

# Biologi dan Metode Ilmiah

Drs. Adi Suryanto, M.Pd.



## PENDAHULUAN

---

Biologi dan metode ilmiah merupakan modul awal dari mata kuliah Biologi Umum. Modul ini membahas tentang gambaran umum dari biologi, sebagai ilmu pengetahuan tentang makhluk hidup dan manfaatnya dalam kehidupan manusia sehari-hari serta penggunaan metode ilmiah, sebagai cara untuk mengembangkan biologi.

Pembahasan tentang biologi dan metode ilmiah disajikan dalam 2 Kegiatan Belajar. Kegiatan Belajar 1, membahas tentang konsep biologi, kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan yang lain, cabang-cabang biologi, hubungan biologi dengan ilmu-ilmu lain serta penemuan-penemuan bidang biologi yang bermanfaat bagi manusia. Metode yang digunakan adalah diskusi dan informasi serta penugasan.

Kegiatan Belajar 2, membahas tentang sikap ilmiah dan metode ilmiah yang merupakan 2 hal pokok yang selalu diterapkan oleh para ahli biologi selama bekerja untuk dapat menghasilkan produk ilmiah yang bermanfaat. Penguasaan terhadap materi yang ada dalam buku paket biologi SMP dan SMA akan mempermudah Anda dalam mempelajari modul ini. Setelah selesai mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat memahami konsep-konsep biologi, dan pentingnya sikap dan metode ilmiah dalam dunia ilmu pengetahuan. Secara lebih rinci Anda akan dapat:

1. menjelaskan kedudukan biologi dalam ilmu pengetahuan;
2. menjelaskan objek yang dipelajari dalam biologi;
3. menyebutkan cabang-cabang biologi;
4. menjelaskan hubungan biologi dengan ilmu pengetahuan yang lain;
5. memberikan contoh penemuan biologi yang bermanfaat bagi manusia;
6. menjelaskan arti sikap ilmiah;
7. menjelaskan arti hipotesis;
8. menunjukkan pentingnya eksperimen dalam metode ilmiah;
9. menjelaskan produk-produk ilmiah;
10. menjelaskan manfaat metode ilmiah untuk masa depan.

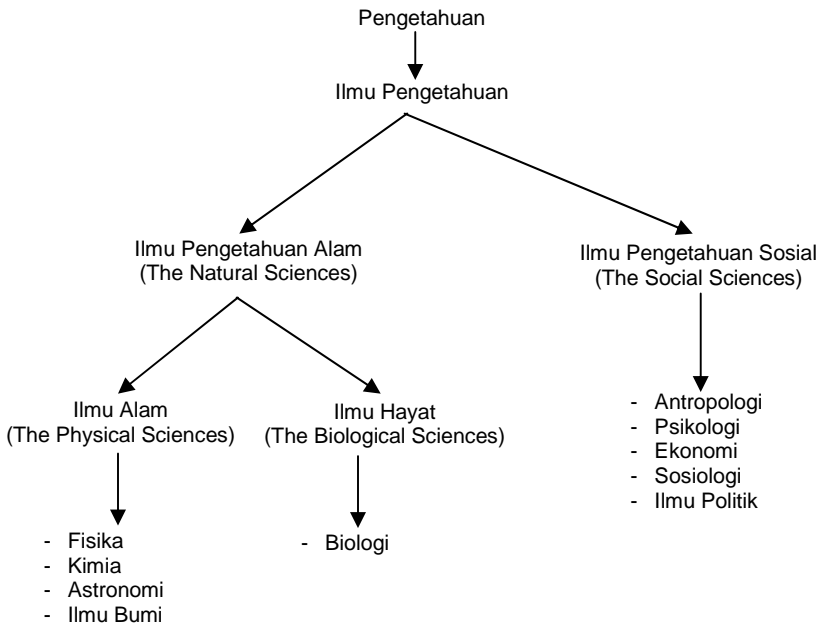
## KEGIATAN BELAJAR 1

## Biologi, Ilmu Pengetahuan tentang Makhluk Hidup

Ilmu biologi berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata "bios" yang berarti kehidupan dan "logos" yang berarti ilmu. Jadi biologi merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang kehidupan. Sebelum kita mempelajari biologi lebih lanjut, marilah kita lihat terlebih dahulu kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan yang lain.

### A. ILMU PENGETAHUAN SOSIAL

Untuk melihat kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan yang lain, perhatikanlah bagan tentang penggolongan ilmu pengetahuan berikut ini.



Bagan 1.1. Penggolongan ilmu pengetahuan

Dari bagan tersebut terlihat bahwa ilmu pengetahuan berkembang dari apa yang disebut pengetahuan. Pengetahuan adalah segala sesuatu yang kita ketahui, tanpa menghiraukan dari mana datangnya pengetahuan tersebut. Jadi pada hakikatnya apa saja yang kita ketahui walaupun dan mimpi atau berkhayal sekalipun, itu merupakan pengetahuan (Hendro Darmodjo, 1986). Pengetahuan dapat diperoleh dari berbagai sumber antara lain pancaindra, pikiran, wahyu dan intuisi. Sedangkan ilmu pengetahuan merupakan pengetahuan yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Ini berarti bahwa cara memperoleh pengetahuan akan menentukan apakah pengetahuan tersebut termasuk ilmiah atau bukan. Dengan demikian kalau dibandingkan antara pengetahuan dengan ilmu pengetahuan terdapat perbedaan yang nyata. Pengetahuan adalah semua yang kita ketahui tanpa menghiraukan apakah pengetahuan tersebut benar atau salah, tetapi ilmu pengetahuan hanya membatasi pada pengetahuan yang benar saja. Yang dimaksud pengetahuan yang benar di sini adalah pengetahuan yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Penjelasan lebih lanjut tentang metode ilmiah akan dibahas pada Kegiatan Belajar 2.

Pada dasarnya ilmu pengetahuan dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu ilmu pengetahuan alam (*the natural sciences*) yang bidang garapannya adalah alam dengan segala isinya termasuk hewan, tumbuhan dan manusia ditinjau dari segi fisiknya dan ilmu pengetahuan sosial (*the social sciences*) yang bidang garapannya adalah tingkah laku manusia dalam bermasyarakat. Dalam perkembangan berikutnya ilmu pengetahuan alam berkembang menjadi dua, yaitu ilmu alam (*the physical sciences*) yang bidang garapannya adalah benda-benda tak hidup dan ilmu hayat atau biologi (*the biological sciences*) yang bidang garapannya adalah makhluk hidup. Ilmu alam berkembang lagi menjadi fisika yang mempelajari massa dan energi, kimia yang mempelajari substansi zat, astronomi yang mempelajari benda-benda langit dan ilmu bumi yang mempelajari tempat tinggal kita ini. Ilmu hayat atau biologi akan berkembang menjadi beberapa cabang biologi sesuai dengan bidang garapannya masing-masing. Cabang-cabang biologi akan dibahas lebih lanjut dalam pembahasan berikutnya.

Ilmu pengetahuan sosial berkembang menjadi beberapa cabang ilmu pengetahuan antara lain antropologi yang mempelajari manusia dalam perspektif waktu dan tempat, psikologi yang mempelajari proses mental dan tingkah laku manusia, ekonomi yang mempelajari manusia dalam memenuhi kebutuhan hidup lewat proses pertukaran, sosiologi yang mempelajari

struktur organisasi sosial manusia dan ilmu politik yang mempelajari sistem dan proses dalam kehidupan manusia berpemerintahan dan bernegara.

Di samping ilmu pengetahuan alam dan ilmu pengetahuan sosial, pengetahuan mencakup juga humaniora dan matematika. Humaniora terdiri dari seni, filsafat, agama, bahasa dan sejarah. Sejarah kadang-kadang dimasukkan ke dalam ilmu pengetahuan sosial. Matematika, bukan merupakan ilmu pengetahuan, melainkan merupakan cara berpikir deduktif yaitu cara berpikir di mana dari pernyataan yang bersifat umum ditarik kesimpulan yang bersifat khusus (Jujun S. Suriasumantri, 1984). Matematika merupakan sarana berpikir yang penting dalam berbagai kegiatan disiplin ilmu. Apabila Anda mempelajari dengan cermat apa yang dibahas di atas maka sampai di sini Anda sudah dapat memahami kedudukan biologi di antara ilmu pengetahuan yang lain dan dapat memahami apa yang menjadi garapan utama biologi.

## B. CABANG-CABANG BIOLOGI

Makhluk hidup merupakan objek penelitian biologi yang sangat luas. Untuk mempelajari salah satu aspek pada makhluk hidup secara lebih mendalam, akhirnya biologi berkembang menjadi beberapa cabang keilmuan antara lain.

Cabang Biologi	Hal yang dipelajari
Botani	Kehidupan tumbuh-tumbuhan.
Zoologi	Kehidupan hewan.
Antropologi Ragawi	Fisik manusia.
Anatomi	Susunan tumbuh makhluk hidup.
Taksonomi/Sistematika	Cara-cara penggolongan makhluk hidup.
Morfologi	Bentuk luar makhluk hidup.
Ekologi	Hubungan timbal balik antara makhluk hidup dengan lingkungannya.
Genetika	Cara pewarisan sifat-sifat penurunan yang diwariskan dari induk kepada keturunannya.
Fisiologi	Cara kerja dan fungsi organ-organ dalam tubuh makhluk hidup.
Mikrobiologi	Makhluk hidup yang berukuran kecil atau jasad renik atau mikroba.

Cabang Biologi	Hal yang dipelajari
Parasitologi	Makhluk hidup yang hidup parasit pada makhluk hidup lain.
Entomologi	Serangga atau insekta.
Sanitasi	Cara perawatan kesehatan melalui kebersihan lingkungan.
Farmakologi	Khasiat obat dan cara pembuatannya.
Palaentologi	Kehidupan masa lalu seperti yang ditunjukkan oleh adanya fosil-fosil.
Mikologi	Jamur atau fungi.
Gizi	Makanan dan manfaat bagi kesehatan tubuh.
Biokimia	Reaksi-reaksi kimia dalam tubuh makhluk hidup.
Etologi	Kelakuan hewan.

### C. HUBUNGAN ANTARA BIOLOGI DENGAN ILMU-ILMU LAIN

Dalam perkembangannya biologi tidak dapat berdiri sendiri tetapi selalu berhubungan dengan ilmu-ilmu lain baik ilmu pengetahuan alam maupun ilmu pengetahuan sosial.

#### 1. Hubungan antara Biologi dengan Matematika

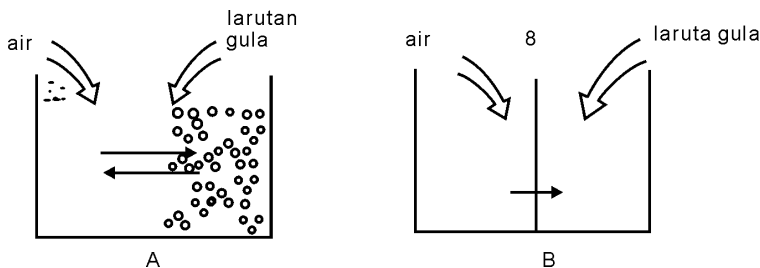
Matematika sangat membantu dalam penelitian-penelitian biologi. Matematika diperlukan sebagai alat untuk menafsirkan hasil penelitian-penelitian tersebut. Misalnya pada persilangan monohibrid (persilangan dengan atau sifat beda) antara kacang ercis berbunga merah dengan ercis berbunga putih, maka dengan bantuan matematika akhirnya Mendel memperoleh kesimpulan bahwa pada keturunan kedua diperoleh hasil perbandingan fenotip adalah kacang ercis berbunga merah dengan kacang ercis berbunga putih = 3:1. Yang dimaksud dengan perbandingan fenotip adalah perbandingan sifat yang tampak (dapat diamati) oleh mata. Masih ingatkah Anda bagaimana, cara memperoleh angka-angka perbandingan tersebut?

Kalau Anda agak lupa, coba pelajari kembali buku Biologi SMA jilid 3. Selain diperlukan dalam penelitian bidang genetika, matematika juga diperlukan dalam penelitian cabang-cabang ilmu yang lain.

## 2. Hubungan antara Biologi dengan Fisika

Beberapa contoh hubungan antara biologi dengan fisika antara lain:

- a. Proses penyerapan air dan zat hara yang terlarut di dalamnya yang dilakukan oleh akar tumbuh-tumbuhan berlangsung berdasarkan prinsip fisika yaitu prinsip difusi dan osmosis. Difusi merupakan proses penyebaran partikel-partikel dari larutan yang berkonsentrasi tinggi ke larutan yang berkonsentrasi lebih rendah tanpa adanya membran atau selaput pemisah. Berdasarkan sifatnya kita dapat membedakan selaput pemisah menjadi tiga macam yaitu selaput permeabel, semi permeabel dan impermeabel. Selaput permeabel adalah selaput pemisah yang dapat dilewati oleh air dan zat-zat yang terlarut di dalamnya. Selaput semi permeabel adalah selaput pemisah yang hanya dapat dilewati oleh air dan zat-zat tertentu dan selaput impermeabel adalah selaput pemisah yang tak dapat dilewati oleh air dan zat-zat yang terlarut. Untuk melihat proses difusi dapat Anda lakukan percobaan sederhana yaitu masukkan beberapa tetes tinta atau larutan berwarna ke dalam suatu tempat yang berisi air. Amatilah proses yang terjadi. Apabila difusi terjadi melalui membran pemisah maka proses tersebut dinamakan osmosis. Istilah ini berasal dari kata *os* = lubang dan *movea* = *to move* = pindah (Dwidjoseputro,1993).

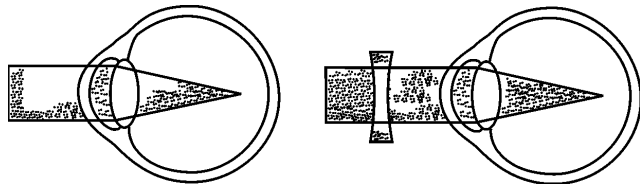


Gambar 1.1.

A. Difusi B. Osmosis (Dwidjoseputro,1983)

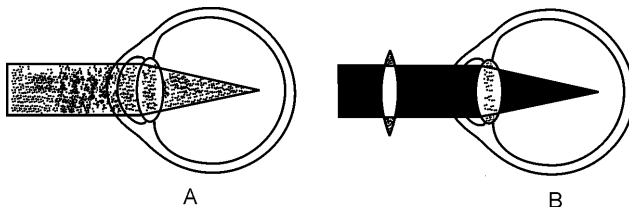
- b. Penggunaan kaca mata untuk membantu bagi manusia yang mengalami cacat mata yang sering dijumpai pada manusia antara lain:
  - 1) *Myop* (mata dekat) merupakan cacat mata yang dapat disebabkan oleh lensa mata terlalu cembung atau bola mata terlalu panjang. Sehingga benda-benda yang dekat akan terlihat dengan jelas

sedangkan, benda-benda yang jauh akan terlihat kabur. Suatu benda akan terlihat dengan jelas jika bayangan benda tersebut jatuh pada retina tepatnya pada bintik kuning. Apabila bayangan benda jatuh di depan atau di belakang retina maka benda tersebut tidak terlihat dengan jelas: Untuk membantu penderita mata myop diperlukan kaca mata yang berlensa cekung, karena lensa cekung dapat memperpanjang jatuhnya bayangan sehingga bayangan dapat tepat jatuh pada retina. Perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 1.2.  
 A. Mata myop sebelum dikoreksi  
 B. Mata myop sesudah dikoreksi  
 (Melissa Stanley and George Andrykovitch, 1984)

- 2) *Hypermetrop* (mata jauh), merupakan cacat mata yang dapat disebabkan oleh lensa mata terlalu pipih atau bola mata terlalu pendek. Benda-benda, yang dekat akan terlihat kabur karena bayangan jatuh di belakang retina sedangkan benda-benda yang jauh dapat terlihat dengan jelas. Penderita hypermetrop dapat dibantu dengan kaca mata yang berlensa cembung karena lensa cembung dapat memperpendek jatuhnya bayangan sehingga bayangan dapat jatuh tepat pada retina. Perhatikan gambar berikut ini.



Gambar 1.3.  
 A. Mata hypermetrop sebelum dikoreksi  
 B. Mata hypermetrop setelah dikoreksi  
 (Melissa Stanley and George Andrykovitch, 1984)

- 3) *Presbiop*, merupakan cacat mata di mana lensa mata kehilangan elastisitasnya, karena bertambahnya usia seseorang sehingga lensa mata kurang dapat berakomodasi lagi. Cacat mata presbiop pada umumnya terdapat pada orang-orang yang sudah tua. Pada umumnya mereka dapat melihat jelas bila objeknya jauh sedangkan untuk melihat objek yang dekat perlu bantuan kaca mata dengan lensa cembung (Positif).

### 3. Hubungan antara Biologi dengan Kimia

Antara biologi dengan kimia terdapat hubungan yang sangat erat. Hal ini terbukti bahwa dalam tubuh kita terkandung berbagai unsur-unsur kimia. Berdasarkan penelitian tubuh manusia tersusun atas unsur-unsur sebagai-berikut.

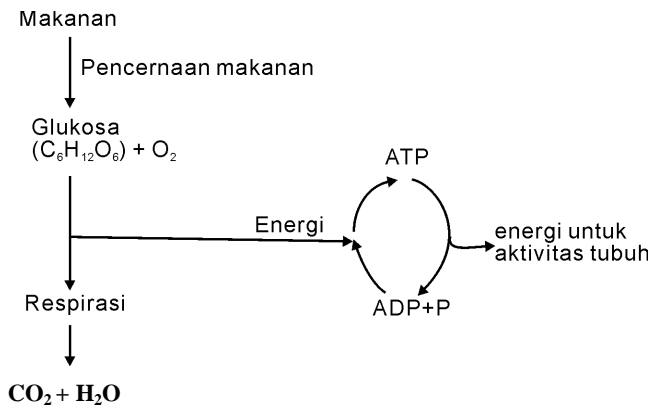
Tabel 1.1.  
Susunan unsur-unsur kimia dalam tubuh manusia  
(Neil A. Campbell, 1987)

Nama Unsur	Tanda atom	% berat
Oksigen	O	65
Karbon	C	18,5
Hidrogen	H	9,5
Nitrogen	N	3,3
Kalsium	Ca	1,5
Pospor	P	1,0
Kalium	K	0,4
Sulfur	S	0,3
Natrium	Na	0,2
Chlor	Cl	0,2
Magnesium	Mg	0,1
Unsur-unsur lain seperti Boron (Bo), Cromium (Cr), Cobalt (Co), Cuprum (Cu), Fluor (F), Jodium (I), Ferum (Fe), Mangan (Mn), Molybdenum (Mo), Zincum (Zn), Silikon (Si) dijumpai kurang dari 0,01%.		



Unsur-unsur seperti karbon (C), Hidrogen (H), dan Oksigen (O) merupakan unsur-unsur utama pembentuk materi dalam tubuh dan sangat diperlukan untuk menyusun senyawa-senyawa organik seperti karbohidrat, lemak dan protein. Karbohidrat dan lemak mempunyai fungsi utama sebagai penghasil energi sedangkan protein mempunyai fungsi utama sebagai pembangun sel-sel tubuh kita yang mati dan rusak.

Untuk menghasilkan energi maka karbohidrat atau lemak yang berasal dari makanan akan diubah menjadi glukosa. Selanjutnya glukosa akan mengalami proses pembakaran atau oksidasi. Hasil proses berupa  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  serta energi. Energi ini belum merupakan energi yang siap digunakan tetapi energi tersebut akan digunakan untuk menggabungkan Adenosin Di Fosfat (ADP) dengan fosfat (P) membentuk Adenosin Tri Pospat (ATP) yang merupakan senyawa berenergi sumber energi yang siap pakai untuk segala macam aktivitas tubuh dan sebagainya. Setelah ATP melepaskan energi maka ATP akan berubah kembali menjadi ADP dan P. Untuk lebih jelasnya perhatikanlah skema berikut ini.



#### 4. Hubungan Biologi dengan Ekonomi

Hubungan antara biologi dengan ekonomi dapat terlihat dengan jelas di bidang pertanian. Untuk meningkatkan hasil pertanian kita telah mengenal dua kebijakan yang di jalankan pemerintah yaitu intensifikasi pertanian dan ekstensifikasi pertanian. Intensifikasi pertanian merupakan usaha untuk meningkatkan produksi pertanian dengan jalan mengoptimalkan penggunaan lahan pertanian yang ada, misalnya dengan pemupukan yang benar, penggunaan bibit unggul, irigasi yang teratur, penanaman lahan pertanian

dengan sistem tumpang sari dan sebagainya. Sedangkan ekstensifikasi pertanian merupakan usaha untuk meningkatkan hasil pertanian dengan jalan memperluas lahan pertanian. Usaha ini dilakukan terutama di daerah-daerah yang tanahnya masih luas seperti dilakukan daerah-daerah transmigrasi di luar Pulau Jawa. Usaha pemerintah untuk meningkatkan produksi pertanian telah banyak dirasakan manfaatnya oleh para petani, misalnya masa panen yang dulu hanya dapat dilakukan 2 kali dalam setahun bahkan banyak yang hanya satu kali dalam setahun, sekarang telah dapat ditingkatkan menjadi tiga kali dalam setahun. Dengan peningkatan hasil pertanian tersebut tentu saja kalau dipandang dari segi ekonomi, usaha tersebut telah dapat memberikan nilai tambah yang besar bagi para petani. Bahkan sekarang pemerintah sudah mulai mengembangkan pertanian dengan menggunakan sistem hidroponik yang dapat memberikan nilai tambah yang lebih besar bagi para petani. Sistem hidroponik merupakan cara penanaman tanaman yang menggunakan medium selain tanah (misalnya pasir) yang telah diberi zat-zat makanan yang diperlukan tanaman. Coba carilah sendiri hubungan antara biologi-dengan ilmu-ilmu yang lain.

## **D. PENEMUAN-PENEMUAN DALAM BIDANG BIOLOGI YANG BERMANFAAT BAGI MANUSIA**

### **1. Penemuan Vitamin**

Vitamin merupakan senyawa organik yang diperlukan tubuh kita dalam jumlah kecil, biasanya kurang dari 0,01 gram per hari. Walaupun diperlukan dalam jumlah kecil, tetapi vitamin merupakan senyawa yang sangat penting (vital) bagi tubuh kita, artinya kalau vitamin tersebut tidak terdapat dalam tubuh kita maka kesehatan tubuh kita akan terganggu. Vitamin-vitamin tersebut harus didapatkan dari luar tubuh karena tubuh kita tidak dapat menghasilkan vitamin. Dengan penemuan-penemuan vitamin maka kita dapat menyusun menu makanan yang baik sehingga tubuh kita dapat tetap sehat. Berikut ini disajikan tabel beberapa jenis vitamin, akibat yang diderita jika kekurangan dan sumber-sumber vitamin tersebut.

Tabel 1.2.

Beberapa jenis vitamin, akibat kekurangan dan sumber vitamin tersebut (Melissa, Stanley and George Andrykovitch, 1984)

Nama Vitamin	Akibat jika kekurangan	Sumber
Larut dalam lemak		
A	Rabun senja, kulit kering dan keriput	Buah dan sayur-sayuran yang berwarna hijau atau kuning, minyak ikan, hati, kuning telur.
D	Rachitis	Cahaya matahari, hati, telur, minyak ikan.
E	Pada percobaan dengan tikus menyebabkan ke tidak subur.	Minyak biji-bijian.
K	Gangguan dalam proses pembekuan darah	Sayur-sayuran yang berwarna hijau.
Larut dalam air		
C	Sariawan, hubungan antar jaringan terganggu	Buah jeruk, tomat, lada merah.
Thiamin (B1)	Beri-beri, gangguan mental, gangguan hati	Padi-padian, kacang-kacangan, daging babi, ragi.
Riboflavin (B2)	Katarak, bibir pecah-pecah, gangguan pertumbuhan.	Padi-padian, telur, ragi, hati, susu.
Niacin (B3)	Pellagra, gangguan penerimaan rangsang (iritabilita), gangguan kulit.	Daging, padi-padian, kacang-kacangan, ragi.
Pyridoxine (B6)	Peradangan kulit	Ikan, daging, padi-padian, sayuran segar.
Cyanocobalamin (B12)	Anemia	Otak, jantung, hati, daging.

Nama Vitamin	Akibat jika kekurangan	Sumber
Biotin	Peradangan kulit dan mata, rambut rontok.	Hati, telur, sayuran segar.
Asam folic	Anemia	Sayur-sayuran, hati.

## 2. Penemuan Hormon

Hormon merupakan senyawa kimia yang tersusun atas protein. Hormon berfungsi mengatur aktivitas-aktivitas dalam tubuh antara lain metabolisme (pertukaran zat), pertumbuhan dan perkembangan, siklus reproduksi dan sekresi. Berbeda dengan vitamin, hormon dapat dihasilkan oleh tubuh kita sendiri. Hormon dihasilkan oleh kelenjar khusus yang disebut kelenjar endokrin. Kelenjar-kelenjar endokrin yang terdapat dalam tubuh merupakan suatu sistem yang disebut sistem endokrin. Hormon mempunyai efek yang spesifik (khusus) terhadap jaringan. Jaringan tersebut biasanya terletak agak jauh dari sumber hormon. Pengaruhnya kadang-kadang bersifat umum, dalam arti bahwa hormon dapat mempengaruhi tubuh secara keseluruhan tetapi pada keadaan yang lain pengaruhnya terbatas dan sangat spesifik (Dardjat Sasmitamihardja, Dkk., 1974). Dengan demikian maka kelainan salah satu kelenjar endokrin dapat mengakibatkan kelainan pada bagian tubuh (jaringan) tertentu dan dapat pula mengakibatkan kelainan tubuh secara keseluruhan.

Berikut ini disajikan beberapa macam kelenjar endokrin yang penting beserta hormon yang dihasilkan.

### a. Kelenjar hipofisis

Kelenjar ini terletak di dasar otak. Hormon yang dihasilkan oleh kelenjar hipofisis antara lain somatotrophic hormon (hormon pertumbuhan). Hormon ini berpengaruh terhadap proses pertumbuhan badan secara keseluruhan dan yang utama berpengaruh terhadap pertumbuhan tulang. Apabila seseorang kelebihan hormon ini maka akan menyebabkan pertumbuhan raksasa (gigantisma) sedangkan apabila kekurangan akan menyebabkan pertumbuhan kerdil (kretinisme).

### b. Kelenjar tiroid (kelenjar gondok)

Kelenjar ini terletak di daerah leher. Kelenjar tiroid menghasilkan hormon thyroxin. Untuk pembentukan thyroxin dibutuhkan jodium.

Kekurangan hormon thyroxin akan menyebabkan pembengkakan kelenjar tiroid.

c. Kelenjar paratiroid

Kelenjar ini terletak menempel pada kelenjar tiroid. Kelenjar paratiroid menghasilkan hormon parathormon. Fungsi parathormon adalah untuk mengatur peredaran kadar kalsium (Ca) dalam darah. Calsium berperan dalam sistem saraf dan merupakan komponen penting dalam tulang.

d. Kelenjar adrenal (anak ginjal)

Kelenjar ini terletak di atas ginjal. Kelenjar anak ginjal menghasilkan hormon adrenalin. Hormon adrenalin berfungsi untuk meningkatkan perubahan glikogen (gula otot) menjadi glukosa (gula darah).

e. Pulau langerhans pada pankreas

Kelenjar ini terletak pada pankreas. Pulau langerhans menghasilkan hormon insulin. Fungsi hormon insulin adalah untuk membantu perubahan glukosa menjadi glikogen. Jadi fungsi hormon insulin berlawanan dengan fungsi hormon adrenalin. Masih banyak kelenjar endokrin yang lain beserta hormon yang dihasilkan, silakan Anda mencari sendiri pada buku-buku yang relevan.

### 3. Penemuan Antibiotik

Antibiotik yang pertama ditemukan adalah penicilin. Penicilin pertama kali ditemukan oleh Alexander Fleming pada tahun 1942. Penicilin tersebut ditemukan pada saat Alexander Fleming meneliti jamur *Penicilium*. Zat yang dihasilkan oleh jamur *Penicilium* tersebut, yang kemudian disebut penicilin ternyata mampu membunuh bakteri penyebab penyakit tanpa meracuni makhluk hidup di mana bakteri tersebut tinggal. Penicilin tersebut kemudian dikembangkan secara besar-besaran untuk membantu mengobati para serdadu yang mengalami infeksi akibat perang dunia ke dua. Beberapa contoh antibiotik yang dihasilkan dari beberapa jenis jamur antara lain:

- Penicilin dihasilkan dari jamur *Penicilium notatum* dan *Penicillium chrysogenum*.
- Streptomycin, dihasilkan dari jamur *Streptomycetes sp.*
- Chloromycetin, dihasilkan dari jamur *Chloromycetes sp.*

Dalam dunia kedokteran, antibiotik tersebut sudah lama dipakai untuk mengobati berbagai jenis penyakit yang disebabkan oleh bakteri, hanya yang perlu diperhatikan adalah dosis dan lamanya penggunaan antibiotik tersebut.

Penggunaan dosis antibiotik yang tidak tepat akan menyebabkan beberapa jenis bakteri menjadi kebal terhadap beberapa jenis antibiotik seperti yang banyak terjadi sekarang ini.

#### 4. Penemuan-penemuan dalam Bidang Genetika

Orang pertama yang menaruh minat besar terhadap penelitian dalam bidang genetika adalah Gregor Mendel (1822-1884), seorang rahib Austria. Mendel mulai bekerja dengan menggunakan kacang ercis (*Pisum sativum*) di kebun miliknya. Sesungguhnya pada masa hidupnya belum diketahui, adanya pembawa sifat keturunan modern yang disebut gen. Mendel menyebutnya bahan genetis itu sebagai faktor penentu (determinan) atau disingkat dengan faktor. Pada saat ini telah diketahui bahwa sifat keturunan adalah gen. Gen terletak dalam lokus-lokus kromosom dan kromosom terletak dalam inti sel. Kromosom-kromosom hanya dapat diamati pada stadium-stadium tertentu dalam siklus hidup sel yaitu pada saat sel mengalami pembelahan. Gen-gen terlalu kecil untuk dilihat, walaupun dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran tinggi. Tetapi eksistensi pada gen-gen tersebut dapat dibuktikan dengan percobaan-percobaan persilangan. Pola-pola keturunan ternyata teratur dan dapat diramalkan, serta mempunyai prinsip-prinsip yang melandasinya. Yang perlu kita pahami adalah bahwa yang diturunkan oleh induk pada keturunannya bukanlah mata coklat, rambut keriting, kulit putih dan sebagainya, tetapi yang diturunkan oleh induk kepada keturunannya adalah gen yang mengawasi perkembangan sifat yang bersangkutan. Gen tidak dapat dilihat tetapi sifatnya dapat ditunjukkan. Jadi, studi genetika dilakukan dengan cara mempelajari sifat-sifat yang dapat dilihat pada generasi yang berurutan dari suatu makhluk hidup. Dari persamaan-persamaan dan variasi-variasi yang tampak, dibuat suatu analisis bagaimana gen-gen untuk suatu sifat tertentu diturunkan.

Genetika telah memberikan manfaat kepada manusia dalam banyak hal yang praktis misalnya dalam bidang pertanian dan peternakan telah dapat diperoleh berbagai jenis tumbuhan dan hewan yang mempunyai sifat-sifat unggul. Seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang sangat besar, rekayasa genetika dalam bidang pertanian hendaknya difokuskan pada upaya penemuan padi unggul yang tahan hama, tahan terhadap kekurangan air, umur pendek, bulir banyak, rasa enak dan sebagainya. Jika ilmuwan kita mampu menghasilkan padi-padi tersebut maka kita tidak perlu impor beras yang konon banyak merugikan petani dan kita dapat meningkatkan upaya

ketahanan pangan. Dalam bidang kedokteran genetika telah dapat digunakan untuk mendiagnosis suatu jenis penyakit (termasuk penyakit keturunan atau bukan) dan konsultasi genetis. Bahkan dalam hal-hal yang menyangkut hukum, pertimbangan-pertimbangan genetis merupakan dasar yang tidak boleh diabaikan dalam memecahkan masalah, misalnya pemecahan masalah dalam kriminalitas. Anda dapat mencari penemuan-penemuan lain dalam bidang biologi yang bermanfaat bagi manusia dengan banyak membaca buku-buku yang relevan.



### LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan, mengapa agama tidak termasuk ilmu pengetahuan?
- 2) Jelaskan, mengapa beberapa ahli tidak memasukkan sejarah dalam ilmu pengetahuan sosial tetapi memasukkannya dalam humaniora?
- 3) Jelaskan hubungan yang terjadi antara biologi dengan geologi
- 4) Carilah contoh penemuan-penemuan dalam mikrobiologi yang bermanfaat untuk kehidupan kita sehari-hari terutama dalam bidang makanan.
- 5) Carilah contoh hasil-hasil penemuan dalam rekayasa genetika yang bermanfaat untuk kehidupan kita.

#### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Yang perlu Anda perhatikan adalah
  - a. perbedaan antara pengetahuan dan ilmu pengetahuan;
  - b. dapatkah semua ajaran dalam agama diuji secara ilmiah?
- 2) Keberatan beberapa ahli untuk tidak memasukkan sejarah ke dalam ilmu pengetahuan sosial terletak pada penggunaan data-data sejarah yang sering kali berasal dari penuturan orang. Dapatkah orang yang dipakai sebagai sumber sejarah tersebut dipercaya 100%?, bagaimana kalau dia berbohong?
- 3) Untuk mencari hubungan antara biologi dengan geologi yang perlu Anda pahami adalah
  - a. pengertian geologi;

- b. pengertian palaentologi sebagai cabang biologi;
  - c. hubungkanlah fosil dengan lapisan geologi tempat fosil ditemukan.
- 4) Catilah jenis mikroba atau jasad renik yang bermanfaat untuk pembuatan tempe, kecap, oncom, tape dan sebagainya.
- 5) Dengan merekayasa susunan gen-gen yang terdapat pada makhluk hidup ternyata manusia dapat memperoleh sifat baru yang menguntungkan. Contoh yang telah kita rasakan manfaatnya adalah penemuan bibit-bibit unggul, carilah contoh yang lain.



## RANGKUMAN

---

Pengetahuan adalah segala sesuatu yang kita ketahui, tanpa menghiraukan apakah pengetahuan tersebut benar atau salah, tanpa menghiraukan dari mana datangnya pengetahuan tersebut. Sedangkan ilmu pengetahuan adalah pengetahuan yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah. Ini berarti bahwa cara memperoleh pengetahuan akan menentukan apakah pengetahuan tersebut termasuk ilmiah atau bukan. Biologi termasuk dalam golongan ilmu pengetahuan karena kebenaran dalam biologi dapat diuji oleh siapa pun dengan menggunakan metode ilmiah. Objek yang dipelajari dalam biologi adalah semua jenis makhluk hidup yang meliputi tumbuhan, hewan dan manusia serta mikroorganisme. Untuk lebih mendalami bagian-bagian tertentu dari makhluk hidup akhirnya biologi berkembang menjadi beberapa cabang ilmu seperti botani, anatomi, zoologi, fisiologi, ekologi, parasitologi mikrobiologi, dan sebagainya. Dalam perkembangan lebih lanjut ternyata biologi tidak dapat berkembang sendiri tetapi senantiasa berhubungan dengan ilmu-ilmu yang lain baik ilmu pengetahuan alam maupun ilmu pengetahuan sosial seperti fisika, kimia, ekonomi, matematika dan sebagainya.

Hasil-hasil penelitian dalam biologi ternyata sekarang telah banyak dimanfaatkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya, misalnya penemuan vitamin, hormon, obat-obatan, bibit-bibit unggul dan sebagainya. Namun penemuan-penemuan tersebut dapat pula membahayakan kehidupan manusia dan menurunkan keanekaragaman ekosistem, misalnya kemajuan di bidang bioteknologi yakni “cloning” yang mengarah pada prinsip “replikasi” induknya.



**TES FORMATIF 1** \_\_\_\_\_

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Dalam penggolongan ilmu pengetahuan, biologi termasuk ....
  - A. pengetahuan
  - B. ilmu pengetahuan
  - C. ilmu pengetahuan alam
  - D. ilmu pengetahuan sosial
  
- 2) Objek yang dipelajari dalam biologi adalah tersebut di bawah ini, *kecuali* ....
  - A. tumbuhan
  - B. hewan
  - C. mikro organisme
  - D. kelembaban udara
  
- 3) Membersihkan saluran air di sekolah merupakan salah satu objek sasaran ....
  - A. ekologi
  - B. sanitasi
  - C. geografi
  - D. geologi.
  
- 4) Lia dan kelompoknya sedang mengamati ruas-ruas pada tubuh serangga. Objek yang sedang diamati Lia dan kelompoknya dipelajari dalam salah satu cabang biologi yaitu ....
  - A. zoologi
  - B. morfologi
  - C. anatomi
  - D. entomologi
  
- 5) Untuk mengamati makhluk hidup, yang berukuran sangat kecil, biologi sangat memerlukan cabang ilmu pengetahuan alam dari ....
  - A. kimia
  - B. matematika
  - C. fisika
  - D. ekonomi

- 6) Untuk mempelajari sifat-sifat keturunan yang diturunkan dari induk kepada anak-anaknya, banyak diperlukan bantuan ilmu ....
- A. fisika
  - B. kimia
  - C. ekonomi
  - D. sejarah
- 7) Berdasarkan objek yang dipelajari dalam biologi maka kedudukan biologi ....
- A. lebih dekat ke ilmu pengetahuan alam
  - B. lebih dekat ke ilmu pengetahuan sosial
  - C. lebih dekat ke humaniora
  - D. merupakan jembatan antara ilmu pengetahuan alam dan ilmu pengetahuan sosial.
- 8) Vitamin merupakan senyawa organik yang sangat penting bagi kesehatan tubuh kita walaupun diperlukan hanya dalam jumlah kecil. Apabila tubuh kita kekurangan vitamin B1 (Thiamin) akan menyebabkan ....
- A. beri-beri
  - B. gangguan kulit
  - C. gangguan penerimaan rangsang
  - D. anemia
- 9) Apabila karena suatu penyakit seseorang terpaksa diambil salah satu ginjalnya maka kemungkinan besar ia akan kekurangan hormon ....
- A. insulin
  - B. parathormon
  - C. adrenalin
  - D. thyroxin.
- 10) Apabila seseorang kurang, dalam mengkonsumsi yodium maka ia akan mengalami gangguan pada kelenjar ....
- A. gondok
  - B. paratiroid
  - C. pankreas
  - D. anak ginjal

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali

80 - 89% = baik

70 - 79% = cukup

< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

## KEGIATAN BELAJAR 2

## Bagaimana Para Ahli Biologi Bekerja

### A. HASRAT INGIN TAHU MANUSIA

Munculnya ilmu pengetahuan berawal dari rasa kekaguman manusia terhadap jagat raya ini. Rasa ingin tahu tersebut muncul karena manusia dibekali oleh Tuhan kemampuan untuk berpikir. Inilah yang membedakan antara manusia dengan makhluk hidup yang lain. Rasa ingin tahu tersebut sudah dapat diamati sejak manusia masih kanak-kanak. Pertanyaan-pertanyaan seperti "apa ini?", "apa itu" merupakan jenis pertanyaan yang telah biasa kita dengar dari anak-anak. Sering dengan perkembangan anak maka pertanyaan-pertanyaan tersebut juga berkembang menjadi pertanyaan-pertanyaan yang lebih tinggi tingkatannya seperti, "mengapa begini", "mengapa begitu", "bagaimana hal itu dapat terjadi?", "bagaimana cara memecahkannya masalah itu?". Bentuk-bentuk pertanyaan apa, bagaimana dan mengapa seperti di atas telah ditemukan sepanjang sejarah perkembangan manusia. Manusia berusaha menjawab pertanyaan-pertanyaan itu karena dorongan rasa ingin tahu. Hasrat ingin tahu manusia akan terpuaskan kalau ia memperoleh pengetahuan yang benar mengenai hal yang dipertanyakan. Pengetahuan yang benar dapat diperoleh melalui 2 macam pendekatan yaitu pendekatan nonilmiah dan pendekatan ilmiah.

### B. PENDEKATAN NON ILMIAH

Keberanian yang diperoleh melalui pendekatan nonilmiah, antara lain berasal dari akal sehat, penemuan secara kebetulan, penemuan secara coba-coba dan pendapat para ahli.

1. *Akal sehat*. Akal sehat memang dapat menunjukkan hal yang benar, tapi dapat pula menyesatkan. Misalnya pada zaman Babilonia (650 SM), orang berpendapat bahwa bumi ini adalah datar. Ternyata penemuan ilmiah membantah kebenaran akal sehat tersebut. Dengan penemuan ilmiah sekarang diyakini bahwa bumi berbentuk bulat, bukan datar.
2. *Penemuan secara kebetulan*. Penemuan secara kebetulan banyak terjadi dan banyak di antaranya yang sangat berguna. Misalnya penemuan seorang penderita penyakit malaria yang sembuh setelah minum air pahit

yang berasal dari kulit pohon kina yang tumbang dalam sebuah parit. Walaupun, penemuan secara kebetulan yang demikian sangat berguna, namun penemuan tersebut bukan penemuan melalui pendekatan ilmiah. Penemuan secara kebetulan diperoleh tanpa rencana, tidak pasti dan tidak melalui langkah-langkah yang sistematis.

3. *Penemuan coba-coba*. Penemuan coba-coba pada umumnya merupakan serangkaian percobaan tanpa kesadaran akan adanya pemecahan masalah tertentu. Pemecahan tersebut terjadi secara kebetulan setelah dilakukan serangkaian usaha. Penemuan secara coba-coba pada umumnya tidak efisien dan tidak terkontrol.
4. *Pendapat para ahli*. Pendapat para ahli sering diterima tanpa diuji kebenarannya. Namun pendapat para ahli tidak selamanya benar, pendapat mereka sering tidak benar karena tidak didasarkan pada hasil penelitian melainkan, hanya didasarkan pada pemikiran logis.

### C. PENDEKATAN ILMIAH

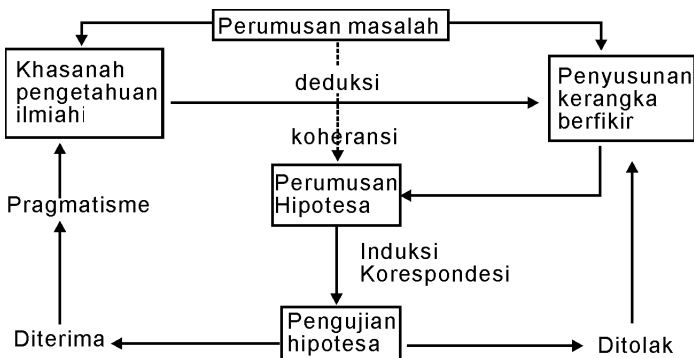
Pendekatan ilmiah menuntut dilakukannya cara-cara atau langkah-langkah tertentu dengan urutan tertentu untuk mencapai pengetahuan yang benar. Pengetahuan yang diperoleh dengan pendekatan ilmiah diperoleh melalui penelitian ilmu untuk menguji keajegan dan kemantapan internalnya. Artinya jika penelitian ulang dilakukan orang lain dengan menggunakan langkah-langkah dan kondisi yang sama akan diperoleh hasil yang sama atau hampir sama dengan penelitian yang terdahulu. Pendekatan ilmiah akan menghasilkan kesimpulan yang serupa bagi setiap orang yang menelitinya, karena pendekatan tersebut tidak diwarnai oleh keyakinan pribadi, bias dan perasaan peneliti. Kesimpulan yang diambil bukan subjektif tetapi objektif. Dengan pendekatan ilmiah orang berusaha untuk memperoleh kebenaran ilmiah yaitu pengetahuan yang kebenarannya terbuka untuk diuji oleh siapa saja yang ingin mengujinya (Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1983).

Langkah-langkah tertentu yang digunakan dalam penelitian ilmiah dikenal dengan metode ilmiah. Menurut Jujun S. Suriasumantri (1984), Langkah-langkah metode ilmiah adalah sebagai berikut:

1. *Perumusan masalah*, merupakan pertanyaan mengenai objek yang jelas batas-batasnya serta dapat diidentifikasi faktor-faktor yang terkait di dalamnya.

2. *Penyusunan kerangka berpikir dalam mengajukan hipotesis*, merupakan argumentasi yang menjelaskan hubungan yang mungkin terdapat antara berbagai faktor yang saling mengatur dan membentuk konstelasi permasalahan. Kerangka berpikir ini disusun secara rasional berdasarkan pernyataan-pernyataan ilmiah yang diuji kebenarannya dengan memperhatikan faktor-faktor empiris yang relevan dengan permasalahannya.
3. *Perumusan hipotesis*, merupakan jawaban sementara atau dugaan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan yang materinya merupakan kesimpulan data kerangka berpikir yang dikembangkan.
4. *Pengujian hipotesis*, merupakan pengumpulan fakta-fakta yang sesuai dengan hipotesis yang diajukan untuk memperlihatkan apakah terdapat fakta-fakta yang mendukung hipotesis tersebut atau tidak.
5. *Penarikan kesimpulan*, merupakan penilaian apakah hipotesis yang diajukan itu ditolak atau diterima. Jika dalam proses pengujian hipotesis terdapat fakta yang cukup banyak yang mendukung hipotesis tersebut diterima. Sebaliknya jika tidak cukup fakta yang mendukung maka hipotesis tersebut ditolak.

Untuk lebih jelasnya perhatikan bagan beriku ini.



Bagan 1.2. Metode ilmiah (Jujun S. Suriasumantri, 1984)

Langkah-langkah metode ilmiah yang lebih sederhana diberikan oleh Stephen L. Wolfe dan G. Tyler Miller Jr (1977) yang menyatakan bahwa metode ilmiah terdiri atas 3 langkah utama yaitu observasi, hipotesis dan

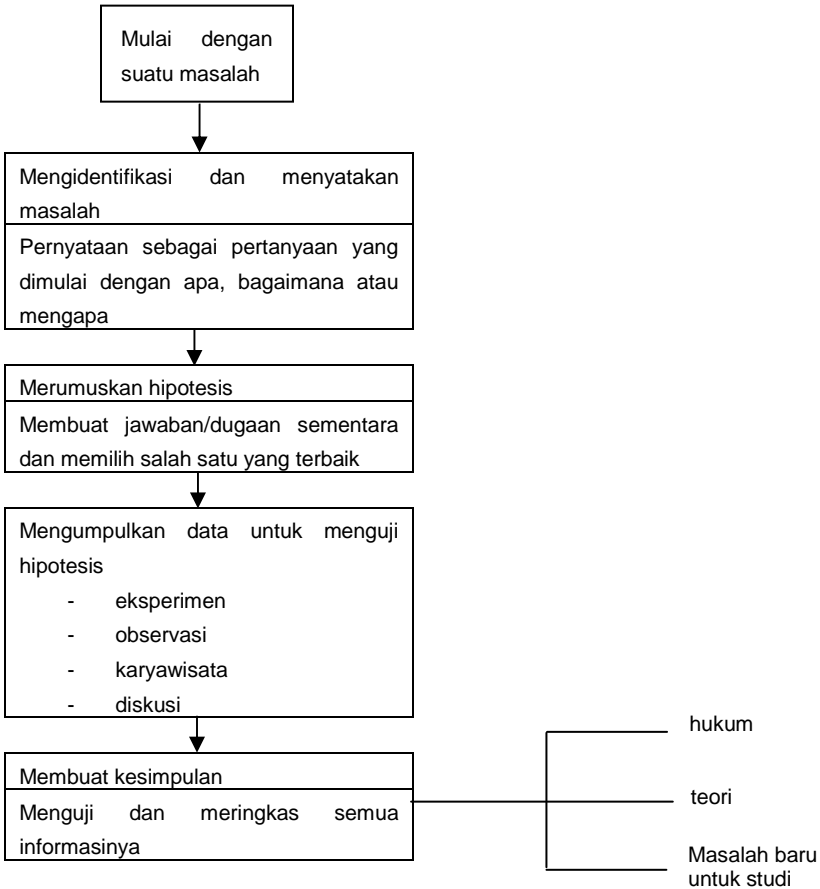
eksperimen. Observasi atau pengamatan dapat dilakukan mulai dari hal yang paling sederhana misalnya menghitung jumlah kaki serangga sampai dengan hal yang kompleks seperti menentukan jarak dan sudut antara atom dari sebuah molekul. Setelah fakta yang dikumpulkan cukup, peneliti berusaha untuk menerangkan atau menghubungkan fakta-fakta yang diperoleh dalam suatu rumusan yang disebut hipotesis. Hipotesis merupakan suatu dugaan tentang bagaimana fakta tersebut dapat diterangkan atau dihubungkan. Hipotesis yang disusun harus dapat diuji dengan eksperimen dan pengamatan lebih lanjut.

Eksperimen yang akan dilakukan harus disusun dengan hati-hati dan bebas dari pengaruh subjektivitas peneliti. Hipotesis akan diterima jika cukup banyak data yang mendukung. Jika dalam pengujian hipotesis diperoleh kekecualian atau beberapa data yang bertentangan dengan hipotesis maka hipotesis tersebut harus dimodifikasi sehingga sesuai dengan kenyataan.

Apabila setelah ada eksperimen lain hipotesis tersebut masih tetap diterima dan dapat diterapkan secara luas serta berperan untuk menyusun hipotesis yang lain maka hipotesis tersebut dapat dipandang sebagai teori atau hukum. Tetapi apabila dikemudian hari ternyata ada hasil eksperimen yang berlawanan atau menolak hipotesis tersebut maka hipotesis tersebut harus dibuang atau dimodifikasi. Itulah sifat kebenaran dalam pengetahuan ilmiah. Dalam pengetahuan ilmiah tidak ada kebenaran yang bersifat mutlak. Masih ingatkah Anda pada teori geosentris yang ditemukan oleh Ptolomeus? Dalam teorinya Ptolomeus menyatakan bahwa bumi adalah pusat dari tata surya. Planet-planet lain beredar mengelilingi bumi. Inilah pendapat yang dipercaya dan diyakini pada saat itu. Perubahan besar terjadi setelah Nicolaus Copernicus mengemukakan teori Heliosentris. Dari hasil pengamatannya dengan menggunakan sifat-sifat pengamatan bintang dan analisis data yang tepat, Copernicus menyatakan bahwa bukan bumi tetapi matahari yang jadi pusat susunan tata surya. Planet-planet lain termasuk bumi akan beredar mengelilingi matahari sambil berputar pada porosnya. Dengan munculnya teori heliosentris yang telah diuji kebenarannya melalui metode ilmiah maka teori geosentris dinyatakan tidak berlaku lagi. Kebenaran teori heliosentris inilah yang masih diyakini kebenarannya sampai saat ini. Mungkinkah ada penelitian massa datang yang menolak teori heliosentris? Kita tunggu bersama.

Dan penjelasan di atas tampak bahwa metode ilmiah merupakan suatu metode atau cara yang harus diikuti seseorang untuk memecahkan masalah

atau problem secara ilmiah. Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam (1980) menggambarkan suatu bagan untuk memecahkan masalah dengan menggunakan metode ilmiah sebagai berikut.



Bagan 1.3. Langkah-langkah pemecahan masalah (Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam, 1980).



## D. METODE ILMIAH DALAM BIOLOGI

Metode ilmiah mulai dikembangkan pada abad ke-15 dan 16. Namun penggunaan metode ilmiah lengkap lebih banyak digunakan oleh ahli-ahli dalam bidang fisika dan kimia. Hal ini yang menyebabkan mengapa perkembangan fisika dan kimia lebih cepat daripada biologi. Penerapan metode ilmiah secara lengkap dalam di bidang biologi baru dimulai setelah Charles Darwin menerbitkan bukunya yang berisi teori evolusi pada tahun 1859. Sebelum masa Darwin, studi tentang biologi (makhluk hidup) lebih banyak berdasarkan kepada kepercayaan dan filsafat para ahli, jarang yang dipelajari berdasarkan pengamatan langsung. Misalnya pada masa Aristoteles diyakini suatu kebenaran bahwa cacing berasal dari tanah, belut berasal dari lumpur, belatung berasal dari daging dan sebagainya (Michael Ruse, 1982). Dalam kurun waktu sebelum Darwin tersebut studi tentang biologi (makhluk hidup) tidak dapat dipelajari dengan metode ilmiah seperti yang digunakan untuk mempelajari fisika dan kimia. Sedangkan dalam menyusun teorinya, Darwin menggunakan metode ilmiah yang sama dengan metode ilmiah yang digunakan oleh para ahli fisika dan kimia. Sejak saat itulah, studi tentang biologi dengan menggunakan metode ilmiah berkembang cukup pesat yang akhirnya menghasilkan cabang-cabang biologi seperti botani, zoologi, fisiologi dan sebagainya seperti yang telah Anda pelajari pada Kegiatan Belajar 1.

Berikut ini akan diberikan contoh penggunaan metode ilmiah dalam biologi mengenai penelitian terhadap anggota gerak bebas pada mamalia.

### 1. Pengamatan atau observasi

Penelitian terhadap anggota gerak bebas pada mamalia dapat diawali dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap mamalia yang ada di sekitar kita seperti manusia, anjing, kucing, kerbau, sapi, kambing dan kelinci hasil pengamatan menunjukkan bahwa semua mamalia mempunyai dua pasang anggota gerak bebas. Satu pasang berupa anggota gerak bebas bagian depan (anterior) dan satu pasang berupa anggota gerak bebas bagian belakang (posterior).

### 2. Penyusunan hipotesis

Dari hasil pengamatan tersebut dapat disusun hipotesis sebagai berikut. "Semua mamalia mempunyai dua pasang anggota gerak bebas yang terdiri atas sepasang anggota gerak bebas anterior dan sepasang anggota gerak bebas posterior".

### 3. Pengujian hipotesis

Untuk menguji hipotesis tersebut, dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap anggota mamalia yang lain seperti kelelawar, tikus, beruang, anjing laut, singa laut, harimau, kijang, dan gajah. Hasil pengamatan ternyata mendukung hipotesis yang disusun. Ikan paus termasuk mamalia, seharusnya ikan paus juga mempunyai 2 pasang, anggota gerak bebas. Dalam pengamatan lebih lanjut terhadap ikan paus, ternyata ikan paus hanya mempunyai sepasang anggota gerak bebas depan (anterior). Dengan demikian, hipotesis yang disusun harus dimodifikasi menjadi: "Semua mamalia kecuali ikan paus mempunyai dua pasang anggota gerak bebas" atau "Semua mamalia mempunyai dua pasang anggota gerak bebas atau kurang". Pengamatan dapat dilakukan terus terhadap anggota mamalia yang lain jika masih ada, misalnya ikan duyung. Ternyata ikan duyung juga hanya mempunyai sepasang anggota gerak bebas. Dengan demikian hipotesis yang disusun harus dimodifikasi lagi menjadi "Semua mamalia kecuali ikan paus dan ikan duyung mempunyai dua pasang anggota gerak bebas". Hipotesis akhir tersebut dapat digunakan untuk menduga atau memprediksi bahwa penemuan-penemuan anggota mamalia yang lain akan mempunyai dua pasang anggota gerak bebas atau kurang dan tidak ada mamalia yang mempunyai tiga pasang anggota gerak bebas (Stephen L. Wolfe and G. Tyler Miller, 1977).

## E. SIKAP ILMIAH

Dalam bekerja dengan menggunakan metode ilmiah, para ahli (*Scientist*) melandasi dirinya dengan sikap-sikap tertentu yang disebut sikap ilmiah. Demikian juga apabila kita bekerja dengan menggunakan metode ilmiah, kita harus melandasi diri dengan sikap ilmiah tersebut. Menurut Sund seperti dijelaskan oleh Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam (1980) sikap ilmiah (*Scientific attitudes*) meliputi hasrat ingin tahu, rendah hati, jujur, objektif, kemauan untuk mempertimbangkan data baru, pendekatan positif terhadap kegagalan, bersikap terbuka, teliti dan sebagainya. Sikap ilmiah merupakan perilaku para ahli yang selalu digunakan dalam melakukan kegiatan-kegiatan ilmiah. Untuk menjadi ilmiah, seseorang harus dapat mengidentifikasi masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, melakukan eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis data, serta menarik

kesimpulan. Sampai sejauh mana seorang ilmuwan dapat menerapkan sikap ilmiah, dapat dilihat dan bagaimana menggunakan metode ilmiah untuk membuat penemuan-penemuan yang bermakna. Misalnya seberapa jauh ia berusaha bersikap jujur dan objektif pada saat ia mengumpulkan, menyusun dan menganalisis data. Sudahkah ia menggunakan prosedur eksperimen dan statistik yang tepat? Sikap ilmiah harus tertanam dalam hal setiap ilmuwan agar ia mampu membuat penemuan-penemuan yang bermanfaat.

## F. PRODUK ILMIAH

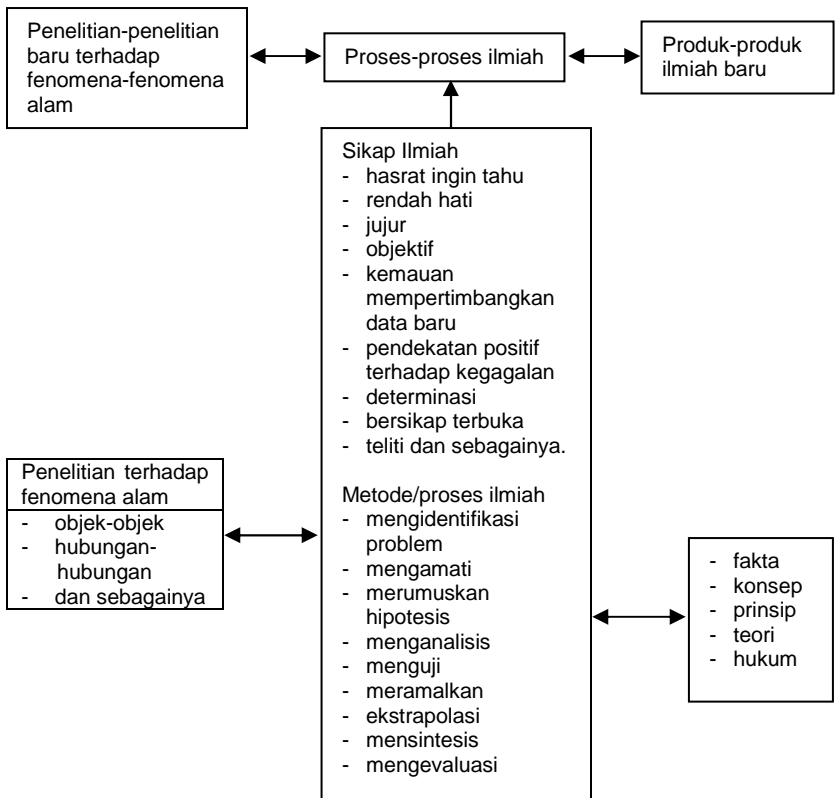
Suatu hipotesis yang diterima setelah diuji dengan menggunakan metode ilmiah merupakan produk ilmiah dan akan menjadi bagian dari ilmu pengetahuan. Produk ilmiah dapat berupa fakta, konsep, prinsip, teori, hukum data sebagainya. Berikut ini akan dibahas secara ringkas pengertian dan contoh masing-masing produk ilmiah. *Fakta* adalah data nyata yang diperoleh dari hasil pengamatan. *Konsep* adalah suatu gagasan atau ide yang digeneralisasikan dari pengalaman-pengalaman tertentu dan relevan. Misalnya konsep tentang logam, konsep tentang panas, konsep tentang memuai, konsep tentang listrik, konsep tentang cahaya, konsep tentang magnet dan sebagainya. Prinsip adalah generalisasi dari konsep-konsep yang saling berhubungan, misalnya logam bila dipanaskan akan memuai. Prinsip tersebut merupakan generalisasi dari tiga konsep yaitu konsep tentang logam, konsep tentang panas dan konsep tentang memuai. Prinsip dapat diartikan pula sebagai suatu pernyataan yang mengandung kebenaran yang bersifat mendasar dan berlaku umum. Prinsip inilah yang sebenarnya melandasi kebenaran suatu hukum.

*Teori* adalah suatu generalisasi dari prinsip-prinsip ilmiah yang saling berkaitan, yang menjelaskan gejala-gejala ilmiah. Teori menghubungkan, menerangkan dan meramalkan berbagai macam hasil eksperimen dan observasi melalui cara-cara yang dimulai dari cara-cara yang paling sederhana sampai cara-cara yang paling efisien (Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam, 1980). Senada dengan itu Kerlinger seperti dikutip oleh Hendro Darmodjo (1986) merumuskan teori seperangkat pengertian (konsep), definisi dan dalil yang saling berhubungan yang menyajikan suatu pandangan yang sistematis dari berbagai fenomena dengan mengungkapkan adanya yang spesifik antar variabel, dengan tujuan untuk menjelaskan dan

meramalkan suatu fenomena. Contoh teori misalnya teori gravitasi, teori evolusi, teori sel, teori atom dan sebagainya.

Hukum merupakan pernyataan yang mengungkapkah adanya hubungan antargejala alam yang konsisten. Hukum telah diuji kebenarannya oleh para ahli di bidang itu, bersifat umum dan mempunyai derajat ketetapan yang tinggi. Oleh sebab itu dapat digunakan untuk meramal. Contohnya hukum Mendel, hukum Boyle, hukum Kekekalan Energi dan sebagainya. Hukum tidak sama dengan teori. Hukum merupakan suatu kenyataan alam, suatu fakta bahwa ada suatu aturan hubungan antara satu gejala alam dengan gejala alam yang lain. Teori mencoba menjelaskan mengapa kenyataan alam itu terjadi. Itulah sebabnya hukum tidak mungkin menjadi teori (Hendro Darmodjo, 1986).

Untuk memperluas khasanah ilmu pengetahuan, tidak akan lepas dari penelitian-penelitian yang terus dikembangkan oleh para ahli untuk menghasilkan penemuan-penemuan baru. Produk ilmiah yang dihasilkan akan benar-benar bermutu dan bermanfaat jika proses untuk memperoleh penemuan tersebut menggunakan metode ilmiah yang dilandasi sikap ilmiah peneliti. Sund seperti dijelaskan oleh Moh. Amin, Prawoto dan Siti Mariyam (1980) melukiskan tentang saling hubungan antara berbagai faktor yang berperan untuk menghasilkan produk ilmiah sebagai berikut.



Bagan 1.4. Saling hubungan antara berbagai faktor untuk menghasilkan produk ilmiah (Moh. Amin, Prawoto, Siti Mariyam, 1980).

## G. METODE ILMIAH UNTUK MASA DEPAN

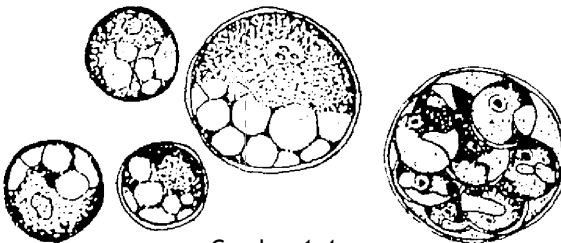
Penelitian-penelitian ilmiah terus berkembang dengan cepat sehingga produk ilmiah yang dihasilkan semakin banyak. Dengan demikian khasanah pengetahuan ilmiah juga semakin banyak. Pengetahuan ilmiah tersebut akan dimanfaatkan dalam teknologi terapan dan penelitian ilmiah lebih lanjut untuk kepentingan manusia masa sekarang dan masa yang akan datang.

## 1. Penelitian Sumber Pangan Baru

### a. Pengembangan *Chorella sp* sebagai sumber karbohidrat, lemak dan protein

Jika pertambahan jumlah penduduk dunia tetap tinggi seperti sekarang, maka makanan akan menjadi masalah serius bagi seluruh umat manusia. Dengan bertambahnya jumlah penduduk maka areal tanah untuk pemukiman akan bertambahnya luas dan areal pertanian semakin sempit. Sehingga tanah tidak mampu lagi untuk menyediakan makanan yang cukup untuk kelangsungan hidup manusia walaupun digunakan berbagai teknik baru dalam bidang pertanian dan peternakan. Hal ini disebabkan oleh tumbuhan tinggi yang merupakan penghasil makanan bagi manusia tidak dapat ditingkatkan efisiensinya dalam menggunakan energi matahari untuk meningkatkan fotosintesis. Tumbuhan hanya dapat menggunakan sedikit sekali energi matahari yang jatuh padanya. Di samping itu zat organik yang dapat digunakan oleh manusia tidak lebih dari setengah hasil fotosintesis. Untuk mencari jalan keluar dari masalah kekurangan bahan makanan, pada saat ini sedang digalakkan penelitian terhadap ganggang hijau yaitu jenis *Chorella sp*. Ganggang atau algae hijau ini sangat efisien dalam melakukan fotosintesis dan memiliki beberapa keunggulan.

- 1) Dalam lingkungan yang baik perkembangannya sangat cepat, suhu ideal untuk fotosintesis adalah 25°C.
- 2) Jika dalam mediumnya dimasukkan zat hara (zat makanan) dan cukup CO<sub>2</sub> serta cahaya maka algae ini akan berfotosintesis dan akan menghasilkan karbohidrat, lemak dan protein.
- 3) Karbohidrat, lemak dan protein yang dihasilkan dapat diatur sesuai dengan keinginan kita, jika intensitas cahaya, lamanya penyinaran dan mineral serta medium diatur dengan tepat (Sukarno dkk., 1985). Perhatikan gambar *Chlorella sp*. berikut ini.



Gambar 1.4.  
Chlorella sp (Sukarno, dkk., 1985)

- b. Pengembangan Mycoprotein sebagai pengganti daging. Di Eropa terutama di Inggris, Belgia, Belanda, Irlandia, Swiss, dan Swedia telah dikembangkan sebuah produk baru yakni Mycoprotein. Mycoprotein merupakan nama generic dari biomassa yang kandungan RNA-nya sudah dikurangi. Mycoprotein terdiri atas hifa (sel-sel) organisme *Fusarium venetatum*. Mycoprotein dapat menggantikan fungsi serat otot karena ukuran hifanya yang mempunyai panjang 400 - 700 mikron dan diameter 3 - 5 mikron serta frekuensi cabang 1/250-300 adalah menyerupai morfologi sel-sel otot hewan. Jika dibandingkan dengan daging, produk Mycoprotein mempunyai kadar lemak yang lebih rendah, lemak jenuh lebih rendah, dan tidak mengandung kolesterol. Secara nutrisi, kandungan gizi Mycoprotein cukup baik karena dari hasil analisis menunjukkan adanya kandungan asam amino esensial dengan kadar lemak 2 - 3,5%. Komposisi asam lemak Mycoprotein lebih mirip dengan sumber pangan nabati daripada sumber pangan hewani.

## 2. Penelitian Sumber Energi Alternatif

Penggunaan energi akan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan teknologi. Energi yang kita gunakan pada saat ini sebagian besar berasal dari bahan bakar fosil. Energi yang berasal dari bahan bakar fosil seperti batubara dan minyak bumi digolongkan dalam sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*non-renewable*). Penggunaan sumber energi yang berasal dari bahan bakar fosil secara terus-menerus dalam waktu yang lama.

Energi alternatif yang perlu terus kita kembangkan adalah energi alternative yang terbarukan. Beberapa energi alternative yang potensial dikembangkan di antaranya:

### a. Energi panas bumi

Energi panas bumi merupakan energi yang berasal dan perut bumi. Secara alami di dalam perut bumi terdapat energi panas yang mengalir (magma) ke permukaan bumi. Panas bumi ini dapat dimanfaatkan secara langsung sebagai sumber energi, misalnya untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP). Energi panas bumi banyak terdapat pada daerah yang kaya akan gunung berapi. Indonesia yang kaya akan gunung berapi mempunyai energi panas bumi sebesar 40% dari total cadangan dunia. Potensi panas bumi di Indonesia mencapai 20.000 Mega Watt. Sayangnya energi ini belum banyak dikembangkan.

b. *Hidro elektrisitas*

Merupakan satu bentuk tenaga hidro yang digunakan untuk memproduksi listrik. Kebanyakan tenaga hidro elektrik berasal dari energi potensial air yang dibendung untuk menggerakkan turbin dan generator. Bentuk yang kurang umum digunakan adalah penggunaan energi kinetik, misalnya pemanfaatan tenaga ombak. Kanada merupakan penghasil tenaga hidrosfer besar di dunia yang memproduksi lebih dan 70% dari kebutuhan listriknya Indonesia sebagai Negara yang dua pertiga wilayahnya adalah air mestinya dapat meniru apa yang dilakukan Kanada.

c. *Sel bahan bakar*

Sel bahan bakar (fuel cell) merupakan alat elektro kimia yang mirip dengan baterai tetapi dirancang agar reaktannya dapat diisi terus-menerus. Reaktan yang biasa digunakan adalah hydrogen di sisi anoda dan oksigen di sisi katoda. Reaktan akan mengalir masuk dan produk reaktan akan mengalir ke luar sehingga sel bahan bakar dapat digunakan terus menerus. Sel bahan bakar dianggap sangat menarik karena mempunyai efisiensi tinggi dan bebas emisi.

d. *Tenaga angin*

Tenaga angin menunjuk pada pengumpulan energi dari angin yang dapat digunakan untuk menggerakkan turbin dan generator sehingga mampu menghasilkan listrik. Kebanyakan tenaga angin digunakan untuk menghasilkan listrik dengan mengubah rotasi dari pisau turbin menjadi arus listrik dengan menggunakan generator listrik.

e. *Biogas*

Biogas merupakan energi terbarukan yang dapat dihasilkan dengan teknologi tepat guna. Energi biogas dapat diperoleh dengan memproses limbah bio atau biomassa di dalam alat kedap udara yang disebut digester. Biomassa dapat berupa kotoran ternak, tinja manusia, jerami, sekam, sampah dedaunan dan sebagainya. Proses fermentasi yang terjadi dalam digeser dapat menghasilkan gas methan ( $\text{CH}_4$ ) yang apabila dibakar dapat menghasilkan energi panas.

f. *Energi matahari*

Indonesia secara geografis terletak di daerah khatulistiwa yang kaya akan sinar matahari. Energi cahaya matahari ini dapat ditangkap dengan menggunakan panel-panel surya untuk kemudian dapat diubah menjadi energi listrik. Berbagai teknologi telah dilakukan untuk memanfaatkan



energi surya seperti pembangkit listrik tenaga surya, mobil tenaga surya, penggunaan tenaga surya untuk keperluan rumah tangga dan sebagainya.

g. *Pengembangan energi nuklir*

Melalui reaksi fisi dan fusi terhadap unsur radioaktif memang mampu menghasilkan energi yang sangat besar tetapi permasalahan besar segera muncul karena ternyata manusia belum mampu secara sempurna menjaga keselamatan dan keamanannya. Masih ingatkah Anda pada kebocoran instalasi nuklir di Chernobyl (Rusia) dan Bhopal (India)? Bahkan beberapa Negara memanfaatkan tenaga nuklirnya untuk membuat senjata pemusnah massal. Di samping itu pembuangan sampah yang dihasilkan juga masih menjadi masalah karena masih dimungkinkan bersifat radioaktif.

### **3. Penelitian untuk Mencari Tempat Tinggal Alternatif**

Penyediaan tempat tinggal merupakan masalah besar jika jumlah penduduk selalu bertambah dengan cepat. Barangkali pendirian kota di bawah laut dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pemecahan. Seperti kita ketahui bumi kita ini, kurang lebih 2/3 bagian tertutup air. Dengan teknologi dan penelitian ilmiah yang terus berkembang usaha tersebut tidak hanya isapan jempol belaka tetapi akan dapat terwujud. Alternatif yang lain adalah mencari tempat tinggal di planet lain. Penelitian-penelitian ilmiah sampai sekarang terus dilakukan terhadap planet-planet yang ada dalam susunan tata surya kita. Dari hasil penelitian ilmiah yang telah dilakukan, planet Mars dianggap mempunyai kondisi yang hampir sama dengan bumi. Mars mempunyai kutub-kutub yang diselimuti salju seperti bumi, mempunyai benua bertanah merah dan semacam samudra debu yang gelap. Tanah terdiri atas karbondioksida, hidrogen, sebagian kecil uap air, oksigen dan nitrogen. Temperatur pada siang hari rata-rata 10°C dan malam hari rata-rata minus 67°C. (-67°C). Satu hari di Mars adalah 24 jam 37 menit. Tetapi tidak ada tanda-tanda kehidupan di sana. Sedangkan planet-planet lain seperti Merkurius, Venus, Yupiter dan planet-planet yang lain mempunyai kondisi yang jauh berbeda dengan kondisi di bumi (Hendro Darmodjo,1986).



## LATIHAN

---

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan mengapa hipotesis harus diuji?
- 2) Suatu hipotesis berbunyi "Semua anggota insekta mempunyai kaki 3 pasang". Bagaimana cara menguji hipotesis tersebut?
- 3) Apakah semua pengetahuan dapat diperoleh melalui pendekatan ilmiah? Jelaskan!
- 4) Jelaskan perbedaan kebenaran yang diperoleh melalui pendekatan nonilmiah dan pendekatan ilmiah.
- 5) Diskusikan dengan teman Anda, bagaimana perkembangan belajar mandiri jika pengetahuan yang ada dalam perpustakaan sudah dapat dipindahkan dalam komputer Anda?

### *Petunjuk Jawaban Latihan*

- 1) Yang perlu Anda pahami adalah apa pengertian hipotesis, kemudian hubungkan dengan upaya untuk mencapai kebenaran ilmiah.
- 2) Yang harus Anda lakukan adalah melakukan pengamatan atau observasi terhadap semua anggota insekta, adakah data hasil pengamatan yang memberatkan hipotesis? Jika ada maka hipotesis harus dimodifikasi. Jika semua data hasil pengamatan mendukung hipotesis maka hipotesis tersebut dapat diterima.
- 3) Kebenaran yang diperoleh melalui pendekatan ilmiah harus diperoleh melalui cara-cara dan langkah-langkah tertentu yang disebut metode ilmiah. Salah satu contoh pengetahuan yang telah kita terima kebenarannya adalah ajaran agama. Dapatkah semua ajaran agama didekati melalui metode ilmiah?
- 4) Untuk membedakan kebenaran yang diperoleh melalui pendekatan nonilmiah dan pendekatan ilmiah dapat Anda lihat dari cara memperoleh kebenaran tersebut.
- 5) Yang perlu Anda perhatikan adalah
  - a. ciri-ciri belajar mandiri dan ciri-ciri belajar tatap muka;
  - b. bagaimana dengan mata kuliah yang memerlukan praktikum;
  - c. bagaimana peranan dosen atau tutor?



## RANGKUMAN

---

Pengetahuan muncul karena adanya hasrat ingin tahu pada diri manusia. Dalam memecahkan masalah, manusia ingin memperoleh jawaban dari permasalahan tersebut dengan jawaban yang benar. Kebenaran dapat diperoleh melalui dua pendekatan yaitu pendekatan nonilmiah dan pendekatan ilmiah. Untuk memperoleh kebenaran melalui pendekatan ilmiah diperlukan cara-cara atau langkah-langkah tertentu yang dikenal dengan metode ilmiah. Ada 3 langkah utama dalam metode ilmiah yaitu observasi, hipotesis, dan pengujian hipotesis melalui eksperimen atau observasi lebih lanjut. Setelah diuji, hipotesis dapat diterima, dimodifikasi atau ditolak. Kebenaran ilmiah yang diperoleh melalui pendekatan ilmiah ini tidak bersifat mutlak artinya apabila waktu mendatang ada penelitian yang menyatakan hal yang berlawanan dengan hipotesis yang sudah diterima maka hipotesis tersebut harus diperbaiki atau ditolak sama sekali. Dalam melakukan penelitian ilmiah, peneliti harus melandasi diri dengan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, rendah hati, teliti dan sebagainya. Sampai sejauh mana seorang peneliti mampu menerapkan sikap ilmiah dapat dilihat dari bagaimana ia menggunakan metode ilmiah untuk membuat penemuan-penemuan yang bermanfaat. Misalnya seberapa jauh ia berusaha bersikap jujur dan objektif pada saat ia mengumpulkan, menyusun dan menganalisis data. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ilmiah dapat berupa fakta, konsep, prinsip, teori dan hukum. Penelitian ilmiah harus dikembangkan untuk menghasilkan teknologi canggih yang dapat memecahkan masalah-masalah manusia di masa datang seperti masalah pangan, energi dan tempat tinggal.



## TES FORMATIF 2

---

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Kebenaran ilmiah yang dihasilkan melalui penelitian ilmiah bersifat ....
  - A. mutlak
  - B. subjektif
  - C. objektif
  - D. kekal

- 2) Urutan langkah dalam metode ilmiah yang benar adalah ....
  - A. hipotesis – identifikasi masalah – pengujian hipotesis
  - B. identifikasi masalah – hipotesis – pengujian hipotesis
  - C. hipotesis – eksperimen – kesimpulan
  - D. eksperimen – analisis – kesimpulan
  
- 3) Pengumpulan data untuk menguji hipotesis dapat dilakukan dengan cara-cara berikut ini, *kecuali* ....
  - A. karyawisata
  - B. pikiran logis
  - C. observasi
  - D. eksperimen
  
- 4) Sikap ilmiah yang harus diterapkan pada saat penelitian mengumpulkan data di lapangan adalah tersebut di bawah, *kecuali* ....
  - A. jujur
  - B. objektif
  - C. teliti
  - D. subjektif
  
- 5) Sampai dengan abad ke 19, perkembangan biologi kalah jika dibandingkan dengan fisika dan kimia. Hal ini disebabkan karena ....
  - A. objek penelitian dalam biologi lebih sedikit
  - B. kurangnya tenaga ahli
  - C. keterlambatan penggunaan metode ilmiah
  - D. kuatnya pengaruh gereja
  
- 6) Produk ilmiah yang mempunyai derajat ketetapan paling tinggi adalah ....
  - A. konsep
  - B. prinsip
  - C. teori
  - D. hukum
  
- 7) Yang dimaksud dengan hipotesis adalah ....
  - A. kesimpulan akhir
  - B. dugaan sementara
  - C. hubungan antara data yang relevan
  - D. hasil pemikiran logis

- 8) "Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi tumbuhan yang berklorofil". Pernyataan tersebut merupakan produk ilmiah yang termasuk ....
- konsep
  - prinsip
  - teori
  - hukum
- 9) Penerapan sikap ilmiah seorang peneliti akan tampak pada saat ia ....
- menggunakan metode ilmiah
  - membuat kesimpulan
  - mengidentifikasi masalah
  - merumuskan hipotesis
- 10) Penggunaan metode ilmiah pada masa datang diarahkan untuk ....
- objek penelitian dalam biologi lebih sedikit
  - kurangnya tenaga ahli
  - ketertambatan penggunaan metode ilmiah
  - kuatnya pengaruh gereja

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali  
80 - 89% = baik  
70 - 79% = cukup  
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

## Kunci Jawaban Tes Formatif

### *Tes Formatif 1*

- 1) C. Biologi termasuk dalam ilmu pengetahuan, tetapi lebih khusus lagi termasuk dalam ilmu pengetahuan alam.
- 2) D. Objek yang dipelajari dalam biologi adalah makhluk hidup.
- 3) B. Sanitasi merupakan cabang biologi yang mempelajari tentang cara-cara melalui kebersihan lingkungan.
- 4) D. Serangga dipelajari khusus dalam entomologi.
- 5) C. Untuk mempelajari mikroorganisme diperlukan mikroskop. Dalam mikroskop terdapat lensa pembesar.
- 6) B. Sifat menurun ditentukan oleh gen. Gen tersusun atas senyawa kimia.
- 7) D. Biologi memang merupakan jembatan antara IPA dan IPS.
- 8) A. Kekurangan vitamin B 1 akan menyebabkan beri-beri.
- 9) C. Di atas ginjal terdapat kelenjar adrenal yang menghasilkan hormon adrenalin.
- 10) A. Kekurangan yodium akan mengganggu pembentukan thyroxin. Kekurangan thyroxin akan menyebabkan pembengkakan kelenjar gondok.

### *Tes Formatif 2*

- 1) C. Kebenaran ilmiah bersifat objektif artinya dapat diuji oleh siapa pun dan tidak mutlak.
- 2) B. Langkah metode ilmiah harus dimulai dengan identifikasi masalah kemudian dilanjutkan dengan perumusan hipotesis dan pengujian hipotesis.
- 3) B. Pengumpulan data dapat dilakukan melalui karyawisata, observasi dan eksperimen. Pikiran logis kadang-kadang tidak sesuai dengan kenyataan.
- 4) D. Dalam melaksanakan penelitian ilmiah kita tidak dibenarkan bersikap subjektif.
- 5) C. Dalam melaksanakan perkembangan biologi sampai abad ke-19 lebih disebabkan tidak digunakannya metode ilmiah secara lengkap. Charles Darwinlah yang mulai memelopori penggunaan metode ilmiah secara lengkap dalam penelitian biologi.

- 6) D. Hukum adalah produk ilmiah yang mempunyai derajat ketetapan paling tinggi sehingga dapat digunakan untuk meramal.
- 7) B. Hipotesis adalah dugaan sementara yang harus diuji kebenarannya melalui eksperimen atau observasi lebih lanjut.
- 8) B. Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi tumbuhan yang berklorofil adalah merupakan prinsip, karena pernyataan tersebut mengandung kebenaran yang mendasar dan berlaku umum.
- 9) A. Jawaban B, C, D, juga benar, tetapi jawaban B, C, D terangkum dalam jawaban A.
- 10) C. Penggunaan metode ilmiah pada masa datang lebih diarahkan untuk menjaga kelestarian kehidupan di bumi untuk masa kini dan masa datang.

## Glosarium

- Antibiotik : Senyawa yang dihasilkan suatu jasad renik yang dalam kadar rendah mampu menghambat atau merusak pertumbuhan atau perkembangbiakan jasad renik lain.
- Hidroponik : Hidroponics. Ilmu tentang cara bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, biasanya dalam kamar kaca dengan menggunakan medium larutan kaya hara atau pada substrat yang dialiri larutan hara.
- Mycoprotein : Makanan berkadar protein tinggi berasal dari mikroorganisme jenis jamur. Misalnya: Mikroprotein dari *Fusarium*, *Spirulina*, dan *Chlorella*.
- Vitamin : Sekumpulan senyawa organik yang tidak sekerabat yang dihasilkan oleh tumbuhan dan dibutuhkan dalam jumlah sedikit untuk metabolisme dan pertumbuhan normal makhluk, berfungsi sebagai koenzim atau komponen-komponen enzim.



## Daftar Pustaka

- \_\_\_\_\_, *Materi Dasar Pendidikan Program Akta Mengajar V Buku I B Metode Penelitian*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, 1983/1984.
- A. Campbell, Neil. (1987). *Biology*, California: The Benjamin/cummings Publishing Comp. Inc.
- Dardjat Sasmitamihardja dkk. (1974). *Biology*. Bandung: ITB.
- D. Dwidjoseputro. (1983). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Gramedia.
- E. Nelson, Gideon, G. Robinson, Gerald. (1982). *Fundamental Concepts of Biology*. New York: John Wiley & Sons.
- Hendro Darmodjo. (1986). *Filsafat Ilmu Pengetahuan Alam*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Jujun S. Suriasumantri. (1984). *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: Sinar Harapan.
- L. Wolfe, Stephen, Miller, jr. G. Tyler. (1977). *Biology the Foundations*. California: Wadsworth Publishing Comp. Inc.
- Moh. Amin, Parwodt dan Siti Mariyam. (1980). *Hakikat Science*. Yogyakarta: FKIF-KIP Yogyakarta.
- Ruse, Michael, DarwinismDefended, California: The Benjamin/ Cutnmings, Publishing Comp. Inc.
- Stanley, Melissa, Andrykovitch, George. (1944). *Living an Introduction to Biology*. California: Addison - Wesley, Publishing Comp.
- Sukarno dkk. (1983). *Biologi 3 untuk SMA*. Jakarta: Proyek Buku Terpadu.