar 2.8: Struktur molekul air  
Sumber: google.image

Air sering disebut sebagai pelarut universal karena air melarutkan banyak zat kimia. Air berada dalam kesetimbangan dinamis antara fase cair dan padat di bawah tekanan dan temperatur standar. Dalam bentuk ion, air dapat dideskripsikan sebagai sebuah ion hidrogen (H<sup>+</sup>) yang berasosiasi (berikatan) dengan sebuah ion hidroksida (OH<sup>-</sup>).

Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalirinya arus listrik. Proses ini disebut elektrolisis air. Pada katoda, dua molekul air bereaksi dengan menangkap dua elektron, tereduksi menjadi gas H<sub>2</sub> dan ion hidrokida (OH<sup>-</sup>). Sementara itu pada anoda, dua molekul air lain terurai menjadi gas oksigen (O<sub>2</sub>), melepaskan 4 ion H<sup>+</sup> serta mengalirkan elektron ke katoda. Ion H<sup>+</sup> dan OH<sup>-</sup> mengalami netralisasi sehingga terbentuk kembali beberapa molekul air. Reaksi keseluruhan yang setara dari elektrolisis air dapat dituliskan sebagai berikut:



Gas hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari reaksi ini membentuk gelembung pada elektroda dan dapat dikumpulkan. Prinsip ini kemudian dimanfaatkan untuk menghasilkan hidrogen dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) yang dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan hidrogen.

Air adalah pelarut yang kuat, melarutkan banyak jenis zat kimia. Zat-zat yang bercampur dan larut dengan baik dalam air disebut sebagai zat-zat "hidrofilik" (pencinta air), dan zat-zat yang tidak mudah tercampur dengan air (misalnya lemak dan minyak) disebut sebagai zat-zat "hidrofobik" (takut-air). Kelarutan suatu zat dalam air ditentukan oleh dapat tidaknya zat tersebut menandingi kekuatan gaya tarik-menarik listrik (gaya intermolekul dipol-dipol) antara molekul-molekul air. Jika suatu zat tidak mampu menandingi gaya tarik-menarik antar molekul air, molekul-molekul zat tersebut tidak larut dan akan mengendap dalam air.

Air menempel pada sesamanya (kohesi) karena air bersifat polar. Air memiliki sejumlah muatan parsial negatif ( $\sigma^-$ ) dekat atom oksigen akibat pasangan elektron yang (hampir) tidak digunakan bersama, dan sejumlah muatan parsial positif ( $\sigma^+$ ) dekat atom hidrogen. Dalam air hal ini terjadi karena atom oksigen bersifat lebih elektronegatif dibandingkan atom hidrogen—yang berarti, ia (atom oksigen) memiliki lebih "kekuatan tarik" pada elektron-elektron yang dimiliki bersama dalam molekul, menarik elektron-elektron lebih dekat ke arahnya (juga berarti menarik muatan negatif elektron-elektron tersebut) dan membuat daerah di sekitar atom oksigen bermuatan lebih negatif ketimbang daerah-daerah di sekitar kedua atom hidrogen. Air memiliki sifat adesi yang tinggi disebabkan sifat alami kepolarannya.

Air memiliki tegangan permukaan yang besar yang disebabkan oleh kuatnya sifat kohesi antar molekul-molekul air. Hal ini dapat diamati saat sejumlah kecil air ditempatkan dalam sebuah permukaan yang tak dapat terbasahi atau terlarutkan (*non-soluble*); air tersebut akan berkumpul sebagai sebuah tetesan. Di atas sebuah permukaan gelas yang amat bersih atau bepermukaan amat halus air dapat membentuk suatu lapisan tipis (*thin film*) karena gaya tarik molekular antara gelas dan molekul air (gaya adhesi) lebih kuat ketimbang gaya kohesi antar molekul air.

### 3. Sumber daya air

Sebagian besar atau tepatnya lebih dari 98 % air yang ada di daratan tersimpan sebagai airtanah, dan sekitar 2% lagi berupa air permukaan seperti di sungai, danau, serta reservoir. Menurut Sutikno (2001:12), sumber daya air bila diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2.5: Sumber daya air

No.	Dasar Kasifikasi	Jenis Sumber Air
01.	Keterdapatn/ketersediaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Air hujan langsung</li> <li>2. Air permukaan                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Mata air</li> <li>b. Air sungai</li> <li>c. Air danau alamiah</li> <li>d. Air situ alamiah</li> <li>e. Air danau buatan</li> <li>f. Air beku/salju</li> </ol> </li> <li>3. Airtanah                             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Aquifer tertekan</li> <li>b. Aquifer airtanah semi tertekan</li> <li>c. Aquifer airtanah tertekan</li> <li>d. Airtanah dangkal &lt; 40 m</li> <li>e. Airtanah dalam 40 - 200 m</li> <li>f. Airtanah sangat dalam &gt; 200</li> </ol> </li> </ol>
02.	Fungsi	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Untuk kehidupan manusia</li> <li>2. Untuk kehidupan flora fauna</li> <li>3. Untuk media transportasi</li> </ol>

#### a. Airtanah

Airtanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antar butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut *akifer*. Lapisan yang mudah dilalui oleh airtanah disebut lapisan *permeable*, seperti lapisan yang terdapat pada pasir atau kerikil, sedangkan lapisan yang sulit dilalui airtanah disebut lapisan *impermeable*, seperti lapisan lempung atau geluh. Lapisan yang dapat menangkap dan meloloskan air disebut *akuifer*.

Tidak semua formasi litologi dan kondisi geomorfologi merupakan akifer yang baik. Menurut beberapa ahli, akifer dijumpai pada bentuk lahan sebagai berikut:

- 1) lintasan air (*water course*), materialnya terdiri dari aluvium yang mengendap di sepanjang alur sungai sebagai bentuk lahan dataran banjir serta tanggul alam. bahan aluvium itu biasanya berupa pasir dan kerikil.
- 2) lembah yang terkubur (*burried valley*) atau lembah yang ditinggalkan (*abandoned valley*), tersusun oleh materi lepas-lepas yang berupa pasir halus sampai kasar.
- 3) dataran (*plain*), ialah bentuk lahan berstruktur datar dan tersusun atas bahan aluvium yang berasal dari berbagai bahan induk sehingga merupakan akifer yang baik.
- 4) lembah antarpegunungan (*intermontane valley*), yaitu lembah yang berada diantara dua pegunungan, materialnya berasal dari hasil erosi dan gerak massa batuan dari pegunungan di sekitarnya.

- 5) batu gamping (limestone), airtanah terperangkap dalam retakan-retakan atau diaklas-diaklas. porositas batu gamping ini bersifat sekunder.
- 6) batuan vulkanik, terutama yang bersifat basal. Sewaktu aliran basal ini mengalir, ia mengeluarkan gas-gas. bekas-bekas gas keluar itulah yang merupakan lubang atau pori-pori dapat terisi air.

Gerakan airtanah selain dari atas ke bawah juga bergerak dari bawah ke atas (gaya kapiler). Air bergerak horisontal mengikuti hukum hidrolika karena adanya perbedaan gradien hidrolik. Gerakan airtanah mengikuti hukum Darcy yang berbunyi "volume airtanah yang melalui batuan berbanding lurus dengan tekanan dan berbanding terbalik dengan tebal lapisan (Utaya, 1990:35).

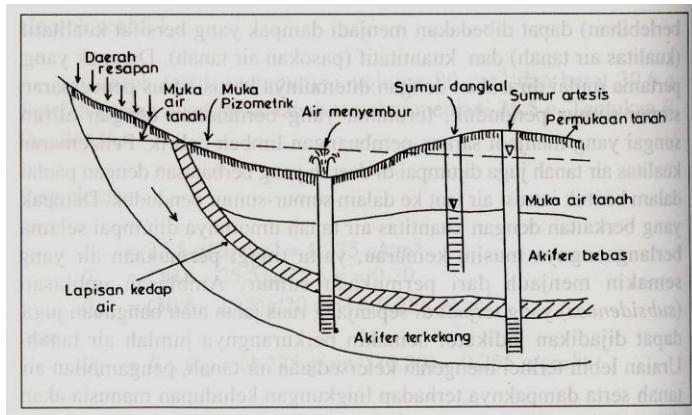
Ditinjau dari kedudukannya terhadap permukaan, airtanah dapat disebut (i) airtanah dangkal (*phreatic*), umumnya berasosiasi dengan akuifer tak tertekan, yakni yang tersimpan dalam akuifer dekat permukaan hingga kedalaman – tergantung kesepakatan – 15 sampai 40 m. (ii) airtanah dalam, umumnya berasosiasi dengan akuifer tertekan, yakni tersimpan dalam akuifer pada kedalaman lebih dari 40 m (apabila kesepakatan airtanah dangkal hingga kedalaman 40 m). Airtanah dangkal umumnya dimanfaatkan masyarakat (miskin) dengan membuat sumur gali, sementara airtanah dalam dimanfaatkan oleh kalangan industri dan masyarakat kaya.

Airtanah dapat terbentuk atau mengalir (terutama secara horisontal), dari titik/daerah imbuh (*recharge*), seketika itu juga pada saat hujan turun, hingga membutuhkan waktu harian, mingguan, bulanan, tahunan, puluhan tahun, ratusan tahun, bahkan ribuan tahun, tinggal di dalam akuifer sebelum muncul kembali secara alami di titik/daerah luah (*discharge*), tergantung dari kedudukan zona jenuh air, topografi, kondisi iklim dan sifat-sifat hidrolika akuifer. Karena itu, kalau dibandingkan dalam kerangka waktu umur rata-rata manusia, airtanah sesungguhnya adalah salah satu sumber daya alam yang tak terbarukan.

Saat ini di daerah-daerah perkotaan yang pemanfaatan airtanah dalamnya sudah sangat intensif, seperti di Jakarta, Bandung, Semarang, Denpasar, dan Medan, muka airtanah dalam (*piezometric head*) umumnya sudah berada di bawah muka airtanah dangkal (*phreatic head*). Akibatnya terjadi perubahan pola imbuhan, yang sebelumnya airtanah dalam memasok airtanah dangkal (karena *piezometric head* lebih tinggi dari *phreatic head*), saat ini justru sebaliknya airtanah dangkal memasok airtanah dalam.

Jika jumlah total pengambilan airtanah dari suatu sistem akuifer melampaui jumlah rata-rata imbuhan, maka akan terjadi penurunan muka airtanah secara menerus serta pengurangan cadangan airtanah dalam akuifer. (Seperti halnya aliran uang tunai ke dalam tabungan, kalau pengeluaran melebihi pemasukan, maka saldo tabungan akan terus berkurang). Kondisi demikian disebut pengambilan berlebih (*over exploitation*), dan penambangan airtanah terjadi. Bahkan di kota-kota besar yang terletak di daerah pantai seperti Jakarta, penyedotan air tanah melalui sumur bor telah menyebabkan

intrusi air asin ke arah darat. Sehingga air tanah rasanya menjadi tawar atau sedikit asin.



Gambar 2.9: Penampang Air Bawah Tanah  
Sumber: google.image

Sifat fisika dan komposisi kimia airtanah yang menentukan mutu airtanah secara alami sangat dipengaruhi oleh jenis litologi penyusun akuifer, jenis tanah/batuan yang dilalui airtanah, serta jenis air asal airtanah. Mutu tersebut akan berubah manakala terjadi intervensi manusia terhadap airtanah, seperti pengambilan airtanah yang berlebihan, pembuangan limbah, dll.

Airtanah dangkal rawan (*vulnerable*) terhadap pencemaran dari zat-zat pencemar dari permukaan. Namun karena tanah/batuan bersifat melemahkan zat-zat pencemar, maka tingkat pencemaran airtanah dangkal sangat tergantung dari kedudukan akuifer, besaran dan jenis zat pencemar, serta jenis tanah/batuan di zona takjenuh, serta batuan penyusun akuifer itu sendiri. Mengingat perubahan pola imbuhan, maka airtanah dalam di daerah-daerah perkotaan yang telah intensif pemanfaatan airtanahnya, menjadi sangat rawan pencemaran, apabila airtanah dangkalnya di daerah-daerah tersebut sudah tercemar. Airtanah yang tercemar adalah pembawa bibit-bibit penyakit yang berasal dari air (*water born diseases*).

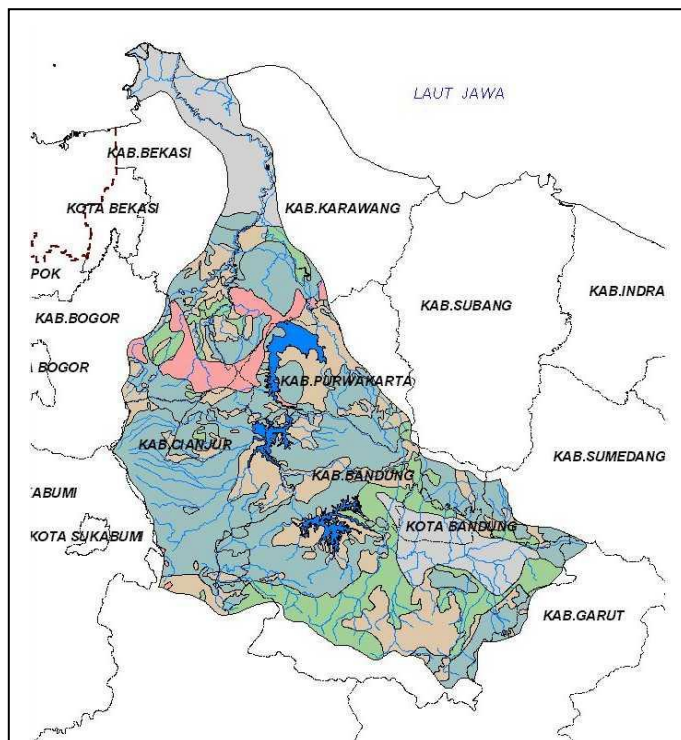
## b. Sungai

Sungai adalah bagian muka bumi yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir. Sifat dimaksud adalah bagian yang paling rendah bila dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Sungai sebagai salah satu bentangan perairan darat memiliki banyak fungsi dan manfaat, mulai dari yang sederhana seperti keperluan minum, mandi, dan mencuci, hingga yang lebih kompleks, seperti irigasi, sumber tenaga, sumber makanan, transportasi, rekreasi, dll.

Sungai bermula dari sejumlah aliran-aliran air yang berasal dari mata air, pencairan gletsyer, atau sumber lain dari dalam gunung yang menjadi anak-anak sungai dan kemudian bergabung dengan aliran lain menjadi sebuah sistem sungai, yang kemudian disebut daerah aliran sungai.

Daerah Aliran Sungai (drainage area/riverbasin) atau DAS adalah bagian dari muka bumi yang airnya mengalir ke dalam sungai tertentu atau wilayah tampungan air hujan yang masuk ke dalam wilayah air sungai. Jadi sebuah sungai beserta anak-anak sungainya membentuk satu daerah aliran. Misalnya sungai Cimanuk dengan anak-anak sungainya disebut daerah aliran sungai Cimanuk. Di Jawa Barat banyak sekali terdapat DAS, seperti DAS Citarum, DAS Cikapundung, DAS Citanduy, dll.

Daerah yang memisahkan antara daerah aliran sungai yang satu dengan daerah aliran sungai yang lainnya merupakan daerah punggung dinamakan *watershed* atau *stream divide*. Dalam satu DAS hanya ada satu induk sungai dan memiliki percabangan anak-anak sungai. Perhatikan satu satuan DAS pada gambar 2.10.



Gambar 2.10: Penampang Daerah Aliran Sungai Citarum  
Sumber: dokumen penulis

Untuk melestarikan suatu bendungan agar tidak cepat mengalami proses pendangkalan maka daerah aliran sungai tersebut harus dihindarkan. Besar kecilnya air sungai tergantung luas tidaknya daerah aliran dan sedikitnya curah hujan di daerah aliran sungai tersebut.

Daerah aliran sungai merupakan daerah penangkap air hujan (*catchment area*) pembangunan di daerah pertanian, pemukiman, Industri, tidak bisa dilepaskan dari kebutuhan sumber daya air. Sebagai akibat pemanfaatan air di atas, air akan menampung buangan limbah dari akibat pembangunan tersebut, sehingga terjadilah pencemaran atau polusi air.

Pentingnya pengolahan DAS jelas berkaitan dengan penyediaan air bersih, mengamankan sumber air dari pencemaran, mencegah banjir dan kekeringan, mencegah erosi serta mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah.

### **c. Danau**

Danau adalah suatu cekungan (basin) di permukaan bumi yang digenangi air dalam jumlah yang relatif banyak. Air pada danau bersumber dari banyak sumber seperti sungai, air tanah, dan hujan. Pengaliran air danau dapat terjadi karena penguapan, perembesan ke dalam tanah, dan pengaliran air melalui sungai.

Berdasarkan proses terjadinya danau secara garis besar dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu danau alami (akibat proses vulkanik, tektonik, dolina, dll) dan danau buatan (waduk). Air danau juga dapat dibedakan menjadi tiga bagian yaitu air yang masuk, air yang berada dalam danau, dan air yang keluar dari danau. Ciri-ciri dari masing-masing air tersebut adalah sebagai berikut.

#### *1) Air yang masuk*

- a) Relatif keruh karena berisi materi hasil pengikisan/erosi dari sungai atau aliran yang masuk.
- b) Mengandung bermacam-macam unsur kimiawi (karena berasal dari daerah yang relatif berbeda-beda).

#### *2) Air yang berada dalam danau*

- a) Relatif jernih karena sedang mengalami pengendapan.
- b) Terjadi reaksi kimia dari unsur-unsur air dan membentuk zat kimia yang homogen.

#### *3) Air yang keluar dari danau*

- a) Relatif lebih jernih karena proses pengendapan sudah berlanjut.
- b) Susunan gas homogen, karena telah terjadi pencampuran.

Biasanya air danau menerima dan melepaskan airnya di permukaan tanah yaitu pada ujung danau air itu masuk dan pada ujung lain air itu mengalir (keluar).

Danau sangat penting keberadaannya bagi kehidupan khususnya manusia, antara lain sebagai cadangan air untuk kepentingan pengairan (irigasi), air minum, sebagai sumber pembangkit tenaga listrik, sebagai sarana olahraga dan rekreasi, sebagai pengatur air untuk mencegah banjir, dan sebagai tempat untuk kegiatan perikanan

(tambak udang dan ikan) dan manfaat lainnya. Manfaat danau bagi kehidupan antara lain adalah untuk hidro listrik (PLTA); untuk irigasi pengairan; pengendalian banjir; perikanan darat; objek wisata; lalu lintas air; tempat berolah raga air; meninggikan air tanah disekitar danau; danau di dataran tinggi merupakan sumber peresapan air tanah bagi daerah hilirnya.



Gambar 2.11: Danau alam Situ Patengan di Pegunungan Teh Malabar Bandung  
Sumber: google.image

### **C. UDARA**

Udara merupakan unsur lingkungan biogeofisik lainnya yang memiliki sifat fisik tertentu. Udara adalah kumpulan/campuran gas yang terdapat pada permukaan bumi. Udara Bumi yang kering mengandung 78% nitrogen, 21% oksigen, dan 1% uap air, karbon dioksida, dan gas-gas lain. Kandungan (elemen senyawa gas dan partikel) dalam udara akan berubah-ubah dengan ketinggian dari permukaan tanah. Demikian juga massanya, akan berkurang seiring ketinggian, semakin dekat dengan lapisan troposfir, maka udara semakin tipis, sehingga melewati batas gravitasi bumi, maka udara akan hampa sama sekali.

Oksigen sangat penting untuk mendukung kehidupan makhluk dan terjadinya proses pembakaran. Nitrogen merupakan penyubur tanaman. Bakteri menggunakan nitrogen dari udara untuk menyuburkan tanah. Udara juga melindungi bumi dari radiasi berbahaya yang berasal dari ruang angkasa.

Apa yang akan terjadi jika udara yang kita hirup kotor? Udara yang kotor bisa membuat kita sakit atau cacat, bahkan dapat menyebabkan kematian. Penyakit yang ditimbulkan dari polusi udara di antaranya adalah gangguan sistem pernapasan, TBC dan penyakit lainnya. Oleh karena itu kita harus selalu menjaga lingkungan agar kualitas udara di bumi ini terjaga. Apa sih yang dimaksud kualitas udara? Kualitas



udara adalah mutu atau tingkat kebaikan udara menurut sifat-sifat unsur pembentuknya.



2.12: Udara cerah di atas Kota Bandung  
Sumber: dokumen penulis

Komposisi udara bersih sangat bervariasi dari satu tempat ke tempat yang lain di seluruh dunia. Rata-rata prosentase (per volume) gas dalam udara bersih dan kering adalah: Nitrogen (78%), Oksigen (20,8%), Argon (0,9%), Karbon dioksida (0,03%), dan Gas lain (0,27%) meliputi helium, neon, krypton, xenon, hidrogen, dan metan. Udara juga mengandung uap air tetapi jumlahnya bervariasi.

Udara disebut berkualitas buruk bila sifat unsur-unsur pembentuknya membahayakan atau merusak. Udara kotor mengandung debu, pasir, jelaga, dan gas berbahaya. Kota kecil dapat menghasilkan lebih dari 5.000 kg polusi udara dalam sehari. Polutan lain misalnya ozon, dihasilkan bila gas-gas ini saling bereaksi saat terkena cahaya matahari.

Apabila benda hidup bernafas kandungan oksigen berkurang, sementara kandungan karbon dioksida bertambah. Ketika tumbuhan berfotosintesa, oksigen kembali dibebaskan. Persentase karbondioksida di udara dapat bervariasi dari 0,01% sampai 0,1%. Tanaman hijau daun menghirup karbondioksida dari udara dan mengeluarkan oksigen. Manusia, binatang, dan mesin mengikat oksigen dari udara dan mengeluarkan karbondioksida. Daftar berikut merupakan rata-rata seseorang dan 1 liter udara yang dihembuskan.

**Dihirup** : 1) Oksigen 208 cm<sup>3</sup>  
2) Nitrogen 780 cm<sup>3</sup>  
3) Karbon dioksida 0,3 cm<sup>3</sup>  
4) Gas lain 11,7 cm<sup>3</sup>

- Dihembuskan :**
- 1) Oksigen  $170 \text{ cm}^3$
  - 2) Nitrogen  $780 \text{ cm}^3$
  - 3) Karbon dioksida  $38,3 \text{ cm}^3$
  - 4) Gas lain  $11,7 \text{ cm}^3$

Rata-rata kecepatan sebuah molekul udara adalah 415 m/det.

Udara dalam fenomena geosfer berada pada ruang yang dinamakan Atmosfer. Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelubungi bumi dan berfungsi melindunginya dari gangguan benda-benda angkasa dan radiasi matahari. Coba kamu bayangkan apa jadinya bumi kita kalau tidak ada atmosfer. Bumi akan bolong di sana sini akibat tertabrak benda angkasa, misalnya meteor, dan suhu bumi akan sangat ekstrim antara pagi dan malam hari. Ketebalan atmosfer mencapai 1000 km yang diukur dari atas permukaan air laut. Lapisan ini memiliki berat 6 milyar ton. Atmosfer juga memiliki beberapa sifat dasar, sebagai berikut:

- 1) Tidak memiliki warna, tidak berbau, dan tidak memiliki wujud, hanya bisa dirasakan oleh indra perasa kita dalam bentuk angin.
- 2) Memiliki berat sehingga dapat menyebabkan tekanan.
- 3) Memiliki sifat dinamis dan elastis yang dapat mengembang dan mengerut.

Uap air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) merupakan salah satu unsur atmosfer yang sangat penting dalam proses cuaca atau iklim, karena dapat merubah fase (wujud) menjadi fase cair, atau fase padat melalui *kondensasi* dan *deposisi*. Uap air merupakan senyawa kimia udara dalam jumlah besar. Uap air yang terdapat di atmosfer merupakan hasil penguapan dari laut, danau, kolam, sungai dan transpirasi tanaman.

Gas-gas yang terkumpul dalam atmosfer, memiliki sifat, karakteristik dan fungsinya sendiri. Lapisan udara atau atmosfer tersebar berbeda baik secara vertikal maupun ke arah horisontal. Secara vertikal, lapisan atmosfer diberi nama yang berbeda yaitu *troposfer*, *stratosfer*, *mesosfer*, dan *thermosfer*. Ada pula yang menambahkan dengan lapisan *ionosfer*, dan *exosfer*.

*Troposfer* merupakan lapisan terbawah dari atmosfer pada ketinggian antara 0 – 8 km di daerah kutub, dan antara 0 – 16 km di daerah Equator atau khatulistiwa. Pada lapisan ini terjadi peristiwa-peristiwa cuaca seperti awan, hujan, dan konveksi. Di zone ini suhu akan semakin dingin manakala berada semakin ke atas hingga mencapai  $-60^\circ\text{C}$  yang disebabkan troposfer sedikit menyerap gelombang radiasi gelombang pendek dari matahari. Sebaliknya suhu di permukaan tanah cukup panas akibat proses konduksi, konveksi, dan panas laten. Kandungan unsurnya didominasi oleh unsur Nitrogen dan Oksigen.

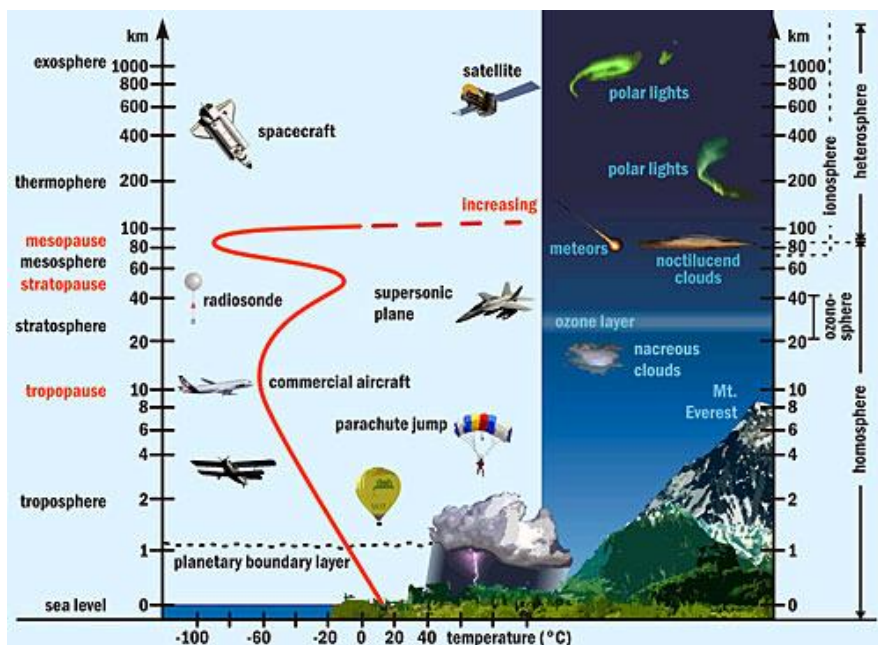
*Stratosfer* berada pada ketinggian rata-rata berkisar antara 15 – 50 km. Antara stratosfer dan mesosfer dipisahkan oleh lapisan *stratopause*. Bagian paling atas dari lapisan ini merupakan tempat konsentrasasi ozon.

*Mesosfer* terletak pada ketinggian antara 50 – 80 km. Temperatur menurun secara tajam hingga 100°C, banyak meteor yang terbakar dan terurai, dan terdapat reflektor/perambat gelombang radio.

*Thermosfer* terletak pada ketinggian antara 80 km – 500 km diatas permukaan bumi. Pada bagian bawah lapisan ini terjadi peristiwa ionisasi (pembentukan) ion, yaitu pada ketinggian 85 km – 375 km. Suhu naik pada ketinggian 480 km hingga mencapai 120°C.

*Ionosfer* merupakan bagian dari *thermosfer*. Fungsi lapisan ini memantulkan gelombang radio sebagai alat komunikasi ke seluruh permukaan bumi. Di atas lapisan ionosfer terdapat *Exosfer* yang merupakan lapisan terluar lebih dari ketinggian 700 km di atas permukaan bumi. Lapisan ini semakin tinggi semakin sedikit udara dan mendekati luar angkasa.

Bagian atas atmosfer dibatasi oleh *thermopause* yang meluas dari ketinggian 300 km sampai pada ketinggian 1000 km. Suhu termopause adalah *konstant* terhadap ketinggian, tetapi berubah dengan waktu, yaitu dengan insolasi (*incoming solar radiation*). Suhu pada malam hari berkisar antara 300 dan 1200o C dan pada siang hari antara 700 dan 1700o C. Densitas thermopause sangat kecil, kira-kira 10 kali densitas atmosfer permukaan tanah.



Gambar 2.13: Perlapisan atmofer secara vertikal  
Sumber: google.image

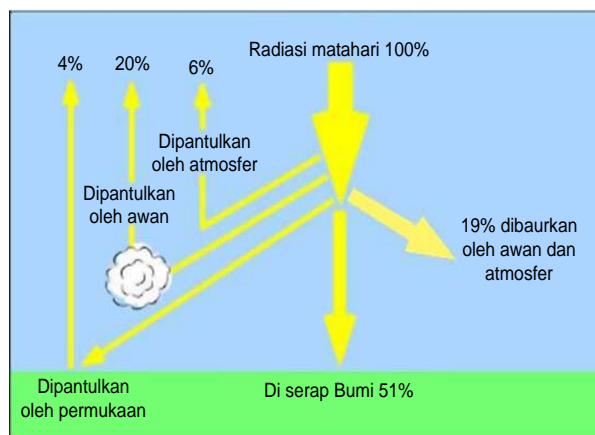
Persebaran kondisi atmosfer secara horisontal hanya berada pada troposfer dan keadaannya berbeda-beda di setiap tempat. Perbedaannya mengakibatkan perbedaan gejala cuaca dan iklim di permukaan bumi.

Udara akan menjadi panas karena adanya penyinaran matahari. Karena penyinaran matahari, permukaan bumi menerima panas pertama. Udara akan menerima panas dari permukaan bumi yang dipancarkan kembali setelah diubah dalam bentuk gelombang panjang.

Radiasi yang dipancarkan matahari tidak seluruhnya diterima oleh bumi. Bumi menyerap radiasi sebesar 51%, selebihnya mengalami proses pembauran 7%, pemantulan kembali oleh awan 20% dan oleh bumi 4%, dan diserap oleh awan sekitar 3%, serta molekul udara dan debu atmosfer sebesar 19%. Panas yang diterima permukaan bumi akan dipancarkan dan dirambatkan kembali melalui proses-proses berikut:

- 1) Konduksi, yaitu proses pemindahan panas pada molekul-molekul zat pengantarnya tidak ikut bergerak.
- 2) Konveksi, yaitu proses pemindahan panas pada molekul di mana zat pengantarnya ikut bergerak.
- 3) Radiasi, yaitu proses pemindahan panas melalui pancaran gelombang dari sumber panasnya.

Lapisan udara dari permukaan bumi ke atas memberi tekanan tertentu. Tekanan udara adalah berat massa udara di atas suatu wilayah. Tekanan udara menunjukkan tenaga yang bekerja untuk menggerakkan masa udara dalam setiap satuan luas tertentu. Semakin tinggi suatu tempat semakin berkurang tekanannya karena tiang udara semakin berkurang. Tekanan udara di atas permukaan laut akan lebih besar daripada di puncak gunung karena tinggi tiang udara di permukaan laut lebih panjang tiangnya daripada di puncak gunung.



Gambar 2.14: Intensitas Sinar Matahari  
Sumber: google.image

Lapisan udara dari permukaan bumi ke atas memberi tekanan tertentu. Tekanan udara adalah berat massa udara di atas suatu wilayah. Tekanan udara menunjukkan tenaga yang bekerja untuk menggerakkan masa udara dalam setiap satuan luas tertentu. Semakin tinggi suatu tempat semakin berkurang tekanannya karena tiang udara semakin berkurang. Tekanan udara di atas permukaan laut akan lebih besar daripada di puncak gunung karena tinggi tiang udara di permukaan laut lebih panjang tiangnya daripada di puncak gunung.

Perbedaan suhu menyebabkan perbedaan tekanan udara. Daerah yang banyak menerima panas matahari, udaranya akan mengembang dan naik. Karena itu, daerah tersebut bertekanan udara rendah. Di tempat lain terdapat tekanan udara tinggi sehingga terjadilah gerakan udara dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan udara rendah. Gerakan udara tersebut dinamakan angin. Selain suhu dan tekanan udara, juga terdapat kelembaban udara yaitu banyaknya uap air dalam udara.

#### **D. HUTAN**

Pengertian hutan juga merujuk kepada aneka hal yang bersifat liar (*wild*), tumbuh sendiri atau tidak dipelihara (*natural*), atau untuk menekankan sifat-sifat liar dari sesuatu. Nama-nama hewan yang diimbui dengan kata 'hutan' menunjukkan pengertian tersebut, misalnya ayam hutan, babi hutan, orang hutan dll. Sesuatu bidang lahan yang tidak terpelihara atau kurang terpelihara kerap disebut hutan atau menghutan. Berlawanan dengan kebun, yang dipelihara dan diakui pemilikannya. Hutan disebut juga dengan istilah *leuweung* (Sunda) atau *alas* (Jawa).

Hutan adalah sebuah kawasan yang ditumbuhi dengan lebat oleh pepohonan dan tumbuhan lainnya. Kawasan-kawasan semacam ini terdapat di wilayah-wilayah yang luas di dunia dan berfungsi sebagai penampung karbon dioksida (*carbon dioxide sink*), habitat hewan, modulator arus hidrologika, serta pelestari tanah, dan merupakan salah satu aspek biosfera Bumi yang paling penting.

Kita dapat menemukan hutan baik di daerah tropis maupun daerah beriklim dingin, di dataran rendah maupun di pegunungan, di pulau kecil maupun di benua besar. Orang awam mungkin melihat hutan lebih sebagai sekumpulan pohon kehijauan dengan beraneka jenis satwa dan tumbuhan liar. Untuk sebagian, hutan berkesan gelap, tak beraturan, dan jauh dari pusat peradaban. Sebagian lain bahkan akan menganggapnya menakutkan.

Hutan merupakan kumpulan tetumbuhan, terutama pepohonan atau tumbuhan berkayu lain, yang menempati daerah cukup luas. Pohon sendiri adalah tumbuhan cukup tinggi dengan masa hidup bertahun-tahun. Jadi, tentu berbeda dengan sayur-sayuran atau padi-padian yang hidup semusim saja. Pohon juga berbeda karena secara mencolok memiliki sebatang pokok tegak berkayu yang cukup panjang dan bentuk

tajuk (mahkota daun) yang jelas. Suatu kumpulan pepohonan dianggap hutan jika mampu menciptakan iklim dan kondisi lingkungan yang khas setempat, yang berbeda daripada daerah di luarnya. Jika kita berada di hutan hujan tropis, rasanya seperti masuk ke dalam ruang sauna yang hangat dan lembab, yang berbeda daripada daerah perladangan sekitarnya. Ini berarti segala tumbuhan lain dan hewan (hingga yang sekecil-kecilnya), serta beraneka unsur tak hidup lain termasuk bagian-bagian penyusun yang tidak terpisahkan dari hutan.



Gambar 2.15: Hutan primer yang masih tersisa di sekitar Bandung Utara  
Sumber. Dokumen penulis

### 1. Bagian-bagian hutan

Bayangkan mengiris sebuah hutan secara melintang. Hutan seakan-akan terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian di atas tanah, bagian di permukaan tanah, dan bagian di bawah tanah. Jika kita menelusuri bagian di atas tanah hutan, maka akan terlihat tajuk (mahkota) pepohonan, batang kayu, dan tumbuhan bawah seperti perdu dan semak belukar. Di hutan alam, tajuk pepohonan biasanya tampak berlapis karena ada berbagai jenis pohon yang mulai tumbuh pada saat yang berlainan. Di bagian permukaan tanah, tampaklah berbagai macam semak belukar, rerumputan, dan serasah. Serasah disebut pula 'lantai hutan', meskipun lebih mirip dengan permadani. Serasah adalah guguran segala batang, cabang, daun, ranting, bunga, dan buah.

Serasah memiliki peran penting karena merupakan sumber humus, yaitu lapisan tanah teratas yang subur. Serasah juga menjadi rumah dari serangga dan berbagai mikroorganisme lain. Uniknya, para penghuni justru memakan serasah, rumah mereka itu; menghancurkannya dengan bantuan air dan suhu udara sehingga tanah humus terbentuk. Di bawah lantai hutan, kita dapat melihat akar semua tetumbuhan, baik besar maupun kecil, dalam berbagai bentuk. Sampai kedalaman tertentu, kita juga dapat menemukan tempat tinggal beberapa jenis binatang, seperti serangga, ular, kelinci, dan binatang pengerat lain.

Iklim, tanah, dan bentuk bentang lahan di setiap daerah adalah khas. Sebuah daerah mungkin beriklim sangat basah, sedangkan suatu tempat lain luar biasa keringnya. Daerah A mungkin bertanah rawa, daerah B sebaliknya berkapur. Ada yang berupa gunung terjal, sementara yang lain merupakan dataran rendah. Semua tumbuhan dan satwa di dunia, pun manusia, harus menyesuaikan diri dengan lingkungan tempat mereka berada. Jika suatu jenis tumbuhan atau satwa mampu menyesuaikan diri

dengan lingkungan fisik di daerah tertentu, maka mereka akan dapat berkembang di daerah tersebut. Jika tidak, mereka justru tersingkir dari tempat ini. Contohnya, kita menemukan pohon bakau di daerah genangan dangkal air laut karena spesies pohon ini tahan garam dan memiliki akar napas yang sesuai dengan sifat tanah dan iklim panas pantai. Sebaliknya, cara berbagai tumbuhan dan satwa bertahan hidup akan mempengaruhi lingkungan fisik mereka, terutama tanah, walaupun secara terbatas. Tumbuhan dan satwa yang berbagi tempat hidup yang sama justru lebih banyak saling mempengaruhi di antara mereka. Agar mampu bertahan hidup di lingkungan tertentu, berbagai tumbuhan dan hewan memang harus memilih antara bersaing dan bersekutu. Burung kuntul, misalnya, menghinggapinya punggung banteng liar untuk mendapatkan kutu sebagai makanannya. Sebaliknya, banteng liar terbantu karena badannya terbebas dari sebuah sumber penyakit. Jadi, hutan merupakan bentuk kehidupan yang berkembang dengan sangat khas, rumit, dan dinamik. Pada akhirnya, cara semua penyusun hutan saling menyesuaikan diri akan menghasilkan suatu bentuk KLIMAKS, yaitu suatu bentuk masyarakat tumbuhan dan satwa yang paling cocok dengan keadaan lingkungan yang tersedia. Akibatnya, kita melihat hutan dalam beragam wujud klimaks, misalnya: hutan sabana, hutan meranggas, hutan hujan tropis, dan lain-lain.

## **2. Macam-macam Hutan**

Hutan diklasifikasikan sesuai dengan ketampakan khas masing-masing. Tujuannya untuk memudahkan manusia dalam mengenali sifat khas hutan. Dengan mengenali betul-betul sifat sebuah hutan, kita akan memperlakukan hutan secara lebih tepat sehingga hutan dapat lestari, bahkan terus berkembang.

Pembedaan jenis-jenis hutan pun bermacam-macam. Hutan sebagai wilayah alamiah yang ditumbuhi berbagai jenis tetumbuhan, baik yang sifatnya homogen yaitu yang didominasi oleh satu jenis flora misalnya hutan mangrove atau konifer, maupun yang sifatnya heterogen dengan beraneka jenis spesies seperti hutan hujan tropis. Dalam konteks sumber daya, hutan tergolong ke dalam salah satu jenis sumber daya alam hayati yang dapat diperbaharui.

### **a. Menurut asal**

Kita mengenal hutan yang berasal dari biji, tunas, serta campuran antara biji dan tunas. Hutan yang berasal dari biji disebut juga 'hutan tinggi' karena pepohonan yang tumbuh dari biji cenderung menjadi lebih tinggi dan dapat mencapai umur lebih lanjut. Hutan yang berasal dari tunas disebut 'hutan rendah' dengan alasan sebaliknya. Hutan campuran, oleh karenanya, disebut 'hutan sedang'. Penggolongan lain menurut asal adalah hutan perawan (primer) dan hutan sekunder. Hutan primer merupakan hutan yang masih asli dan belum pernah dibuka oleh manusia. Hutan sekunder adalah hutan yang tumbuh kembali secara alami setelah ditebang atau kerusakan yang cukup luas. Akibatnya, pepohonan di hutan ini sering terlihat lebih pendek dan kecil. Namun, jika

dibiarkan tanpa gangguan, misalnya, selama ratusan tahun, kita akan sulit membedakan hutan sekunder dari hutan primer.

#### **b. Menurut cara permudaan (tumbuh kembali)**

Hutan dapat dibedakan sebagai hutan dengan permudaan alami, permudaan buatan, dan permudaan campuran. Hutan dengan permudaan alami berarti bunga pohon diserbuk dan biji pohon tersebar bukan oleh manusia, melainkan oleh angin, air, atau hewan. Hutan dengan permudaan buatan berarti manusia sengaja menyebarkan bunga serta menyebarkan biji untuk menumbuhkan kembali hutan. Hutan dengan permudaan campuran berarti campuran kedua jenis sebelumnya. Di daerah beriklim sedang, perbungaan terjadi dalam waktu singkat, sering tidak berlangsung setiap tahun, dan penyerbukannya lebih banyak melalui angin. Di daerah tropis, perbungaan terjadi hampir sepanjang tahun dan hampir setiap tahun. Sebagai pengecualian, perbungaan pohon-pohon dipterocarp (meranti) di Kalimantan dan Sumatera terjadi secara berkala. Pada tahun tertentu, hutan meranti berbunga secara berbarengan, tetapi pada tahun-tahun berikutnya meranti sama sekali tidak berbunga. Musim bunga hutan meranti merupakan kesempatan emas untuk melihat biji-biji meranti yang memiliki sepasang sayap melayang-layang terbawa angin.

#### **c. Menurut susunan jenis**

Berdasarkan susunan jenisnya, kita mengenal hutan sejenis dan hutan campuran. Hutan sejenis, atau hutan murni, memiliki pepohonan yang sebagian besar berasal dari satu jenis, walaupun ini tidak berarti hanya ada satu jenis itu. Hutan sejenis dapat tumbuh secara alami baik karena sifat iklim dan tanah yang sulit maupun karena jenis pohon tertentu lebih agresif. Misalnya, hutan tusam (pinus) di Aceh dan Kerinci terbentuk karena kebakaran hutan yang luas pernah terjadi dan hanya tusam jenis pohon yang bertahan hidup. Hutan sejenis dapat juga merupakan hutan buatan, yaitu hanya satu atau sedikit jenis pohon utama yang sengaja ditanam seperti itu oleh manusia, seperti dilakukan di lahan-lahan HTI (hutan tanaman industri). Penggolongan lain berdasarkan pada susunan jenis adalah hutan daun jarum (konifer) dan hutan daun lebar. Hutan daun jarum (seperti hutan cemara) umumnya terdapat di daerah beriklim dingin, sedangkan hutan daun lebar (seperti hutan meranti) biasa ditemui di daerah tropis.

#### **d. Menurut umur**

Kita dapat membedakan hutan sebagai hutan seumur (berumur kira-kira sama) dan hutan tidak seumur. Hutan alam atau hutan permudaan alam biasanya merupakan hutan tidak seumur. Hutan tanaman boleh jadi hutan seumur atau hutan tidak seumur.

#### **e. Berdasarkan tujuan atau fungsi pengelolannya:**

Pada dasarnya hutan memiliki beberapa fungsi, yaitu 1) *fungsi ekonomis* dalam arti hutan bisa kita manfaatkan potensi yang terkandung di dalamnya, misalnya berbagai



macam kayu seperti Meranti, Kayu Jati, Albizia, Agathis, Kamper, Rotan, atau disadap getahnya seperti getah Damar, getah Perca, Pinus Mercussi, 2) *fungsi klimatologis* dalam arti menjaga kestabilan pola iklim dunia seperti suhu, kelembaban, dan curah hujan, 3) *fungsi edafik*, yaitu menjaga kesuburan tanah. Daun-daun dan ranting tanaman yang jatuh ke tanah di kawasan hutan dapat membentuk serasah atau humus penyubur tanah, 3) *fungsi hidrologis*, yaitu menjaga kestabilan airtanah melalui penyerapan air hujan oleh akar tetumbuhan dan menjadi persediaan airtanah, 4) *fungsi konservasi*, dalam arti menjaga kelestarian alam.

Berdasarkan tujuan atau fungsi pengelolaannya, hutan dibedakan menjadi :

- *Hutan Produksi*, yaitu hutan yang secara alamiah atau sengaja ditanami untuk diambil dan dimanfaatkan hasilnya seperti produksi kayu, getah, dan sebagainya.
- *Hutan Lindung*, yaitu kawasan hutan yang sengaja dijaga kelestariannya untuk mencegah erosi, banjir, pengaturan airtanah, serta pemeliharaan kesuburan tanah.
- *Hutan Penyangga*, yaitu kawasan hutan yang menjadi wilayah peralihan antara hutan lindung dan hutan produksi. Kawasan ini hendaknya dijaga kelestariannya, jangan sampai para pengelola hutan produksi tidak terus mengeksplorasi sumber daya hutan sampai ke wilayah hutan lindung.
- *Hutan Suaka Alam*, yaitu hutan yang berfungsi untuk menjaga kelestarian berbagai jenis flora dan fauna. Hutan suaka terbagi menjadi dua, yaitu 1) *Cagar Alam*, yaitu kawasan hutan yang dilindungi oleh undang-undang sebagai wilayah untuk menjaga kelestarian beberapa jenis flora langka atau yang hampir punah. Contoh cagar alam atau taman nasional antara lain taman nasional Hutan Gunung Leuser yang menjaga kelestarian hutan tropis, Taman Nasional di Bengkulu yang menjaga kelestarian flora Bunga Rafflesia, dan Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango untuk menjaga kelestarian Bunga Edelweiss, 2) *Suaka Margasatwa*, yaitu kawasan hutan yang dilindungi oleh undang-undang sebagai wilayah untuk menjaga kelestarian beberapa jenis fauna langka atau yang hampir punah.
- *Hutan Wisata*, yaitu hutan yang secara khusus diperuntukan bagi sektor pariwisata (wana wisata), seperti perburuan, off road rally dan sebagainya. Hutan ini termasuk hutan konversi, yakni hutan yang dicadangkan untuk penggunaan lain, dapat dikonversi untuk pengelolaan non-kehutanan.

Dalam kenyataannya, seringkali beberapa faktor pembeda itu bergabung, dan membangun sifat-sifat hutan yang khas. Misalnya, hutan hujan tropika dataran rendah (*lowland tropical rainforest*), atau hutan dipterokarpa perbukitan (*hilly dipterocarp forest*). Hutan-hutan rakyat, kerap dibangun dalam bentuk campuran antara tanaman-tanaman kehutanan dengan tanaman pertanian jangka pendek, sehingga disebut dengan istilah wanatani atau *agroforest*.

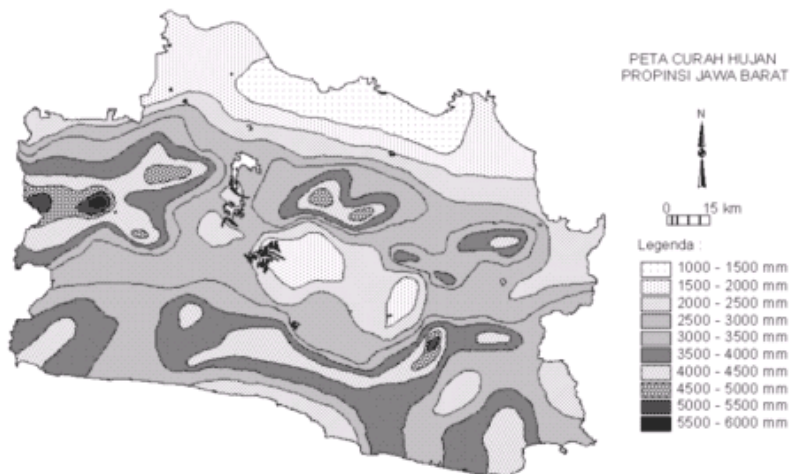
### 3. Karakteristik Biogeografi Jawa Barat

Kepulauan Nusantara adalah ketampakan alam yang muncul dari proses pertemuan antara tiga lempeng bumi. Hingga hari ini pun, ketiga lempeng bumi itu masih terus saling mendekati. Sejarah pembentukan Kepulauan Nusantara di sabuk khatulistiwa itu menghasilkan tiga kawasan biogeografi utama, yaitu: Paparan Sunda, Wallacea, dan Paparan Sahul. Masing-masing kawasan biogeografi adalah cerminan dari sebaran bentuk kehidupan berdasarkan perbedaan permukaan fisik buminya.

Karakteristik biogeografi Jawa Barat yang dimaksud adalah keanekaragaman hayati, terdiri dari tumbuhan (flora) dan binatang (fauna) yang tersebar di berbagai wilayah di Jawa Barat sesuai dengan kondisi geografinya.

Hampir 60 % daerah Jawa Barat merupakan daerah bergunung dengan ketinggian antara 500-3.079 m dpl. sedangkan 40 % merupakan daerah dataran yang memiliki variasi tinggi antara 0-500 m dpl. Dapat dikatakan bahwa wilayah Jawa Barat didominasi oleh daerah pegunungan atau dataran tinggi. Iklim di Jawa Barat hampir selalu basah dengan curah hujan berkisar antara 1000 mm s/d 6000 mm. Pada daerah selatan dan tengah, intensitas hujan lebih tinggi dibandingkan daerah utara. Kecuali untuk daerah pesisir yang berubah menjadi kering pada musim kemarau. Dengan kondisi ini, Jawa Barat mempunyai keaneka-ragaman hayati yang hidup dalam berbagai tipe ekosistem, mulai dari ekosistem pegunungan, rawa, hingga pantai dan daerah pesisir berbatu di selatan hingga dataran tanah aluvial di utara terdapat di Jawa Barat.

Jawa Barat mempunyai keanekaragaman hayati yang tinggi dan tersebar pada berbagai tipe ekosistem. Hal ini tentunya sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim setempat (bioklimat) yang menunjang kehidupannya untuk tumbuh subur. Bagaimanakah sebaran kondisi iklim di Jawa Barat dapat kalian amati pada gambar peta curah hujan.



Gambar 2.16: Peta Curah Hujan Jawa Barat  
Sumber: BPLHD Jabar

Menurut penelitian yang pernah dilakukan Va Steenis (dalam Backer dan Bakhuizen van de Brink, 1965), setidaknya terdapat 3.882 spesies tumbuhan berbunga dan tumbuhan paku asli Jawa Barat dan 258 jenis yang dimasukkan dari luar. Perbandingan dengan Jawa Tengah dan Jawa Timur untuk tumbuhan asli adalah 3.882:2.851:2.717. Khusus untuk anggrek (Orchidaceae) di Pulau Jawa, di Jawa Barat terdapat 607 jenis alami, 302 jenis (50%) hanya ada di Jawa Barat. Menurut Comber (1990) di Jabar terdapat 642 jenis anggrek dan hanya terdapat di Jawa Barat 248 jenis.



Gambar 2.17: Keanekaragaman genetica pada anggrek spesies *Dendrobium* sp.  
Sumber: BPLHD Jabar

Tumbuhan yang termasuk pohon, di Jawa Barat terdapat 1.106 jenis (Prawirya, tbt) dengan 51 jenis disebut dengan pohon-pohon penting, diantaranya jati (*Tectona grandis*), rasamala (*Altingia excelsa*), kepuh (*Sterculia foetida*), jamuju (*Podocarpus imbricatus*), bayur (*Pterespermum javanicum*), puspa (*Schima wallichii*), kosambi (*Schleichera oleosa*), beleketebe (*Sloanea sigun*), pasang (*Lithocarpus spp.*), pedada (*Sonneratia alba*), bakau (*Rhizophora mucronata*) dll.

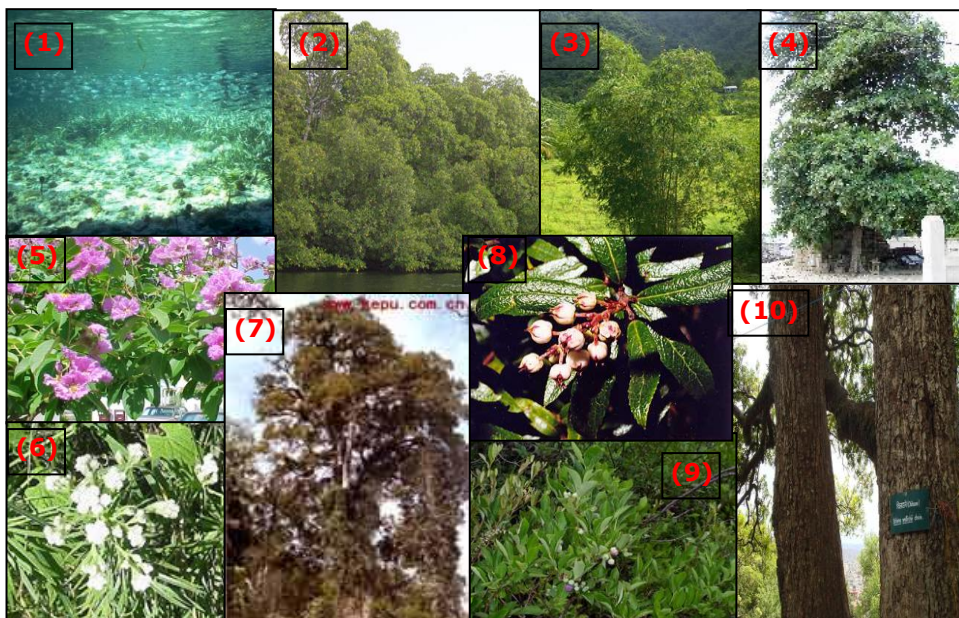
Menurut Van Steenis (1972) di Jawa Barat terdapat 39 jenis tumbuhan pegunungan yang dikategorikan jarang, 18 jenis diantaranya sejauh ini diduga endemik. Di antara yang endemik tersebut, 11 jenis adalah anggrek (Orchidaceae). Sebelumnya Van Steenis menyebutkan ada dua jenis yang endemik di Jawa Barat yaitu *Heynella lactea* (Tjadasmalang) dan *Silvorchis colorata* (di sekitar Garut). Selain itu, di Pulau Jawa, dari 6.543 jenis yang ada, 1.523 jenis (23,4 %) adalah tanaman budidaya, sisanya berupa 4.598 jenis tumbuhan liar dan 413 jenis tumbuhan asing yang ternaturalisasi. Sebagian dari tumbuhan alami terdapat di kawasan konservasi yaitu hutan lindung, cagar alam, suaka margasatwa dan taman nasional. Di Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango terdapat 844 jenis tumbuhan berbunga.

Salah satu genus flora yang unik di Jawa adalah bunga Rafflesia. Jenis *Rafflesia padma* banyak tercatat di hutan Jawa Barat dan jenis *Rafflesia sochussenii* yang baru ditemukan kembali oleh pencinta alam Lawalata IPB di Gunung Salak setelah 73 tahun

"hilang". Hutan pegunungan di Jawa Barat juga sebagai benteng terakhir bagi bunga abadi Edelweiss (*Anaphalis javanica*). Bunga Edelweiss dapat kalian jumpai di puncak-puncak pegunungan, seperti di Gunung Papandayan (Garut), Gunung Ciremai (Kuningan), dan Gunung Gede-Pangrango (Bogor).



Gambar 2.18: Raflesia dan Bunga Bangkai Tanaman Langka yang Dilindungi  
Sumber: google.image



- Keterangan:
- |   |  |
|---|--|
| (1) Lamun, vegetasi litoral                                       | (7) <i>Altingia excelsa</i> , vegetasi danau dan rawa pegunungan |
| (2) <i>Avicennia</i> spp., vegetasi mangrove                      | (8) <i>Gaultheria</i> spp., Vegetasi sub alpin.                  |
| (3) <i>Bambusa</i> spp., vegetasi hutan hujan dataran rendah      | (9) <i>Vaccinium</i> sp, vegetasi danau dan rawa pegunungan      |
| (4) <i>Terminalia catappa</i> , vegetasi pantai                   | (10) <i>Schima wallichii</i> , vegetasi hutan hujan pegunungan   |
| (5) <i>Lagerstroemia</i> spp., vegetasi hutan rawa dataran rendah |  |
| (6) <i>Edelweiss</i> , vegetasi hutan hujan pegunungan            |  |

Gambar 2.13: Klasifikasi vegetasi di Jawa Barat menurut Van Steenis  
Sumber: google.image

Secara umum, dunia fauna dapat dikelompokkan ke dalam kelompok: serangga, pisces, amfibi, reptil, aves dan mamalia. Penjelasan berikut merupakan jenis-jenis fauna endemik Jawa Barat yang langka dan sebagian diantaranya sudah dinyatakan punah:

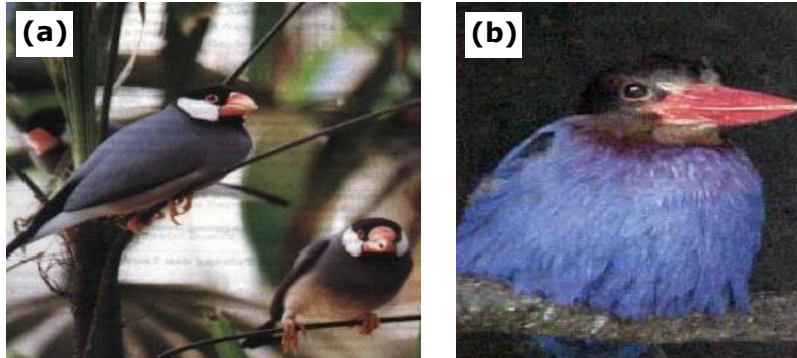
- Kupu-kupu endemic jenis *Papilio lampsacus*.
- Jenis ikan yang punah yaitu walangi (*Bagatius yarrelli*), belut terbesar di dunia *Thysoidea macrurus* yang ada di beberapa muara di Jawa Barat, dan ikan hias yang banyak ditemukan di daerah karang pantai selatan Jawa Barat antara lain *Chaetodon sp.* dan *Labroides sp.*



Gambar 2.14: walangi (*Bagatius yarrelli*)  
Sumber: google.image

- Jenis reptil dan amfibi seperti biawak (disekitar daerah aliran Sungai Citarum dan waduk, danau Sanghyang di Tasikmalaya), dan kura-kura (di sekitar daerah aliran Sungai Citarum dan waduk, sungai sungai di daerah Bogor/Sentul). Amfibi di Jawa dan Bali terdapat 42 jenis, termasuk di antaranya 11 jenis amfibi endemik berasal dari golongan *Bufo*idae, *Microhylidae* dan *Megophryidae*. Sedangkan reptil endemik Jawa Barat diantaranya *Typhlops bisubocularis*, *Pseudoxenodon inomatus*, *Bungarus javanicus*.
- Tiga jenis burung di Jawa yang dianggap telah punah, satu diantaranya adalah endemik Jawa yaitu trulek Jawa (*Hoplopterus macropterus*), mentok rimba (*Cairina scutulata*), cucak rawa (*Pycnonotus zeylanicus*), dan Gelatik Jawa (*Padda oryzifora*). Jenis burung lain yang luput dari perhatian adalah Ayam hutan merah (*Gallus gallus*) dan Ayam hutan hijau (*Gallus varius*) yang mengalami erosi gen akibat perkawinan silang dengan ayam kampung domestik. Beberapa spesies burung yang bersifat endemic, langka dan terancam punah masih tersisa di kawasan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango misalnya elang jawa (*Spizaetus bartelsi*), Walet raksasa (*Hydrochous gigas*), Walik putih (*Ptilinopus cinctus*) dan sebagainya.





Gambar 2.15: (a) Burung Gelatik Jawa (*Padda Oryzifora*)  
 (b) Cekakeh gunung *Halcyon cyanoventris*, burung endemik Jawa Barat  
 Sumber: google.image

Jenis burung lainnya yang terdapat di Jawa Barat adalah merak (*Pavo muticus*), julang (*Aceros undulatus*), belibis (*Anas sp*), kuntul (*Egretta sp*), walik (*Treron griccapilla*), kutilang (*Pycononotus aurigaste*), kadanca (*Ducula sp*), walet (*Collocalia vulvonorum*), puyuh (*Tumix suscitator*), saeran (*Discusrus macrocaspus*), dll.

- Saat ini di Jawa diketahui terdapat 137 jenis mammalia daratan, 22 jenis diantaranya adalah jenis endemik. Jenis mamalia endemik Jawa Barat yang terkenal adalah surili (*Presbytis comata*), badak bercula satu (*Rhinoceros sondaicus*), banteng (*Bos sondaicus*), harimau loreng (*Panthera tigris*), owa jawa (*Hylobates moloch*), babi jawa (*Sus verrucosus*) dan rusa jawa (*Cervus timorensis*), trenggiling (*Manis javanica*), lutung jawa (*Trachypithecus auratus*), kera ekor panjang (*Macaca fascicularis*), kijang (*Muntiacus muntjak*), Tupai (*Callacurus notatus*), dan musang (*Paradoxurus hertnaproditus*).



Gambar 2.16: Fauna endemic Jawa Barat di Taman Nasional Ujung Kulon  
 (a) Banteng (b) Surili (c) Harimau Loreng (d) Badak  
 Sumber: google.image

## **RANGKUMAN:**

Komponen-komponen yang terdapat dalam lingkungan biogeofisik adalah tanah dan lahan, air, udara, matahari, hutan, pesisir dan laut. Semua unsur tata lingkungan biogeofisik tersebut merupakan sumber daya alam yang dengan nyata atau potensial dapat memenuhi kebutuhan manusia.

Tanah adalah suatu wujud alam yang terbentuk dari campuran hasil pelapukan batuan (anorganik), organik, air dan udara yang menempati bagian paling atas dari litosfer.

Air adalah substansi kimia dengan rumus kimia H<sub>2</sub>O: satu molekul air tersusun atas dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air bersifat tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau pada kondisi standar, yaitu pada tekanan 100 kPa (1 bar) and temperatur 273,15 K (0 °C). Zat kimia ini merupakan suatu pelarut yang penting, yang memiliki kemampuan untuk melarutkan banyak zat kimia lainnya, seperti garam-garam, gula, asam, beberapa jenis gas dan banyak macam molekul organik.

Air sebagian besar terdapat di laut (air asin) dan pada lapisan-lapisan es (di kutub dan puncak-puncak gunung), akan tetapi juga dapat hadir sebagai awan, hujan, sungai, muka air tawar, danau, uap air, dan lautan es.

Lapisan udara atau atmosfer bumi memiliki sifat fisik tertentu. Atmosfir berasal dari kata *atmos* berarti uap dan *sphaira* berarti bola bumi. Atmosfer merupakan lapisan udara yang menyelubungi bumi. Lapisan atmosfer merupakan campuran dari berbagai unsur-unsur utama seperti *Nitrogen* (N<sub>2</sub>) sebanyak 78,08%, *Oksigen* (O<sub>2</sub>) sebanyak 20,95%, *Argon* (Ar) sebanyak 0,95%, dan *Karbondioksida* (CO<sub>2</sub>) sebanyak 0,034%. Unsur-unsur lain, seperti *Neon* (Ne), *Helium* (He), *Ozon* (O<sub>3</sub>), *Hidrogen* (H<sub>2</sub>), *Krypton* (Kr), *Metana* (CH<sub>4</sub>), dan *Xenon* (Xe).

Hutan adalah sebuah kawasan yang ditumbuhi dengan lebat oleh pepohonan dan tumbuhan lainnya. Pada dasarnya hutan memiliki beberapa fungsi, yaitu 1) *fungsi ekonomis*; 2) *fungsi klimatologis*; 3) *fungsi edafik* 4) *fungsi hidrologis*; 5) *fungsi konservasi*.

## **TUGAS**

- A. Buatlah kelompok kerja dengan teman kalian di kelas. Setiap kelompok terdiri dari 4-5 orang. Kemudian lakukan tugas pengamatan berikut!
1. Kunjungilah bersama kelompok ke daerah di mana terdapat lahan pertanian sawah dan ke daerah pegunungan.
  2. Ambil beberapa sampel tanah dan air yang terdapat di kedua daerah tersebut, kemudian bandingkan.

3. Berikan kesimpulan kalian terhadap perbandingan sampel tersebut, kemudian berikan laporannya kepada guru.
- B. Coba kalian identifikasi jenis tumbuhan langka yang terdapat di daerah tempat kalian tinggal! Kemudian carilah informasi tanaman tersebut tentang fungsi dan manfaatnya. Tanamlah tumbuhan tersebut di sekitar halaman rumah atau di kebun sekolah.

## **LATIHAN**

1. Jelaskan bahwa kehidupan kalian sangat tergantung pada kondisi lingkungan biogeofisik?
2. Bagaimanakah menurut kalian untuk menumbuhkan kesadaran bahwa kita merupakan bagian dari lingkungan sehingga muncul kepedulian untuk menjaga dan melestarikannya?
3. Coba kalian jelaskan tentang mengapa kita harus hemat menggunakan air dalam kehidupan sehari-hari, padahal jika dikaitkan dengan siklus air maka jumlah air sampai sekarang tetap jumlahnya!
4. Hutan memiliki beberapa fungsi untuk keberlangsungan kehidupan, coba kalian jelaskan bagaimana apabila dalam lingkungan ini tidak ada hutan!