

# Pendahuluan :

## Ruang Lingkup Biologi

Disampaikan oleh:

Ixora Sartika M

[ixomerc@uny.ac.id](mailto:ixomerc@uny.ac.id)

Jurdik Biologi FMIPA-UNY

# Biologi merupakan Ilmu yang mempelajari tentang kehidupan

## Pokok Bahasan:

- **Karakteristik Makhluk Hidup**
  - **Organisasi Biologi**
  - **Transfer Informasi dalam Biologi**
  - **Evolusi** merupakan proses perubahan yang mengarahkan terjadinya transformasi kehidupan di bumi
  - **Transfer Energi dan Materi dalam Kehidupan**
  - **Proses dan Metoda dalam Sain**
-

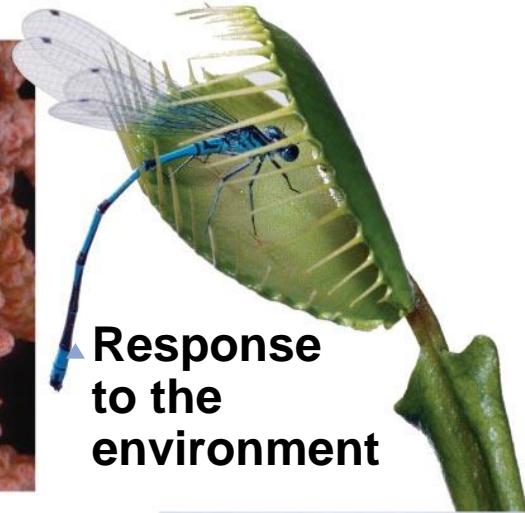
- Pertanyaan-pertanyaan umum yang dilontarkan oleh seorang ahli biologi, misalnya:
    - Bagaimana satu sel berkembang menjadi suatu organisme?
    - Bagaimana pikiran manusia bekerja?
    - Bagaimana makhluk hidup berinteraksi di dalam suatu komunitas?
-

## Karakteristik/Ciri-ciri Makhluk Hidup (Organisme)

makhluk hidup dapat dibedakan dari makhluk tak hidup berdasarkan karakteristik makhluk hidup

- Organisme tersusun atas sel
- Organisme tumbuh dan berkembang
- Organisme mengatur proses-proses metabolismenya
- Organisme merespon rangsang (stimulus)
- Organisme bereproduksi
- Organisme berevolusi melalui adaptasi terhadap lingkungannya

▼ **Order**



▲ **Response to the environment**

▲ **Evolutionary adaptation**



▲ **Regulation**



▲ **Energy processing**



▲ **Reproduction**



▲ **Growth and development**

# Tema-tema persoalan biologi menghubungkan /merangkai konsep biologi

---

- Biologi mengandung berbagai informasi lebih dari bukti nyata yang selama ini sudah ditemukan
- Tema-tema persoalan dalam biologi membantu menyusun informasi biologi.

# Evolution, the Overarching Theme of Biology

---

- Evolution makes sense of everything we know about living organisms
- Organisms living on Earth are modified descendants of common ancestors

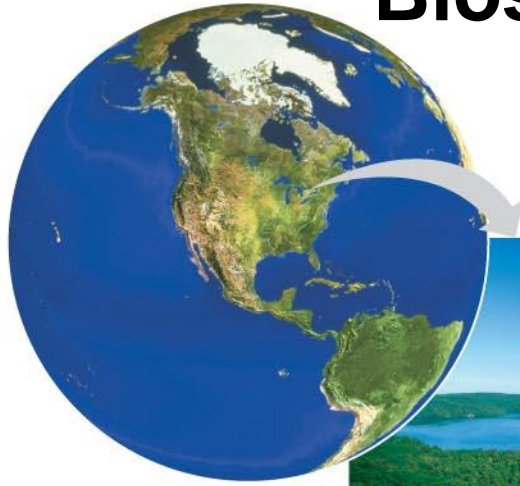
# *fungsi muncul pada setiap tingkatan dalam organisasi biologi*

---

- Biologi dapat dipelajari pada setiap tingkatan dalam organisasi biologi, mulai dari atom, molekul sampai biosfer.



# Biosfer



# Ekosistem

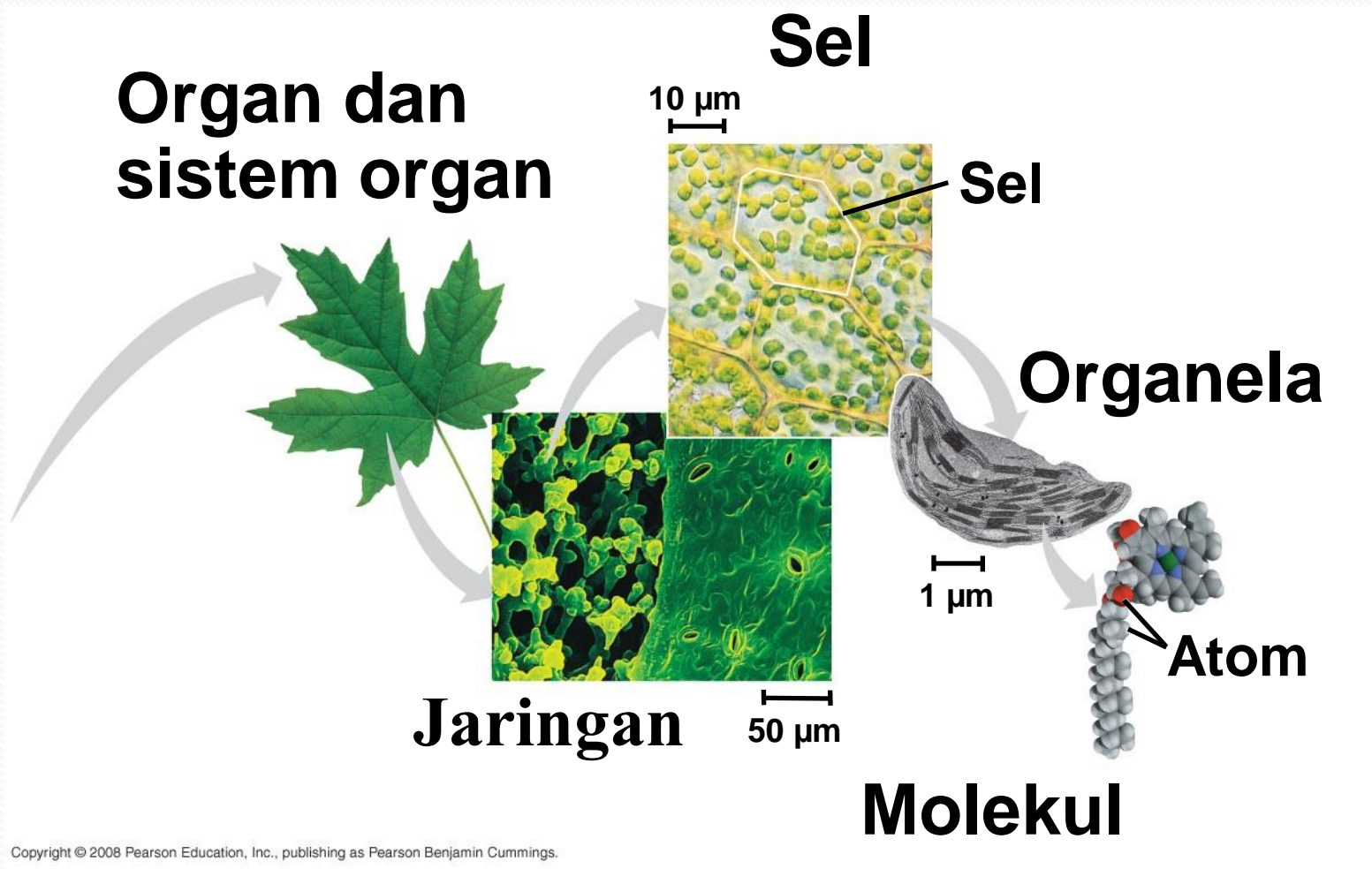
# Komunitas



# Populasi



# Organisme



# Emergent Properties

---

- **Emergent properties** result from the arrangement and interaction of parts within a system
- Emergent properties characterize nonbiological entities as well
  - For example, a functioning bicycle emerges only when all of the necessary parts connect in the correct way

# *The Power and Limitations of Reductionism*

---

- Reductionism is the reduction of complex systems to simpler components that are more manageable to study
  - For example, the molecular structure of DNA
- An understanding of biology balances reductionism with the study of emergent properties
  - For example, new understanding comes from studying the interactions of DNA with other molecules

# *Sistem dalam Biologi*

---

- Suatu sistem merupakan kombinasi antara komponen-komponen yang menyusunnya dengan fungsi dari komponen-komponen tersebut yang saling berhubungan membangun sistem
  - Sistem dalam biologi merupakan model sistem yang dinamis
  - Pendekatan sistem dalam biologi memunculkan pertanyaan seperti berikut:
    - Bagaimana obat untuk mengatur tekanan darah berpengaruh terhadap berbagai organ?
    - Bagaimana peningkatan CO<sub>2</sub> di udara bisa mengubah kondisi biosfer?
-

# *Organisme berinteraksi dengan lingkungannya, mengubah materi dan energi*

---

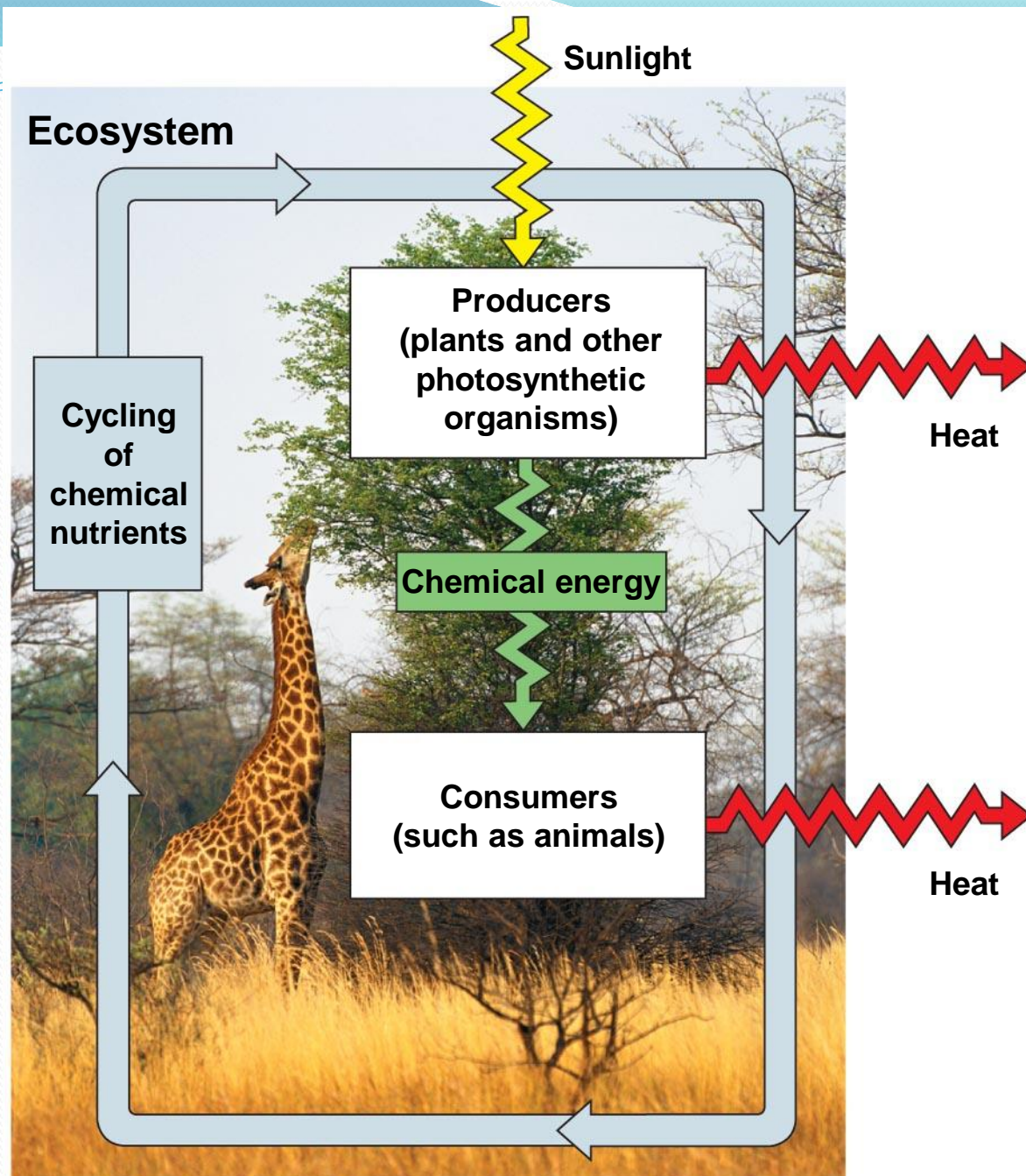
- Setiap organisme berinteraksi dengan lingkungannya, baik biotik maupun abiotik
  - Organisme dan lingkungannya saling berpengaruh dengan adanya interaksi diantaranya
    - Contoh: tanaman mengambil air dan mineral dari tanah serta CO<sub>2</sub> dari udara, tanaman tersebut melepaskan O<sub>2</sub> ke udara (kemudian dapat dimanfaatkan organisme lain) dan akar tanaman tersebut membantu pembentukan tanah
-

# *Dinamika ekosistem*

---

- Dinamika ekosistem melibatkan 2 proses utama, yaitu:
  - Siklus materi, nutrisi (materi) yang diambil oleh tanaman dari tanah pada akhirnya akan kembali ke tanah
  - Aliran energi dari matahari ke produsen dan konsumen

Fig. 1-5





# *Konversi Energi*

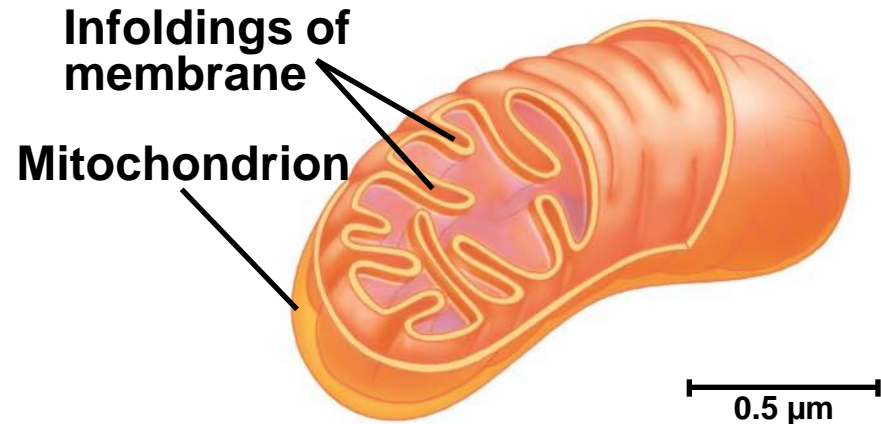
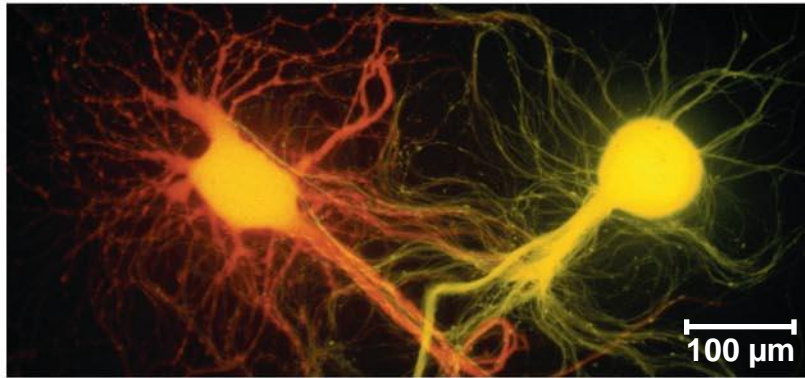
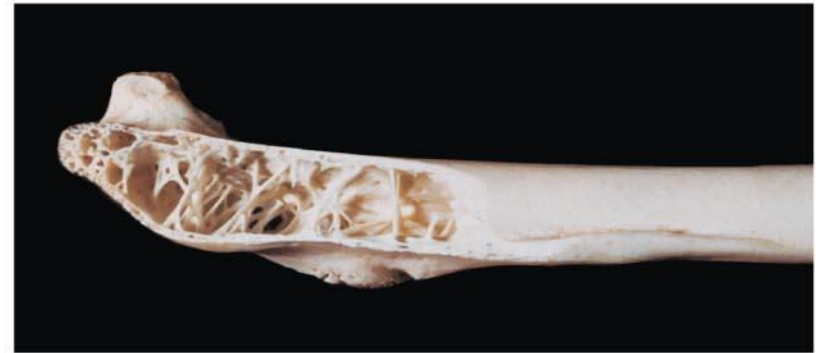
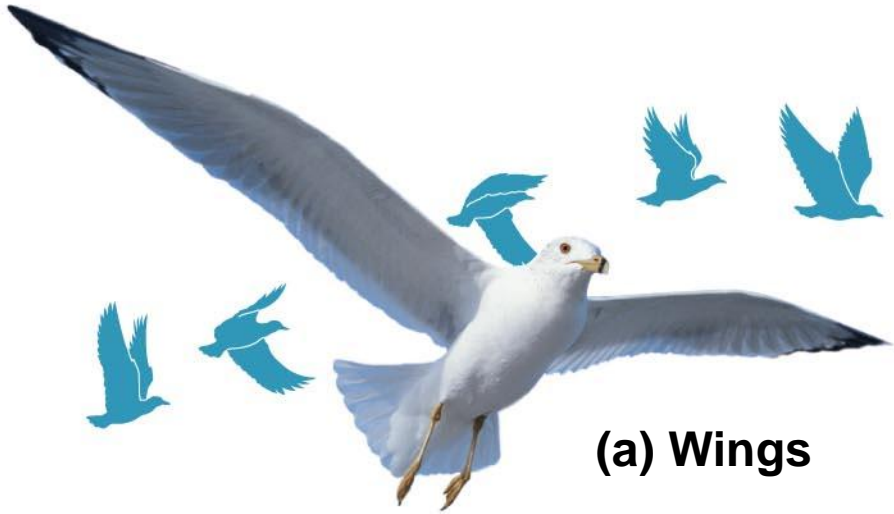
---

- Kerja butuh sumber energi
- Energi dapat disimpan dalam berbagai bentuk, contoh: cahaya, kimia, kinetik, atau panas
- Perubahan bentuk energi antara organisme dan lingkungannya melibatkan adanya ‘transformasi energi’
- Aliran energi di dalam ekosistem biasanya: masuk dalam bentuk cahaya dan lepas dalam bentuk panas

# *Struktur dan fungsi berhubungan dalam setiap tingkatan kehidupan*

---

- Struktur dan fungsi dari makhluk hidup sangat berhubungan
  - Sebagai contoh, daun mempunyai struktur yang tipis dan rata (membentuk lembaran) memaksimalkan penangkapan cahaya matahari oleh kloroplas



# *Sel merupakan unit dasar struktur dan fungsi organisme*

---

- Sel merupakan tingkat organisasi terkecil yang dapat menyelenggarakan seluruh aktifitas untuk 'hidup'
  - Seluruh sel:
    - Diselubungi oleh membran
    - Memiliki DNA untuk menyimpan informasi genetiknya
  - Kemampuan sel untuk membelah merupakan dasar dari seluruh proses reproduksi, pertumbuhan, dan perbaikan dari organisme multiselulers
-

- 
- A **eukaryotic cell** has membrane-enclosed organelles, the largest of which is usually the nucleus
  - By comparison, a **prokaryotic cell** is simpler and usually smaller, and does not contain a nucleus or other membrane-enclosed organelles
  - Bacteria and Archaea are prokaryotic; plants, animals, fungi, and all other forms of life are eukaryotic

# *Theme:* The continuity of life is based on heritable information in the form of DNA

---

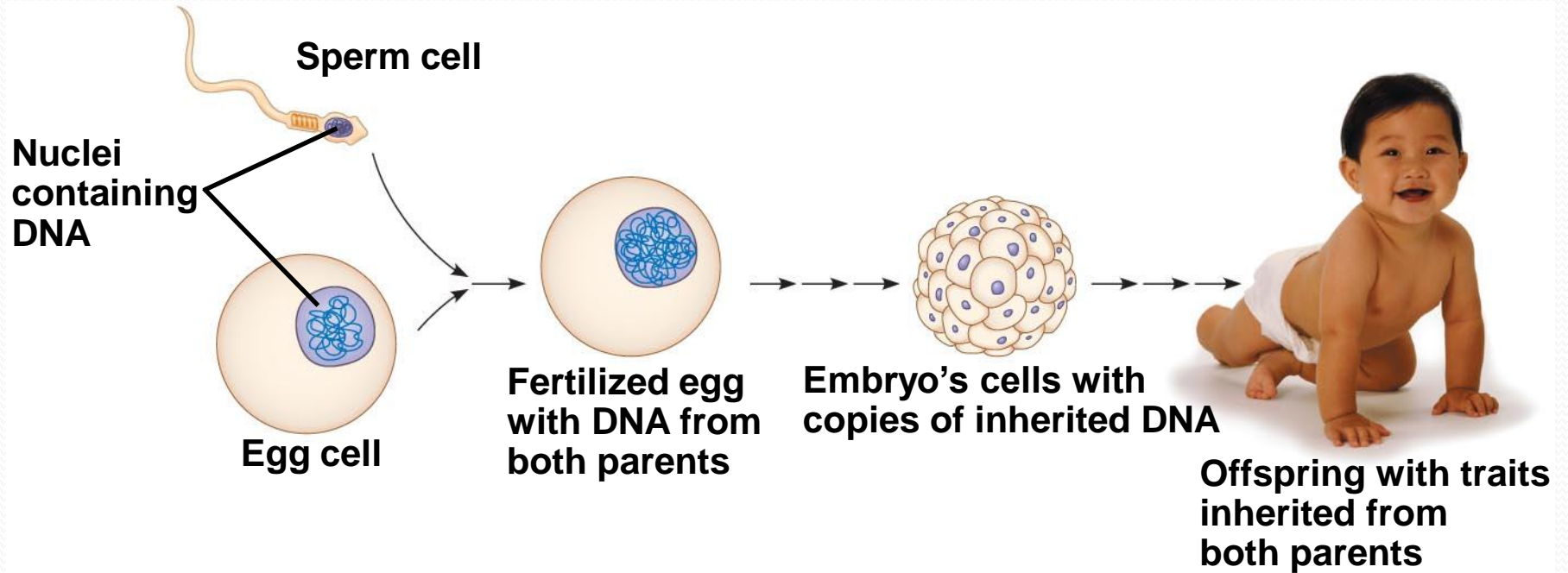
- Chromosomes contain most of a cell's genetic material in the form of **DNA** (deoxyribonucleic acid)
- DNA is the substance of genes
- **Genes** are the units of inheritance that transmit information from parents to offspring

# *DNA Structure and Function*


---

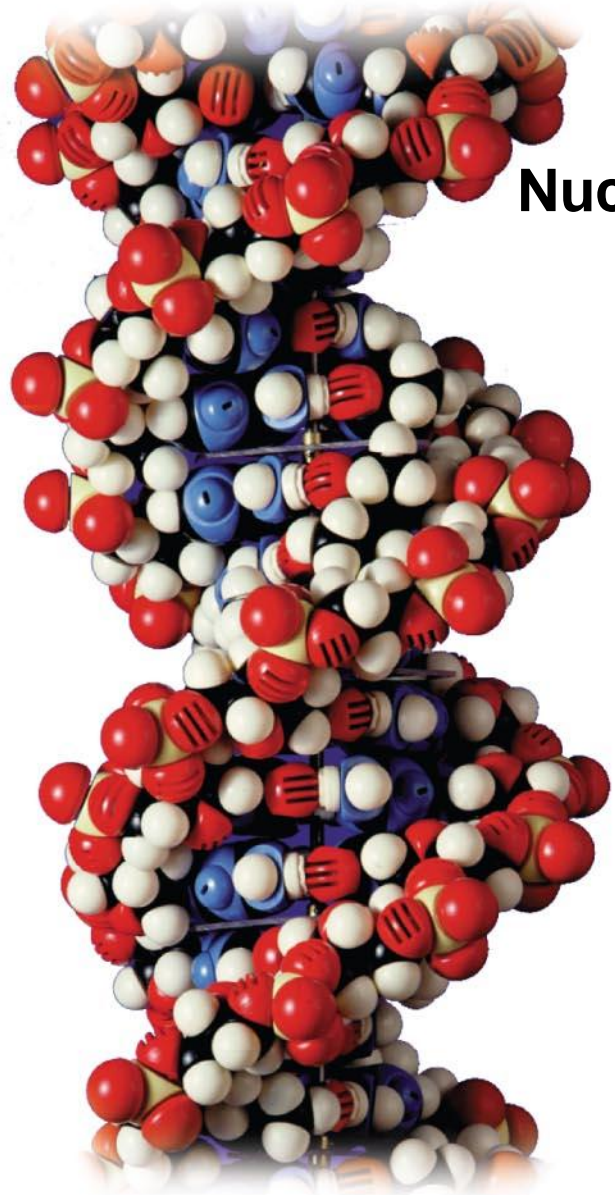
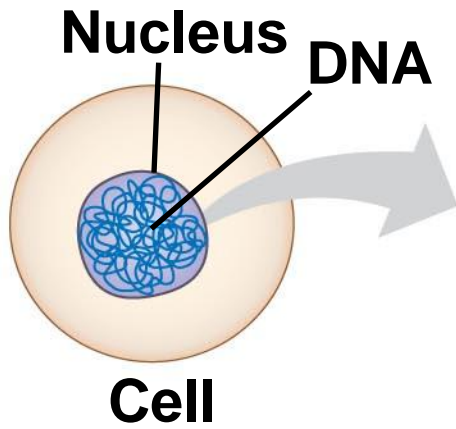
- Each chromosome has one long DNA molecule with hundreds or thousands of genes
- DNA is inherited by offspring from their parents
- DNA controls the development and maintenance of organisms

Fig. 1-9

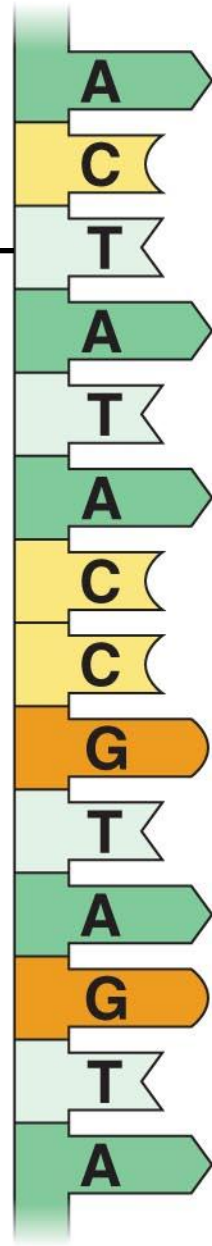




- 
- 
- Each DNA molecule is made up of two long chains arranged in a double helix
  - Each link of a chain is one of four kinds of chemical building blocks called nucleotides



**Nucleotide**



**(a) DNA double helix**

**(b) Single strand of DNA**

- 
- Genes control protein production indirectly
  - DNA is transcribed into RNA then translated into a protein
  - An organism's **genome** is its entire set of genetic instructions

# Theme: Feedback mechanisms regulate biological systems

---

- Feedback mechanisms allow biological processes to self-regulate
- **Negative feedback** means that as more of a product accumulates, the process that creates it *slows* and *less* of the product is produced
- **Positive feedback** means that as more of a product accumulates, the process that creates it *speeds up* and *more* of the product is produced

# Concept 1.2: *The Core Theme: Evolution* accounts for the unity and diversity of life

---

- Evolution unifies biology at different scales of size throughout the history of life on Earth



---

# Organizing the Diversity of Life

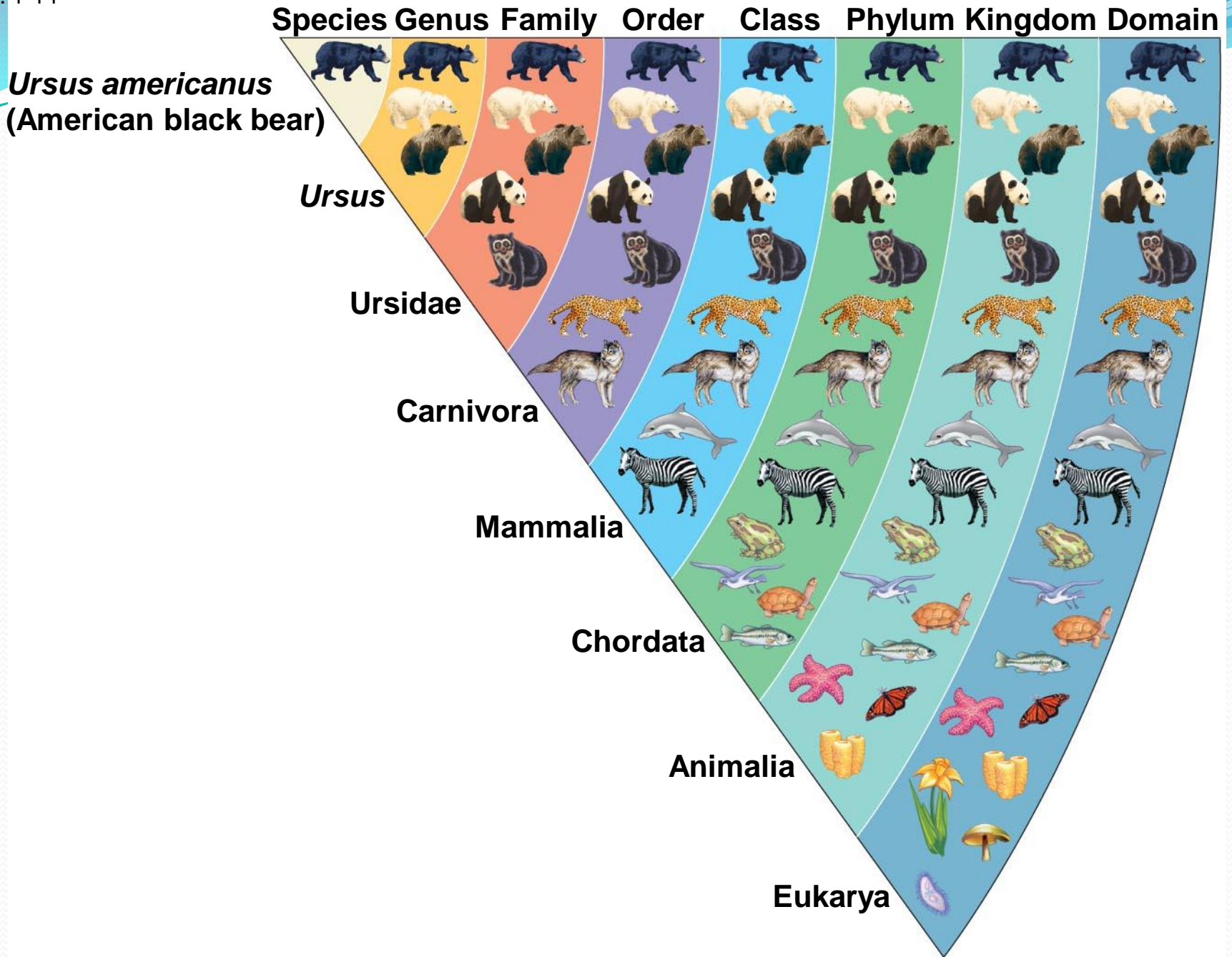
- Approximately 1.8 million species have been identified and named to date, and thousands more are identified each year
- Estimates of the total number of species that actually exist range from 10 million to over 100 million

# Grouping Species: The Basic Idea

---

- Taxonomy is the branch of biology that names and classifies species into groups of increasing breadth
- Domains, followed by kingdoms, are the broadest units of classification

Fig. 1-14





# The Three Domains of Life

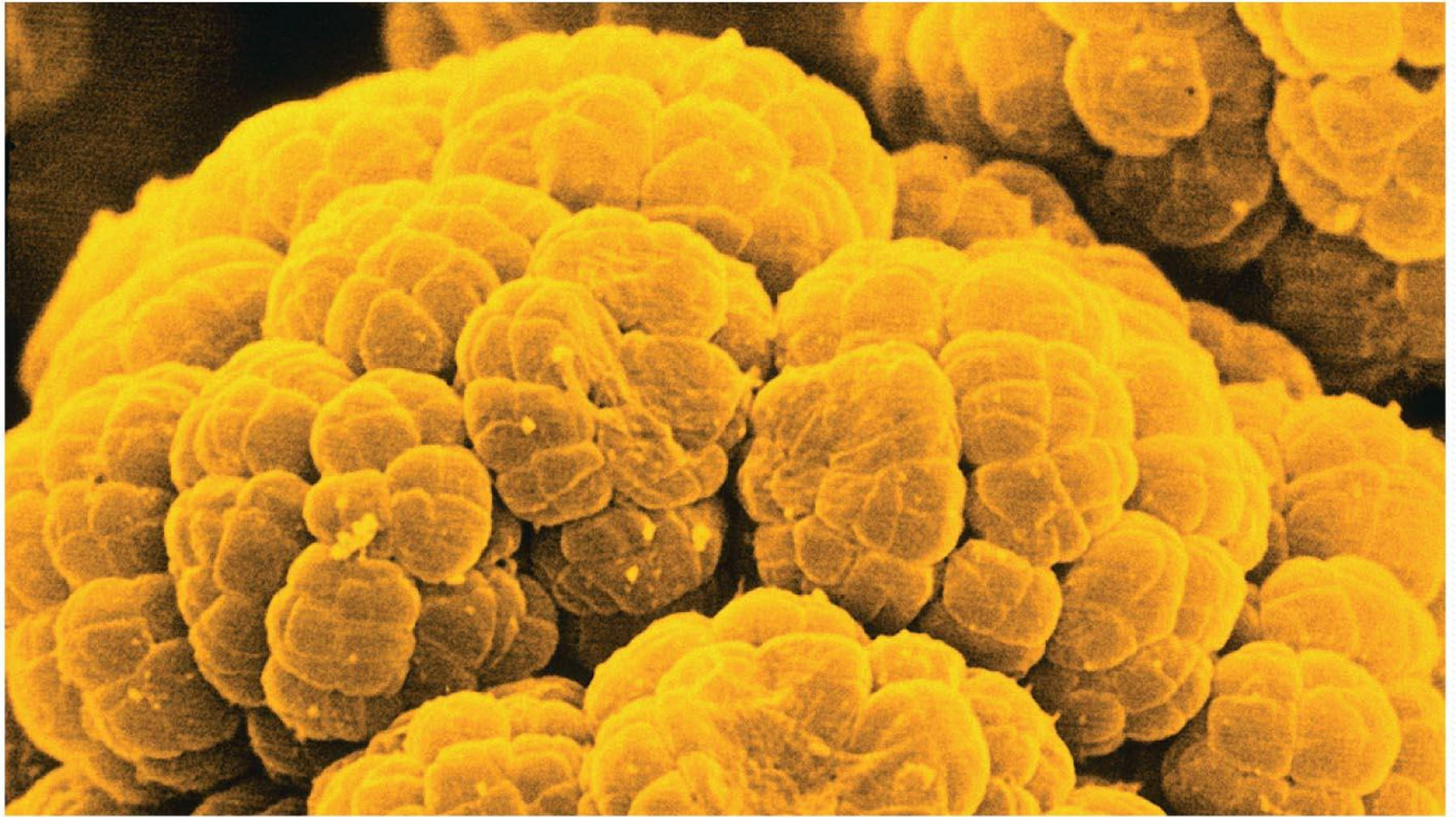
---

- The three-domain system is currently used, and replaces the old five-kingdom system
- **Domain Bacteria** and **domain Archaea** comprise the prokaryotes
- **Domain Eukarya** includes all eukaryotic organisms



## (a) DOMAIN BACTERIA

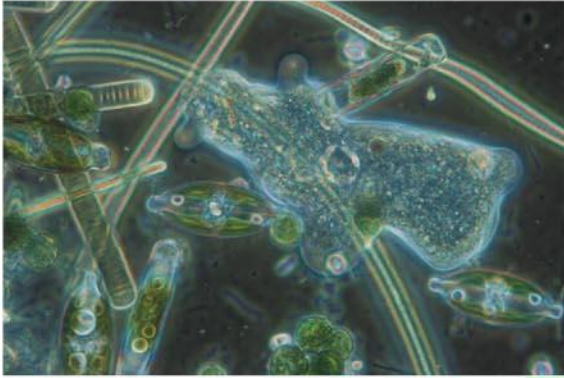
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.



## **(b) DOMAIN ARCHAEA**

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

- 
- The domain Eukarya includes three multicellular kingdoms:
    - Plantae
    - Fungi
    - Animalia
  - Other eukaryotic organisms were formerly grouped into a kingdom called Protista, though these are now often grouped into many separate kingdoms



**Protists**



**Kingdom  
Plantae**



**Kingdom Fungi**



**Kingdom Animalia**

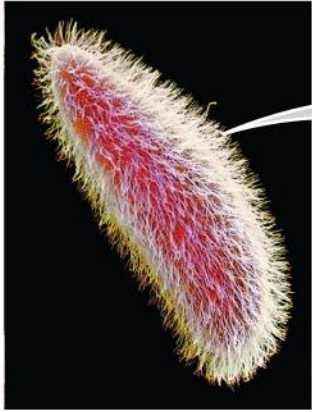
**(c) DOMAIN EUKARYA**

# *Unity in the Diversity of Life*

---

- A striking unity underlies the diversity of life; for example:
  - DNA is the universal genetic language common to all organisms
  - Unity is evident in many features of cell structure

15  $\mu\text{m}$

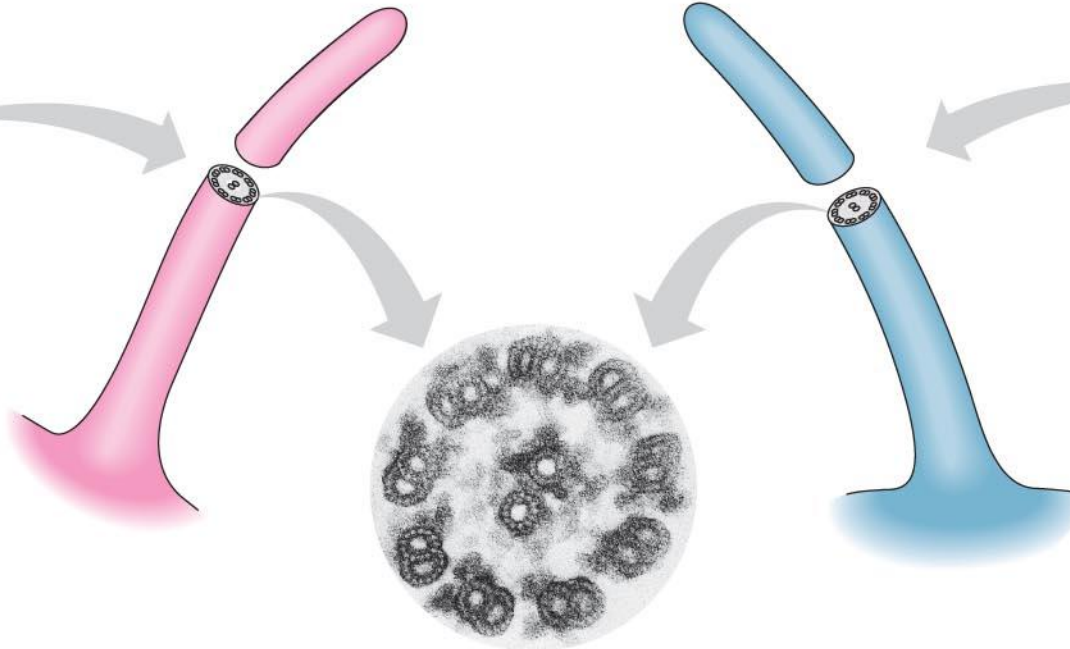


**Cilia of  
*Paramecium***

5  $\mu\text{m}$



**Cilia of  
windpipe  
cells**



0.1  $\mu\text{m}$

**Cross section of a cilium, as viewed  
with an electron microscope**

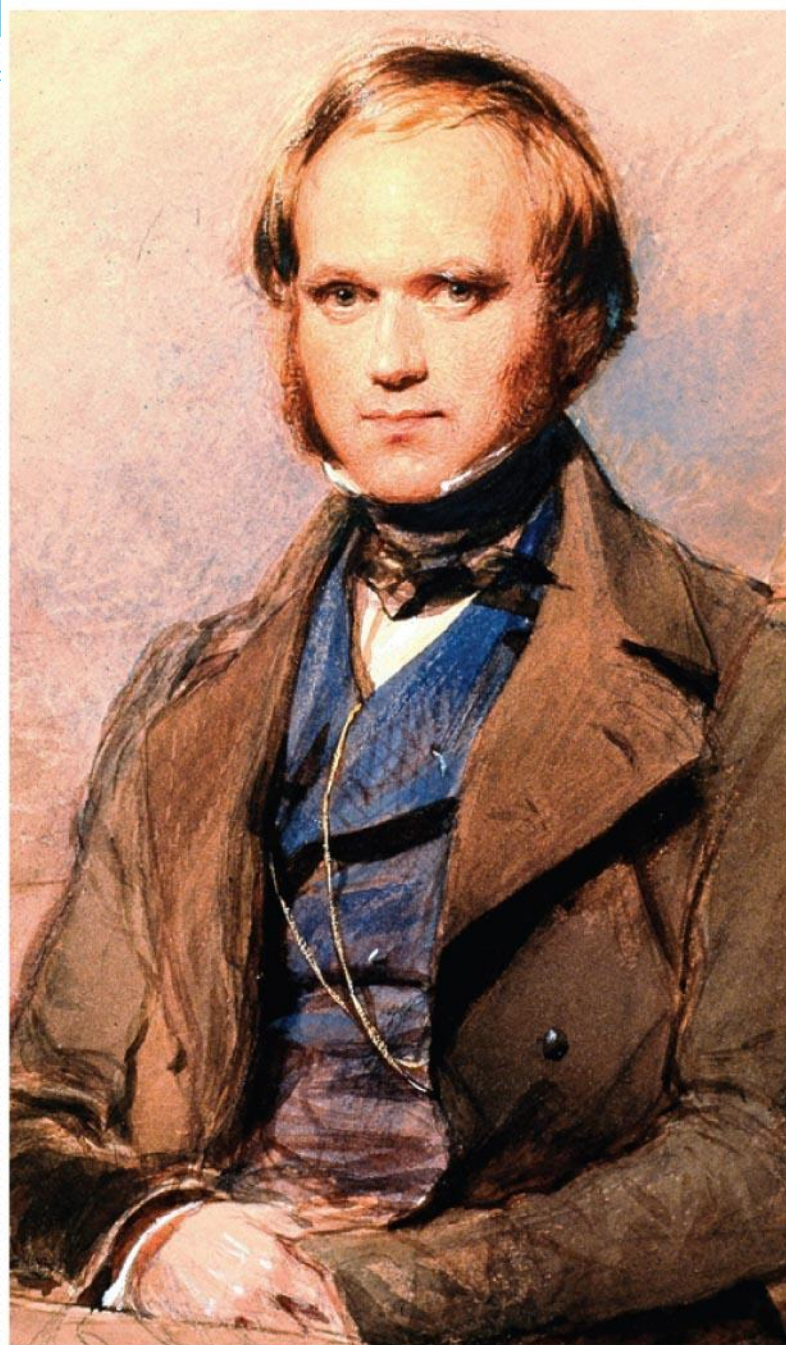
# Charles Darwin and the Theory of Natural Selection

---

- Fossils and other evidence document the evolution of life on Earth over billions of years



- 
- Charles Darwin published *On the Origin of Species by Means of Natural Selection* in 1859
  - Darwin made two main points:
    - Species showed evidence of “descent with modification” from common ancestors
    - Natural selection is the mechanism behind “descent with modification”
  - Darwin’s theory explained the duality of unity and diversity



- 
- Darwin observed that:
    - Individuals in a population have traits that vary
    - Many of these traits are heritable (passed from parents to offspring)
    - More offspring are produced than survive
    - Competition is inevitable
    - Species generally suit their environment

- 
- Darwin inferred that:
    - Individuals that are best suited to their environment are more likely to survive and reproduce
    - Over time, more individuals in a population will have the advantageous traits
  - In other words, the natural environment “selects” for beneficial traits



**1** Population with varied inherited traits.

**2** Elimination of individuals with certain traits.

**3** Reproduction of survivors.

**4** Increasing frequency of traits that enhance survival and reproductive success.

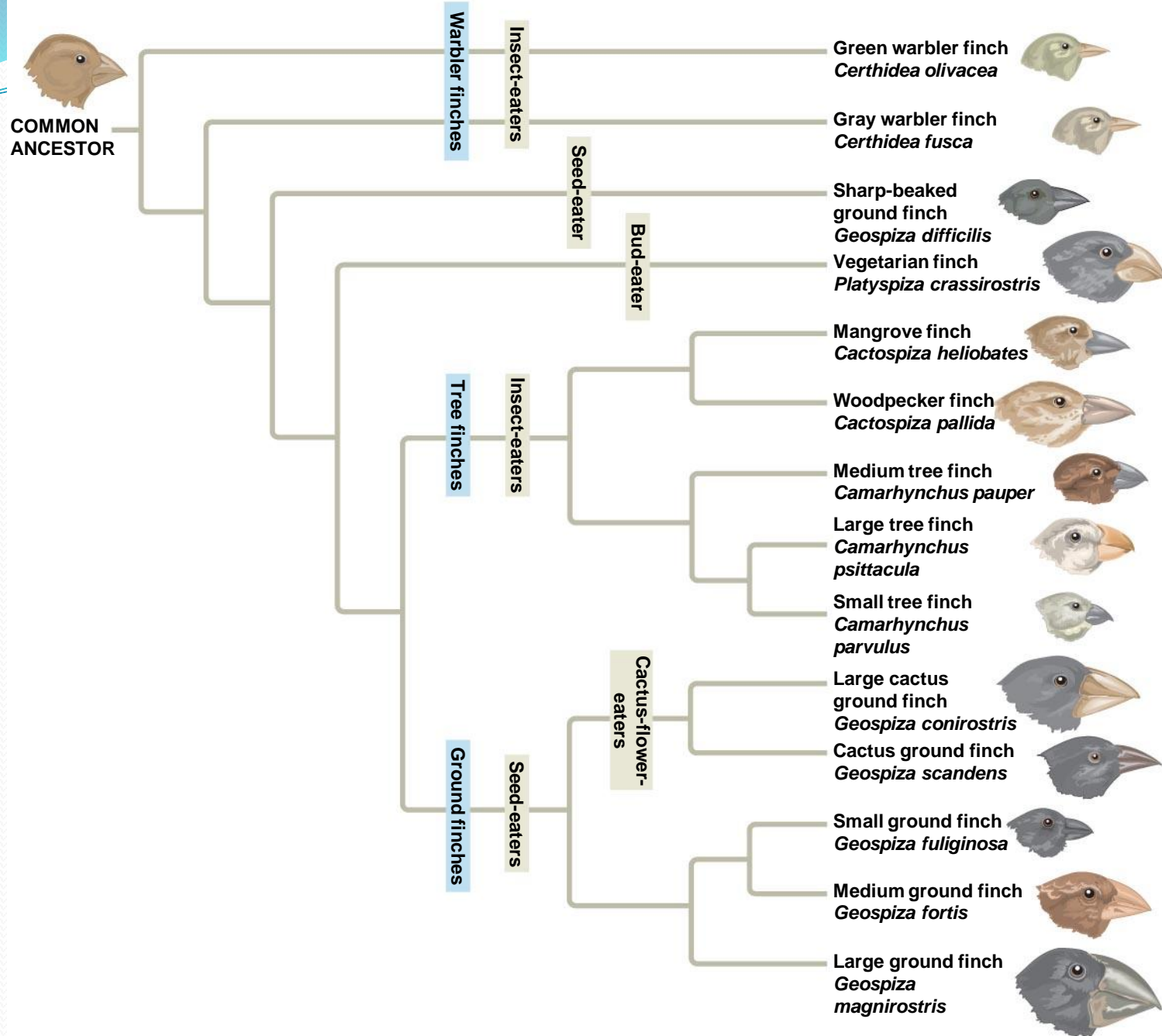
# The Tree of Life

---

- “Unity in diversity” arises from “descent with modification”
  - For example, the forelimb of the bat, human, horse and the whale flipper all share a common skeletal architecture
- Fossils provide additional evidence of anatomical unity from descent with modification

- 
- Darwin proposed that natural selection could cause an ancestral species to give rise to two or more descendent species
    - For example, the finch species of the Galápagos Islands
  - Evolutionary relationships are often illustrated with tree-like diagrams that show ancestors and their descendents

Fig. 1-22





# Para Peneliti (Scientists) menggunakan 2 bentuk 'inquiry' dalam mempelajari alam

---

- Kata *Science (sains)* diturunkan dari bahasa Latin yang berarti “to know”
- **Inquiry** proses pencarian informasi dan penjelasannya
- Ada 2 tipe utama dari inquiry: ***discovery science*** and ***hypothesis-based science***

# Discovery Science

---

- **Discovery science** menggambarkan struktur dan proses alami
- Pendekatan ini berdasar pada observasi dan analisis data

# *Tipe/Model Data*

---

- **Data** diperoleh dari hasil observasi
- Data dibedakan dalam 2 katagori:
  - *Qualitatif*: deskripsi
  - *Quantitatif*: pengukuran/perhitungan biasanya direkam dalam bentuk tabel atau grafik



1. In calls behind me. Can't  
 see any opposite. Maybe  
 2. My wrist - hand behind C. Pad.  
 3. S. C. in front. And  
 4. finks up & heat & drums  
 (tee). No S looked.  
 Point. Mita remains.  
 No S - M. Mike?? Hell know.  
 7. is staring around my  
 hand - on it & me. Like  
 left hand. Same like  
 to white fingers.

It is cold & grey, and very  
 still. The scene is anticlimax,  
 yet full of small sounds.  
 Brad says - we in the  
 distance is a bit like a  
 water trough. Boloms - the  
 mab's making their 'talking'  
 sound. The distant bubbling  
 of the creek - always, & as  
 a symbol of the African  
 trail. The 2 big mab's  
 sitting comfortably feeding.  
 How ever, 'bear' & 'lose  
 my numbers

8:30 M S sit  
 a mound by M. to S. looked.

- **Pendekatan Induktif:** menarik kesimpulan melalui proses berfikir induksi
- Pengulangan observasi tertentu (spesifik) menghasilkan kesimpulan umum (generalisasi) yang penting.
  - Sebagai bontoh: matahari selalu terbit dari timur (observasi di berbagai daerah menunjukkan bahwa matahari terbit dari timur)

# Hypothesis-Based Science

---

- Observasi dapat mengarahkan kita untuk mempertanyakan berbagai pertanyaan dan mengajukan penjelasan hipotetik (dugaan) yang disebut dengan **hipotesis**.
  - contoh: penemuan bahwa jamur *Penicillium* mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus* oleh Alexander Fleming, mengarahkan dia 'berpikir kritis' untuk mencoba menggunakan zat aktif dalam jamur tsb (penicillin) sebagai obat anti bakteri (antibiotik) pada orang yang terinfeksi bakteri.
-

# *Alur hipotesis dalam Inquiry*

---

- A **hipotesis** merupakan (dugaan) jawaban terhadap pertanyaan yang terstruktur.
- Suatu hipotesis mengarahkan dugaan yang dapat diuji melalui **observasi** dan **percobaan**

- 
- Sbg contoh,
    - Observasi: lampu senter anda mati
    - Pertanyaan: Mengapa lampu senter anda mati?
    - Hipotesis 1: baterainya mati
    - Hipotesis 2: ball lampnya putus
  - Kedua hipotesis tersebut dapat diuji!





Observations



Question



Hypothesis #1:  
Dead batteries

Hypothesis #2:  
Burnt-out bulb

Prediction:  
Replacing batteries  
will fix problem

Prediction:  
Replacing bulb  
will fix problem



Test prediction

Test prediction



Test falsifies hypothesis

Test does not falsify hypothesis

*Deduksi: Hypothesis Based Science biasanya diungkapkan dalam kalimat “jika..... maka....”*

---

- **Pendekatan deduktif:** menggunakan premis umum untuk membuat prediksi khusus
- Sbg contoh, *jika organisme tersusun atas sel-sel (premis 1), and manusia adalah organisme (premis 2), maka manusia tersusun atas sel-sel (prediksi deduktif)*

# Merancang percobaan terkontrol

---

- Kontrol dalam suatu percobaan digunakan untuk membandingkan kelompok percobaan/perlakuan dengan kelompok kontrol
- Idealnya, hanya variabel tertentu saja (variable of interest) yang menunjukkan perbedaan antara kelompok kontrol dengan perlakuan
- Dalam percobaan terkontrol, kelompok kontrol digunakan untuk mengeliminasi pengaruh dari variabel-variabel yang tidak diinginkan
- Suatu percobaan terkontrol tidak menjamin bahwa seluruh variabel yang tidak diinginkan selalu konstan

# Batasan-batasan dalam sains

---

- Dalam sains, hasil observasi dan percobaan (eksperimen) harus dapat diulang (bila diulang menunjukkan hasil yang sama)
- Sains tidak bisa digunakan untuk mendukung penjelasan supernatural

# Teori dalam Sain

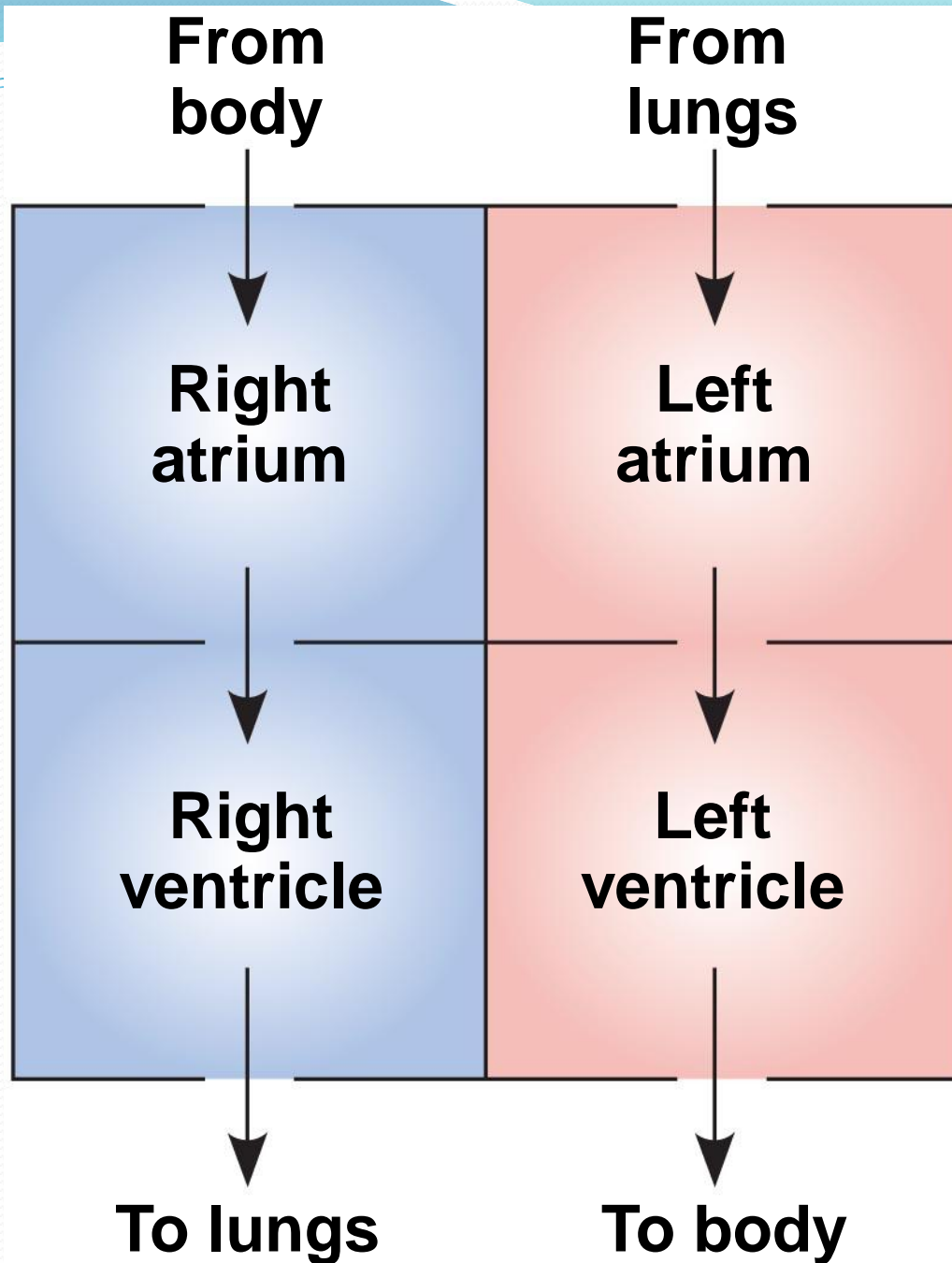
---

- Teori:
  - Mempunyai lingkup yang lebih luas dari hipotesis
  - Umum, dapat mengarahkan hipotesis baru yang dapat diuji
  - Didukung oleh bukti-bukti yang lebih luas

# Bangun Model dalam Sain

---

- **Model** mewakili fenomena alam yang biasanya diungkapkan dalam bentuk:
  - Diagram
  - Obyek 3 dimensi
  - Program Komputer
  - Persamaan Matematis




# Sain, Teknologi, dan Sosial/Masyarakat (Salintemas)

---

- Tujuan dari sains adalah memahami fenomena alam
- Tujuan dari teknologi adalah mengaplikasikan pengetahuan sains untuk tujuan tertentu. Sains dan teknologi saling tergantung.
- Biologi ditandai dengan penemuan (discoveries), sedangkan teknologi ditandai dengan campur tangan (inventions)



- 
- 
- Kombinasi antara sains dan teknologi membawa dampak sosial
    - Sebagai contoh, penemuan DNA oleh James Watson and Francis Crick diikuti perkembangan teknologi DNA bermanfaat untuk pengujian berbagai penyakit keturunan