

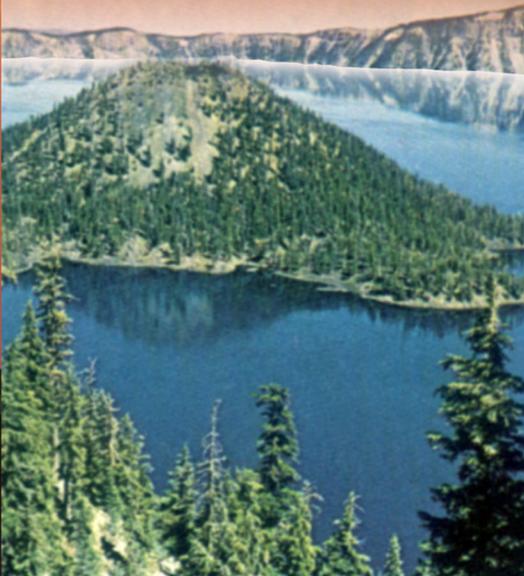


Iwan Gatot Sulistyanto

# Geografi

# 1

untuk Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah  
Kelas X



**Pusat Perbukuan**  
Departemen Pendidikan Nasional

# Geografi 1

Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah  
Kelas X

Iwan Gatot Sulistiyanto



**Pusat Perbukuan**  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-undang

# Geografi 1

Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah  
Kelas X

Editor : Murnaria Manalu  
Desain isi dan Tata Letak : Aries Ibrahim  
Desain : Adjie Soesanto dan Ismail  
Ukuran Buku : 17,6 x 25 cm

910.7  
IWA g IWAN Gatot Sulistyanto  
Geografi 1 : untuk Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kelas X  
/ penulis, Iwan Gatot Sulistyanto ; editor, Murnaria Manalu  
. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.  
vi, 177 hlm. : illus. ; 25 cm

Bibliografi : hlm. 163-164  
Indeks  
ISBN 978-979-068-790-5 (nomor jilid lengkap)  
ISBN 978-979-068-791-2

1. Geografi-Studi dan Pengajaran I. Judul  
II. Murnaria Manalu

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari Penerbit PT. Balai Pustaka

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional Tahun 2009

Diperbanyak oleh ....



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2009, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*download*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

Jakarta, Juni 2009  
Kepala Pusat Perbukuan



Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan penulisan buku *Geografi Kelas X* untuk sekolah menengah atas dan madrasah aliyah.

Buku ini kami sajikan menggunakan pendekatan pembelajaran kontekstual (*contextual teaching and learning*). Dalam buku ini siswa diajak untuk memahami penggunaan dan pengembangan konsep-konsep baru yang dipelajari semua dalam berbagai kegiatan agar lebih terarah. Siswa diminta untuk memahami pengetahuan geografi dari pengalaman hidup sehari-hari. Oleh karena itu, dalam buku ini setiap babnya memuat tentang uraian materi, kegiatan dan tugas yang sesuai dengan isi bab, rangkuman dan istilah-istilah penting yang ada dalam uraian materi bab yang disajikan dalam bentuk glosarium. Sebagai tolok ukur apakah siswa mampu memahami materi yang disajikan, di setiap akhir bab juga dilengkapi dengan rangkuman materi dan latihan soal. Buku *Geografi Kelas X* ini terdiri atas tiga bab. Bab 1 membahas tentang Konsep, Pendekatan, Prinsip, dan Aspek Geografi, Bab 2 tentang Bentuk dan Perkembangan Muka Bumi, dan Bab 3 tentang Unsur-Unsur Geosfer.

Pada akhirnya penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan buku *Geografi SMA/MA Kelas X* ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan buku ini. Untuk itu, kritik dan saran untuk kesempurnaan buku ini sangat penulis harapkan.

Penulis berusaha menyusun buku ini sesuai dengan kebutuhan siswa dan guru sehingga dapat terjadi kegiatan belajar-mengajar yang lebih komunikatif dan optimal.

Semoga buku ini dapat memberi manfaat bagi pembentukan keterampilan siswa dalam pemahaman ilmu geografi dalam kehidupan sehari-hari.

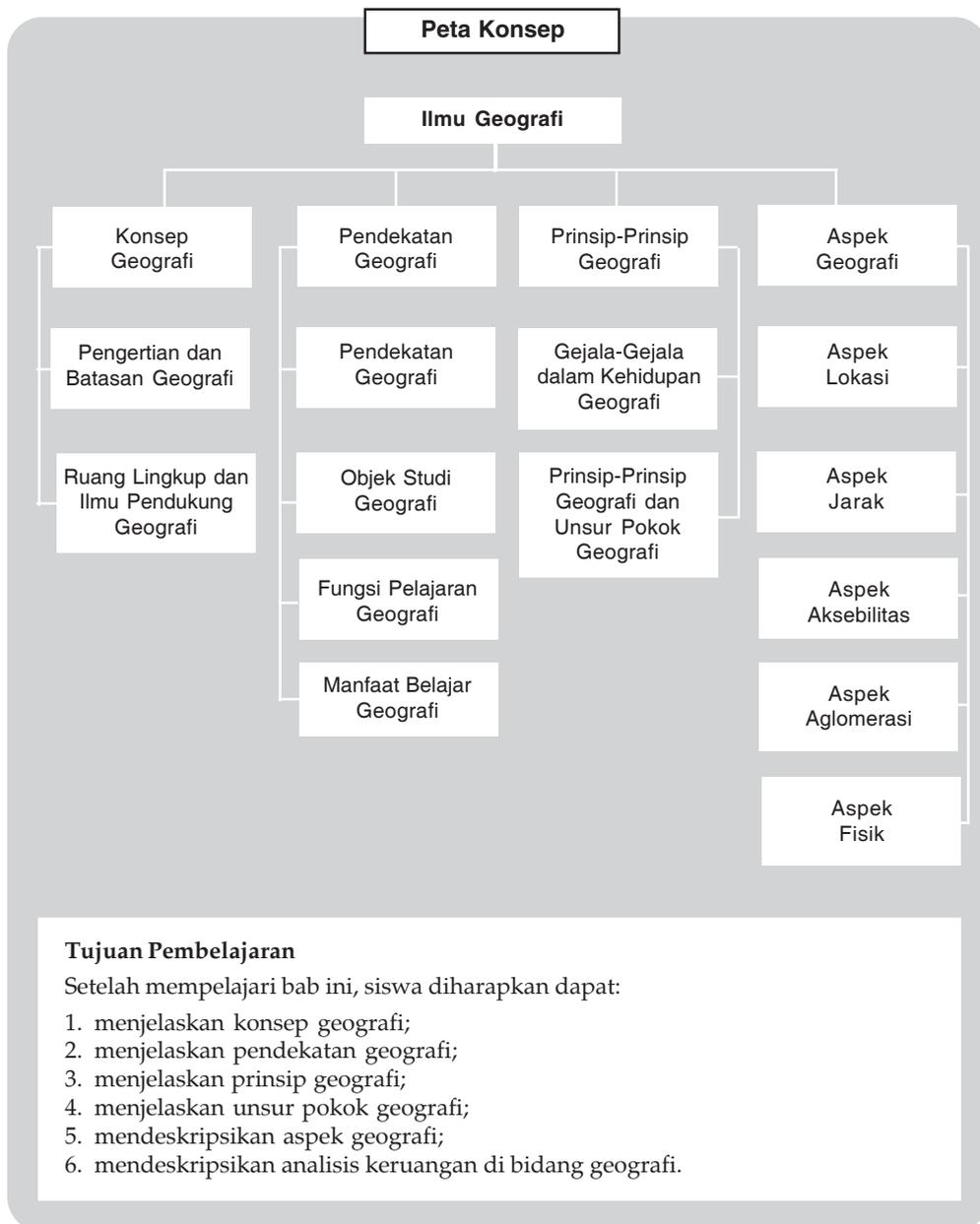
**Penulis**



<b>Kata Sambutan</b> .....	iii
<b>Kata Pengantar</b> .....	iv
<b>Bab 1 Konsep, Pendekatan, Prinsip dan Aspek Geografi</b> .....	1
A. Konsep Geografi .....	3
B. Pendekatan Geografi .....	6
C. Prinsip-Prinsip Geografi .....	8
D. Aspek Geografi .....	15
Rangkuman .....	18
Uji Kompetensi .....	19
Portofolio .....	22
<b>Bab 2 Bentuk dan Perkembangan Muka Bumi</b> .....	23
A. Gambaran Proses Terjadinya Bumi .....	24
B. Tata Surya dan Jagad Raya .....	41
Rangkuman .....	56
Uji Kompetensi .....	56
Portofolio .....	60
<b>Bab 3 Unsur-Unsur Geosfer</b> .....	61
A. Dinamika Perubahan Litosfer dan Pedosfer serta Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi .....	63
1. Dinamika Perubahan Litosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi .....	63
Uji Kompetensi .....	87
2. Dinamika Perubahan Pedosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi .....	89
Uji Kompetensi .....	101
Portofolio .....	104
B. Dinamika Perubahan Atmosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan .....	105
Uji Kompetensi .....	136

C. Dinamika Perubahan Hidrosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi .....	139
Uji Kompetensi .....	157
Rangkuman .....	160
<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>163</b>
<b>Glosarium .....</b>	<b>165</b>
<b>Indeks .....</b>	<b>169</b>
<b>Kunci Jawaban .....</b>	<b>170</b>

# Bab 1 Konsep, Pendekatan, Prinsip, dan Aspek Geografi



## Kata Kunci

Tsunami  
Meridian

Bentang alam  
Interelasi

Greenwich  
Korologi

Letak geografis  
Astronomis

Dalam kehidupan sehari-hari banyak hal yang dapat kita rasakan sebagai gejala geografi. Pernahkah kita berpikir bahwa adanya perubahan cuaca, terjadinya pasang surut air laut, gempa bumi, perubahan penggunaan lahan, migrasi penduduk, perubahan jumlah penduduk, dan adanya fluktuasi harga hasil pertanian juga merupakan gejala geografi? Mungkin dalam pemahaman sempit geografi, identik hanya berisi gambaran peta bumi padahal geografi lebih luas lagi. Marilah kita mengubah pemahaman kita tentang geografi sekarang juga!



**Gambar 1.1** Bencana gempa dan gelombang tsunami yang merupakan sebagian contoh gejala geografi (sumber: *Media Indonesia*, Desember 2004)

Masih ingatkah kalian dengan bencana alam gempa bumi dan gelombang tsunami yang menerjang Aceh dan Nias pada tanggal 26 Desember 2004? Gempa bumi dan tsunami telah menimbulkan banyak korban jiwa. Kerugian yang ditimbulkan oleh bencana ini tidak terhitung jumlahnya, baik itu kerugian material maupun spiritual, bahkan sampai sekarang masih banyak korban tsunami yang belum mendapatkan tempat tinggal yang layak dan masih mengalami trauma yang berkepanjangan. Hal ini menggambarkan secara ringkas ruang lingkup geografi, mulai dari kejadian alam yang berupa gempa bumi dan tsunami sampai pada pengaruh

bencana terhadap dinamika kehidupan penduduk sebelum dan sesudah bencana. Gempa bumi dan gelombang tsunami merupakan sebagian dari gejala geografi. Gejala geografi ini terjadi dengan sendirinya secara alami, kita tidak dapat menentukan dan mencegah terjadinya. Demikian juga dinamika dan perubahan penduduk yang terjadi juga merupakan gejala geografi yang ditimbulkan oleh peristiwa geografi sebelumnya.

Untuk mengkaji lebih jauh tentang geografi, terlebih dahulu kita pelajari tentang konsep geografi, pendekatan geografi, prinsip-prinsip geografi, dan aspek geografi pada pokok bahasan berikut ini.

## **A. Konsep Geografi**

### **1. Pengertian dan Batasan Geografi**

Istilah geografi pertama sekali diperkenalkan oleh **Eratosthenes** (276–104 SM) dalam bukunya *Geographika*. Geografi berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata *geo* berarti 'bumi' dan *graphein* yang berarti 'tulisan'. Jadi, geografi berarti 'tulisan tentang bumi', sehingga geografi sering disebut sebagai *ilmu bumi*. Padahal, geografi tidak hanya mempelajari tentang permukaan bumi, tetapi juga mempelajari benda-benda di luar bumi dan di ruang angkasa. Dengan demikian, pengertian geografi dapat didefinisikan menjadi lebih luas yang dapat mengakumulasi semua hal di atas. Geografi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang bumi, penduduk, flora, fauna, udara, iklim, dan segala yang berinteraksi dengannya.

Berbagai batasan tentang pengertian geografi telah dikemukakan oleh beberapa ahli.

1. Menurut *Ferdinan Von Richthofen* geografi adalah ilmu yang mempelajari tentang gejala dan sifat-sifat permukaan bumi dan penduduknya, serta menerangkan hubungan sebab akibat ataupun terdapatnya gejala dan sifat-sifat itu secara bersamaan.
2. *Sidney E. Ekblaw* dan *D.J.D. Mulkerne* mengartikan geografi sebagai ilmu yang mempelajari tentang bumi dan kehidupannya yang memengaruhi cara kita hidup, makanan yang kita makan, pakaian yang kita pakai, rumah yang kita bangun, dan aktivitas rekreasi yang kita nikmati.
3. Menurut *Halim Khan*, geografi adalah lingkungan alam dan sosial merupakan wilayah untuk melakukan kegiatan, mendeskripsikan, menganalisis, dan menikmati tingkah laku manusia di bumi yang bermanfaat bagi kelangsungan hidupnya.
4. *Bintarto* berpendapat bahwa geografi dapat diartikan sebagai ilmu pengetahuan yang mencitrakan, menerangkan sifat-sifat bumi, menganalisis gejala-gejala alam dan penduduk, serta mempelajari corak yang khas mengenai penghidupan dan berusaha mencari fungsi dari unsur-unsur bumi dalam ruang dan waktu.

- Menurut hasil seminar dan lokakarya geografi di Semarang tahun 1988, geografi adalah pengetahuan mengenai persamaan dan perbedaan gejala alam dan kehidupan di muka bumi (gejala geosfer) serta interaksi antara manusia dan lingkungannya dalam konteks keruangan dan kewilayahan.

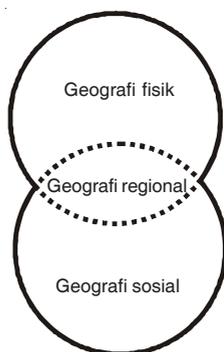
Dari pengertian-pengertian di atas, *geografi* dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang gejala alam dan kehidupan di muka bumi serta interaksi antara manusia dan lingkungannya dalam kaitannya dengan hubungan atau susunan keruangan dan kewilayahan.

## 2. Ruang Lingkup dan Ilmu Pendukung Geografi

### a. Ruang Lingkup Geografi

Ruang lingkup geografi sangat luas, meliputi kehidupan di muka bumi, di ruang angkasa, berbagai gejala alam, serta interaksi antara manusia dan lingkungannya dalam konteks keruangan dan kewilayahan. Pengetahuan mengenai gejala alam dan kehidupan di muka bumi disebut dengan *gejala geosfer*, dalam hal ini geografi akan mempelajari penyebab terjadinya dan menjelaskan mengapa dan bagaimana terjadinya gejala geosfer.

Ruang lingkup geografi juga mencakup interaksi antara manusia dan lingkungannya. Sebagai contoh manusia memanfaatkan lahan pertanian untuk bercocok tanam sehingga dapat menghasilkan beras yang merupakan sumber makanan pokok sebagian besar masyarakat. Ini berarti bahwa ada interaksi antara manusia dan lingkungannya yang bertujuan memenuhi kebutuhan hidupnya, baik itu kebutuhan pokok maupun kebutuhan tambahan. Oleh karena itu, untuk mempertahankan agar sumber daya alam tetap terjaga kita tidak boleh terlalu mengeksploitasi sumber daya alam tersebut. Sangatlah bijak jika kita selalu menjaga dan memelihara alam dengan sebaik-baiknya.



**Gambar 1.2** Geografi terdiri dari dua bagian besar yaitu geografi fisik dan geografi sosial yang di antara keduanya terdapat geografi regional

Secara garis besar ilmu geografi terbagi menjadi dua bagian besar yaitu *geografi fisik* dan *geografi sosial*. Gabungan antara geografi fisik dan geografi sosial terjadi *geografi regional*. *Geografi fisik* adalah bagian ilmu geografi yang mempelajari tentang semua peristiwa di muka bumi, baik di darat, laut, udara, maupun luar angkasa beserta faktor penyebab terjadinya. *Geografi sosial* adalah bagian dari ilmu geografi yang mempelajari tentang interaksi antarmanusia, sedangkan *geografi regional* adalah ilmu yang mempelajari tentang perwilayahan dari negara-negara yang ada.

## **b. Ilmu Pendukung Geografi**

Geografi mempunyai kajian ilmu yang sangat luas sehingga ilmu geografi memerlukan ilmu pendukung yang erat kaitannya dengan geografi. Kajian geografi mempelajari bumi secara fisik, gejala sosial, teritorial, dan interaksi antarmanusia. Hal ini menjadi ciri geografi yang spesifik dan bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari. Ilmu pendukung geografi juga disebut sebagai cabang-cabang ilmu geografi. Ilmu pendukung tersebut, antara lain, sebagai berikut.

- 1) *Geologi*, ilmu yang mempelajari bumi secara keseluruhan, asal kejadian, struktur, komposisi, dan sejarahnya (termasuk perkembangan kehidupan) dan proses alamiah perkembangannya.
- 2) *Geomorfologi*, studi tentang bentuk-bentuk permukaan bumi dan segala proses yang menghasilkan bentuk-bentuk tersebut.
- 3) *Geofisika*, ilmu yang mengkaji sifat-sifat fisik bumi bagian dalam dengan metode teknik fisika, seperti mengukur gejala-gejala magnetik dan gaya berat.
- 4) *Meteorologi*, ilmu yang mempelajari atmosfer, udara, cuaca, suhu, angin, dan curah hujan.
- 5) *Hidrologi*, ilmu yang mempelajari air di permukaan dan di bawah permukaan (air tanah), dan air di udara.
- 6) *Oseanografi*, ilmu yang mempelajari tentang perairan laut dan isinya, antara lain, sifat-sifat air laut, terjadinya pasang surut, kedalaman, arus, geologi dasar laut, tumbuhan, binatang, serta hubungan antara laut dan atmosfer.
- 7) *Demografi*, ilmu yang mempelajari tentang cara mengumpulkan, menyelidiki catatan-catatan dan statistik penduduk untuk mengetahui perkembangan, kepadatan, kelahiran, kematian, migrasi, dan persebaran penduduk.
- 8) *Astronomi*, ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit di luar atmosfer bumi, seperti matahari, bulan, bintang, dan ruang angkasa, baik sifat-sifat fisik, kimia, maupun gerakan sampai pada proses kejadian benda langit.
- 9) *Klimatologi*, studi tentang kondisi rata-rata cuaca dan membahas berbagai iklim di seluruh dunia.
- 10) *Meteorologi*, ilmu yang mempelajari tentang cuaca.
- 11) *Pedologi*, ilmu yang mempelajari tentang tanah, jenis, struktur, dan unsur-unsur tanah.

- 12) *Biogeografi*, ilmu ini terdiri dari geografi tumbuhan dan geografi hewan.
  - a. *Geografi Tumbuhan* (fitologi), ilmu yang mempelajari persebaran tumbuhan di muka bumi dan kesesuaian tumbuhnya dengan kondisi iklim di bumi.
  - b. *Geografi Hewan* (zoologi), ilmu yang mempelajari tentang binatang, baik tempat mereka hidup, berkembang, maupun persebarannya.
- 13) *Etnografi*, cabang geografi yang mempelajari jenis ras penyebaran bangsa-bangsa dilihat dari sudut geografis.
- 14) *Kartografi*, ilmu tentang peta, baik teknis pembuatan, jenis, maupun pemanfaatannya.

### Latihan Individu

1. Jelaskan definisi geografi menurut Sidney E. Ekblaw dan Halim Khan!
2. Mengapa gempa bumi dan tsunami merupakan salah satu gejala geografi?
3. Jelaskan mengapa sekarang kita memilih sebutan geografi daripada ilmu bumi!
4. Apakah yang dimaksud dengan geografi regional itu?

### Tugas Kelompok

Diskusikan dengan teman-temanmu tentang hal berikut!

1. Apa manfaat geografi dan ilmu pendukung geografi bagi kehidupan manusia?
2. Mengapa muncul demikian banyak cabang ilmu geografi dan apakah penyebabnya?

## B. Pendekatan Geografi

### 1. Pendekatan Geografi

Pendekatan dan metode dalam kajian geografi sejak awal pertumbuhan pada masa Yunani hingga saat ini selalu mengalami perubahan. Kajian geografi telah dilakukan orang dengan bentuk pendekatan yang tidak selalu sama dari waktu ke waktu. Pandangan filsafat turut berpengaruh, perubahan paradigma yang dianut menjadi penentu cara kerja atau metode serta sasaran menjadi perhatian utama geografi, berkaitan erat dengan perdebatan sejumlah tokoh dalam mempelajari geografi.

Menurut **Pattison** pendekatan geografi digolongkan pada empat hal berikut.

1. *Tradisi keruangan*; pusat perdebatan pada persoalan geometri, hubungan keruangan dan juga perpindahan keruangan. Hal ini memfokuskan sifat keruangan melekat pada setiap fenomena yang ada

di muka bumi. Masalah keruangan pada kehidupan modern lebih kompleks dan perlu pendekatan "*special organization*". Nilai terapan geografi akan lebih banyak dipakai dalam kegiatan perencanaan analisis masalah keruangan dan pemanfaatannya.

2. *Tradisi studi wilayah*; yang perhatiannya terpusat pada bagian karakteristik esensial tempat-tempat atau kawasan fakta. Secara kartografi dari satu tempat ke tempat lain.
3. *Tradisi hubungan manusia dan alam*; perhatiannya terpusat pada interaksi manusia dengan lingkungannya. Hubungan udara, air, kondisi alam, dan tempat-tempat pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.
4. *Tradisi ilmu kebumihan*; perhatiannya terpusat pada upaya mendeskripsikan ciri-ciri permukaan bumi, aspek keadaan alamnya, gejala-gejala, sifat, dan proses alam di bumi. Hal ini menghasilkan geografi fisis, dan melihat kenyataan terjadi cabang pengkhususan geografi yang banyak menjadi menyempit. Contoh: ilmu kebumihan menjadi geologi, oseanologi, meteorologi, dan astronomi.

## **2. Objek Studi Geografi**

Objek geografi antara lain sebagai berikut:

- a. atmosfer (udara yang menyelimuti bumi), litosfer (kulit bumi), pedosfer (lapisan tanah di permukaan bumi), dan hidrosfer (air di permukaan bumi);
- b. biosfer (kehidupan flora dan fauna di muka bumi) dan antroposfer (manusia di bumi);
- c. perkiraan bentang lahan dan bentang sosial dan budaya baik di perkotaan maupun perdesaan;
- d. keberagaman hubungan manusia dengan lingkungannya sebagai akibat budaya dan teknologi;
- e. hubungan manusia dengan segala proses yang ada di muka bumi yang merupakan pendekatan ekologi.

## **3. Fungsi Pelajaran Geografi**

Fungsi pelajaran geografi adalah:

- a. sebagai alat analisis keruangan dengan proses-proses yang saling terkait, misalnya, keterkaitan antaraspek fisik, sebagai contoh keterkaitan lereng dan erosi, keterkaitan aspek fisik dan sosial ekonomi;
- b. sebagai alat analisis kelingkungan yang berfungsi menganalisis hubungan antara manusia dan lingkungan tempat tinggalnya, misalkan hubungan antara laut dan tambak dengan nelayan atau hubungan antara petani vanili dan dataran tinggi;
- c. sebagai alat analisis kewilayahan sehingga dapat memberikan ciri yang khas pada satu wilayah, yang dapat membedakan antara wilayah yang satu dengan wilayah yang lainnya.

#### 4. Tujuan Pembelajaran Geografi

Adapun tujuan pembelajaran geografi yang menjadi dasar pembelajaran geografi ada tiga macam, yaitu *pengetahuan*, *keterampilan*, dan *sikap*.

Sebagai *pengetahuan*, geografi bertujuan mengembangkan konsep dasar geografi yang berkaitan dengan pola keruangan dan prosesnya; mengembangkan pengetahuan, peluang dan keterbatasan sumber daya alam untuk dimanfaatkan; mengembangkan konsep dasar geografi yang terkait dengan lingkungan sekitar dan wilayah negara atau dunia.

Sebagai *keterampilan*, geografi bertujuan mengembangkan keterampilan mengamati lingkungan fisik, lingkungan sosial, dan lingkungan binaan; mengembangkan keterampilan mengumpulkan, mencatat data dan informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan; mengembangkan keterampilan analisis, sintesis, kecenderungan, dan hasil-hasil dari interaksi berbagai gejala geografis.

Sebagai *sikap*, geografi bertujuan menumbuhkan kesadaran terhadap perubahan fenomena geografi yang terjadi di lingkungan sekitar; mengembangkan sikap melindungi dan tanggung jawab terhadap kualitas lingkungan hidup; mengembangkan kepekaan terhadap permasalahan dalam pemanfaatan sumber daya; mengembangkan sikap toleransi terhadap perbedaan sosial dan budaya; mewujudkan rasa cinta tanah air dan persatuan bangsa.

#### Latihan Individu

1. Jelaskan objek kajian ilmu geografi!
2. Jelaskan empat ilmu penunjang geografi yang berhubungan dengan aktivitas manusia!
3. Uraikanlah tujuan pembelajaran geografi!

#### Tugas Kelompok

Coba berikan penjelasan mengapa di lereng Gunung Merapi dan Gunung Merbabu di Provinsi Jawa Tengah penduduknya padat dan sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani!

### C. Prinsip-Prinsip Geografi

#### 1. Gejala Geografi dalam Kehidupan Sehari-hari

Gejala geografi adalah keterkaitan peristiwa yang satu dengan peristiwa yang lain. Gejala geografi memengaruhi kehidupan manusia. Timbulnya gejala-gejala geografi ini tidak dapat kita atur sehingga gejala ini tidak dapat diminta ataupun ditolak manusia. Dapat dikatakan bahwa gejala-gejala geografi atau gejala alam mendukung dan sekaligus membatasi aktivitas manusia. Pada batas-batas tertentu, manusia harus menyesuaikan diri dengan alam.

Gejala-gejala geografis yang terjadi di atmosfer antara lain angin, awan, petir, dan hujan. Gejala geografis yang terjadi di litosfer antara lain gempa bumi, gunung berapi, patahan, dan lipatan. Gejala geografi yang terjadi di pedosfer antara lain pembentukan tanah, erosi, dan sedimentasi. Gejala geografis yang terjadi di hidrosfer antara lain banjir dan tsunami. Gejala geografis yang terjadi di biosfer antara lain migrasi penduduk dan penyebaran hama tikus. Keseluruhan gejala geografis baik yang terjadi di atmosfer, litosfer, pedosfer, hidrosfer, dan biosfer saling berhubungan dan memengaruhi antara satu dengan yang lain.

Beberapa gejala geografi yang memengaruhi kehidupan manusia, antara lain, gejala yang bersifat sosial-geografi, misalnya, transmigrasi yang disebabkan kepadatan topografi dan kesejahteraan di daerah asal yang kurang mendukung sehingga diberi lokasi permukiman yang dapat meningkatkan kesejahteraan para transmigran. Gejala yang bersifat sosial-ekonomi geografi, misalnya, munculnya industri di daerah agraris yang menimbulkan perubahan status sosial; contoh, daerah Karawang-Bekasi dahulu adalah daerah pertanian yang subur, sekarang berubah menjadi daerah industri dan permukiman penduduk. Gejala yang bersifat fisiografis, misalnya, perubahan bentang lahan yang berpengaruh pada keadaan ekonomi seseorang. Gejala yang bersifat klimatologis, misalnya, perubahan iklim berpengaruh pada kegiatan ekonomi. Gejala yang bersifat sosiologis-ekonomis, misalnya, perbedaan status sosial dalam masyarakat memengaruhi perilaku konsumtif dan ekonomi masyarakat. Hal tersebut memberikan gambaran bahwa masing-masing gejala geografi itu mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap kehidupan manusia.

## **2. Prinsip-Prinsip Geografi dan Unsur Pokok Geografi**

Jika kita amati dan kita analisis gejala geografi dalam kehidupan sehari-hari, ahli geografi harus selalu berpegang pada empat prinsip berikut.

- a. *Prinsip persebaran*, yaitu suatu gejala yang tersebar tidak merata di permukaan bumi yang meliputi bentang alam, tumbuhan, hewan, dan manusia.
- b. *Prinsip interelasi*, yaitu suatu hubungan saling terkait dalam ruang, antara gejala satu dengan yang lain.
- c. *Prinsip deskripsi*, yaitu penjelasan lebih jauh mengenai gejala-gejala yang diselidiki atau dipelajari. Deskripsi selain disajikan dengan tulisan atau kata-kata, dapat juga dilengkapi dengan diagram, grafik, tabel, gambar, dan peta.
- d. *Prinsip korologi*, yaitu suatu gejala, fakta, ataupun masalah geografi di suatu tempat yang ditinjau sebarannya, interelasinya, dan integrasinya dalam ruang tertentu, sebab ruang itu akan memberikan karakteristik kepada kesatuan gejala tersebut.

Dalam geografi terdapat dua unsur pokok, yaitu *keadaan alam* dan *keadaan manusia*. Keadaan alam meliputi kekuatan alam, proses-proses yang terjadi serta unsur-unsur fisik, topologi, dan biotik. Keadaan manusia meliputi lingkungan sosial, bentang alam, budi daya, dan masyarakat. Keadaan alam tidak sedinamis keadaan manusia karena perubahannya yang lambat. Dengan kreativitas dan dorongan untuk lebih maju menjadikan keadaan manusia mengalami perubahan yang lebih cepat jika dibandingkan dengan keadaan alam.

Unsur-unsur fisik meliputi iklim, cuaca, keadaan air, relief, tanah, serta keadaan hasil tambang dan mineral. Pengaruh topografi, antara lain, letak, luas, bentuk, dan batas suatu wilayah. Pengaruh letak dapat dibedakan menjadi letak astronomis, letak geologis, letak geomorfologis, letak geografis, letak maritim, letak ekonomis, dan letak sosiokultural.

*Letak astronomis* adalah letak yang dihubungkan oleh garis lintang dan garis bujur sehingga membentuk titik koordinat. *Garis lintang* adalah garis paralel pola bumi yang sejajar dengan ekuator/khatulistiwa, yang terdiri dari garis lintang utara (LU) dan garis lintang selatan (LS). Jarak antarlintang diukur dengan derajat ( $^{\circ}$ ). *Garis bujur* adalah garis yang menghubungkan kutub selatan dan kutub utara dan tegak lurus dengan garis lintang. *Meridian Greenwich* adalah meridian nol atau meridian pangkal atau garis bujur  $0^{\circ}$  yang disepakati dalam Kongres Meridian Internasional di Washington tahun 1884.

*Secara astronomis*, dilihat dari letak garis lintangnya, Indonesia terletak di antara  $6^{\circ}$  LU– $11^{\circ}$  LS, berarti sebagian besar wilayah Indonesia terletak di belahan bumi selatan dengan batas paling utara  $6^{\circ}$  LU dan batas paling selatan  $11^{\circ}$  LS, serta jarak lintang  $17^{\circ}$ . Jika dilihat dari letak garis bujur Indonesia terletak di belahan bumi timur (diukur dari garis bujur  $0^{\circ}$ ) dengan batas paling barat  $95^{\circ}$  BT dan batas paling timur  $141^{\circ}$  BT serta jarak bujur  $46^{\circ}$ .

Perbedaan garis bujur dapat menyebabkan perbedaan waktu. Di wilayah Indonesia waktu terbagi menjadi tiga daerah waktu yaitu:

- a. *Waktu Indonesia Bagian Barat (WIB)*, berdasar meridian pangkal  $105^{\circ}$  BT yang mencakup seluruh wilayah Pulau Jawa, Pulau Sumatra, Provinsi Kalimantan Tengah, dan Provinsi Kalimantan Barat dengan selisih waktu 7 jam lebih awal daripada waktu Greenwich.
- b. *Waktu Indonesia Bagian Tengah (WITA)*, berdasar meridian pangkal  $120^{\circ}$  BT, yang mencakup wilayah Pulau Bali, NTB, NTT, Provinsi Kalimantan Timur, Provinsi Kalimantan Selatan, dan seluruh provinsi di Sulawesi, dengan selisih waktu 8 jam lebih awal daripada waktu Greenwich.
- c. *Waktu Indonesia Bagian Timur (WIT)*, berdasar meridian pangkal  $135^{\circ}$  BT yang mencakup seluruh wilayah Provinsi Papua, Maluku, dan Maluku Utara, dengan selisih waktu 9 jam lebih awal daripada waktu Greenwich.

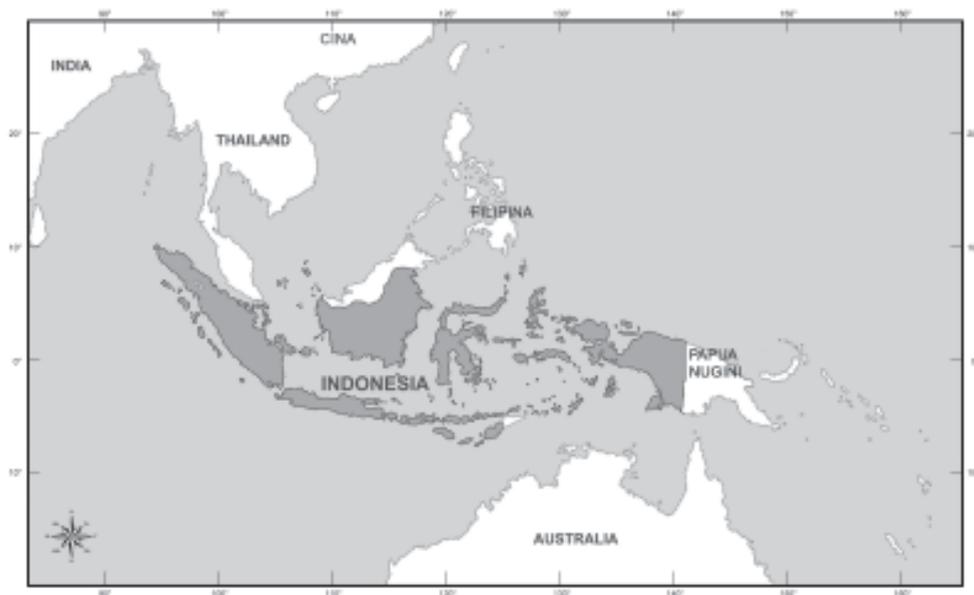


*Letak geomorfologis* adalah letak yang berdasarkan pada morfologi dari suatu tempat di permukaan bumi. Letak geomorfologis Indonesia sangat dipengaruhi oleh proses geologis yang terjadi. Bervariasinya bentuk lahan (*landform*) di Indonesia menimbulkan terjadinya perbedaan letak geomorfologis.

Hal itu menyebabkan:

- a. perbedaan mineral dan bahan tambang daerah yang satu dengan daerah yang lain;
- b. perbedaan jenis-jenis tanaman yang disebabkan oleh perbedaan suhu daerah yang satu dengan yang lainnya;
- c. perbedaan kepadatan dan persebaran penduduk karena perbedaan topografinya.

*Letak geografis* adalah letak berdasarkan kenyataan posisi suatu daerah di bola bumi dibandingkan dengan posisi daerah lain. Secara geografis Indonesia terletak di antara 6° LU–11° LS dan 95° BT–141° BT, antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia, antara Benua Asia dan Benua Australia.



**Gambar 1.5** Letak Indonesia antara dua benua dan dua samudra (sumber: Dokumen Balai Pustaka, 2007)

*Letak maritim* merupakan letak suatu daerah ditinjau dari sudut kelautan. Letak maritim Indonesia yang berbentuk kepulauan dikelilingi oleh tiga lautan besar yaitu Samudra Pasifik di sebelah timur, Samudra Hindia di sebelah selatan, dan Laut Cina Selatan di sebelah utara.

*Letak ekonomis* adalah letak suatu wilayah atau negara dilihat dari jalur dan kehidupan ekonomi suatu negara terhadap negara lain. Letak ekonomis Indonesia berada di persimpangan jalur perdagangan karena Indonesia terletak di antara Benua Asia dan Benua Australia. Selain itu, Indonesia juga berdekatan dengan Singapura dan Malaysia yang selalu membutuhkan suplai hasil pertanian dari Indonesia yang merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertaniannya.

*Letak sosiokultural* adalah letak suatu negara berdasarkan keadaan sosial dan budaya daerah tersebut terhadap budaya daerah yang berdekatan. Indonesia dan negara-negara tetangga di Asia Tenggara memiliki banyak kesamaan sosial dan budaya, sehingga dari segi ini dapat dibentuk berbagai kerja sama antarnegara ASEAN.

Luas wilayah negara Indonesia adalah 9,8 juta km<sup>2</sup> yang terdiri dari lautan dan daratan yang berupa pulau kecil dan pulau besar, sehingga dikatakan bahwa Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia. 7,9 juta km<sup>2</sup> atau 81% wilayah Indonesia terdiri dari lautan, sedangkan daratannya ±1,9 juta km<sup>2</sup> atau 19%. Wilayah Indonesia terdiri dari 18.110 pulau, 6.004 pulau telah memiliki nama, dan yang berpenghuni sebanyak 931 pulau. Semakin luas suatu wilayah semakin besar kesempatannya untuk memperoleh keuntungan dengan keleluasaan ruang dan kesempatan untuk meningkatkan kesejahteraan penduduknya.

**Tabel 1.1**  
**Luas Pulau-Pulau di Indonesia**

No.	Nama Pulau	Luas (Km <sup>2</sup> )
1.	Kalimantan (wilayah RI)	574.194
2.	Sumatra	480.847
3.	Papua (Irian Jaya)	365.466
4.	Sulawesi	191.671
5.	Jawa dan Madura	127.569
6.	Maluku	77.870
7.	Bali dan Nusa Tenggara	73.137
	<b>Luas daratan Indonesia</b>	<b>1.890.754</b>

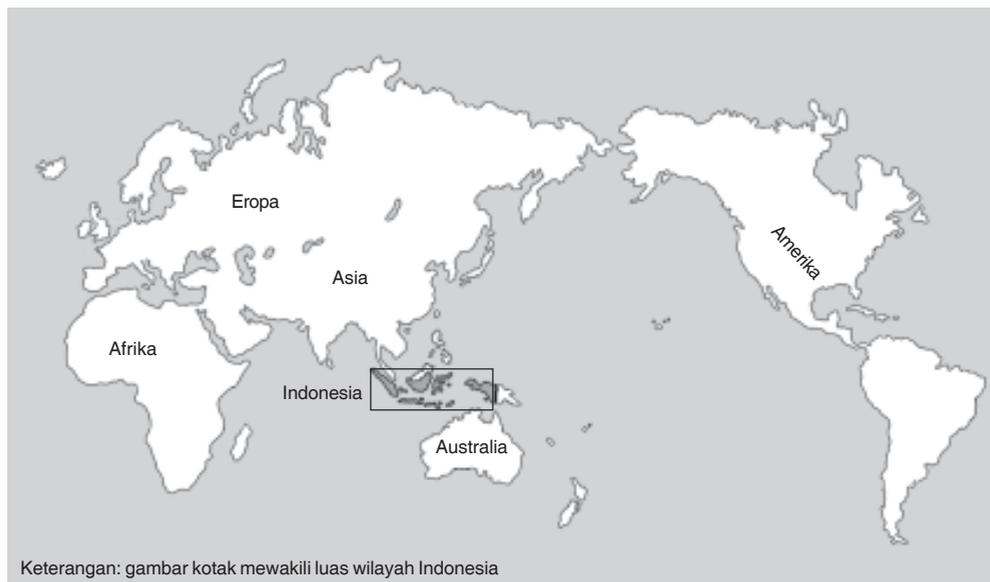
*Sumber:* Badan Pusat Statistik, 2003, dihitung dari luas tiap provinsi

Dari negara-negara di dunia, luas wilayah Kepulauan Indonesia menduduki urutan ke-13, sedangkan di Asia Tenggara, luas Kepulauan Indonesia menduduki urutan pertama atau negara yang terluas.

**Tabel 1.2**  
**Luas Daratan Indonesia Dibandingkan dengan Luas Daratan Negara Lain**

No.	Nama Negara	Luas (Km <sup>2</sup> )	No.	Nama Negara	Luas (Km <sup>2</sup> )
1.	Rusia	17.075.200	12.	Meksiko	1.964.382
2.	Kanada	9.970.610	<b>13.</b>	<b>Indonesia</b>	<b>1.890.754</b>
3.	RRC	9.571.300	14.	Myanmar	676.552
4.	Brasil	8.547.404	15.	Thailand	513.115
5.	Amerika Serikat	9.629.047	16.	Filipina	300.000
6.	Australia	7.682.300	17.	Vietnam	331.690
7.	India	3.165.596	18.	Malaysia	329.758
8.	Argentina	2.780.400	19.	Laos	236.800
9.	Arab Saudi	2.240.000	20.	Kamboja	181.035
10.	Sudan	2.505.800	21.	Brunei	5.765
11.	Kongo	2.344.885	22.	Singapura	648

*Sumber:* Badan Pusat Statistik, 2003



**Gambar 1.6** Peta perbandingan luas Indonesia dengan luas benua di dunia (sumber: Dokumen Balai Pustaka, 2006)

## D. Aspek Geografi

Geografi merupakan ilmu yang bermanfaat sepanjang hayat dan berguna bagi peningkatan kesejahteraan manusia. Bidang kajian aspek geografi meliputi hubungan kausal dan spasial kehidupan manusia di lingkungan yang terintegrasi baik secara fisik, sosial, maupun budaya.

Analisis keruangan bagi seorang ahli geografi merupakan hal pokok yang harus dipahami karena mengkaji berbagai aspek, baik secara fisik, sosial, lokasi, maupun aktivitas manusia. Variabel ini berbeda dari suatu tempat dengan tempat yang lainnya. Faktor yang memengaruhi pola distribusi keruangan atau persebaran unsur, biasanya terkait dengan banyak faktor. Contoh keterkaitan antara lereng dengan erosi, jenis tanah dan vegetasi. Aspek fisik dengan aspek sosial, misalnya, antara bentuk lahan dengan permukiman atau bentuk lahan dengan transportasi. Contoh lain adalah keterkaitan antara sesama aspek sosial, misalnya, jarak rumah dari jalan dengan kepadatan rumah atau dengan nilai tanah.

### 1. Aspek Lokasi

Konsep lokasi merupakan jawaban dari pertanyaan “di mana” (*where*). Aspek lokasi dibedakan atas lokasi absolut dan lokasi relatif.

- a. *Lokasi absolut* menunjukkan letak suatu titik secara tetap terhadap sistem *grid* (jaring) atau sistem koordinat. Untuk letak suatu titik secara absolut di permukaan bumi ditentukan oleh garis bujur (meridian) dan garis lintang (paralel). Lokasi absolut disebut juga letak astronomis. Letak absolut suatu titik bersifat tetap, walaupun kondisi dan situasi sekitar titik tersebut mengalami perubahan karena faktor politik.
- b. *Lokasi relatif*. Lokasi ini dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi dan situasi sekitar lokasi tersebut. Contoh: hulu Sungai Kapuas, mungkin tidak terlalu penting bagi sebagian besar orang. Akan tetapi, pada saat ditemukan emas atau minyak bumi, lokasi tersebut akan menjadi sangat penting dan bernilai ekonomi tinggi.

Lokasi relatif berkaitan dengan kondisi dan situasi sekitarnya dapat memberikan keuntungan, tetapi juga dapat memberikan kerugian. Lokasi tanah yang berada di jalur ekonomi, harganya dapat sangat mahal. Namun, juga menjadi lokasi yang kurang diminati untuk tempat tinggal bagi golongan tertentu. Hal ini karena faktor kebisingan dan polusi yang dihasilkan kendaraan bermotor. Lokasi atau letak relatif sering juga disebut letak geografis.

### 2. Aspek Jarak

Aspek jarak memiliki peran yang penting dalam kehidupan sosial, ekonomi, dan pertahanan. Jarak merupakan faktor pembatas yang bersifat alami. Konsep jarak bersifat relatif karena adanya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dan transportasi. Jarak dapat dinyatakan dengan

jarak lurus antara dua titik pada peta dengan mencermati skala peta, jarak tempuh (dikaitkan dengan waktu perjalanan yang dibutuhkan atau dengan sistem satuan, biaya angkutan).

Jarak antara dua kota yang awalnya ditempuh dalam beberapa hari dengan berjalan kaki, hanya ditempuh dalam beberapa jam dengan pesawat udara. Aspek jarak menjadi faktor pembatas antara dua titik, sejalan dengan kemajuan teknologi sarana angkutan dan teknologi komunikasi. Dengan kemajuan teknologi komunikasi, siaran langsung pertandingan sepak bola dapat dipertontonkan ke seluruh dunia berupa siaran langsung. Dengan kemajuan teknologi komunikasi juga, kita dapat berkomunikasi dengan mitra kerja atau keluarga yang tinggal di belahan bumi yang lain.

Sektor perekonomian dipengaruhi konsep jarak, karena semakin jauh jarak suatu tempat, biaya angkutan yang harus dikeluarkan semakin besar dan harga menjadi lebih mahal. Nilai sewa tanah akan semakin rendah jika jaraknya jauh dari pusat kegiatan, demikian juga sebaliknya.

### **3. Aspek Aksesibilitas**

Aksesibilitas (keterjangkauan) tidak selalu berkaitan dengan faktor jarak. Konsep ini lebih berkaitan dengan kemudahan untuk menjangkau suatu lokasi. Wilayah dengan tingkat aksesibilitas tinggi atau mudah dijangkau, cenderung lebih cepat berkembang. Namun, jika kondisi topografi bergunung-gunung, rawan bencana, jauh di pedalaman, dan sulit sarana, tentu sukar untuk dijangkau.

Keterjangkauan umumnya berubah sejalan dengan perkembangan perekonomian dan kemajuan teknologi, sebaliknya tempat-tempat yang keterjangkauannya sangat rendah, akan sukar mencapai kemajuan dan mengembangkan perekonomiannya. Keterjangkauan di Pulau Jawa berbeda dengan Pulau Kalimantan dan Papua karena kondisi reliefnya.

### **4. Aspek Aglomerasi**

Penduduk mempunyai suatu gejala kecenderungan mengelompok pada suatu tempat tertentu yang dianggap paling menguntungkan. Masyarakat petani cenderung untuk mengelompok di wilayah dataran yang subur, sehingga membentuk permukiman. Masyarakat kota cenderung untuk hidup mengelompok dengan masyarakat yang memiliki strata sederajat. Akibatnya, akan muncul permukiman elite dan permukiman kumuh.

Aglomerasi (pemusatan) penduduk akan memudahkan penyediaan sarana pendidikan (sekolah), sarana kesehatan (puskesmas, rumah sakit), atau sarana ekonomi (pasar, pertokoan). Dengan adanya aglomerasi akan menimbulkan efisiensi yang tinggi dalam pemasaran atau pelayanan umum.

Salah satu keuntungan yang didapat dengan adanya aglomerasi penduduk yang padat ialah dimungkinkannya sistem ekonomi aglomerasi yang memanfaatkan jumlah penduduk yang besar sebagai daerah

pemasaran atau pelayanan. Akan tetapi, hanya meliputi wilayah yang sempit. Ini berarti memungkinkan efisiensi yang tinggi dalam produksi pengangkutan barang maupun pemasangan atau pengadaan sarana-sarana untuk pelayanan umum.

## 5. Aspek Fisik

Bentuk muka bumi beragam menunjukkan aspek fisik yang memengaruhi kehidupan penduduk baik bentuk permukiman, mata pencaharian, dan sebagainya. Muka bumi yang memiliki kemiringan lereng lebih dari 40%, rawan terhadap proses pengikisan. Adapun muka bumi yang memiliki lereng dengan kemiringan kurang dari 2%, rawan terhadap proses erosi berpengaruh pada pengendapan dan sedimentasi di daerah lainnya.

Suatu daerah yang mengalami proses pengangkatan akan menjadi lebih tinggi daripada daerah sekitarnya. Sebaliknya, daerah yang mengalami proses penurunan, akan menjadi daerah yang lebih rendah daripada daerah sekitarnya.

Aspek fisik juga memengaruhi pada banyak tidaknya penduduk tinggal di daerah tersebut. Daerah yang subur tentu diminati banyak orang, tetapi daerah gurun pasir kurang diminati karena sulitnya sumber air ditemukan di daerah tersebut.

### Latihan Individu

1. Mengapa Indonesia dikatakan mempunyai letak geografis yang strategis?
2. Jelaskan pembagian tiga daerah waktu yang ada di Indonesia dan wilayahnya!
3. Bagaimanakah letak Indonesia dipandang dari letak ekonomisnya?
4. Apakah yang dimaksud dengan letak astronomis, dan bagaimana pengaruh letak astronomis Indonesia?

### Tugas Kelompok

**Buatlah kelompok belajar beranggota 4–5 orang!**

Buatlah suatu contoh gejala geografi yang menimbulkan suatu peristiwa geografi terutama yang ada di sekitarmu! Setelah itu diskusikan hasilnya dengan teman-temanmu!

### Info Geografi



### Sejarah Seismograf

Pengukuran kegempaan pertama kali dilakukan pada tahun 132 oleh ilmuwan Cina, **Chand Heng**, yang menemukan seismoskop untuk menunjukkan kejadian gempa bumi, disebut Guci Naga. Selanjutnya, tahun 1880, **John Milne**, seismolog dan geolog Inggris menemukan seismograf modern pertama, yaitu seismograf pendulum horizontal. Seismograf itu dikembangkan untuk mencatat gelombang periode panjang. Saat ini alat tersebut digunakan di seluruh dunia.

Setelah itu orang baru mulai mengenal skala Richter yang dikembangkan oleh ilmuwan dari California Institute of Technology, **Charles F. Richter**, pada tahun 1935. Dalam skala ini *magnitude* 5,3 SR masuk tingkatan gempa bumi moderat, sedangkan gempa besar tingkatannya mulai 6,3 SR ke atas. Seismograf ini berupa garis-garis zig-zag yang menunjukkan perubahan amplitudo goyangan permukaan tanah. Karena kepekaan seismometer, semua gempa bumi kuat di mana pun dapat tercatat.

Adapun untuk mengevaluasi efek gempa bumi digunakan *Skala MMI (Modified Mercalli Intensity)*, yang dikembangkan oleh ahli seismologi Amerika Serikat, **Harry Wood** dan **Frank Neumann**. Skala yang dibuat terdiri atas 12 tingkat intensitas, yaitu mulai dari getaran yang terasa hingga yang merusak.

Sumber: *Kompas*, 2 Juni 2006, Yuni Ekawati

## Rangkuman

1. Geografi adalah ilmu yang mempelajari tentang bumi dan segala sesuatu yang berada di atasnya, antara lain, penduduk, flora, fauna, udara, iklim, dan segala yang berinteraksi dengannya.
2. Ruang lingkup geografi meliputi kehidupan di muka bumi, di ruang angkasa, dan berbagai gejala alam serta interaksi antara manusia dan lingkungannya dalam konteks keruangan dan kewilayahan.
3. Ilmu pendukung geografi antara lain adalah geologi, geomorfologi, geofisika, meteorologi, hidrologi, hidrografi, biogeografi, demografi, oseanografi, astronomi, klimatologi, botani, zoologi, biologi, pedologi kartografi, ekologi, dan etnografi.
4. Gejala geografi adalah keterkaitan peristiwa yang satu dengan peristiwa yang lain.

## Uji Kompetensi

### I. Pilihlah salah satu jawaban yang benar!

1. Ilmu yang mempelajari bumi secara keseluruhan, baik kejadian, struktur, komposisi, sejarah, maupun proses perkembangannya disebut ....
  - a. geologi
  - b. geomorfologi
  - c. astronomi
  - d. oseanografi
  - e. geografi
2. Ilmu yang mempelajari atmosfer, misalnya, udara, cuaca, suhu, angin, dan lainnya disebut ....
  - a. geologi
  - b. meteorologi
  - c. geomorfologi
  - d. biogeografi
  - e. etnografi
3. Kata *geografi* berasal dari bahasa ....
  - a. Sanskerta
  - b. Spanyol
  - c. Yunani
  - d. Mesir
  - e. Inggris
4. Ilmu yang mempelajari benda-benda di luar atmosfer disebut ....
  - a. astronomi
  - b. meteorologi
  - c. geofisika
  - d. geologi
  - e. klimatologi
5. Gabungan geografi fisik dan geografi sosial melahirkan geografi ....
  - a. manusia
  - b. regional
  - c. ekonomi
  - d. struktural
  - e. geografi umum
6. Persentase luas perairan Kepulauan Indonesia adalah ....
  - a. 79%
  - b. 80%
  - c. 81%
  - d. 82%
  - e. 90%
7. Ada beberapa prinsip geografi. Prinsip yang memuat tentang hubungan keterkaitan dalam ruang, antara gejala yang satu dengan gejala yang lain disebut prinsip ....
  - a. korologi
  - b. deskripsi
  - c. persebaran
  - d. interelasi
  - e. keterkaitan

8. Suatu letak yang dihubungkan dengan posisi garis lintang dan garis bujur yang membentuk satu koordinat disebut dengan letak ....
- astronomis
  - geologis
  - geografis
  - geomorfologis
  - kronologis
9. Garis-garis paralel pada bola bumi yang sejajar dengan ekuator (khatulistiwa) disebut ....
- garis bujur
  - garis lintang
  - meridian
  - Greenwich
  - Kutub
10. Waktu Indonesia Bagian Barat (WIB) mempunyai selisih waktu dengan waktu Greenwich yang lebih awal ....
- 11 jam
  - 10 jam
  - 9 jam
  - 8 jam
  - 7 jam
11. Perbedaan waktu antara Indonesia bagian barat, tengah, dan timur disebabkan oleh ....
- perbedaan garis lintang
  - persamaan garis lintang
  - perbedaan garis bujur
  - persamaan garis bujur
  - persamaan garis ekuator
12. Secara geografis Indonesia terletak di antara ....
- $6^{\circ}$  LS– $11^{\circ}$  LU dan  $95^{\circ}$  BT dan  $141^{\circ}$  BT
  - $6^{\circ}$  LS– $11^{\circ}$  LU dan  $95^{\circ}$  BB dan  $141^{\circ}$  BT
  - $6^{\circ}$  LS– $11^{\circ}$  LU dan  $95^{\circ}$  BT dan  $141^{\circ}$  BB
  - $6^{\circ}$  LU– $11^{\circ}$  LS dan  $95^{\circ}$  BT dan  $141^{\circ}$  BT
  - $6^{\circ}$  BT– $11^{\circ}$  BB dan  $95^{\circ}$  LU dan  $141^{\circ}$  LS
13. Jumlah seluruh pulau besar dan kecil di Kepulauan Indonesia adalah ....
- 18.110
  - 18.111
  - 18.112
  - 18.113
  - 19.253
14. Tujuan geografi terdiri dari tiga aspek yaitu ....
- pengetahuan, penggambaran, dan keterampilan
  - penggambaran, keterampilan, dan sikap
  - keterampilan, pengetahuan, dan pemahaman
  - sikap, keterampilan, dan pengetahuan
  - pemahaman, praktik, dan pengetahuan

15. Transmigrasi yang disebabkan daerah asal yang tandus merupakan gejala geografi yang bersifat ....
- a. oseanografis
  - b. sosiologis-ekonomis
  - c. sosial-geografis
  - d. fisiografis
  - e. demografis

**II. Pilihlah!**

- A. Jika (1), (2), dan (3) yang benar
  - B. Jika (1) dan (3) yang benar
  - C. Jika (2) dan (4) yang benar
  - D. Jika (4) saja yang benar
  - E. Jika semuanya salah
1. Objek geografi terdiri dari beberapa hal yaitu ....
- (1) atmosfer
  - (2) higrosfer
  - (3) biosfer
  - (4) hidrostatistik
2. Cabang geografi yang mempelajari tentang bentuk dan permukaan bumi adalah ....
- (1) geomorfologi
  - (2) geografi manusia
  - (3) geografi regional
  - (4) geografi fisik
3. Perkiraan bentang lahan dan bentang sosial merupakan ....
- (1) analisis keruangan
  - (2) analisis kelingkungan
  - (3) analisis kewilayahan
  - (4) pengetahuan geografi
4. Letak astronomis Indonesia merupakan suatu letak yang dihubungkan oleh dua buah garis yang membentuk satu titik koordinat. Garis itu adalah ....
- (1) garis lintang
  - (2) garis ekuator
  - (3) garis bujur
  - (4) garis tengah
5. Letak suatu negara berdasarkan struktur batuan yang ada di permukaan bumi disebut dengan letak secara ....
- (1) geografis
  - (2) geomofologis
  - (3) geodesi
  - (4) geologi

**III. Jawablah dengan singkat dan jelas!**

1. Apakah yang dimaksud pendekatan dialogis dalam analisis geografi sosial dan bagaimana cara kerjanya?
2. Jelaskan salah satu gejala geografi yang berpengaruh pada pertanian!
3. Jelaskan apa yang dimaksud sosiokultural!
4. Aktivitas manusia mempunyai dampak positif dan negatif terhadap lingkungan alam. Sebutkan dan jelaskan masing-masing!
5. Bagaimanakah letak Indonesia dilihat dari letak maritimnya?



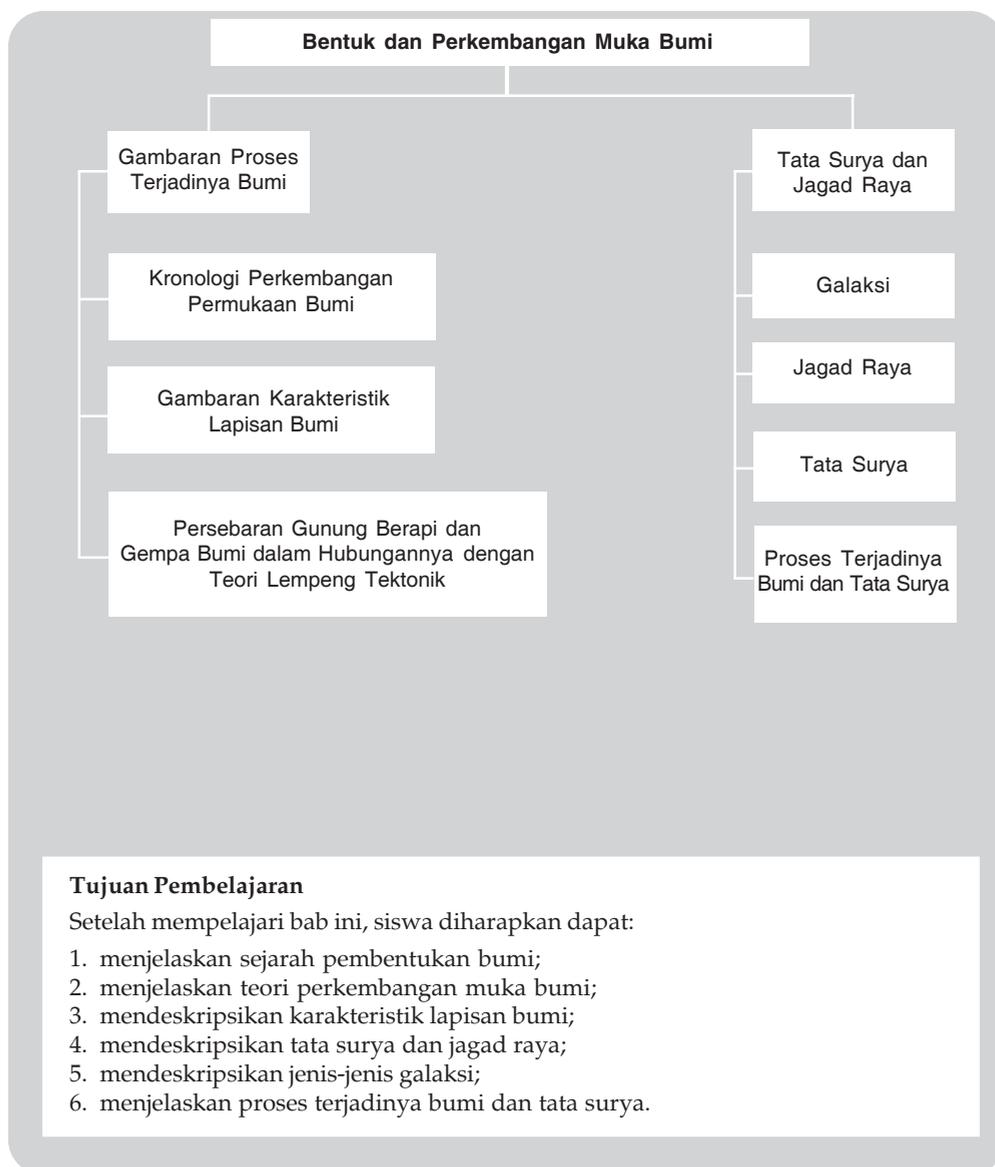
**Portofolio**

1. Sebuah pesawat meninggalkan kota Solo menuju Jayapura pukul 07.00 pagi. Untuk sampai di Jayapura dibutuhkan waktu 6 jam. Pukul berapakah pesawat tersebut sampai di Jayapura?
2. Buatlah suatu analisis mengenai perbedaan waktu di Indonesia Bagian Barat, Indonesia Bagian Tengah, dan Indonesia Bagian Timur!
3. Gambarlah peta Kepulauan Indonesia yang menunjukkan perbedaan waktu di Indonesia!

Serahkan hasil tugasmu kepada gurumu untuk dinilai!

# Bab 2 Bentuk dan Perkembangan Muka Bumi

## Peta Konsep



## Kata Kunci

Gempa bumi

Galaksi

Jagad raya

Tata surya

Planet

Asteroid

Protoplanet

Lempeng

### A. Gambaran Proses Terjadinya Bumi

Bumi yang kita pijak ini secara fisik selalu mengalami proses perubahan. Apakah proses perubahan itu terjadi terus-menerus? Kapan bumi mulai mengalami perubahan? Di manakah proses perubahan bumi terjadi?

Bencana gempa bumi yang sangat dahsyat di Yogyakarta dan Jawa Tengah 27 Mei 2006 merupakan peristiwa gempa, yang terjadi tidak dapat kita prediksi sebelumnya. Peristiwa ini menimbulkan perubahan-perubahan baik fisik permukaan bumi maupun segala sesuatu yang tinggal di atasnya. Kondisi tersebut akan jelas terlihat jika kita membuat penampang vertikal dari permukaan tanah sampai kedalaman lapisan kerak bumi. Secara perlahan-lahan permukaan bumi mengalami pergeseran. Pergeseran utama yang dapat dipantau dengan jelas adalah daerah-daerah di sekitar pertemuan lempeng. Ini membuktikan bahwa bumi secara fisik terus mengalami dinamika perubahan, dan terjadi terus-menerus setiap waktu mulai dari bumi ada sampai sekarang ini.



*Gambar 2.1* Kondisi setelah terjadi gempa besar di pantai barat Jepang pada tahun 1948 (sumber: *Geography*, Houghton Mifflin Company, 1976, hlm. 350)

## 1. Kronologi Perkembangan Permukaan Bumi

Adanya desakan magma cair dari perut bumi menurut para pakar geologi dapat menimbulkan terjadinya pelebaran alur-alur dasar samudra, gerakan-gerakan benua, pola seismik dunia, dan pola kegiatan vulkanik.

Ada enam bentang besar lempeng benua di bumi ini, keseluruhannya bersifat keras walaupun relatif tipis jika dibandingkan dengan keseluruhan bola bumi. Ketebalan lempeng-lempeng benua tersebut tidak lebih dari 150 km. Lempeng-lempeng benua itu saling bergeser. Gerakan-gerakan pergeseran kerak bumi ini juga disebabkan oleh desakan hebat dari energi yang dikeluarkan oleh perut bumi.

Di Benua Asia terdapat tiga lempeng benua yang besar, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng India. Dua dari tiga lempeng tersebut relatif aktif bergerak, sedangkan yang satu statis. Lempeng Pasifik dan India terus-menerus bergerak, menggeser ke arah barat laut (Pasifik) dan utara (India), sedangkan Lempeng Eurasia relatif statis dan merupakan lempeng terbesar dari ketiganya. Gerakan bertabrakan antarlempeng memunculkan jajaran kepulauan dan pegunungan seperti pegunungan di Pulau Jawa yang relatif sejajar dalam satu barisan.



*Gambar 2.2* Lempeng San Andreas (AS) (sumber: *Geography*, Houghton Mifflin Company, 1976, hlm. 350)

Hal-hal yang perlu diketahui tentang teori tektonik lempeng adalah sebagai berikut.

- (1) Kulit bumi kita padat, dingin, dan terapung di atas lapisan mantel. Kerak bumi yang membentuk dasar samudra di sebut *lempeng samudra*, sedang kerak bumi yang membentuk benua disebut *lempeng benua*. Di bawah lapisan lempeng terdapat *lapisan mantel* berupa massa cair pijar yang sangat panas.

- (2) Pemanasan yang terus-menerus pada lapisan inti bumi menyebabkan terjadinya arus konveksi pada lapisan mantel dan menumbuk kerak bumi yang terapung di atasnya sehingga lama-kelamaan bengkok, retak, dan menimbulkan patahan. Magma akan menerobos lempeng benua di atasnya melalui celah atau retakan atau patahan, dan terbentuklah gunung api. Gejala semacam ini disebut *vulkanisme*.
- (3) Jika tumpukan energi di daerah penunjaman sangat besar, akan menggetarkan lempeng dan menimbulkan gempa. Terjadinya peristiwa tabrakan antarlempeng di sebut gejala *tektonisme*. (perhatikan peta lempeng-lempeng di bumi)
- (4) Gerakan dasar batuan yang meleleh yang merupakan batuan muda akan mendesak bagian kerak bumi atau batuan kerak bumi yang berumur tua, dan bagian yang tua inilah yang menyangga benua-benua. Terjadinya gempa disebabkan pertemuan dua ujung dari penyangga benua akibat aktivitas di bawahnya. Benturan dua ujung tersebut menimbulkan gempa bumi. Inilah yang terjadi di dalam laut di lepas pantai Amerika Selatan. Satu bagian bumi didorong masuk ke selubung untuk meleleh kembali, bagian lainnya didorong ke atas sehingga membentuk pematang.
- (5) Teori tektonik lempeng berhubungan erat dengan fenomena persebaran gunung api di muka bumi dan lokasi serta persebaran gempa bumi.

Cermatilah teori-teori tentang gerakan benua yang disampaikan oleh beberapa ahli berikut ini!

#### **a. Alfred Lothar Wegener**

*Teori Apungan dan Pergeseran Benua* ditemukan oleh A.L. Wegener (1880–1930). Ia menyampaikan teori ini pada tahun 1912 di hadapan perhimpunan ahli geologi di Frankfurt, Jerman. Kemudian teori ini dibukukan pada tahun 1915 dengan judul *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* yang berarti *Asal Usul Benua dan Lautan*. Walaupun pada awalnya buku tersebut menimbulkan kontroversi besar di lingkungan ahli-ahli geologi, pada sekitar tahun 1960 “Teori Apungan Benua” Wegener semakin banyak mendapatkan dukungan dari para ahli di bidangnya.

Beberapa hal yang menjadi dasar teori A.L. Wegener adalah sebagai berikut.

- (1) Garis pantai timur Benua Amerika Utara mempunyai persamaan dengan garis pantai barat Eropa.
- (2) Benua Afrika mempunyai persamaan yang mencolok dengan Asia barat, yang menimbulkan persepsi bahwa kedua garis yang sama tersebut dahulunya merupakan daratan yang berimpitan. Itu juga

dikuatkan dengan persamaan formasi geologi pada bagian pertemuan dari kedua daratan tersebut, terutama pada formasi geologi di sepanjang pantai Afrika Barat sama dengan apa yang terdapat di pantai Timur Amerika. Kondisi tersebut telah dapat dibuktikan kebenarannya saat ini.



**Gambar 2.3** Gerakan benua-benua terjadi dari zaman dahulu sampai sekarang (sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

- (3) Benua-benua yang ada sekarang awalnya merupakan satu benua besar yang disebut Benua Pangea. Pecahnya Benua Pangea disebabkan oleh gerakan benua besar di selatan baik ke arah barat maupun ke utara menuju khatulistiwa. Wilayah Greenland sekarang ini bergerak menjauhi daratan Eropa dengan kecepatan 36 meter/tahun, demikian juga Kepulauan Madagaskar menjauhi Afrika Selatan dengan kecepatan 9 meter/tahun.

Peristiwa-peristiwa di atas akan menimbulkan hal-hal sebagai berikut.

- (1) Bentangan-bentangan samudra dan benua-benua mengapung sendiri-sendiri.
- (2) Karena gerakan Benua Amerika yang terus berlangsung ke arah barat, Samudra Atlantik menjadi semakin luas. Terjadinya lipatan-lipatan kulit bumi yang menghasilkan jajaran pegunungan utara-selatan di sepanjang pantai Amerika Utara Selatan.
- (3) Besarnya intensitas kegiatan seismik yang terjadi di sepanjang patahan San Andreas, di sekitar pantai barat Amerika Serikat.
- (4) Samudra Hindia semakin mendesak ke utara, sedangkan anak Benua India akan semakin menyempit dan mendekati Benua Eurasia, sehingga menimbulkan Pegunungan Himalaya.

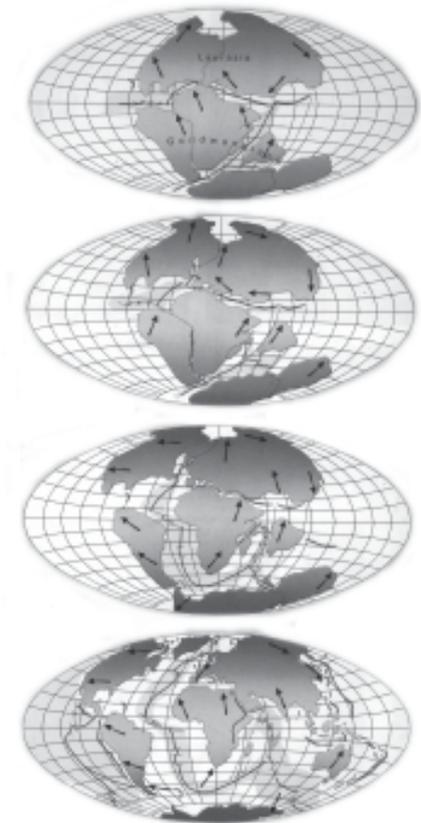
Semakin lebar celah yang terdapat di dasar alur-alur samudra merupakan salah satu bukti bahwa benua-benua tersebut selalu mengalami pergerakan dan pergeseran secara terus-menerus.

## b. Rene Descartes

Menurut Rene Descartes (1596–1650), bumi ini berangsur-angsur mengalami penyusutan dan pengerutan karena pendinginan sehingga terjadilah gunung-gunung dan lembah-lembah. Teori ini lebih terkenal dengan sebutan teori kontraksi yang kemudian diteruskan oleh Edward Suess. Namun, teori ini tidak mendapat dukungan para ahli geologi.

## c. Edward Suess

Edward Suess (1831–1914), yang meneruskan teori Wagener, menyatakan bahwa persamaan geologi yang terdapat di Amerika Selatan, India, Australia, dan Antartika karena pada awalnya daratan-daratan tersebut satu, yang disebut Benua Pangea, kemudian pecah menjadi dua, Benua Laurasia dan Benua Gondwana, dan berevolusi menjadi benua-benua seperti saat ini. Daratan yang berupa benua-benua sekarang ini merupakan sisa-sisa dari bagian daratan lain yang tenggelam ke dasar samudra.



### 180 tahun lalu

Benua Pangea terpisah menjadi dua benua. Di bagian utara, Gondwana, mulai terpecah menjadi India dan Antartika-Australia mulai terpisah. Retakan mulai muncul antara Amerika Selatan dan Afrika. Di bagian timur, Afrika tertutup oleh Laut Tethys.

### 130 tahun lalu

Benua Gondwana dan Laurasia mulai mengapung ke utara, tetapi Atlantik Utara dan Samudra Hindia mulai melebar. Retakan Atlantik Selatan memanjang, tegak lurusnya muncul retakan yang nantinya akan memisahkan Greenland dari Amerika Utara. India mulai bergerak ke Asia.

### 65 tahun lalu

Amerika Selatan terpisah seutuhnya dari Afrika, berpindah ke utara dan barat. Madagaskar terpecah dari Afrika, tetapi belum ada tanda retakan Laut Merah akan memisahkan Afrika dari semenanjung Arab. Laut Mediterania mulai tampak. Di selatan, Australia masih bergabung dengan Antartika.

### Saat ini

India bergerak ke utara dan bertemu dengan Asia, menggumpalkan sedimen yang membentuk gugusan pegunungan Himalaya. Amerika Selatan berputar dan bergerak ke barat bergabung dengan Amerika Utara. Australia terpisah dengan Antartika.

Gambar 2.4 Evolusi dunia (sumber: *Universal Atlas*, hlm. 14, 1979)

#### d. Tim Ahli Amerika

Tim peneliti yang berjumlah 17 orang ahli berkebangsaan Amerika Serikat mengadakan penelitian di Kutub Selatan antara tahun 1969–1970. Mereka berhasil membuktikan bahwa daerah itu terletak di daerah dekat khatulistiwa pada 200 juta tahun yang lalu, dan seharusnya pada zaman tersebut di daerah itu terdapat binatang dan tumbuh-tumbuhan. Pada tahun 1969, ditemukan fosil tulang rahang binatang amfibi air tawar purba, yang disebut *labyrinthodont*. Binatang itu seperti Salamander, kepalanya gepeng dan badannya besar dan berat. Fosil seperti itu ditemui pula di Amerika Selatan dan Afrika, yang secara geologi struktur lapisan batumannya juga sama.

#### Latihan Individu

1. Ada berapa lempeng benua di bumi ini? Coba sebutkan empat saja!
2. Sebutkan beberapa ahli yang mengemukakan pendapat mengenai pergerakan benua dan jelaskan apa yang ditemukannya!
3. Apakah hal-hal penting yang harus dipahami untuk mempelajari gerakan benua?
4. Apakah dampak pergerakan lempeng benua?
5. Sebutkan bukti-bukti bahwa pada zaman dahulu kala benua-benua yang ada sekarang merupakan satu benua besar?

#### Tugas Kelompok

Buatlah analisis dalam bentuk tabel perbandingan teori-teori para ahli tentang pergerakan benua! Menurut kamu, teori siapakah yang paling tepat? Apa alasannya?

## 2. Gambaran Karakteristik Perlapisan Bumi

Litosfer merupakan bagian paling atas dari kerak bumi dan merupakan bagian lapisan kerak bumi yang relatif tipis. Lapisan ini dapat diperumpamakan lapisan kulit ari pada manusia.

Litosfer bumi kita terbagi atas sekitar 12 lempeng. Lempeng-lempeng tersebut masing-masing mempunyai gerakan pergeseran yang mendarat. Karena arah geser yang tidak sama, terdapat tiga macam kecenderungan batas pertemuan antara lempeng-lempeng itu, yaitu dua lempeng saling menjauh, dua lempeng saling bertumbukan, dan dua lempeng saling berpapasan.

### a. Dua Lempeng Saling Menjauh

Menurut Teori Lempeng Tektonik, lapisan terluar bumi kita terbuat dari suatu lempeng tipis dan keras yang masing-masing saling bergerak relatif terhadap yang lain. Gerakan ini terjadi terus-menerus sejak bumi ini tercipta hingga sekarang. Teori Lempeng Tektonik muncul sejak tahun 1960-an, dan hingga kini teori ini telah berhasil menjelaskan berbagai peristiwa geologis, seperti gempa bumi, tsunami, dan meletusnya gunung berapi, juga tentang bagaimana terbentuknya gunung, benua, samudra, dan relief muka bumi.

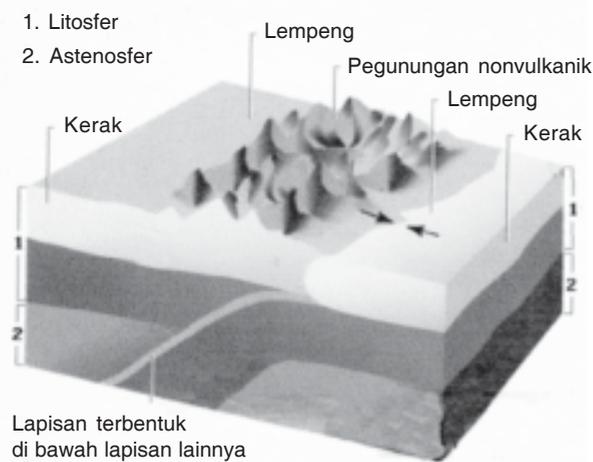
Lempeng tektonik terbentuk oleh kerak benua (*continental crust*) ataupun kerak samudra (*oceanic crust*), dan lapisan batuan teratas dari mantel bumi (*earth's mantle*). Kerak benua dan kerak samudra beserta lapisan teratas mantel ini dinamakan litosfer. Kepadatan material pada kerak samudra lebih tinggi dibanding kepadatan kerak benua. Demikian pula, elemen-elemen zat pada kerak samudra (*mafik*) lebih berat dibanding elemen-elemen pada kerak benua (*felsik*).

Di bawah litosfer terdapat lapisan batuan cair yang dinamakan astenosfer. Karena suhu dan tekanan di lapisan astenosfer ini sangat tinggi, batu-batuan di lapisan ini bergerak mengalir seperti cairan (*fluid*), sehingga kerak bumi terpecah menjadi beberapa lempeng.

Pada bagian tertentu lempeng benua menunjam ke bawah lempeng benua lainnya. Karena keduanya adalah lempeng benua, materialnya tidak terlalu padat dan tidak cukup berat untuk tenggelam masuk ke astenosfer dan meleleh. Wilayah di bagian yang bertubrukan mengeras dan menebal, dan membentuk deretan pegunungan nonvulkanik (*mountain range*).

Fenomena yang terjadi jika dua lempeng saling menjauh adalah sebagai berikut:

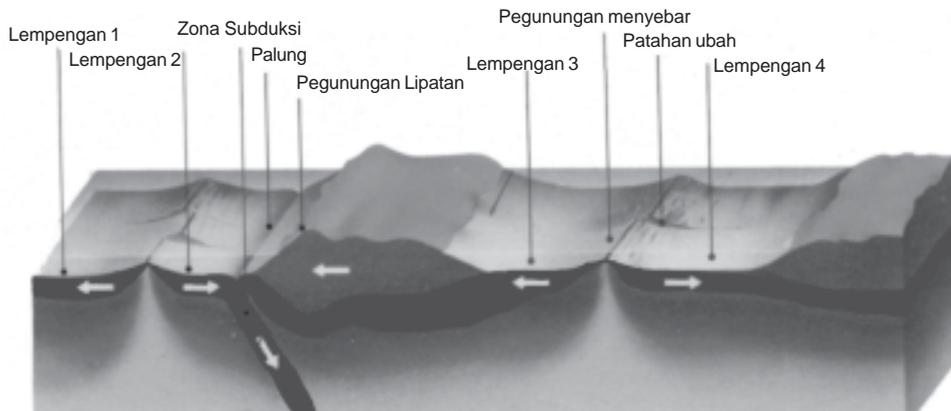
- (1) pembentukan tanggul dasar samudra di sepanjang tempat perenggangan antarlempeng;
- (2) perenggangan lempeng akan disertai pertumbukan kedua tepi lempeng tersebut dengan lempeng di sisi luarnya;



**Gambar 2.5** Bentuk permukaan bumi (relief)  
(sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

- (3) terjadinya aktivitas vulkanisme laut dalam yang menghasilkan lava basa berstruktur bantal dan hamparan lelehan lava yang encer;
- (4) munculnya aktivitas gempa di dasar laut dan sekitarnya.

Tanggul dasar laut terjadi akibat proses vulkanisme yang bertumpuk sepanjang celah. Sebagai contoh yang terdapat di Lautan Atlantik, memanjang dari kutub utara sampai mendekati kutub selatan. Celah ini menjadikan Benua Amerika bergerak saling menjauh dengan Benua Afrika dan Benua Eropa.



**Gambar 2.6** Terjadinya tabrakan antarlempeng yang menimbulkan penunjaman lempeng tektonik membentuk pegunungan-pegunungan besar (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, 1983, Gramedia, hlm. 75)

### b. Dua Lempeng Saling Bertemu

Fenomena yang terjadi jika dua lempeng saling bertemu adalah sebagai berikut:

- (1) lempeng dasar samudra menunjam ke bawah lempeng benua;
- (2) merupakan daerah hiposentra gempa dangkal dan gempa dalam;
- (3) terjadinya aktivitas vulkanisme, intrusi, dan ekstrusi;
- (4) terbentuk palung laut di tempat tumbukan itu terjadi;
- (5) pembengkakan tepi lempeng benua yang merupakan tempat munculnya deretan pegunungan;
- (6) timbunan sedimen campuran yang dalam istilah geologi disebut *batuan bancuh* atau *melange*;
- (7) penghancuran lempeng akibat pergesekan lempeng.

Menunjamnya lempeng dasar samudra disebabkan oleh desakan lempeng benua yang lebih tebal dan keras, dan di tempat inilah terbentuk palung laut, yaitu dasar laut yang dalam dan memanjang. Dampak dari pergerakan lempeng terhadap wilayah Indonesia, membuat wilayah Indonesia rawan akan gempa bumi.

Indonesia terdapat pertemuan tiga lempeng, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Indo-Australia. Jenis batas antara kedua lempeng ini adalah konvergen. Lempeng Indo-Australia adalah lempeng yang menunjam ke bawah lempeng Eurasia. Selain itu, di bagian timur, bertemu tiga lempeng tektonik sekaligus, yaitu lempeng Filipina, Pasifik, dan Indo-Australia.

Adanya pergerakan subduksi antara dua lempeng menyebabkan terbentuknya deretan gunung berapi dan parit samudra. Demikian pula subduksi antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia menyebabkan terbentuknya deretan gunung berapi yang tak lain adalah Bukit Barisan di Pulau Sumatra dan deretan gunung berapi di sepanjang pulau Jawa, Bali, dan Lombok, serta parit samudra yang tak lain adalah Parit Jawa (Sunda).

Lempeng tektonik terus bergerak. Suatu saat gerakannya mengalami gesekan atau benturan yang cukup keras. Jika ini terjadi, timbullah gempa dan tsunami, dan meningkatnya kenaikan magma ke permukaan. Jadi, tidak heran jika terjadi gempa yang bersumber dari dasar Samudra Hindia, yang sering kali diikuti dengan tsunami, aktivitas gunung berapi di sepanjang Pulau Sumatra dan Jawa juga turut meningkat. Sebagai contoh adalah Palung Jawa yang merupakan tempat pertemuan antara lempeng Benua Asia dan lempeng dasar Samudra Hindia. Begitu juga dengan palung Laut Jepang, Palung Guam, dan Palung Mindanau (Palung Mariana) Samudra Pasifik di Filipina, semuanya merupakan tempat lempeng dasar Samudra Pasifik menunjam ke bawah lempeng Benua Asia. Munculnya deretan Pulau Sumatra, Pulau Jawa, Kepulauan Nusa Tenggara, dan Pulau Timor adalah akibat dari pembentukan lempeng benua. Di sepanjang pegunungan dan pulau-pulau itu bermunculan puncak gunung api, lipatan, dan retakan.



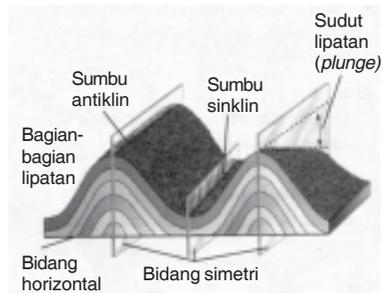
*Gambar 2.7* Peta Tektonik dan sebaran gunung api di Indonesia (sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

### c. Dua Lempeng Saling Berpapasan

Fenomena yang terjadi jika dua lempeng saling berpapasan dan terjadi pergeseran mendatar adalah sebagai berikut:

- (1) terdapat aktivitas vulkanisme yang lemah disertai gempa yang tidak kuat;
- (2) gejala pergeseran tampak pada tanggul dasar samudra yang tidak berkesinambungan dan terputus-putus. Tanggul dasar samudra di bagian tengah Samudra Atlantik ternyata terputus-putus sebagai akibat dari pergeseran mendatar itu.

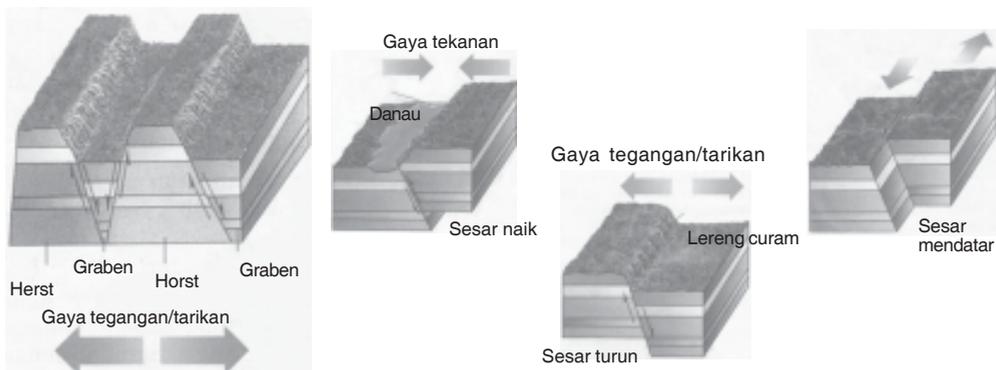
Lipatan bagian lembah yang turun dinamakan *sinklin* dan yang puncak terangkat dinamakan *antiklin*. Sebuah antiklin dapat menjadi puncak pegunungan yang berderet memanjang setelah mengalami pengikisan, sedangkan sebuah antiklin dapat pula menjadi lembah dan sinklin berubah menjadi puncak pegunungan.



**Gambar 2.8** Unsur dasar bentuk lipatan (sumber: Esis, Murnaria Manalu, 2004)

Bentukan patahan pada lapisan kulit bumi disebabkan oleh rapuhnya lapisan kulit bumi akibat gerakan tenaga endogen. Tenaga endogen menyebabkan terjadinya pergeseran pada bidang patahan. Patahan ada yang berbentuk vertikal, horizontal miring, dan *block mountain*. Bentuk-bentuk patahan sangat tergantung pada arah tenaga penyebabnya. Penyebab patahan dapat berupa tarikan, artinya dua tenaga yang saling menjauh, atau mungkin juga berupa tekanan, artinya dua tenaga yang saling menekan (mendekat) untuk diretakkan.

Di Indonesia patahan yang terkenal terdapat di Pulau Sumatra, yaitu patahan Semangko dan Ngarai Sianok di sepanjang Bukit Barisan. Di dunia patahan paling besar terdapat di Afrika, yaitu di Sungai Zambesi yang mengalir ke Danau Nyasa dan Danau Rudolf.



**Gambar 2.9** Contoh bentuk dan bagian patahan lempeng (sumber: Esis, Murnaria Manalu, 2004)

## Latihan Individu

1. Apakah akibatnya jika terjadi dua lempeng saling bertemu?
2. Apakah akibatnya jika terjadi dua lempeng saling menjauh?

### ***Pilot Project Geografi***

Buatlah gambar macam-macam bentuk lipatan dan patahan, dan jelaskan bagian-bagiannya! Adapun langkah kerjanya sebagai berikut.

1. Tentukan gambar-gambar dari bentuk lipatan atau patahan yang akan kamu buat.
2. Carilah media bahan bekas yang akan kamu gunakan, boleh kertas koran, tripleks, karton busa, balok, dan lain-lain yang cocok dengan apa yang ingin kamu kerjakan.
3. Hancurkan kertas koran atau kertas bekas dengan merendaminya di air beberapa jam.
4. Buat lem dari tepung kanji (tapioka), beri air sedikit lalu panaskan sambil diaduk, setelah agak mengental campurkan dengan koran yang sudah hancur, lalu bentuklah sesuai gambar yang kamu pilih.
5. Jemur beberapa hari hingga kering.
6. Beri warna sesuai gambar.

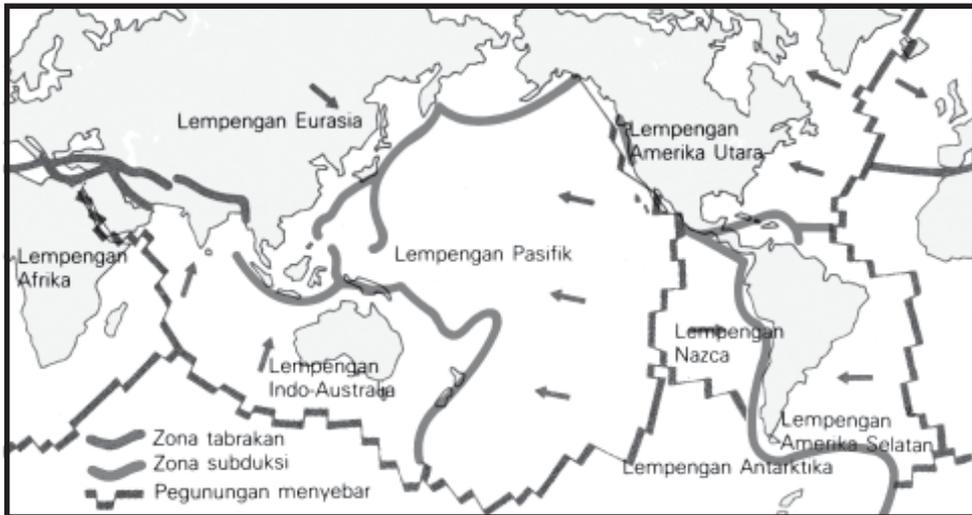
(Murnaria Manalu)

### **3. Persebaran Gunung Berapi dan Gempa Bumi dalam Hubungannya dengan Teori Lempeng Tektonik**

Kerak bumi terbagi menjadi lempengan-lempengan, yang terdiri atas lempengan benua yang besar dan yang kecil. Lempengan-lempengan tersebut bergerak perlahan-lahan ke arah permukaan bumi, dan di antara lempengan-lempengan tersebut terdapat retakan-retakan besar di kerak bumi. Lempengan-lempengan tersebut ada yang bergerak saling menjauh dan ada pula yang bergerak saling mendekat dan saling bertabrakan.

Pada wilayah dengan kondisi lempengan yang saling menjauh, timbul bahan lelehan dari dalam bumi melalui retakan-retakan, kemudian menjadi dingin dan membentuk batuan yang disebut *basal* yang terjadi jauh di bawah lautan. Timbulnya basal akan membentuk deretan pematang bawah samudra yang biasa disebut pematang tengah samudra.

Pegunungan Himalaya terbentuk oleh penunjaman akibat tabrakan antara Lempengan India-Australia yang didorong ke bawah oleh Lempengan Eurasia, yang menimbulkan busur gunung api di Indonesia, parit Sunda dan Jawa serta tanah tinggi Nugini, demikian juga Australia bagian utara yang telah didorong ke arah bawah yang kemudian membentuk Teluk Carpentaria dan Laut Timor serta Laut Arafuru.



*Gambar 2.10* Peta lempengan-lempengan utama yang merupakan bagian-bagian kerak bumi (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, Pustaka Widya, 1978, hlm. 71)

Busur gunung-gunung api Indonesia terbentuk karena ketika pinggiran lempengan India-Australia bertabrakan dengan lempengan Eurasia, lempengan tersebut longsor jauh ke dalam bumi, dan temperatur yang sangat tinggi telah melelehkan pinggiran lempengan sehingga menghasilkan magma. Magma ini kemudian muncul melalui retakan-retakan di banyak tempat pada permukaan bumi yang membentuk jajaran gunung api. Gunung-gunung api yang terbentuk dengan cara ini disebut gunung api andesit. Gunung api andesit bersifat mudah meledak dan tak terduga, dan lava yang dikeluarkan membentuk batuan andesit.

Terdapat 80 buah gunung berapi yang masih aktif dari 400 gunung berapi yang ada di Indonesia. Gunung berapi tersebut terbagi menjadi tiga barisan, yaitu:

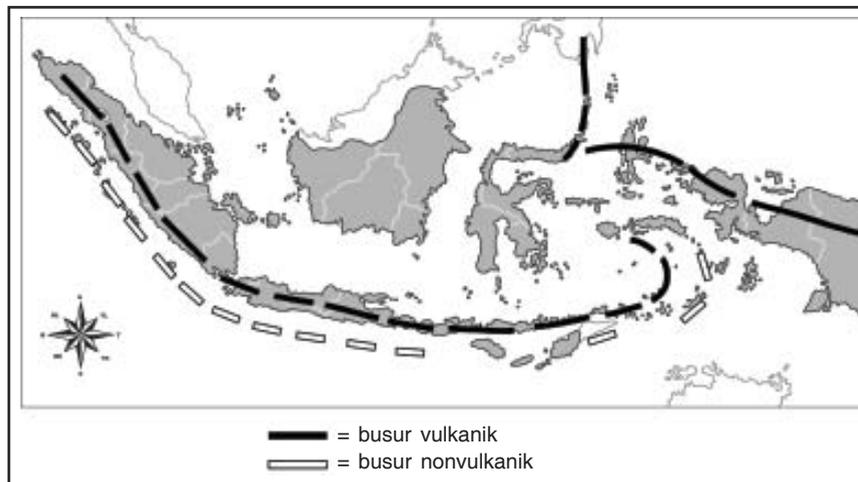
- (1) Sumatra – Jawa – Nusa Tenggara – Laut Banda;
- (2) Halmahera dan pulau-pulau di sebelah baratnya;
- (3) Sulawesi Utara – Sangihe – Mindanao.

Berikut uraian tentang tiga sistem pokok penyebaran pegunungan yang bertemu di Indonesia.

### 1. Sistem Sunda

Sistem Sunda dimulai dari Arakan Yoma di Myanmar, sampai ke Kepulauan Banda di Maluku. Panjangnya  $\pm 7.000$  km.

Sistem Sunda terdiri atas dua busur, yaitu: busur dalam yang vulkanik dan busur luar yang tidak vulkanik, yang terletak di bawah permukaan laut.



*Gambar 2.11* Keberadaan dua busur vulkanik dan nonvulkanik di Indonesia (sumber: *Geografi SMA*, 1988, Ganeca)

### 2. Sistem Busur Tepi Asia

Sistem Busur Tepi Asia dimulai dari Kamchatka melalui Jepang, Filipina, Kalimantan, dan Sulawesi.

Setelah sampai Filipina, Busur Tepi Asia terbagi menjadi tiga cabang, yaitu:

- Cabang pertama dimulai dari Pulau Luzon melewati Pulau Palawan dan Kalimantan Utara.
- Cabang kedua dimulai dari Pulau Luzon melewati Pulau Samar, Mindanao, dan Kalimantan Utara.
- Cabang ketiga dimulai dari Pulau Samar, Mindanao, Sangihe, dan Sulawesi.

### 3. Sistem Sirkum Australia

Sistem Sirkum Australia dimulai dari Selandia Baru melalui Kaledonia Baru ke Irian.

Ketiga sistem pegunungan tersebut bertemu di sekitar Kepulauan Sulu dan Banggai. Indonesia juga merupakan daerah pertemuan rangkaian Sirkum Mediterania dan rangkaian Sirkum Pasifik, dengan proses pembentukan pegunungan yang masih berlangsung sampai saat ini. Hal inilah yang menyebabkan di Indonesia banyak terjadi gempa bumi.

Pusat gempa di dalam bumi disebut *hiposentrum*, sedangkan gempa di permukaan bumi di atas hiposentrum disebut *episentrum*. Daerah di sekitar episentrum merupakan daerah paling besar kerusakannya. Episentrum di Indonesia kebanyakan terdapat di bawah permukaan laut sehingga kerusakan yang terjadi di daratan tidak begitu besar, tetapi bahaya yang lebih besar disebabkan oleh terjadinya tsunami akibat episentrum di tengah laut. Gempa bumi dapat dipetakan berdasarkan pusat gempa dan skala gempanya, tetapi tidak dapat diperkirakan kapan gempa bumi akan terjadi.

Berikut beberapa macam garis pada peta gempa.

- a. *Homoseista*, adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang dilalui gempa pada waktu yang sama.
- b. *Isoseista*, adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang dilalui oleh gempa dengan intensitas yang sama.
- c. *Pleistoseista*, adalah garis yang mengelilingi daerah yang mengalami kerusakan terhebat akibat gempa bumi. *Pleistoseista* ini mengelilingi episentrum karena kerusakan yang terhebat di sekitar episentrum. *Isoseista* yang pertama juga merupakan *pleistoseista*.

Gempa bumi itu merambat melalui tiga macam getaran, sebagai berikut.

- a. *Getaran longitudinal* (merapat-merenggang)  
Getaran berasal dari hiposentrum dan bergerak melalui dalam bumi dengan kecepatan tinggi, yaitu 7–14 km per jam. Getaran ini terjadi paling awal dan merupakan getaran pendahuluan yang pertama sehingga disebut getaran primer (P). Getaran ini belum menimbulkan kerusakan.
- b. *Getaran transversal* (naik turun)  
Getaran transversal atau naik turun berasal dari hiposentrum dan juga bergerak melalui dalam bumi dengan kecepatan antara 4–7 km per jam. Getaran ini datang setelah getaran longitudinal dan merupakan getaran pendahuluan kedua sehingga disebut getaran sekunder (S). Getaran ini juga belum menimbulkan kerusakan.
- c. *Getaran gelombang panjang*  
Getaran ini berasal dari episentrum dan bergerak melalui permukaan bumi dengan kecepatan antara 3,8–3,9 km per jam. Getaran ini datangnya paling akhir, tetapi merupakan getaran pokok yang sering menimbulkan kerusakan.

Ada dua macam gempa dilihat dari intensitasnya, yaitu:

- a. *makroseisme*, yaitu gempa yang dapat diketahui tanpa alat karena intensitasnya yang besar;
- b. *mikroseisme*, yaitu gempa yang hanya dapat diketahui dengan menggunakan alat karena intensitasnya yang kecil sekali.

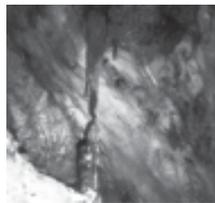
Ada tiga macam gempa berdasarkan sebab terjadinya, yaitu sebagai berikut.

- a. *Gempa runtuhan (terban)*

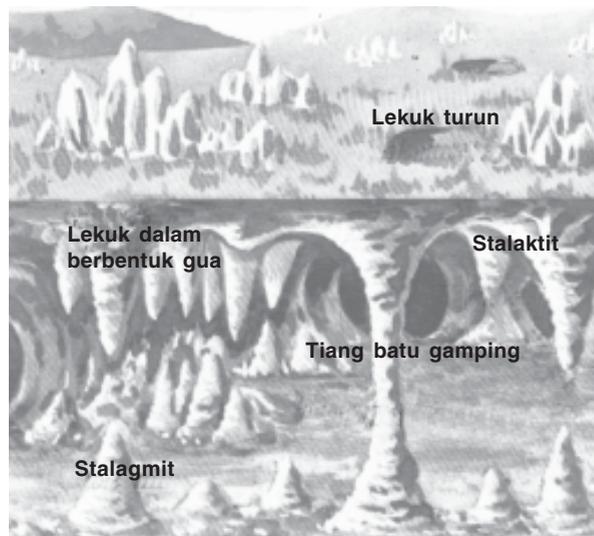
Gempa runtuhan terjadi karena turunnya atau runtuhnya tanah, dan biasa terjadi pada daerah tambang yang berbentuk terowongan, pegunungan kapur, atau lubang. Di dalam pegunungan kapur terdapat gua-gua dan *ponor-ponor (luweng)* yang terjadi proses karena pelarutan (solusional). Jika atap gua atau lubang itu gugur, timbullah gempa runtuhan meskipun bahaya yang ditimbulkan relatif kecil dan getaran hanya terjadi di sekitar lokasi runtuhan.



Lekuk turun



Tiang batu gamping penopang gua



**Gambar 2.12** Gempa runtuhan sering terjadi oleh adanya rongga bawah tanah di daerah gamping (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 75)

- b. *Gempa vulkanis*

Gempa vulkanis terjadi karena pengaruh yang ditimbulkan oleh meletusnya gunung api. Jika gunung api akan meletus, timbullah tekanan gas dari dalam sumbat kawahnya yang menyebabkan terjadinya getaran yang disebut gempa vulkanis. Gempa tersebut hanya terasa di sekitar daerah gunung api yang meletus sehingga bahaya gempa ini juga relatif kecil.

Contoh gempa vulkanis adalah gempa yang disebabkan oleh letusan Gunung Tambora. Gunung Tambora pada tahun 1815 meletus dengan dahsyat hingga menewaskan 92.000 orang. Karena kedahsyatannya tercatat dalam sejarah dunia. Kehebatan letusannya tercatat sekitar 6 juta kali kekuatan bom atom. Gunung ini memiliki garis tengah 60 km pada ketinggian permukaan air laut. Letusan yang mahadahsyat tersebut telah membentuk kawah dengan lebar sekitar 6 km, dan kedalaman 1.110 meter, menyebarkan sekitar 150 km<sup>3</sup> debu hingga mencapai jarak sejauh 1.300 km. Jawa Tengah dan Kalimantan dalam jarak sekitar 900 km dari tempat letusan, kejatuhan debu setebal 1 cm. Bongkahan letusan melayang hingga mencapai 44 km. Letusan Gunung Tambora mengakibatkan gempa vulkanik yang besar.

c. *Gempa tektonik*

Gempa tektonik terjadi karena gerak ortogenetik. Daerah yang sering kali mengalami gempa ini adalah daerah pegunungan lipatan muda, yaitu daerah Sirkum Mediterania dan rangkaian Sirkum Pasifik. Gempa ini sering mengakibatkan perpindahan tanah, sehingga gempa ini disebut *gempa dislokasi*. Bahaya gempa ini relatif besar karena tanah dapat terjadi pelipatan atau bergeser.



*Gambar 2.13* Kerusakan yang ditimbulkan oleh gempa tektonik di DIY dan Jawa Tengah (sumber: KOMPAS, 28 Mei 2006)

Daerah-daerah yang rawan gempa bumi disebabkan oleh kondisi labil dari suatu daerah karena daerah tersebut dilalui oleh jalur pertemuan lempeng. Daerah itu, antara lain:

- (1) Balkan, Iran, India, dan Indonesia yang merupakan Rangkaian Sirkum Mediterania;

- (2) Jepang, Filipina, Cile, dan Amerika Tengah yang merupakan Rangkaian Sirkum Pasifik.

**Tabel 2.1**  
**Perbandingan Skala Mercalli dan Skala Richter**

Skala Richter	Jumlah Kejadian per Tahun	Skala Mercalli	Kerusakan yang Ditimbulkan
<3,4	800.00	I	Hanya terekam oleh seismograf
3,5–4,2	30.000	II dan III	Getaran dirasakan oleh manusia yang berada dalam ruangan
4,3–4,8	4.800	IV	Getaran dirasakan banyak orang, jendela, dan benda-benda bergetar
4,9–5,4	1.400	V	Getaran dirasakan oleh setiap orang, piring-piring pecah, pintu terbanting, lampu berayun
5,5–6,1	500	VI dan VII	Kerusakan kecil pada sejumlah gedung, pelapis dinding terkelupas, atau dinding runtuh
6,2–6,9	100	VII dan IX	Kerusakan cukup besar pada banyak gedung, cerobong asap runtuh, fondasi rumah bergerak
7,0–7,3	15	X	Kerusakan parah pada bangunan, jembatan patah, dinding retak, bangunan dari batu runtuh
7,4–7,9	4	XI	Kerusakan hebat, hampir semua gedung runtuh
>8.0	Satu kejadian dalam 5–10 tahun	XII	Kerusakan total, gelombang gempa terlihat menjalar di permukaan tanah, benda-benda terlempar ke udara

(Sumber: Bahan ajar masa kuliah Geologi, Jurusan Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, UNJ, Jakarta, 2006)

### Latihan Individu

1. Mengapa di Indonesia terdapat banyak jajaran gunung berapi? Jelaskan!
2. Ada berapa macam getaran yang ditimbulkan oleh peristiwa gempa bumi? Sebutkan dan jelaskan!
3. Apakah akibat yang ditimbulkan jika terjadi tabrakan antara Lempeng Indo-Australia dengan Lempeng Eurasia di wilayah Indonesia? Jelaskan!

## B. Tata Surya dan Jagad Raya

Manusia sejak dahulu kala telah berusaha untuk memecahkan permasalahan besar tentang asal mula terjadinya bumi. Bagaimanakah asal mula terjadinya bumi? Teori-teori dan hipotesis-hipotesis dari banyak ilmuwan tentang asal mula terjadinya bumi telah memberikan gambaran bagaimana terjadinya bumi, dan seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi terjadi pula perubahan teori-teori tersebut.

Dalam mempelajari teori-teori tentang pembentukan bumi tentu saja berhubungan dengan pengetahuan tentang galaksi, jagad raya, dan tata surya.

Di pagi hari kita melihat terbitnya matahari di ufuk timur, kemudian tenggelam di ufuk barat pada sore harinya. Peristiwa ini disusul dengan munculnya bintang-bintang, bulan, dan benda-benda langit di angkasa raya yang sangat banyak dan tidak terhitung jumlahnya di malam hari. Ketika malam berakhir kita akan melihat lagi munculnya matahari di ufuk timur. Peristiwa ini terjadi secara terus-menerus.

### 1. Galaksi

Apakah yang dimaksud jagad raya? Bagaimanakah bentuk galaksi? Konsep jagad raya membahas sebaran atau kedudukan benda-benda langit yang bertebaran secara bebas dalam suatu ruang (*spaces*) yang tak terhingga luasnya.

Konsep jagad raya yang dimaksud di atas adalah benda-benda langit yang dinamakan manusia "galaksi-galaksi". Di dalam galaksi tersebut terdapat berjuta-juta bintang yang bebas, tetapi teratur sesuai dengan aturan hukum alam masing-masing sehingga satu sama lain secara teoritis tidak mungkin terjadi benturan. Galaksi adalah kumpulan planet, bintang, gas, debu, nebula, dan benda-benda langit lainnya yang membentuk pulau-pulau di dalam ruang hampa jagad raya.

Sesungguhnya benda-benda langit yang bertaburan di angkasa raya, masing-masing terikat pada suatu susunan tertentu. Kalau kita melihat langsung ke langit pada malam hari, terlihat di sana berjuta-juta bintang. Satu bintang di langit, jika kita cermati dengan menggunakan alat teropong, sebenarnya merupakan kumpulan dari berjuta-juta bintang. Jarak bumi kita yang sangat jauh menyebabkan mereka tampak seperti satu bintang saja. Begitu jauhnya dan begitu banyaknya bintang-bintang yang menjadi satu kesatuan itu sehingga kelihatan rapat dan akan terlihat seperti kabut saja.

Sejak zaman dahulu manusia telah menyelidiki bagaimana terjadinya bumi begitu banyak teori dikemukakan sehingga berkembanglah usaha untuk menyelidiki benda-benda langit, matahari dalam suatu sistem tata surya. Untuk mengetahui secara baik teoritis maupun hipotesis (dugaan sementara), para ahli sekaligus memanfaatkan kemajuan teknologi.



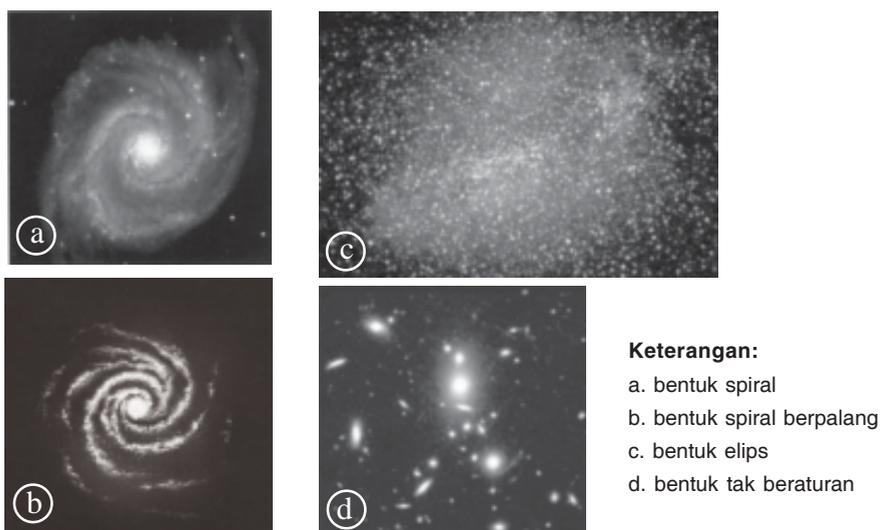
**Gambar 2.14** Galaksi (sumber: *Astronomy Today*, Eric Chaisson, Steve Mcmillan, 1996, hlm. 54)

Keberadaan galaksi dapat dilihat atau dideteksi dengan teleskop. Beberapa bentuk galaksi di jagad raya, antara lain, sebagai berikut.

- a. *Galaksi bentuk spiral*. Pada galaksi ini terlihat adanya roda-roda Catherina di dalamnya, dengan lengan-lengan berbentuk spiral yang keluar dari pusat yang terang. Sekitar 60% dari galaksi berbentuk spiral.
- b. *Galaksi bentuk spiral berpaling*. Pada galaksi ini terlihat dari bagian ujung suatu pusat keluar lengan-lengan spiral galaksi. Sekitar 18% dari jumlah galaksi di jagad raya ini berupa spiral-spiral ataupun spiral-spiral yang terpotong.
- c. *Galaksi bentuk elips*. Galaksi ini berbentuk elips, dari berbentuk hampir menyerupai bola kaki sampai pada bentuk yang sangat lonjong seperti bola rugby. Sekitar 18% galaksi di jagad raya berbentuk elips.
- d. *Galaksi bentuk tak beraturan*. Galaksi berbentuk tak beraturan, atau tidak mempunyai bentuk tertentu, sekitar 4% galaksi di jagad raya berbentuk tak beraturan.

Galaksi mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- (1) sumber cahaya berasal dari galaksi itu sendiri dan bukan merupakan cahaya pantulan;
- (2) antara galaksi satu dengan yang lain mempunyai jarak jutaan tahun cahaya;
- (3) galaksi-galaksi lainnya dapat terlihat berada di luar Galaksi Bimasakti;
- (4) galaksi punya bentuk tertentu, misalnya: bentuk spiral, bentuk spiral berpaling, bentuk elips, dan bentuk tidak beraturan.



**Gambar 2.15** Beberapa macam bentuk galaksi hasil pengamatan teropong dari bumi (sumber: *Astronomy Today*, Eric Chaisson, Steve Mcmillan, 1996)

Ruang antara galaksi yang satu dengan yang lainnya berisi zat intergalaksi yang juga dapat disebut *zat interstellair* yang berisikan proton, elektron, dan ion lain yang bergerak simpang siur dalam jagad raya. Ahli astronomi yang banyak menjelaskan tentang galaksi, antara lain: Edwin Hubble, Nu Mayol, dan Harlow Shapley.

## 2. Jagad Raya

Apakah yang disebut jagad raya? Bagaimanakah bentuk jagad raya? Teori-teori jagad raya telah banyak dikemukakan para ahli astronomi. Teori ini telah berkembang sepanjang waktu sejalan dengan kecanggihan teknologi dan kemajuan ilmu pengetahuan manusia. Para ahli astronomi telah banyak mengungkap rahasia alam semesta, jika manusia melihat ke angkasa seolah-olah batas pandang kita berbentuk setengah lingkaran dikatakan para ahli astronomi "Bola Langit". *Bola langit* adalah suatu ruang (*space*) yang tak terhingga luasnya dan seolah-olah berbentuk lingkaran (seperti bola). Jagad raya adalah alam semesta yang sangat luas dan tidak terukur, terdiri atas berjuta benda-benda angkasa, dan beribu-ribu kabut gas atau kelompok nebula, kemudian kabut gas tersebut tersusun menjadi gugusan bintang. Proses tersebut tidak berlangsung cepat, tetapi terbentuk berjuta-juta tahun lamanya. Galaksi kita, yaitu Bimasakti, terletak di antara kabut gas tersebut, yang mempunyai bentuk spiral. Selain itu, terdapat kabut spiral lain yang terkenal yaitu kabut Andromeda yang letaknya paling dekat dengan Bimasakti.

Galaksi Bimasakti disebut juga *Milky Way* (Inggris) dan *De Melkweg* (Belanda), astronom yang pernah menyelidiki galaksi ini di antaranya Kapteyn Seeliger, Charlier, dan Shapley. Galaksi Bimasakti dapat disimpulkan sebagai berikut.

- (1) Inti Galaksi Bimasakti terletak di arah gugusan bintang sagitarius  $\pm$  35 juta tahun cahaya dari matahari.
- (2) Bimasakti berbentuk keping atau roda cakram, dan porosnya sebagai inti sistem.
- (3) Corak atau struktur spiral dengan massa lebih kurang 100 miliar massa matahari yang sebagian besar tidak terlihat dalam kabut gelap atau bintang yang hampir padam.
- (4) Garis tengah susunan perbintangan 80.000–10.000 tahun cahaya dan tebalnya 3.000 tahun cahaya sampai mencapai 15.000 tahun cahaya di tengahnya.
- (5) Matahari berada pada jarak 30.000–35.000 tahun cahaya dari pusat sistem galaksi.
- (6) Matahari dengan bintang-bintang lain sebagai sistem lokal dalam ruang matahari berada. Kecepatan berputar 450 km/detik dalam waktu 225 juta tahun (kosmis) untuk sekali berputar lengkap.

Benda angkasa lain yang berupa bintang-bintang juga bertaburan di langit. Bintang memancarkan cahaya dan panas sendiri karena suhu yang tinggi. Salah satu contoh bintang adalah matahari.

Beberapa teori tentang terjadinya jagad raya adalah sebagai berikut.

#### **a. Teori Jagad Raya Mengembang**

Teori ini dikemukakan oleh Hubble, yang menjelaskan bahwa galaksi-galaksi bergerak saling menjauhi, yang berarti jagad raya mengembang menjadi lebih luas.

#### **b. Teori Ledakan Besar**

Teori ini menjelaskan bahwa dahulu kala galaksi-galaksi pernah saling berdekatan dan berasal dari massa tunggal, kemudian dalam keadaan massa tunggal jagad raya menyimpan suhu dan energi sangat besar. Besarnya energi dan tingginya suhu tersebut menimbulkan ledakan besar yang menghancurkan massa tunggal sehingga terpisah menjadi serpihan-serpihan sebagai awal jagad raya. Salah satu pendukung teori ini adalah Stephen Hawking, seorang ahli fisika teoritis.

#### **c. Teori Keadaan Tetap**

Teori ini menjelaskan bahwa materi baru yang berupa hidrogen telah mengisi ruang kosong yang timbul dari pengembangan jagad raya. Teori ini dipelopori oleh Fred Hoyle. Di dalam teori ini dijelaskan pula

bahwa jagad raya tetap keadaannya dan akan selalu tampak sama. Stephen Hawking mengatakan bahwa materi yang mengisi ruang dan berupa materi baru bersifat memencar sehingga keadaan jagad raya selalu mengalami perubahan.

Berikut beberapa anggapan mengenai jagad raya.

#### a. Anggapan Antroposentris

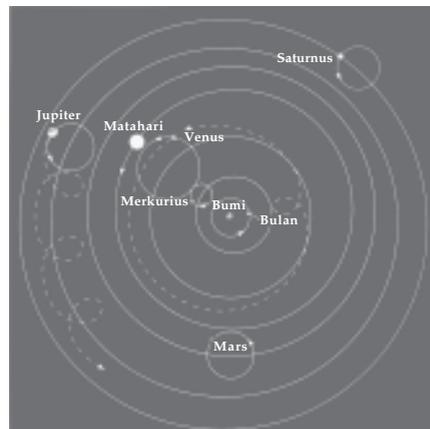
Anggapan ini menyatakan bahwa manusia merupakan pusat segalanya. Anggapan ini muncul sejak manusia primitif.

Bangsa Ibrani pada masanya menganggap langit disangga oleh tiang-tiang raksasa, sedangkan matahari, bulan, dan bintang melekat di langit serta hujan yang turun melalui jendela-jendela yang berada di langit. Anggapan ini bermula dari konsep alam semesta bangsa Babylon.

#### b. Anggapan Geosentris

Anggapan ini menyatakan bahwa bumi merupakan pusat alam semesta dan pusat segala kekuatan, benda langit lainnya bergerak mengelilingi bumi. Anggapan ini muncul kira-kira pada abad ke-6 sebelum Masehi.

Keberadaan anggapan Geosentris juga didukung oleh beberapa ilmuwan, seperti: Plato, Socrates, Aristoteles, Anaximander, dan Pythagoras.



*Gambar 2.16* Ilustrasi Geosentris (sumber: *Astronomy Today*, 1996, hlm. 34)

#### c. Anggapan Heliosentris

Anggapan ini menyatakan bahwa matahari merupakan pusat jagad raya. Anggapan ini muncul sejak berkembangnya penelitian yang didukung oleh peralatan yang lebih maju, demikian pula sifat keingintahuan ilmuwan yang memunculkan gagasan-gagasan kritis.



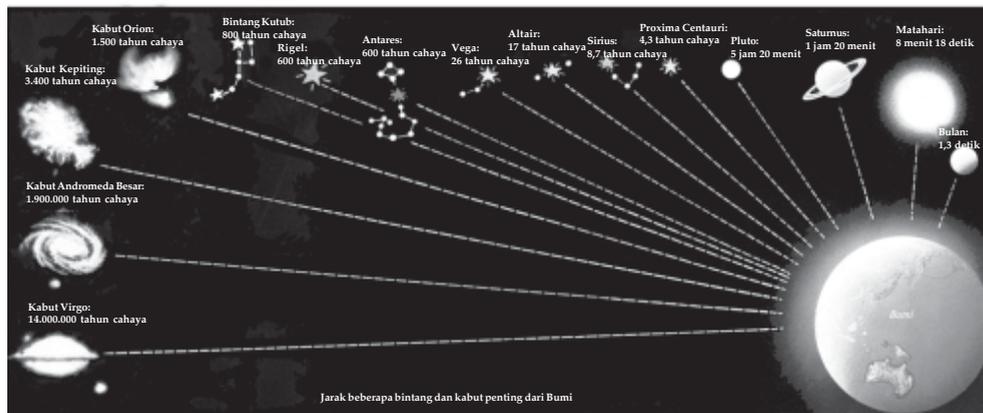
*Gambar 2.17* Ilustrasi Heliosentris (sumber: *Astronomy Today*, 1996, hlm. 54)

Keberadaan anggapan Heliosentris juga didukung oleh beberapa ilmuwan, seperti: Galileo, Isaac Newton, Nicolaus Copernicus, dan Johannes Kepler.

### 3. Tata Surya

Galaksi terdiri atas berjuta-juta bintang, sedangkan matahari kita adalah salah satu bintang yang berada di dalam Bimasakti. Matahari merupakan pusat dari tata surya. Matahari mempunyai sejumlah anggota dan membentuk suatu susunan yang disebut Tata Surya. Jadi, sebuah Tata Surya terdiri dari satu matahari dan semua benda langit yang beredar mengelilinginya. Tata Surya terdiri atas satu Matahari, dan delapan planet termasuk planet Bumi, serta benda langit lain yang mengelilinginya.

Untuk membantu pemahaman kita tentang alam semesta, jagad raya, galaksi, dan Tata Surya serta planet-planet kita, cermatilah gambar perbandingan benda-benda langit.



**Gambar 2.18** Jarak beberapa bintang dan kabut penting dari bumi (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, Tira Pustaka, 1979, hlm. 37)

Di dalam Tata Surya terdapat dua jenis planet berdasarkan letak lintasannya, yaitu *planet dalam* dan *planet luar*. Planet-planet dalam adalah planet-planet yang lintasannya di antara Bumi dan Matahari, yang terdiri atas Merkurius dan Venus.

Planet-planet luar adalah planet-planet yang lintasannya mengelilingi Matahari lebih besar daripada jari-jari lintasan Bumi di saat mengelilingi Matahari, yang terdiri atas Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.

Beberapa hal penting mengenai keberadaan planet-planet sebagai berikut.

- (1) Cahaya planet merupakan cahaya yang diterima dari Matahari kemudian dipantulkan kembali, artinya planet tidak mempunyai cahaya sendiri

- (2) Planet-planet berkilauan dan tidak berkelap-kelip seperti halnya bintang sejati.
- (3) Planet-planet terlihat sebagai keping atau cakram jika dilihat dengan teropong.
- (4) Bidang lintasan planet-planet berbentuk elips.
- (5) Arah peredaran planet-planet mengelilingi matahari antara satu dengan yang lain sama.
- (6) Kebanyakan planet-planet mempunyai satelit pengiring seperti bulan pada planet Bumi.

Tata Surya kita memiliki sembilan planet yang diklasifikasikan berdasarkan letak dan sifat fisiknya. Berdasarkan letaknya planet dalam Tata Surya dibagi atas *Planet Inferior* dan *Planet Superior*, sedangkan berdasarkan sifat fisiknya planet dalam Tata Surya dibagi atas *Planet Terrestrial* dan *Planet Raksasa*.

### 1. Planet Inferior dan Planet Superior

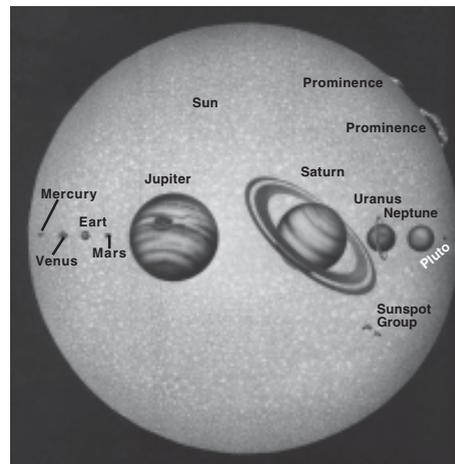
Pembagian ini dikemukakan oleh Copernicus. Planet Inferior adalah planet-planet yang memiliki orbit lebih kecil daripada orbit Bumi, yaitu: Merkurius, Mars, dan Venus. Planet Superior adalah planet yang memiliki orbit lebih besar daripada orbit Bumi, yaitu: Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus, dan Pluto.

### 2. Planet Terrestrial dan Planet Raksasa

Planet Terrestrial dan Planet Raksasa disebabkan sifat fisik dari planet. Planet yang mengitari melalui matahari dikelompokkan atas empat Planet Terrestrial dan empat Planet Raksasa. Pluto tidak diikutsertakan karena sifat fisiknya yang berbeda. Pluto merupakan planet terluar yang terdiri atas campuran es dan batuan.

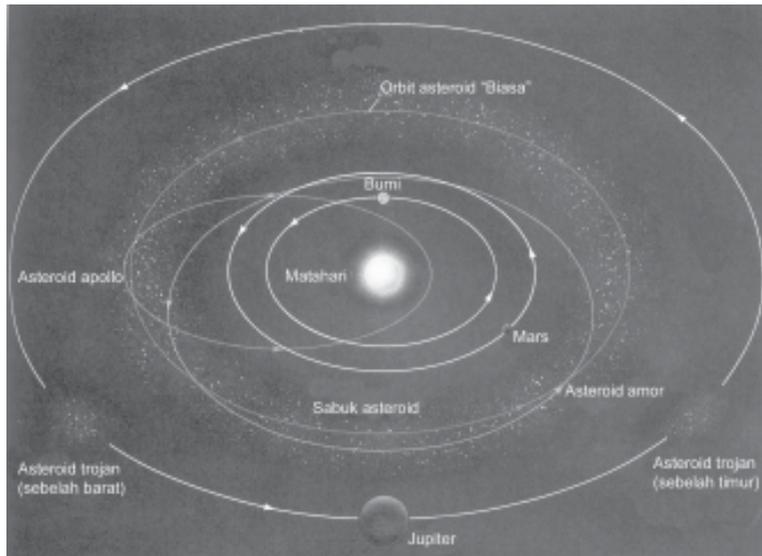
Dinamai *Planet Terrestrial* karena sifat planet itu hampir sama dengan bumi (*terra* = bumi; bahasa Latin). Planet-planet ini memiliki gunung, lembah, dan kawah. Planet Terrestrial adalah Merkurius, Venus, Bumi, dan Mars.

Dinamai *Planet Raksasa (Planet Jovian)* karena sifat planet ini hampir sama dengan Jupiter (*Jove* = Jupiter; bahasa Romawi). Material keempat planet ini sebagian besar berupa cairan dangar. Planet-planet raksasa adalah Jupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus.



*Gambar 2.19* Perbandingan planet-planet dengan matahari (sumber: *Contemporary Astronomy*, Saunders, 1977)

Batas antara Planet Teresterial dan Planet Raksasa terdapat Asteroid yang jumlahnya ribuan.



*Gambar 2.20* Batas antara Planet Teresterial dan Planet Raksasa terdapat asteroid (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, 1981, hlm. 24)

Planet-planet yang mengelilingi matahari mempunyai ukuran yang berbeda-beda. Demikian juga jarak dengan matahari dan waktu yang dipergunakan untuk mengelilingi matahari.

#### **a. Merkurius**

Merkurius adalah planet yang terdekat dengan matahari dan juga paling kecil di antara semua planet. Garis tengah planet ini kurang lebih 4.847 kilometer waktu yang dipergunakan untuk mengelilingi matahari adalah 88,8 hari dan waktu rotasinya juga selama 88,8 hari. Jarak Merkurius dengan matahari adalah 57.910.000 km.

#### **b. Venus**

Venus adalah planet kedua setelah Merkurius. Planet ini adalah planet yang paling terang di antara planet yang lain karena jaraknya yang relatif dekat dengan planet Bumi. Garis tengah planet ini kurang lebih 12.205 kilometer dan besarnya hampir sama dengan Bumi. Waktu yang diperlukan untuk mengelilingi matahari adalah 224,7 hari dan waktu rotasinya selama 225 hari atau kurang lebih 7,5 bulan. Jarak Venus dengan matahari adalah 108.210.000 km.

#### **c. Bumi dan Bulan**

Bumi merupakan planet ketiga dalam Tata Surya. Dari sembilan planet yang dikenal manusia, Planet Bumi adalah yang banyak dihuni makhluk hidup.

Planet Bumi mempunyai lapisan atmosfer yang di dalamnya banyak mengandung unsur-unsur kimia yang banyak dibutuhkan oleh makhluk hidup. Jarak bumi dengan matahari oleh para ahli Astronomi dinamakan satu satuan Astronomi atau sama dengan 159.000 kilometer ( $1 \text{ SA} = 159.000.000 \text{ km}$ ). Bumi mengelilingi matahari membutuhkan waktu 365 hari 6 jam 9 menit 10 detik, tetapi atas dasar kesepakatan ahli astronomi mengacu pada periode antara pertemuan matahari dengan bintang Aries, yaitu 365 hari 5 jam 48 menit 46 detik atau sama dengan Satu Tahun Tropik. Bumi berputar pada porosnya membutuhkan waktu 23 jam 56 menit atau sama dengan Satu Hari Bintang. Bumi selalu diikuti Bulan sebagai satelit bumi selama mengelilingi matahari.

Bulan berotasi dan juga melakukan revolusi mengelilingi Bumi selama  $27 \frac{1}{3}$  hari sampai  $29 \frac{1}{3}$  hari. Peredaran Bulan mengelilingi Bumi dan sekaligus juga mengelilingi matahari.

#### **d. Mars**

Planet Mars mempunyai garis tengah kurang lebih 6.792 kilometer. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 697 hari dengan rotasi selama 24 jam 37 menit. Planet Mars mempunyai sejumlah air dan oksigen demikian juga pergantian musim, bahkan di sana juga terdapat *polar icecaps*, yaitu tudung es kutub yang luasnya tidak selalu tetap. Hal ini menimbulkan dugaan adanya pergantian musim di sana. Warnanya hijau mendekati kecokelatan sehingga menunjukkan adanya flora dan daerah gurun.

Mars mempunyai dua satelit, yaitu *Deimos* (satelit luar) dan *Phobos* (satelit dalam). Kedua satelit ini ditemukan oleh Hall pada tahun 1877. Jarak Mars dengan Matahari adalah 227.940.000 km.

#### **e. Yupiter**

Yupiter adalah planet terbesar dalam sistem Tata Surya kita. Diameternya lebih dari 130.000 kilometer, massanya lebih kurang  $\frac{2}{3}$  massa seluruh anggota Tata Surya yang di luar matahari. Rotasi Yupiter terhadap matahari paling cepat, yaitu 10 jam sekali putaran. Planet ini mempunyai keistimewaan, yaitu adanya unsur kimia yang terkandung di dalam sangat rendah, atmosfernya hampir tidak berotasi (sangat lambat). Sekalipun berukuran sangat besar kepadatan planet ini sangat rendah karena sebagian besar terdiri atas unsur-unsur ringan, antara lain 85% Hidrogen dan 15% Helium. Campuran yang lain sedikit sekali berupa  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ , dan lainnya. Yupiter mempunyai banyak satelit, yaitu 14 buah. Penemuan terakhir menunjukkan satelitnya lebih banyak lagi. Empat dari satelit itu adalah Io, Europa, Ganymede (satelit terbesar hampir sebesar bumi), dan Calistio. Jarak Yupiter dengan Matahari adalah 778.300.000 kilometer.

#### **f. Saturnus**

Planet Saturnus ditemukan pada abad ke-18 setelah planet Uranus. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 29–30 tahun, sekali berotasi memerlukan waktu 387 hari. Saturnus mempunyai atmosfer yang hampir sama dengan Yupiter, yaitu terdiri atas unsur-unsur amonia. Saturnus mempunyai keunikan tersendiri dibandingkan planet lain, di antaranya memiliki cincin, terdiri atas tiga bagian yang konsentris, yaitu bagian dalam, gelang berbentuk khas (*dusky ring*), dan bagian luar. Cassini gelang yang paling terang adalah gelang bagian dalam, dan planet ini memiliki 9 buah satelit.

Tebal cincin Saturnus kurang lebih antara 10 sampai 100 meter saja, unsur-unsurnya mengandung butiran es dan sangat halus. Lebar cincin sekitar 275.000 kilometer. Planet ini nomor 3 paling terang di antara ke sembilan planet. Saturnus mempunyai 10 satelit yang mengelilinginya. Jarak antara Saturnus dan Matahari adalah 1.427.000.000 kilometer.

#### **g. Uranus**

Planet Uranus baru ditemukan pada tahun 1781 oleh William Herschel di Inggris yang semula disangka komet. Mulanya planet ini dinamakan Gregorium Titus (sebagai penghargaan kepada Raja Georgia III). Akan tetapi, para astronom menyebutnya Planet Herschel, kemudian oleh Boscho disebut dengan Uranus.

Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 84 tahun dengan waktu rotasi 369 hari. Planet ini mempunyai dua buah satelit. Garis tengah planet ini 19.750 kilometer. Uranus mempunyai keistimewaan bahwa sumbunya terletak sebidang dengan bidang revolusinya. Jarak Uranus dengan Matahari adalah 2.863.840.000 kilometer.

#### **h. Neptunus**

Planet Neptunus ditemukan oleh Bonvard pada tahun 1821 di Paris, Prancis. Jika dilihat dari bentuknya Neptunus merupakan saudara kembar Uranus, terutama besarnya. Radiusnya sekitar 4 kali radius bumi. Garis tengahnya kurang lebih 53.000 kilometer. Waktu yang digunakan untuk mengelilingi matahari kurang lebih 164,79 tahun, sedangkan rotasinya 15 jam.

Susunan atmosfernya terdiri atas metana. Planet ini mempunyai lima satelit. Dari lima satelit ini ada dua satelit besar yang diberi nama *Triton* dan *Nereid*.

#### **i. Status Pluto dan Sedna**

Pluto bukan lagi merupakan salah satu planet di sistem tata surya kita. Voting yang dilakukan sekira 424 ahli astronomi dari seluruh dunia menghasilkan keputusan dramatis sekaligus bersejarah, mencopot status Pluto sebagai planet. Akibatnya, Pluto yang selama ini dikenal sebagai planet

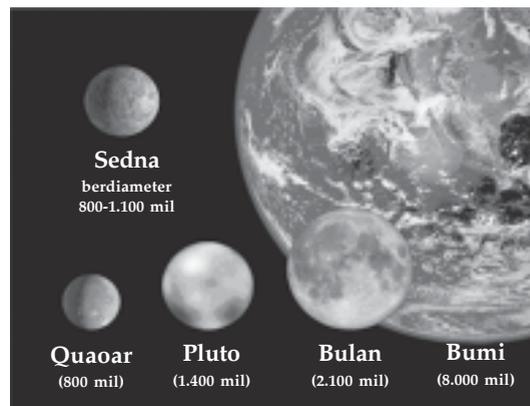
terkecil dan menempati urutan kesembilan-harus “terpentat” dari daftar planet anggota tata surya. Dengan demikian, berdasarkan resolusi ke-26 IAU, jumlah planet anggota Tata Surya tidak lagi sembilan, melainkan hanya delapan.

Keputusan ini juga sekaligus mematahkan usulan penambahan tiga anggota baru Tata Surya, yakni Ceres, Charon, dan 2003 UB313. Ceres adalah asteroid terbesar dalam sistem Tata Surya, Charon adalah satelit (bulan) mayor Pluto, dan 2003 UB313 adalah objek yang berada di luar wilayah Tata Surya dan disebut sebagai *Kuiper Belt* (Sabuk Kuiper). Bersama tiga calon anggota Tata Surya yang tereliminasi inilah Pluto akan “menjalani” status barunya sebagai *dwarf planet* alias planet kerdil.

Para ahli astronomi menyepakati definisi planet. Menurut kesepakatan itu, benda angkasa disebut planet jika memiliki ukuran cukup besar dan berada tetap di garis orbitnya selama mengitari matahari, serta tidak tumpang tindih dengan planet lain. Menurut para ahli, garis orbit Pluto tumpang tindih dengan orbit Neptunus, sehingga secara otomatis (karena ukurannya lebih kecil) Pluto terdiskualifikasi dari klasifikasi planet.

Pada tanggal 15 Maret 2004 astronomer dari Caltech, Gemini Observatory, dan Yale University mengumumkan penemuan baru benda langit kesembilan dari matahari. Benda langit ini dinamakan Sedna yang diambil dari nama Dewi Laut di Arktik. Sedna ini berjarak 90 kali lipat daripada jarak matahari ke bumi, dengan bentuk orbit yang ekstrem elips (<http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/sedna>).

Sedna adalah sebuah objek trans-Neptunus yang ditemukan oleh Michael E. Brown (Caltech), Chad Trujillo (Gemini Observatorium), dan David Rabinowitz (Universitas Yale) pada tanggal 14 November 2003. Pada waktu ditemukan, Sedna merupakan benda langit dalam Tata Surya terjauh yang pernah diamati pada saat itu. Diameter Sedna sekitar 1.180 sampai 1.800 km dengan massa  $1,7 - 6,1 \times 10^{21}$  kg. *Perihelion* Sedna 76,156 AU sedangkan *aphelion*-nya 975,056 AU. Sedna membutuhkan waktu 12.000 tahun untuk satu kali mengorbit matahari.



Gambar 2.21 Perbandingan ukuran Bumi, Sedna, dan Pluto (sumber: Wikipedia Indonesia, 2006)

#### 4. Proses Terjadinya Bumi dan Tata Surya

Hasil pantauan teleskop dari Bumi planet-planet terletak hampir pada satu bidang datar di sekeliling Matahari, melahirkan perkiraan atau hipotesis atau teori yang hampir sama tentang terjadinya Tata Surya, yaitu bahwa planet-planet lahir dari matahari atau kelahiran planet dari ujud yang sama dengan matahari. Bidang datar tempat planet-planet yang hampir sebidang dengan ekuator matahari memberikan penjelasan tentang massa asal planet itu telah berputar sejak benda langit itu terbentuk.

Sebagian gas dari matahari yang terlepas dan terus-menerus berputar adalah proses awal terbentuknya bumi kita. Jadi, Bumi merupakan sebagian gumpalan gas yang berasal dari matahari. Walaupun terlepas dari gumpalan induk, gumpalan besar tersebut tetap berputar terus-menerus mengelilingi gumpalan induk yang lebih besar yaitu matahari. Beberapa gumpalan besar lain yang terlepas dan terpisah dari gumpalan gas matahari tetap berputar sehingga mengalami proses pendinginan dan menjadi padat. Beberapa gumpalan yang mendingin dan memadat itu sekarang membentuk planet-planet yang mengelilingi matahari yaitu: Merkurius, Venus, Bumi, Mars, Yupiter, Saturnus, Uranus, dan Neptunus. Planet terakhir dan terjauh ditemukan melalui rekaman teleskop ruang angkasa Spitzer yang diluncurkan 23 Agustus 2003, planet tersebut dinamai Sedna. Sebagian gumpalan tidak hanya terlepas dari planet-planet, tetapi juga bergerak berputar dan mengelilingi gumpalan induknya (planet). Bulan dan satelit adalah gumpalan yang terlepas dari planet. Walaupun saat ini Sedna merupakan planet terjauh dari pusat Tata Surya, tidak tertutup kemungkinan akan ditemukan kembali planet yang lebih jauh dari Sedna. Hal tersebut hanya akan terjadi jika kemampuan teknologi dan ilmu pengetahuan tentang astronomi selalu dikembangkan keberadaannya.

Bumi yang terjadi dari pendinginan dan pepadatan gas terus-menerus berputar. Perputaran ini menyebabkan Bumi bertambah dingin sehingga gas di atas bumi berubah menjadi cairan dan padatan. Permukaan bumi yang terdiri atas cairan dan padatan merupakan permukaan bumi yang dapat digunakan sebagai tempat dan habitat hidup manusia, hewan, tumbuhan, dan makhluk hidup lain.



*Gambar 2.22* Observatorium di Gunung Mauna Kea Hawaii (sumber: *Astronomy Today*, 1996, hlm. 116)

Seluruh kejadian di atas memerlukan waktu yang sangat lama. Proses terjadinya Bumi hingga menjadi tempat hidup manusia dan makhluk hidup lainnya telah terjadi berjuta-juta tahun lamanya.

Bagian inti Bumi merupakan gumpalan materi yang paling berat massanya, sedangkan kerak Bumi didominasi oleh unsur magnesium dan silikon. Inti bumi lebih didominasi oleh unsur besi dan nikel. Untuk mengukur ketebalan lapisan-lapisan penyusun kerak bumi digunakan gelombang gempa, dan gelombang yang dipantulkan oleh suatu lapisan tertentu sangat tergantung pada kecepatan gelombang pada lapisan itu. Dengan menggunakan metode ini perkiraan ketebalan lapisan-lapisan penyusun kerak bumi akan dapat diketahui.

Beberapa hipotesis yang menjelaskan proses terjadinya Bumi dan Tata Surya sebagai berikut.

#### **a. Hipotesis Kabut**

Immanuel Kant (1724–1804), seorang ahli filsafat berkebangsaan Jerman, menjelaskan bahwa hipotesis solar nebula ini merupakan hipotesis yang paling tua dan paling terkenal mengenai terjadinya Tata Surya. Dijelaskannya pula bahwa matahari, Bumi, dan planet lain awalnya merupakan satu kesatuan yang berupa gumpalan kabut yang berputar perlahan-lahan, kemudian inti kabut menjadi gumpalan gas yang kemudian menjadi matahari, sedangkan bagian kabut di sekelilingnya membentuk planet-planet dan satelit-satelit.

#### **b. Hipotesis Planetesimal**

Teori Planetesimal yang berarti planet kecil dalam penelitian berjudul "The Origin of the Earth" atau "Asal Mula Terjadinya Bumi" telah dikemukakan oleh Thomas C. Chamberlin, seorang ahli geologi berkebangsaan Amerika Serikat, pada tahun 1916.

Dalam teori ini dikatakan awal pembentukan planet mirip kabut pijar, karena di dalam kabut itu terdapat material padat yang berhamburan yang disebut planetesimal. Setelah itu, sebuah bintang (sama dengan matahari) berpapasan dengan matahari pada jarak yang tidak jauh sehingga terjadi pasang naik pada permukaan matahari, dan sebagian massa matahari tertarik ke arah bintang yang mendekat tersebut.

Ketika bintang tersebut menjauh dari matahari sebagian massa matahari jatuh dan menyatu kembali dengan matahari, tetapi sebagian yang lain berhamburan di angkasa sekitar matahari membentuk planet-planet kecil yang beredar pada orbit masing-masing.

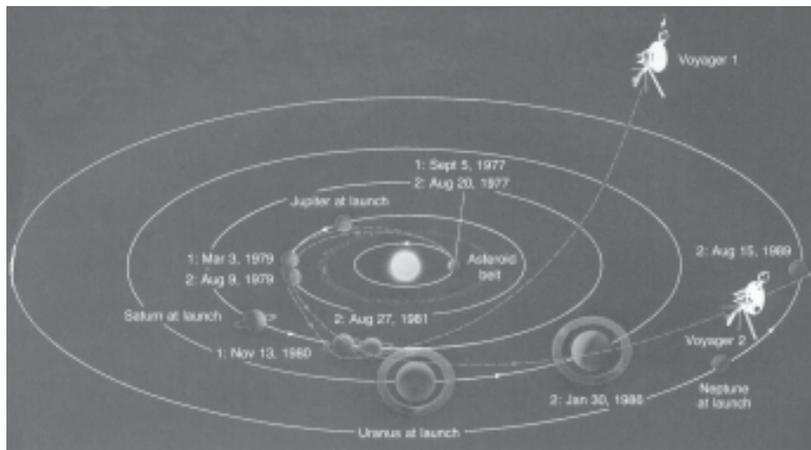
#### **c. Hipotesis Pasang Surut Gas**

Teori ini berdasarkan hipotesis bahwa pada awal kejadiannya sebuah bintang yang hampir sama besarnya dengan matahari bergerak bersimpangan dengan matahari, dan menimbulkan pasang pada permukaan matahari. Pasang tersebut berbentuk menyerupai cerutu yang

sangat besar. Bentuk cerutu tersebut bergerak mengelilingi matahari dan pecah menjadi sejumlah butir-butir tetesan kecil. Karena perbedaan besar kecilnya butir sehingga massa butir yang lebih besar menarik massa butir yang lebih kecil, dari proses tersebut membentuk gumpalan yang semakin besar sebesar planet-planet. Demikian seterusnya sehingga terbentuklah planet dan satelit yang ada sekarang ini. Teori ini lebih dikenal dengan nama Hipotesis Tidal James-Jefries yang ditemukan pada tahun 1917 oleh sarjana berkebangsaan Inggris bernama James Jeans dan Herald Jeffries.

#### d. Hipotesis Peledakan Bintang

Teori ini menjelaskan adanya sebuah bintang sebagai kawan matahari, kemudian terjadi evolusi antara matahari dan bintang tersebut. Ada bagian yang memadat dan terjebak di dalam orbit keliling matahari, sebagian lagi meledak dan bebas di ruang angkasa. Keberadaan teori ini didukung oleh banyak ahli astronomi yang telah membuktikan adanya bintang kembar.



Gambar 2.23 Misi Voyager 1 dan Voyager 2 untuk meneliti alam semesta (sumber: *Astronomy Today*, 1996, hlm. 140)

#### e. Hipotesis Kuiper

Hipotesis ini dikemukakan oleh astronom bernama Gerard P. Kuiper (1905–1973). Ia mengatakan bahwa semesta terdiri atas formasi bintang-bintang, di mana dua pusat yang memadat berkembang dalam suatu awan antarbintang dari gas *hidden*. Pusat yang satu lebih besar daripada pusat yang lainnya dan kemudian memadat menjadi bintang tunggal yaitu matahari.

Kemudian kabut menyelimuti pusat yang lebih kecil yang disebabkan oleh adanya gaya tarik dari massa yang lebih besar yang menyebabkan awan yang lebih kecil menjadi awan yang lebih kecil lagi yang disebut *protoplanet*.

Jika awan mempunyai ukuran yang sama akan terbentuk bintang ganda yang sering terjadi di alam semesta. Pada saat matahari memadat, ia akan menjadi begitu panas sehingga sebagian besar energi radiasi dipancarkan. Energi yang terpancar tersebut mampu mendorong gas-gas yang lebih terang, seperti hidrogen dan helium, dari awan yang menyelubungi protoplanet-protoplanet yang paling dekat ke matahari.

### Latihan Individu

1. Sebutkan dan jelaskan hipotesis-hipotesis tentang terjadinya Bumi dan Tata Surya?
2. Apakah pengertian dari planet-planet dalam dan planet-planet luar? Sebutkan planet-planet di dalamnya!
3. Apakah perbedaan antara anggapan antroposentris, geosentris, dan heliosentris? Jelaskan!
4. Sebutkan beberapa ilmuwan yang berjasa dalam teori galaksi, Tata Surya, dan jagad raya! Jelaskan dengan singkat apa yang telah mereka kemukakan?

### Tugas Kelompok

Buatlah dalam bentuk tabel perbedaan hipotesis-hipotesis tentang terjadinya Bumi dan Tata Surya! Menurut kamu, hipotesis manakah yang paling tepat? Jelaskan!

#### Info Geografi



#### Tata Surya Baru

Setelah melayangkan pandangan sejauh jutaan kilometer, sekelompok astronom menemukan Tata Surya baru. Penemuan ini dilandaskan pada sebuah planet yang amat mirip Jupiter. Planet ini terlihat jelas pada sebuah teleskop 3,9 meter milik **Anglo-Australian Telescope** di New South Wales, Australia. Hasilnya dipaparkan dalam sebuah konferensi di Paris, 3 Juli 2003. Di antara ratusan penemuan, planet yang baru ditemukan itu diyakini paling mirip Tata Surya kita. Orbitnya mirip orbit Jupiter. Caranya mengelilingi bintang **HD70642** yang menjadi "mataharinya", pun amat mirip dengan planet di Tata Surya kita. "Planet baru ini memiliki orbit melingkar yang besarnya tiga perlima besar lintasan orbit Jupiter. Bentuk dan ukurannya juga mirip dengan orbit planet di Tata Surya kita," kata **Hugh Jones** dari Universitas John Moores Liverpool. Planet baru yang ditemukan ini diperkirakan memiliki massa dua kali massa Jupiter. Ia mengelilingi bintang HD70642 selama

enam tahun. HD70642 sendiri dapat ditemukan di rasi bintang Puppis. Jaraknya sekitar 90 tahun cahaya dari Bumi. Planet baru yang belum diberi nama itu berada 3,3 kali lebih jauh. Diperkirakan keduanya terpaut sejauh setengah jarak Mars dan Jupiter. (ttg)

Sumber: [www.angkasa-online.com](http://www.angkasa-online.com)

## Rangkuman

1. Galaksi adalah kumpulan planet, bintang, gas, debu, nebula, dan benda-benda langit lainnya yang membentuk pulau-pulau di dalam ruang hampa jagad raya.
2. Jagad raya adalah alam semesta yang sangat luas dan tidak terukur, terdiri dari berjuta benda-benda angkasa, dan beribu-ribu kabut gas atau kelompok nebula, kemudian kabut gas tersebut tersusun menjadi gugusan bintang.
3. Tata Surya terdiri dari satu matahari dan semua benda langit yang beredar mengelilinginya.
4. Hipotesis yang menjelaskan terjadinya bumi dan tata surya terdiri dari Hipotesis Kabut, Hipotesis Planetesimal, Hipotesis Pasang Surut Gas, Hipotesis Peledakan Bintang, dan Hipotesis Kuiper.
5. Lempeng tektonik mengalami aktivitas pergerakan mulai dari awal mula terbentuknya bumi sampai sekarang ini sehingga kerak bumi terus-menerus mengalami perubahan dan perkembangan. Lempengan-lempengan tersebut bergerak saling menjauh, ada pula yang bergerak saling mendekat dan saling bertabrakan.

## Uji Kompetensi

### I. Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap paling tepat!

1. Benua Asia terdiri dari tiga lempeng benua besar antara lain ....
  - a. Pasifik, Thailand, dan Indonesia
  - b. Pasifik, Eurasia, dan Hindia
  - c. India, Pasifik, dan Indonesia
  - d. Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia
  - e. India, Eurasia, dan Atlantik

2. Gerakan menjauh antara lempeng tektonik Amerika Utara dan Eurasia tidak menimbulkan kondisi ....
  - a. munculnya kepulauan vulkanik Islandia
  - b. munculnya igir Atlantik
  - c. bergesernya sebagian Samudra Atlantik
  - d. pembentukan dasar baru Samudra Atlantik
  - e. adanya retakan dasar Samudra Atlantik
  
3. Teori tentang persamaan geologi Amerika Selatan, India, Australia, dan Antartika yang pada awalnya merupakan satu benua Pangea dipopulerkan oleh Edward Suess yang meneruskan teori dari ....
  - a. Socrates
  - b. Descartes
  - c. Edward Suess
  - d. A.L. Wegener
  - e. Galileo
  
4. Berikut ini adalah bukti yang paling tepat yang membuktikan bahwa benua-benua sekarang masih terus mengalami pergerakan dan pergeseran, yaitu ....
  - a. makin dalamnya palung-palung laut
  - b. makin jauhnya jarak kutub utara dan kutub selatan
  - c. makin melebarnya materi yang terdapat di alur-alur dalam samudra
  - d. makin seringnya terjadi gempa bumi
  - e. makin tingginya kubah gunung-gunung berapi
  
5. Di daerah di mana dua lempeng bergerak saling menjauhi tidak akan mengalami fenomena ....
  - a. adanya aktivitas gempa di dasar laut
  - b. adanya aktivitas vulkanisme laut dalam
  - c. adanya peregangan lempeng dan tumbukan kedua tepi lempeng
  - d. adanya pembentukan pulau-pulau baru
  - e. adanya pembentukan tanggul dasar samudra
  
6. Pada daerah di mana dua lempeng tektonik saling berpapasan terjadi geseran mendatar yang tidak menyebabkan ....
  - a. adanya fenomena sinklinal dan antiklinal
  - b. adanya fenomena lipatan dan pembalikan relief
  - c. adanya fenomena intrusi dan ekstrusi
  - d. terjadinya gempa yang tidak kuat
  - e. tanggul dasar samudra yang tidak berkesinambungan

7. Timbunan campuran yang dalam geologi dikenal dengan nama batuan *bancuh* atau *melange* merupakan akibat dari aktivitas lempeng yang saling ....
  - a. menjauh satu dengan yang lain
  - b. berpapasan dan bergeser satu dengan yang lain
  - c. bertemu dan menunjam satu dengan yang lain
  - d. sejajar dan bergesekan satu dengan yang lain
  - e. bertindihan satu dengan yang lain
8. Proses penunjaman lempeng Indo-Australia di bawah lempeng Eurasia tidak membentuk fenomena ....
  - a. Pegunungan Himalaya
  - b. Teluk Carpentaria
  - c. pegunungan di Filipina
  - d. parit Sunda dan Jawa
  - e. busur gunung api Indonesia
9. Alam semesta yang sangat luas dan tidak terukur, mencakup berjuta benda angkasa, dan beribu-ribu kabut gas atau kelompok nebula disebut ....
  - a. alam raya
  - b. galaksi
  - c. jagad raya
  - d. alam semesta
  - e. rasi perbintangan
10. Anggapan tentang jagad raya yang menyatakan bahwa semua benda langit mengelilingi bumi yang muncul pada abad ke-6 adalah anggapan ....
  - a. heliosentris
  - b. geosentris
  - c. geometris
  - d. geografis
  - e. antroposentris
11. Planet bumi terletak pada Bimasakti yang berbentuk ....
  - a. bulat
  - b. spiral berpaling
  - c. elips
  - d. spiral
  - e. tak beraturan
12. Hipotesis yang dikenal dengan nama Hipotesis Tidal James Jeffries disebut juga dengan ....
  - a. Hipotesis Peledakan Bintang
  - b. Hipotesis Pasang Surut Kabut
  - c. Hipotesis Pasang Surut Gas
  - d. Hipotesis Planetesimal
  - e. Hipotesis Pasang Surut Bintang

13. Anggapan yang menyatakan bahwa manusia sebagai pusat segalanya dikenal dengan nama antroposentris. Anggapan ini ada sejak ....
  - a. 2000 tahun sebelum Masehi
  - b. abad ke-6 sebelum Masehi
  - c. tahun 1507
  - d. manusia ada di bumi
  - e. manusia primitif
14. Di bawah ini adalah salah satu ciri dari galaksi yaitu ....
  - a. galaksi mempunyai cahaya pantulan
  - b. galaksi berbentuk beraturan
  - c. galaksi lain dapat terlihat berada di luar Galaksi Bimasakti
  - d. jarak antargalaksi tidak terhingga
  - e. galaksi tidak mempunyai cahaya sendiri
15. Galaksi terdiri atas berjuta-juta bintang dan matahari adalah salah satu dari jutaan bintang itu. Tata Surya terdiri dari ....
  - a. satu matahari dan semua benda yang berada di angkasa
  - b. satu matahari dan semua benda yang mengelilinginya
  - c. satu matahari dan semua benda di alam semesta
  - d. satu matahari dan semua planet
  - e. satu matahari, bulan, dan bintang

## II. Kerjakanlah tugas di bawah ini!

1. Sebutkan ciri-ciri galaksi! Jelaskan!
2. Jelaskan yang disebut jagad raya! Sebutkan teori tentang terjadinya jagad raya!
3. Ada berapa hipotesis tentang terjadinya Bumi dan Tata Surya? Jelaskan!
4. Apakah yang kamu ketahui tentang *melange*?
5. Apakah yang disebut sinklinal dan antiklinal?
6. Mengapa wilayah Indonesia rawan bencana gempa bumi dan tsunami?
7. Siapakah yang meneruskan teori Descartes tentang persamaan geologi benua Pangea?
8. Apa kelemahan teori kontraksi Descartes?
9. Apakah yang ditemukan Hubble mengenai jagad raya?
10. Apakah yang disebut homoseista itu?

### III. Tugas

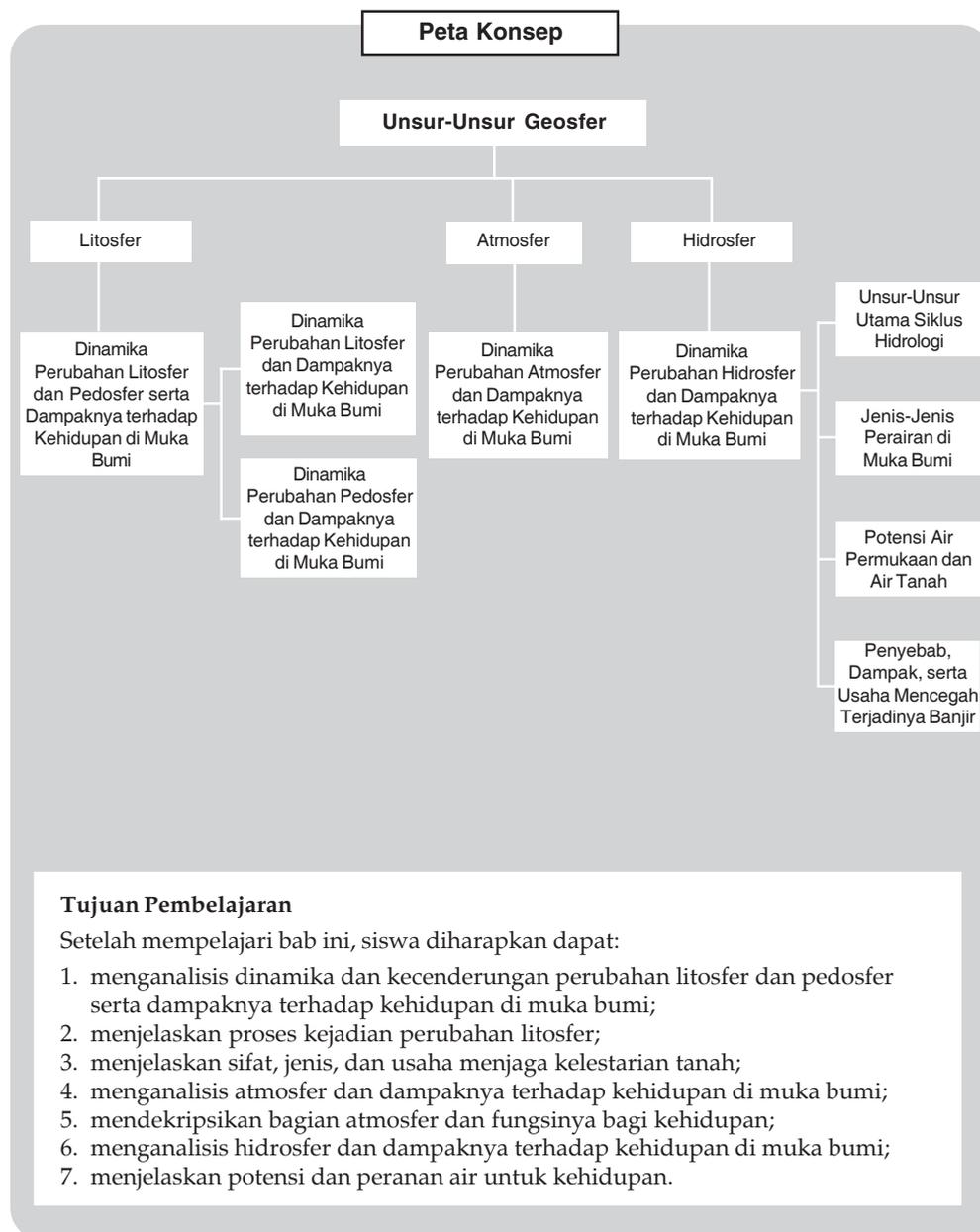
1. Buatlah tulisan yang berhubungan dengan pembentukan muka bumi, proses terjadinya, sejarah terjadinya, karakteristik pelapisan, dan teori lempeng tektonik!
2. Berikanlah analisis tentang (1) fenomena pembentukan igir dasar lautan dan (2) pembentukan jajaran pegunungan. Bandingkan proses terjadinya kedua fenomena tersebut!
3. Berikanlah analisis mengenai teori-teori gerakan benua. Berikan pula komentar kamu mengenai masing-masing teori berdasarkan referensi ilmu pengetahuan saat ini!



#### Portofolio

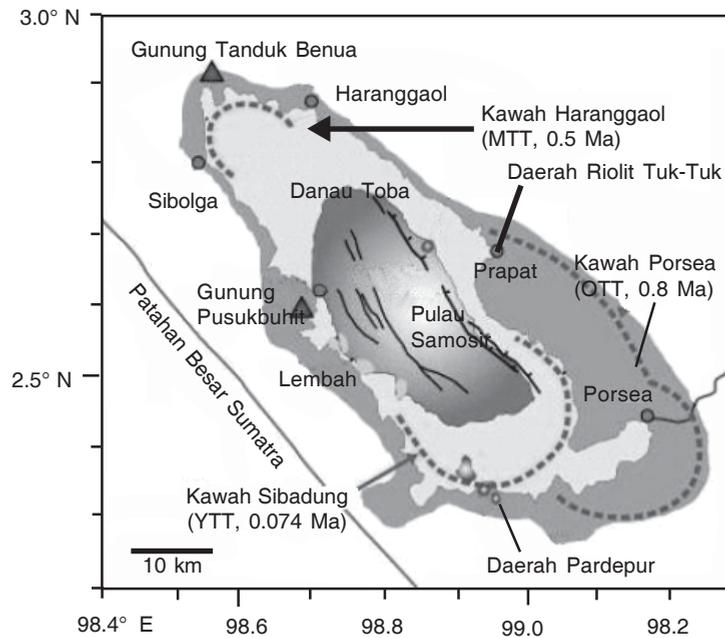
1. Volume kubah baru yang berada di puncak Gunung Merapi bertambah. Berdasarkan hasil pemotretan jarak jauh, kubah baru semakin tinggi. Badan kubah mengembang, diperkirakan volume kubah baru mencapai 3 juta meter kubik. Buatlah suatu analisis tentang hubungan antara pembentukan kubah baru dalam hubungannya dengan perkembangan permukaan bumi!
2. Buatlah gambar dengan menggunakan blok-blok rekonstruksi pergerakan lempeng tektonik hingga menimbulkan gempa bumi dan munculnya jajaran pegunungan!

# Bab 3 Unsur-Unsur Geosfer



Unsur-unsur geosfer di bumi ini tidak terlepas dari beberapa komponen penting yaitu atmosfer, litosfer, pedosfer, dan hidrosfer. Komponen-komponen tersebut selalu mengalami dinamika perubahan secara terus-menerus dan tidak pernah berhenti.

Keempat komponen tersebut secara bersamaan selalu mengalami dinamika perubahan. Dinamika tersebut terjadi pada setiap wilayah di permukaan bumi ini.



**Gambar 3.1** Erupsi magma yang membentuk Gunung Pusukbukit (sumber: [www.pempropsu.go.id](http://www.pempropsu.go.id))

Dinamika perubahan keempat komponen geosfer di atas, semua terjadi di Danau Toba. Dinamika perubahan hidrosfer selalu terjadi di perairan danau karena Danau Toba merupakan danau yang mempunyai fungsi hidrologis penting bagi daerah sekitarnya. Dinamika perubahan litosfer juga selalu terjadi, dilihat dari aktivitas kegempaan, Danau Toba termasuk daerah yang memiliki aktivitas kegempaan yang cukup tinggi, di mana aktivitas kegempaan ini dipengaruhi oleh patahan besar Sumatra. Jumlah kejadian gempa daerah Danau Toba setiap tahun umumnya berkisar 100 kejadian.

Danau Toba merupakan danau vulkano tektonis akibat proses tanah terban (*subsidence*) yang terjadi karena bagian dalamnya berupa magma naik ke permukaan melalui celah tektonik membentuk gunung api. Ruang yang ditinggalkan oleh magma membentuk rongga di dalam kerak bumi dan kemudian beban di permukaan mengalami terban yang terpotong

menjadi beberapa bagian. Bagian yang cukup besar berada di bagian tengah dengan posisi miring ke arah barat berupa Pulau Samosir dan bagian lain yang posisinya lebih rendah selanjutnya tergenang air membentuk danau. Erupsi magma di bagian barat yang muncul ke permukaan membentuk Gunung api Pusukbuhit, sedangkan di sekeliling bagian yang terban terbentuk dinding terjal atau Kawah Rim, secara lengkap dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Fenomena di atas menunjukkan terjadinya dinamika perubahan baik litosfer, pedosfer, maupun biosfer di atasnya.

Dinamika perubahan atmosfer juga selalu terjadi pada atmosfer Danau Toba termasuk ke dalam Tipe E2 menurut klasifikasi Oldeman, dan berdasarkan Schmidt dan Fergusson termasuk Tipe A. Curah hujan tahunan mencapai lebih kurang 2.000 mm, suhu udara berkisar antara 16,5° C hingga 29° C, kelembapan udara rata-rata berkisar 85%, arah angin dominan dari arah tenggara hingga selatan dengan kecepatan rata-rata 3 knots. Kawasan Danau Toba mengalami dua puncak musim hujan sepanjang tahun di mana puncak hujan pertama terjadi pada bulan April dan puncak kedua pada bulan November. Fenomena di atas menunjukkan bahwa kondisi umum Danau Toba sangat dipengaruhi oleh komponen-komponen penting yang setiap saat mengalami dinamika perubahan. (Sumber: Masturyono, BMG)

## **A. Dinamika Perubahan Litosfer dan Pedosfer serta Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi**

### **1. Dinamika Perubahan Litosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi**

#### **a. Struktur Lapisan Kulit Bumi (Litosfer) dan Pemanfaatannya**

##### **1) Pengertian Litosfer**

*Litosfer* merupakan lapisan kulit, berasal dari kata *litos* yang artinya *batu*, *sfeer* atau *sphaira*, yang berarti *bulatan*, sehingga litosfer dapat dikatakan sebagai lapisan batuan atau kulit bumi yang mengikuti bentuk bumi yang bulat. Inti dalam mempunyai jari-jari lebih kurang 1.300 km.

Kulit bumi mempunyai ketebalan yang tidak merata antara kulit bumi bagian dataran dan bagian bawah samudra, di mana kulit bumi di bagian benua atau dataran lebih tebal daripada di bawah samudra. Bumi terdiri atas lapisan-lapisan. Lapisan-lapisan tersebut sebagai berikut.

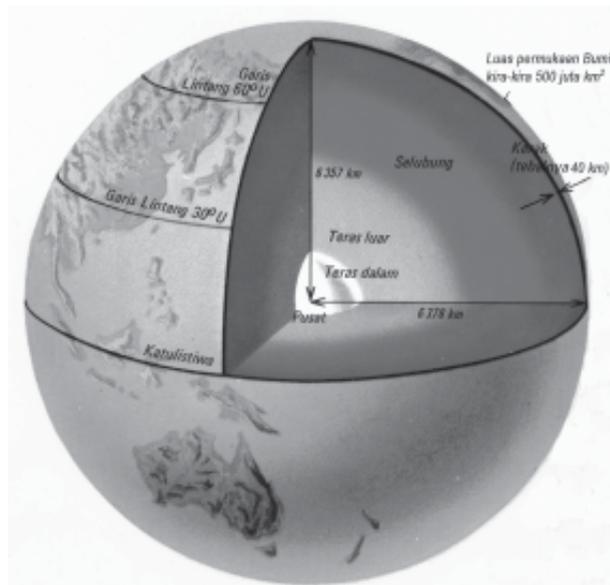
- a) *Barisfer*, terdiri atas bahan padat yang terbentuk dari lapisan *nife* (*niccolum* = nikel dan *ferrum* = besi) dengan jari-jari  $\pm 3.470$  km dan batas luar lebih kurang 2.900 km di bawah permukaan bumi. Lapisan ini merupakan lapisan inti bumi, sehingga litosfer dapat dikatakan sebagai lapisan batuan atau kulit bumi yang mengikuti bentuk bumi yang bulat.

- b) *Lapisan pengantara (asthenosfer/mantle)* adalah bahan cair yang bersuhu tinggi dan pijar. Lapisan pengantara (*asthenosfer/mantle*) ini merupakan lapisan yang terdapat tepat di atas lapisan *nife* dan mempunyai ketebalan lebih kurang 1.700 km, berat jenisnya rata-rata 5 gr/cm<sup>3</sup>.
- c) *Litosfer*, merupakan lapisan yang terdapat di atas lapisan pengantara, mempunyai ketebalan kurang lebih 1.200 km, dengan berat jenis rata-rata 2,8 gr/cm<sup>3</sup>. Dua bagian penyusun litosfer (kulit bumi) sebagai berikut.

(1) Lapisan **Sial**, mempunyai ketebalan rata-rata ± 35 km, merupakan lapisan kulit bumi yang terbentuk dari logam silisium dan aluminium, dengan senyawanya yang berbentuk SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Selain itu, lapisan ini juga mengandung jenis-jenis batuan metamorf, batuan sedimen, granit, andesit, dan batuan lain yang terdapat di daratan benua. Karena sifatnya yang padat dan kaku, lapisan sial disebut juga lapisan kerak. Lapisan kerak ini terdiri atas dua bagian, yaitu kerak samudra dan kerak benua.

(a) *Kerak samudra*, kerak yang terdapat di samudra ini adalah benda padat yang terbentuk dari endapan di dasar laut bagian atas, yang bagian bawahnya terdapat batuan-batuan vulkanik. Lapisan paling bawahnya tersusun dari batuan beku gabro dan peridotit.

(b) *Kerak benua*, merupakan benda padat yang terdiri dari batuan beku granit pada bagian atasnya dan batuan beku basalt pada bagian bawahnya. Kerak ini yang menempati sebagian benua.



**Gambar 3.2** Lapisan bumi (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 72)

(2) Lapisan **Sima**, adalah bahan yang bersifat elastis dengan ketebalan lebih kurang 65 km. Lapisan ini tersusun oleh logam-logam silisium dan magnesium dalam bentuk senyawa SiO<sub>2</sub> dan MgO. Lapisan sial mempunyai berat jenis yang lebih kecil daripada lapisan Sima. Hal ini disebabkan lapisan Sima mengandung besi dan magnesium, yang mengandung mineral feromagnesium dan batuan basalt.

Kulit bumi mengandung berbagai macam batuan, yang dikelompokkan dalam tiga golongan, yaitu *batuan beku*, *batuan sedimen*, dan *metamorf*.

### 1. Batuan Beku

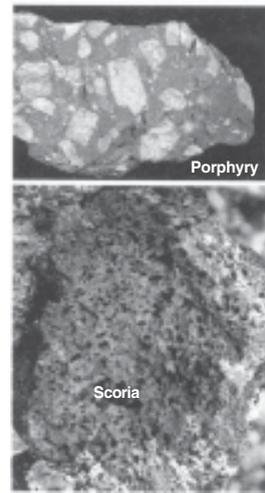
Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari magma pijar yang membeku dan menjadi padat karena proses pendinginan. Berdasarkan tempat terjadinya pendinginan, batuan beku dapat dikelompokkan menjadi tiga, sebagai berikut.

#### a. *Batuan tubir/batu beku dalam*

Batuan tubir hanya terdiri dari kristal, terbentuk jauh di dalam kulit bumi. Bongkahan kristal yang besar-besar terjadi karena proses pendinginan yang berjalan lambat. Contoh batuan ini adalah granit.

#### b. *Batuan leleran/batu beku luar*

Pembekuan batuan ini terjadi di luar kulit bumi sehingga penurunan temperatur terjadi sangat cepat. Pada pembentukannya kadang-kadang magma sama sekali tidak menghasilkan kristal, tetapi ada juga yang membentuk kristal-kristal kecil, sehingga batuan leleran dapat berupa kristal kecil, kristal besar, dan bahan amorf seperti liparit. Namun, ada juga yang berupa bahan amorf saja seperti batu apung.



**Gambar 3.3** Contoh batuan (sumber: *Earth Science*, 1988, hlm. 173)



**Gambar 3.4** Contoh batuan beku (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, 1981, hlm. 88, Tira Pustaka)

#### c. *Batuan korok/batu beku gang*

Batuan korok merupakan batuan yang terbentuk di dalam korok-korok atau gang-gang. Proses pendinginan berlangsung lebih cepat karena berada di dekat permukaan, sehingga batuan ini dapat berupa kristal kecil dan kristal besar, tetapi juga ada yang tidak mengkristal, seperti bahan amorf. Contohnya: granit fosfir.

## 2. Batuan Sedimen (Batuan Endapan)

Pelapukan yang dialami oleh batuan beku menyebabkan struktur batuan yang mudah lepas. Bagian yang lepas akan mudah terbawa air, angin, atau es. Bagian yang terangkut ini akan terendap di suatu tempat. Bagian batuan yang mengendap ini lama-kelamaan akan menumpuk dan mengeras membentuk batuan sedimen. Pengerasan batuan ini disebut dengan pembaruan.

Jika ditinjau dari tempat terjadinya pengendapan, batuan sedimen dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, sebagai berikut.

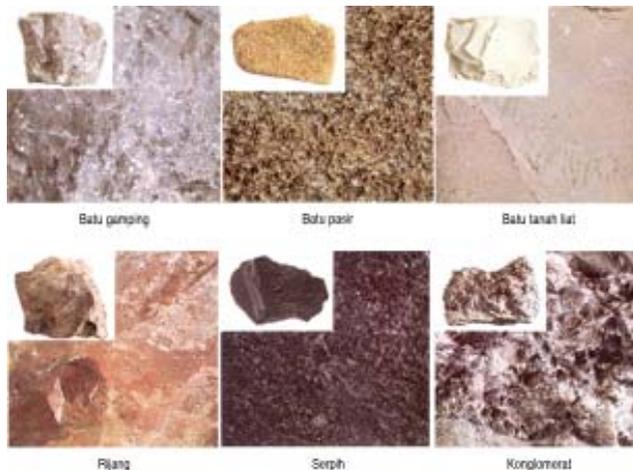
- a. Batuan sedimen kontinental, merupakan batuan sedimen yang pengendapannya terjadi di laut, misalnya, tanah los dan tanah gurun pasir.
- b. Batuan sedimen marine, merupakan batuan sedimen yang pengendapannya terjadi di laut, misalnya, endapan radiolaria di laut dalam, lumpur biru di pantai, dan lumpur merah.
- c. Batuan sedimen lakustre, merupakan batuan sedimen yang pengendapannya terjadi di danau, misalnya, tuf danau dan tanah liat danau.

Ditinjau dari perantara atau mediumnya, batuan sedimen dapat dibagi menjadi tiga golongan.

- a. Batuan sedimen *aquatis* (*aqua* = air)
  - 1) batu pasir,
  - 2) konglomerat, merupakan batuan sedimen yang berbentuk batu-batu bulat yang berdekatan satu sama lain, dan
  - 3) breksi, merupakan batuan sedimen yang bersudut-sudut tajam yang berdekatan satu sama lain.

- b. Batuan sedimen glasi-al, merupakan batuan sedimen yang terbentuk karena lapukan batuan beku yang diangkut oleh es, contohnya: moraine.

- c. Batuan sedimen *aeris* atau *aeclis*, merupakan batuan sedimen yang terbentuk karena lapukan batuan beku yang diangkut oleh angin. Contohnya: tanah pasir di gurun, tanah tuf, dan tanah los.



Gambar 3.5 Contoh batuan sedimen (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 89)

### 3. Batuan Metamorf

Batuan metamorf dapat berasal dari batuan beku atau batuan sedimen yang telah mengalami perubahan. Perubahan dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, antara lain, sebagai berikut.

#### a. Tekanan tinggi

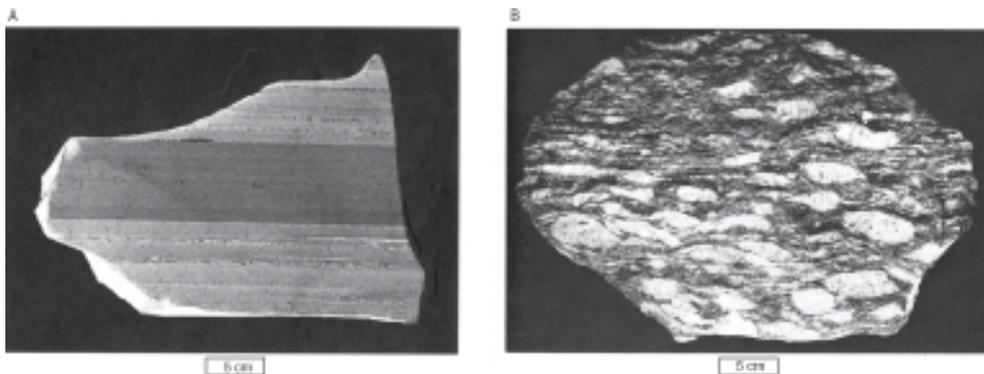
Adanya endapan yang tebal yang terdapat di bagian atasnya mengakibatkan tekanan yang tinggi pada batuan. Misalnya: batu pasir dari pasir.

#### b. Suhu tinggi

Suhu tinggi berasal dari magma. Batuan ini berdekatan dengan dapur magma sehingga metamorfosis ini disebut metamorfosis kontak. Misalnya: antrasit dari batu bara dan marmor dari batu kapur.

#### c. Tekanan dan suhu tinggi

Pada waktu proses pembentukan pegunungan terjadi tekanan dan suhu tinggi karena peristiwa pelipatan dan pergeseran. Proses dan perubahan ini disebut metamorfosis dinamo. Contohnya: batu *chist* dan *shale*.



Gambar 3.6 Contoh batuan metamorf (sumber: *The Evolving Earth: a Text in Physical Geology*, (Collier Macmillan, 1978, hlm. 75)

### Tugas Individu

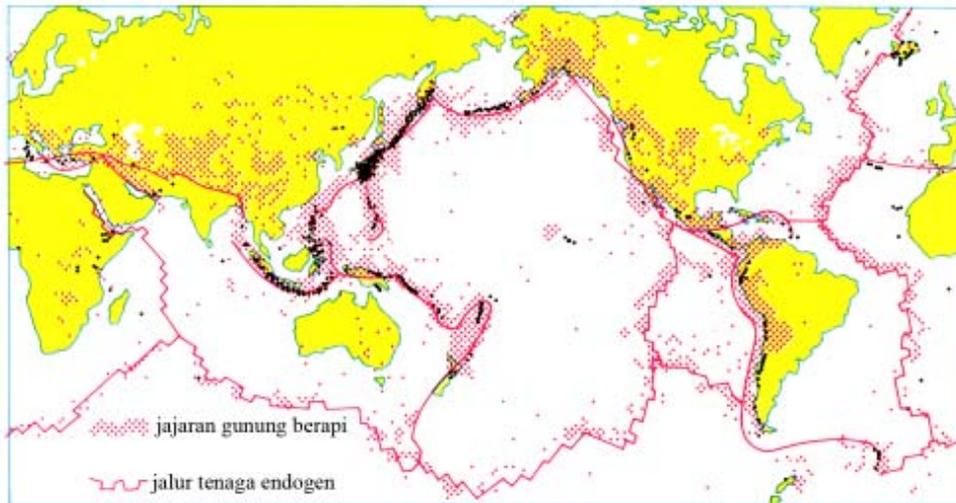
1. Sebutkan lapisan-lapisan kulit bumi! Jelaskan masing-masing!
2. Ada berapa jenis batu sedimen? Sebutkan!
3. Ada berapa penyebab terjadinya batuan metamorf? Jelaskan!

### b. Macam-Macam Bentuk Muka Bumi sebagai Akibat Proses Vulkanisme, Gempa Bumi, dan Diatropisme

#### 1) Tenaga yang Mengubah Bentuk Permukaan Bumi

Tenaga yang mengubah bentuk permukaan bumi terdiri atas tenaga endogen dan eksogen.

- a) *Tenaga endogen*, adalah tenaga yang berasal dari dalam bumi. Bentuk relief di permukaan bumi dapat dibentuk dari tenaga ini. Tenaga endogen meliputi tektonik dan vulkanik.



**Gambar 3.7** Peta jalur tenaga endogen dunia yang menimbulkan gempa bumi dan memunculkan jajaran gunung api (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, Pustaka Widya, 1978, hlm. 81)



**Gambar 3.8** Peta lempeng-lempeng utama yang merupakan bagian-bagian kerak bumi (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, Pustaka Widya, 1978, hlm. 76)

- b) *Tenaga eksogen*, adalah tenaga yang berasal dari luar bumi, bersifat merusak bentuk-bentuk permukaan bumi. Tenaga eksogen meliputi pelapukan (*weathering*) dan erosi (pengikisan).

Tenaga endogen dan eksogen sangat berpengaruh terhadap bentuk muka bumi.

## 2) Gejala Vulkanisme

Peristiwa yang berhubungan dengan naiknya magma dari dalam perut bumi disebut dengan *vulkanisme*. Campuran bebatuan dalam keadaan cair, liat, serta sangat panas disebut dengan *magma*. Tingginya suhu magma dan banyaknya gas di dalam magma menimbulkan aktivitas magma. Magma itu dapat berupa gas, padat, dan cair.

Gunung api merupakan tempat di permukaan bumi yang pernah atau masih mengeluarkan magma. Ditinjau dari bentuk dan proses terjadinya, gunung berapi dapat dibedakan menjadi tiga, sebagai berikut.

a) *Gunung api kerucut (strato)*

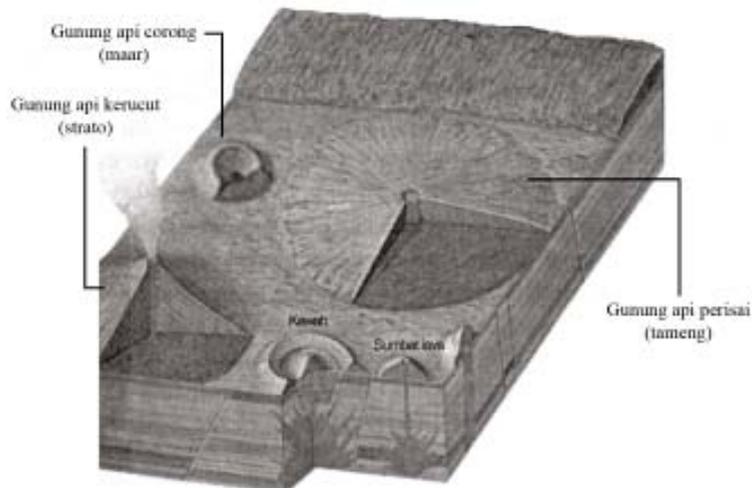
Jenis gunung api yang banyak terdapat di Indonesia ini berbentuk menyerupai kerucut, terbentuk dari adanya letusan dan lelehan (efusi), yang terjadi secara bergantian. Gunung ini disebut lava gunung api strato karena bahannya berlapis-lapis.

b) *Gunung api corong (maar)*

Bentuk gunung api ini menyerupai danau kecil (danau lava gas kawah). Keadaan ini terbentuk karena letusan lava padat (eksplosi). Bahannya terdiri dari *efflata*. Kondisi ini seperti yang terjadi di lereng Gunung Lamongan Jawa Timur, Danau Eifel di Prancis, dan di dataran tinggi Prancis Tengah.

c) *Gunung api perisai (tameng)*

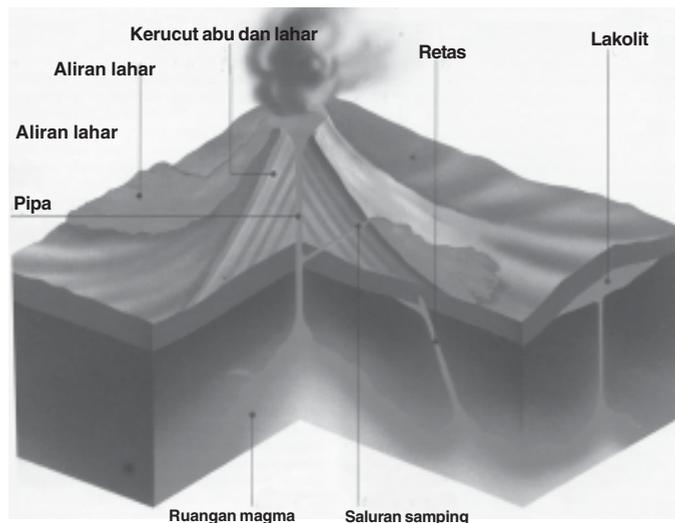
Gunung api perisai ini berbentuk menyerupai perisai, terjadi pada permukaan lereng yang landai dengan kemiringan lereng antara  $1^{\circ}$ – $10^{\circ}$ . Gunung api ini terbentuk karena lelehan maupun cairan yang keluar dan membentuk lereng yang sangat landai. Bahan lavanya bersifat cair sekali. Misalnya: Gunung Mauna Loa dan Gunung Mauna Kea di Hawaii.



**Gambar 3.9** Jenis gunung berdasarkan bentuk dan proses terjadinya (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, Pustaka Widya, 1979, hlm. 105)

Tekanan gas, luasnya sumber/dapur magma, kedalaman dapur magma, dan sifat magma (cair/kental) sangat berpengaruh terhadap kuat atau lemahnya gunung api. Bagian-bagian luar gunung api dapat kita lihat dengan mata kepala. Bagian-bagian itu adalah kaldera, dan bagian yang berada di dalamnya.

- a) *Kaldera*, merupakan bagian kawah kepundan yang sangat besar, luas, dan bertebing curam. Kaldera terbentuk karena sebagian dari puncak gunung api itu gugur atau terbang bersama material gunung api ketika gunung api tersebut meletus dengan dahsyat, seperti yang terjadi pada Kaldera Gunung Krakatau dengan luas 7 km dan Kaldera Gunung Tengger dengan luas 8 km.
- b) *Batolit*, merupakan magma yang menembus lapisan-lapisan batuan dan terjadi pembekuan di tengah jalan.
- c) *Sill*, merupakan magma yang masuk dan berada di antara dua lapisan bahan sedimen dan membeku (intrusi datar).
- d) *Lakolit*, merupakan magma yang masuk dan berada di antara batuan sedimen yang menyebabkan terjadinya tekanan ke atas sampai bagian atas cembung dan bagian bawah datar.



**Gambar 3.10** Contoh lipatan bumi (sumber: *Geografi*, Murnaria Manalu, 2004)

Ditinjau dari aktivitasnya, gunung api dapat dibedakan menjadi tiga golongan berikut.

- a) *Gunung aktif*, merupakan gunung api yang masih beraktivitas, mengeluarkan asap pada kawahnya, menimbulkan gempa dan letusan, seperti Gunung Merapi dan Gunung Stromboli.

- b. *Gunung istirahat*, merupakan gunung api yang sedang istirahat tetapi sewaktu-waktu dapat meletus dan kemudian istirahat kembali, seperti Gunung Ciremai.
- c. *Gunung mati*, merupakan gunung api yang sejak tahun 1600 sudah tidak meletus lagi, misalnya, Gunung Patuha dan Gunung Sumbing.

### **Berbagai Macam Bahan yang Dikeluarkan oleh Tenaga Vulkanisme**

#### a. *Benda Cair*

Benda cair terdiri atas berikut.

- (1) *Lava*, adalah magma yang telah keluar.
- (2) *Lahar panas*, merupakan campuran magma dan air, berupa lumpur panas mengalir.
- (3) *Lahar dingin*, terdiri dari batu, pasir, dan debu di puncak gunung. Jika hujan lebat, air hujan itu akan bercampur dengan debu dan pasir yang merupakan bubur kental. Lahar dingin ini akan mengalir ke bawah melalui lereng dan jurang-jurang dengan deras sehingga dapat menyapu bersih semua yang dilaluinya. Derasnya lahar dingin yang tidak terbendung akan mengakibatkan tertutupnya sawah-sawah, terbendungnya sungai-sungai dan saluran-saluran air. Kondisi ini akan dapat menimbulkan banjir lahar dingin yang didominasi pasir.

#### b. *Efflata* (bahan padat)

Berdasarkan asalnya, *efflata* dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu *efflata antogen/pyrodastic* atau *efflata* yang berasal dari magma sendiri dan *efflata allogen* atau *efflata* yang berasal dari bebatuan yang berada di sekitar pipa kawah yang ikut terlempar. Menurut ukurannya, *efflata* dapat dibedakan atas bom (batu besar-besar), lapili (batu sebesar kacang/kerikil), pasir, debu, dan batu apung (batu yang penuh pori udara).

#### c. *Bahan gas (ekshalasi)*

Bahan gas terdiri atas:

- (1) *solfatar*, yaitu gas ( $H_2S$ ) yang keluar dari lubang;
- (2) *fumarol*, yaitu tempat yang mengeluarkan uap air;
- (3) *mofet*, yaitu tempat yang mengeluarkan  $CO_2$  seperti Pegunungan Dieng dan Gunung Tangkuban Perahu.

Selain beberapa bahaya yang disebabkan oleh letusan gunung api, ada juga keuntungan atau manfaat yang dapat dirasakan oleh makhluk hidup, antara lain:

- (1) adanya pelapukan abu yang mengandung garam-garam dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dapat meningkatkan kesuburan tanah sehingga tanah di sekitar gunung berapi menjadi tanah yang subur;
- (2) menjadi daerah tangkapan hujan atau mendatangkan hujan;
- (3) semburan vulkanik dapat memperluas daerah pertanian;

- d. meningkatnya jenis tanaman budi daya (tanaman perkebunan) karena adanya bermacam-macam zona tumbuh-tumbuhan;
- e. menjadikan letak mineral (tambang) dekat dengan permukaan tanah;
- f. udara yang masih segar dan sangat sejuk dapat dijadikan tempat pariwisata dan sanatorium.

### **Peristiwa Post Vulkanis**

Peristiwa yang terdapat pada gunung berapi yang sudah mati atau yang telah meletus sering disebut dengan peristiwa post vulkanis. Peristiwa ini, antara lain, sebagai berikut.

a) *Makdani*

Makdani merupakan sumber mata air mineral yang biasanya panas dan dapat dimanfaatkan untuk pengobatan khususnya penyakit kulit.

b) *Geysir*

Geysir merupakan mata air yang memancarkan air panas secara periodik setiap jam, satu hari, atau satu minggu. Tinggi pancarannya dapat mencapai 10 sampai 100 meter. Contoh: di Selandia Baru, Pulau Islandia, dan Yellowstone National Park (Amerika).

c) *Fumarol*

Fumarol adalah sumber gas yang dapat merupakan:

- (1) *mofet*, adalah sumber gas asam arang ( $\text{CO}_2$ ), contohnya: Gunung Tangkuban Perahu;
- (2) *sumber uap air*, contohnya: fumarol gunung-gunung yang terdapat di Italia dan Islandia;
- (3) *solfatara*, adalah sumber gas belerang ( $\text{H}_2\text{S}$ ), contohnya: Gunung Papandayan, Kawah Manuk, dan Gunung Welirang.

### **3) Gempa Bumi**

Getaran permukaan bumi yang disebabkan oleh kekuatan-kekuatan dari dalam disebut dengan *gempa bumi*. Dilihat dari intensitasnya, terdapat dua macam gempa, yaitu:

- (1) *makroseisme*, merupakan gempa yang intensitasnya besar dan dapat dirasakan tanpa menggunakan alat;
- (2) *mikroseisme*, merupakan gempa yang intensitasnya kecil sekali dan hanya dapat diketahui dengan menggunakan alat perekam.

Berbagai hal mengenai gempa bumi ini perlu kita teliti lebih lanjut supaya kita dapat mengurangi akibat yang ditimbulkannya. Tindakan itu dapat dilakukan dengan adanya peramalan tentang terjadinya dan upaya penanggulangannya. Ilmu yang mempelajari gempa bumi, gelombang-gelombang seismik, serta perambatannya disebut *seismologi*, sedangkan alat untuk mencatat gempa adalah *seismograf*. Ada dua macam seismograf, yaitu:

- (1) *seismograf vertikal*, yaitu seismograf yang mencatat getaran bumi pada arah vertikal;
- (2) *seismograf horizontal*, yaitu seismograf yang mencatat getaran bumi pada arah horizontal.

Besaran (magnitudo) gempa yang didasarkan pada amplitudo gelombang tektonik dicatat oleh seismograf dengan menggunakan skala Richter. Massa yang bebas dari getaran gempa yang disebut massa stasioner.

**Tabel 3.1**  
**Perbandingan Skala Mercalli dan Skala Richter**

Skala Richter	Jumlah Kejadian per Tahun	Skala Mercalli	Kerusakan yang Ditimbulkan
< 3,4	800.000	I	Hanya terekam oleh seismograf
3,5–4,2	30.000	II dan III	Getaran dirasakan oleh manusia yang berada dalam ruangan
4,3–4,8	4.800	IV	Getaran dirasakan oleh banyak orang, jendela, dan benda-benda bergetar
4,9–5,4	1.400	V	Getaran dirasakan oleh setiap orang, piring-piring pecah, pintu terbanting, dan lampu berayun
5,5–6,1	500	VI dan IX	Kerusakan cukup besar pada banyak gedung, cerobong asap runtuh, fondasi rumah bergerak
7,0–7,3	15	X	Kerusakan parah pada bangunan jembatan patah, dinding retak, dan bangunan dari batu runtuh
7,4–7,9	4	XI	Kerusakan hebat, hampir semua gedung runtuh
>8,0	satu kejadian dalam 5–10 tahun	XII	Kerusakan total, gelombang gempa terlihat menjalar di permukaan tanah, benda-benda terlempar ke udara

#### 4) *Diatropisme/Tektonisme/Tektogenesa*

Perubahan letak lapisan bumi secara mendatar atau vertikal disebut *tektonisme*. Bentuk hasil tenaga tektonisme umumnya berupa lipatan dan patahan. Semua gerak naik dan turun yang menyebabkan perubahan bentuk kulit bumi disebut dengan *gerak tektonik*. Gerak ini terbagi menjadi *gerak epirogenetik* dan *gerak orogenetik*.

- a) *Gerak epirogenetik* merupakan gerak atau pergeseran lapisan kulit bumi yang sangat lambat, berlangsung dalam waktu yang lama, dan meliputi daerah yang luas. Ada dua macam gerak epirogenetik.
- (1) *Epirogenetik positif*, yaitu gerak turunnya daratan sehingga terlihat seakan permukaan air laut naik. Keadaan ini akan jelas terlihat jika kita berada di tepi pantai.

Contoh:

1. Turunnya pulau-pulau di Indonesia bagian timur (Kepulauan Maluku dan pulau-pulau barat daya sampai ke Pulau Banda).
  2. Turunnya muara Sungai Hudson di Amerika yang dapat dilihat sampai kedalaman  $\pm 1.700$  meter.
  3. Turunnya lembah Sungai Kongo sampai dengan 2.000 meter di bawah permukaan laut.
- (2) *Epirogenetik negatif*, merupakan gerak naiknya daratan sehingga terlihat seakan permukaan air laut turun.

Contoh:

1. Naiknya Pulau Timor dan Pulau Buton.
  2. Naiknya dataran tinggi Colorado di Amerika.
- b) *Gerak orogenetik*, merupakan gerakan pembentuk pegunungan, relatif lebih cepat daripada gerak *epirogenetik*. Gerakan ini menyebabkan tekanan horizontal dan vertikal di kulit bumi, yang menyebabkan peristiwa dislokasi atau berpindah-pindahinya letak lapisan kulit bumi. Peristiwa ini dapat menimbulkan lipatan dan patahan.

- (1) *Lipatan (kerutan)*

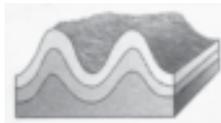
Adanya gerakan tekanan horizontal yang berakibat berkerut dan melipatnya kulit bumi, selain itu juga dapat menyebabkan terbentuknya pegunungan di relief muka bumi. Contoh: pegunungan-pegunungan tua, seperti Pegunungan Ural dan Allegani. Lipatan ini terjadi pada zaman primer; pegunungan muda, seperti rangkaian Sirkum Mediterania dan Sirkum Pasifik yang terjadi pada zaman tersier.

Rangkaian Pegunungan Mediterania dimulai dari Pegunungan Atlas, Alpen, Balkan, Asia Muka, Himalaya, Hindia Belakang, Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, sampai Maluku, sedangkan Sirkum Pasifik memanjang dari pantai Pasifik Amerika, Jepang, Filipina, Papua, Australia, sampai Selandia Baru.

Lipatan dibagi atas tiga lipatan yaitu: lipatan tegak, lipatan condong, dan lipatan rebah. Punggung-punggung lipatan disebut antiklinal dan lembah lipatan disebut sinklinal.

- (2) *Patahan (retakan)*

Gerakan tekanan horizontal dan vertikal menyebabkan retak atau patahnya lapisan kulit bumi. Misalnya: tanah turun (*slenk*), tanah naik (*horst*), dan tanah bungkuk (*fleksur*).



Lipatan tegak  
*Antiklin dan sinklin terletak simetris, relatif terhadap sumbu lipatan yang berada di sampingnya*



Lipatan condong  
*Salah satu unsur pembentuk lipatannya lebih terjal daripada lipatan lainnya*



Lipatan rebah  
*Jika bagian dasar unsur pembentuk lipatan mengalami lipatan sangat kuat sehingga rebah*

**Gambar 3.11** Contoh lipatan bumi (sumber: *Geografi*, Murnaria Manalu, 2004)

### c. Ciri Bentang Alam sebagai Akibat Proses Pengikisan dan Pengendapan

#### 1) **Pelapukan, Pengikisan, dan Erosi**

Cuaca, temperatur, air, atau organisme sangat berpengaruh terhadap pelapukan batuan. Perusakan batuan karena adanya pengaruh cuaca, temperatur, air, atau organisme itulah yang disebut *pelapukan*. Perbedaan cuaca pada musim hujan dan musim panas serta temperatur yang tinggi dan rendah, sangat berpengaruh pada proses pelapukan batuan. Pelapukan hanya terjadi pada lapisan kulit bumi bagian luar yang ketebalannya sangat dipengaruhi oleh peristiwa penyebab pelapukannya. Pada daerah tropis mempunyai ketebalan yang lebih besar jika dibandingkan dengan di daerah sedang. Ketebalan di daerah tropis mencapai 100 m.

Gaya berat sangat berpengaruh pada lapisan pelapukan batuan yang terdapat di lereng-lereng pegunungan. Erosi pada lereng pegunungan akan mengangkut bagian teratasnya. Pada peristiwa pelapukan sering terdengar istilah *denudasi*. Tahukah kalian apakah denudasi itu? Denudasi dapat terjadi jika kecepatan pelapukan batu-batuan tidak dapat mengikuti kecepatan runtuhnya lapisan batuan yang lapuk, yang menyebabkan terkupas dan terbukanya batuan yang asli.

Di alam ini terdapat tiga macam pelapukan, antara lain, sebagai berikut.

##### a) Pelapukan Kimiawi

Pelapukan kimiawi terjadi karena batu-batuan mengalami perubahan kimiawi. Pelapukan ini disebabkan oleh air dan panas. Pelapukan kimiawi banyak terjadi di Indonesia. Ini disebabkan curah hujan di Indonesia sangat tinggi. Air hujan mempermudah terjadinya pelapukan kimiawi. Selain air

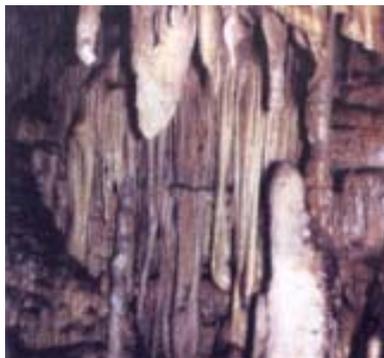
hujan pelapukan juga dipercepat oleh tumbuh-tumbuhan yang terdapat di Indonesia.  $\text{CO}_2$  banyak dikeluarkan oleh tumbuh-tumbuhan selain akarnya dapat mengeluarkan asam yang memudahkan terjadinya proses kimiawi. Air yang banyak mengandung  $\text{CO}$  (zat asam arang) dapat dengan mudah melarutkan batu kapur ( $\text{CaO}_3$ ). Peristiwa ini disebut dengan pelarutan yang dapat menimbulkan gejala-gejala *karst*.

Yang termasuk gejala-gejala karst, antara lain, sebagai berikut.

- (1) *Dolina*, merupakan lubang-lubang berbentuk corong, yang terbentuk karena peristiwa erosi (pelarutan) atau runtuh. Akibat yang ditimbulkan oleh dolina dapat terlihat pada puncak-puncak pegunungan kapur. Puncak-puncak itulah yang merupakan sisa pelarutan, sedangkan dolina-dolina yang melebur di antaranya terlihat sebagai lembah.
- (2) *Stalaktit dan stalagmit*. Kapur tebal yang terdapat pada atap gua memudahkan udara masuk ke dalam. Keadaan ini menyebabkan terbentuknya kerucut-kerucut kapur yang disebut *stalaktit* dan *stalagmit*. Kerucut-kerucut kapur yang bergantung pada atap gua adalah stalaktit, sedangkan kerucut-kerucut kapur yang berdiri pada dasar gua disebut stalaktit. Jika stalaktit dan stalagmit bersentuhan, akan membentuk tiang kapur. Misalnya: Gua Gong dan Gua Tabuhan di dekat Pacitan, Jawa Timur, Gua Lawa di Purwokerto, dan Gua Jatijajar dekat Kebumen, Jawa Tengah.
- (3) *Gua dan sungai dalam tanah*. Retakan dalam tanah kapur akan menjadi besar dan menjadi lubang-lubang atau gua-gua karena pengaruh pelarutan. Jika di dalam tanah lubang-lubang itu berhubungan satu sama lain, terjadilah sungai-sungai di dalam tanah.



Gambar 3.12 Dolina pada musim hujan yang menyimpan air (sumber: [www.xemantic.com](http://www.xemantic.com))



Gambar 3.13 Stalaktit dan stalagmit (sumber: *Ensiklopedi Geografi* jilid I, hlm. 33, Yudistira)



Gambar 3.14 Gua dan sungai dalam tanah (sumber: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com))

b) Pelapukan Organis

Pelapukan organis terjadi karena aktivitas organisme, termasuk hewan dan tumbuhan. Hewan yang berperan dalam pelapukan, antara lain, cacing tanah, serangga, dan tikus. Di garis pantai yang terangkat sering dijumpai lubang-lubang bekas rumah binatang yang hidup pada permukaan air. Selain hewan, tumbuhan juga berperan dalam pelapukan organis. Pengaruh tumbuhan dapat bersifat mekanis dan kimiawi. Bersifat mekanis karena berkembangnya pertumbuhan akar di dalam tanah dapat merusak tanah dan sekitarnya. Bersifat kimiawi karena akar akan mengeluarkan asam-asam mengisap garam makanan. Asam-asam ini bersifat merusak batu-batuan sehingga mendorong terjadinya pelapukan.

c) Pelapukan Fisis atau Mekanis

Pelapukan ini disebut juga pelapukan mekanis karena proses penyebabnya berlangsung secara mekanis. Perusakan fisik batu-batuan akan terjadi pada pelapukan ini, di mana batuan yang besar akan pecah menjadi kecil dan yang kecil akan remuk menjadi halus. Yang termasuk dalam pelapukan fisik atau mekanis, antara lain, kerusakan yang disebabkan oleh beberapa hal di bawah ini.

- (1) *Besarnya perbedaan suhu (temperatur)*. Kondisi ini sebagian besar terjadi di daerah yang beriklim kontinental, atau beriklim gurun. Di daerah gurun temperatur pada siang hari dapat mencapai 50°C, sedangkan malam akan begitu dingin. Hal ini menyebabkan retak dan pecahnya batu-batuan besar.
- (2) *Bekunya air tanah di dalam tanah atau di dalam pori-pori batuan*. Jika air membeku, akan terjadi peningkatan volume atau pemuai volume yang dapat meningkatkan tekanan keluar sehingga lama-kelamaan batu-batuan akan mengalami keretakan. Peristiwa ini banyak terjadi di daerah beriklim sedang. Jika suhunya rendah, air tanah bagian atas dapat mengalami pembekuan.
- (3) *Mengkristalnya air garam*. Suhu pada siang hari yang sangat tinggi akan mengakibatkan air menguap dan unsur-unsur garam yang terdapat di dalam air akan mengkristal, di mana kristal-kristal yang terbentuk ini sangat runcing dan tajam. Kristal yang tajam ini dapat merusak batu-batuan yang ada di sekitarnya.
- (4) *Akibat erosi di daerah pegunungan*  
Hasil pelapukan batuan ini akan segera terangkut jika ada aliran yang kuat. Proses pengangkutan hasil pelapukan batuan ini sering disebut dengan erosi. Pengikisan permukaan kulit bumi karena aliran air, es, atau angin disebut erosi. Erosi dapat terjadi karena beberapa sebab berikut.

(a) *Erosi air sungai*

Gerakan air yang mengalir akan menimbulkan gesekan dengan tanah yang dilaluinya. Semakin cepat dan besar jumlah airnya, gerakan yang ditimbulkan akan semakin besar pula. Semakin besar gerakan akan menyebabkan gesekan yang semakin keras. Gesekan air dengan tanah yang dilaluinya ini dapat menyebabkan pengikisan, karena secara tidak langsung air akan banyak membawa benda padat yang menimbulkan gesekan keras. Akan tetapi, lain halnya dengan air yang tenang dan tidak mengalir deras. Air yang tenang tidak mengadakan gesekan dan tidak menimbulkan pengikisan. Dengan kata lain, pengikisan hanya dapat terjadi jika air itu mengalir dan mengangkut benda-benda padat. Akibat yang ditimbulkan oleh erosi air sungai dapat dibuktikan dengan terjadinya lembah-lembah, ngarai, dan jurang yang dalam, seperti Lembah Anai, Ngarai Sianok, dan Grand Canyon serta Sungai Colorado di Amerika Serikat.



**Gambar 3.15** Erosi sungai (sumber: Encarta Encyclopedia, 2006)



**Gambar 3.16** Erosi air laut (sumber: Encarta Encyclopedia, 2006)

(b) *Erosi air laut (abrasi)*

Erosi air laut sering disebut dengan abrasi. Abrasi adalah perusakan atau pengikisan pantai yang disebabkan oleh pukulan gelombang laut yang terus-menerus terhadap dinding pantai, seperti Pantai Parangtritis di Yogyakarta.



**Gambar 3.17** Erosi es (sumber: Encarta Encyclopedia, 2006)

(c) *Erosi es (gletser)*

Gerakan lapisan es yang mengalir turun dari pegunungan es yang menyebabkan pengikisan disebut dengan erosi es (gletser). Aliran es yang mencair itu akan membawa atau menyeret batu-batuan ke bawah atau disebut *moraine*, seperti Pantai Fyord di Skandinavia.



**Gambar 3.18** Erosi angin (sumber: Encarta Encyclopedia, 2006)

(d) *Erosi angin (korasi)*

Selain air sungai, air laut, dan es, pengikisan juga dapat disebabkan oleh

angin. Pengikisan oleh angin banyak terjadi di daerah gurun pasir. Setelah terbawa oleh angin, pasir-pasir tersebut diendapkan di tempat lain sehingga terbentuk bukit-bukit pasir yang dapat berpindah-pindah. Jika pasir yang terbawa angin itu melewati batu-batuan, akan timbul gesekan antara pasir dan batuan yang dapat menyebabkan terjadinya pengikisan batuan. Jika bagian bawah batuan itu terkikis secara terus-menerus, bantuan akan membentuk batu cendawan di gurun pasir, seperti Tanah Loss di Cina Utara setebal 600 meter adalah hasil erosi angin dari Gurun Gobi.

Pengaruh erosi air terhadap material yang dihancurkan, diangkut, dan yang diendapkan, dapat kamu lihat pada bahasan berikut.

1. Batu-batuan yang diangkut

Gesekan dan benturan pada saat pengangkutan batuan akan mengakibatkan pecahnya batuan. Karena gesekan dan benturan tersebut batu-batuan makin lama akan makin bulat dan kecil. Pergeseran batu-batuan akan menyebabkan batuan menjadi semakin tipis, sedangkan batuan yang diguling-gulingkan akan menjadi bulat dan seperti batu guling.

2. Sungai

a. Hulu sungai

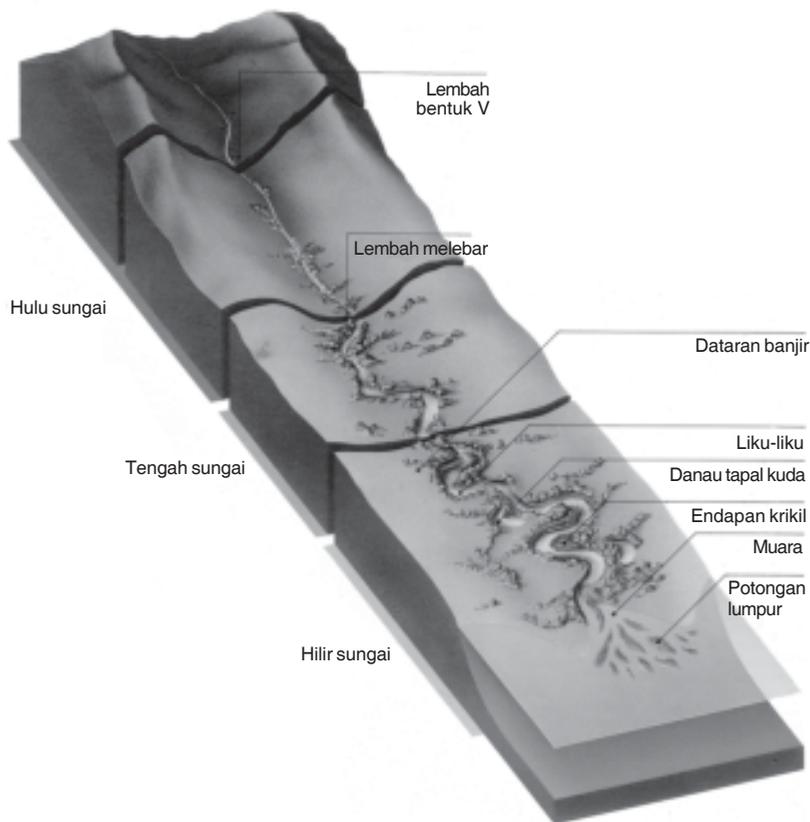
Di bagian hulu sungai, kecepatan aliran sungai lebih tinggi karena kemiringan gradien dasarnya yang tinggi. Oleh karena itu, erosi dasar sungai lebih tinggi daripada erosi tepi sungai. Kondisi ini menyebabkan sungai menjadi lebih cepat dalam daripada melebarnya. Kalau kalian perhatikan di daerah-daerah pegunungan, sungai-sungainya akan terlihat curam di antara tebing-tebing yang tinggi. Selain itu, palung sungai berbentuk **huruf V**.

b. Bagian tengah sungai

Dasar sungai bagian tengah tidak lagi miring, tetapi sudah mulai melandai atau rata. Demikian pula dengan kecepatan airnya yang mulai berkurang atau kecepatan airnya yang semakin kecil. Di bagian ini benda-benda padat yang besar mulai diendapkan. Pengendapan sebagian besar terjadi pada bagian tepi sungai karena pada bagian ini kecepatan airnya paling kecil, sehingga garis arus mulai membelok dan erosi ke bagian tepi yang dituju menjadi besar. Sebagai akibatnya sungai mulai membelok dan belokan ini makin lama makin besar. Sungai yang berkelok-kelok (Meander) ini sebagian besar terdapat di hilir sungai.

c. Hilir sungai

Di bagian hilir ini dasar palung sungai berbentuk datar. Di daerah hilir ini air mengalir dengan kecepatan yang sangat lambat, bahkan seperti tidak mengalir. Dengan demikian, benda-benda yang terangkut sebagian besar diendapkan di bagian muara sungai. Peristiwa ini mendorong terbentuknya delta atau pulau-pulau di bagian muara sungai.



**Gambar 3.19** Aliran sungai dari hulu sampai dengan hilir (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, Pustaka Widya, 1999, hlm. 99)

### 3. Relief permukaan bumi

Terjadinya erosi menyebabkan puncak-puncak gunung yang mula-mula tajam menjadi rendah dan bulat. Demikian juga dengan jurang-jurangnya yang curam, karena pengendapan bahan-bahan dan pengikisan di lerengnya, gunung menjadi lebih dangkal. Dataran tinggi menjadi rendah, sebaliknya dataran rendah menjadi tinggi karena endapan tanah. Kejadian-kejadian tersebut memicu pada terbentuknya suatu relief permukaan bumi yang disebut *penepalan*.

### 4. Tanah pertanian

Ada dua pengaruh yang disebabkan oleh erosi terhadap tanah pertanian. Pengaruh tersebut ada yang menguntungkan dan ada yang merugikan. Pengaruh ini ditentukan oleh jenis erosi. Adapun pengaruh tersebut sebagai berikut.

- a. Pengaruh yang menguntungkan  
Dikatakan menguntungkan jika tanah hasil erosi adalah tanah aluvial yang dapat menjaga kesuburan tanah. Bagaimana erosi yang dapat menjaga kesuburan tanah? Kondisi ini terjadi jika jumlah tanah yang diangkut oleh erosi itu seimbang dengan jumlah tanah yang terbentuk oleh pelapukan. Erosi seperti inilah yang diperlukan oleh tanah pertanian.
- b. Pengaruh yang merugikan  
Di sini erosi yang terjadi dapat menyebabkan tanah menjadi tandus dan mati. Hal ini terjadi karena tanah yang diangkut oleh erosi itu lebih banyak daripada tanah yang terjadi karena pelapukan.

Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengurangi terjadinya erosi, antara lain, sebagai berikut:

- (1) pembuatan terasering dengan cara membuat tanah lereng menjadi bertingkat-tingkat, sehingga apa jika terjadi hujan, kecepatan air dari bagian atas akan berkurang;
- (2) pelaksanaan *strip-cropping* atau metode tanam berseling yang waktu panennya tidak sama;
- (3) melakukan reboisasi atau penanaman hutan kembali, terutama dilakukan pada hutan-hutan lindung yang mulai gundul;
- (4) mengadakan *contour-plowing*, yaitu mengadakan pembajakan yang searah dengan kontur.

## 2) Pengendapan

Setelah menempuh jarak tertentu, material yang terbawa karena erosi akan diendapkan. Ini dapat terjadi karena kecepatan erosi semakin berkurang. Endapan hasil pelapukan batu-batuan ini lama-kelamaan akan berubah menjadi batuan sedimen. Berdasarkan tenaga alam yang mengangkut dan tempat pengendapannya, batuan sedimen dapat dibedakan atas berikut.

- a. Berdasarkan tenaga alam yang mengangkutnya:
  - (1) sedimen akuatis oleh air;
  - (2) sedimen marine oleh air laut;
  - (3) sedimen glasial oleh gletser (es);
  - (4) sedimen aeolis (aeris) oleh angin.
- b. Berdasarkan tempat pengendapan:
  - (1) sedimen fluvial, di sungai;
  - (2) sedimen marine, di laut;
  - (3) sedimen limnis, di danau atau rawa;
  - (4) sedimen terestris, di darat;
  - (5) sedimen glasial, di daerah es.



**Gambar 3.20** Hasil sedimentasi di sungai (sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, hlm. 108)

Hasil proses sedimentasi di suatu tempat dengan tempat lain akan berbeda. Berikut ini adalah ciri bentang lahan akibat proses pengendapan berdasarkan tenaga pengangkutnya.

#### a) Pengendapan oleh Air

Batuan hasil pengendapan oleh air disebut *sedimen akuatis*. Bentang alam hasil pengendapan oleh air, antara lain, meander, dataran banjir, tanggul alam, dan delta.

##### (1) Meander

Meander merupakan sungai yang berkelok-kelok yang terbentuk karena adanya pengendapan. Proses berkelok-keloknya sungai dimulai dari sungai bagian hulu. Pada bagian hulu, volume air kecil dan tenaga yang terbentuk juga kecil. Akibatnya, sungai mulai menghindari penghalang dan mencari rute yang paling mudah dilewati. Sementara itu, pada bagian hulu belum terjadi pengendapan.

Pada bagian tengah, yang wilayahnya mulai datar aliran air mulai lambat dan membentuk meander. Proses meander terjadi pada tepi sungai, baik bagian dalam maupun tepi luar. Di bagian sungai yang alirannya cepat akan terjadi pengikisan, sedangkan bagian tepi sungai yang lamban alirannya akan terjadi pengendapan. Apabila hal itu berlangsung secara terus-menerus, akan membentuk meander.

Meander biasanya terbentuk pada sungai bagian hilir, di mana pengikisan dan pengendapan terjadi secara berturut-turut. Proses pengendapan yang terjadi secara terus-menerus akan menyebabkan kelokan sungai terpotong dan terpisah dari aliran sungai, sehingga terbentuk *oxbox lake*.

##### (2) Delta

Pada saat aliran air mendekati muara, seperti danau atau laut, kecepatan alirannya menjadi lambat. Akibatnya, terjadi pengendapan sedimen oleh air sungai. Pasir akan diendapkan sedangkan tanah liat dan

lumpur akan tetap terangkut oleh aliran air. Setelah sekian lama, akan terbentuk lapisan-lapisan sedimen. Akhirnya lapisan-lapisan sedimen membentuk dataran yang luas pada bagian sungai yang mendekati muaranya dan membentuk delta.

Pembentukan delta memenuhi beberapa syarat. Pertama, sedimen yang dibawa oleh sungai harus banyak ketika akan masuk laut atau danau. Kedua, arus panjang di sepanjang pantai tidak terlalu kuat. Ketiga, pantai harus dangkal. Contoh bentang alam ini adalah delta Sungai Musi, Kapuas, dan Kali Brantas.

### (3) Dataran banjir dan tanggul alam

Apabila terjadi hujan lebat, volume air meningkat secara cepat. Akibatnya, terjadi banjir dan meluapnya air hingga ke tepi sungai. Pada saat air surut, bahan-bahan yang terbawa oleh air sungai akan terendapkan di tepi sungai. Akibatnya, terbentuk suatu dataran di tepi sungai. Timbulnya material yang tidak halus (kasar) terdapat pada tepi sungai. Akibatnya, tepi sungai lebih tinggi dibandingkan dataran banjir yang terbentuk. Bentang alam itu disebut tanggul alam.

### b) Pengendapan oleh Air Laut

Batuan hasil pengendapan oleh air laut disebut *sedimen marine*. Pengendapan oleh air laut dikarenakan adanya gelombang. Bentang alam hasil pengendapan oleh air laut, antara lain, pesisir, spit, tombolo, dan penghalang pantai.

Pesisir merupakan wilayah pengendapan di sepanjang pantai. Biasanya terdiri atas material pasir. Ukuran dan komposisi material di pantai sangat bervariasi tergantung pada perubahan kondisi cuaca, arah angin, dan arus laut.

Arus pantai mengangkut material yang ada di sepanjang pantai. Jika terjadi perubahan arah, arus pantai akan tetap mengangkut material-material ke laut yang dalam. Ketika material masuk ke laut yang dalam, terjadi pengendapan material. Setelah sekian lama, terdapat akumulasi material yang ada di atas permukaan laut. Akumulasi material itu disebut tepi.

Jika arus pantai terus berlanjut, spit akan semakin panjang. Kadang-kadang spit terbentuk melewati teluk dan membentuk penghalang pantai (*barrier beach*).

Apabila di sekitar spit terdapat pulau, biasanya spit akhirnya tersambung dengan dataran, sehingga membentuk tombolo.

### c) Pengendapan oleh Angin

Sedimen hasil pengendapan oleh angin disebut *sedimen aeolis*. Bentang alam hasil pengendapan oleh angin dapat berupa gumpuk pasir (*sand dune*). Gumpuk pantai dapat terjadi di daerah pantai maupun gurun. Gumpuk pasir

terjadi jika terjadi akumulasi pasir yang cukup banyak dan tiupan angin yang kuat. Angin mengangkut dan mengendapkan pasir di suatu tempat secara bertahap sehingga terbentuk timbunan pasir yang disebut *gumuk pasir*.

#### **d) Pengendapan oleh Gletser**

Sedimen hasil pengendapan oleh gletser disebut *sedimen glasial*. Bentang alam hasil pengendapan oleh gletser adalah bentuk lembah yang semula berbentuk V menjadi U. Pada saat musim semi tiba, terjadi pengikisan oleh gletser yang meluncur menuruni lembah. Batuan atau tanah hasil pengikisan juga menuruni lereng dan mengendap di lembah. Akibatnya, lembah yang semula berbentuk V menjadi berbentuk U.

### **Tugas Kelompok**

Coba lakukan pengamatan terhadap sungai, pantai, atau tanah pertanian yang ada di daerah sekitarmu. Apakah adakah pengaruh erosi dan pengendapan terhadap lokasi yang kamu pilih. Buat laporan singkat tentang:

1. jenis erosi, jelaskan dan berilah contohnya;
2. pengaruh yang ditimbulkan dari terjadinya erosi;
3. usahakan untuk membawa hasil sedimennya!

#### **d. Degradasi Lahan dan Dampaknya terhadap Kehidupan**

Lahan merupakan bentang darat mulai dari pantai sampai ke pedalaman. Luas lahan bumi diperkirakan 148.892.000 km<sup>2</sup>. Luas lahan tersebut tersebar merata di seluruh permukaan bumi dan tidak mengumpul menjadi satu. Belahan bumi utara mempunyai luas lahan yang lebih besar jika dibandingkan dengan luas lahan di belahan bumi bagian selatan.

Jumlah bentang alam di permukaan bumi yang berupa lahan bervariasi, mulai dari lahan yang tandus dan tidak dapat ditanami sampai lahan yang sangat subur dan mudah dikelola manusia. Faktor-faktor yang menentukan kualitas lahan, antara lain, ketinggian tempat, bentuk lahan, keadaan iklim, ada tidaknya vegetasi, dan ada tidaknya kandungan unsur-unsur mineral.

Lahan potensial adalah lahan-lahan yang memungkinkan untuk dikelola manusia karena sejauh ini manusia hanya memanfaatkan bentang alam berupa lahan yang memungkinkan untuk hidup sesuai dengan taraf kebudayaannya. Dapat dikatakan bahwa lahan potensial merupakan lahan yang produktif sehingga jika dikelola oleh manusia, dengan pengelolaan tersebut, diharapkan lahan tersebut akan dapat memberikan hasil yang tinggi dan biaya pengelolaan yang rendah.

Lahan potensial terdiri dari lahan kering dan lahan basah.

Menurut Davis, 1996, secara garis besar terdapat lima sistem klasifikasi lahan basah, yaitu:

- 1) *kawasan sungai*, meliputi lahan basah yang terdapat di sepanjang sungai;
- 2) *kawasan laut*, yang meliputi kelompok basah, pesisir yang asin, termasuk pantai berbatu, terumbu karang, dan padang lumut;
- 3) *kawasan danau*, meliputi semua lahan basah yang berhubungan dengan danau dan biasanya berair tawar;
- 4) *kawasan muara*, yang meliputi sungai, delta, rawa pasang surut yang berair payau, dan hutan bakau;
- 5) *kawasan rawa*, yang meliputi tempat-tempat yang bersifat "merawa" (berair, tergenang, lembap), misalnya, hutan rawa air tawar, hutan rawa gambut, dan rawa rumput.

Selain itu, termasuk pula dalam klasifikasi itu adalah klasifikasi lahan basah buatan seperti tambak ikan atau udang, sawah, reservoir, kanal, bendungan, kolam ikan, dan danau garam. Lahan kering meliputi seluruh daratan di permukaan bumi yang kering dan tidak tertutup air. Sejauh ini pemanfaatan lahan potensial belum dilakukan secara optimal oleh manusia. Keadaan ini terjadi karena beberapa kendala, sebagai contoh tingginya suhu di padang pasir, letak daerah yang sangat tinggi, terjalnya lereng, ataupun adanya daerah yang tertutup salju.

Meski belum optimal, upaya pelestarian dan peningkatan manfaat lahan-lahan potensial tetap dilaksanakan, antara lain, dengan cara sebagai berikut:

- 1) adanya keserasian dan keseimbangan fungsi dan intensitas penggunaan lahan pada wilayah tertentu;
- 2) perencanaan yang matang tentang penggunaan lahan kota agar jangan sampai menimbulkan dampak pencemaran;
- 3) adanya perencanaan penggunaan lahan;
- 4) pengoptimalan penggunaan lahan bagi kepentingan manusia;
- 5) diadakan pengkajian terhadap kebijakan tata ruang, perizinan, dan pajak dalam kaitannya dengan konversi penggunaan lahan;
- 6) perlu diperhatikan teknologi pengolahan tanah, penghijauan, reboisasi, dan pembuatan sengkedan, khususnya di daerah-daerah perbukitan;
- 7) adanya pemisahan penggunaan lahan untuk permukiman, industri, pertanian, perkantoran, dan usaha-usaha lainnya;
- 8) dibuatnya peraturan perundang-undangan yang meliputi pengalihan hak atas tanah untuk kepentingan umum dan peraturan perpajakan;
- 9) adanya usaha permukiman penduduk dan pengendalian peladang berpindah;
- 10) adanya pengelolaan yang baik pada daerah-daerah aliran sungai, daerah pesisir, dan daerah sekitar lautan.

#### **e. Degradasi Lahan dan Terjadinya Tanah Kritis dan Tandus**

Berbagai variasi bentuk muka bumi adalah adanya dataran tinggi, dataran rendah, daerah sedang, daerah yang subur, daerah yang tandus, daerah yang mengandung mineral, daerah yang tidak mengandung mineral, dan sebagainya.

Terdapatnya bentuk dan letak muka bumi yang bervariasi tersebut menimbulkan berbagai pengaruh, di antaranya:

- 1) sebagai penentu ada tidaknya mineral yang terkandung dalam batuan;
- 2) perbedaan suhu yang berpengaruh terhadap jenis tanaman;
- 3) tingkat kepadatan penduduk, sebagai contoh kepadatan penduduk akan lebih terpusat pada daerah-daerah yang mempunyai kesuburan tinggi atau daerah-daerah yang kaya barang tambang jika dibandingkan dengan daerah yang tandus;
- 4) daerah yang subur, cukup hujan, mempunyai jenis vegetasi dan fauna yang beragam. Di daerah-daerah tertentu seperti daerah Pulau Timor, pulau-pulau karang di Maluku, Jawa (Pegunungan Seribu, Pegunungan Kendeng) jenis tanahnya kapur sehingga memiliki sifat kurang subur dan kurang dapat menyimpan air;
- 5) di daerah-daerah tertentu yang tanahnya mengandung endapan vulkanik, bersifat sangat subur seperti Pulau Sumatra, Jawa, Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Kepulauan Maluku;
- 6) adanya pertimbangan tentang keadaan topografi sebelum melakukan pembangunan bangunan-bangunan seperti jembatan, gedung, dan jalan-jalan raya;
- 7) di daerah-daerah tertentu seperti di Pulau Kalimantan tanahnya hanya sedikit mengandung mineral yang sebagian besar hanyut terkikis dan tercuci terus-menerus oleh hujan sehingga mengakibatkan tanahnya tidak subur.

Harus diperhatikan bahwa tanah yang subur dapat saja menjadi tanah yang tidak subur, tandus, dan kritis. Hal ini disebabkan oleh salahnya pengolahan tanah, seperti tidak diolah dan tidak dipupuk sehingga tanah mengalami degradasi. Keadaan ini akan memunculkan apa yang disebut lahan kritis, yaitu tanah rusak, tandus, dan tidak ada vegetasi yang tumbuh di atasnya yang lama-kelamaan akan menjadi padang pasir atau bukit padas dan batu. Tingkat kesuburan di lahan kritis ini mendekati nol sehingga tidak dapat ditanami sama sekali. Lahan kritis dapat terjadi karena beberapa hal, yaitu:

- 1) bencana alam, seperti letusan gunung api, gempa bumi, banjir, dan tanah longsor;
- 2) perbuatan manusia, seperti penggundulan hutan, pembuangan limbah industri, pembuangan sampah plastik sembarangan, penggalian barang tambang tanpa pengawasan, kebakaran hutan, dan peladangan berpindah-pindah.

## Tugas Kelompok

1. Jelaskan apa yang kamu ketahui tentang lahan kritis dan lahan potensial!
2. Sebutkan faktor-faktor yang menyebabkan erosi es!
3. Apakah yang dimaksud lahan kritis itu? Jelaskan!

## Uji Kompetensi

### I. Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap paling tepat!

1. Lapisan batuan atau kulit bumi yang mengikuti bentuk bumi yang bulat adalah ....
  - a. litosfer
  - b. barisfer
  - c. atmosfer
  - d. biosfer
  - e. eksosfer
2. Bahan padat yang terbentuk dari lapisan *nife* (*niccolum* = nikel dan *ferrum* = besi) dengan jari-jari  $\pm 3.470$  km dan batas luar lebih kurang 2.900 km di bawah permukaan bumi dan merupakan lapisan inti bumi adalah ....
  - a. litosfer
  - b. barisfer
  - c. atmosfer
  - d. biosfer
  - e. eksosfer
3. Pelapukan batuan beku menyebabkan struktur batuan yang mudah lepas, mudah terbawa air, angin, atau es. Bagian yang terangkut ini akan terendap di suatu tempat. Bagian batuan yang mengendap ini lama-kelamaan akan menumpuk dan mengeras membentuk batuan ....
  - a. granit
  - b. marmer
  - c. sedimen
  - d. pualam
  - e. konglomerat
4. Di bawah ini yang termasuk gunung api Maar adalah gunung ....
  - a. Lamongan di Jawa Timur
  - b. Ciremai di Jawa Barat
  - c. Krakatau di Selat Sunda
  - d. Merapi di Jawa Tengah
  - e. Agung di Bali
5. Tenaga yang mengubah bentuk permukaan bumi yang berasal dari dalam bumi disebut tenaga ....
  - a. endogen
  - b. eksogen
  - c. eksofer
  - d. endofer
  - e. vulkanik

6. Bagian kawah kepundan yang sangat besar, luas, dan bertebing curam disebut ....
  - a. batolit
  - b. kaldera
  - c. lakolit
  - d. sill
  - e. lapili
7. Magma yang masuk dan berada di antara batuan sedimen yang menyebabkan terjadinya tekanan ke atas sampai bagian atas cembung dan bagian bawah datar disebut ....
  - a. batolit
  - b. kaldera
  - c. lakolit
  - d. sill
  - e. lapili
8. Salah satu peristiwa post vulkanis adalah adanya sumber mata air mineral yang biasanya panas dan dapat dimanfaatkan untuk pengobatan penyakit kulit. Peristiwa keluarnya sumber air panas tadi disebut ....
  - a. geysir
  - b. solfatar
  - c. fumarol
  - d. makdani
  - e. mofet
9. Pelapukan ini disebabkan oleh air dan panas disebut pelapukan .... Pelapukan ini banyak terjadi di Indonesia.
  - a. kimiawi
  - b. organis
  - c. fisik
  - d. mekanis
  - e. alami
10. Gerak atau pergeseran lapisan kulit bumi yang sangat lambat, berlangsung dalam waktu yang lama, dan meliputi daerah yang luas, disebut gerak ....
  - a. pirogenetik
  - b. epirogenetik
  - c. lipatan
  - d. patahan
  - e. slenk

**II. Kerjakanlah tugas di bawah ini!**

1. Sebutkan tiga kelompok batu-batuan kulit bumi! Jelaskan!
2. Apakah yang kalian ketahui tentang gunung api aktif, gunung api istirahat, dan gunung api mati?
3. Jelaskan dua jenis *efflata*!
4. Tulislah tanda-tanda alam jika sebuah gunung api akan meletus?
5. Jelaskan tentang pelapukan, pengikisan, dan erosi!
6. Usaha apakah yang dapat dilakukan untuk mengurangi dan menghindari terjadinya erosi?
7. Bedakan antara *fumarol* dan *sill*?
8. Sebutkan gejala-gejala karst!
9. Mengapa batuan sedimen mempunyai ciri khas batuan yang berlapis-lapis?
10. Mengapa dapat terjadi lahan kritis?

## 2. Dinamika Perubahan Pedosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi

Tanah merupakan permukaan bumi yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain, tempat mendirikan perumahan, pertanian dan perkebunan, dan bahan pembuat berbagai macam bahan bangunan. Dapatkah kalian bayangkan bagaimana jika bumi tidak memiliki tanah? Di mana manusia dan hewan akan berpijak? Di mana tanaman akan tumbuh? Tidak dapat dibayangkan apa yang akan terjadi jika tidak ada tanah di muka bumi ini.

Tanah berbeda dengan lahan. Tanah adalah material, sedangkan lahan adalah lokasi tanah di muka bumi yang digunakan untuk aktivitas tertentu, contohnya lahan pertanian, lahan perumahan, lahan perkebunan, dan lahan perikanan.

Tahukah kalian bagaimana proses pembentukan tanah itu? Apakah erosi tanah itu? Apakah penyebab erosi tanah dan apa pula dampaknya terhadap kehidupan? Bagaimana usaha yang harus kita lakukan untuk mengurangi terjadinya erosi tanah?

### a. Ciri dan Proses Pembentukan Tanah di Indonesia

Tanah adalah material yang berasal dari hasil pelapukan batuan dan sisa-sisa bahan organik. Pelapukan tersebut mengakibatkan batuan yang sangat keras dan dapat berubah menjadi bahan yang lebih lunak atau butiran-butiran yang lebih halus yang disebut dengan *regolit*. Lapisan atas regolit inilah yang berubah menjadi tanah. Faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya pelapukan batuan sebagai berikut.

- 1) Iklim, perubahan suhu panas pada waktu siang hari (penyinaran cahaya matahari) dan dingin pada malam hari serta curah hujan tinggi mempercepat keretakan atau kerapuhan batuan yang disebabkan percepatan intensitas reaksi kimia.
- 2) Aktivitas organisme yang hidup di dalam tanah yang mengeluarkan zat tertentu yang dapat menghancurkan batu-batuan.
- 3) Sifat-sifat bahan induk yang membentuknya.
- 4) Topografi, keadaan topografi berpengaruh terhadap jumlah air hujan yang dapat diserap oleh tanah, kedalaman air tanah, gerakan air, dan erosi tanah.
- 5) Perakaran tumbuh-tumbuhan yang dapat masuk ke dalam retakan-retakan batuan sehingga mempercepat hancurnya batuan, contohnya lumut kerak.
- 6) Adanya tekanan sisa-sisa zat organik ke permukaan bumi sehingga terjadi pemadatan yang mempercepat hancurnya batuan.
- 7) Lama waktu terjadinya pelapukan.

### ***Sifat-Sifat Tanah yang Dapat Diamati di Lapangan***

Sifat-sifat fisik tanah yang dapat diamati di lapangan, antara lain, sebagai berikut.

- a) *Warna tanah*, merupakan petunjuk sifat fisik tanah. Perbedaan warna tanah disebabkan oleh perbedaan kandungan bahan organiknya. Semakin tinggi kandungan bahan organik, warna yang terjadi semakin tua atau gelap. Pada lapisan atas kandungan bahan organiknya lebih tinggi daripada tanah pada lapisan bawah, sehingga semakin ke atas warnanya semakin tua. Selain itu, kandungan Fe juga berpengaruh pada warna tanah. Tanah yang mengandung Fe<sup>++</sup> (keadaan reduksi) akan berwarna abu-abu, contohnya tanah yang tergenang air. Tanah yang mengandung Fe<sup>+++</sup> (keadaan oksidasi) akan berwarna merah kecokelatan, contohnya tanah berdrainase baik. Untuk menentukan jenis tanah berdasarkan warnanya, dapat dilihat Klasifikasi *Munsell Soil Colour Chart*.
- b) *Batas horizon*, merupakan batas antara horizon yang satu dengan yang lainnya. Batas horizon ini dibedakan menjadi batasan yang nyata dengan lebar peralihan 6,5–125 cm dan batasan yang baru dengan lebar peralihan > 12,5 cm.
- c) *Tekstur tanah*, merupakan ukuran butiran tanah yang dapat menunjukkan kasar halusya tanah. Tekstur tanah terdiri dari bahan kasar dan bahan halus (pasir, debu, dan liat). Bahan kasar adalah bahan yang berukuran > 2 mm.
- d) *Struktur tanah*, adalah ikatan antarbutiran-butiran pasir, debu dan liat oleh bahan organik atau oksida besi yang membentuk gumpalan. Struktur tanah menurut bentuknya dibedakan menjadi bentuk lempung, prisma, tiang, gumpal, granular, dan remah.
- e) *Drainase tanah*, adalah kemampuan tanah untuk menyerap air yang berada di atas permukaannya. Tanah berdrainase baik berwarna merah kecokelatan, sedangkan tanah berdrainase buruk biasanya berwarna keabu-abuan karena sering tergenang air dan terjadi reduksi Fe, sehingga kurang baik untuk ditanami karena keadaan tanah yang lembap dapat memicu tumbuhnya jamur dan bakteri.
- f) *Konsistensi*, sangat berpengaruh terhadap teknis pengolahan tanah. Pada kondisi agak basah dapat dibedakan menjadi tanah gembur (mudah diolah, tidak lengket, dan gumpalan mudah dihancurkan) dan tanah teguh (sulit diolah, lengket, dan gumpalan sulit dihancurkan). Dalam keadaan kering dapat dibedakan menjadi tanah lunak dan tanah keras.

Jenis tanah berdasarkan bahan induk pembentuk tanah dapat dibedakan menjadi berikut.

- a) *Tanah oganosol*, merupakan tanah yang terbentuk dari bahan induk organik (tanah gambut) dan hutan rawa dengan iklim basah pada curah hujan 2.500 mm/tahun. Tanah organosol banyak mengandung unsur hara dan biasanya terdapat di daerah pasang surut seperti Jawa, pantai barat Sumatra, pantai timur Kalimantan, dan pantai barat Papua.
- b) *Tanah podzolik merah kuning*, merupakan perkembangan dari tanah mineral yang berasal dari batuan pasir kuarsa, tuff vulkanis bersifat asam dan tersebar di daerah beriklim basah tanpa bulan kering dengan curah hujan 2.500 mm/tahun. Tanah podzolik ini banyak terdapat di Nusa Tenggara Barat.
- c) *Tanah aluvial*, merupakan tanah yang terbentuk dari endapan lumpur yang terbawa oleh air sungai. Tanah ini banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan sehingga sangat subur. Tanah aluvial banyak terdapat di Sumatra bagian timur, Kalimantan bagian tengah dan timur, Jawa bagian utara, dan Papua bagian selatan.
- d) *Tanah vulkanis*, merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan vulkanis, lava yang telah membeku (*effusif*) atau dari abu letusan gunung berapi yang telah membeku (*efflata*). Tanah ini sangat subur untuk pertanian karena merupakan tanah tuff yang berasal dari abu letusan gunung berapi, misalnya, di Lampung, Palembang, dan Sumatra Barat. Tanah vulkanis terdapat di Jawa, Sumatra, Bali, dan wilayah-wilayah yang ada gunung apinya.
- e) *Tanah humus*, biasa disebut dengan bunga tanah, tanah ini berasal dari pembusukan tumbuh-tumbuhan yang jatuh di atasnya. Tanah ini banyak mengandung humus yang sangat subur untuk tanaman.
- f) *Tanah pasir*, merupakan tanah yang berasal dari pelapukan batuan pasir. Tanah ini hanya mengandung sedikit bahan organik sehingga kurang baik untuk pertanian, dan banyak terdapat di daerah pantai barat Sumatra Barat, Sulawesi, dan Jawa Barat.
- g) *Tanah laterit atau tanah merah*, merupakan tanah yang kaya zat besi dan aluminium. Tanah ini bukan merupakan tanah yang subur karena usianya sudah tua.

### Latihan Individu

---

1. Jelaskan apa saja yang menyebabkan pelapukan tanah!
2. Apa hubungan tekstur tanah dengan permeabilitas tanah?
3. Mengapa drainase tanah sangat penting artinya bagi pertumbuhan tanaman?
4. Apakah konsistensi tanah berhubungan dengan pengolahan tanah? Jelaskan!

## b. Penyebab Erosi Tanah dan Dampaknya terhadap Kehidupan

Tanah terbentuk dari akumulasi tubuh-tubuh alam yang bebas dan menduduki sebagian besar lapisan atas permukaan bumi. Tanah memiliki sifat-sifat yang dipengaruhi oleh iklim, jasad-jasad hidup, dan bahan induk dalam keadaan tertentu dan jangka waktu tertentu yang berperan dalam menumbuhkan tanaman.

**Tabel 3.2**  
**Macam dan Kelas Tekstur Tanah**

No.	Macam	Kelas Tekstur
1.	Kasar	Pasir, Pasir Lempung
2.	Agak Kasar	Lempung berpasir, Lempung berpasir halus
3.	Sedang	Lempung berpasir sangat halus, Lempung, Lempung berdebu, Debu
4.	Agak halus	Lempung liat, Lempung liat berpasir, Lempung liat berdebu
5.	Halus	Liat berpasir, Liat berdebu, Liat

Sumber: Parwata, *Identifikasi dan Klasifikasi Tanah*, UNJ, 2006

### 1) Fungsi Tanah bagi Kehidupan Manusia

Tanah sangat berperan bagi kehidupan manusia. Tanah dapat dimanfaatkan oleh manusia karena dapat berperan sebagai:

- (1) tempat tumbuh tanaman;
- (2) tempat tinggal dan tempat manusia melakukan kegiatan atau aktivitas;
- (3) tempat berkembangnya hewan;
- (4) mengandung barang tambang atau bahan galian.

### 2) Erosi Merusak Kesuburan Tanah

Erosi tanah menyebabkan kerusakan lapisan tanah atas yang subur dan lingkungan alam di sekitarnya menjadi rusak. Beberapa hal yang menyebabkan terjadinya erosi tanah adalah:

- (1) gundulnya hutan-hutan;
- (2) tidak ada vegetasi penutup tanah;
- (3) tidak dibuatnya terasering pada tanah-tanah yang mempunyai kemiringan tinggi sehingga tanah mudah terbawa;
- (4) tidak dibuatnya tanggul-tanggul pasangan sebagai penahan erosi;
- (5) penebangan hutan secara liar tanpa disertai reboisasi;
- (6) tidak adanya larangan penggembalaan liar di permukaan tanah yang berlumpur sehingga tanah atas semakin rusak.

Tumbuhan dapat tumbuh subur di lapisan tanah bagian atas karena dalam lapisan tersebut mengandung berbagai unsur atau komponen yang diperlukan untuk tumbuh tanaman seperti, mineral, bahan organik, air, dan udara, masing-masing mempunyai perbandingan mineral 45%, bahan organik 5%, air antara 20%–30%, dan udara tanah antara 20%–30%.

Perbedaan kemampuan tanah dipengaruhi oleh beberapa hal seperti:

- (1) tekstur tanah;
- (2) ketebalan solum tanah;
- (3) permeabilitas tanah;
- (4) tingkat erosi;
- (5) kemiringan lereng;
- (6) penyaluran air.

Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif berbagai fraksi-fraksi tanah yaitu fraksi pasir, fraksi debu, dan fraksi lempung yang merupakan golongan terbesar dari massa tanah. Pasir, debu, dan lempung disebut sebagai partikel zarah tanah. Butir-butir tanah atau batuan yang berdiameter di atas 2 mm disebut *gravel* dan tidak termasuk fraksi tanah. Unsur tanah yang terdiri dari butiran pasir mempunyai tekstur yang kasar, sedangkan unsur tanah yang hanya terdiri dari lempung mempunyai tekstur yang halus. Tekstur tanah yang paling cocok untuk pertanian adalah tanah yang lekat atau biasa disebut *geluh*, sedangkan untuk pembuatan kerajinan keramik banyak dibutuhkan fraksi tanah lempung.

**Tabel 3.3**  
**Bentuk dan Ukuran Struktur Tanah**

No.	Bentuk/Tipe Struktur	Gambar	Ukuran (mm)				
			Sangat Halus/ Kecil	Halus/ Kecil	Sedang	Kasar / Besar	Sangat Kasar/ Besar
1.	Lempung/ <i>platy</i>		< 1	1–2	2–5	5–10	> 10
2.	Prisma		< 10	10–20	20–50	50–100	> 100
3.	Tiang						

4.	Gumpal bersudut						
			< 5	5–10	10–20	20–50	> 50
5.	Gumpal membulat						
6.	Granuler		< 1	1–2	2–5	5–10	> 10
7.	Remah		< 1	1–2	2–5	–	–

Sumber: Parwata, *Identifikasi dan Klasifikasi Tanah*, UNJ, 2006

### Latihan Individu

1. Apakah tingkat erosi berhubungan dengan tekstur dan permeabilitas tanah? Jelaskan!
2. Mengapa kemiringan lereng berhubungan dengan tingkat erosi tanah? Jelaskan faktor apa saja yang menghubungkan keduanya!
3. Apakah penyebab utama dari erosi tanah? Jelaskan!

### c. Berbagai Usaha untuk Mengurangi Terjadinya Erosi Tanah

#### 1) *Tekstur dan Kesuburan Tanah*

Tanah yang tidak mengalami erosi mempunyai lapisan tanah yang subur sehingga banyak ditumbuhi tumbuh-tumbuhan. Pada tanah yang tidak tererosi lapisan bunga tanahnya akan mampu menambah kesuburannya. Lain halnya dengan tanah yang mengalami erosi, tanah ini akan tandus, tidak mengandung bunga tanah dan tidak banyak tumbuhan yang dapat hidup di sini. Demikian juga jika penebangan hutan dilakukan tanpa adanya reboisasi, terutama pada daerah-daerah yang mempunyai kemiringan yang tinggi dan kemungkinan terjadinya erosi tanah atau angin sangat tinggi.

Selain yang telah disebutkan di atas, tingkat kesuburan tanah dapat diketahui dari tekstur dan struktur tanahnya, baik yang butir tanahnya sedang, mengandung garam pertumbuhan dalam persentase yang tinggi, maupun banyak mengandung air sebagai pelarutnya.

Ukuran partikel tanah ditentukan oleh tekstur tanahnya. Kelompok lempung mempunyai rentang ukuran partikel tanah yang terbesar dengan diameter partikel 0,0002 mm hingga hampir sebesar molekul. Struktur tanah adalah susunan butir-butir suatu tanah dengan komposisi 90% bahan mineral, 1–5% bahan organik, dan 0,9% udara dan air.

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap tekstur tanah adalah komposisi mineral dan batuan atau bahan induk, sifat, dan cepatnya proses pembentukan tanah lokal serta umur relatif tanah.

Tekstur tanah dapat menentukan beberapa hal pengerjaan tanah, pengerjaan tanah berpasir di daerah beriklim kering, dan pengerjaan tanah lempung. Misalnya, pengerjaan tanah lempung lebih sulit jika dibandingkan dengan tanah pasir. Hal ini disebabkan tanah lempung bersifat plastis dan sukar untuk diolah jika basah, serta keras jika kering. Namun, di daerah iklim tropis basah tanah lempung memiliki permeabilitas walaupun rendah.

*Permeabilitas* tanah adalah cepat atau lambatnya air meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah baik ke arah horizontal maupun ke arah vertikal. Tekstur tanah sangat berpengaruh pada kecepatan perembesan air. Semakin halus tekstur tanah semakin lambat perembesan airnya.

Ketebalan atau solum tanah menunjukkan tebal tanah jika diukur dari permukaan sampai ke batuan induk.

Drainase adalah pengaturan dan pengaliran air yang berada dalam tanah atau permukaan tanah yang menggenang.

Di daerah yang mempunyai solum tanah dalam, drainase yang baik, tekstur halus, dan kemiringan lereng 1–2% dapat diusahakan secara intensif tanpa bahaya erosi atau penurunan produktivitas. Kemampuan daerah bersolum tanah dangkal, drainase buruk, tekstur tanah sangat halus atau sangat kasar, dan berlereng curam adalah terbatas, dan jika lahan itu digunakan banyak hambatannya.

Berdasarkan kesuburannya, tanah dapat dibagi menjadi tanah muda, dewasa, tua, dan sangat tua.

- a) *Tanah muda*, tanah ini belum subur karena unsur hara atau zat makanan yang terkandung masih sedikit.
- b) *Tanah dewasa*, merupakan tanah yang sangat subur dan paling cocok untuk pertanian karena tanah ini banyak mengandung unsur hara atau zat makanan.
- c) *Tanah tua*, kesuburan tanahnya sudah mulai berkurang karena unsur atau zat hara makanan yang terkandung di dalamnya juga sudah mulai berkurang.
- d) *Tanah sangat tua*, tanah ini merupakan tanah yang tidak subur, juga disebut tanah mati karena unsur hara atau zat makanan yang terkandung di dalamnya sudah sangat sedikit, bahkan hampir habis.

Unsur K, P, N, C, H, O, Na, Ca, S, Mg, Fe, Zn, B, Cu, dan Mn sangat diperlukan oleh tanah. Seperti halnya manusia yang sangat memerlukan bahan makanan untuk tumbuh dan berkembang, unsur-unsur tersebut

diperlukan oleh tanah untuk berubah dan berkembang menjadi tanah yang subur. Dengan kata lain, unsur-unsur itulah yang merupakan bahan makanan bagi tanah. Jika ada salah satu unsur yang tidak terpenuhi, tanaman yang tumbuh di atasnya pun akan tumbuh kurang sempurna. Unsur-unsur di atas dapat diperoleh dari mana saja, baik dari dalam tanah, udara, maupun air. Namun, jika salah satu unsur itu tidak dapat diperoleh secara bebas di alam, tanaman dapat disuplai dengan pupuk dan unsur mineral pupuk organik dan anorganik. *Pupuk organik* adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan, hewan, dan manusia yang telah membusuk. Contoh pupuk organik adalah pupuk hijau, pupuk kandang, dan pupuk kompos. Pupuk organik memberikan banyak keuntungan, karena membantu penyerapan air hujan, memperbaiki daya mengikat air, mengurangi erosi, dan mempercepat pertumbuhan. *Pupuk anorganik* disebut juga dengan pupuk buatan merupakan pupuk yang dibuat dalam pabrik. Pupuk fosfat (P), pupuk kalium (K), dan pupuk nitrogen (N) biasa dikenal sebagai pupuk urea, amonium sulfat, dan amonium klorida merupakan beberapa contoh pupuk anorganik tunggal, sedangkan pupuk NP, NK, PK, dan NPK merupakan contoh dari pupuk anorganik majemuk. Petani mempunyai kecenderungan menggunakan pupuk anorganik dalam pertaniannya karena mereka berpendapat bahwa pupuk pabrik lebih praktis pemakaiannya, ringan, mudah larut, dan cepat bereaksi.

Beberapa hal yang harus diperhatikan sebelum menggunakan pupuk anorganik adalah potensi tanah, jenis pupuk, dosis pemupukan, waktu, dan pemberian pupuk. Dengan memerhatikan hal-hal tersebut produksi pertanian yang diusahakan dapat memperoleh hasil yang optimal.

## **2) Menjaga Kesuburan Tanah dan Usaha Mengurangi Erosi Tanah**

Kesuburan tanah dapat dijaga dan dipertahankan dengan cara:

- a) pemupukan, diusahakan dengan pupuk hijau, pupuk kandang, pupuk buatan, dan pupuk kompos;
- b) pembuatan bendungan untuk melancarkan sistem irigasi;
- c) pembuatan hutan cadangan pada lereng-lereng gunung;
- d) reboisasi atau penghijauan di lereng-lereng gunung yang gundul;
- e) pembuatan lahan bertingkat untuk pertanian di daerah miring.

Kemiringan suatu lahan terhadap bidang horizontal sering disebut dengan kemiringan lereng. Jika sudut kemiringan lahannya semakin besar, risiko terjadi erosi dan longsor akan semakin besar pula.

Ada beberapa langkah untuk menjaga kelestarian lahan pertanian daerah miring, menghindari erosi tanah dan longsor, yaitu dengan cara membuat terasering; menanam lahan menurut garis kontur agar perakaran dapat menahan tanah (*contour farming*); pembuatan tanggul pasangan (*sengkedan*); menanam menurut garis kontur horizontal tanah (*contour*

*plowing*); bertani dengan cara membagi bidang-bidang tanah itu dalam bentuk sempit dan memanjang mengikuti garis kontur sehingga berbelok-belok bentuknya (*contour strip cropping*); pergantian jenis tanaman ketersediaan unsur hara tanah terjaga dan tidak kehabisan salah satu unsur hara akibat penanaman satu jenis tanaman secara terus-menerus (*crop rotation*); dan melakukan penanaman hutan kembali (*reboisasi*) pada hutan-hutan gundul.



**Gambar 3.21** Pola tanam tumpang sari dan pola tanam sejajar kontur merupakan cara konservasi yang dilakukan secara langsung oleh petani untuk menjaga ketersediaan unsur hara tanah tetap terjaga (sumber: *Tempo*, 24 Oktober 2004)

### Latihan Individu

1. Jelaskan hubungan tekstur tanah dan cara mengolah tanah!
2. Apa yang dilakukan untuk mempertahankan kesuburan dan kelestarian tanah?
3. Mengapa terjadi perubahan pemanfaatan lahan di suatu wilayah?

### 3) Lahan Kritis dan Lahan Potensial

#### a) Lahan Potensial

Lahan potensial merupakan lahan subur yang sebenarnya dapat dimanfaatkan, tetapi belum dimanfaatkan atau belum diolah, padahal jika diolah akan memberikan nilai ekonomi yang tinggi. Selain itu, juga mempunyai daya dukung terhadap kebutuhan manusia. Dari keadaan tersebut dapat diartikan bahwa lahan potensial merupakan aset yang dapat digunakan sebagai modal untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Untuk itu, harus ditangani dan dikelola secara bijaksana.

Di luar Pulau Jawa masih banyak lahan produktif dan potensial yang belum tergarap, daerah ini sering disebut sebagai lahan tidur.

Kebutuhan pangan yang semakin meningkat, memaksa manusia untuk mencari lahan-lahan pertanian baru, tempat mereka mengubah hutan menjadi ladang pertanian, dan tuntutan kebutuhan perumahan memaksa mereka untuk mengubah lahan pertanian tersebut menjadi areal permukiman penduduk. Namun, jika program untuk meningkatkan produksi pangan dan perluasan permukiman dalam skala besar-besaran tidak diatur secara tegas dapat menyebabkan meningkatnya erosi, berkurangnya kesuburan dan produktivitas lahan, dan hilangnya habitat. Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dengan menetapkan kawasan cagar alam dan taman nasional, tetapi tetap saja sejumlah besar lahan dirusak oleh para penebang liar.

Lahan potensial tersebar di tiga wilayah utama daratan, yaitu di daerah pantai, dataran rendah, dan dataran tinggi. Lahan-lahan di wilayah pantai didominasi oleh tanah aluvial (tanah hasil pengendapan). Wilayah dataran rendah dihitung mulai dari dataran pantai sampai ketinggian 300 m dpl. Pada curah hujan yang sesuai dengan kawasan ini merupakan daerah subur seperti pada dataran aluvial. Wilayah dataran tinggi dihitung mulai dari ketinggian 500 m dpl sampai ke atas merupakan wilayah yang berkontur, berbukit-bukit sampai daerah pegunungan. Bagi daerah-daerah tanah tinggi yang dipengaruhi oleh gunung api, kondisi lahannya didominasi oleh tanah vulkanik yang subur yang kandungan mineral haranya cukup tinggi.

Meskipun daerahnya subur, daerah pegunungan merupakan daerah yang berisiko tinggi untuk terjadinya erosi tanah dan tanah longsor. Pengaruh erosi, di daerah-daerah yang memiliki curah hujan tinggi keadaan tanahnya biasanya berwarna merah kecokelatan (pucat), karena unsur-unsur hara dan humusnya banyak tercuci dan terhanyutkan oleh air hujan. Jenis tanah ini kurang subur. Contoh tanah yang sudah banyak mengalami pencucian di antaranya tanah latosol dan tanah podzolik serta tanah laterit.



*Gambar 3.22* Salah satu usaha untuk meningkatkan kemampuan lahan dan menjaga lahan dari degradasi lahan yang berupa pembuatan terasering (sumber: *Garuda Indonesia Holidays*)

Usaha pelestarian dan peningkatan kegunaan lahan-lahan potensial, antara lain, dilakukan dengan cara membuat perencanaan penggunaan lahan; menciptakan keserasian dan keseimbangan fungsi lahan; mengintensifkan penggunaan lahan dalam waktu tertentu; pembuatan perencanaan pembangunan tata lahan untuk menghindari pencemaran; penggunaan lahan seoptimal mungkin untuk kepentingan rakyat; adanya pemisahan penggunaan lahan untuk permukiman, industri, perkantoran,

maupun pertanian; pembuatan peraturan atau UU pengalihan hak atas tanah untuk kepentingan umum dan; peraturan perpajakan. Adanya kajian yang berhubungan dengan kebijakan tata ruang, perizinan atau pajak untuk memberikan tambahan wawasan bagi masyarakat tentang konservasi lahan, adanya perhatian terhadap teknologi pengolahan tanah, penghijauan (reboisasi), dan pembuatan sengkedan terutama di daerah-daerah pegunungan, penanaman lahan di permukiman penduduk agar mempunyai ladang yang tetap dan tidak berpindah-pindah, pengelolaan daerah DAS di sepanjang aliran sungai.

#### b. Lahan Kritis

Lahan kritis sering disebut dengan lahan yang tidak produktif karena meski sudah dikelola tetap saja produktivitas lahannya rendah. Jika ditanami pun hasilnya akan lebih kecil daripada modal yang dikeluarkan. Keadaan tersebut membuat petani enggan mengusahakan tanah-tanah di lahan kritis tersebut. Biasanya lahan kritis ini merupakan lahan tandus, gundul, dan tidak dapat digunakan untuk usaha pertanian karena tingkat kesuburannya sangat rendah.

Lahan kritis dapat terbentuk karena beberapa faktor, antara lain, adanya kekeringan, genangan air secara terus-menerus seperti di daerah pantai dan rawa, terjadinya erosi tanah dan *masswasting* di daerah dataran tinggi, pegunungan, dan daerah yang miring, adanya kesalahan dalam pengelolaan lahan yang kurang memerhatikan aspek-aspek kelestarian lingkungan, masuknya material yang dapat bertahan lama ke lahan pertanian yang tak dapat diuraikan oleh bakteri seperti plastik yang dapat bertahan selama  $\pm 200$  tahun di dalam tanah, adanya pembekuan air di daerah kutub atau pegunungan tinggi, serta adanya pencemaran zat seperti pestisida dan limbah pabrik yang masuk ke lahan pertanian.



*Gambar 3.23* Lahan kritis akibat pengolahan dan pemanfaatan lahan yang tidak memerhatikan sesuai dengan tingkat kemampuan dan kesesuaian lahannya di wilayah bagian selatan Wonogiri (sumber: *Dokumen pribadi*, 2005)

Perbaikan terhadap lahan kritis perlu dilakukan karena jika lahan kritis dibiarkan dan tidak ada perlakuan perbaikan, secara langsung atau tidak dapat mengganggu kehidupan manusia. Oleh karena itu, perlu adanya usaha-usaha perbaikan lahan kritis. Untuk menghindari bahaya yang

ditimbulkan oleh adanya lahan kritis tersebut, pemerintah Indonesia telah mengambil kebijakan, yaitu melakukan rehabilitasi dan konservasi lahan-lahan kritis di Indonesia.

Usaha-usaha yang dilakukan untuk mencegah dan mengatasi lahan kritis adalah:

- (1) pemanfaatan lahan seoptimal mungkin, baik untuk pertanian, perkebunan, peternakan, maupun usaha lainnya;
- (2) melakukan penghijauan atau reboisasi;
- (3) pembuatan terrasering pada lereng bukit untuk mencegah terjadinya erosi tanah;
- (4) program kali bersih (prokasih);
- (5) reklamasi lahan bekas pertambangan;
- (6) pengelolaan wilayah terpadu di wilayah perairan dan daerah aliran sungai (DAS);
- (7) mempertahankan keanekaragaman hayati dan pola pergiliran tanaman;
- (8) ditetapkannya sanksi yang tegas bagi siapa saja yang merusak lahan, yang mengarah pada terjadinya lahan kritis;
- (9) sedapat mungkin digunakan pupuk organik secara tepat dan terus-menerus. Pupuk organik tersebut, antara lain, pupuk kandang atau kompos;
- (10) memanfaatkan tumbuhan eceng gondok guna menurunkan zat pencemar yang ada pada lahan pertanian; meski dapat digunakan untuk menyerap zat pencemar dan dapat dimanfaatkan untuk makanan ikan, tetapi tetap harus diperhatikan karena eceng gondok sangat mudah berkembang, sehingga dapat menutup permukaan air dan dapat mengganggu lahan pertanian;
- (11) pengemburan tanah sawah dilakukan dengan tumbuhan azola.

### **Latihan Individu**

---

1. Mengapa kondisi tekstur tanah memengaruhi kesuburan tanahnya? Jelaskan!
2. Apakah pengaruh penyempitan lahan pertanian menjadi fasilitas umum dan perumahan? Apakah komponen-komponen tanah yang terpengaruh oleh hal tersebut?
3. Mengapa lahan potensial harus dijaga kelestariannya? Bagaimana caranya?
4. Apakah lahan kritis dapat ditingkatkan kemampuannya? Bagaimana caranya?
5. Bagaimana caranya agar pemanfaatan lahan miring tidak mudah terkena erosi?
6. Apakah yang harus dilakukan pemerintah untuk menjaga dan melestarikan lahan agar tetap potensial dan produktif?

## Tugas Kelompok

Amatilah penggunaan dan pemanfaatan lahan yang paling tepat menurut kamu berdasarkan dengan kemampuan dan kesesuaian lahannya di lingkungan sekitarmu!

### Uji Kompetensi

#### I. Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap paling tepat!

1. Permukaan bumi yang dapat dipergunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain, untuk tempat mendirikan perumahan, pertanian dan perkebunan, serta bahan pembuat berbagai macam bahan bangunan adalah ....
  - a. tanah
  - b. lahan
  - c. batuan
  - d. pasir
  - e. kayu
2. Material yang berasal dari hasil pelapukan batuan dan sisa-sisa bahan organik disebut dengan ....
  - a. batuan
  - b. lahan
  - c. tanah
  - d. pasir
  - e. semen
3. Tanah ini berasal dari pembusukan tumbuh-tumbuhan yang jatuh di atasnya dan sering disebut dengan bunga tanah adalah ....
  - a. tanah humus
  - b. tanah aluvial
  - c. tanah lempung
  - d. tanah geluh
  - e. tanah podzol
4. Tanah yang terbentuk dari endapan lumpur yang terbawa oleh air sungai. Tanah ini banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan sehingga sangat subur, disebut ....
  - a. tanah humus
  - b. tanah aluvial
  - c. tanah lempung
  - d. tanah geluh
  - e. tanah podzol
5. *Drainase tanah* adalah ....
  - a. kemampuan tanah untuk menyerap air di bawah permukaannya
  - b. kemampuan tanah untuk melindungi organisme di bawahnya
  - c. kemampuan tanah untuk menyerap air yang berada di atas permukaannya
  - d. kemampuan tanah untuk menyeleksi unsur hara yang masuk ke dalam tanah
  - e. memperbaiki tanah dengan tanaman hijau

6. Tekstur tanah merupakan perbandingan relatif berbagai fraksi-fraksi tanah yaitu fraksi ....
  - a. debu, pasir, lempung
  - b. geluh, pasir, lempung
  - c. debu, geluh, lempung
  - d. debu, pasir, geluh
  - e. kerikil, geluh, lempung
7. Tekstur tanah yang paling cocok untuk pertanian adalah tanah yang lekat atau biasa disebut ....
  - a. debu
  - b. geluh
  - c. pasir
  - d. lempung
  - e. kerikil
8. Tingkat kesuburan tanah dapat diketahui dari ....
  - a. lapisan tanah bawah
  - b. batuan pembentuk tanah
  - c. bentuk muka tanah
  - d. tekstur dan struktur tanah
  - e. struktur dan lapisan
9. Ukuran partikel tanah ditentukan oleh ....
  - a. tekstur tanah
  - b. struktur tanah
  - c. lapisan tanah
  - d. bentuk tanah
  - e. gundukan tanah
10. Kelompok lempung mempunyai rentang ukuran partikel tanah yang terbesar dengan diameter partikel ....
  - a. 0,002 – hampir sebesar molekul
  - b. 0,0002 – hampir sebesar molekul
  - c. 0,0001 – hampir sebesar molekul
  - d. 0,001 – hampir sebesar molekul
  - e. 0,007 – hampir sebesar molekul
11. Struktur tanah adalah susunan butir-butir suatu tanah seperti bahan mineral, bahan organik, serta udara dan air dengan komposisi ....
  - a. 1–5%, 90%, serta 0,9%
  - b. 0,9%, 1–5% serta 90%
  - c. 90 %, 1–5%, serta 0,9%
  - d. 91%, 1–4% serta 0,9%
  - e. 95%, 2% serta 3%
12. Tanah yang sangat subur dan paling cocok untuk pertanian adalah tanah tersebut banyak mengandung unsur hara atau zat makanan disebut ....
  - a. tanah sangat tua
  - b. tanah tua
  - c. tanah muda
  - d. tanah dewasa
  - e. tanah remaja

13. Lapisan tanah atas merupakan bagian yang optimal bagi kehidupan tumbuh-tumbuhan sering disebut ....
  - a. supsoil
  - b. topsoil
  - c. profil tanah
  - d. tekstur tanah
  - e. fisik tanah
14. Lahan yang sebenarnya dapat dimanfaatkan dan belum diolah, tetapi jika diolah akan memberikan nilai ekonomi yang tinggi untuk kebutuhan manusia. Lahan ini disebut lahan ....
  - a. subur
  - b. banjir
  - c. potensial
  - d. kritis
  - e. tidur
15. Lahan yang meskipun sudah dikelola tetap saja mempunyai produktivitas yang rendah sering disebut lahan tidak produktif atau lahan ....
  - a. subur
  - b. banjir
  - c. potensial
  - d. kritis
  - e. tidur

**II. Kerjakanlah tugas di bawah ini dengan benar!**

1. Apakah perbedaan lahan kritis dan lahan potensial?
2. Apa sajakah yang menyebabkan terjadinya lahan kritis?
3. Uraikanlah faktor-faktor yang menyebabkan pelapukan batuan!
4. Apakah bunga tanah itu? Mengapa bunga tanah merupakan tanah yang subur?
5. Bagaimana perbandingan persentase komponen tanah yang baik antara bahan organik, mineral, serta air, dan udara?
6. Apakah tekstur tanah itu?
7. Mengapa tanah berwarna hitam dan cokelat?
8. Apakah yang dimaksud dengan drainase tanah?
9. Faktor-faktor fisik apa sajakah yang menyebabkan perbedaan warna tanah?
10. Bandingkan antara tanah aluvial dan tanah vulkanik!
11. Sebutkan beberapa hal yang menyebabkan terjadinya erosi tanah!
12. Bagaimanakah cara untuk menjaga dan mempertahankan kesuburan tanah?
13. Ada beberapa langkah untuk menjaga kelestarian lahan pertanian daerah miring, menghindari erosi tanah, dan longsor. Coba sebutkan!
14. Faktor apa sajakah yang menentukan perbedaan kemampuan tanah?
15. Sebutkan manfaat tanah bagi kehidupan manusia!



*Gambar 3.24* Pencemaran Udara dan Hujan Asam (sumber: BPLHD Provinsi DKI Jakarta)

1. Coba amati Gambar 3.13. Apakah penyebab terjadinya hujan asam dan apa pula dampak negatif yang ditimbulkannya?
2. Di kota-kota besar seperti Jakarta, Surabaya, Medan, Semarang, dan masih banyak lagi, telah terjadi hujan asam. Menurut analisis kamu, tindakan apa yang harus dilakukan pemerintah untuk mengurangi dan meminimalisasi dampak negatif yang ditimbulkan oleh hujan asam tersebut?
3. Berilah tanggapanmu tentang pernyataan di bawah ini!
  - a. Timbulnya hujan asam merupakan hal yang biasa terjadi di kota sebagai akibat pertumbuhan industri kota dan peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang sangat cepat sehingga tidak perlu dirisaukan.
  - b. Peraturan pemerintah mengenai pembatasan besar kecilnya kadar polutan asap pabrik harus diterapkan secara tegas dan tepat.
  - c. Masyarakat desa tidak perlu khawatir oleh terjadinya hujan asam di kota karena letaknya yang jauh dari pusat industri.

## B. Dinamika Perubahan Atmosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan

### 1. Atmosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi

#### a. Ciri-Ciri Lapisan Atmosfer dan Kegunaannya

##### 1) Definisi Atmosfer

*Atmosfer* ialah lapisan gas dengan ketebalan ribuan kilometer yang terdiri atas beberapa lapisan dan berfungsi melindungi bumi dari radiasi dan pecahan planet lain (meteor). *Meteorologi* adalah ilmu yang mempelajari atmosfer yang menekankan pada lapisan udara yang menyelubungi bumi. Beberapa hal pokok yang dipelajari dalam meteorologi di antaranya adalah angin, awan, cuaca, guntur, gejala cahaya, endapan air di udara, serta suhu dan tekanan udara.

Dua bagian utama yang dipelajari di atmosfer sebagai berikut.

- Bagian atmosfer atas*, yang dimonitoring dengan menggunakan balon yang dilengkapi dengan meteograf (alat pencatat temperatur, tekanan, dan basah udara), juga balon yang dipasang alat berupa radio sonde yang dapat memancarkan hasil penyelidikan mengenai temperatur, tekanan, dan lengas udara ke permukaan bumi.
- Bagian atmosfer bawah*, yang dimonitoring dengan beberapa alat pencatat secara langsung dengan menggunakan termometer, anemometer, altimeter, barometer, dan alat lainnya.

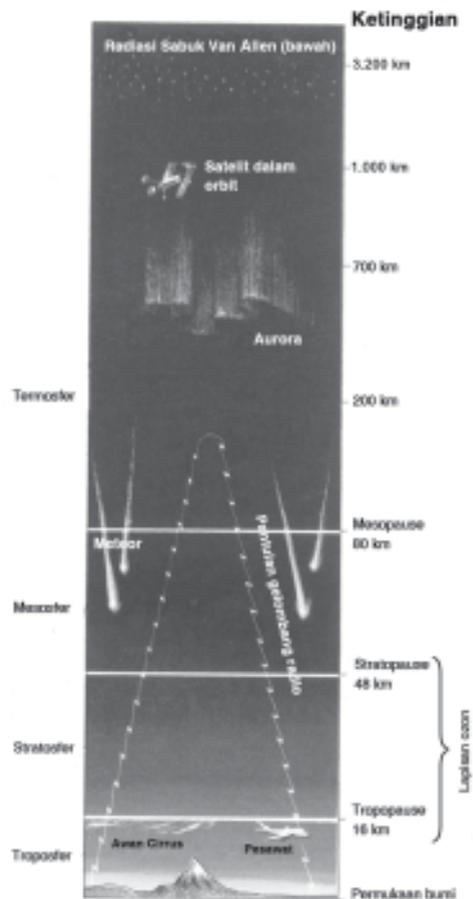
##### 2) Atmosfer dan Lapisannya

Lapisan atmosfer terdiri atas enam bagian sebagai berikut.

#### a) Troposfer berada pada 0–12 km dari muka bumi

Berikut beberapa hal yang berhubungan dengan sifat troposfer.

- Fenomena dan peristiwa cuaca, seperti angin, hujan, awan, halilintar, dan lain-lain terjadi pada lapisan ini sehingga lapisan



**Gambar 3.25** Lapisan-lapisan di dalam atmosfer bumi (sumber: *Earth Science*, 1988, hlm. 307)

ini sangat besar pengaruhnya bagi kelangsungan hidup di bumi yang langsung berinteraksi.

- (2) Troposfer terdiri atas:
  - (i) lapisan planet air, pada ketinggian 0–1 km,
  - (ii) lapisan konveksi, pada ketinggian 1–8 km, dan
  - (iii) lapisan tropopause, pada ketinggian 8–12 km.
- (3) Lapisan pembatas antara lapisan troposfer dengan stratosfer disebut tropopause, merupakan temperatur yang relatif konstan.
- (4) Pada lapisan tropopause aktivitas udara secara konveksi akan terhenti.
- (5) Lapisan troposfer di kutub setinggi  $\pm 8$  km dengan suhu  $\pm -46^{\circ}\text{C}$ , di daerah sedang setinggi  $\pm 11$  km suhu dengan  $\pm -50^{\circ}\text{C}$ , dan di daerah ekuator setinggi  $\pm 16$  km dengan suhu  $\pm -50^{\circ}\text{C}$ .
- (6) Temperatur troposfer relatif tidak konstan yang berarti semakin tinggi posisinya akan semakin rendah temperaturnya.

**b) Stratosfer, berada pada 12–60 km dari muka bumi**

- (1) Stratosfer terdiri atas:
  - (i) lapisan isotherm,
  - (ii) lapisan panas, dan
  - (iii) lapisan campuran teratas.
- (2) Pada ketinggian 35 km terbentuk ozon ( $\text{O}_3$ ) di stratosfer, dan perbedaan ketinggian pada lapisan ini akan menyebabkan perbedaan temperatur.
- (3) Lapisan peralihan antara stratosfer dan mesosfer disebut stratopause, yang temperaturnya relatif konstan.
- (4) Daerah stratopause di ketinggian 50 km suhu mencapai  $5^{\circ}\text{C}$ .
- (5) Lapisan ozon ( $\text{O}_3$ ) adalah lapisan yang melindungi troposfer dan permukaan bumi dari radiasi sinar ultraviolet yang berlebihan sehingga tidak merusak kehidupan di bumi.

**c) Mesosfer, berada pada 60–80 km dari muka bumi**

- (1) *Mesosfer* berfungsi sebagai lapisan pelindung bumi dari kejatuhan meteor. Meteor yang menuju bumi akan terbakar dan hancur sebelum sampai di permukaan bumi.
- (2) Temperatur berkisar antara  $-50^{\circ}\text{C}$  sampai  $70^{\circ}\text{C}$ .
- (3) Mesosfer terletak di antara lapisan stratopause dan mesopause. Lapisan peralihan antara mesosfer dengan stratosfer disebut *mesopause*.

**d) Termosfer, berada 80–100 km dari muka bumi**

- (1) Sebagian molekul dan atom-atom udara mengalami ionisasi pada lapisan ini. Peristiwa penambahan dan pengurangan elektron menghasilkan cahaya yang berwarna-warni, cahaya ini sering terjadi di kutub utara dan selatan yang disebut *aurora*.
- (2) Temperatur termosfer berkisar antara  $40^{\circ}\text{C}$  sampai  $1.232^{\circ}\text{C}$ .

**e) Ionosfer, berada 100–800 km dari muka bumi**

- (1) Seluruh atom dan molekul udara mengalami ionisasi di dalam lapisan ini.
- (2) Daerah ionosfer berkisar mengandung muatan listrik.
- (3) Terdapat tiga lapisan pada ionosfer, yaitu:
  - (i) lapisan Kennelly Heavyside (lapisan E), pada ketinggian antara 100–200 km;
  - (ii) lapisan Appleton (lapisan F), pada ketinggian 200–400 km;
  - (iii) gelombang radio mengalami pemantulan (gelombang panjang dan pendek) pada kedua lapisan di atas;
  - (iv) lapisan atom, berada pada ketinggian 400–800 km.

**f) Eksosfer, berada pada lebih dari 800 km–3.260 km dari muka bumi**

- (1) Eksosfer merupakan lapisan atmosfer yang paling luar (jauh) dari bumi.
- (2) Pada lapisan inilah meteor mulai berinteraksi dengan susunan gas atmosfer bumi.
- (3) Pengaruh gaya berat dan gravitasi bumi pada lapisan ini sangat kecil.

**3) Penyelidikan Atmosfer dan Kegunaannya**

Penyelidikan atmosfer mempunyai beberapa fungsi utama, antara lain, sebagai berikut:

- a) sebagai pedoman dalam membuat ramalan cuaca (prakiraan cuaca) jangka pendek ataupun jangka panjang. Ramalan cuaca sangat penting bagi kepentingan pertanian, penerbangan, pelayaran, peternakan, dan lain-lain;
- b) sebagai dasar untuk menyelidiki syarat-syarat hidup dan ada tidaknya kemungkinan hidup di lapisan udara bagian atas;
- c) sebagai pedoman untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan dilakukannya hujan buatan di suatu wilayah tertentu;
- d) untuk mengetahui sebab-sebab gangguan yang terjadi pada gelombang radio, televisi, dan menemukan cara untuk memperbaiki hubungan melalui udara.

Penyelidikan atmosfer tersebut bertempat di stasiun meteorologi atau observatorium meteorologi.

**Tugas Kelompok**

1. Sebutkan lapisan-lapisan pada atmosfer dan jelaskan apa fungsinya!
2. Uraikanlah manfaat penyelidikan atmosfer bagi manusia!

## b. Komponen-Komponen Cuaca dan Iklim

*Iklim* adalah rata-rata cuaca pada suatu wilayah yang luas dan dalam waktu yang lama (lebih kurang selama 30 tahun), sedangkan *cuaca* adalah kondisi atmosfer pada suatu tempat yang tidak luas pada waktu yang relatif singkat. Dalam pengertian yang lebih singkat *cuaca* ialah keadaan udara pada saat tertentu di suatu tempat. Cuaca mempunyai jangkauan waktu 24 jam dan jika lebih merupakan prakiraan cuaca. Keadaan atmosfer dapat diamati setiap hari. Misalnya, pada hari berawan, hari hujan, angin kencang, dan sebagainya.

Dengan pengamatan pada komponen-komponen cuaca, dapat dilakukan perkiraan cuaca pada waktu dan lokasi tertentu. Untuk itu, sangatlah penting dilakukan pengamatan dan penelitian mengenai cuaca, iklim, dan komponen-komponen pembentuknya.

### 1) *Penyinaran Matahari sebagai Komponen Penting Pembentuk Cuaca dan Iklim*

Matahari adalah sumber panas bagi bumi. Walaupun bumi sudah memiliki panas sendiri yang berasal dari dalam, panas bumi lebih kecil artinya dibandingkan dengan panas matahari. Panas matahari mencapai 60 gram kalori/cm<sup>2</sup>, tiap jam, sedangkan panas bumi hanya mencapai 55 gram/cm<sup>2</sup> tiap tahunnya. Besarnya sinar matahari yang mencapai bumi hanya sekitar 43% dari keseluruhan sinar yang menuju bumi dan >50% lainnya dipantulkan kembali ke angkasa. Panas bumi sangat tergantung kepada banyaknya panas yang berasal dari matahari ke bumi.

Perbedaan temperatur di bumi dipengaruhi oleh letak lintang dan bentuk keadaan alamnya. Indonesia termasuk wilayah beriklim tropis karena terletak pada lintang antara 6°08' LU dan 11°15' LS, ini terbukti di seluruh wilayah Indonesia menerima rata-rata waktu penyinaran matahari cukup banyak. Panas matahari yang sampai ke permukaan bumi sebagian dipantulkan kembali, sebagian lagi diserap oleh udara, awan, dan

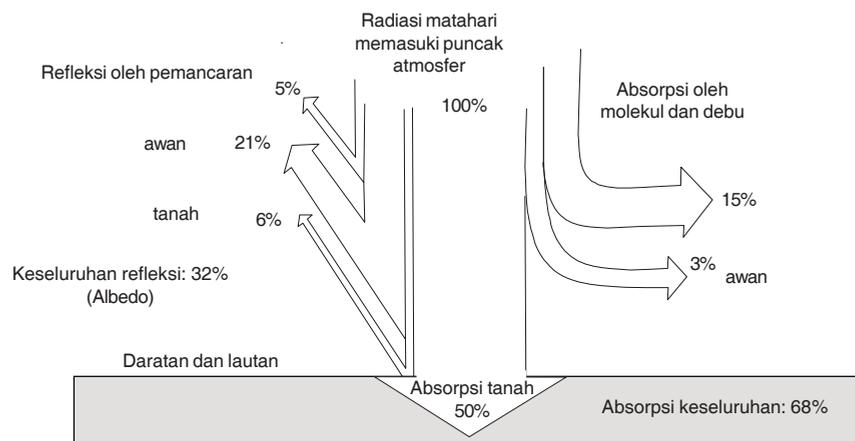


*Gambar 3.26* Instalansi pengamatan cuaca (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 69)

segala sesuatu di permukaan bumi. Banyak sedikitnya sinar matahari yang diterima oleh bumi dipengaruhi oleh beberapa faktor, sebagai berikut.

- Lama penyinaran matahari*, semakin lama penyinaran semakin tinggi pula temperaturnya.
- Tinggi rendah tempat*, semakin tinggi tempat semakin kecil (rendah) temperaturnya.
- Sudut datang sinar matahari*, semakin tegak arah sinar matahari (siang hari) akan semakin panas. Tempat yang dipanasi sinar matahari yang datangnya miring (pagi dan sore hari) lebih luas daripada yang tegak (siang hari).
- Keadaan tanah*, yaitu tanah yang kasar teksturnya dan berwarna hitam akan banyak menyerap panas dan tanah yang licin (halus teksturnya) dan berwarna putih akan banyak memantulkan panas.
- Angin dan arus laut*, adanya angin dan arus laut yang berasal dari daerah dingin akan mendinginkan daerah yang dilaluinya.
- Keadaan udara*, banyaknya kandungan awan (uap air) dan gas arang, akan mengurangi panas yang terjadi.
- Sifat permukaan*, daratan lebih cepat menyerap dan menerima panas daripada lautan.

Panas matahari yang sampai ke permukaan bumi akan berangsur memanasi udara di sekitarnya. Pemanasan terhadap udara melalui beberapa cara, yaitu *turbulensi*, *konveksi*, *kondensasi*, dan *adveksi*.



**Gambar 3.27** Diagram skematik penyinaran matahari ke bumi (sumber: Ganeca, hlm. 301)

*Turbulensi* ialah penyebaran panas secara berputar-putar dan penyebaran panasnya menyebabkan udara yang sudah panas bercampur dengan udara yang belum panas.

*Konveksi* ialah pemanasan secara vertikal dan penyebaran panasnya terjadi akibat adanya gerakan udara secara vertikal, sehingga udara di atas yang belum panas ini menjadi panas karena pengaruh udara bawahnya yang sudah terlebih dahulu panas.

*Konduksi* ialah pemanasan secara kontak langsung atau bersinggungan langsung. Pemanasan ini terjadi karena molekul-molekul udara yang dekat dengan permukaan bumi akan menjadi panas setelah bersinggungan dengan bumi yang memiliki panas dari dalam.

*Adveksi* ialah penyebaran panas secara horizontal yang mengakibatkan perubahan fisik udara di sekitarnya, yaitu udara menjadi panas.

Letak astronomis Indonesia berada pada  $94^{\circ}45'$  BT –  $141^{\circ}05'$  BT dan  $6^{\circ}08'$  LU –  $11^{\circ}15'$  LS serta dilalui oleh garis khatulistiwa sehingga sangat memengaruhi keadaan suhu udara rata-rata setiap hari sepanjang tahunnya. Posisi Indonesia yang terletak pada daerah lintang rendah menyebabkan suhu rata-rata tahunan yang tinggi, yaitu kurang lebih kurang lebih  $26^{\circ}\text{C}$ . Perbedaan suhu juga dipengaruhi oleh ketinggian suatu daerah dari permukaan laut, semakin tinggi suatu tempat, semakin rendah suhunya. Perbedaan suhu ini memengaruhi habitat beragam jenis tanaman yang tumbuh di dalamnya. Wilayah Indonesia merupakan kepulauan sehingga luas wilayah perairan sangat luas, hal ini sangat memengaruhi kondisi suhu di wilayahnya. Karena kondisi tersebut menimbulkan tidak terjadinya perbedaan suhu yang besar antara suhu maksimum dan suhu minimum tahunannya.

Perubahan suhu di Indonesia terjadi karena faktor-faktor seperti berikut ini:

- (1) *adanya perbedaan suhu siang dan malam*; suhu maksimum terjadi pada siang hari sekitar pukul 13.00–14.00, sedangkan suhu minimum terjadi saat menjelang pagi lebih kurang pukul 04.30;
- (2) *adanya perbedaan tinggi tempat dari permukaan laut*, setiap kenaikan 100 m suhunya turun lebih kurang  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

## 2) **Komponen-Komponen Cuaca**

Komponen cuaca antara lain terdiri atas temperatur udara, tekanan udara, curah hujan, angin, awan, kelembapan udara, dan curah hujan.



**Gambar 3.28** Termometer maksimum minimum berfungsi mengukur suhu dan kelembapan (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 51)

### a) Suhu atau Temperatur Udara

Panas bumi bersumber dari matahari. Tingkat dan derajat panas matahari diukur dengan menggunakan alat termometer.

Suhu udara di bumi semakin naik ke atmosfer semakin turun, dengan teori setiap kita naik 100 m suhu akan turun  $1^{\circ}\text{C}$  (udara dalam keadaan kering). Secara horizontal, suhu di berbagai tempat di permukaan bumi tidak sama. Dengan menggunakan peta isoterm perbandingan suhu satu tempat dengan tempat yang lain akan mudah dilihat. Garis isoterm adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan suhu rata-rata yang sama. Perubahan suhu sepanjang hari dapat diketahui dengan melihat catatan suhu pada termograf dan termometer. Suhu tertinggi biasa terjadi pada pukul satu atau dua siang, sedangkan suhu terendah biasa terjadi pukul empat atau lima pagi. Dari rata-rata derajat panas sepanjang harinya didapatkan suhu harian.

Dalam satu bulan terdapat catatan suhu harian yang tidak sama setiap harinya. Dari catatan suhu harian selama satu bulan kemudian diambil rata-rata dan dihasilkan suhu bulanan. Suhu bulanan juga tidak sama setiap bulannya. Daerah dengan topografi rendah relatif lebih panas dibandingkan daerah berbukit dan pegunungan. Daerah khatulistiwa yang bersifat tropis lebih panas dibanding daerah subtropis dan kutub.

### b) Tekanan Udara

Permukaan bumi ini secara langsung ditekan oleh udara karena udara memiliki massa. Karena udara adalah benda gas yang menyelubungi bumi dan mempunyai massa, akan terjadi peristiwa di bawah ini.

- (1) Massa udara menumpuk di permukaan bumi dan udara di atas menindih udara di bawahnya, tekanan ini dinamakan tekanan udara.
- (2) Massa udara dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Hal ini menyebabkan semakin dekat dengan bumi udara semakin mampat dan semakin ke atas semakin renggang. Akibatnya, semakin dekat dengan bumi tekanan udara semakin besar dan sebaliknya.
- (3) Massa udara jika mendapatkan panas akan memuai dan jika mendapatkan dingin akan menyusut.

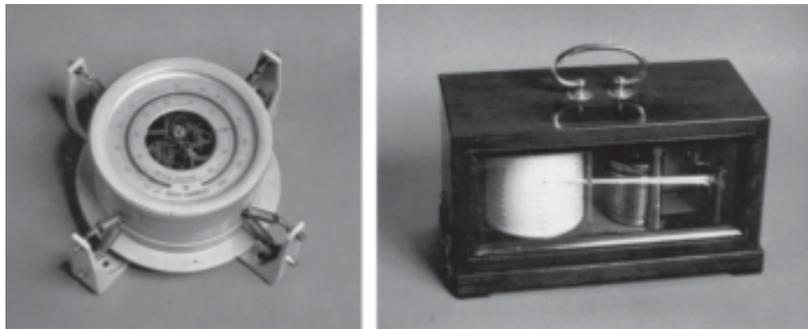
Tekanan udara dapat diukur dengan menggunakan barometer. Toricelli pada tahun 1643 menciptakan barometer air raksa. Karena barometer air raksa tidak mudah dibawa ke mana-mana, dapat menggunakan barometer aneroid sebagai penggantinya.

Tekanan udara akan berbanding terbalik dengan ketinggian suatu tempat sehingga semakin tinggi tempat dari permukaan laut semakin rendah tekanan udaranya. Kondisi ini karena makin tinggi tempat akan makin

berkurang udara yang menekannya. Satuan hitung tekanan udara adalah *milibar*, sedangkan garis pada peta yang menghubungkan tempat-tempat dengan tekanan udara yang sama disebut *isobar*.

Ketinggian suatu tempat dari permukaan laut juga dapat diukur dengan menggunakan barometer. Kenaikan 10 m suatu tempat akan menurunkan permukaan air raksa dalam tabung sebesar 1 mm. Dalam satuan milibar (mb), setiap kenaikan 8 m pada lapisan atmosfer bawah, tekanan udara turun 1 mb, sedangkan pada atmosfer atas dengan kenaikan > 8 m tekanan udara akan turun 1 mb.

Barometer aneroid sebagai alat pengukur ketinggian tempat dinamakan juga *altimeter* yang biasa digunakan untuk mengukur ketinggian kapal udara yang sedang terbang.



Gambar 3.29 Barometer, alat untuk mengukur tekanan udara (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 42)

### c) Angin

Perbedaan tekanan udara di satu tempat dengan tempat yang lain menimbulkan aliran udara. Pada dasarnya angin terjadi disebabkan oleh perbedaan penyinaran matahari pada tempat-tempat yang berlainan di muka bumi. Perbedaan temperatur menyebabkan perbedaan tekanan udara. Aliran udara berlangsung dari tempat dengan tekanan udara tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang lebih rendah. Udara yang bergerak inilah yang disebut angin.

Arah angin dapat diketahui dengan menggunakan beberapa cara, salah satunya adalah dengan menggunakan bendera angin. Arah angin juga dapat diketahui dengan menggunakan baling-baling angin. Pada saat ini telah ditemukan alat yang mampu mengukur arah dan kecepatan angin secara bersamaan. Arah angin biasanya dinyatakan dalam derajat,  $360^\circ$  atau  $0^\circ$  berarti angin utara;  $90^\circ$  angin timur;  $180^\circ$  angin selatan; dan  $270^\circ$  angin barat.

Kecepatan angin dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut anemometer. Biasanya digunakan anemometer mangkuk, yang terdiri atas bagian inti berupa tiga sampai empat mangkuk yang dapat berputar pada

sumbu tegak lurus. Mangkuk-mangkuk tersebut akan berputar jika bagian yang cekung ditiup angin. Arah dan kecepatan angin pada suatu waktu dapat diketahui melalui anemometer dan hasil catatannya anemogram yang berupa skala.

### Latihan Individu

Belilah balon dan tiuplah hingga terisi udara. Kemudian cari sebatang kayu atau bambu yang cukup panjang. Talikan pangkal balon yang telah kamu tiup.

Carilah tempat yang lapang dan angkat batang kayu atau bambu yang kamu buat.

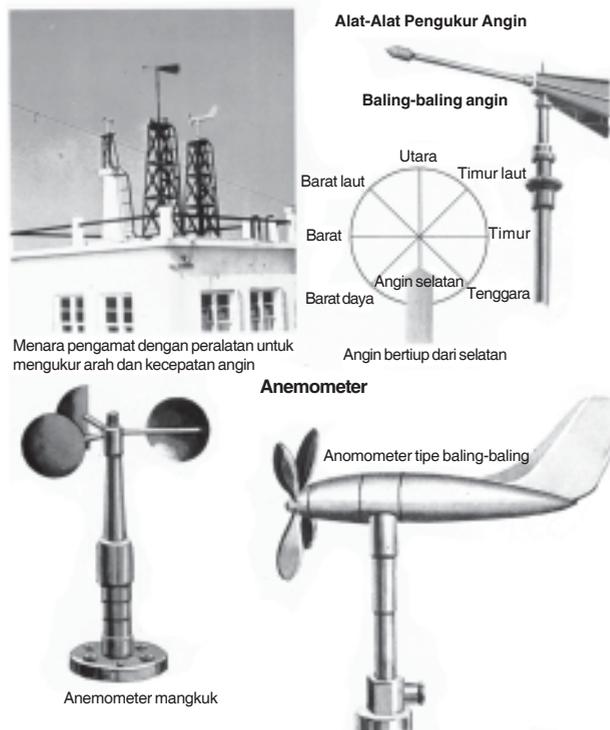
Amati arah ujung balon sewaktu angin bertiup kencang.

Pertanyaan:

Apakah hubungan antara aktivitas yang kamu lakukan dengan arah angin bertiup? Apa analisis kamu?

Salah satu kegunaan pengukuran arah dan kecepatan angin adalah untuk keperluan penerbangan dan navigasi di samping untuk keperluan lain. Dengan mengetahui arah dan kecepatan angin di permukaan bumi, dapat digunakan sebagai pedoman dalam menentukan arah dan panjang landasan pacu pesawat terbang, jumlah penumpang yang harus diangkut, serta bahan bakar yang diperlukan. Untuk itu, perlu diadakan penyelidikan mengenai arah dan kecepatan angin pada lapisan udara atas.

Studi dan penelitian tentang angin biasa menggunakan balon udara yang



**Gambar 3.30** Alat-alat pengukur angin (sumber: *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981, hlm. 45)

diikuti arah geraknya dengan menggunakan alat *theodolit*. Theodolit merupakan teropong yang berfungsi untuk mengukur sudut horizontal dan vertikal. Dengan mengetahui kedudukan balon tiap menitnya akan diketahui pula arah dan kecepatan angin pada ketinggian tertentu. Cara ini hanya terbatas pada ketinggian 6 sampai 7 km. Pengukuran di atas ketinggian tersebut dilakukan dengan alat yang disebut *rawin*. Alat ini terdiri atas balon yang lebih besar dan dilengkapi dengan reflektor atau pemancar radio. Dalam penelitian-penelitian modern sekarang ini, satelit mempunyai peranan penting di dalam melakukan pengukuran pada lapisan-lapisan udara, termasuk penelitian tentang angin.

Kecepatan angin dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain, sebagai berikut.

(1) Gradien barometrik

Gradien barometrik yaitu angka yang menunjukkan perbedaan tekanan udara melalui dua garis isobar yang dihitung untuk tiap-tiap  $111 \text{ km} = 1^\circ$  di ekuator.

Satuan jarak diambil dari  $1^\circ$  di ekuator yang panjangnya sama dengan  $111 \text{ km}$  ( $1/360 \times 40.000 \text{ km} = 111 \text{ km}$ ).

(2) Hukum Stevenson

Hukum ini menyatakan bahwa kecepatan angin bertiup berbanding lurus dengan gradien barometriknya. Semakin besar gradien barometriknya semakin besar kecepatannya.

(3) Relief permukaan bumi

Angin bertiup kencang pada daerah yang reliefnya rata dan tidak ada rintangan dan sebaliknya.

(4) Ada tidaknya pohon-pohon yang lebat dan tinggi

Kecepatan angin dapat dihambat oleh adanya pohon-pohon yang lebat dan tinggi.

Buys Ballot seorang meteorolog berkebangsaan Belanda membuat hukum mengenai arah angin, yaitu:

“Udara mengalir dari daerah bertekanan maksimum ke daerah bertekanan minimum. Arah angin akan membelok ke kanan di belahan bumi utara, serta membelok ke kiri di belahan bumi selatan”.

Pembiasan arah angin terjadi disebabkan oleh rotasi bumi dari barat ke timur, serta bentuk bumi yang bulat.

Kekuatan dan kecepatan angin dapat ditentukan dengan skala Beaufort seperti pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4**  
**Skala Beaufort**

Laju Angin (km/jam)	Angka Beaufort dan Pengaruh Angin di Darat	Istilah Resmi
Kurang dari 1,5	0 Tenang; asap naik vertikal	Lemah
1,5–5	1 Arah angin terlihat pada asap, tetapi tidak pada penunjuk arah angin	
6–11	2 Angin terasa di wajah; daun bergerak perlahan; penunjuk arah angin bergerak	
13–20	3 Dedaunan dan ranting bergerak; bendera kecil terbuka	Sepoi-sepoi
21–30	4 Debu dan kertas beterbangan; dahan kecil bergerak	Sedang
31–39	5 Pepohonan kecil mulai bergoyang; ombak kecil tampak di perairan pedalaman	Segar
40–50	6 Dedahanan besar bergerak; kawat telegraf mendung, payung sulit dipegang	
51–62	7 Pohon besar bergoyang; sulit berjalan melawan angin	Kuat
63–74	8 Ranting patah dari pohon; mobil terbelok di jalan	Kencang
75–99	9 Kerusakan ringan pada bangunan (cero-bong asap dan genting diterbangkan angin)	
89–102	10 Pepohonan tumbang; bangunan rusak agak berat	Sangat Kencang
103–116	11 Kerusakan berat meluas	
117 atau lebih	12 Kerusakan berat meluas	Topan

Sumber: *Klimatologi Umum*, ITB Bandung, 1995

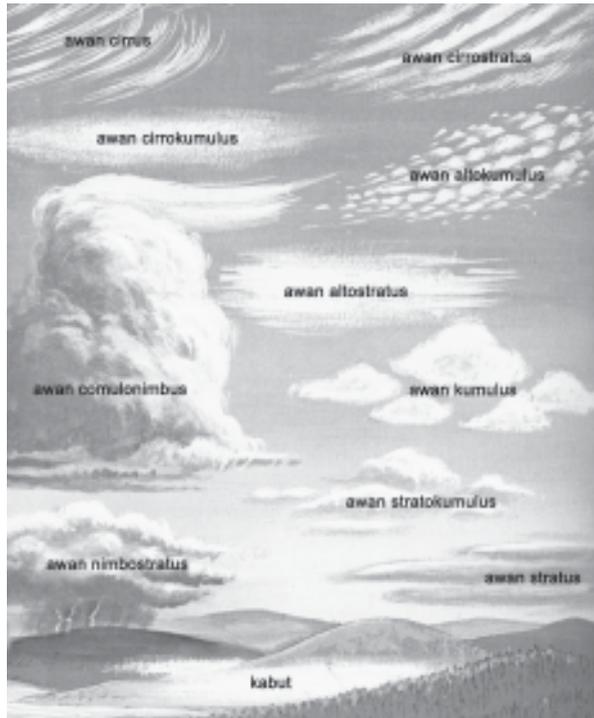
#### d) Awan

*Awan* ialah kumpulan titik-titik air atau kristal-kristal es yang halus dalam udara di atmosfer yang terjadi karena adanya pengembunan dan pemadatan uap air yang terdapat di udara setelah melampaui keadaan jenuh. Kondisi awan dapat berupa cair, gas, atau padat karena sangat dipengaruhi oleh keadaan suhu.

Pembagian awan berdasarkan hasil kongres international tentang awan yang dilaksanakan di Munchen, Jerman pada tahun 1802 dan Uppsala, Swedia pada tahun 1894, sampai saat ini masih digunakan sebagai acuan utama.

Pembagian awan menurut para pakar tersebut adalah sebagai berikut.

- (1) *Awan tinggi*, berada pada ketinggian antara 6 km–12 km, terdiri dari kristal-kristal es karena ketinggiannya. Kelompok awan tinggi, antara lain sebagai berikut.



**Gambar 3.31** Kenampakan jenis-jenis awan (sumber: *Earth Science*, 2002, hlm. 340)

- (a) *Cirrus* (Ci): Awan ini halus dengan struktur seperti serat, berbentuk menyerupai bulu burung dan tersusun seperti pita yang melengkung di langit sehingga tampak bertemu di satu atau dua titik pada horizon, dan sering terdapat kristal es. Awan ini tidak menimbulkan hujan.

- (b) *Cirro Stratus* (Ci-St):

Awan ini berbentuk menyerupai kelambu putih yang halus dan rata menutup seluruh langit sehingga tampak cerah, atau terlihat seperti anyaman yang bentuknya tidak beraturan. Awan ini sering menimbulkan terjadinya *hallo*, yaitu lingkaran yang bulat dan mengelilingi matahari atau bulan, dan biasa terjadi pada musim kering.

- (c) *Cirro Cumulus* (Ci-Cu): Awan ini berpola terputus-putus dan penuh dengan kristal-kristal es sering kali berbentuk seperti segerombolan domba dan sering dapat menimbulkan bayangan di permukaan bumi.

- (2) *Awan menengah*, berada pada ketinggian antara 3–6 km. Kelompok awan menengah, antara lain sebagai berikut.

- (a) *Alto Cumulus* (A-Cu): Awan ini berukuran kecil-kecil, tetapi berjumlah banyak dan berbentuk seperti bola yang agak tebal berwarna putih sampai pucat dan ada bagian yang kelabu. Awan ini bergerombol dan sering berdekatan sehingga tampak saling bergandengan.

- (b) *Alto Stratus* (A-St): Awan ini bersifat luas dan tebal dengan warna awan adalah kelabu.

- (3) *Awan rendah*, berada pada ketinggian kurang dari 3 km. Kelompok awan rendah, antara lain sebagai berikut.
- (a) *Strato Cumulus (St-Cu)*: Awan ini berbentuk bola-bola yang sering menutupi seluruh langit sehingga tampak menyerupai gelombang di lautan. Jenis awan ini relatif tipis dan tidak menimbulkan hujan.
  - (b) *Stratus (St)*: Awan ini berada pada posisi yang rendah dan agihan yang sangat luas dengan ketinggian <2000 m. Jenis awan ini menyebar seperti kabut dan tampak berlapis-lapis. Antara kabut dan awan stratus pada dasarnya tidak berbeda. Awan ini tidak menimbulkan hujan.
  - (c) *Nimbo Stratus (Ni-St)*: Awan ini berbentuk tidak menentu dengan tepi compang-camping tak beraturan. Awan ini hanya menimbulkan hujan gerimis, berwarna putih kegelapan, dan penyebarannya di langit cukup luas.
- (4) *Awan yang terjadi karena udara naik*, berada pada ketinggian antara 500 m–1.500 m. Kelompok awan ini, antara lain sebagai berikut.
- (a) *Cumulus (Cu)*: Awan tebal dengan puncak-puncak yang agak tinggi, terbentuk pada siang hari karena udara yang naik, dan akan tampak terang jika mendapat sinar langsung dari matahari dan terlihat bayangan berwarna kelabu jika mendapat sinar matahari dari samping atau sebagian saja.
  - (b) *Cumulus Nimbus (Cu-Ni)*: Awan inilah yang dapat menimbulkan hujan dengan kilat dan guntur, bervolume besar dengan ketebalan yang tinggi, posisi rendah dan puncak yang tinggi sebagai menara atau gunung dengan puncaknya yang melebar.

Terjadinya hujan tidak tergantung pada tebal tipisnya awan, tetapi lebih tergantung pada musim. Pada waktu musim kering, meskipun ketebalan awan tinggi belum tentu mendatangkan hujan disebabkan oleh faktor angin yang dominan, begitu sebaliknya pada musim hujan. Awan yang rendah pada permukaan bumi disebut kabut.

#### e) Kelembapan Udara

Kelembapan udara dapat dibedakan menjadi dua yaitu: *kelembapan mutlak* dan *kelembapan nisbi*. **Kelembapan mutlak** (absolut) ialah jumlah massa uap air yang ada dalam suatu satuan volume di udara. **Kelembapan nisbi** (relatif) ialah banyaknya uap air di dalam udara berupa perbandingan antara jumlah uap air yang ada dalam udara saat pengukuran dan jumlah uap air maksimum yang dapat ditampung oleh udara tersebut.

Dapat dirumuskan:

$$\text{Kelembapan mutlak} = \frac{\text{kelembapan mutlak udara}}{\text{nilai jenuh udara}} \times 100\%$$

Misal: Kondisi udara di sebuah ruangan ber-AC berukuran  $4 \times 3 \times 2$  meter atau bervolume  $24 \text{ m}^3$  mengandung uap air sebanyak 360 gram, dan pada suhu  $21^\circ \text{ C}$  mengandung uap air sebanyak 20 gram, maka:

$$\text{Kelembapan mutlaknya} = \frac{360 \text{ g}}{24 \text{ m}^3} = 15 \text{ g/m}^3$$

$$\text{Kelembapan relatifnya} = \frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$$

Angka-angka persentase tersebut menunjukkan bahwa jika suhu udara naik, kelembapan relatifnya berkurang. Oleh sebab itu, nilai kelembapan relatif tertinggi terjadi pada pagi hari dan nilai terendah terjadi pada sore hari. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan nisbi adalah *higrometer rambut*. Higrometer yang mencatat kelengkapan data secara geometris disebut *higrograf*.

#### f) Curah Hujan

Hujan atau *presipitasi* ialah peristiwa jatuhnya butir-butir air atau es dari lapisan-lapisan troposfer ke permukaan bumi. Banyaknya hujan yang jatuh pada suatu tempat di bumi dapat diketahui dengan mengukur besarnya curah hujan tersebut menggunakan alat penakar hujan. Ada pula beberapa sebutan untuk alat penakar hujan yaitu sering disebut *fluviometer* ataupun *ombrometer*. Curah hujan atau presipitasi adalah banyaknya air hujan atau kristal es yang jatuh hingga permukaan bumi. Alat pengukur curah hujan berfungsi untuk mengukur jumlah hujan yang jatuh selama sehari di dalam suatu gelas ukur. Alat pencatat hujan otomatis berfungsi mencatat secara otomatis jumlah curah hujan pada kertas pencatat yang setiap hari atau minggu diganti dengan yang baru. Cara menghitung curah hujan dalam sebulan adalah dengan menjumlah curah hujan di tiap hari dalam satu bulan.

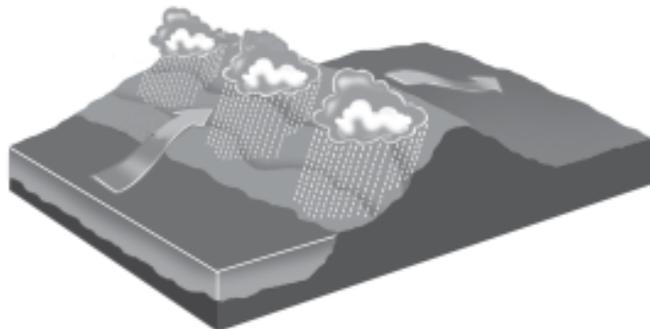
Besarnya curah hujan tidak merata di setiap wilayah Indonesia. Jumlah curah hujan tidak sama sepanjang tahun, paling banyak ialah selama bertiup angin musim barat.

Ada bermacam-macam jenis hujan yang dapat dijelaskan berikut ini.

- (1) *Hujan zenithal*, adalah hujan yang terjadi di daerah tropis, disebut juga hujan naik ekuatorial, biasa terjadi pada waktu sore hari setelah terjadi pemanasan maksimal antara pukul 14.00–15.00. Di daerah tropis

selama setahun mengalami dua kali hujan zenithal, sedangkan daerah lintang  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  LU/LS mengalami satu kali hujan zenithal. Di daerah tropis, daerah lintang  $10^{\circ}$  LU– $10^{\circ}$  LS, hujan ini terjadi bersamaan waktunya dengan kedudukan matahari pada titik zenitnya, atau beberapa waktu sesudahnya.

- (2) *Hujan muson*, adalah hujan yang terjadi di daerah-daerah muson. Hujan zenithal di daerah muson mengalami perubahan karena daerah-daerah ini dipengaruhi oleh angin muson.
- (3) *Hujan siklonal*, adalah hujan yang terjadi karena udara panas naik disertai angin berputar atau *cyclon*. Karena kondisi di atas dingin, udara menjadi jenuh, dan setelah itu terjadilah prosesi kondensasi yang menimbulkan awan dan akhirnya hujan siklonal terjadi.
- (4) *Hujan musim dingin*, adalah hujan yang terjadi di daerah-daerah subtropis. Daerah subtropis di pesisir barat kontinen-kontinen pada waktu musim dingin mengalami hujan, ketika matahari berada pada posisi nadir. Daerah hujan musim dingin, antara lain: Portugal, Spanyol, Afrika Utara, Palestina, Mesopotamia, dan California Barat Daya.
- (5) *Hujan musim panas*, adalah hujan yang terjadi di daerah subtropis, di sekitar pesisir timur kontinen-kontinen. Daerahnya terletak antara  $30^{\circ}$ –  $40^{\circ}$  LU/LS, yaitu sebelah tenggara Amerika Serikat, Argentina Utara, Uruguay, Cina Timur, Jepang, dan lain-lain.
- (6) *Hujan frontal*, adalah hujan yang terjadi jika massa udara yang dingin dengan kekuatan besar memecah massa udara yang panas dan kemudian massa yang lebih ringan terangkat ke atas. Pergolakan udara dengan pusaran-pusaran bergerak ke atas sehingga bertemulah massa udara panas dan dingin yang dibatasi oleh garis yang disebut garis front. Di sekitar garis inilah terbentuk awan yang bergumpal dan bergerak ke atas dengan cepat sehingga terjadilah hujan lebat atau hujan frontal.
- (7) *Hujan pegunungan* atau hujan orografis, adalah hujan yang terjadi di daerah pegunungan, di mana udara yang mengandung uap air bergerak naik ke atas pegunungan. Gerakan itu menurunkan suhu udara tersebut sehingga terjadi kondensasi dan turunlah hujan pada lereng yang berhadapan dengan arah datangnya angin.



Gambar 3.32 Hujan orografis (sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

Beberapa daerah yang jarang turun hujan adalah di daerah pedalaman benua. Misalnya, Gurun Sahara, Gurun Gobi, Daerah Tibet, Semenanjung Arabia, pedalaman Persia, Turkistan, bagian barat Afrika Selatan, dan di sebagian daerah subtropis.

Sebutan daerah basah dan kering sangat dipengaruhi oleh banyak sedikitnya curah hujan yang turun di daerah tersebut. Daerah basah mempunyai curah hujan tinggi, di atas 3.000 mm/tahun. Contohnya adalah Dataran Tinggi Sumatra Barat, Sibolga, Ambon, Bogor, Batu Raden, dan Dataran Tinggi Irian Jaya (Papua). Daerah kering mempunyai curah hujan rendah, kurang dari 1.000 mm/tahun. Contohnya adalah daerah padang rumput di Nusa Tenggara dan sekitar Palu dan Luwuk di Sulawesi Tengah.

Daerah di sekitar garis ekuator  $0^{\circ}$ – $10^{\circ}$  LU/LS secara umum merupakan daerah panas dan daerah dingin terletak antara  $66\frac{1}{2}^{\circ}$ – $90^{\circ}$  LU/LS.

Di samping itu, letak lintang dan tinggi tempat menentukan panas dinginnya suatu daerah di muka bumi. Misalnya:

- (1) Zona panas, terletak di ketinggian 0–700 meter dpl.
- (2) Zona sedang terletak di ketinggian antara 700–1.500 meter dpl.
- (3) Zona sejuk terletak di ketinggian antara 1500–2.500 meter dpl.
- (4) Zona dingin terletak di ketinggian antara 2.500–3.300 meter dpl.

### Latihan Individu

---

1. Jenis awan apakah yang mendatangkan hujan? Apa ciri-cirinya? Jelaskan!
2. Sebutkan macam-macam hujan dan jelaskan proses kejadiannya!

### 3) *Klasifikasi dan Tipe Iklim*

#### a) *Iklim dan Faktor Pembentuknya*

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kondisi iklim di suatu tempat, sebagai berikut:

- (1) letak garis lintang,
- (2) tinggi tempat,
- (3) banyak sedikitnya curah hujan yang jatuh,
- (4) posisi daerah: dekat dengan laut, gunung, dataran pasir, atau dengan bentang alam lain,
- (5) daerah pegunungan yang dapat memengaruhi posisi bayangan hujan,
- (6) keadaan awan dan suhu udara,
- (7) pengaruh luas daratan,
- (8) kelembapan udara dan keadaan awan,
- (9) pengaruh arus laut,
- (10) panjang pendeknya musim setempat, dan
- (11) pengaruh topografi dan penggunaan lahan (vegetasi).



## (2) Iklim Fisis

Iklim fisis ialah iklim yang pembagiannya didasarkan pada kenyataan kondisi sebenarnya suatu daerah yang disebabkan pengaruh lingkungan alamnya.

Faktor-faktor lingkungan itu sebagai berikut:

- (a) pengaruh daratan yang luas,
- (b) pengaruh penutup lahan (vegetasi),
- (c) pengaruh topografi (relief),
- (d) pengaruh arus laut,
- (e) pengaruh lautan, dan
- (f) pengaruh angin.

Iklim fisis dapat dibedakan menjadi:

- (a) iklim laut atau maritim,
- (b) iklim darat atau kontinental,
- (c) iklim dataran tinggi,
- (d) iklim gunung dan pegunungan, dan
- (e) iklim musim (muson).

## (3) Iklim Menurut Koppen

Pada tahun 1918, seorang ahli iklim Jerman bernama W. Koppen membagi dunia menjadi lima zona iklim pokok berdasarkan temperatur dan hujan, dengan menggunakan ciri-ciri temperatur dan hujan berupa huruf-huruf besar dan huruf-huruf kecil. Kelima iklim pokok tersebut masih dirinci lagi menjadi sebelas macam iklim sebagai variasinya.

Ciri-ciri temperatur menurut Koppen sebagai berikut.

- (a) Temperatur normal dari bulan-bulan terdingin paling rendah  $18^{\circ}\text{C}$ .  
Suhu tahunan antara  $20^{\circ}\text{C}$  sampai  $25^{\circ}\text{C}$  dengan curah hujan rata-rata dalam setahun  $> 60$  mm.
- (b) Temperatur normal dari bulan-bulan yang terdingin antara  $18^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$ .
- (c) Temperatur bulan-bulan terdingin  $< 3^{\circ}\text{C}$ .
- (d) Temperatur bulan-bulan terpanas  $> 0^{\circ}\text{C}$ .
- (e) Temperatur bulan-bulan terpanas  $< 10^{\circ}\text{C}$ .
- (f) Temperatur bulan-bulan terpanas  $< 0^{\circ} - 10^{\circ}\text{C}$ .
- (g) Temperatur bulan-bulan terpanas  $< 0^{\circ}\text{C}$ .

**Tabel 3.5**  
**Klasifikasi Umum Iklim Dunia**

Nama Daerah Iklim	Letak Lintang	Lokasi di Benua	Massa Udara yang Berlaku	Curah Hujan Tahunan (cm)
1. Daerah Ekuatorial basah	10°LU–10°LS	pedalaman, pantai	mE	> 200
2. Pantai angin passat (pantai tropik yang terletak di arah angin)	5°LS–30°LS	zona pantai	mT	> 150
3. Gurun Tropik	10°LU–35°LU 10°LS–35°LS	pedalaman, pantai bagian barat	cT	< 25
4. Gurun dan Stepa daerah sedang	30°LU–50°LU 30°LS–50°LS	pedalaman	cT, cP	10–50
5. Daerah Subtropik humid	25°LS–45°LS 25°LU–45°LU	pedalaman, pantai	mT	100–150
6. Pantai Barat di lintang sedang	35°LU–65°LU	Pantai Barat	mP	> 100
7. Gurun Kutub dan Arktik	60°LU–90°LU 60°LS–90°LS	pedalaman, pantai	cP, cA	< 30

Sumber: Sudarsono Budi, *Alam Semesta dan Cuaca*, 1981

Ciri-ciri hujan sebagai berikut:

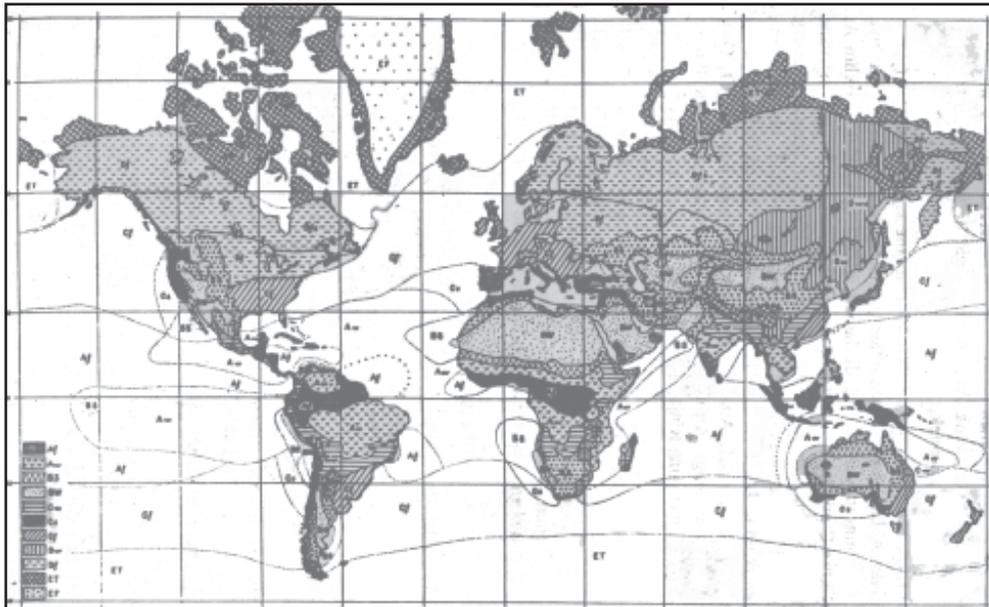
- (a) iklim kering dengan hujan di bawah batas kering;
- (b) selalu basah karena hujan jatuh dalam semua musim;
- (c) bulan-bulan kering terjadi pada musim panas di belahan bumi tempat tersebut;
- (d) bulan-bulan kering terjadi pada musim dingin di belahan bumi tempat tersebut;
- (e) bentuk peralihan di mana hujan cukup untuk membentuk hutan dan musim keringnya pendek.

Koppen membedakan iklim menjadi lima kelompok utama, sebagai berikut.

- (a) *Iklim A* yaitu iklim khatulistiwa yang terdiri atas:
  - (1) Af : iklim hutan hujan tropis
  - (2) Aw : iklim sabana

- (b) *Iklīm B* yaitu iklim subtropik yang terdiri atas:
- (1) BS : iklim stepa
  - (2) BW : iklim gurun
- (c) *Iklīm C* yaitu iklim sedang maritim yang terdiri atas:
- (1) Cf : iklim sedang maritim tidak dengan musim kering
  - (2) Cw : iklim sedang maritim dengan musim dingin yang kering
  - (3) Cs : iklim sedang maritim dengan musim panas yang kering
- (d) *Iklīm D* yaitu iklim sedang kontinental yang terdiri atas:
- (1) Df : iklim sedang kontinental yang selalu basah
  - (2) Dw : iklim sedang kontinental dengan musim dingin yang kering
- (e) *Iklīm E* yaitu iklim arktis atau iklim salju yang terdiri atas:
- (1) ET : iklim tundra
  - (2) EF : iklim dengan es abadi
- Ciri iklim di pegunungan menurut Koppen sebagai berikut:
- (1) Iklim RG : iklim pegunungan ketinggian < 3.000 m.
  - (2) Iklim H : iklim pegunungan ketinggian > 3.000 m.
  - (3) Iklim RT : iklim pegunungan sesuai dengan ciri- ciri iklim ET (tundra).

Cara menentukan iklim tipe Koppen dan pembuatan diagramnya sebagai berikut:



*Gambar 3.34* Penyebaran daerah iklim menurut Koppen (sumber: *Geografi SMA kelas 3, 1986*, hlm. 332)

Untuk menentukan tipe iklim suatu daerah menurut W. Koppen dapat dilakukan dengan menghubungkan jumlah hujan pada bulan terkering dengan jumlah hujan setahun, secara lurus pada diagram Koppen.

#### (4) Iklim Menurut Oldeman

Oldeman mengklasifikasikan iklim berdasar pada banyaknya bulan basah dan bulan kering dalam penentuan tipe iklimnya yang dikaitkan dengan sistem pertanian di suatu daerah tertentu, yaitu kebutuhan air yang digunakan tanaman pertanian untuk hidup. Penggolongan iklim tersebut lebih sering disebut zona agroklimat.

Curah hujan merupakan sumber utama dari tanaman yang beririgasi nonteknis (tadah hujan). Tanaman pertanian pada umumnya dapat tumbuh normal dengan curah hujan antara 200 mm – 300 mm, dan curah hujan di bawah 200 mm sudah mencukupi untuk tanaman palawija. Zona agroklimat pada klasifikasi ini dibagi menjadi lima subdivisi utama. Kemudian dari tiap-tiap subdivisi tersebut terdapat bulan kering yang berurutan sesuai dengan masa tanamnya, dengan tidak menambahkan faktor-faktor lain yang memengaruhinya, tetapi penggolongan iklim ini sangat berguna bagi pemanfaatan lahan pertanian dan cenderung bersifat ringkas dan praktis.

Berdasarkan jumlah bulan basah dan bulan kering yang telah diketahui tersebut, pengelolaan lahan pertanian mendapatkan informasi yang berguna dalam perencanaan pola tanam dan sistem tanamnya. Hasil ini juga sangat mungkin digunakan untuk kepentingan lain selain bidang pertanian.

#### c) Distribusi Curah Hujan di Indonesia

Indonesia terletak di daerah ekuatorial dan secara geografis menyebabkan besarnya penguapan yang terjadi. Hal tersebut ditunjukkan masih cukup besarnya curah hujan yang jatuh pada musim kemarau.

Suhu yang tinggi dan luas perairan yang dominan menyebabkan penguapan udara yang terjadi sangat tinggi, dan mengakibatkan kelembapan udara yang tinggi pula. Kelembapan udara yang tinggi inilah yang menyebabkan curah hujan di Indonesia selalu tinggi, apalagi dipengaruhi oleh wilayah hutan yang luas.

Besar kecilnya curah hujan di suatu tempat sangat dipengaruhi beberapa faktor, yaitu:

- (1) letak daerah konvergensi antartropis,
- (2) posisi geografis suatu daerah,
- (3) bentuk bentang lahan dan arah kemiringan lerengnya,
- (4) panjang medan datar sebagai jarak perjalanan angin, dan
- (5) arah angin yang sejajar dengan pantai.



Gambar 3.35 Peta Curah Hujan Indonesia (sumber: Kompas, Senin, 22 Januari 2007, hlm. 12)

Curah hujan di Indonesia tergolong tinggi dengan rata-rata > 2.000 mm/tahun. Rata-rata curah hujan tertinggi terdapat di daerah Baturaden di kaki Gunung Slamet, dengan curah hujan rata-rata > 589 mm/bulan, sedangkan rata-rata curah hujan terkecil terdapat di daerah Palu, Sulawesi Tengah, dengan curah hujan rata-rata  $\pm$  45,6 mm/bulan.

### Latihan Individu

1. Carilah informasi kapan bulan basah dan bulan kering di Indonesia!
2. Kondisi udara di sebuah bilik berukuran  $4 \times 4 \times 2$  meter atau bervolume  $\times \text{m}^3$  mengandung uap air sebanyak 320 gram, dan pada suhu  $24^\circ\text{C}$  mengandung uap air sebanyak 17,5 gram. Hitunglah kelembapan nisbi dan kelembapan relatifnya! Bagaimana analisis kamu dengan kondisi kelembapan tersebut?

### c. Distribusi Jenis Vegetasi Alam Berdasarkan Bentang Alam dan Iklimnya

Kondisi iklim dan cuaca suatu wilayah berpengaruh besar terhadap keadaan makhluk hidup yang tinggal di dalamnya. Di samping manusia, flora dan fauna unsur abiotik pun sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Bentang alam, bentang budaya, kebiasaan hidup, bahkan tradisi hidup manusia di suatu daerah merupakan cerminan dari kondisi iklim daerah tersebut. Kondisi tersebut dapat dilihat dari jenis bahan dan bentuk rumah, jenis dan bentuk pakaian, makanan pokok penduduk, jenis alat transportasi, dan sebagainya.

### 1) **Korelasi antara Tipe Iklim dan Bentang Alam**

Bentang lahan adalah gabungan dari bentuk lahan, yaitu kenampakan tunggal seperti bukit atau sebuah lembah sungai. Kombinasi dari kenampakan-kenampakan tersebut membentuk suatu bentang lahan. Bentang alam adalah bagian yang tampak langsung di alam seperti permukaan tanah, vegetasi, dan daerah perairan. Perubahan bentang alam relatif sangat kecil jika dibandingkan dengan bentang budaya. Komponen bentang alam relatif stabil keberadaannya, sedangkan bentang budaya yang terdiri dari komponen pokok manusia dan juga lingkungannya lebih bersifat dinamis dan selalu mengalami perubahan.

Perubahan penggunaan lahan dari hutan ke pertanian merupakan salah satu ciri perubahan bentang alam yang stabil menjadi bentang budaya akibat interaksi dan kebutuhan manusia untuk mempertahankan hidupnya. Demikian juga penambahan penduduk yang menuntut penambahan sarana perumahan dan fasilitas hidup tentu makin mengurangi luas areal bentang alam. Hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungan alam merupakan salah satu indikator seberapa jauh manusia mampu menyesuaikan diri dan beradaptasi dengan lingkungan alamnya.

Bentang alam yang berubah menjadi bentang budaya menimbulkan perubahan perilaku, kebiasaan, dan budaya penduduk. Sebagai contoh penambahan dan perluasan jalan dan penambahan lokasi permukiman menuntut adanya penambahan fasilitas lain apalagi jika ditambah dengan pembangunan pertokoan besar dan lokasi industri.

Iklim di suatu tempat dapat mencerminkan sejauh mana kemajuan peradaban dan kebudayaan di suatu tempat. Hal tersebut terjadi karena faktor berikut.

- a) Iklim dapat membatasi atau mendukung aktivitas dan perilaku manusia
  1. Manusia cenderung memilih tempat tinggal di daerah yang beriklim baik. Contohnya di daerah beriklim sedang, artinya tidak terlalu panas ataupun dingin dan terdapat sumber air.
  2. Bidang-bidang usaha tertentu seperti pertanian dan perkebunan, sangat dibatasi oleh kondisi iklim yang ekstrem yaitu terlalu dingin, panas, atau kering.
- b) Kesehatan manusia sangat dipengaruhi oleh kondisi dan perubahan iklim
  1. Penyakit yang ditularkan melalui gigitan nyamuk seperti demam berdarah dan malaria terjadi pada musim penghujan dan terjadinya genangan-genangan air.
  2. Penyakit diare dan muntah berak terjadi pada musim panas yang banyak hujan, yang biasanya disebabkan oleh sanitasi dan tingkat kebersihan penduduk yang kurang karena pengaruh hujan.

## 2) *Iklim dan Pengaruhnya terhadap Jenis-Jenis Vegetasi Alam*

Faktor iklim suatu daerah berpengaruh besar terhadap persebaran floranya, terutama jumlah hujan dan temperaturnya. Tumbuhan di Indonesia hidup sepanjang tahun karena suhu rata-rata yang cukup tinggi dan didukung persediaan air yang cukup. Kondisi ini lain dengan negara-negara di daerah subtropis yang mengalami musim gugur.

Di Indonesia terdapat perbedaan jenis tumbuhan dan kemampuan tumbuh flora di daerah yang satu dengan daerah yang lain.

Berdasarkan jumlah hujan yang berbeda-beda itu, flora di Indonesia dibagi menjadi sebagai berikut.

### a) Hutan Hujan Tropis

Hutan ini terdiri dari tumbuh-tumbuhan berpohon besar dan rindang yang berada di daerah dengan suhu tinggi dan curah hujan yang tinggi pula. Tumbuhan yang hidup seperti kamper, meranti, kruing, rotan, dan tumbuhan lainnya.

Karakter lain adalah adanya tumbuhan epifit yang hidup pada pohon-pohon besar tersebut, antara lain, anggrek dan rotan. Di samping tumbuhan epifit juga terdapat tumbuh-tumbuhan kecil berupa paku-pakuan, perdu, dan pakis di sela-sela tumbuhan besar yang ada. Karena lebatnya, sinar matahari kadang tidak mampu menembus sampai ke dalam hutan hujan tropis. Di Indonesia sebaran hutan hujan tropis berada di Pulau Kalimantan, Sulawesi, Sumatra, dan Papua.

### b) Hutan Musim

Hutan musim adalah hutan yang keberadaan tanaman di dalamnya sangat tergantung oleh musim, disebut juga hutan meranggas. Hutan meranggas berarti hutan yang daun-daunnya meranggas di musim kemarau dan akan tumbuh lagi ketika musim hujan datang. Hutan ini dapat ditemui pada daerah beriklim sedang yang terlihat dengan nyata adanya musim gugur dan musim semi. Di Indonesia sebaran hutan musim terdapat di Jawa dan Sulawesi yang berupa hutan jati, sengon, dan akasia.



*Gambar 3.36* Contoh anggrek epifit yang menancap di pohon hutan tropis (sumber: *Dunia Tumbuhan*, 1985, hlm. 38)



*Gambar 3.37* Hutan musim di saat musim gugur (sumber: *Pengantar: Geografi Tumbuhan*, 1990, hlm. 418)

c) Sabana

Sabana merupakan padang rumput yang berselang-seling dengan semak belukar dan berada pada daerah dengan suhu yang tinggi dengan curah hujan sedikit. Di Indonesia sabana terdapat di Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur, juga di sebagian Sulawesi Tengah.



**Gambar 3.38** Sabana dengan belukar dan sedikit pohon (sumber: Nicholas Polunin, *Pengantar Geografi Tumbuhan*, 1990, hlm. 552)

d) Stepa

Stepa merupakan padang rumput di daerah dengan curah hujan sedikit dan bersuhu udara tinggi. Di Indonesia stepa dapat ditemui di Sulawesi Tengah, Nusa Tenggara Barat, dan Nusa Tenggara Timur.

### 3) **Hubungan Ketinggian Tempat dengan Jenis Vegetasi**

Makin tinggi suatu tempat dari permukaan laut, suhunya akan semakin dingin. Oleh karena itu, suhu di daerah pegunungan lebih dingin dibandingkan dengan dataran rendah.

J.W. Junghuhn, seorang ahli tumbuhan dari Jerman, telah membagi kelompok tumbuhan menurut tinggi rendahnya suatu tempat yang didasarkan pada tanaman perkebunan, sebagai berikut:

- a) *daerah panas*, dengan ketinggian antara 0–700 meter dpl, merupakan areal yang tepat untuk pertumbuhan tanaman perkebunan seperti: cokelat, kopi, karet, tembakau, dan kelapa;
- b) *daerah sedang*, dengan ketinggian antara 700–1.500 meter dpl, merupakan areal yang tepat untuk tanaman perkebunan seperti: pinang, kopi, teh, dan kina;
- c) *daerah dingin*, dengan ketinggian antara 1.500–2.500 meter, merupakan areal yang tepat untuk jenis tanaman cemara;

- d) *daerah sangat dingin*, dengan ketinggian antara 2.500–3.500 meter, merupakan areal yang tepat untuk rumput-rumput kerdil dan hutan alpin;
- e) *daerah salju*, yang berketinggian >3.500 meter, merupakan areal yang tidak mampu ditumbuhi tanaman karena permukaannya diliputi salju.

#### 4) **Hubungan Bentang Lahan dan Keadaan Tanah dengan Jenis Vegetasi**

Bentang lahan dengan tanah subur yang berasal dari material vulkanis merupakan tempat yang biasa ditumbuhi oleh hutan lebat dan berbagai macam tumbuhan di dalamnya. Daerah ini mempunyai jenis tanaman yang beraneka ragam yang biasa disebut hutan heterogen.

Bentang lahan dengan tanah kurang subur yaitu di tanah yang tandus yang biasanya merupakan lapukan dari material kapur, lebih banyak ditumbuhi oleh semak belukar, rumput, dan alang-alang.

Bentang lahan daerah pantai berawa-rawa dan bertanah lumpur yang biasa disebut daerah rawa, didominasi oleh tumbuhan hutan mangrove (bakau).



*Gambar 3.39* Hutan mangrove di pantai berawa-rawa (sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

#### 5) **Distribusi Jenis-Jenis Vegetasi Alam**

Seorang ahli biologi bernama Hart Meeriem pada tahun 1889, menemukan tipe agihan tumbuhan berdasarkan variasi ketinggiannya. Ia menelusuri Gunung San Fransisco mulai dari kaki hingga puncak. Meeriem berkesimpulan bahwa tipe tumbuhan pada suatu daerah sangat tergantung pada temperatur dan kelembapannya. Terbukti bahwa kelembapan lebih berperan daripada temperatur dalam tipe agihan tumbuhan. Jenis tumbuhan

besar membutuhkan curah hujan yang lebih tinggi daripada jenis tumbuhan kecil. Akibatnya, semakin ke daerah bercurah hujan kecil dan sangat kecil, akan semakin banyak kita lihat dominasi tumbuhan kecil seperti belukar, padang rumput, dan akhirnya kaktus atau tanaman padang pasir pada daerah yang sangat minim hujannya.

Di dunia komunitas organisme tumbuhan dibagi menjadi enam macam tumbuhan utama yang tersebar sepanjang perubahan kekeringan dan kelembapan. Enam macam komunitas tumbuhan tersebut adalah sebagai berikut.

a) Padang Rumput

Daerah padang rumput mempunyai kisaran curah hujan sebesar 250 mm sampai dengan 500 mm/tahun, dan pada beberapa padang rumput, curah hujan dapat mencapai 1.000 mm. Daerah ini terbentang dari daerah tropika sampai ke daerah subtropika. Karena hujan yang turun tidak teratur dan kondisi porositas rumput yang relatif rendah, tumbuhan kesulitan dalam mendapatkan air, sehingga hanya tumbuhan rumput yang mampu bertahan hidup dan beradaptasi dengan kondisi tersebut.

b) Gurun

Daerah gurun mempunyai kisaran curah hujan sekitar 250 mm/tahun atau kurang sehingga termasuk curah hujan rendah dan tidak teratur. Gurun banyak terdapat di daerah tropis yang berbatasan dengan padang rumput. Keadaan alam dari padang rumput ke arah gurun, biasanya makin jauh dari padang rumput kondisinya makin gersang. Panas yang tinggi karena teriknya matahari mencapai  $>40^{\circ}\text{C}$  sehingga menimbulkan suhu yang panas di siang hari dan penguapan yang tinggi pula. Amplitudo harian yaitu perbedaan pada siang dan malam hari sangat besar. Tumbuhan yang hidup menahun di gurun adalah tumbuhan yang dapat beradaptasi terhadap kekurangan air dan penguapan yang cepat, sehingga tumbuhan yang hidup di gurun biasanya berdaun kecil seperti duri atau tidak berdaun, tetapi berakar panjang untuk mengambil air. Jaringan spons pada tumbuhan di sini berfungsi menyimpan air.

c) Tundra

Daerah tundra memiliki dua musim yaitu musim dingin yang panjang dan gelap serta musim panas yang panjang serta terang terus-menerus. Daerah tersebut hanya terdapat di belahan bumi utara dan terletak di sebagian besar lingkungan kutub utara. Daerah tundra di kutub ini dapat mengalami gelap berbulan-bulan karena matahari hanya mencapai  $23\frac{1}{2}^{\circ}$  LU/LS. Di daerah tundra banyak terdapat lumut dan pohon yang tertinggi hanya berupa semak yang relatif pendek. Jenis lumut yang hidup, antara lain, lumut kerak dan *sphagnum*. Tumbuhan semusim di daerah tundra biasanya berbunga dengan warna yang mencolok dengan masa

pertumbuhannya yang sangat pendek. Tumbuhan di daerah ini mampu beradaptasi terhadap keadaan dingin meskipun dalam keadaan beku masih tetap bertahan hidup.

d) Hutan Basah

Hutan-hutan basah tropika di seluruh dunia mempunyai persamaan, di antaranya, terdapatnya beratus-ratus spesies tumbuhan di dalamnya. Sepanjang tahun hutan basah mendapatkan cukup air sehingga memungkinkan tumbuhnya tanaman dalam jangka waktu yang lama sehingga komunitas hutan tersebut akan sangat kompleks. Hutan basah tropika terdapat di daerah tropika dan subtropika, misalnya, di Indonesia, daerah Australia bagian Irian Timur, Amerika Tengah, dan Afrika Tengah.

Ketinggian pohon-pohon utama berkisar antara 20 sampai dengan 40 meter dengan cabang-cabangnya yang lebat sehingga membentuk tudung (*canopy*) yang mengakibatkan hutan menjadi gelap. Tidak ada sumber air lainnya selain air hujan, dan air hujan sulit mencapai dasar hutan tersebut secara langsung. Di dalam hutan ini juga terdapat perubahan-perubahan iklim, tetapi hanya bersifat mikro (dari tudung hutan sampai dasar hutan saja). Kelembapan di hutan basah tinggi dan suhu sepanjang hari hampir sama sekitar 25°C. Di samping pepohonan yang tinggi, terdapat liana dan epifit yang berupa rotan dan anggrek yang merupakan tumbuhan khas di daerah itu.

e) Hutan Gugur

Hutan gugur tumbuh di daerah beriklim sedang. Di sana umumnya juga terdapat padang rumput dan gurun. Curah hujan merata sepanjang tahun sebesar 750 sampai 1.000 mm per tahun. Terdapat pula musim dingin dan musim panas yang dengan adanya musim tersebut tumbuhan di sana beradaptasi dengan menggugurkan daunnya menjelang musim dingin. Musim gugur adalah musim yang ada sebelum musim dingin tiba. Tumbuhan yang bersifat menahun dari musim gugur sampai dengan musim semi berhenti pertumbuhannya, sedangkan tumbuhan yang sifatnya semusim akan mati pada musim dingin. Tumbuhan semusim hanya meninggalkan bijinya saja dan hanya mampu bertahan pada suhu dingin, dan akan berkecambah pada saat menjelang musim panas tiba.

f) Taiga

Taiga adalah hutan pohon pinus yang daunnya seperti jarum dan merupakan bioma yang hanya terdiri atas satu spesies pohon. Daerah persebarannya terdapat di belahan bumi utara seperti Rusia, Siberia, dan Kanada.

Beberapa contoh pohon yang hidup di hutan taiga, antara lain: konifer, terutama pohon *spruce* (*picea*), *alder* (*alnus*), *birch* (betula), dan *juniper* (*juniperus*). Masa pertumbuhan spesies ini pada musim panas, berlangsung antara 3 sampai dengan 6 bulan.



**Gambar 3.40** Hutan taiga di Gunung Olympus  
(sumber: *Alam Semesta dan Bumi*, 1983, hlm. 70)

#### **d. Gejala Alam Penyebab Perubahan Iklim Global**

Faktor-faktor berupa gejala alam yang menyebabkan gangguan terhadap iklim global dunia, antara lain: gejala meningkatnya suhu udara di bumi yang disebut *Efek Rumah Kaca*, kondisi yang menyebabkan kekeringan pada rentang waktu lama disebut *El Nino*, dan kondisi yang menyebabkan hujan lebat pada rentang waktu lama disebut *La Nina*.

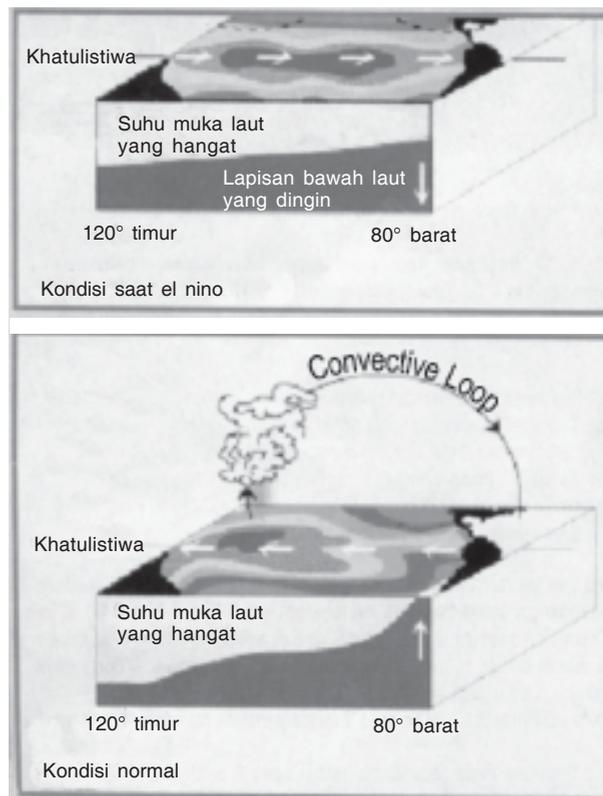
##### **1) Efek Rumah Kaca**

Efek rumah kaca adalah terjadinya peningkatan suhu udara di muka bumi akibat semakin banyaknya gas pencemar di dalam udara. Industri-industri, pabrik-pabrik, kendaraan bermotor, dan semua sarana untuk memenuhi kebutuhan manusia yang menggunakan bahan bakar bensin, solar, minyak tanah, dan batu bara menghasilkan gas buang berupa:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HF}$ , dan  $\text{NH}_4$  yang terus meningkat jumlahnya. Besarnya  $\text{CO}_2$  dan gas pencemar lain yang terakumulasi semakin hari semakin tinggi, hal tersebut menghambat radiasi sinar matahari yang mencapai permukaan bumi. Sinar matahari sebagian dipantulkan oleh akumulasi gas-gas pencemar tersebut kembali ke angkasa, tetapi tertahan oleh gas lain yang kembali dipantulkan ke bumi yang berakibat semakin panasnya udara di permukaan bumi. Kenaikan suhu bumi ini akan berakibat lebih jauh yaitu: mencairnya es di kutub, meningkatnya permukaan air laut akibat es yang mencair, terendamnya areal pertanian di tepi pantai akibat naiknya air laut, dan menurunnya produksi hasil pertanian karena terendamnya areal pertanian di tepi pantai.

##### **2) El Nino**

El Nino adalah terjadinya pemanasan temperatur air laut di pantai barat Peru-Ekuador yang menyebabkan gangguan iklim secara global. El Nino datang mengganggu setiap dua tahun sampai tujuh tahun sekali.

Peristiwa ini diawali dari memanasnya air laut di perairan Indonesia yang kemudian bergerak ke arah timur menyusuri ekuator menuju pantai barat Amerika Selatan sekitar wilayah Peru dan Ekuador. Bersamaan dengan kejadian tersebut air laut yang panas dari pantai barat Amerika Tengah, bergerak ke arah selatan sampai pantai barat Peru-Bolivia sehingga terjadilah pertemuan air laut panas dari kedua wilayah tersebut. Massa air panas dalam jumlah besar terkumpul dan menyebabkan udara di daerah itu memuai sehingga proses konveksi ini menimbulkan tekanan udara menurun (minus). Kondisi ini mengakibatkan seluruh angin yang ada di sekitar Pasifik dan Amerika Latin bergerak menuju daerah tekanan rendah tersebut. Angin muson di Indonesia yang datang dari Asia dengan membawa uap air juga membelok ke daerah tekanan rendah di pantai barat Peru – Ekuador. Peristiwa tersebut mengakibatkan angin yang menuju Indonesia hanya membawa uap air yang sedikit sehingga kemarau yang sangat panjang terjadi di Indonesia. Akibat peristiwa tersebut juga dirasakan di Australia dan Afrika Timur. Sementara itu, di Afrika Selatan justru terjadi banjir besar dan menurunnya produksi ikan akibat melemahnya *up-welling*. Kemarau panjang akibat El Nino biasanya disertai dengan kebakaran rumput dan hutan. Pada tahun 1994 dan 1997, baik Indonesia maupun Australia mengalami kebakaran akibat peristiwa El Nino.



Gambar 3.41 Fenomena El Nino (sumber: Dian Bheno)

### 3) La Nina

Peristiwa La Nina merupakan kebalikan dari El Nino. La Nina berarti bayi perempuan. La Nina berawal dari melemahnya El Nino sehingga air laut yang panas di pantai Peru dan Ekuador bergerak ke arah barat dan suhu air laut di daerah itu berubah ke kondisi semula (dingin) sehingga *up-welling* muncul kembali sehingga kondisi cuaca kembali normal. La Nina juga berarti kembalinya kondisi ke keadaan normal setelah terjadinya El Nino. Air laut panas yang menuju arah barat tersebut pada akhirnya sampai di Indonesia yang bertekanan dingin sehingga seluruh angin di sekitar Pasifik Selatan dan Samudra Indonesia bergerak menuju Indonesia. Angin tersebut menyebabkan hujan lebat dan banjir karena sangat banyaknya uap air yang dibawa. Peristiwa La Nina di Indonesia pada tahun 1955, 1970, 1973, 1975, 1995, dan 1999 terhitung sejak Indonesia merdeka (1945).

#### Info Geografi



#### Ozon

*Ozon*, berasal dari kata kerja bahasa Yunani yang artinya "mencium", merupakan suatu bentuk oksigen alotropis (gabungan beberapa unsur) yang setiap molekulnya memuat tiga jenis atom. Formula ozon adalah  $O_3$ , berwarna biru pucat, dan merupakan gas yang sangat beracun dan berbau sengit. Ozon mendidih pada suhu  $-111,9^\circ C$  ( $-169,52^\circ F$ ), mencair pada suhu  $-192,5^\circ C$  ( $-314,5^\circ F$ ), dan memiliki gravitasi 2.144. Ozon cair berwarna biru gelap, dan merupakan cairan magnetis kuat. Ozon terbentuk ketika percikan listrik melintas dalam oksigen. Adanya ozon dapat dideteksi melalui bau (aroma) yang ditimbulkan oleh mesin-mesin bertenaga listrik. Secara kimiawi, ozon lebih aktif ketimbang oksigen biasa dan juga merupakan agen oksidasi yang lebih baik. Biasanya ozon digunakan dalam proses pemurnian (purifikasi) air, sterilisasi udara, dan pemutihan jenis makanan tertentu. Di atmosfer, terjadinya ozon berasal dari nitrogen oksida dan gas organik yang dihasilkan oleh emisi kendaraan maupun industri, dan ini berbahaya bagi kesehatan di samping dapat menimbulkan kerusakan serius pada tanaman. Pentingnya pengaturan kadar nitrogen oksida yang dilepas ke udara oleh, misalnya, pembangkit listrik tenaga batu bara adalah untuk menghindari terbentuknya ozon yang dapat menimbulkan penyakit pernapasan seperti bronkitis dan asma.

*Sumber:* Bidang Pengembangan Informasi dan Kemitraan Lingkungan – BPLHD Provinsi DKI Jakarta

## Uji Kompetensi

### I. Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap paling tepat!

1. Kegiatan udara secara vertikal atau konveksi terhenti pada lapisan atmosfer ....
  - a. termosfer
  - b. tropopause
  - c. ionosfer
  - d. stratopause
  - e. stratosfer
2. Di dalam lapisan ini sebagian molekul dan atom udara mengalami ionisasi ....
  - a. ionosfer
  - b. mesosfer
  - c. troposfer
  - d. termosfer
  - e. stratosfer
3. Salah satu fungsi mesosfer sebagai lapisan atmosfer yang terletak 60–80 km dari permukaan bumi adalah ....
  - a. adanya lapisan ozon yang berfungsi sebagai pelindung permukaan bumi dari sinar ultraviolet
  - b. tempat terbentuknya kondensasi, awan dan hujan sehingga dapat memenuhi kebutuhan air bagi manusia, tumbuhan, dan hewan
  - c. merupakan lapisan pelindung bumi dari kejatuhan meteor
  - d. menjadi selimut bumi karena mampu menyimpan panas matahari
  - e. merupakan lapisan yang berpengaruh langsung terhadap kehidupan di bumi.
4. Proses yang *bukan* penyebab udara menjadi panas, setelah panas matahari mencapai permukaan bumi ialah ....
  - a. konveksi
  - b. konduksi
  - c. turbulensi
  - d. induksi
  - e. adveksi
5. Angin yang turun dan mempunyai sifat kering dan panas disebut Angin Fohn. Angin ini terbentuk apabila dalam kondisi ....
  - a. angin yang berasal dari pantai naik
  - b. angin yang turun dari atas
  - c. angin bertiup dari daerah yang panas
  - d. angin yang bertiup dari daratan menuju lautan
  - e. angin yang naik ke pegunungan dan setelah melampaui puncak, kemudian turun ke lembah

6. Jenis awan ini menimbulkan hujan dengan kilat dan guntur posisinya rendah dengan puncak sebagai menara atau gunung, ialah ....
  - a. Nimbo Stratus (Ni-St)
  - b. Cirro Stratus (Ci-St)
  - c. Cirro Cumulus (Ci-Cu)
  - d. Cumulo Nimbo (Cu-Ni)
  - e. Alto Cumulus (A-Cu)
7. Zona yang memiliki suhu tertinggi jika dibandingkan dengan daerah di sekitarnya, adalah ....
  - a. zona peralihan musim
  - b. zona daerah area pancaroba
  - c. zona konvergensi antartropis
  - d. zona bertekanan udara rendah
  - e. zona doldrum
8. Penyebaran udara panas secara berputar-putar dalam istilah meteorologi sering disebut dengan ....
  - a. turbulensi
  - b. konduksi
  - c. adveksi
  - d. frontal
  - e. konveksi
9. Kecepatan angin tidak ditentukan oleh ....
  - a. gradien barometrik
  - b. hukum Stevenson
  - c. hukum Buys Ballot
  - d. relief permukaan bumi
  - e. ada tidaknya pohon yang tinggi dan lebat
10. Dasar utama dalam perhitungan pembagian daerah iklim matahari ialah ....
  - a. lamanya penyinaran matahari
  - b. besarnya sudut datang matahari
  - c. banyaknya sinar matahari yang diterima permukaan bumi
  - d. besarnya temperatur akibat penyinaran matahari
  - e. luasnya daerah yang mendapatkan sinar matahari
11. Letak Indonesia di antara Benua Asia dan Benua Australia karena itu beriklim ....
  - a. tropis
  - b. laut
  - c. muson
  - d. darat
  - e. gunung

12. Daerah Y mempunyai jumlah bulan kering sebanyak 4 bulan (Juni, Juli, Agustus, September) dan jumlah bulan basah sebanyak 8 bulan (Januari, Februari, Maret, April, Mei, Oktober, November, Desember), jika menggunakan metode Schmidt Ferguson, daerah tersebut termasuk tipe iklim ....
- A
  - B
  - C
  - D
  - E
13. Hujan yang terjadi di daerah tropis yang umumnya terjadi pada waktu sore hari disebut hujan zenital. Nama lain dari hujan zenital adalah ....
- hujan musim panas
  - hujan naik ekuatorial
  - hujan musim
  - hujan musim dingin
  - hujan siklus
14. Daerah Nusa Tenggara Timur dan Sulawesi Tengah bersuhu tinggi dan sangat jarang turun hujan sehingga di sana didominasi oleh hutan ....
- sabana
  - tropis
  - tundra
  - gugur
  - stepa
15. Titik berat dari pembagian iklim Oldeman adalah ....
- pergeseran matahari yang memengaruhi lamanya penyinaran
  - tinggi tempat dari permukaan air laut
  - banyaknya curah hujan dan kelembapan udara
  - banyaknya bulan basah dan bulan kering yang dikaitkan dengan sistem pertanian
  - letak lintang dan bujur

**II. Kerjakanlah tugas di bawah ini!**

- Apakah yang disebut cuaca?
- Jelaskan peranan penyelidikan tentang iklim!
- Apakah fungsi penyinaran matahari bagi bumi?
- Apakah pengertian bulan basah dan bulan kering?
- Kondisi iklim dipengaruhi oleh apa saja? Jelaskan!
- Apakah kondisi kebudayaan dipengaruhi pula oleh iklim? Berilah contoh!
- Apakah yang disebut zona agroklimat?
- Apakah fungsi hutan bagi atmosfer kita?
- Mengapa ozon (O<sub>3</sub>) mempunyai fungsi penting bagi bumi? Jelaskan!
- Jelaskan tentang La Nina dan El Nino serta proses terbentuknya!

## Tugas Kelompok

1. Diskusikan dengan teman-temanmu mengenai penyebab turunnya kualitas atmosfer bumi. Usaha apakah yang dapat kamu lakukan untuk mengurangi atau mencegahnya?
2. Buatlah dalam bentuk tabel perbedaan sifat-sifat dari lapisan-lapisan atmosfer kita, kemudian diskusikan mengenai fungsi dari tiap-tiap lapisan!
3. Kegiatan kelompok kecil  
Mendiskusikan beberapa tema di bawah ini dengan anggota kelompok (tiap-tiap kelompok 5–7 orang) mengenai masalah penurunan kualitas udara dan atmosfer bumi.
  - a. Efek Rumah Kaca dan dampaknya bagi kesehatan manusia.
  - b. Polusi udara akibat emisi kendaraan bermotor dan dampaknya bagi manusia.
  - c. Terjadinya peristiwa La Nina dan dampaknya bagi makhluk hidup.
  - d. Terjadinya peristiwa El Nino dan dampaknya bagi makhluk hidup.
  - e. Penataan pusat industri dan pengaruh polusi yang ditimbulkan terhadap penduduk sekitar.
  - f. Hutan dan fungsinya bagi kelestarian atmosfer bumi.
  - g. Kebijakan pemerintah tentang hutan kita.
4. Amatilah di sepanjang jalan utama di kotamu, lihatlah perbedaan kondisi tumbuhan di pinggir jalan. Bandingkan kondisi daun, batang, dan kesuburannya antara pohon paling dekat jalan dan pohon yang lebih jauh dari jalan! Apa yang dapat disimpulkan dari fenomena tersebut?

## C. Dinamika Perubahan Hidrosfer dan Dampaknya terhadap Kehidupan di Muka Bumi

### 1. Unsur-Unsur Utama Siklus Hidrologi

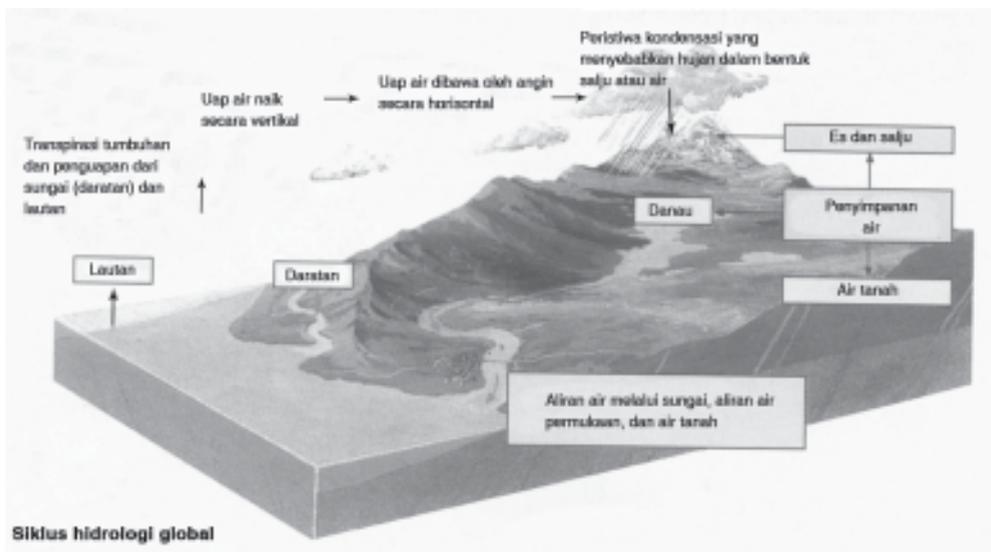
Hidrosfer merupakan daerah perairan yang mengikuti bentuk bumi yang bulat. Hidrosfer berasal dari kata *hidros* yang berarti 'air' dan *sphere* yang berarti 'daerah' atau 'bulatan'. Daerah perairan ini meliputi samudra, laut, danau, sungai, gletser, air tanah, dan uap air yang terdapat di atmosfer. Hidrosfer menempati sebagian besar muka bumi karena 75% muka bumi tertutup oleh air.

Jumlah air yang tetap dan selalu bergerak dalam satu lingkaran peredaran membentuk suatu siklus yang dinamakan *siklus hidrologi*, *siklus air*, atau *daur hidrologi*.

Penguapan air yang terjadi di permukaan bumi terutama samudra dan laut disebabkan oleh panas matahari. Uap air yang terbentuk akan bergerak naik ke udara yang segera diikuti penurunan suhu. Setelah sampai pada ketinggian tertentu, uap air yang mengalami kondensasi (pengembunan) dan berubahlah menjadi embun atau awan, dan akhirnya embun berubah menjadi hujan atau salju.

Ada tiga macam siklus hidrologi, yaitu:

- siklus kecil*, terjadi jika air laut menguap, mengalami kondensasi menjadi awan dan hujan, lalu jatuh ke laut;
- siklus sedang*, terjadi dari air laut menguap, mengalami kondensasi dan terbawa angin, membentuk awan di atas daratan, jatuh sebagai hujan, lalu masuk ke tanah, selokan, sungai, dan ke laut lagi;
- siklus besar*, terjadi dari air laut yang menguap, menjadi gas kemudian membentuk kristal-kristal es di atas laut, dibawa angin ke daratan (pegunungan tinggi), jatuh sebagai salju, membentuk gletser (lapisan es yang mencair), masuk ke sungai, lalu kembali ke laut.



**Gambar 3.42** Siklus hidrologi besar berupa penguapan air dari permukaan bumi ke atmosfer ditambah dengan kejadian hujan (sumber: *Geografi*, Murnaria Manalu, 2004)

Dengan memahami konsep daur hidrologi secara luas, pengertian istilah daur dapat digunakan sebagai konsep kerja untuk analisis dari berbagai permasalahan, misalnya dalam perencanaan dan evaluasi pengelolaan DAS (Daerah Aliran Sungai).

Di dalam daur hidrologi, masukan berupa curah hujan akan didistribusikan melalui beberapa cara, yaitu air lolos (*throughfall*), aliran batang (*stemflow*), dan air hujan yang langsung ke permukaan tanah. Sedangkan

air larian dan air infiltrasi akan mengalir ke sungai sebagai debit aliran dan sebagian lagi menjadi air tanah.

Siklus hidrologi besar terjadi di dalam DAS, dalam mempelajari DAS, daerah aliran sungai biasanya dibagi menjadi daerah hulu, tengah, dan hilir. Secara biogeofisik daerah hulu mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: merupakan daerah konservasi, kemiringan lereng besar ( $>15\%$ ), bukan merupakan daerah banjir. Jenis penggunaan lahan merupakan hutan, mempunyai bentuk lembah sungai V. Daerah hilir DAS mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: merupakan daerah budi daya, kemiringan lereng kecil ( $<8\%$ ), dan beberapa tempat merupakan daerah banjir. Jenis penggunaan lahan didominasi tanaman pertanian, mempunyai bentuk lembah sungai U dan pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi. Daerah aliran sungai yang tengah merupakan daerah transisi dari kedua karakteristik DAS yang berbeda tersebut di atas.

Ekosistem DAS hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS. Perlindungan ini, antara lain, dari segi fungsi tata air. Erosi yang terjadi di daerah hulu akibat praktik bercocok tanam yang tidak mengikuti kaidah-kaidah konservasi tanah dan air atau akibat pembuatan jalan yang tidak direncanakan dengan baik tidak hanya berdampak di daerah erosi tersebut berlangsung, tetapi juga akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk penurunan kapasitas tampung waduk sehingga terjadi pendangkalan sungai dan saluran irigasi yang meningkatkan risiko banjir.

Demikian juga penebangan hutan secara terus-menerus di daerah hulu akan menimbulkan peningkatan laju erosi di daerah tengah dan hilir.

Dengan demikian, kondisi hidrologis DAS yang baik sangat dipengaruhi oleh pemanfaatan dan konservasi lahan di wilayah DAS tersebut.

Siklus air terjadi karena adanya proses-proses yang mengikuti gejala meteorologis dan klimatologis, antara lain, sebagai berikut.

- a. *Transpirasi*, adalah proses pelepasan uap air dari tumbuh-tumbuhan melalui stomata atau mulut daun.
- b. *Evaporasi*, adalah penguapan benda-benda abiotik dan merupakan proses perubahan wujud air menjadi gas. Penguapan di bumi 80% berasal dari penguapan air laut.
- c. *Evapotranspirasi*, adalah proses gabungan antara evaporasi dan transpirasi.
- d. *Kondensasi*, merupakan proses perubahan wujud uap air menjadi air akibat pendinginan.
- e. *Presipitasi*, merupakan segala bentuk hujan dari atmosfer ke bumi yang meliputi hujan air, hujan es, dan hujan salju.
- f. *Run off* (aliran permukaan), merupakan pergerakan aliran air di permukaan tanah melalui sungai dan anak sungai.

- g. *Adveksi*, adalah transportasi air pada gerakan horizontal seperti transportasi panas dan uap air oleh gerakan udara mendatar dari satu lokasi ke lokasi yang lain.
- h. *Infiltrasi*, yaitu perembesan atau pergerakan air ke dalam tanah melalui pori tanah.

### Tugas Kelompok

1. Apakah siklus hidrologi itu? Apakah siklus hidrologi yang berlaku untuk semua iklim?
2. Apakah persamaan dan perbedaan infiltrasi di padang pasir dan di daerah topografi karst?

## 2. Jenis-Jenis Perairan di Muka Bumi

### a. Sungai

Sungai adalah air tawar yang mengalir dari sumbernya di daratan menuju dan bermuara di laut, danau, atau sungai lain yang lebih besar. Aliran sungai merupakan aliran yang bersumber dari tiga jenis limpasan, yaitu: limpasan yang berasal dari anak-anak sungai dan limpasan dari air tanah.

Ada berbagai bentuk atau tipe sungai, yaitu:

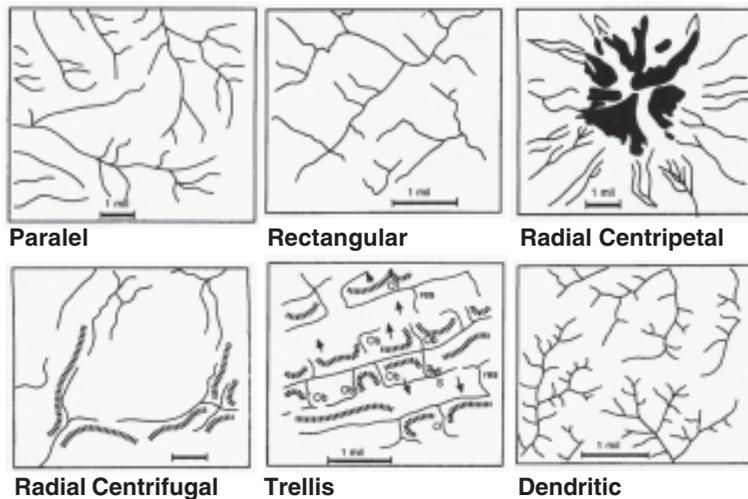
- 1) *sungai consequent longitudinal*, merupakan sungai yang mempunyai aliran yang sejajar dengan antiklinal;
- 2) *sungai consequent lateral*, merupakan sungai yang mempunyai arah aliran menuruni lereng-lereng asli yang ada di permukaan bumi seperti *done*, *blockmountain*, atau dataran yang baru terangkat;
- 3) *sungai superimposed*, merupakan sungai yang mengalir pada lapisan sedimen datar yang menutupi lapisan batuan di bawahnya;
- 4) *sungai subsequent*, merupakan sungai yang terjadi jika di daerah sungai *consequent lateral* terjadi erosi mundur sampai ke puncak lerengnya, sehingga sungai tersebut akan mengadakan erosi ke samping dan memperluas lembahnya, akibatnya akan timbul aliran baru yang mengikuti arah *strike* (arah patahan);
- 5) *sungai resequent*, yakni sungai yang mengalir menuruni *dip slope* (kemiringan patahan) dari formasi-formasi daerah tersebut dan searah dengan sungai *consequent lateral* dan sering merupakan anak sungai *subsequent*;
- 6) *sungai antecedent*, merupakan sungai yang arah alirannya tetap karena dapat mengimbangi pengangkatan yang terjadi pada proses yang lambat;

- 7) *sungai obsequent*, yakni sungai yang mengalir menuruni permukaan patahan, jadi berlawanan dengan *dip* dari formasi-formasi patahan;
- 8) *sungai insequent*, yakni sungai yang terjadi tanpa ditentukan oleh sebab-sebab yang nyata; sungai ini mengalir dengan arah tidak tertentu sehingga terjadi pola aliran dendrites;
- 9) *sungai reverse*, merupakan sungai yang mengubah arah alirannya karena sungai ini tidak dapat mempertahankan arah alirannya melawan suatu pengangkatan;
- 10) *sungai compound*, merupakan sungai yang membawa air dari daerah yang berlawanan geomorfologinya;
- 11) *sungai composit*, merupakan sungai yang mengalir dari daerah yang berlainan struktur geologinya;
- 12) *sungai anacinal*, merupakan sungai yang mengalir pada permukaan, yang secara lambat terangkat dan arah pengangkatan tersebut berlawanan dengan arah arus sungai.

### 1) **Pola Aliran Sungai**

Ada berbagai pola aliran sungai sebagai berikut.

- a) *Paralel*, adalah pola aliran yang lurus atau hampir lurus ke tempat yang lebih rendah, terdapat pada suatu daerah yang luas dan miring sekali sehingga gradien dari sungai itu besar.
- b) *Rectangular*, merupakan pola aliran siku-siku di mana pola aliran ini terdapat daerah yang mempunyai struktur patahan, atau hanya *joint* (retakan).
- c) *Angulate*, merupakan pola aliran yang hampir membentuk sudut 90°, tetapi sungai-sungai masih terlihat mengikuti garis-garis patahan.
- d) *Radial centrifugal*, merupakan pola aliran pada kerucut gunung berapi atau *dome* sampai stadium muda dengan pola aliran menuruni lereng-lereng pegunungan.
- e) *Radial centripetal*, merupakan pola aliran pada suatu kawah atau *crater* dan suatu kaldera dari gunung berapi atau depresi lainnya, yang pola alirannya menuju ke pusat depresi tersebut.
- f) *Trellis*, merupakan pola aliran yang berbentuk, seperti tralis dengan bentukan antiklin dan sinklin yang paralel.
- g) *Annular*, merupakan variasi dari *radial pattern*, yang terdapat pada suatu *dome* atau kaldera yang sudah mencapai stadium dewasa dan sudah timbul sungai *consequent*, *subsequent*, *resequent*, dan *obsequent*.
- h) *Dendritic*, adalah pola aliran yang mirip cabang atau akar tanaman, terdapat pada daerah yang batu-batuannya homogen, dan lereng-lerengnya tidak begitu terjal, sehingga sungai-sungainya tidak cukup mempunyai kekuatan untuk menempuh jalan yang lurus dan pendek.



Gambar 3.43 Beberapa contoh pola aliran sungai (sumber: Geografi 1 SMU 1, 2002, hlm. 108)

## 2) Meander Sungai

Meander atau bentuk kelokan-kelokan aliran sungai, sering didapati pada aliran sungai di daerah dataran rendah. Meander terjadi karena adanya reaksi antara aliran sungai dan batu-batuan yang homogen dan kurang resisten terhadap erosi. Terdapat dua sisi pada lengkungan meander. *Undercut* adalah berpindahnya aliran air yang disebabkan oleh sedimentasi pada bagian lengkung meander sehingga aliran air di luar lebih cepat daripada arus air pada sisi dalamnya. Kondisi ini menyebabkan sisi luar lengkung tererosi dan hasil erosinya terendap di bagian dalam. Jika berlangsung secara terus-menerus, dapat membentuk setengah lingkaran atau bahkan hampir melingkar penuh.



Gambar 3.44 Pola aliran sungai meander (sumber: Encarta Encyclopedia)

Batas daratan yang sempit yang memisahkan antara tikungan yang satu dan tikungan lainnya akhirnya terpotong oleh saluran yang baru, dan terbentuklah danau tapal kuda atau danau mati (*oxbow lake*).

Sungai San Juan merupakan salah satu contoh sungai bermeander berelief kasar, karena melakukan erosi pendalaman terhadap batuan dasar sehingga sungai tersebut berkedudukan tepat di dasar lembahnya.

### 3) Delta

Delta adalah endapan yang terbentuk di ujung aliran yang sudah dekat muara di laut atau danau. Ada berbagai bentuk dan ukuran delta. Berbagai faktor yang menyebabkan terjadinya delta, antara lain, musim, kecepatan aliran sungai, dan jenis batuan.



*Gambar 3.45* Contoh delta, endapan yang terbentuk di dekat muara (sumber: *Encarta Encyclopedia*, 2006)

### 4) Identifikasi Berbagai Proses Pelapukan/Pengikisan Sungai

Erosi (pengikisan), pengangkutan (transportasi), dan penimbunan atau pengendapan (sedimentasi) yang terjadi secara alami ketika air mengalir. Kemiringan daerah aliran sungai, volume air sungai, dan kecepatan aliran air merupakan faktor yang memengaruhinya.

Aktivitas pengikisan akan semakin meningkat jika kemiringan aliran air sungai makin besar, sedangkan di daerah datar yang kecepatan airnya lambat penimbunan atau pengendapan material akan semakin intensif.

### 5) Lembah Sungai

Lembah sungai merupakan hasil pengikisan air yang mempunyai bentuk permukaan yang lebih rendah daripada bagian lainnya. Pertumbuhan suatu lembah sungai dapat berjalan melalui tiga proses, yakni: *pendalaman*, *pelebaran*, dan *pemanjangan*.

#### a) Pendalaman lembah sungai

Perbedaan ketinggian yang besar menyebabkan proses erosi di daerah hulu sungai. Kekuatan aliran erosi bekerja dengan cara menumbuk dan menggerus dasar sungai. Cara kerja ini disebut sebagai pengikisan hidrolis. Pengikisan dan pendalaman saluran juga dipercepat oleh terjadinya pengikisan mekanik. Pengikisan mekanik ini dipercepat oleh serpihan batuan yang terbawa oleh aliran yang deras. Selain itu, terjadi pula pengikisan kimiawi yaitu proses pelarutan dan reaksi asam terhadap dasar dan tepi saluran sungai.

#### b) Pelebaran lembah sungai

Lambatnya kecepatan arus air di daerah datar menyebabkan proses erosi ke samping (*lateral*) sehingga erosi lateral lebih pada melebarnya lembah sungai. Erosi lateral juga dibarengi dengan proses *agradasi* atau penambahan endapan yang berasal dari materi longsor (*mass wasting*) dari lereng atasnya. Kondisi ini dapat mempercepat terjadinya pelebaran lembah sungai.

c) Pemanjangan lembah sungai

Penurunan permukaan laut yang menyebabkan daratan bertambah maju, pertumbuhan delta yang menambah luas daratan merupakan penyebab terjadinya pemanjangan lembah. Perkembangan lembah sungai dapat dijadikan sebagai penunjuk umur lembah tersebut, umur ini adalah umur relatif berdasarkan kenampakan bentuk lembah dalam beberapa tingkatan. Stadium awal ditandai dengan daya kikis vertikal yang masih besar disebabkan oleh gradien sungai yang masih besar. Dataran asli baru yang disebabkan oleh pengangkatan dasar laut dan sedimentasi gunung berapi terbentuk pada stadium ini. Di beberapa tempat terdapat permukaan sungai dengan lembah yang kecil-kecil. Dapat dikatakan bahwa pada stadium ini daerah sekelilingnya masih merupakan bentuk antarliran dan erosi baru.

*Stadium muda* pembentukan lembah dimulai dengan beberapa tanda-tanda, antara lain:

- (1) daya kikis vertikal yang kuat akibat gradien yang masih besar menyebabkan penampang lintang dari lembah berbentuk huruf V;
- (2) daya angkut aliran air sungai paling besar;
- (3) lebar bagian bawah lembah dan lebar saluran sungai sama besar;
- (4) dasar lembah belum merata.

*Stadium dewasa* lembah sungai mempunyai ciri:

- (1) gradien sungai lebih kecil daripada gradien pada stadium muda;
- (2) terjadinya erosi lateral, dan tidak lagi terjadi erosi vertikal praktis;
- (3) lembah sungai berbentuk U, dengan kedalaman yang lebih kecil daripada ukuran lebarnya;
- (4) terdapat dataran banjir (*flood plain*) pada lembah sungai dan terbentuknya kelokan (*meander*) pada *flood plain* sungai;
- (5) pada bagian akhir stadium dewasa sungai sudah mengalami pendataran dasar sungai akibat sedimentasi.
- (6) Kualitas fisik air sungai dan pemanfaatan sungai

Di Pulau Jawa, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, Bandung, Tangerang, dan Surabaya, kualitas airnya cenderung menurun. Adanya perubahan kadar parameter tertentu seperti kadar pH, kebutuhan oksigen biologi (*Biological Oxygen Demand* = BOD) dan kebutuhan oksigen kimiawi (*Chemical Oxygen Demand* = COD) dapat dijadikan petunjuk terhadap penurunan kualitas air sungai. Parameter BOD dan COD sungai-sungai di seluruh provinsi di Pulau Jawa yang telah melampaui batas baku mutu yang ditetapkan. Selain itu, kekeruhan air dan jumlah lumpur yang mencapai 25 ton/tahun pada sungai-sungai di Pulau Jawa dapat menunjukkan adanya erosi tanah di bagian hulu sungai.

Nilai ambang batas pencemaran berhubungan dengan pengaturan terhadap pemanfaatan sungai. Penentuan manfaat sungai dapat ditentukan oleh kualitas air saat itu. Masyarakat pengguna dan para pengusaha yang andil dalam terjadinya pencemaran air diharapkan dapat mengatasi permasalahan kuantitas dan kualitas air. Program yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran air sungai ini adalah program kali bersih (prokasih). Program ini difokuskan untuk menurunkan jumlah beban zat pencemar yang masuk ke sungai.



*Gambar 3.46* Sungai yang tercemar (sumber: Dok. BP)

Peranan penting sungai bagi kehidupan manusia, antara lain:

- (1) untuk pengairan, misalnya dengan dibuat waduk;
- (2) kaya bahan-bahan bangunan seperti pasir, batu kali, dan kerikil yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan;
- (3) sebagai mata pencarian penduduk, seperti pengamjikan pasir dan batu-batu; pencarian bijih emas, intan, timah aluvial; dan perikanan;
- (4) sumber pembangkit tenaga listrik dengan memanfaatkan air terjun sungai;
- (5) kandungan mineral yang terdapat di dalam air sungai dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan untuk meningkatkan kesuburannya karena unsur-unsur tersebut sangat dibutuhkan tanaman;
- (6) dataran aluvial yang subur merupakan hasil pengendapan air sungai;
- (7) bagi kelangsungan suatu industri yang banyak memerlukan air, seperti industri bata dan genting, sungai mempunyai arti yang sangat penting;
- (8) untuk lalu lintas atau transportasi air.

### **Tugas Kelompok**

1. Mengapa kualitas air sungai harus selalu dijaga mutunya?
2. Apa saja indikator dari kualitas air sungai? Jelaskan!

#### **b. Danau**

Kumpulan air dalam cekungan tertentu, yang biasanya berbentuk mangkuk disebut dengan danau. Suplai air danau berasal dari curah hujan, sungai-sungai, serta mata air dan air tanah. Danau bersifat permanen atau tetap berair sepanjang tahun. Akan tetapi, jika sumber air pengisi danau

berasal dari salah satu saja, danau tersebut bersifat sementara atau periodik, sehingga pada waktu tertentu danau tersebut akan kering.

Menurut terjadinya, danau dapat dibagi menjadi beberapa jenis sebagai berikut.

### **1) Danau Vulkanis**

Danau vulkanis terbentuk akibat adanya aktivitas vulkanis. Depresi vulkanis timbul pada bekas suatu letusan gunung api. Dasar cekungan yang tertutup oleh material vulkan tidak tertembus oleh air, sehingga jika terjadi hujan, airnya akan tertampung dan membentuk danau vulkanis. Bentuk dan luas yang terjadi dipengaruhi oleh tipe letusan. Pada tipe gunung api maar akan terbentuk danau maar, pada gunung api dengan letusannya kaldera, akan terbentuk sebuah danau kaldera yang luas. Contoh danau vulkanis adalah Danau Singkarak di Sumatra Barat.

### **2) Danau Tektonik**

Danau tektonik terbentuk karena bentuk-bentuk patahan dan slenk yang ditimbulkan oleh gerak dislokasi (perpindahan lokasi) di permukaan bumi. Slenk yang diapit oleh horst, di sekitarnya dapat membentuk danau kalau mendapat air dalam jumlah yang cukup (air hujan, sungai, mata air). Contoh danau tektonik adalah Great Basin di Amerika Serikat, Danau Nyasa, dan Danau Tanganyika di Afrika Timur.

### **3) Danau Lembah Gletser**

Setelah zaman es berakhir, daerah-daerah yang dahulunya dilalui gletser menjadi kering dan diisi oleh air. Danau akan terbentuk jika lembah yang telah terisi air itu tidak berhubungan dengan laut.

### **4) Danau Dolina**

Danau dolina/dolin merupakan danau yang terdapat di daerah karst dan umumnya berupa danau kecil yang bersifat temporer. Danau ini dapat terbentuk jika di dasar dan tebing dolina terdapat bahan geluh lempung yang tak tembus air, sehingga jika terjadi hujan airnya tidak langsung masuk ke dalam tanah kapur, tetapi akan tertampung di dolina terbentuklah danau dolina. Danau dolina dapat juga terjadi karena adanya air di dalam tanah kapur tinggi.

### **5) Danau Terbendung/Danau Buatan**

Danau ini terbentuk karena tertahannya aliran air oleh bahan-bahan lepas maupun terikat, misalnya, runtuh gunung, moraine ujung dari gletser, dan aliran lava yang membendung lembah sungai. Waduk atau dam merupakan danau buatan, hasil bendungan manusia, seperti Waduk Kedung Ombo, Waduk Gajah Mungkur, dan Waduk Sermo.

### **6) Danau karena Erosi Sungai**

Contoh: danau tapal kuda (*oxbow lake*).

Berdasarkan *jenis airnya*, danau dapat dibedakan atas berikut.

### 1) **Danau Air Tawar**

Sumber air dari danau air tawar adalah air hujan. Danau air tawar banyak terbentuk di daerah-daerah bercurah hujan tinggi atau *humid* (basah). Danau-danau di Indonesia sebagian besar merupakan danau air tawar.



*Gambar 3.47* Danau Toba di Pulau Samosir, Sumatra Utara  
(sumber: *TH Series*, 1997)

### 2) **Danau Air Asin**

Danau ini bersifat temporer. Umumnya danau air asin terdapat di daerah *semiarid* dan *arid*. Penguapan yang terjadi sangat kuat, dan tidak memiliki aliran keluaran. Danau ini mempunyai kadar garam yang tinggi, sehingga jika danau tersebut kering, akan tertinggal lapisan garam di dasar danau tersebut. Danau dengan kadar garam yang tinggi, misalnya, Great Salt Lake, kadar garamnya sebesar 18,6% dan Laut Mati (Israel), kadar garamnya 32%.

### **Kondisi Danau di Indonesia**

Luas danau di Indonesia lebih kurang seluas 1,85 juta hektare atau 0,52 persen. Namun, sebagian besar belum dimanfaatkan secara maksimal.

Beberapa danau di Indonesia sudah tercemar, antara lain, Danau Pluit di Jakarta yang telah tercemar nitrat, fosfat, klorida, dan sulfat yang sangat tinggi.

Beberapa danau dapat hilang karena adanya pembentukan delta-delta dan pelumpuran di danau yang disebabkan adanya erosi, akibat gundulnya hutan di hulu sungai, kemudian terbawa oleh air yang berakibat pada pendangkalan danau dan hilangnya danau; gerakan tektonik yang berupa pengangkatan dasar danau; pengendapan jasad hewan dan tumbuhan yang mati berakibat pada cepatnya pendangkalan danau; penguapan yang kuat, terutama di daerah arid; banyaknya air yang keluar karena banyaknya sungai-sungai yang meninggalkan danau yang menimbulkan erosi dasar pada bibir danau, akibatnya danau dapat menjadi kering dan kehabisan air, atau karena ditimbun oleh manusia.

Proses sedimentasi yang cukup tinggi di Rawa Pening (Jawa Tengah), Danau Sentani (Papua), Danau Tempe (Sulawesi Selatan), Danau Tondano dan Danau Limboto (Sulawesi Utara), dan Danau Singkarak (Sumatra Barat) harus segera ditanggulangi dengan pengelolaan dan menjaga hutan di sekitar danau. Cara ini dilakukan untuk menjaga ketersediaan air dan menghambat pengendapan lumpur yang berlebihan. Selain hal tersebut, upaya lain yang dapat dilakukan adalah memberikan penyuluhan kepada masyarakat akan pentingnya menjaga dan mempertahankan kualitas lingkungan yang berupa hutan, tanah, dan air.

### **Tugas Kelompok**

Kunjungi danau terdekat di daerahmu jika memungkinkan. Jika tidak, kamu dapat mencari informasi dari berbagai sumber tentang danau! Buatlah analisis singkat ciri-ciri danau tersebut! Beri kesimpulan termasuk danau apakah itu? Diskusikan dengan kelompokmu!

#### **c. Rawa**

Daerah di sekitar sungai atau muara sungai yang cukup besar yang merupakan tanah lumpur dengan kadar air relatif tinggi. Wilayah rawa yang luas banyak terdapat di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua.

Berdasarkan genangan airnya, rawa dibedakan atas berikut.

##### **1) Rawa yang Airnya Selalu Tergenang**

Tanah-tanah di daerah rawa ini tidak dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Keadaan ini terjadi karena tanahnya tertutup tanah gambut yang tebal. Selain itu, karena derajat keasamannya (pH) yang tinggi (mencapai 4,5) yang berwarna kemerah-merahan, sulit ditemukan hewan yang hidup di rawa ini.

##### **2) Rawa yang Airnya Tidak Selalu Tergenang**

Rawa jenis ini menampung air tawar yang berasal dari limpahan air sungai pada saat air laut pasang, pada saat air laut surut airnya akan mengering. Derajat keasaman rawa ini tidak terlalu tinggi karena adanya pergantian air tawar di daerah rawa masih dapat dimanfaatkan untuk pertanian pasang surut. Adanya pohon-pohon rumbia merupakan ciri bahwa kawasan rawa memiliki tanah yang tidak terlalu asam.

Rawa dapat dimanfaatkan sebagai berikut:

- (1) jika keasamannya tidak terlalu tinggi, rawa tersebut dapat dijadikan lahan persawahan dan perikanan;
- (2) sebagai objek wisata seperti Rawa Pening;
- (3) sebagai batas alam untuk menangkal masuknya intrusi air laut ke darat.

### 3. Gambaran Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan daerah yang terbentuk dari kumpulan sungai dalam suatu sistem cekungan dengan aliran keluar atau muara tunggal. Daerah aliran sungai merupakan areal tampungan air yang masuk ke dalam wilayah air sungai. Pengukuran DAS dapat dilakukan dengan cara menarik garis yang pada titik-titik tertinggi menghubungkan wilayah aliran sungai yang satu dengan yang lain.

Saat ini ada 36 DAS di Indonesia berada dalam kondisi kritis dengan kerusakan yang sangat parah. Di bagian hulu sungai sebagian areal hutan telah ditumbuhi banyak semak belukar dan ada juga yang sudah gundul. Seperti pernah kita lihat adanya berbagai masalah yang timbul dengan terjadinya banjir bandang di Sinjai, Sulawesi Selatan, Kalimantan Tengah, dan Kalimantan Timur. Masalah ini dapat timbul karena gundulnya hutan di bagian hulu, sehingga tidak mampu menampung luapan air jika terjadi hujan secara terus-menerus. Demikian juga yang terjadi di bagian bawah, karena erosi tanah yang terbawa oleh air akan mengendap sebagai lumpur dan menyebabkan pendangkalan di sungai, waduk, ataupun saluran air, sehingga ketika terjadi hujan yang terus-menerus air sungai akan meluap dan terjadilah banjir. Gundulnya hutan merupakan akibat dari penggunaan tanah yang tidak tepat, seperti sistem perladangan berpindah dan pertanian lahan kering, tanpa perlakuan konservasi yang tepat dan tidak mengikuti pola tata guna tanah.

DAS banyak dipengaruhi oleh faktor iklim, jenis batuan, dan banyaknya tumbuhan yang dilalui DAS, dan banyak sedikitnya air yang jatuh ke alur pada waktu hujan.

Bentuk lereng DAS sangat berpengaruh terhadap kecepatan terkumpulnya air hujan di dalam aliran. Meander, dataran banjir, dan delta adalah bagian dari DAS. Banyaknya hujan di DAS dapat dihitung dengan cara *isohyet* dan *thiessen*.

- a. *Isohyet*, merupakan garis dalam peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai jumlah curah hujan yang sama selama satu periode tertentu. Isohyet digunakan jika luas DAS lebih besar dari 5.000 km<sup>2</sup>.
- b. *Thiessen*, digunakan kalau bentuk DAS tidak memanjang dan sempit, dengan luas antara 1.000–5.000 km<sup>2</sup>.

DAS dapat dibagi menjadi tiga daerah yaitu daerah hulu sungai, tengah sungai, dan hilir sungai. DAS di hulu sungai berbukit-bukit, berlereng curam, banyak digunakan untuk areal ladang sayuran, perkebunan, atau hutan yang merupakan daerah penyangga dan banyak permukiman penduduk di sekitar aliran sungai. DAS di bagian tengah sungai, relatif landai, biasa digunakan untuk jalur transportasi, karena daerahnya yang datar daerah ini merupakan pusat aktivitas penduduk, seperti pertanian, perdagangan,

perindustrian, dan merupakan pusat-pusat permukiman penduduk. DAS di bagian hilir merupakan daerah yang landai, subur, dan banyak dimanfaatkan untuk permukiman dan areal pertanian (misalnya, areal tanaman padi, jagung, dan tanaman kelapa).

### Latihan Individu

1. Apakah DAS itu? Mengapa DAS perlu dijaga kelestariannya di daerah hulu dan hilir?
2. Sebutkan jenis rawa berdasarkan genangnya! Jelaskan?

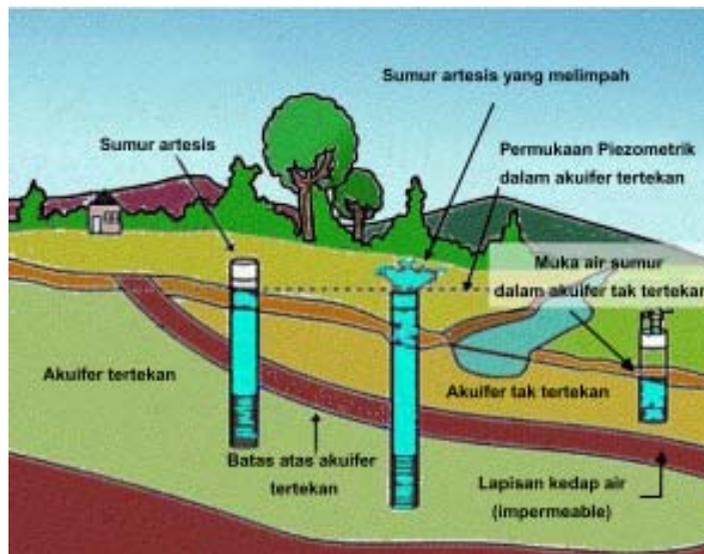
## 4. Potensi Air Permukaan dan Air Tanah

### a. Lapisan Tak Kedap

Lapisan tak kedap adalah lapisan yang mudah tertembus air sehingga air tidak tertahan dan langsung dapat meresap sampai pada lapisan kedap. Kadar pori lapisan tak kedap cukup besar, contoh lapisan tembus air ialah pasir, padas, kerikil, dan kapur.

### b. Lapisan Kedap

Lapisan kedap ini adalah lapisan yang tak tembus air. Kadar pori lapisan kedap sangat kecil sehingga kemampuan untuk meneruskan air juga kecil. Kadar pori merupakan jumlah pori atau celah pada butir-butir tanah (%). Pada lapisan lempung setelah mengisap air hingga jenuh air tidak akan terserap lagi sehingga semua air akan dialirkan atau tetap menggenang. Contoh lapisan kedap, yaitu geluh, napal, dan lempung.



Gambar 3.48 Air tanah tertekan yang berada di bawah lapisan kedap air dan air tanah tak tertekan yang berada di atas lapisan kedap air (sumber: Dok. BP)

### c. Lapisan Peralihan

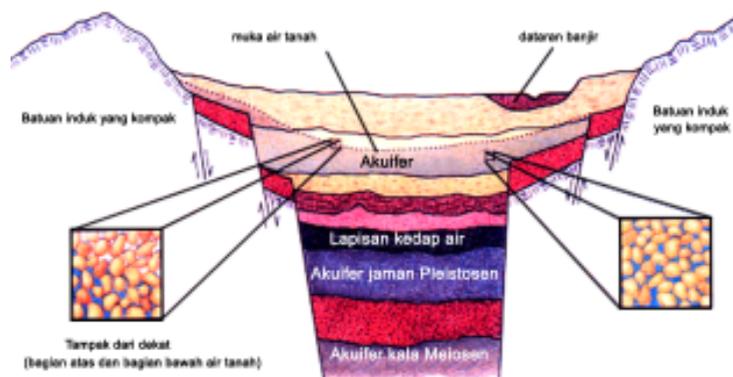
Lapisan peralihan terletak di antara lapisan kedap dan lapisan tak kedap. Lapisan ini merupakan kombinasi dari dua lapisan tersebut. Keadaan air dan posisi tanah dalam lapisan tak kedap dapat memengaruhi gerak aliran airnya. Jika lapisan yang kurang kedap terletak di atas dan di bawah tubuh air, dapat dihasilkan suatu lapisan penyimpanan air yang disebut air tanah tak bebas. Perbedaan tinggi suatu tempat dengan daerah tangkapan hujan sangat berperan dalam timbulnya tekanan air tanah tak bebas. Sumur artesis muncul jika pengeboran dilakukan di daerah yang lebih rendah daripada permukaan air tanah pada daerah tangkapan hujan.

Bagi daerah-daerah yang kering, beriklim *arid* (panas) dan *semiarid* (semipanas), air artesis mempunyai arti yang sangat penting. Contoh daerah cekungan artesis di Australia Tenggara, terletak di daerah aliran Sungai Darling dan Sungai Murray.

## 5. Penampang Air Tanah

Lapisan batuan porous merupakan pengikat air tanah freatik dengan jumlah cukup besar. Kedalaman lapisan freatik tergantung pada ketebalan lapis-lapis batuan di atasnya. Jika lapisan freatik menjumpai retakan atau patahan, air akan keluar ke permukaan dan awalnya sering membawa endapan air.

Amatilah penampang lapisan air tanah sebagai berikut.



**Gambar 3.49** *Aquifer* yang merupakan lapisan penyimpan air dan *water table* yang merupakan permukaan air tanah (sumber: Dok. BP)

Hal-hal berikut ini sedapat mungkin harus dihindari agar kelestarian air tanah di lingkungan kita tetap terjaga, hal-hal yang perlu dicegah tersebut, antara lain:

- (1) kepadatan penduduk dan permukiman yang berlebihan pada satu wilayah karena berkaitan dengan membesarnya konsumsi air tanah;
- (2) penggunaan air tanah yang berlebih-lebihan oleh industri karena akan mempercepat menurunnya volume air tanah;
- (3) agar tidak terjadi perluasan, pemanfaatan air tanah (tawar) di daerah pantai harus sesuai dengan peraturan;
- (4) pengawasan terhadap penggunaan lahan sepanjang daerah aliran sungai (DAS);
- (5) perusakan hutan dan lahan penghijauan menimbulkan tidak seimbang-nya tata air;
- (6) pembuangan atau kontaminasi limbah terhadap air tanah, terutama limbah industri dan domestik;
- (7) tidak adanya pelaksanaan analisis mengenai dampak lingkungan (amdal), khususnya terhadap air tanah, terhadap rencana pem-bangunan.

#### **a. Kegunaan Air Tanah**

Kandungan air tanah yang potensial terjadi karena:

- (1) tingginya curah hujan, rata-rata lebih dari 2.000 mm/tahun;
- (2) populasi tumbuhan penutup tanah dan sekitar 75% berupa lahan kehutanan;
- (3) terdapatnya beraneka jenis tanaman berperan dalam memperbesar absorpsi terhadap air permukaan, mengingat Indonesia beriklim tropis.

Air tanah sangat diperlukan dalam kehidupan manusia. Air tanah merupakan air paling bersih dan paling sehat untuk minum, masak, mandi, dan cuci. Mengapa demikian? Ini terjadi karena proses pembentukan air tanah melalui proses penyaringan, pembersihan, dan penetralan derajat keasamannya.

Air tanah dapat ditemukan dengan menggali atau mengebor lapisan tanah. Dengan sumur-sumur biasa ataupun dengan pengeboran atau pembuatan sumur artesis pada air tanah tertekan.

Pada air sungai permanen, salah satu sumber airnya berasal dari beberapa mata air di daerah hulu aliran sungainya yang masih memiliki hutan yang lebat. Air sungai permanen dapat dimanfaatkan untuk pengairan, perhubungan, dan objek wisata, karena pada sungai ini volume airnya relatif tetap. Pembuatan sumur resapan merupakan salah satu cara untuk menjaga kelestarian air tanah.

## *Pilot Project Geografi*

### **Sumur Resapan**

Kemarau panjang sering berdampak negatif kepada kehidupan, kekurangan air bersih, kebakaran hutan, dan lain-lain. Padahal setiap musim penghujan kita mengalami banjir yang juga membawa kerugian besar.

Untuk mengantisipasi kedua hal tersebut sekaligus, kita perlu membuat sumur-sumur resapan. Untuk di daerah-daerah yang tanahnya masih luas kita dapat membuat kolam atau empang. Untuk lokasi yang terbatas kita membuat sumur resapan.

Adapun cara membuat sumur resapan cukup mudah. Pertama, galilah tanah di sekitar rumah, terutama yang berada dekat pompa air atau jet pump. Kedua, isi lubang secara bergantian dengan pecahan tembok atau batu kali dan ijuk secara bergantian hingga lubang penuh. Ketiga, pada bagian atas tutup dengan pasir.

Keempat, arahkan curahan air hujan atau air bekas cucian dapur ke arah lubang, air itu akan meresap ke dalam tanah dan akan menjadi sumber air tanah bagi lingkunganmu.

Cobalah praktikkan hal ini di sekitar rumahmu maka kamu tak perlu menggali sumur baru atau memperdalam sumur setiap musim kemarau, dan tentu biayanya akan lebih murah.

(Murnaria Manalu)

### **Latihan Individu**

1. Jelaskan apa yang yang dimaksud dengan air tanah!
2. Bagaimana cara mendapatkan air tanah dengan benar!
3. Lapisan batuan apa saja yang memengaruhi besar kecilnya volume air tanah? Jelaskan!
4. Mengapa kita membutuhkan sumur resapan?

## 6. Penyebab, Dampak, serta Usaha Mencegah Terjadinya Banjir

Penggundulan hutan menyebabkan hutan gundul dan tidak bervegetasi. Keadaan ini dapat memperkecil daya serap air. Jika daerah ini diguyur hujan secara terus-menerus, hanya sedikit air yang dapat terserap. Akibatnya, air akan meluap dan terjadilah banjir.

Dataran banjir merupakan daerah yang sering tergenang air saat banjir, dapat terjadi karena pemindahan dan perubahan meander sepanjang lembah sungai serta adanya hasil pengendapan sedimen pada bekas aliran yang ditinggalkan akan membentuk suatu lengkungan dataran yang luas, yang kadang-kadang luasnya dapat jauh lebih besar daripada alur sungainya sendiri.

Banjir dapat menimbulkan dampak kerugian bagi manusia, seperti kerusakan pada rumah, jalan, jembatan, bahkan dapat mengakibatkan korban jiwa. Jika banjir menerjang persawahan, menyebabkan gagalnya panen. Contohnya, banjir bandang yang menerjang Sinjai (Sulawesi Selatan). Banjir ini telah menghancurkan rumah, gedung sekolah, tempat ibadah, dan menewaskan ratusan jiwa baik manusia maupun hewan. Timbulnya polusi air dan berbagai macam penyakit akibat bencana banjir berdampak psikologis bagi korban.

Usaha-usaha manusia untuk mengurangi risiko banjir, antara lain, sebagai berikut:

- (1) meningkatkan daya resapan air, melakukan reboisasi atau penghijauan dan penghutanan kembali wilayah gundul;
- (2) mengurangi terjadinya erosi, membuat terrasering dan sengkedan pada lahan miring;
- (3) menahan luapan air sungai, membangun tanggul-tanggul;
- (4) melakukan pelurusan sungai dan pengerukan sungai bagian dasar lembah pada musim kemarau;
- (5) membuat terusan saluran air;
- (6) membuat bendungan serbaguna untuk menampung dan memanfaatkan air sepanjang tahun;
- (7) membuat kanal-kanal sungai, selokan-selokan air, membuat pintu air, membuat tanggul-tanggul pada tepi kota sepanjang batas aliran sungai di daerah-daerah perkotaan;
- (8) menimbulkan kesadaran penduduk dalam upaya memelihara lingkungan hidup melalui pendidikan formal atau nonformal dan melalui media massa.

Usaha pencegahan banjir juga harus dilakukan dengan menggunakan konsep DAS.

Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan berpengaruh langsung terhadap kemampuan retensi DAS terhadap banjir. Retensi DAS dimaksudkan sebagai kemampuan DAS untuk menahan air di bagian hulu.

Perubahan tata guna lahan, misalnya, dari hutan menjadi permukiman, perkebunan, dan lapangan golf akan menyebabkan retensi DAS ini berkurang secara drastis. Seluruh air hujan akan dilepaskan ke wilayah hilir. Sebaliknya, semakin besar retensi suatu DAS semakin baik, karena air hujan dapat dengan baik diresapkan di DAS ini dan secara perlahan-lahan dialirkan ke sungai hingga tidak menimbulkan banjir di hilir.

Manfaat langsung peningkatan retensi DAS adalah bahwa konservasi air di DAS terjaga, muka air tanah stabil, sumber air terpelihara, kebutuhan air untuk tanaman terjamin dan fluktuasi debit sungai dapat stabil.

Retensi DAS dapat ditingkatkan dengan cara, program penghijauan yang menyeluruh baik di perkotaan/perdesaan atau kawasan lain, mengaktifkan bendungan-bendungan alamiah, membuat resapan-resapan air hujan alamiah dan pengurangan atau menghindari sejauh mungkin pembuatan lapisan keras permukaan tanah yang dapat berakibat sulitnya air hujan meresap ke tanah. Memperbaiki retensi DAS pada prinsipnya adalah memperbanyak kemungkinan air hujan dapat meresap secara alamiah ke dalam tanah sebelum masuk ke sungai atau mengalir ke hilir untuk itu perlu adanya proses pembelajaran sosial yang efektif dan terus-menerus.

### Latihan Individu

1. Faktor-faktor apa yang menyebabkan terjadinya banjir dan apa akibat yang ditimbulkannya?
2. Sebutkan usaha untuk mengurangi risiko terjadinya banjir?

### Uji Kompetensi

#### I. *Pilih salah satu jawaban yang kamu anggap paling tepat!*

1. Air di bumi ini melakukan siklus secara alami. Berikut ini yang *bukan* peristiwa yang terjadi dalam siklus hidrologi kecil adalah ....
  - a. air laut menguap
  - b. proses kondensasi
  - c. awan dan hujan
  - d. air masuk ke dalam tanah
  - e. air kembali ke laut
2. Peristiwa pelepasan uap air dari benda-benda abiotik (permukaan bumi) dan biotik (tumbuhan) disebut juga dengan ....
  - a. evaporasi
  - b. transpirasi
  - c. evapotranspirasi
  - d. presipitasi
  - e. infiltrasi

3. Dalam istilah hidrologi peristiwa *run off* atau pergerakan air di permukaan tanah melalui sungai dan anak sungai disebut juga dengan ....
  - a. infiltrasi
  - b. perkolasi
  - c. *over land flow*
  - d. *drainage density*
  - e. *base flow*
4. Tipe sungai yang mengalir pada lapisan sedimen datar yang menutupi lapisan batuan di bawahnya disebut dengan sungai ....
  - a. *antecedent*
  - b. *dendritic*
  - c. *lateral*
  - d. *consequent lateral*
  - e. *superimposed*
5. Sungai yang mengalir dari daerah yang berlainan struktur geologinya dan kebanyakan merupakan sungai besar dinamakan sungai ....
  - a. *anaclinal*
  - b. *compound*
  - c. *composit*
  - d. *reverse*
  - e. *lateral*
6. Pola aliran sungai yang tidak membentuk sudut siku-siku, tetapi lebih kecil atau lebih besar  $90^\circ$  disebut dengan ....
  - a. pola rectangular
  - b. pola trellis
  - c. pola radial sentripetal
  - d. pola angulate
  - e. pola dendritik
7. Pola aliran sungai yang terjadi pada kerucut gunung berapi atau dome disebut pola ....
  - a. angulate
  - b. radial sentripetal
  - c. radial sentrifugal
  - d. dendritik
  - e. annular
8. Meander adalah bentuk kelokan-kelokan sungai. Kenampakan tersebut sering didapati pada daerah dataran ....
  - a. tinggi berbatuan homogen
  - b. rendah berbatuan homogen
  - c. rendah berbatuan heterogen
  - d. danau tapal kuda
  - e. banjir
9. Sungai yang airnya mengalir sepanjang tahun karena permukaan air tanah tidak pernah berada di bawah dasar sungai disebut dengan sungai ....
  - a. *obsequent*
  - b. *intermiten*
  - c. *resequent*
  - d. *insequent*
  - e. *perennial*

10. Hal yang tidak memengaruhi bentuk dan ukuran delta berbedabeda adalah ....
- jenis batuan
  - kecepatan aliran sungai
  - musim
  - kemiringan lereng
  - jenis penutup lahan
11. Tanda-tanda stadium muda pembentukan lembah adalah ....
- gradien sungai menjadi lebih kecil
  - lembah sungai berbentuk U
  - daya angkut sungai relatif kecil
  - dasar lembah masih belum merata
  - erosi yang berperan adalah erosi lateral
12. Tanda-tanda dari stadium dewasa suatu lembah sungai adalah ....
- mempunyai erosi basis sementara
  - mengalami pendataran dasar sungai
  - lebar bagian bawah lembah sama dengan lebar saluran sungai
  - daya kikis vertikal sangat kuat
  - gradien sungai relatif besar
13. Sungai merupakan fenomena alam yang multifungsi. Di bawah ini yang *bukan* merupakan fungsi penting dari sungai adalah dapat digunakan untuk ....
- kepentingan pengairan
  - sumber pengambilan bahan-bahan bangunan
  - sarana lalu lintas air
  - tempat pembuangan akhir
  - sumber pembangkit tenaga listrik
14. Danau dolina terletak pada daerah karst yang umumnya merupakan danau yang kecil. Pada danau dolina yang berbatuan kapur air tidak meresap masuk ke bawah karena ....
- dasar dolina berbatuan kapur yang tidak tembus air
  - dasar dolina berbatuan kapur yang masih kompak
  - batuan dasar dolina telah jenuh air sehingga kedap air
  - lapisan tanah dasar dolina merupakan lapisan lempung kedap air
  - semua jawaban benar

15. Air sumur artesis sangat berpotensi bagi daerah-daerah yang kondisi alamnya kering seperti pada daerah *arid* dan *semiarid* karena kemelimpahan airnya. Sumur artesis muncul karena ....
- digali dengan kedalaman tinggi sehingga ditemukan sumber yang besar
  - letak permukaan air tanahnya lebih rendah daripada permukaan air tanah daerah tangkapan hujannya
  - sumber airnya berada di dasar-dasar lembah sehingga merupakan pusat dari tangkapan hujan
  - terdapat sungai bawah tanah pada titik pengeborannya sehingga air tidak berhenti sepanjang musim
  - letak sumber airnya di tebing-tebing pegunungan yang merupakan tempat munculnya akumulasi mata air

**II. Kerjakanlah tugas di bawah ini dengan benar!**

- Sebutkan proses-proses dalam siklus air!
- Sebutkan tipe-tipe pola aliran sungai!
- Mengapa danau dapat rusak?
- Jelaskan macam-macam rawa!
- Jelaskan manfaat danau dan rawa!
- Apakah yang disebut DAS?
- Bagaimana cara menjaga kelestarian DAS?
- Jelaskan apa artinya: kondensasi, adveksi, dan evaporasi!
- Jelaskan perbedaan delta dan meander!
- Sebutkan pemanfaatan air tanah!

## Rangkuman

- Komponen-komponen geosfer di bumi selalu mengalami dinamika perubahan, baik unsur atmosfer, litosfer, pedosfer, hidrosfer, maupun biosfer. Dinamika perubahan tersebut berlangsung secara terus-menerus sepanjang waktu.
- Faktor utama penyebab dinamika perubahan litosfer adalah tenaga endogen dan eksogen, gejala vulkanisme, dan gejala tektonisme.
- Kulit bumi terdiri atas lapisan:
  - Barisfer
  - Lapisan pengantara atau astenosfer
  - Litosfer
- Batuan dikelompokkan dalam tiga golongan.
  - Batuan beku:
    - batuan beku dalam
    - batuan beku luar
    - batuan beku gang



- b. Batuan sedimen:
  - 1) batuan sedimen kontinental
  - 2) batuan sedimen marine
  - 3) batuan sedimen lakuster
- c. Batuan metamorf terjadinya disebabkan oleh:
  - 1) tekanan tinggi
  - 2) suhu tinggi
  - 3) tekanan dan suhu tinggi
- 5. Faktor utama penyebab dinamika perubahan pedosfer adalah pelapukan, erosi, pengangkutan, dan pengendapan.
- 6. Fungsi tanah bagi kehidupan manusia adalah:
  - a. tempat tumbuhan tumbuh;
  - b. tempat manusia melakukan kegiatan;
  - c. tempat berkembangnya hewan;
  - d. mengandung barang tambang atau bahan galian.
- 7. Lapisan-lapisan atmosfer:
  - a. Troposfer
  - b. Stratofer
  - c. Mesosfer
  - d. Termosfer
  - e. Ionosfer
  - f. Ekosfer
- 8. Komponen cuaca dan iklim:
  - a. Penyinaran matahari
  - b. Suhu udara
  - c. Tekanan udara
  - d. Angin
  - e. Awan
  - f. Kelembapan udara
  - g. Curah hujan
- 9. Enam macam tumbuhan utama yang tersebar selama perubahan kekeringan dan kelembapan:
  - a. Padang rumput
  - b. Gurun
  - c. Tundra
  - d. Hutan basah
  - e. Hutan gugur
  - f. Taiga

10. Siklus hidrologi terjadi karena proses-proses:
  - a. Transpirasi
  - b. Evaporasi
  - c. Evapotranspirasi
  - d. Kondesasi
  - e. Presiditasi
  - f. *Run off*
  - g. Advaksi
  - h. Infiltrasi
11. Bentuk dan tipe sungai:
  - a. Sungai *consequent longitudinal*
  - b. Sungai *consequent lateral*
  - c. Sungai *superimposed*
  - d. Sungai *subsequent lateral*
  - e. Sungai *resequent*
  - f. Sungai *antecedent*
  - g. Sungai *obsequent*
  - h. Sungai *insequent*
  - i. Sungai *reserve*
  - j. Sungai *compound*
  - k. Sungai *composit*
  - l. Sungai *anaclinal*
12. Pola aliran sungai:
  - a. *Paralel*
  - b. *Rectanguler*
  - c. *Angulate*
  - d. *Radial centrifugal*
  - e. *Radial centripetal*
  - f. *Trillis*
  - g. *Annulen*
  - h. *Dendritic*
13. Danau menurut terjadinya terdiri:
  - a. danau vulkanis
  - b. danau tektonis
  - c. danau lembah gletser
  - d. danau dolina
  - e. danau buatan
  - f. danau karena erosi sungai



## Daftar Pustaka

- Ali Basyah, Anwar. 1985. *Pustaka Pengetahuan Modern: Dunia Tumbuhan* (terjemahan dari *Plant Kingdom*, Jonathan Rutland). Jakarta: Widyadara.
- Ardley,Neil, Ian Ridpath, Peter Harben. 1983. *Alam Semesta*. Jakarta: Pustaka Widya, Gramedia.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan DAS*. Yogyakarta: Gadjah Mada Press.
- "Bahan Ajar Mata kuliah Kosmografi jurusan Geografi". 2005–2006. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Beiser, Arthur. 1984. *Pustaka Alam Life: Bumi*, edisi kedua. Jakarta: Tira Pustaka.
- Chaisson, Eric. Steve McMillan. 1996. *Astronomy Today*, edisi kedua. New Jersey: Prentice Hall.
- Daldjoeni, N. 1982. *Pengantar Geografi untuk Mahasiswa dan Guru Sekolah*. Bandung: Alumni.
- Djamhari, H. dkk. 1976. *Buku Materi Pokok Modul 1–6: Geografi Regional Dunia*. Jakarta: Karunika, UT.
- Encarta Encyclopedia*. 2006. Jakarta.
- Farb, Peter. 1975. *Pustaka Alam Life*. Jakarta: Tira Pustaka.
- Fullard,Harold. Philips. 1979. *Universal Atlas*. George Philips and Son Ltd.
- Getis, Arthur. Judith M. Getis. 1982. *Geography*. Houghton Mifflin Company Boston.
- Hayati, Sri, Enok Maryani, dan Murnaria Manalu. 2004. *Membangun Kompetensi Pengetahuan Geografi SMP kelas VII*. Jakarta: Esis Erlangga.
- Katili, J.A. P. Marks. 1963. *Geologi*. Departemen Urusan Research Nasional. Bandung: Kilatmaju Indonesia.
- Latif Chalid, Pellata A. Wayong P. *Atlas Indonesia dan Dunia*. Jakarta: PT Pembina Peraga.

- Latuheru, G.A. 1985. *Pustaka Pengetahuan Modern: Planet Bumi* (terjemahan dari *Planet Earth*, Christopher Maynard). Jakarta: Widyadara.
- Ma'mur Tanudidjaja, Moh. Dwi Kartawidjaja. 1986. *Penuntun Pelajaran Geografi*. Bandung: Ganeca Exact.
- Manulu, Murnaria, Maryani, Sri Haryati. 2004. *Geografi*. Jakarta: Esis.
- Nagle, Garret. 1997. *Advanced Geography*. Oxford University Press. Great Britain.
- Odum. EP. 1966. *Fundamentals of Ecology*. 2nd. Edition. Philadelphia: WB Sanders.
- Parwata. 2006. *Identifikasi dan Klasifikasi Tanah*. Jakarta: Lab. Pendidikan Geografi, Jurusan Ilmu Sosial UNJ.
- Passachof, Jay M.1976. *Contemporary Astronomy*. Philidelphia: W.B. Saunders Company.
- Polunin, Nicholas. 1990. *Pengantar Geografi Tumbuhan dan Beberapa Ilmu Serumpun*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada Press.
- Saksono, Harsono, Djenen, Harjono C. Mulyadi. 1982. *Atlas Buana*. Jakarta: PT Intermedia.
- Sanchez, Pedro A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Bandung: Penerbit ITB.
- Sawkins. F. 1974. *The Evolving Earth*. New York. Macmillan Publishing Co. Inc.
- Sudarsono, Budi. M.Sc. 1981. *Alam Semesta dan Cuaca* (terjemahan dari *The Universe and Weather*. Khazanah Pengetahuan Buku Anak-Anak.
- Sudarsono, Budi. 1983. *Alam Semesta dan Bumi*. Jakarta: Gramedia.
- Suharyono, Moch. Amien. 1994. *Pengantar Filsafat Geografi*. Jakarta. Proyek Pembinaan dan Peningkatan Mutu Tenaga Kependidikan Dirjen Dikti Dep. Pendidikan dan Kebudayaan.
- Supirin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Yogyakarta: Andi Offset.



## A

*adveksi* penyebaran panas secara horizontal dan penyebaran panasnya terjadi sebagai akibat gerakan udara panas secara horizontal dan menyebabkan udara di sekitarnya juga menjadi panas

*anemometer* alat untuk mengukur kecepatan angin

*astronomi* ilmu yang mempelajari tentang benda-benda langit di luar atmosfer bumi, seperti matahari, bulan, bintang, dan ruang angkasa

## B

*buys ballot* hukum mengenai arah angin yang menyatakan bahwa angin bertiup dari daerah bertekanan tinggi menuju daerah bertekanan rendah dan mengalami pembiasan ke kanan di belahan bumi utara serta ke kiri di belahan bumi selatan

*batolit* merupakan magma yang menembus lapisan-lapisan batuan dan terjadi pembekuan di tengah jalan

*batas horizon* merupakan batas antara horizon yang satu dengan yang lainnya; batas horizon ini dibedakan menjadi batasan yang nyata dengan lebar peralihan 6,5–125 cm dan batasan yang baur dengan lebar peralihan > 12,5 cm

*biogeografi* ilmu yang mempelajari tentang penyebaran makhluk hidup secara geografis di muka bumi ini

*botani* ilmu yang mempelajari tentang tumbuh-tumbuhan, baik tentang kesesuaian tumbuhnya maupun persebarannya

## D

*drainase tanah* kemampuan tanah untuk menyerap air yang berada di atas permukaannya

*demografi* ilmu yang mempelajari tentang cara mengumpulkan, menyelidiki catatan-catatan dan statistik penduduk untuk mengetahui perkembangan, kepadatan, kelahiran, kematian, perpindahan, dan persebaran penduduk

## E

*El Nino* terjadinya pemanasan temperatur air laut di pantai barat Peru – Ekuador yang menyebabkan gangguan iklim secara global

*evaporasi* penguapan benda-benda abiotik dan merupakan proses perubahan wujud air menjadi gas; penguapan di bumi 80% berasal dari penguapan air laut

*evapotranspirasi* proses gabungan antara evaporasi dan transpirasi

*ekologi* cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang hubungan antarorganisme dan antara organisme dengan lingkungannya

## F

*fluviometer* nama lain dari alat penakar hujan

## G

*gradien barometrik* angka yang menunjukkan perbedaan tekanan udara melalui dua garis isobar yang dihitung untuk tiap-tiap 111 km = 1° di ekuator

*geologi* ilmu yang mempelajari bumi secara keseluruhan, asal kejadian, struktur, komposisi dan sejarahnya (termasuk perkembangan kehidupan) dan proses alamiah perkembangannya.

*geomorfologi* studi tentang bentuk-bentuk permukaan bumi dan bagian segala proses yang menghasilkan bentuk-bentuk tersebut

*geofisika* ilmu yang mengkaji sifat-sifat bumi bagian dalam dengan metode teknis fisika, seperti mengukur gempa bumi, gravitasi medan magnet, dan lain-lain

*geografi fisik* cabang geografi yang mempelajari tentang bentuk dan permukaan bumi yang meliputi ilmu geomorfologi dan hidrologi

*geografi manusia* cabang geografi yang mengkaji ilmu sosial, ekonomi, dan budaya penduduk

*geografi regional* cabang geografi yang mempelajari suatu kawasan tertentu secara khusus, misalnya Geografi Asia Tenggara dan Geografi Timur Tengah

## H

*higrometer* alat yang digunakan untuk mengukur kelembapan nisbi

*hidrologi* ilmu yang mempelajari air di permukaan dan di bawah permukaan, termasuk sungai, danau, mata air, dan rawa-rawa

*hidrografi* ilmu yang berhubungan dengan pencatatan, survei serta pemetaan laut, sungai, danau, dan lainnya

## I

*infiltrasi* perembesan atau pergerakan air ke dalam tanah melalui pori tanah

*isohyet* garis dalam peta yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai jumlah curah hujan yang sama selama suatu periode tertentu

## K

*konveksi* pemanasan secara vertikal dan penyebaran panasnya terjadi akibat adanya gerakan udara secara vertikal sehingga udara di atas yang belum panas ini menjadi panas karena pengaruh udara bawahnya yang sudah terlebih dahulu panas

*konduksi* pemanasan secara kontak atau bersinggungan sehingga terjadi karena molekul-molekul udara yang dekat dengan permukaan bumi akan menjadi panas setelah bersinggungan dengan bumi yang memiliki panas dari dalam

*kaldera* bagian kawah kepundan yang sangat besar, luas, dan bertebing curam

*kondensasi* proses perubahan wujud uap air menjadi air akibat pendinginan

*klimatologi* studi tentang kondisi rata-rata cuaca dan membahas berbagai iklim di seluruh dunia

## L

*La Nina* terjadinya pelemahan El Nino sehingga air laut yang panas di pantai Peru dan Ekuador bergerak ke arah barat dan suhu air laut di daerah itu berubah ke kondisi semula (dingin)

*lakolit* magma yang masuk dan berada di antara batuan sedimen yang menyebabkan terjadinya tekanan ke atas sampai bagian atas cembung dan bagian bawah datar

## M

*meteorologi* ilmu yang mempelajari atmosfer, menekankan pada lapisan udara yang menyelubungi bumi

*makdani* sumber mata air mineral yang biasanya panas dan dapat dimanfaatkan untuk pengobatan khususnya penyakit kulit

*makroseisme* merupakan gempa yang intensitasnya besar dan dapat dirasakan tanpa menggunakan alat

*mikroseisme* gempa yang intensitasnya kecil sekali dan hanya dapat diketahui dengan menggunakan alat perekam

*meteorologi* ilmu yang mempelajari atmosfer, udara, cuaca, suhu, angin, curah hujan, dan lain-lain

*mofet* sumber gas asam arang (CO<sub>2</sub>)

## O

*oseanografi* ilmu yang mempelajari tentang laut dan isinya, antara lain, sifat-sifat air laut, terjadinya pasang surut, kedalaman, arus, geologi dasar laut, tumbuhan, binatang, serta hubungan antara laut dan atmosfer

*ombrometer* nama lain dari alat penakar hujan

*over land flow* nama lain dari *run off*

*oxbow lake* batas daratan yang sempit yang memisahkan antara tikungan yang satu dan tikungan lainnya akhirnya terpotong oleh saluran yang baru

## P

*presipitasi* segala bentuk hujan dari atmosfer ke bumi yang meliputi hujan air, hujan es, dan hujan salju

## R

*run off* pergerakan aliran air di permukaan tanah melalui sungai dan anak sungai

*regolit* hasil pelapukan yang mengakibatkan batuan yang sangat keras berubah menjadi bahan yang lebih lunak atau butiran-butiran yang lebih halus

## S

*sill* magma yang masuk dan berada di antara dua lapisan bahan sedimen dan membeku (intrusi datar)

*sofatar* sumber gas belerang (H<sub>2</sub>S)

*seismologi* ilmu yang mempelajari gempa bumi, gelombang-gelombang seismik, serta perambatannya

*seismograf* alat untuk mencatat gempa

## T

*turbulensi* penyebaran panas secara berputar-putar dan penyebaran panasnya menyebabkan udara yang sudah panas bercampur dengan udara yang belum panas

*termograf* catatan suhu yang menggambarkan perubahan suhu sepanjang harinya

*transpirasi* proses pelepasan uap air dari tumbuh-tumbuhan melalui stomata atau mulut daun

## U

*undercut* berpindahnya aliran air yang disebabkan oleh sedimentasi pada bagian lengkung meander sehingga aliran air di luar lebih cepat daripada arus air pada sisi dalamnya



## Indeks

### A

Alfred Lothar Wegener  
26, 28

asteroid 24, 48, 53

astronomis 2, 5, 10, 15, 17,  
18, 21, 24

### B

bintang alam 2, 10, 19, 74,  
82, 124, 130, 131

bulan 48

bumi 23, 24, 25, 27, 29,  
139, 142

### D

danau 147, 149

demografi 5

### E

Edward Suess 28

etnografi 6, 19

### G

galaksi 23, 24, 25, 41, 42,  
43, 44, 45, 46, 47, 53, 54,  
56, 57

gempa bumi 2, 7, 12, 19,  
25, 26, 28, 32, 34, 37, 39,  
42, 54, 55, 57, 58, 66, 71,  
85

geofisika 5

geografi 1, 2, 3, 4, 5,  
6, 10, 20, 35

geologi 5, 19, 21

geomorfologi 5, 19

greenwich 11, 19,  
20

### H

hidrologi 5

hipotesis 53, 54, 55,  
139

### I

interelasi 10, 19, 20

### J

jagad raya 23, 25,  
41, 42, 43, 44, 45, 46,  
47, 53, 54, 56, 57

### K

kelembapan 117,  
118

koppen 122, 124

korologi 10, 19, 20

### L

letak geografis 11,  
12, 16, 18, 19

lempeng 25, 26, 27,  
28, 31, 32, 33, 34, 35,  
36, 37, 38

litosfer 63

### M

mars 49

merkurius 48

meridian 11, 16, 19,  
21

### O

Oldeman 125

ozon 135

### P

planet 12, 42, 46, 47,  
48, 49, 50, 51, 52, 53,  
54, 56, 57, 106

protoplanet 53, 54

### R

rawa 150

### T

Tata Surya 25, 42, 43,  
47, 48, 49, 50, 51, 53,  
54, 57

tsunami 2, 7, 19, 32,  
34, 39, 57



# Kunci Jawaban

## Bab 1 (Halaman 19–22)

### I. Pilihan Ganda

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. e | 4. a | 7. d | 10. e | 13. a |
| 2. b | 5. b | 8. a | 11. c | 14. d |
| 3. c | 6. c | 9. b | 12. d | 15. d |

### II. Pilihan Alternatif

- |      |      |      |
|------|------|------|
| 1. b | 3. a | 5. d |
| 2. d | 4. b |      |

### III. Esai

- Perdebatan dialogis adalah pemecahan masalah sosial di masyarakat dengan melakukan perdebatan khusus melalui jalur dialog, caranya dengan mengundang pakar atau tokoh masyarakat.
- Gejala geografi berpengaruh pada pertanian karena adanya keterkaitan peristiwa yang satu dengan peristiwa lainnya, contohnya pada bidang pertanian, apabila musim kemarau terlalu panjang, petani akan mengalami kesulitan air untuk mengolah lahan.
- Sosio kultural adalah letak suatu wilayah atau negara dilihat dari jalur kehidupan sosial dan budaya yang berdekatan.
- Dampak positif aktivitas manusia bagi lingkungan alam ialah terjaganya kelestarian alam sebagai alat pemenuhan kebutuhan.  
Dampak negatif ialah apabila alam terlalu dieksploitasi secara berlebihan, berdampak pada kerusakan lingkungan.
- Letak maritim Indonesia dipengaruhi oleh perairan laut pedalaman di antara pulau-pulau Indonesia dan di antara Samudra Pasifik dan Samudra Hindia, letak maritim ini mempunyai potensi ekonomi yang tinggi bagi rakyat Indonesia dan sumber devisa negara yang potensial.

**Bab 2** (halaman 56–60)

**I. Pilihan Ganda**

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. d | 4. c | 7. d | 10. b | 13. e |
| 2. b | 5. c | 8. a | 11. c | 14. d |
| 3. c | 6. d | 9. c | 12. c | 15. b |

**II. Esai**

- Ciri-ciri galaksi adalah:
  - sumber cahaya berasal dari galaksi itu sendiri dan bukan merupakan cahaya pantulan;
  - antara galaksi satu dengan yang lain mempunyai jarak jutaan tahun cahaya;
  - galaksi-galaksi lainnya dapat terlihat berada di luar Galaksi Bimasakti;
  - galaksi punya bentukan tertentu, misalnya: bentuk spiral, bentuk spiral berpalang, bentuk elips, dan bentuk tidak beraturan.
- Jagad raya adalah benda-benda langit yang bertebaran secara bebas dalam suatu ruang (*spaces*) yang terhingga luasnya.
- Hipotesis terjadinya tata surya, yaitu:
  - hipotesis kabut,
  - hipotesis planetesimal,
  - hipotesis pasang surut gas,
  - hipotesis peledakan bintang, dan
  - hipotesis kuiper.
- Melange adalah timbunan sedimen campuran.
- Sinklinal: lembah pegunungan.  
Antiklinal: puncak pegunungan.
- Indonesia rawan terhadap gempa dan tsunami karena Indonesia berada di daerah tiga pertemuan lempeng, yang menyebabkan banyaknya gunung api. Rawan tsunami, karena pusat gempa di Indonesia tidak hanya terdapat di daratan, tetapi juga di dasar laut sehingga apabila terjadi gempa yang kuat akan menimbulkan tsunami.
- Penerus teori Descartes adalah Edward Suess.
- Kelemahan teori Descartes karena teori kontraksi akibat penyusutan dan pengerutan lalu pendinginan sehingga terjadilah gunung dan lembah, tidak terbukti untuk dataran rendah yang luas.
- Hubble menyatakan, jagad raya mengembang sehingga galaksi bergerak saling menjauhi sehingga jagad raya menjadi lebih luas.
- Homoseista adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang di lalui gempa pada waktu yang sama.

**Bab 3** Subbab A (halaman 101–103)

**I. Pilihan Ganda**

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. b | 4. b | 7. d | 10. b | 13. b |
| 2. c | 5. c | 8. d | 11. b | 14. c |
| 3. d | 6. a | 9. a | 12. d | 15. d |

**II. Esai**

- Perbedaan lahan kritis dan lahan potensial:  
Lahan kritis adalah tanah yang rusak, tandus, dan tidak ada vegetasi yang tumbuh di atasnya yang lama-kelamaan akan menjadi padang pasir atau bukit padas dan batu.  
Lahan potensial merupakan lahan subur yang sebenarnya dapat dimanfaatkan, tetapi belum dimanfaatkan atau belum diolah, padahal jika diolah akan memberikan nilai ekonomi yang tinggi.
- Lahan kritis dapat terjadi karena:
  - bencana alam, seperti letusan gunung api, gempa bumi, banjir, dan tanah longsor;
  - perbuatan manusia, seperti penggundulan hutan, pembuangan limbah industri, pembuangan sampah plastik sembarangan, penggalian barang tambang tanpa pengawasan, kebakaran hutan, dan peladangan berpindah-pindah.
- Pelapukan batuan terjadi karena:
  - Pelapukan Kimiawi  
Pelapukan kimiawi terjadi karena batu-batuan mengalami perubahan kimiawi. Pelapukan ini disebabkan oleh air dan panas.
  - Pelapukan Organik  
Pelapukan organik terjadi karena aktivitas organisme, termasuk hewan dan tumbuhan.
  - Pelapukan Fisis atau Mekanis  
Pelapukan ini disebut juga pelapukan mekanis karena prosesnya berlangsung secara mekanis.
- Bunga tanah adalah lapisan tanah atas; subur karena topsoil tanah.
- Perbandingan persentase tanah yang baik adalah masing-masing mempunyai perbandingan mineral 45%, bahan organik 5%, air antara 20–30%, dan udara tanah antara 20–30%.
- Tekstur tanah adalah ukuran butiran tanah yang dapat menunjukkan kasar halusya tanah. Tekstur tanah terdiri dari bahan kasar dan bahan halus (pasir, debu, dan liat). Bahan kasar adalah bahan yang berukuran > 2 mm.
- tanah berwarna hitam atau coklat karena unsur hara dan humusnya banyak tercuci dan terhanyutkan oleh hujan.

8. Drainase adalah pengaturan dan pengaliran air yang berada dalam tanah atau permukaan tanah yang menggenang.
9. Perbedaan fisik yang dapat menyebabkan perbedaan warna tanah disebabkan oleh perbedaan kandungan bahan organiknya.
10. Perbandingan tanah aluvial dan tanah vulkanik:
  - a. *Tanah aluvial* merupakan tanah yang terbentuk dari endapan lumpur yang terbawa oleh air sungai. Tanah ini banyak mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh tumbuhan sehingga sangat subur.
  - b. *Tanah vulkanis* merupakan tanah yang terbentuk dari pelapukan batuan vulkanis, lava yang telah membeku (effusif) atau dari abu letusan gunung berapi yang telah membeku (efflata).
11. Penyebab terjadinya erosi tanah:
  - a. gundulnya hutan-hutan,
  - b. tidak ada vegetasi penutup tanah,
  - c. tidak dibuatnya terassering pada tanah-tanah yang mempunyai kemiringan tinggi, sehingga tanah mudah terbawa,
  - d. tidak dibuatnya tanggul-tanggul pasangan sebagai penahan erosi,
  - e. penebangan hutan secara liar tanpa disertai reboisasi, dan
  - f. tidak adanya larangan penggembalaan liar di permukaan tanah yang berlumpur sehingga tanah atas semakin rusak.
12. Cara menjaga dan mempertahankan kesuburan tanah
  - a. pemupukan, diusahakan dengan pupuk hijau, pupuk kandang, pupuk buatan, dan pupuk kompos,
  - b. pembuatan bendungan untuk melancarkan sistem irigasi, dan
  - c. menjaga kelestarian tanah agar tidak terjadi erosi.
13. Cara menjaga kelestarian lahan pertanian daerah miring, menghindari erosi tanah dan longsor:
  - a. pembuatan hutan cadangan pada lereng-lereng gunung,
  - b. reboisasi atau penghijauan di lereng-lereng gunung yang gundul,
  - c. pembuatan lahan bertingkat untuk pertanian di daerah miring.
14. Faktor yang menentukan perbedaan kemampuan tanah:
  - a. tekstur tanah,
  - b. ketebalan solum tanah,
  - c. permeabilitas tanah,
  - d. tingkat erosi,
  - e. kemiringan lereng, dan
  - f. penyaluran air.
15. Manfaat tanah untuk kehidupan manusia adalah:
  - a. tempat tumbuh tanaman;
  - b. tempat tinggal dan tempat manusia melakukan kegiatan;
  - c. tempat berkembangnya hewan;
  - d. mengandung barang tambang atau bahan galian.

**Bab 3** Subbab B (halaman 136–138)

**I. Pilihan Ganda**

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. c | 4. a | 7. e | 10. c | 13. b |
| 2. a | 5. e | 8. a | 11. c | 14. a |
| 3. c | 6. d | 9. c | 12. a | 15. d |

**II. Esai**

- Cuaca ialah keadaan udara pada saat tertentu di suatu tempat.
- Peran penyelidikan iklim:
  - sebagai pedoman dalam membuat ramalan cuaca (prakiraan cuaca) jangka pendek ataupun jangka panjang. Ramalan cuaca sangat penting bagi kepentingan pertanian, penerbangan, pelayaran, peternakan, dan lain-lain;
  - sebagai dasar untuk menyelidiki syarat-syarat hidup dan ada tidaknya kemungkinan hidup di lapisan udara bagian atas;
  - sebagai pedoman untuk mengetahui kemungkinan-kemungkinan dilakukannya hujan buatan di suatu wilayah tertentu;
  - untuk mengetahui sebab-sebab gangguan yang terjadi pada gelombang radio, televisi, dan menemukan cara untuk memperbaiki hubungan melalui udara.
- Fungsi penyinaran matahari sebagai sumber energi dan sumber kehidupan makhluk hidup di bumi.
- Bulan basah adalah waktu yang curah hujannya terbanyak, sedangkan bulan kering adalah waktu yang curah hujannya paling sedikit.
- Kondisi iklim dipengaruhi oleh:
  - Lama penyinaran matahari*, semakin lama penyinaran semakin tinggi pula temperaturnya.
  - Tinggi rendah tempat*, semakin tinggi tempat semakin kecil (rendah) temperaturnya.
  - Sudut datang sinar matahari*, semakin tegak arah sinar matahari (siang hari) akan semakin panas. Tempat yang dipanasi sinar matahari yang datangnya miring (pagi dan sore hari) lebih luas daripada yang tegak (siang hari).
  - Keadaan tanah*, yaitu tanah yang kasar teksturnya dan berwarna hitam akan banyak menyerap panas dan tanah yang licin (halus teksturnya) dan berwarna putih akan banyak memantulkan panas.
  - Angin dan arus laut*, adanya angin dan arus laut yang berasal dari daerah dingin akan mendinginkan daerah yang dilaluinya.
  - Keadaan udara*, banyaknya kandungan awan (uap air) dan gas arang, akan mengurangi panas yang terjadi.
  - Sifat permukaan*, daratan lebih cepat menyerap dan menerima panas daripada lautan.

6. Kondisi kebudayaan dipengaruhi juga oleh iklim, contohnya pakaian di musim dingin lebih tebal dibandingkan musim panas.
7. Zona agroklimat adalah daerah pertanian di suatu daerah tertentu, yang memperhitungkan kebutuhan air yang digunakan tanaman pertanian untuk hidup.
8. Fungsi hutan bagi atmosfer:
  - a. penghasil oksigen
  - b. menjaga tata air
  - c. mencegah longsor
9. Ozon berfungsi penting karena untuk melindungi bumi dari radiasi matahari.
10. Proses terjadinya El Nino dan La Nina:

*El Nino* adalah terjadinya pemanasan temperatur air laut di pantai barat Peru – Ekuador yang menyebabkan gangguan iklim secara global. Proses terjadinya diawali dari memanasnya air laut di perairan Indonesia yang kemudian bergerak ke arah timur menyusuri ekuator menuju pantai barat Amerika Selatan sekitar wilayah Peru dan Ekuador. Bersamaan dengan kejadian tersebut air laut yang panas dari pantai barat Amerika Tengah, bergerak ke arah selatan sampai pantai barat Peru–Bolivia sehingga terjadilah pertemuan air laut panas dari kedua wilayah tersebut. Massa air panas dalam jumlah besar terkumpul dan menyebabkan udara di daerah itu memuai sehingga proses konveksi ini menimbulkan tekanan udara menurun (minus). Kondisi ini mengakibatkan seluruh angin yang ada di sekitar Pasifik dan Amerika Latin bergerak menuju daerah tekanan rendah tersebut. Angin muson di Indonesia yang datang dari Asia dengan membawa uap air juga membelok ke daerah tekanan rendah di pantai barat Peru–Ekuador.

*La Nina* adalah merupakan peristiwa kebalikan dari El Nino yang berarti bayi perempuan. La Nina berawal dari melemahnya El Nino sehingga air laut yang panas di pantai Peru dan Ekuador bergerak ke arah barat dan suhu air laut di daerah itu berubah ke kondisi semula (dingin) sehingga *up-welling* muncul kembali sehingga kondisi cuaca kembali normal

**Bab 3** Subbab C (halaman 157–160)

**I. Pilihan Ganda**

- |      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 1. d | 4. e | 7. b | 10. e | 13. d |
| 2. b | 5. e | 8. c | 11. d | 14. e |
| 3. c | 6. b | 9. d | 12. b | 15. b |

**II. Esai**

- Proses siklus air:
  - Transpirasi*, adalah proses pelepasan uap air dari tumbuh-tumbuhan melalui stomata atau mulut daun.
  - Evaporasi*, adalah penguapan benda-benda abiotik dan merupakan proses perubahan wujud air menjadi gas. Penguapan di bumi 80% berasal dari penguapan air laut.
  - Evapotranspirasi*, adalah proses gabungan antara evaporasi dan transpirasi.
  - Kondensasi*, merupakan proses perubahan wujud uap air menjadi air akibat pendinginan.
  - Presipitasi*, merupakan segala bentuk hujan dari atmosfer ke bumi yang meliputi hujan air, hujan es, dan hujan salju.
  - Run off* (aliran permukaan), merupakan pergerakan aliran air di permukaan tanah melalui sungai dan anak sungai.
  - Adveksi*, adalah transportasi air pada gerakan horizontal seperti transportasi panas dan uap air oleh gerakan udara mendarat dari satu lokasi ke lokasi yang lain.
  - Infiltrasi*, yaitu perembesan atau pergerakan air ke dalam tanah melalui pori tanah.
- Tipe aliran sungai:
  - Paralel*
  - Rectangular*
  - Angulate*
  - Radial centrifugal*
  - Radial centripetal*
  - Trellis*
  - Annular*
  - Dendritic*
- Danau dapat rusak karena ulah manusia yang tidak bertanggung jawab. Contohnya: pencemaran oleh nitrat, fosfat, klorida, dan sulfat yang sangat tinggi. Beberapa danau dapat hilang karena adanya pembentukan delta-delta dan pelumpuran di danau yang disebabkan adanya erosi, akibat gundulnya hutan di hulu sungai, kemudian terbawa oleh air yang berakibat pada pendangkalan danau dan hilangnya danau; gerakan tektonik yang berupa pengangkatan dasar danau; pengendapan jasad hewan dan tumbuhan yang mati berakibat pada cepatnya pendangkalan danau; penguapan yang kuat, terutama di daerah arid; banyaknya air

yang keluar karena banyaknya sungai-sungai yang meninggalkan danau yang menimbulkan erosi dasar pada bibir danau, akibatnya danau dapat menjadi kering dan kehabisan air, atau karena ditimbun oleh manusia.

4. Macam rawa:
  - a. Rawa yang airnya selalu tergenang
  - b. Rawa yang airnya tidak selalu tergenang
5. Manfaat danau dan rawa:

Danau:

  - a. Sumber air tawar
  - b. Objek pariwisata

Rawa:

  - a. jika keasamannya tidak terlalu tinggi, rawa tersebut dapat dijadikan lahan persawahan dan perikanan;
  - b. sebagai objek wisata seperti Rawa Pening;
  - c. sebagai batas alam untuk menangkal masuknya intrusi air laut ke darat.
6. DAS adalah daerah aliran sungai yang merupakan daerah yang terbentuk dari kumpulan sungai dalam suatu sistem cekungan dengan aliran keluar atau muara tunggal
7. Menjaga kelestarian DAS:
  - a. menjaga tumbuhan di sepanjang DAS,
  - b. menjaga kebersihan DAS dari sampah atau pencemaran manusia, dan
  - c. tidak menjadikan DAS sebagai tempat permukiman.
8. *Kondensasi* adalah proses perubahan wujud uap air menjadi air akibat pendinginan.  
*Adveksi* adalah transportasi air pada gerakan horizontal seperti transportasi panas dan uap air oleh gerakan udara mendatar dari satu lokasi ke lokasi yang lain.  
*Evaporasi* adalah penguapan benda-benda abiotik dan merupakan proses perubahan wujud air menjadi gas. Penguapan di bumi 80% berasal dari penguapan air laut.
9. Perbedaan delta dan meander adalah.  
*Meander* terjadi karena adanya reaksi antara aliran sungai dan batuan-batuan yang homogen dan kurang resisten terhadap erosi.  
*Delta* terjadi karena endapan yang terbentuk di ujung aliran yang sudah dekat muara di laut atau danau.
10. Air tanah diperlukan dalam kehidupan manusia. Air tanah merupakan air paling bersih dan paling sehat untuk minum, masak, mandi, dan cuci.



ISBN 978-979-068-790-5 (nomor jilid lengkap)  
ISBN 978-979-068-791-2

Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 22 Tahun 2007 tanggal 25 Juni 2007 tentang Penetapan Buku Teks yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam proses pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp10.146,--