

# ILMU ALAMIAH DASAR (IAD)

Riyanto Sinaga, S.Si, M.Si  
Dept. Biologi FMIPA-USU

# PENDAHULUAN

IAD: Pada mulanya general science; matakuliah yang berisi tentang dasar-dasar ilmu pengetahuan teknologi serta dampak yang terkait bagi keberlangsungan hidup manusia di dunia.

Cakupan materi ilmu alamiah dasar adalah sebagai berikut

1. Ruang Lingkup Ilmu Alamiah Dasar, Perkembangan Pola Pikir Manusia Mitos dan Pengetahuan
2. Ilmu Pengetahuan dan Metode Ilmiah
3. Asal usul alam semesta dan tata surya
4. Pembentukan biosfer dan asal mula kehidupan, evolusi makhluk hidup, keanekaragaman makhluk hidup
5. Ilmu lingkungan dan peranan manusia dalam menjaga harmonisasi lingkungan.
6. Perkembangan ilmu fisika , kimia, dan biologi.
7. Peranan IPTEK pada ketahanan pangan, kemajuan industri, kesehatan manusia, lingkungan.
8. SDA dan pembangunan berkelanjutan dan potensi energi alternatif.

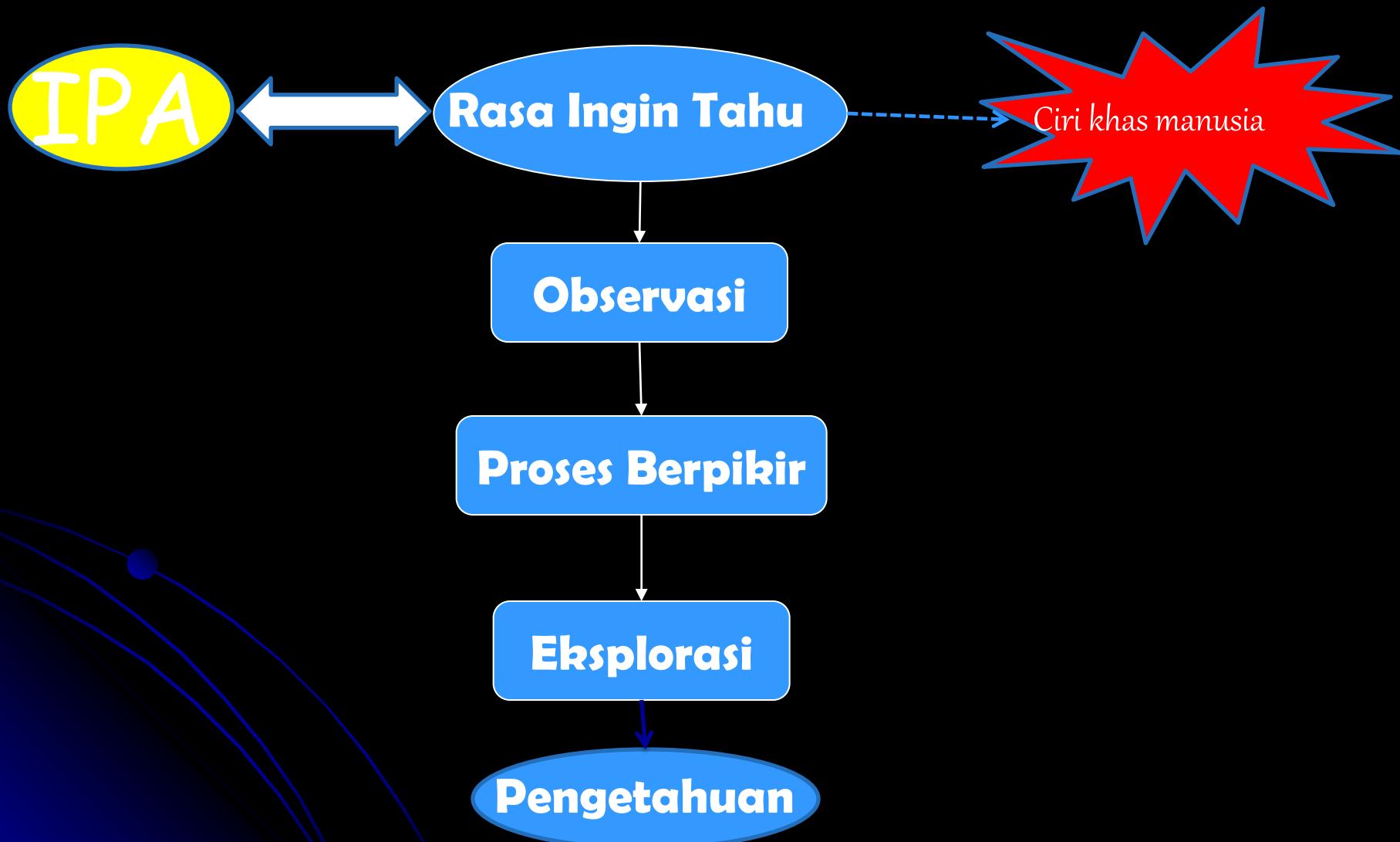
# **Kompetensi (TIU)**

- “Setelah mempelajari mata kuliah IAD ini mahasiswa TPL semester 1 diharapkan mempunyai cakrawala yang luas dalam bidang ilmu alam serta mampu memanfaatkannya dalam memecahkan persoalan yang terkait dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta mengembangkan kepribadian yang arif dalam mengambil tindakan yang terkait dengan SDA, sosial budaya dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa dan bernegara”

# Penilaian

- Tugas 20%
- **Quiz** 10%
- UTS/Mid Semester 35%
- UAS 35%

# Perkembangan Pola Pikir Manusia



- Keingintahuan hewan akan lingkungan sekitarnya sekedar: *ada makanan, keamanan untuk dirinya dan anak-anaknya, berkembang biak.*
- Issac Asimov (1972): pola atau cara hewan menanggapi lingkungan sekitar dengan sangat terbatas atau monoton disebut sebagai “.....” atau “instinct”.  
Instinct yang dimiliki hewan ini merupakan bawaan dari sang Pencipta untuk mempertahankan kelestarian hidupnya.

- Bgm dg manusia? Manusia lemah jasmani dibanding hewan, secara rohaniah atau akal budi daya nalar manusia lebih tinggi.
- Kelebihan manusia: kemampuan berpikir dengan kata lain “*curiosity*”-nya tidak ‘.....’ tidak tetap itu sepanjang zaman.
- Rasa ingin tahu manusia berkembang , mempunyai kemampuan berpikir dan bertanya terus setelah tahu tentang “apa” “bagaimana” dan “mengapa” begitu.
- Manusia hidup tidak saja terbatas untuk mempertahankan jenisnya saja (**natural man**) akan tetapi juga bertujuan untuk hidup lebih baik (**cultural man**), tidak asal kenyang dan aman saja akan tetapi bagaimana hidup bisa lebih enak dan lebih baik.

# Perbedaan Manusia dengan binatang :

- a. Manusia dapat berpikir (homo sapien)
- b. Manusia dapat membuat alat (homo faber)
- c. Manusia dapat berbicara (homo longuens)
- d. Manusia hidup bermasyarakat (homo socius)
- e. Manusia dapat berdagang (homo economicus)
- f. Manusia sadar ada kekuatan diluar dirinya (homo religius).

# Mitos dan Pengetahuan

- Rasa ingin tahu pada akhirnya akan membentuk pengetahuan. Pengetahuan satu dengan yang lain kemudian berasosiasi membentuk pengetahuan yang baru.
- Rasa ingin tahu manusia ternyata tidak dapat terpuaskan hanya atas dasar pengamatan maupun pengalamannya, mengingat indera manusia sangat terbatas sehingga mungkin timbul salah informasi, salah tafsir dan mungkin juga disebabkan oleh salah pemikiran.
- Untuk meningkatkan ketepatan alat indera tersebut dapat juga dilatih, namun tetap sangat terbatas.
- usaha lain adalah menciptakan alat, meskipun alat, meskipun, alat yang diciptakan ini masih mengalami kesalahan

- Pengetahuan adalah sesuatu yang diketahui oleh manusia.
- Berpikir adalah suatu proses atau kegiatan untuk menemukan pengetahuan yang benar.
- Suatu proses berpikir dalam rangka menarik sebuah kesimpulan yang nantinya akan menjadi suatu pengetahuan baru yang benar disebut dengan Penalaran, yang mempunyai ciri logis dan analisis, bukan dasarkan pada kepercayaan.
- Mitos: pengetahuan-pengetahuan baru yang bermunculan didasarkan pada kepercayaan. Peursen dalam Aly (1992) menyatakan mitos adalah suatu cerita yang memberikan pedoman atau arah tertentu kepada sekelompok orang. Cerita berdasarkan atas mitos disebut dengan **legenda**.

- Tiga tahap sejarah perkembangan manusia menurut A. Comte:
  1. Tahap teologis atau tahap metafisika; manusia menyusun mitos atau dongeng untuk mengenal realita atau kenyataan, yaitu pengetahuan yang tidak objektif, melainkan subjektif.
  2. Tahap filsafat
  3. Tahap positif atau tahap ilmu; manusia mampu berpikir positif atau riil atas dasar ilmu pengetahuan yang telah dicapainya yg dikembangkan secara pesat melalui pengamatan, percobaan dan perbandingan antara fenomena satu dg yg lain.

## Rasa Ingin Tahu dan Mitos

Mitos merupakan cerita yang dibuat-buat atau dongeng

yang pada umumnya menyangkut tokoh kuno seperti dewa,

manusia perkasa, yang gunanya untuk menjawab keterbatasan pengetahuan manusia tentang alam.

Pengetahuan tentang Mitos disebut Mitologi.

Mitologi banyak muncul dalam zaman pra sejarah.

Ada tiga macam Mitos :

- 1. Mitos sebenarnya
- 2. Cerita rakyat.
- 3. Legenda.

Contoh : mitos tentang Pelangi, Mitos sunan kudus, dan Mitos Dayang Sumbi.

## **Sebab timbulnya mitos:**

- Adanya keterbatasan pengetahuan manusia:
  - Pengelihatan
  - Pendengaran
  - Penciuman
  - Alat peraba
- Keterbatasan penalaran manusia
- Hasrat ingin tahu terpenuhi sementara

# Puncak Pemikiran Mitos

- pd zaman Babilonia (700-600 SM). Mereka berpendapat bhw alam semesta sbg ruangan setengah bola dengan bumi yg datar sbg lantainya, langit & bintang2 sbg atapnya. Yang menakjubkan mereka telah mengenal bidang ekliptika sbg bidang edar matahari & menetapkan perhitungan satu tahun yaitu satu kali matahari beredar ketempat semula, yaitu 365,25 hari.
- Pengetahuan dan ajaran tentang orang babilonia setengahnya merupakan dugaan, imajinasi, kepercayaan atau mitos pengetahuan semacam ini disebut pseudo science (sains palsu).

**Manusia berperasaan dan Rasional : *Perasaan adalah fungsi jiwa untuk mempertimbangkan dan mengukur sesuatu menurut rasa senang dan tidak senang.***

- *Perasaan rendah* sifatnya biologis yang dimiliki oleh binatang. Misal rasa lapar, rasa seksual.
- *Perasaan luhur*, sifatnya rohani yang hanya dimiliki oleh manusia. Misal cinta kasih, tanggung jawab.
- *Rasional* adalah, menerima sesuatu atas dasar kebenaran pikiran atau rasio.
- Kemampuan manusia mempergunakan daya akalnya disebut *intelelegensi*.

Cara-cara lama dalam memperoleh pengetahuan dilakukan manusia dengan masih mengandalkan perasaan daripada pikiran. Yaitu :

1. Prasangka
2. Intuisi
3. Coba-coba (trial and error).

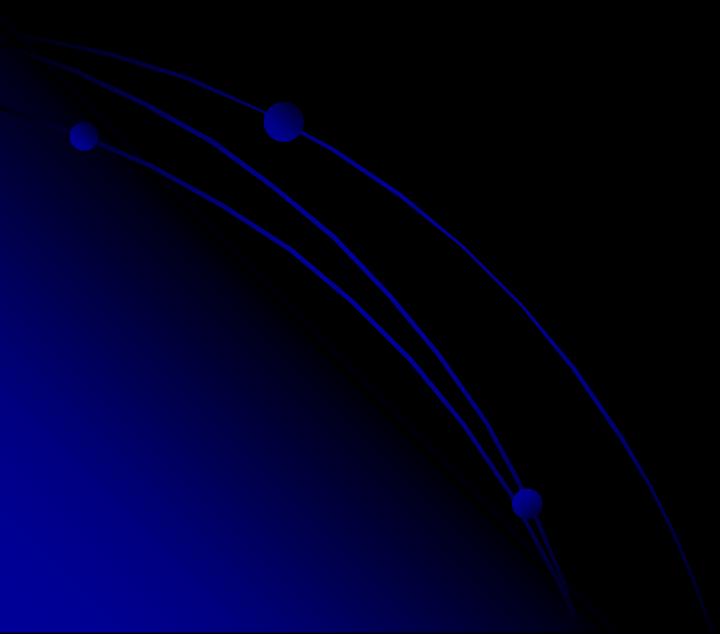
Pikiran manusia berkembang, ke arah rasional dan didukung oleh pengalaman (empiris).

Dalam menerima kebenaran manusia menggunakan *logika*, yaitu pengetahuan dan kecakapan untuk berpikir lurus, tepat dan sehat

- Menurut Darmadji (1985), cara memperoleh pengetahuan yang tidak didasarkan pada penalaran di antaranya adalah:
  - Pengambilan kesimpulan bdsk perasaan.
  - Intuisi, kegiatan berpikir yg tdk analitis, tdk bdsk pola berpikir tertentu.
  - wahyu;; pengetahuan yang disampaikan oleh Tuhan kpd manusia. Pengetahuan ini disalurkan lewat utusan-NYA shg manusia mempunyai keyakinan bahwa apa yang diwahyukan adalah benar.
  - Trial and error, memperoleh pengetahuan dengan coba-coba. Metode ini memerlukan waktu yg lama shg tdk efektif sbg cara utk memperoleh pengetahuan.

**Lima pentahapan progresivitas manusia :**

1. **Antroposentris**
2. **Geosentris**
3. **Heliosentris**
4. **Galaktosentris**
5. **Asentris.**



# IKHTISAR PERKEMBANGAN WAWASAN MANUSIA

Tingkatan	Pengertian	Contoh
Antroposentris	Manusia yg menjadi pusat segala-galanya	Kelahiran, kematian org penting mempengaruhi kondisi alam (raja).
Geosentris	Bumi yg menjadi pusat Segala-galanya	Matahari, bulan, bintang Berputar mengelilingi bumi (Ptolomeus)
Heliosentris	Matahari yg menjadi pusat Sistem tata surya	Matahari memiliki sejumlah Planet dan planet memiliki Satelit (Rotasi)
Galaktosentris	Galaksi menjadi pusat dari Sejumlah tata surya	Bima sakti menjadi pusat Galaksi dalam tata surya
Asentris	Tidak ada yg menjadi pusat, semua beredar dlm Kontelasi alamiah.	Merupakan kekuasaan Tuhan.

- **Ontologi:** merupakan salah satu kajian kefilsafatan yang paling kuno dan berasal dari Yunani.
- Studi tersebut membahas keberadaan sesuatu yang bersifat konkret.
- Tokoh Yunani yang memiliki pandangan yang bersifat ontologis dikenal seperti Thales, Plato, dan Aristoteles. Pada masanya, kebanyakan orang belum membedaan antara *penampakan* dengan *kenyataan*.



427-347 bc



384-322 bc

## ● Anaximander.

- Langit yg kt lihat adalah  $\frac{1}{2}$  saja, langit dan isinya beredar mengelilingi bumi ia juga mengajarkan membuat jam dengan tongkat.

## ● Anaximenes (560-520 sm).

- Mengatakan unsur2 pembentukan semua benda adalah air, spt pendapat Thales. Air merupakan salah satu bentuk benda bila merenggang menjadi api dan bila memadat menjadi tanah.

## ● Herakleitos (560-470 SM):

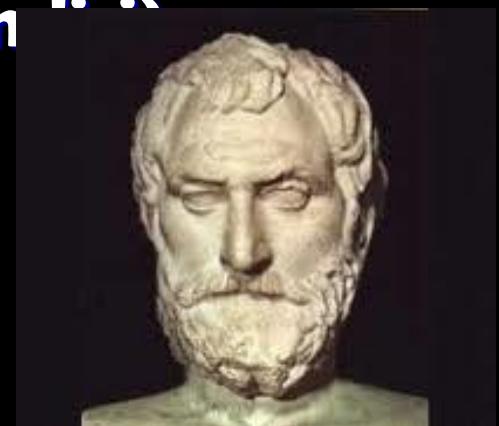
- Mengoreksi pendapat anaximenes, justru apilah yg menyebabkan transmutasi, tanpa ada api benda2 akan spt adanya.

## ● Phytagoras (500 SM):

- mengatakan unsur semua benda adalah empat; yaitu tanah, api, udara dan air. Ia juga mengungkapkan dalil Phytagoras  $C^2 = A^2 + B^2$ , sehubungan dengan alam semesta ia mengatakan bahwa bumi adalah bulat dan seolah2 benda lain mengitari bumi termasuk matahari.

- Demokritos (460-370 SM):
  - Bila benda dibagi terus maka pada suatu saat akan sampai pd bagian terkecil yg dsbt atomos atau atom, istilah atom tetap dipakai smp saat ini namun ada perubahan konsep.
- Empedokles (480-430 SM):
  - Menyempurnakan pendapat Phytagoras, ia memperkenalkan tentang tenaga penyekat atau daya tarik menarik dan data tolak menolak. Kedua tenaga ini dapat mempersatukan atau memisahkan unsur-unsur.
- Plato (427-345 SM):
  - Mempunyai pemikiran berbeda dgan orang sebelumnya, ia mengatakan bhw keanekaragaman yg tampak ini sebenarnya hanya suatu duplikat saja dari semua yg kekal dan immaterial.

- Thales terkenal sebagai filsuf yang pernah sampai pada kesimpulan bahwa *air* merupakan substansi terdalam yang merupakan asal mula segala sesuatu. Namun yang lebih penting ialah pendiriannya bahwa mungkin sekali segala sesuatu itu berasal dari satu substansi belaka (sehingga sesuatu itu tidak bisa dianggap ada berdiri sen



624 – c. 546 BC

- **Aristoteles (384-322 SM):**

Ia ahli pikir (filsuf), membuat intisari ajaran orang sebelumnya dgan membuang ajaran yang tdk masuk akal dan memasukkan pendapatnya sendiri.

Ia mengajarkan unsur dasar alam yang disebut **Hule**. Zat ini tergantung kondisi sehingga dpt berwujud tanah, air, udara atau api. Terjadi transmutasi disebabkan oleh kondisi, dingin, lembab, panas, dan kering. Dalam kondisi lembab hule akan berwujud sbg api, sedang dalam kondisi kering ia berwujud tanah.

Ia mengajarkan juga bhw tdk ada ruang yg hampa, jika ruang itu tidak terisi suatu benda maka ruang itu diisi oleh **eter**.

Mengajarkan ttg klasifikasi hewan yg ada dimuka bumi ini.

- Aristotle's intellectual range was vast, covering most of the sciences and many of the arts, including biology, botany, chemistry, ethics, history, logic, metaphysics, rhetoric, philosophy of mind, philosophy of science, physics, poetics, political theory, psychology, and zoology.
- He was the founder of formal logic, devising for it a finished system that for centuries was regarded as the sum of the discipline; and he pioneered the study of zoology, both observational and theoretical, in which some of his work remained unsurpassed until the 19th century. But he is, of course, most outstanding as a philosopher. His writings in ethics and political theory as well as in metaphysics and the philosophy of science continue to be studied, and his work remains a powerful current in contemporary philosophical debate.

- Ptolomeus (127-151 SM):
  - mengatakan bhw bumi adlah pusat tata surya (geocentric), berbentuk bulat diam seimbang tanpa tiang penyangga.
- Avicenna (Ibn-Shina; ***Abū ’Alī al-Husayn ibn ’Abd Allāh ibn Sīnā***; Lahir 980 Bukhara-Iran ; wafat 1037 di Hamadan:
  - Iranian physician, the most famous and influential of the philosopher-scientists of Islam. He was particularly noted for his contributions in the fields of Aristotelian philosophy and medicine. He composed the *Kitāb al-shifā* (“Book of Healing”), a vast philosophical and scientific encyclopaedia, and *The Canon of Medicine*, which is among the most famous books in the history of medicine.

- He had memorized the Qur'ān and much Arabic poetry by the age of 10.
- Thereafter, he studied logic and metaphysics under teachers whom he soon outgrew and then spent the few years until he reached the age of 18 in his own self-education. He read avidly and mastered Islamic law, then medicine, and finally metaphysics.
- Particularly helpful in his intellectual development was his gaining access to the rich royal library of the Sāmānids—the first great native dynasty that arose in Iran after the Arab conquest—as the result of his successful cure of the Sāmānid prince Nūḥ ibn Mansūr.
- By the time he was 21 he was accomplished in all branches of formal learning and had already gained a wide reputation as an outstanding physician. His services were also sought as an administrator, and for a while he even entered government service as a clerk.

- Two most famous works. *Kitāb al-shifā'* is probably the largest work of its kind ever written by one man. It treats of logic, the natural sciences, including psychology, the *quadrivium* (geometry, astronomy, arithmetic, and music), and metaphysics, but there is no real exposition of ethics or of politics. His thought in this work owes a great deal to Aristotle but also to other Greek influences and to Neoplatonism.
- *The Canon of Medicine* (*Al-Qānūn fī al-ṭibb*) is the most famous single book in the history of medicine in both East and West. It is a systematic encyclopaedia based for the most part on the achievements of Greek physicians of the Roman imperial age and on other Arabic works and, to a lesser extent, on his own experience (his own clinical notes were lost during his journeys).

- Avicenna spent almost every night with his students composing these and other works and carrying out general philosophical and scientific discussions related to them. These sessions were often combined with musical performances and gaiety and lasted until late hours of the night.

- Al-Biruni (*Abū ar-Rayḥān Muḥammad ibn Aḥmad al-Bīrūnī*). (973-1048)
  - Seorang ahli ilmu pengetahuan kontemporer. Pada abad 9-11 Ilmu Pengetahuan dan filsafat Yunani banyak diterjemahkan dan dikembangkan dalam bahasa Arab.
  - Possessing a profound and original mind of encyclopaedic scope, al-Bīrūnī was conversant with Turkish, Persian, Sanskrit, Hebrew, and Syriac in addition to the Arabic in which he wrote.
  - He applied his talents in many fields of knowledge, excelling particularly in astronomy, mathematics, chronology, physics, medicine, and history. He corresponded with the great philosopher Ibn Sīna (Avicenna). Some time after 1017 he went to India and made a comprehensive study of its culture. Later he settled at Ghazna in Afghanistan. In religion he was a Shī‘ite Muslim, but with agnostic tendencies.

- Al-Bīrūnī's most famous works are *Āthār al-bāqīyah* (*Chronology of Ancient Nations*); *At-Tafhīm* ("Elements of Astrology"); *Al-Qanūn al-Mas'ūdī* ("The Mas'ūdī Canon"), a major work on astronomy, which he dedicated to Sultan Mas'ūd of Ghazna; *Tā'rīkh al-Hind* ("A History of India"); and *Kitāb as-Saydalah*, a treatise on drugs used in medicine.
- In his works on astronomy, he discussed with approval the theory of the Earth's rotation on its axis and made accurate calculations of latitude and longitude.
- In those on physics, he explained natural springs by the laws of hydrostatics and determined with remarkable accuracy the specific weight of 18 precious stones and metals.
- In his works on geography, he advanced the daring view that the valley of the Indus had once been a sea basin.

**Hakekat kenyataan atau realitas memang bisa didekati ontologi dengan dua macam sudut pandang:**

- 1. Kuantitatif**, yaitu dengan mempertanyakan apakah kenyataan itu tunggal atau jamak?
- 2. Kualitatif**, yaitu dengan mempertanyakan apakah kenyataan (realitas) tersebut memiliki kualitas tertentu, seperti misalnya daun yang memiliki warna kehijauan, bunga mawar yang berbau harum.

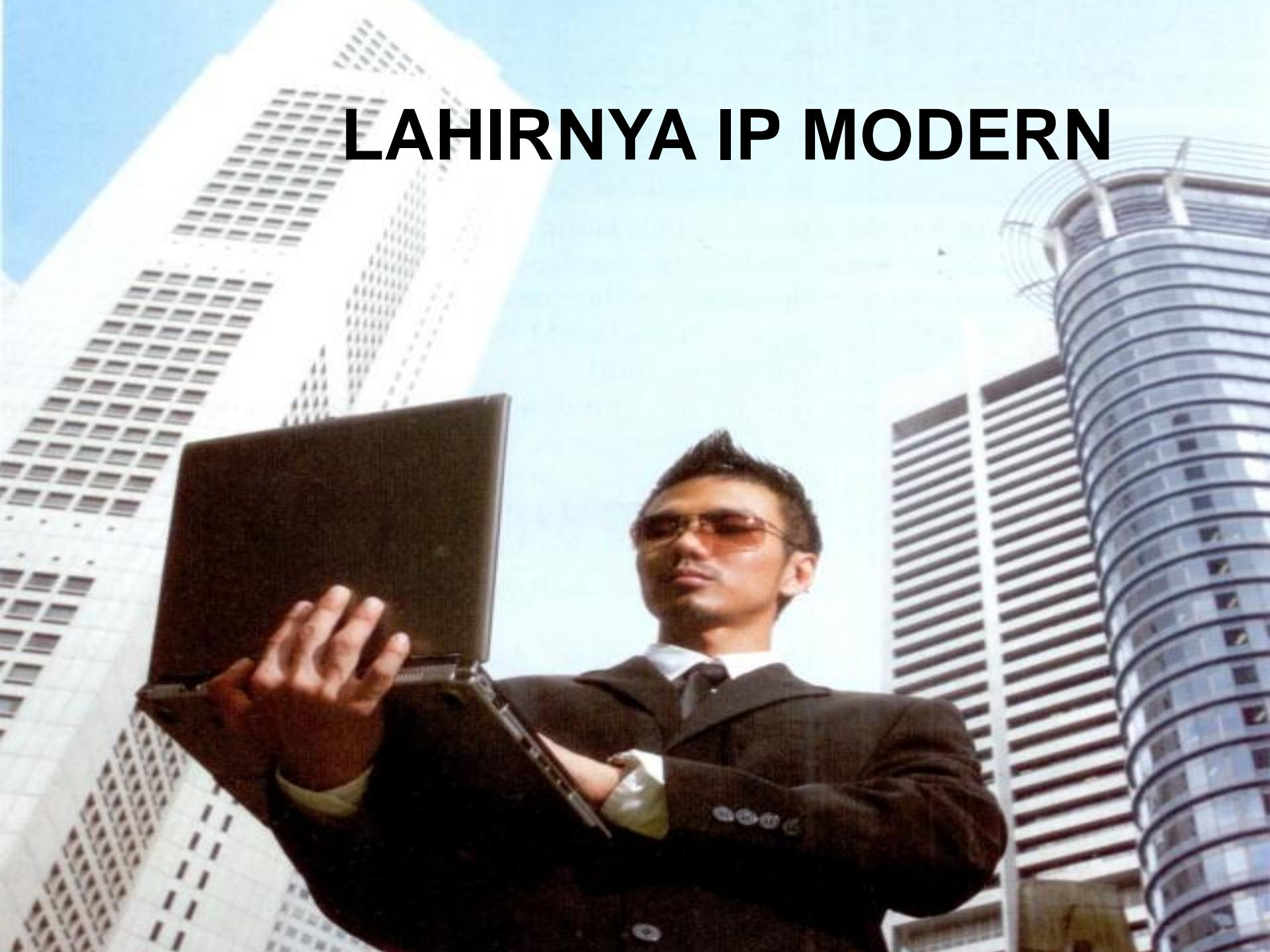
**Secara sederhana ontologi bisa dirumuskan sebagai ilmu yang mempelajari realitas atau kenyataan konkret secara kritis.**

- **Beberapa aliran dalam bidang ontologi, yakni realisme, naturalisme, empirisme**
- Istilah istilah terpenting yang terkait dengan ontologi adalah:
  - yang-ada (being); kenyataan/realitas (reality); eksistensi (existence) ; esensi (essence); substansi (substance), perubahan (change); tunggal (one); jamak (many).
- “Formal ontology” and contrasted it with special “regional ontologies,” such as the ontologies of nature, mathematics, mind, culture, and religion.
- Ontologi ini pantas dipelajari bagi orang yang ingin memahami secara menyeluruh tentang dunia ini dan berguna bagi studi ilmu-ilmu empiris (misalnya antropologi, sosiologi, ilmu kedokteran, ilmu budaya, fisika, ilmu teknik dan sebagainya).

## Pertanyaan:

1. Apa yang dimaksud *curiosity*"-nya tidak 'idle' pada manusia?
2. Dengan apa manusia mempertahankan dirinya dibandingkan dengan hewan lain manusia secara fisik sangat lemah?
3. Apa yang menyebabkan pengetahuan manusia terus berkembang?
4. Jelaskan proses perkembangan pola pikir manusia secara jelas dan ringkas!
5. Apa yang dimaksud dengan:
  1. Mitos
  2. Ontologi
  3. Antropologi
  4. sosiologi
6. Sebutkan:
  1. beberapa aliran dalam bidang ontologi
  2. Tahap perkembangan pola pikir manusia!

# LAHIRNYA IP MODERN



- IP pada mulanya berkembang sangat lambat sampai abad pertengahan (abad 15-16). Perkembangan sedikit lebih pesat terutama setelah Copernicus yang diperkuat Galileo mengubah konsep geosentris menjadi heliosentris dan sekaligus mengubah kepercayaan penguasa dan agama pada saat itu.
- Penemuan tersebut dimungkinkan karena berkembangnya alat bantu penelitian (teropong bintang) yang lebih baik.
- Periode tersebut dikenal sebagai **permulaan abad ilmu pengetahuan modern** yang menetapkan suatu kebenaran berdasarkan induksi atau eksperimen.
- Perubahan konsep ilmu yang radikal tersebut mempengaruhi cara berfikir dan sekaligus memacu perkembangan ilmu sampai terjadinya revolusi industri pada abad ke-19

# Diagram periode pengembangan IPA



abad

15

16

19

20

- Pseudo science
- Mitos
- Logika

- Awal IPA sekarang
- Heliosentris
- Liberalisme
- Penemuan alat bantu

- Revolusi industri
- Penemuan mesin modern:
- Mesin uap, kertas, cetak dll

- IPA modern
- Alat riset canggih
- Telaah mikroskopik
- Penemuan anomali teori sebelumnya
- Konsep baru (modern)

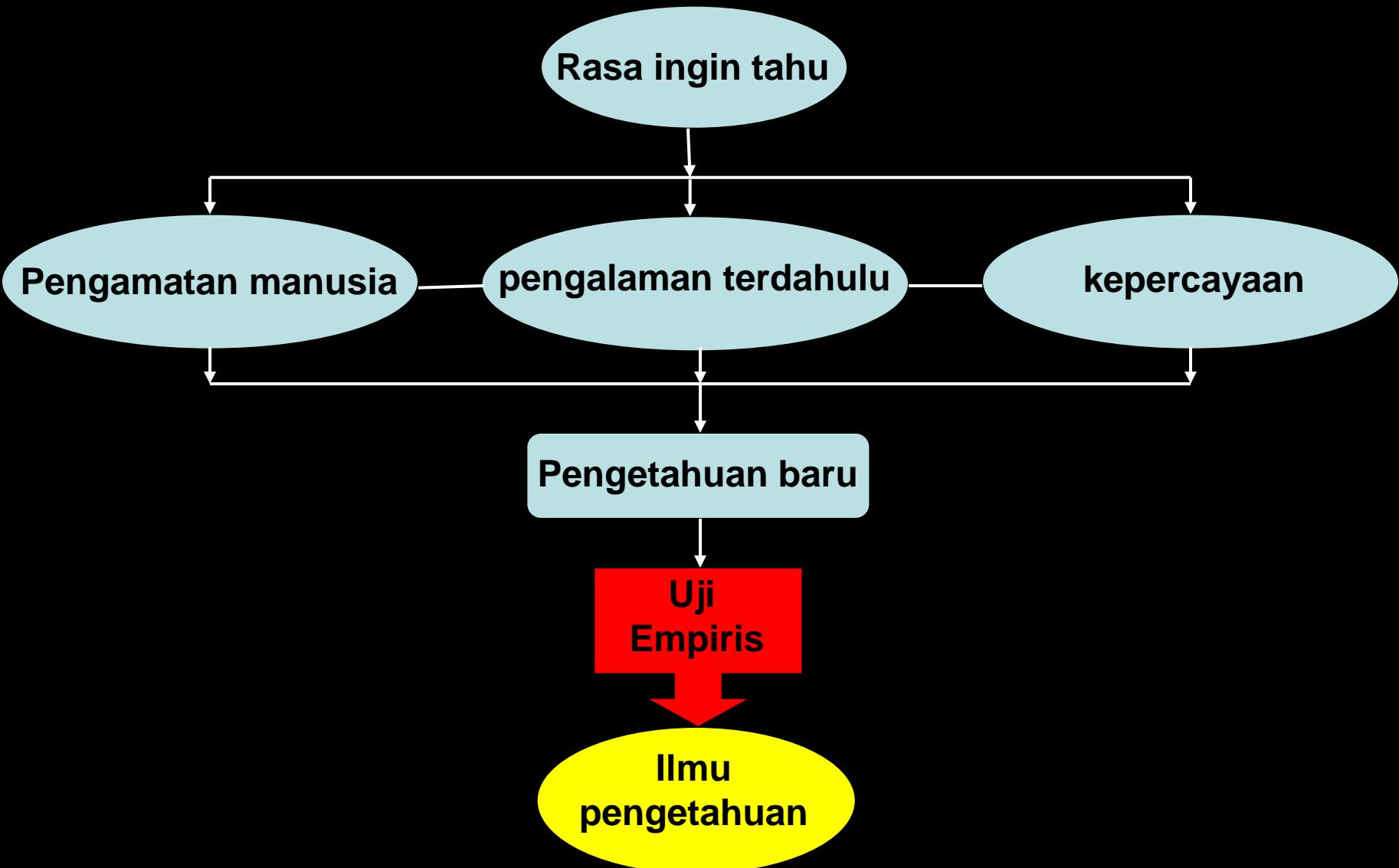


Sifat:

- Mikroskopis
- Analisis tingkat tinggi
- Abstraksi dalam

Sehingga penggolongan IPA menjadi “klasik” dan “modern” sama sekali bukan berkaitan dengan waktu maupun klasifikasi bidang ilmu,namun penggolongan ini mengacu kepada konsepsi berfikir, cara memandang dan cara menganalisis suatu fenomena alam.

# Lahirnya IP Modern



- Pengetahuan yang didapatkan dengan jalan di luar penalaran belum dapat dikatakan sebagai ilmu.
- Pengetahuan harus bersifat universal dan mempunyai sebuah keteraturan.
- Pengetahuan ≠ ilmu pengetahuan?

### **Ciri/landasan Ilmu:**

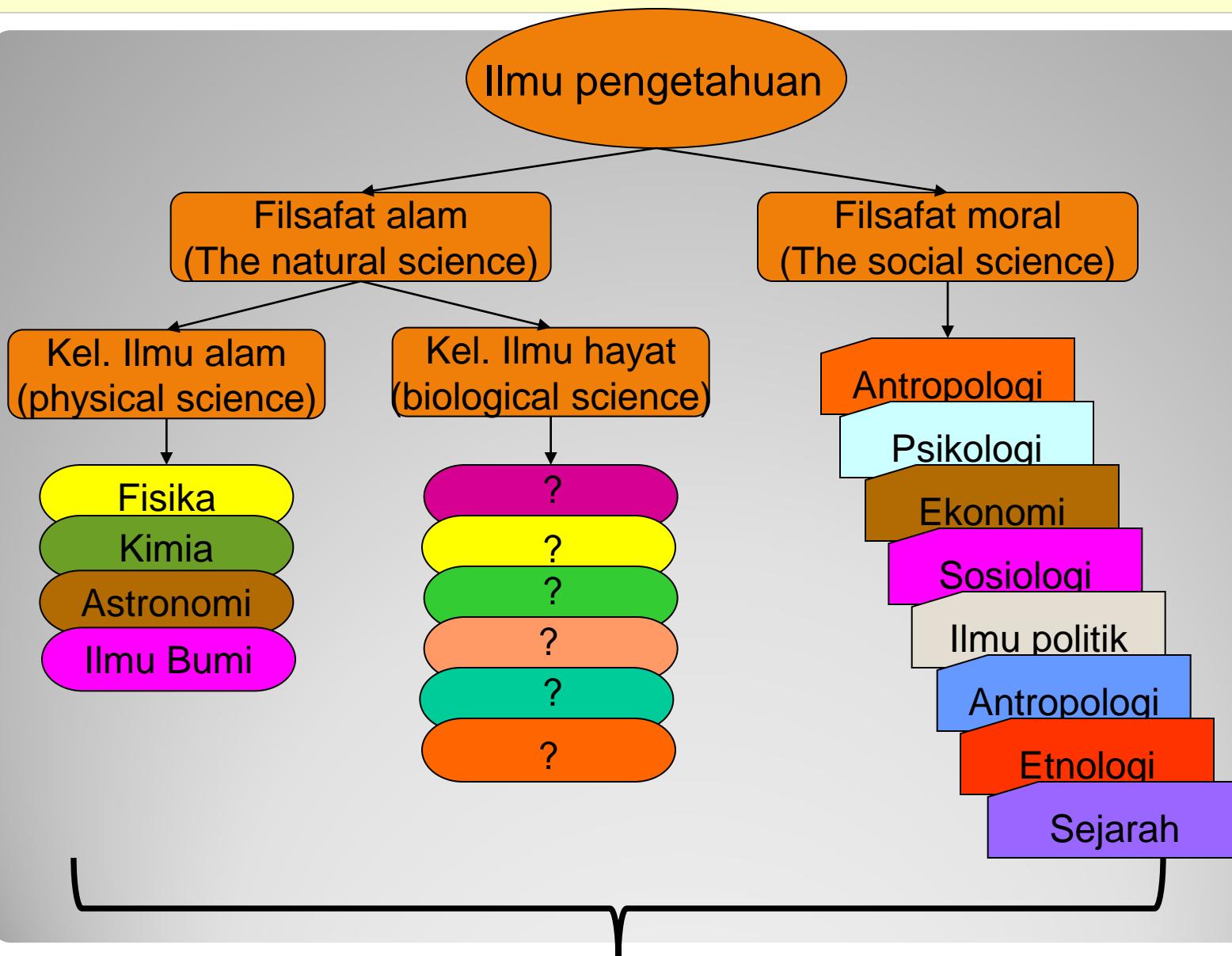
- **Ontologi Ilmu**
- **Epistemologi ilmu**
- **Aksiologi Ilmu**

**A.Ontologi Ilmu:** Landasan yang didasarkan pada jawaban yang diberikan oleh ilmu terhadap pertanyaan-pertanyaan. “ Apakah yang ingin diketahui ilmu?” “Apakah yang menjadi bidang telaah ilmu?” “Bagaimana wujud hakiki objek tersebut?”

Objek penalaahan adalah seluruh segi kehidupan yang dapat diuji oleh panca indera manusia. Ilmu membatasi diri pada hal yang bersifat *empiris* (**terjangkau oleh fitrah pengalaman manusia dengan menggunakan panca indera**). Ilmu mempelajari objek2 empiris contohnya batuan, hewan, pertumbuhan dan perkembangan, meletusnya gunung merapi, perbedaan gerakan pada bintang dll. Objek yang diluar jangkuan pengalaman manusia tidak termasuk dalam penelaahannya. Penelaahaan terus menerus secara mendalam melahirkan cabang-cabang ilmu pengetahuan . Jadi “*Ilmu berorientasi pada dunia empiris*”

Menurut Purnama (1996) dalam usaha memperoleh pengetahuan, maka **ilmu membuat suatu asumsi** mengenai objek empiris tersebut yaitu:

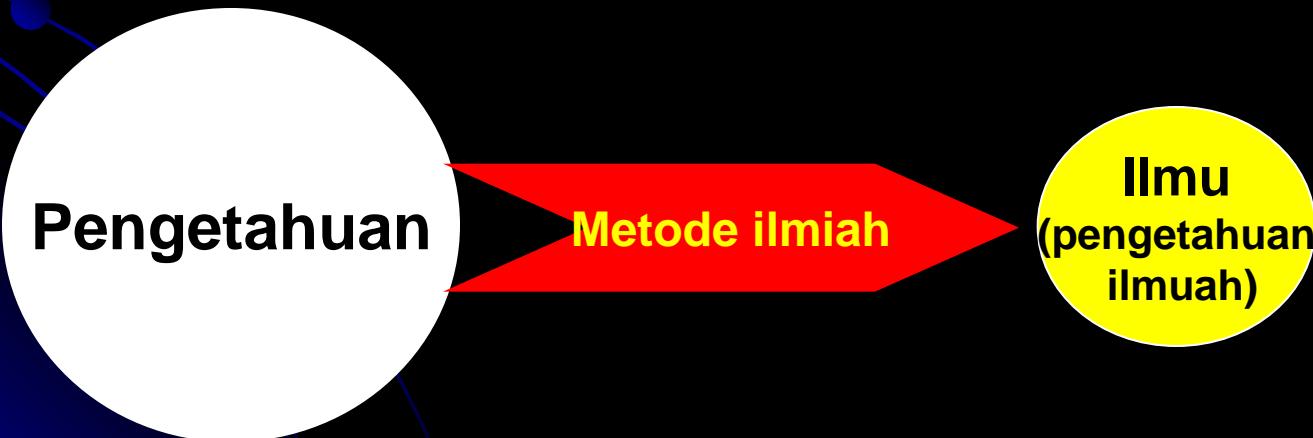
- Objek satu dengan yang lain mempunyai keserupaan misalnya bentuk struktur, sifat dsb.....> kita dapat membuat klasifikasi.
- Suatu benda dalam jangka waktu tertentu tidak mengalami perubahan (kelestarian relatif)....>dilakukan pendekatan keilmuan terhadap objek tertentu.
- Gejala bukan kejadian yang bersifat kebetulan, tetapi mempunyai pola tertentu yg bersifat tetap, dengan urutan kejadian yang lama.....> Paham determinasi (seluruh kejadian dalam alam ini sepenuhnya tunduk pada hukum yang berlaku meskipun kita menentukan batas yaitu tidak berlaku pada populasi mutlak, tetapi pada sebagian besar saja sdgkn sebagian kecil individu ada penyimpangan dari pola umum.....>menggunakan teori peluang.....>dasar statistika.



Matematika/statistika dan informatika sebagai penunjang pengembangan semua disiplin ilmu

**B. Epistemologi ilmu:** landasan yang membahas secara mendalam proses-proses yang terlibat dalam usaha manusia untuk memperoleh pengetahuan. Pada epistemologi yang dipermasalahkan adalah pertanyaan yang bersangkutan dengan:

1. Proses dan prosedur yang memungkinkan diperolehnya pengetahuan berupa ilmu
2. Cara, teknik atau sarana yang membantu memperoleh ilmu tersebut
3. Hal2 yang hars diperhatikan agar diperoleh ilmu tersebut
4. Hal2 yang hars diperhatikan agar diperoleh pengetahuan yang benar
5. Kebenaran dan kriteria tentang kebenaran



Teori kriteria “kebenaran”:

1. **Teori koheren**: suatu pernyataan/kesimpulan tersebut koheren atau konsisten dengan pernyataan-pernyataan/kesimpulan terdahulu yang telah dianggap benar.
  2. **Teori korespondensi**: suatu pernyataan benar bila materi pengetahuan yang terkandung dalam pernyataan berkorespondensi (berhubungan) dengan objek yang dituju oleh pernyataan tersebut.
- 
- Dalam melakukan penalaran teoritis yang berdasarkan logika deduktif, digunakan teori koheren. Sedangkan dalam proses untuk membuktikan secara empiris digunakan teori korespondensi.

**C. Aksiologi Ilmu (nilai ilmu):** Ilmu pengetahuan yang teruji kebenarannya adalah ***relatif (contoh, tentang planet pluto)***. perkembangan IP baik yang murni maupun terapan tiada habis karena rasa keingin tahu manusia dan peningkatan kebutuhan hidup manusia yang tiada habisnya.

Peranan IP dalam memecahkan persoalan pemberantasan penyakit, kelaparan, kemiskinan dan meningkatkan kesejahteraan.

Dampak negatif IP: penurunan penggunaan tenaga manusia, gap yang membesar antara yang kuat dan lemah karena kesempatan dan kemampuan akses terhadap teknologi. Kemajuan IP dapat menimbulkan malapetaka sebab penyalahgunaannya, contoh.....

“Ilmu merdeka, bebas dari nilai ?”

“Ilmu tidak bisa dicampuri oleh pihak lain termasuk agama?”

“Ilmu adalah kekuasaan”

“Ilmu adalah netral?”

Ilmu harus memihak pada kepentingan manusia.

Ilmu harus mempunyai landasan moralitas, yaitu martabat manusia.

# Kriteria Ilmiah

Perkembangan pola pikir manusia yang dimulai dari zaman Babylonia P(650 SM) dimana orang percaya pada mitos, ramalan nasib berdasarkan pertingangan, percaya banyak dewa. Pengetahuan tersebut mereka peroleh dengan cara:

1. **Prasangka**, anggapan benar padahal baru merupakan kemungkinan benar bahkan kadang tidak mungkin benar. Contoh...
2. **Intuisi**, pendapat seseorang yang diangkat dari perbendaharaan pengetahuan terdahulu melalui suatu proses yang tidak disadari. Pendapat muncul tanpa berpikir, sukar dipercaya, ungkapan sering juga benar tetapi kadang tidak cocok dengan kenyataan. Contoh..seorang astrolog..
3. **Trial and error**, metode coba-coba, untung-untungan. Contoh trial and error yang berguna penemuan obat malaria dengan merendam batang kina, penemuan vaksin oleh dokter Edward Jenner dengan mencoba terdahulu kepada anaknya sendiri. Cara ini tidak efisien sebagai cara untuk mencari kebenaran. Contoh lain...

- Pengetahuan ilmiah (ilmu pengetahuan) adalah gabungan penalaran secara deduktif dan induktif. Pen. deduktif berkaitan terkait dengan rasionalisme, sdgk induktif berkaitan dengan empirisme.
- Pengetahuan ilmiah adalah yang telah terbukti kebenarannya.

### **Syarat pengetahuan dikatakan ilmiah:**

#### **1. Objektif**

“pengetahuan itu sesuai dengan objeknya; kesesuaian dibuktikan dengan hasil penginderaan atau empiris”

#### **2. Metodik.**

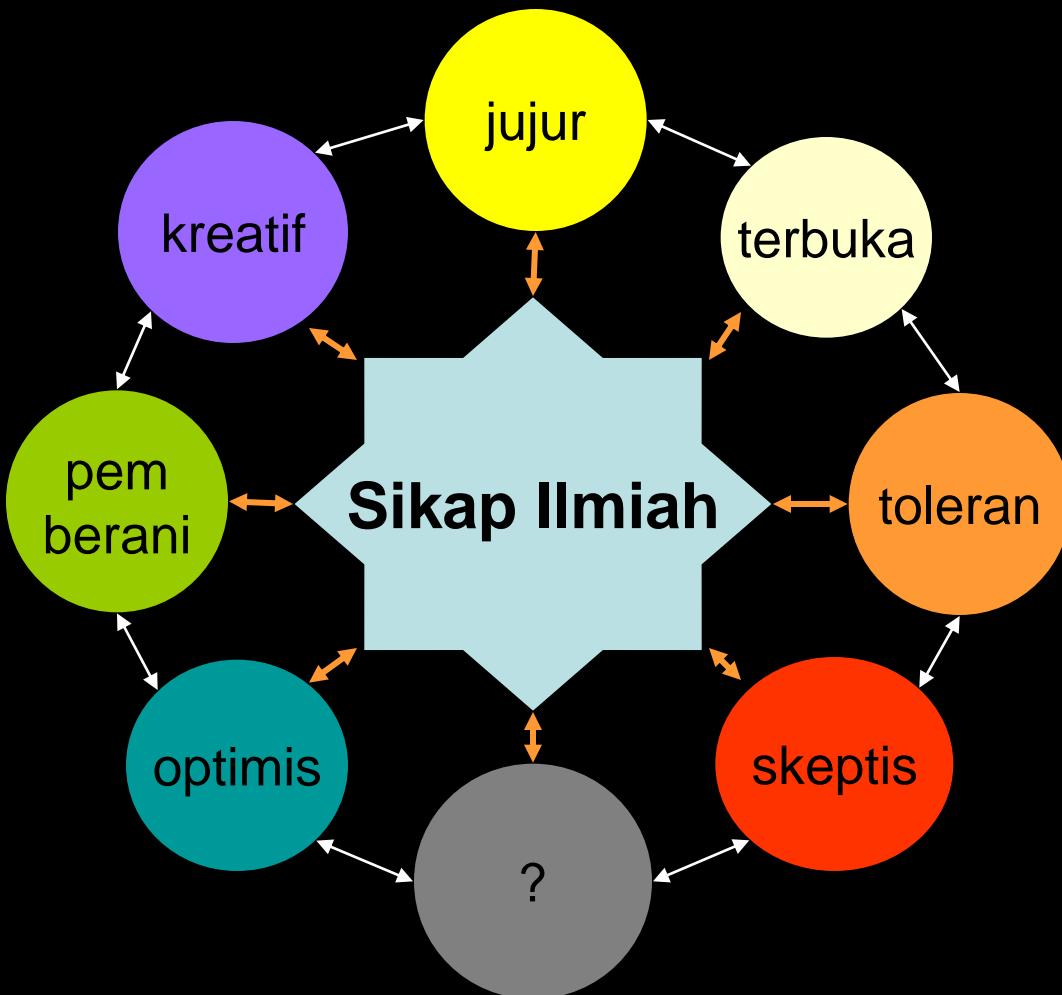
“pengetahuan diperoleh dengan menggunakan cara-cara tertentu dan terkontrol”

#### **3. Sistematik.**

“Pengetahuan tersebut tersusun dalam suatu sistem, tidak berdiri sendiri, satu dengan lain salin berkaitan, dan menjelaskan sehingga seluruhnya merupakan satu kesatuan yang utuh’.

#### **4. Berlaku Umum**

“semua orang dengan cara eksperimentasi yang lama akan memperoleh hasil yang sama atau konsisten”



# Induktif dan Deduktif:

Teori Ilmuwan zaman Yunani identik dengan pemikiran yang bersifat filsafat **deduktif** yang berupa pernyataan umum, seperti yang dinyatakan Aristoteles.

Ditinjau dari sejarah cara berpikir manusia, pada dasarnya terdapat dua cara pokok untuk memperoleh pengetahuan yang benar, yaitu:

- A. Rasionalisme: cara yang didasarkan pada rasio.
- B. Empirisme: cara yang berdasarkan pengalaman / penelitian.

## A. Rasionalisme

Tokoh pelopor: Descrates, "ratio merupakan sumber dan pangkal dari segala pengertian. Hanya ratio sajalah yang dapat membawa orang kepada kebenaran dan dapat memberi pimpinan dalam segala jalan pikiran."

Pemecahan secara rasional berarti mengandalkan rasio dalam usaha memperoleh pengetahuan yang benar.

Dalam menyusun pikirannya kaum rasionalisme menggunakan **metode deduktif** (cara berpikir yang bertolak dari pernyataan yang bersifat umum untuk menarik kesimpulan yang bersifat khusus). Penarikan kesimpulan secara deduktif menggunakan pola berpikir yang disebut **silogisme** yang terdiri dari dua buah pernyataan dan sebuah kesimpulan. Kedua pernyataan ini disebut **premis mayor** dan **premis minor**.

*Semua m. hidup bereproduksi (premis mayor)*

*Bakteri adalah m. hidup (premis minor)*

*Jadi bakteri bereproduksi (kesimpulan)*

Kesimpulan benar bila kedua premis benar, cara menarik kesimpulannya benar!!

Masalah utama rasionalisme: evaluasi terhadap kebenaran dasardasar pemikiran yang digunakan dalam penalaran deduktif. Dasardasar penalaran tersebut semuanya bersumber pada penalaran rasional yang bersifat abstrak, terlepas dari segala pengalaman. Dengan demikian, maka pemikiran rasional cenderung untuk bersifat subjektif dan solipsistik, yaitu hanya benar dalam kerangka pemikiran tertentu yang berada dalam otak orang yang berpikir tersebut.

Contohnya, sejarah anggapan semua logam dapat diubah menjadi emas bila telah mencapai kedewasaannya.

## B. Empirisme

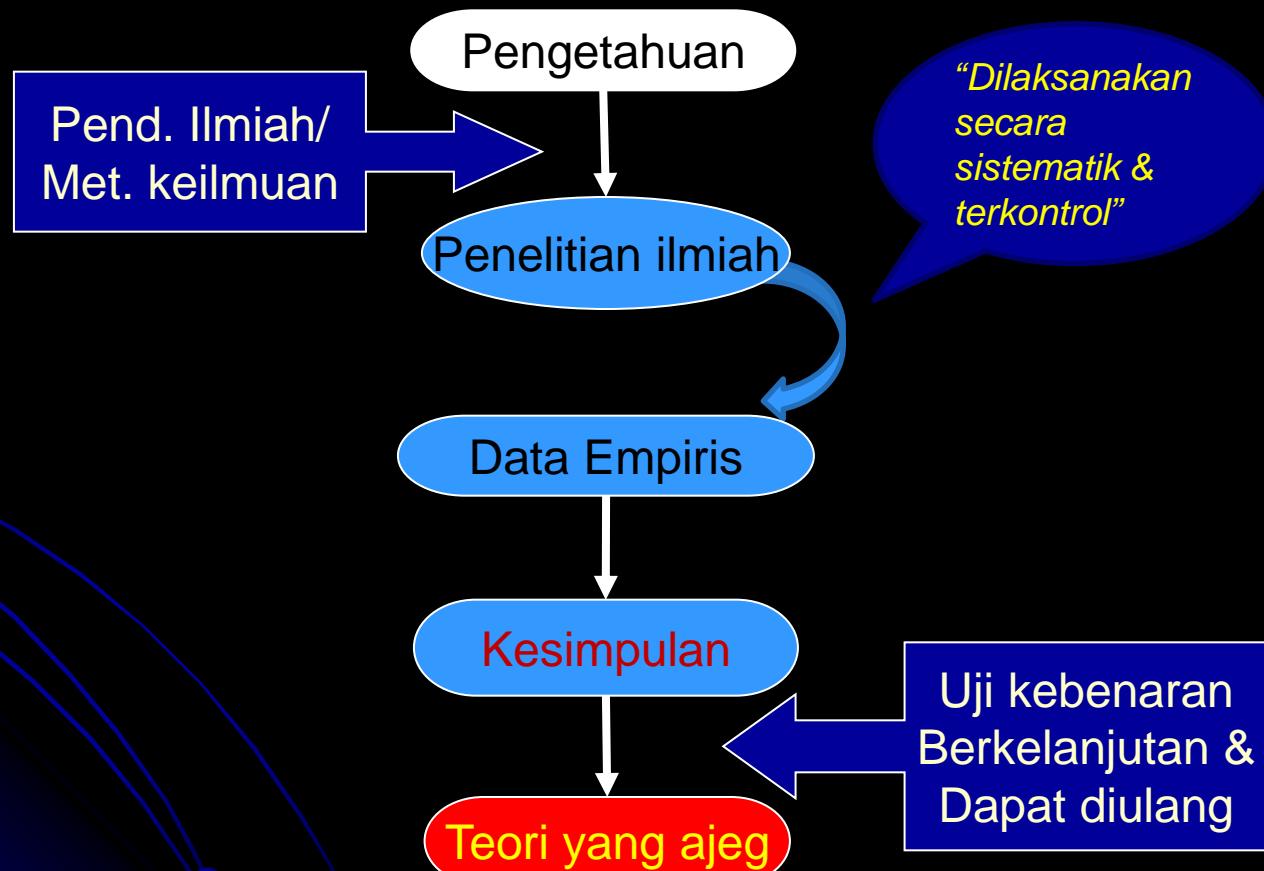
Pengetahuan manusia tidak diperoleh lewat penalaran rasional yang abstrak, tetapi lewat pengalaman yang kongkrit dan dapat dinyatakan lewat tangkapan panca indera. harus memenuhi syarat pengujian. Empirisme berpegang pada **prinsip keserupaan**. Pada dasarnya alam adalah teratur, gejala alam berlangsung dengan pola-pola tertentu, sehingga kita mengenal hukum alam.

Kaum empirisme menyusun pengetahuan dengan menggunakan **penalaran induktif** (menarik kesimpulan umum dari hal khusus), Contoh: besi, tembaga, almuniun dsb jika dipanasi ternyata bertambah panjang/mengembang. Jadi dapat disimpulkan bahwa secara umum semua logam jika dipanasi akan bertambah panjang. Contoh lain.....

Pendekatan deduktif & induktif masih memiliki kelemahan dalam, sehingga kedua pendekatan tersebut perlu digabungkan dalam mencari kebenaran.

# Met. Ilmiah & Implementasinya Dlm Kehidupan

IP yang dihasilkan dengan memadukan pendekatan antara rasionalisme dan empirisme dikenal sebagai **metode keilmuan atau pendekatan ilmiah**.



**IPA kualitatif:** tdk dpt menjawab pertanyaan bersifat kausal atau hubungan sebab akibat, hanya mampu menjawab pertanyaan ttg hal2 yg sifatnya faktual.

Contoh; penemuan 4 gunung di yupiter, bercak hitam di matahari untk mengukur kec. Rotasi matahari.

Untuk menjawab hal yang sifatnya kausal diperlukan penghitungan secara **kuantitatif**. Contoh: seorang peternak menghasilkan 20 butir telur/bulan, dg memberi makan keong maka akan dihasilkan 25 buah/bulan. Dari kenyataan

tsb blm dpt ditarik kesimpulan pengaruh penambahan keong terhadap kenaikan jlh telur bebek karena masih bersifat kasus, mgkn suatu kebetulan pada seekor bebek. Namun bila dilakukan percobaan terhdap 1000 ekor dan

999 ekor bebek menghasilkan telur spt kasus di atas maka kemungkinan bahwa benar da pengaruh pemberian keong thd jumlah telur yang dihasilkan.

**IPA kuantitatif** adalah IPA yang dihasilkan oleh metode ilmiah yang didukung oleh data kuantitatif dengan menggunakan statistik. IPA kuantitatif ini dpt disebut sebagai “IPA modern”.

Perkembangan IP menjadi sangat mantap dan pesat setelah Francis Bacon (1560-1626) menulis buku “**Novum Organum**” yg mengutarakan landasan empiris dalam mengembangkan IP dan dengan menguraikan metodenya.

Bila dilihat sejarahnya, maka IP tsb didasarkan pada:

1. Pengamatan dan pengalaman manusia yg terus menerus.
2. Pengumpulan data yang terus menerus dan dilakukan secara sistematis.
3. Analisis data yang diempuh dengan berbagai cara, al:
  - a. Analisis langsung
  - b. Analisis perbandingan
  - c. Analisis matematis dengan menggunakan model-model matematis.
4. Penyusunan model atau teori, serta penyusunan ramalan sehubungan dengan model tersebut
5. Percobaan2 untuk menguji ramalan tersebut.

# Langkah Operasional metode Ilmiah

Metode ilmiah menjamin dan menghasilkan pengetahuan yang ilmiah, yaitu bercirikan Objektifitas, konsisten dan sistematik.

## Perumusan masalah

(pertanyaan apa, mengapa, bagaimana ttg objek yang diteliti.  
Harus jelas batas2nya serta dikenal faktor2 yg mempengaruhinya)

## Penyusunan hipotesis

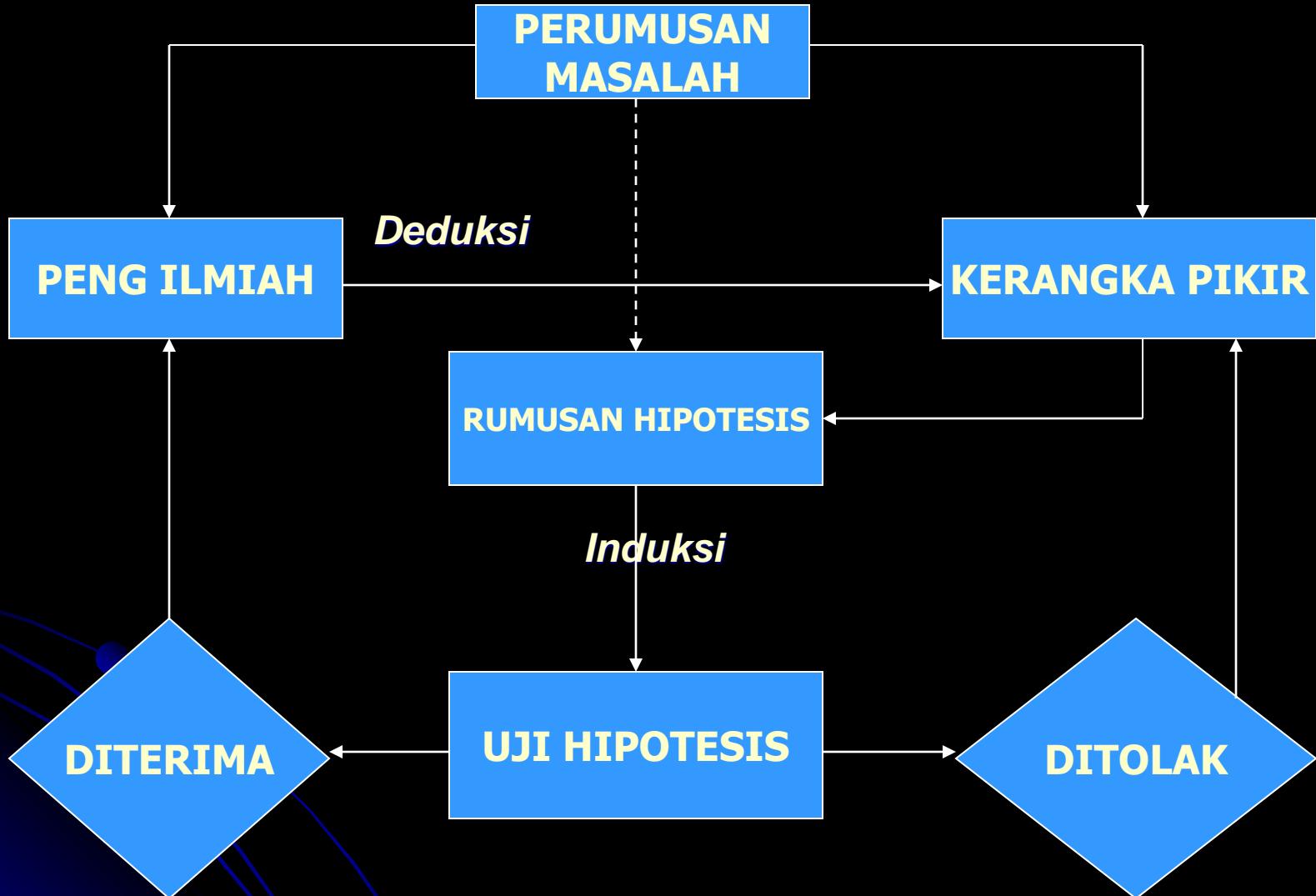
(pernyataan kesimpulan/jawaban sementara yang didukung oleh pengetahuanyang ada)

## Pengujian hipotesis

(usaha pengumpulan fakta2 yg relevan dg hipotesis, diperoleh melalui Pengamatan langsung dengan mata atau dg alat, dpt jd melalui uji coba/ eksperimen)

## Penarikan kesimpulan

(hipotesis yg diterima mrpkn suatu pengetahuan yg kebenarannya Telah diuji secara ilmiah, dan merpkn bagian dari IP)



**METODE ILMIAH**

Masjoeri jasin (2000): Langkah2 penerapan metode ilmiah:

## Penginderaan (dengan kelima indera atau dengan alat bantu)

### Masalah/problema

(menemukan masalah dengan pertanyaan, apa? Mengapa? Bagaimana? dst

### Hipotesis

Jawaban bersifat sementara.

Hipotesis tsb benar atau tdk diperlukan fakta atau data (diperoleh melalui eksperimen).

Bila hipotesis pertama ditolak, dibuat hipotesis baru yg sesuai dg fakta sbelumnya.

### Eksperimen

IA dan non IA dipisahkan, eksp yg baik harus dirancang dg seksama, semua faktor dikenalkan & hipotesis dpt diuji kebenarannya.

### Teori

Teori masih dpt dikaji kembali, begitu seterusnya

### Hukum

Landasan ilmu yang sudah tidak diragukan lagi kebenarannya

## Keterbatasan dan keunggulan metode ilmiah:

Semua kesimpulan ilmiah atau kebenaran IPA bersifat tentatif. Artinya sebelum ada kebenaran ilmu yang dapat menolak dan membuktikan kesalahan kesimpulan sebelumnya, maka kesimpulan itu dianggap benar.

Contohnya, teori abiogenesis oleh Aristoteles sempat bertahan ratusan tahun sebelum munculnya teori biogenesis oleh Fransisco Redi. Contoh lain adalah teori geosentris yang digantikan dengan teori heliosentris.

Sedangkan kebenaran pengetahuan yang bersumber dari wahyu ilahi bersifat mutlak, bertahan sepanjang masa.

# **Matematika Sebagai Bahasa Ilmu & Pendukung Sains dan Teknologi**

Untuk mengeneralisasikan suatu kesimpulan dari hasil pengamatan digunakan alat bantu yaitu matematika yang dalam aplikasinya disebut dengan statistik. Analisis statistik inilah yang kemudian menentukan apakah suatu pengaruh yang kita berikan atau suatu pengaruh variabel satu dengan yang lain berbeda atau berkaitan. Hasil dari penghitungan itulah yang nantinya akan sebagai dasar dalam penyusunan kesimpulan.

Kesimpulan yang ditarik dari setiap proses deduksi mungkin tidak penting, namun hasil akhir dari serangkaian metode ini misalnya setelah 10-20 tahun mungkin menghasilkan suatu kesimpulan yang penting. Kesimpulan semacam ini disebut **teorama**.

Dengan pendekatan induksi saja manusia tidak mungkin mengetahui jarak antara bumi dengan bulan atau untuk mengetahui keliling bumi saja hampir tidak mungkin. Berkat bantuan matematika, Erathotenes (240 SM) pada zaman Yunani dapat menghitung besarnya Bumi. Dengan gabungan pendekatan deduksi dan induksi dapat diketahui keliling bumi adalah 39.360 km dan garis tengahnya adalah 12.800 km.

# Hakikat Matematika: Aspek Teori & Aspek terapan

- **(1) Aspek Teori.** Matematika adalah suatu ilmu yang abstrak. Pola pikir atau penalaran ini juga merupakan pola berfikir yang dianut bidang ilmu lainnya yang dicirikan oleh sifat **logis, kritis, sistematis** dan **konsisten** dan didukung pula oleh daya **kreatif** dan **inovatif** yang tinggi. Hanya saja dalam matematika pola berfikir ini dianut sangat ketat sekali sehingga matematika dikenal sebagai ilmu pengetahuan yang sangat kokoh strukturnya, tdk mudah diombang-ambingkan oleh berbagai dorongan perubahan. Namun matematika bukanlah suatu ilmu yang statis, perkembangannya terlihat dalam jumlah publikasi ilmiah berbagai jurnal setiap tahunnya.

- Kekokohan struktur ilmu ini disebabkan karena setiap perkembangannya pada umumnya sebagai konsekuensi logis dari yang sudah ada sebelumnya. Jika dirumus terus menerus setiap kebenaran yang mendasari suatu kebenaran yang diperoleh, maka akan sampai pada suatu kebenaran yang merupakan suatu kesepakatan bersama yang diakui yang dikenal sebagai **aksioma**.
- Jadi, suatu teori matematika dibangun dari satu atau beberapa aksioma. Cara berfikir yang digunakan adalah **deduktif** dimana berbagai teorama yang diperoleh sebagai akibat logis dari aksioma dan teorama sebelumnya.
- Oleh karena itu, *penalaran* dan *materi ilmu* dalam matematika merupakan dua hal yang sangat berkaitan erat, dua hal yang tdk dapat dipisahkan.
- Cara berfikir *induktif* juga digunakan, namun hasilnya sebagai dugaan atau conjecture yang masih harus dibuktikan kebenarannya melalui cara berfikir deduktif

- **(2) Aspek Terapan.** Sekalipun abstrak, banyak konsep awal matematika yang berasal dari situasi nyata yang disebut *pengabstrakan* suatu situasi nyata.
- Perhatikan; konsep garis dan konsep kesejajaran dalam geometri adalah konsep-konsep abstrak yang muncul karena desakan kebutuhan nyata. (a) "*manusia penghuni lembah2 subur spt sungai Nil dan Euphrat dsb yang harus mendapatkan kembali lahan yang sesuai lahan semula ditutupi lumpur subur dengan luas yang sama setelah banjir besar, kalau mungkinpun dengan bentuk yang dimiliki sebelumnya telah mendorong tumbuhnya berbagai konsep dasar teori geometri yang kita kenal sekarang.*" (b) "*manusia berusaha mengenali banyak keluarga mereka, perlu mengetahui apakah bertambah atau berkurang untuk menyediakan makanan yang diperlukan. Mengetahui apaka ternak yang dimiliki masih utuh, adakah yang hilang atau bertambah. Situasi ini salah satu mendesaknya tumbuhnya ilmu aritmatika atau ilmu berhitung, dari sini berkembang teori bilangan yang sangat abstrak bentuknya.*"

- Tidak sedikit pula konsep2 abstrak yang dikembangkan hanya demi pengembangan matematika semata ternyata mempunyai dampak penggunaan besar dan luas sekali dalam berbagai situasi nyata. Contoh:
  - (a) *Teori Matriks (operasi aljabar)*, yang penerapannya mulai dari ilmu teknik, ekonomi dan ilmu2 sosial lainnya yang dikenal sebelumnya jauh dari sains dan matematika.
  - (b) *Teori Bilangan (matematika murni)*, yang dibanggakan pakarnya (Hardy) benar2 murni jauh dari penerapan ternyata adalah dasar *Ilmu Kode (coding theory)* dalam intelijen.
- Sekalipun matematika itu abstrak, penerapan konsep itu bukanlah mustahil.
- Tdk ada lagi sesuatu konsep matematika yang tidak ada terapannya; hanya saja suatu *konsep matematika yang belum diketahui penerapannya*.
- Klasifikasi matematika murni & matematika terapan tidak akan sesuai lagi dan batasannya akan selalu berubah dari waktu ke waktu dengan cepatnya.

Ahli matematika yang banyak sumbangannya terhadap ilmu alamiah antara lain:

1. Pythagoras (500 SM; astronom & matematikawan), menghitung benda-benda berbentuk segita banyak.
2. Appolonius, menghitung benda-benda bergerak lengkung.
3. Kepler (1609 M), menghitung jarak peredaran yang berbentuk elips pada planet
4. Galileo (1642 M), menetapkan hukum lintasan peluru, gerak dan percepatan.
5. Huygens (1695 M), memecahkan teka teki cincin yang terdapat pada planet saturnus dan menghitung kecepatan cahaya 600.000 kali kecepatan suara.
6. Isaac Newton (1642-1727), menulis buku Principia yang menyajikan dasar2 fisika dan astronomi dalam bahasa geometri murni.

- Perkembangan mutakhir matematika seperti konsep kekontinuan, teori peluang dan proses stokastik, chaos, fractal dan fuzzy set dan fuzzy logic memberikan berbagai terobosan dalam ilmu-ilmu teknik.

- Three U.S.-based scientists won this year's Nobel Prize in chemistry on Wednesday for developing **powerful computer models** that others can use to understand complex chemical interactions and create new drugs.

Nobelpriset 2013

The Nobel Prize in Chemistry 2013

**Martin Karplus**  
Université de Strasbourg,  
France and Harvard  
University, Cambridge,  
MA, USA

**Michael Levitt**  
Stanford University School of  
Medicine, CA, USA

**Arieh Warshel**  
University of Southern  
California, Los Angeles, CA,  
USA

*"För utvecklandet av flerskalemodeller för komplexa kemiska system."*

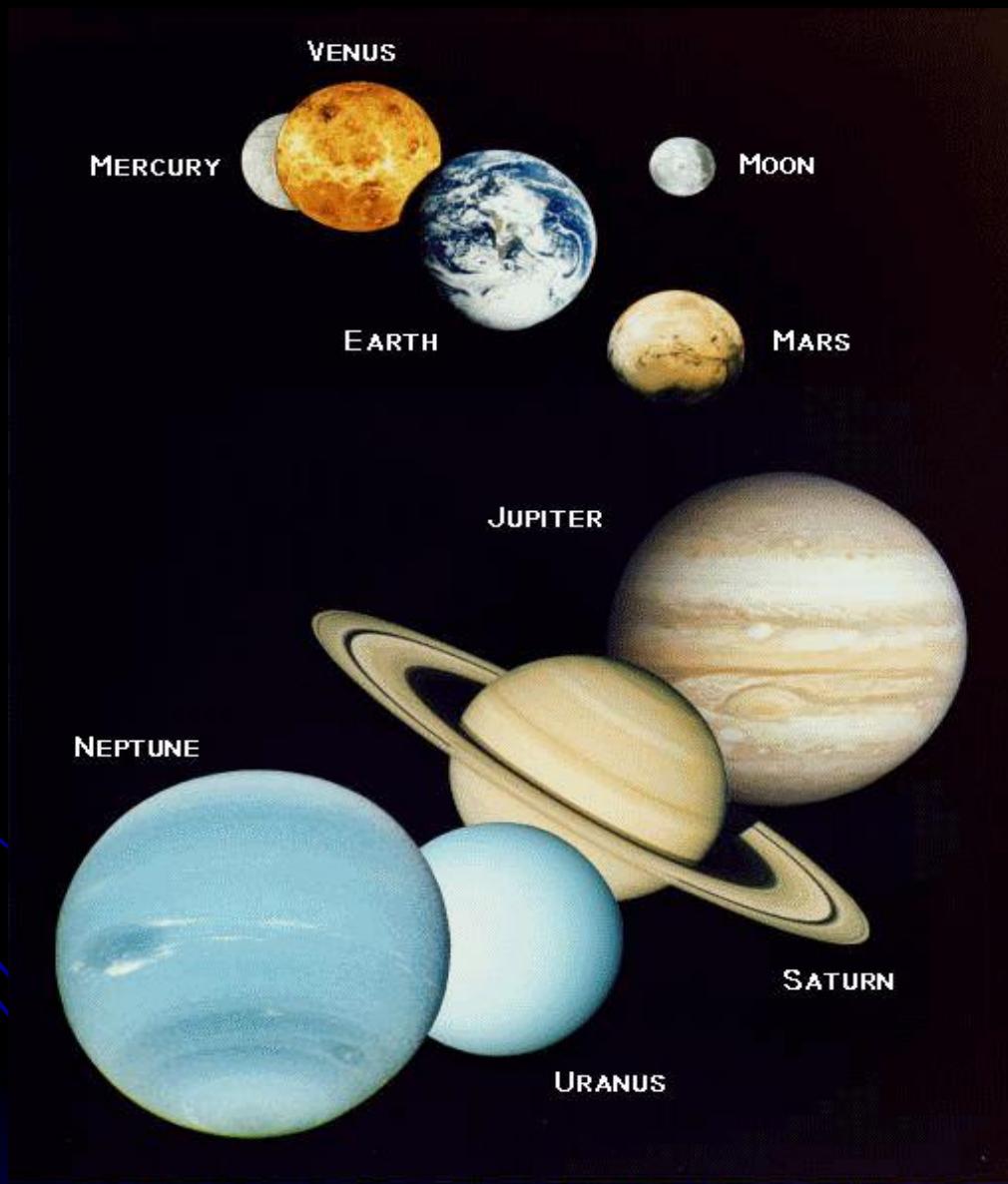
- Research in the 1970s by Martin Karplus, Michael Levitt and Arieh Warshel **has helped scientists develop programs that unveil chemical processes such as the purification of exhaust fumes or photosynthesis in green leaves**, the Royal Swedish Academy of Sciences said. That kind of knowledge makes it possible to optimize catalysts for cars or design drugs and solar cells.
- Karplus, an 83-year-old U.S. and Austrian citizen, is affiliated with the University of Strasbourg, France, and Harvard University. The academy said Levitt, 66, is a British, U.S., and Israeli citizen and a professor at the Stanford University School of Medicine. Warshel, 72, is a U.S. and Israeli citizen affiliated with the University of Southern California in Los Angeles.

- Working together at Harvard in the early 1970s, Karplus and Warshel developed a computer program that brought together classical and quantum physics. Warshel later joined forces with Levitt at the Weizeman institute in Rehovot, Israel, and at the University of Cambridge in Britain, to develop a program that could be used to study enzymes.
- "There are thousands of laboratories around the world using these methods, both for basic biochemistry and for things like drug design," said Berg, former director of the National Institute of General Medical Sciences in Bethesda.
- Many drug companies use computer simulations to screen substances for their potential as medicines,

Jawablah pertanyaan di bawah ini:

1. Jelaskan
  - a) perbedaan ilmu pengetahuan dan pengetahuan?
  - b) Yang dimaksud IP klasik dan modern.
2. Jelaskan perbedaan cara berpikir kaum rasionalisme dan empirisme, serta sebutkan keunggulan dan kelamahan masing-masing!
3. Sebutkan &Jelaskan landasan yang harus dimiliki suatu IP.
4. Jelaskan tahapan metode ilmiah sehingga mencapai suatu teori yang ajek!
5. Sebutkan & jelaskan apa yang dimaksud dengan sikap-sikap ilmiah!
6. Jelaskan syarat-syarat pengetahuan dikatakan ilmiah:
7. Jelaskan langkah2 penerapan metode ilmiah.
8. Berikan 2 (dua) contoh cara berpikir induktif dan deduktif.
9. Jelaskan perbedaan matematika murni dan matematika terapan.

# ALAM SEMESTA



## A. Asal Usul Alam Semesta

Teori yang umum: “**alam semesta bermula dengan dentuman besar yang melahirkan waktu, ruang, energi, dan materi**”. Sesudah ratusan ribuan tahun, elektron, proton, dan neutron bergabung membentuk atom hidrogen ( $H_2$ ) dan helium (He). Semiliar tahun kemudian protogalaksi melahirkan bintang-bintang yang lamban laun berkembang menjadi raksasa merah dan supernova yang memberi bahan baku bagi kelahiran bintang-bintang baru dalam galaksi.

Paham heliosentris: “**matahari dan planet-planet, asteroid, komet, dan benda2 lain disekitarnya terikat erat dlm suatu sistem bernama tata surya**”. Jika merujuk pada paham ini, benda-benda selain matahari terbentuk scara serentak dengan pembentukan mathari sebagai bintang induk mereka. Mereka brasal dari debu dan gas yang sebelumnya telah terbentuk sebagai akibat dari proses kosmis, termasuk di dalamnya ledakan supernova.

Komposisi benda2 di sekitar matahari sangat bergantung pada besarnya ukuran dan sifat matahari. Teknologi yang ada sampai saat ini belum mampu untuk mempeljari secara langsung sampel komposisi lapisan luar permukaan matahari. Namun bisa dilakukan dengan mengetahui komposisi angin matahari terutama variasi isotop sejumlah unsur spt O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, dan C.

Kosmologi (filsafat alam; *phylosophy of nature*; yunani; kosmos = susunan yang baik dan logos = ilmu): “Ilmu yang mempelajari asal usul alam semesta”.

Dalam ilmu-ilmu empiris: observasi astronomi dan fisika teoritis yang berusaha memberikan deskripsi tentang sifat-sifat alam astronomis dan fisi secara menyeluruh.

Astronomi: “mempelajari secara detail proses-proses yang terjadi di alam semesta”. Manfaatnya: mengetahui sifat, status, dan hubungan antar beda-benda yang ada di alam semesta.

Einstein: menyumbang kemajuan kosmologi dalam karya monumentalnya Teori relativitas khusus (1905) dan Teori Relativitas Umum (1915).

### **T. Relativitas khusus:**

- Bagaimana memintas ruang dan waktu. Waktu bukan suatu besaran universal yang berdiri sendiri, terpisah dari ruang.
- Sebaliknya masa lampau dan masa depan hanyalah arah, seperti atas dan bawah kiri dan kanan, depan dan belakang, dalam sesuatu yang disebut ruang waktu. Anda hanya dapat bergerak ke arah depan dalam hal waktu tetapi dapat bergerak dengan arah menyamping. Karena itu waktu dapat berlalu dengan laju yang berbeda-beda.

### **T. Relativitas Umum:**

- Gravitasi bukan hanya suatu gaya, tetapi distorsi ruang waktu yang diakibatkan oleh massa dan energi di dalamnya.
- Waktu mengalir lebih perlahan didekat benda bermassa. Jadi 1 jam yang dipindahkan dari bumi ke matahari akan berjalan lebih lambat dibandingkan di bumi.
- Memprediksi bahwa alam semesta kita memuai (mengembang) dan sudah berusia sekitar 15 miliar tahun.

## Kosmologi modern:

- lahir ditandai dengan penemuan Edwin Huble (1929) yg mengamati gerakan galaksi-galaksi di alam semesta yg saling menjauh. Hal ini membuktikan teori relativitas yg menjadi landasan teori dentuman besar (*The big bang*).
- Simulasi oleh konsorsium astronomi internasional Eropah dg komputer tercanggih memperlihatkan kaos mengawali pembentukan jagat raya sebelum teratur spt saat ini.

Pemetaan galaksi (smp saat ini) mendukung teori “*big bang*”. Penyebaran dan letak galaksi2 sebagai sebuah jendela yg membuka pengetahuan ttg sejarah al. semesta.

Kel. peneliti lain (inggris, australia & Amerika) berhasil membuat peta 3 dimensi 266.000 galaksi, slh stu kelompok galaksi tersebut adalah *bima sakti* yg kita tempati.

Setiap galaksi tdpt 100.000 juta bintang. Ilmuwan membandingkan data penyebaran galaksi yg dikumpulkan dr Cosmic Background Radiation yg dipancarkan ke segenap penjuru al semesta. Para peneliti menyimpulkan bhw galaksi2 terbentuk pd materi yg terbentuk 350.000 th setelah peristiwa big bang, dmn msteri ini saling bertemu & mengumpul dan kemudian mendapatkan bentuknya skibst pengaruh gaya grsvitasi.

- Observatorium Anglo-Australia di negara bagian New South Wales, Australia meneliti menentukan 221.000 galaksi di jagat raya menggunakan teknik pemetaan 3 dimensi.
- Hasil 2 kelompok penelitian ini diumumkan di American Astronomical Society (masyarakat Astronomi Amerika) di San Diego California USA pada tanggal 11 Januari 2005.
- Penemuan tersebut membenarkan teori *Big Bang*: “jagat raya berawal dari ledakan satu titik tunggal bervolume nol dan berkerapatan tak terhingga yang terjadi sekitar 14 miliar tahun lalu.”

### Bukti penting!!!

- Radiasi latar alam semesta adalah radiasi panas yang baru dipancarkan 350.000 tahun setelah peristiwa *Big Bang*. Radiasi yang dipancarkan ke segenap penjuru di alam semesta, menampilkan potret sekilas dari jagat raya berusia 350.000 tahun, dan dapat dipandang sebagai fosil di masa kini.
- Radiasi ini pertama kali ditemukan tahun 1965, diakui sebagai bukti mutlak bagi big bang yang disertai berbagai pengkajian dan pengamatan, diteliti sangat mendalam.

## B. Alam Semesta

- “Semua benda (biotik dan abiotik) yang berwujud”
- Matahari adalah keluarga bintang yang memancarkan cahaya hasil dari reaksi nuklir fusi.
- Spt bintang lainnya matahari pada suatu saat akan kehabisan bahan bakar untuk reaksi nuklirnya dan kemudian mati. Sementara bulan adalah keluarga satelit yang mengorbit pada sebuah planet karena pengaruh gravitasi dari planet tersebut.

**Ada 2 cabang ilmu dasar yang mempelajari alam semesta:**

1. Astronomi: mempelajari benda-benda angkasa di luar bumi dan merupakan salah satu ilmu tertua dalam peradaban manusia.
2. Kosmologi: mempelajari asal muasal, komposisi, dan perkembangan alam semesta. Ilmu ini lahir setelah manusia mengenal metode ilmiah, ilmu fisika dan teknologi observasi berkembang.

- Saat ini fisika kita belum mapan untuk menjelaskan kejadian dari dentuman besar sampai dengan masa inflasi.
- Inflasi adalah proses di mana alam semesta mengembang  $10^{30}$  kali dalam waktu  $10^{-35}$  detik.
- Saat berusia 350.000 tahun, cahaya terbebas dari lautan partikel sub-atomik. Cahaya inilah yang disebut radiasi CMB.
- Pola penyebaran cahaya ke segenap penjuru alam semesta bisa dilacak dari keberadaan CMB sekarang.

### C. Deskripsi dan Model Alam Semesta

Struktur dan luas alam semesta sangat sulit dibayangkan manusia. Progres dan rasionalitas manusia tentang alam semesta memerlukan waktu berabad-abad.

#### • Deskripsi alam semesta:

- diameter bumi 12.500 km baru diketahui abad ke-16 (Tycho Brahe, 1588).
- Jarak ke matahari 150 juta km; abad ke-17 (cassini 1672).
- Jarak bintang 61 Cygni abad ke-19,
- jarak ke pusat Galaksi abad ke-20 (Shapley, 1918).
- Jarak ke galaksi luar (1929).
- Quasar dan Big Bang (1965). dst

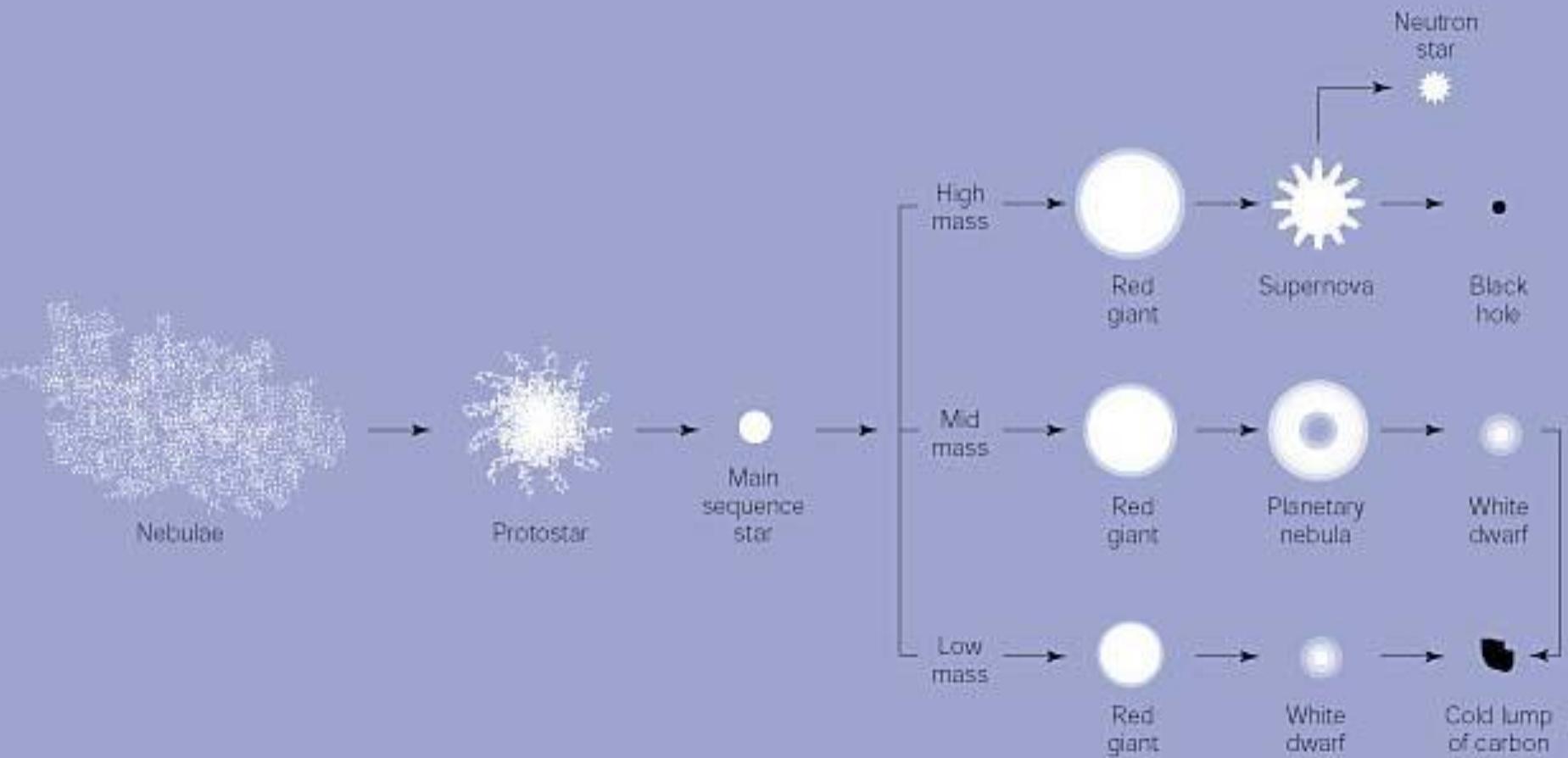
- Apakah penyebab pasang surut air laut di bumi tiada henti selama milyaran tahun??.
- Kenapa manusia tidak pernah bisa melihat salah satu sisi permukaan bulan tanpa bantuan teknologi?? (karena periode orbit dan rotasi bulan.....)
- Rahasia sisi bulan lainnya baru didapat dengan penerbangan Luna 3 tahun 1959.
- Akibat interaksi cahaya matahari dengan angkasa, bumi melukiskan suasana langit yang berwarna warni (siang hari pemandangan langit biru, dan saat fajar dan senja langit merah di kaki langit timur dan barat).
- Matahari sendiri adalah salah satu di antara beragam bintang di galaksi. Ada bintang yang lebih panas dari matahari (suhu permukaan Matahari  $5800^{\circ}\text{K}$ ), seperti bintang panas (bisa mencapai  $50.000^{\circ}\text{K}$ ) yang memancarkan lebih banyak sinar UV, cahaya yang berbahaya bagi makhluk hidup. Ada bintang yang lebih dingin, lebih banyak memancarkan cahaya merah dan infra merah dibandingkan cahaya tampak yang banyak dipergunakan manusia.

- Sejauh mana manusia bisa mencapai batas pengetahuan tentang alam semesta? (hal 67-69)
- Banyak benda langit yang tidak memancarkan cahaya dan tidak bisa dideteksi keberadaannya, protoplanet misalnya. Menurut taksiran, sekitar 90% objek di alam semesta belum atau tak akan terdeteksi secara langsung. Keberadaan objek gelap ini diyakini mengganggu orbit objek2 yang teramatil, lewat gravitasi.
- Apakah semua objek di langit bisa diamati melalui teleskop? Berapa banyak yang bisa diamati dan dijadikan sebagai pengetahuan?
- Makin jauh jarak galaksi berarti pengamatan kita juga merupakan pengamatan masa silam galaksi tersebut. Cahaya merupakan fosil informasi pembentukan alam semesta yang berguna dan manusia berupaya menangkapnya untuk mengetahui prosesnya hingga takdir dimasa depan yang sangat jauh, yang akan dilalui melalui hukum-hukum alam ciptaan-NYA.
- Sudah lengkap dan sempurnakah pengetahuan kita tentang hukum cipataan-NYA?

## D. Asal Usul Tata Surya

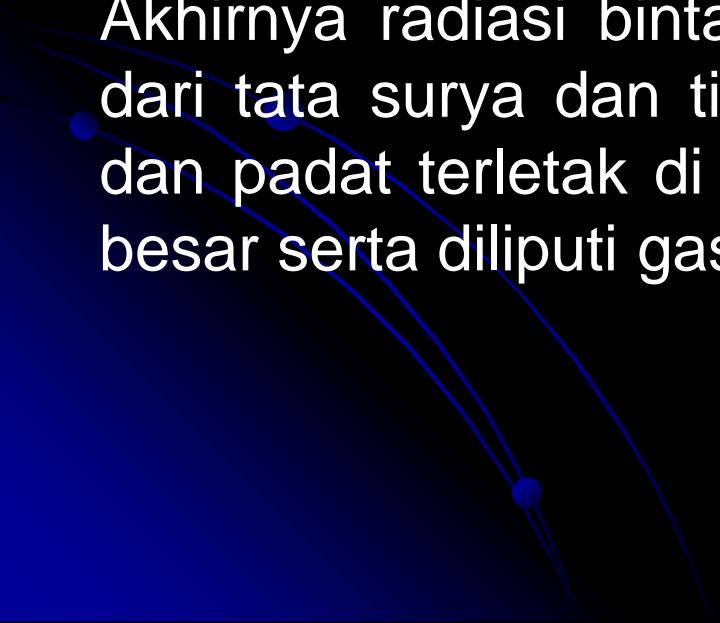
Pemecahan tentang lahirnya tata surya yang paling memenuhi syarat adalah yang diajukan oleh G.P Kuiper (1950-an): “*Matahari serta semua planet berasal dari kabut gas purba*”.

Ruang angkasa, kabut gas yang tersebar tipis2 diangkasa, gaya tarik gravitasi antar molekul dalam kabut memapatkannya, menjadi masssa yang semakin lama semakin padat (gerak gas yang berpusar secara sembarang di dalam kabut), gerak tersebut lambat laun berkembang menjadi gerak berputar yang memipihkan serta memadatkan kabut, satu atau dua gumpalan materi yang paling besar memadat ditengah, sdgkan gumpalan yang kecil akan hanyut dilingkungan sekitarnya.



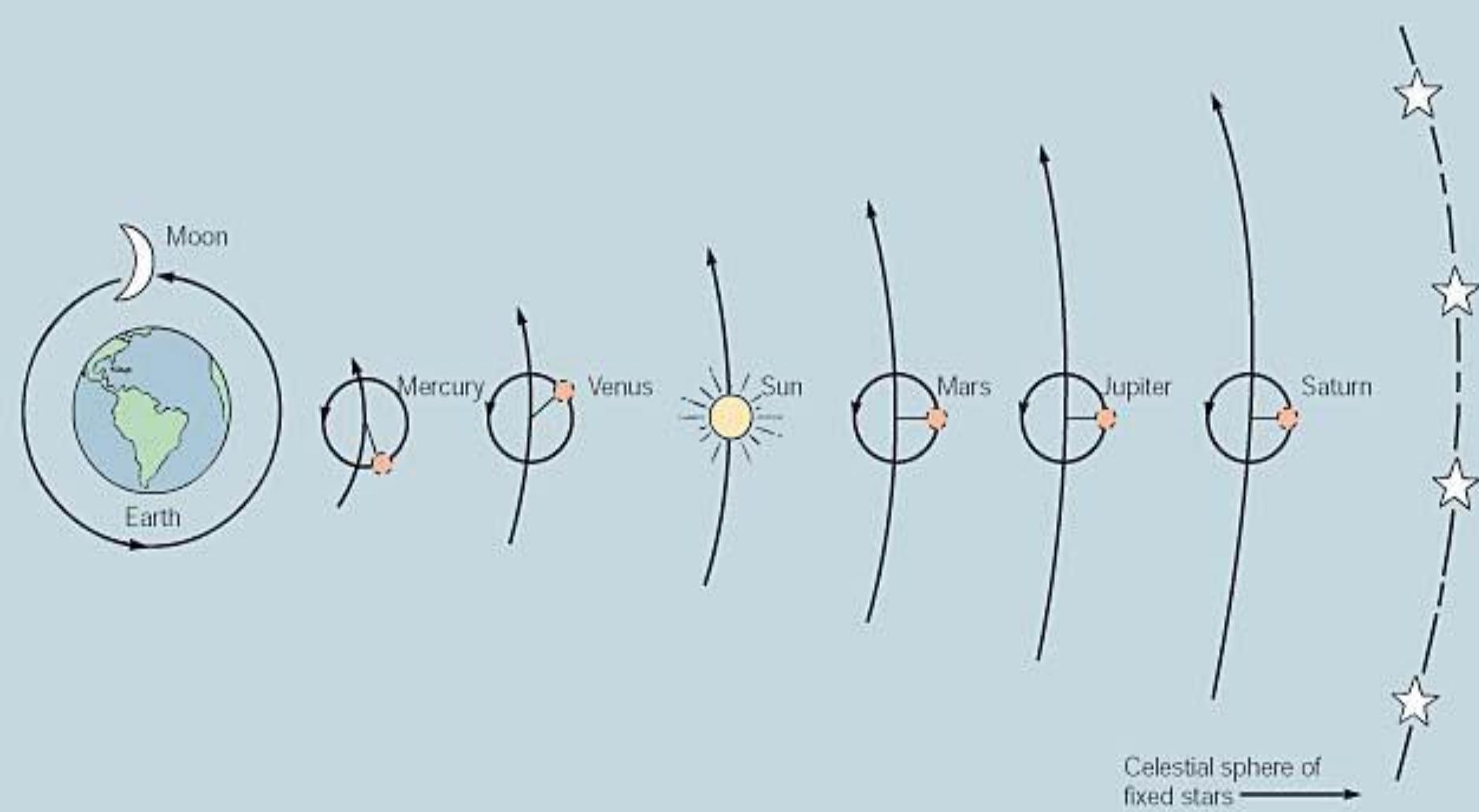
This flowchart shows some of the possible stages in the birth and aging of a star. The differences are determined by the mass of the star.

Gumpalan2 yang berkumpul ditengah dapat dikenali sebagai matahari, serta empat gumpal bakal planet. Matahari menjadi begitu padat sehingga mulai menyala dengan api nuklir, kemudian mendorong gas yang masih meliputi bakal plenet. Ketika daya pancar bintang tersebut membesar, selubung gas pada planet yang dekat tersapu bersih, dan tinggal teras telanjang. Akan tetapi raksasa-raksasa yang jauh dari matahari tidak terpengaruh. Akhirnya radiasi bintang cemerlang ini mengusir sisa gas dari tata surya dan tinggalah rangkaian, planet yang kecil dan padat terletak di dekat bintang, sedangkan yang lebih besar serta diliputi gas terletak lebih jauh.



## E. Sistem Tata Surya

- Pendapat yang mengira bumi adalah pusat jaga raya adalah salah.
  - Orang yang pertama kali menentang bahwa bumi bukan pusat jagat raya adalah Nicolas Copernicus (1473-1543).
  - Penelitian Copernicus: posisi bintang berubah tiap tahunnya, maka jika benda-benda langit tersebut mengelilingi bumi maka posisi benda-benda langit tersebut.....
  - Planet-planet memancarkan cahaya yang berubah-ubah kekuatannya, hal ini terjadi karena.....antara bumi dan planet.....dan ini tidak mungkin terjadi jika bumi menjadi.....(hal 71).
- 
- Bumi hanyalah sebuah planet yang ada dalam sistem yang disebut.....dimana matahari menjadi.....
  - Matahari bukan pusat jagat raya, tetapi sebuah ..... dan ada begitu banyak bintang di jagat raya. Jutaan bahkan milyaran bintang ada di jagat raya. Matahari dan tata surya melayang-layang di jagat raya yang maha luas yang kita tidak pernah tahu di mana pusatnya.



A schematic representation of the geocentric Ptolemaic system.

- Tata surya kita terdiri dari matahari sebagai pusat dan 8 planet yang bergerak mengelilinginya. Adapun susunannya adalah sbb:
- Matahari, merkurius, venus, bumi, mars, jupiter, saturnus, uranus, neptunus.
- Selain planet ada juga benda langit lainnya yang disebut satelit. Satelit adalah benda langit yang mengelilingi.....
- Bulan adalah satelit bumi, planet lain memiliki satelit antara lain mars dua buah, saturnus memiliki 16 buah satelit. Planet yang tidak mempunyai satelit adalah merkurius dan venus.

### Pertanyaan:

Apa yang diamati copernicus sehingga akhirnya menyimpulkan bahwa bumi bukan pusat sistem jagat raya??(hal 70-71).

# Matahari

- Dikenal manusia sebagai objek langit yang paling terang ( $10^{26}$  watt)
- Garis tengah matahari adalah 100 kali lebih besar dari bumi, maka jika matahari adalah sebuah benda kosong ianya dapat menampung lebih 1 juta bumi. Bagi kita matahari super besar, namun ternyata di jagat raya matahari termasuk bintang yang ukurannya kecil.
- Jarak matahari dan bumi adalah 150 juta km (relatif dekat dibandingkan dengan bintang dekat berjarak 4,5 tahun cahaya yang mempunyai daya hampir sama dengan matahari).
- Suhu dipermukaan matahari mencapai  $6000^{\circ}\text{C}$ , oleh sebab itu dalam matahari semuanya adalah gas, tidak ada benda padat. Bola gas tersebut meradiasikan cahaya gelombang pendek sinar X hingga gelombang radio dan meradiasikan cahaya kuning relatif lebih banyak dibanding lainnya.

## Merqurius

- Jarak dari matahari sekitar 57 juta km. suhunya disiang hari sekitar  $427^{\circ}\text{C}$ . Pada malam hari suhunya  $-178^{\circ}\text{C}$ . Jaraknya dengan bumi 92 juta km.
- Rotasi merkurius sangat lambat, satu kali rotasi membutuhkan 58,6 hari. Selain berotasi ia juga mengelilingi matahari (gerak orbital/revolusi). Sedangkan gerak revolusinya tergolong cepat yaitu hanya 88 hari, bandingkan dengan bumi yang membutuhkan.....hari.
- Planet terkecil dalam sistem tata surya yaitu 27% dai ukuran bumi. Permukaannya benjol-benjol mirip dengan bulan akibat benturan dengan meteor.

## Venus (planet ke-2)

- ❖ Planet ini memancarkan sinar yang paling terang sehingga disebut dengan *bintang fajar* atau *bintang senja*. Jika langit cerah pada pagi atau senja, jika dilihat ke arah matahari terbit atau terbenam kita akan melihat sebuah benda langit seperti bintang yang bercahaya cukup terang, inilah planet venus; bukan bintang. Kenapa planet ini terlihat lebih terang?? (74).
- ❖ Venus adalah planet yang paling...dengan bumi. Ukurannya hampir sama dengan bumi (lebih kecil). Diameternya 12100 km (bumi 12755 km). Rotasinya sangat lambat yaitu 243 hari / rotasi. Masa orbitalnya cukup cepat yaitu 225 hari.

## Bumi (planet ke-3)

- Apakah ada kemungkinan kehidupan lain di jagat raya seperti di bumi ini??.. Apakah ada juga kehidupan lain seperti di bumi di lingkup tata surya?? (75).
- 70% bumi adalah lautan, sisanya daratan berupa gunung, lembah, dataran atmosfer yang melingkupi bumi terdiri dari gas Nitrogen (4/5 bagian), dan 1/5 berupa gas O<sub>2</sub>, gas-gas lain dalam jumlah yang sangat kecil.
- Bumi memiliki satelit yaitu....yang membutuhkan waktu.....hari untuk mengelilingi bumi satu putaran. cahaya bulan berasal dari....yang dipantulkan bulan/planet.

## Mars (red planet)

- Warna merah disebabkan oleh permukaan planet mars diselimuti oleh .....(76)
- Ukuranya setengah dari bumi, memiliki 2 buah satelit (phobos dan deimos).
- Untuk membuktikan apakah ada kehidupan di mars, 2 pesawat Viking diluncurkan dan mendarat di mars tahun 1976 dan hasilnya berupa sampel tanah dari mars yang menunjukkan.....kehidupan di planet tersebut.
- Lama rotasi 25 jam (bumi 24 jam) dan masa orbitalnya 687 hari.

## Jupiter (planet terbesar dalam sistem tata surya kita)

- Garis tengahnya 11 kali dari garis tengah bumi, namun beratnya hanya 2,5 kali bumi karena ternyata planet ini padat, lembek seperti bubur.
- Permukaannya berupa gas helium dan hidrogen cair yang terbungkus awan bergolak.
- Rotasinya hanya membutuhkan 10 jam (tercepat di tata surya), kecepatan rotasinya 35400 km / jam sedangkan bumi 1610 km / jam. Tetapi untuk mengelilingi matahari membutuhkan waktu 12 tahun.
- Satelinya ada 16 buah (4 yang besar: ganymede, callisto, europe, dan lo; 12 lain: almathea, himalia, elara, pasiphae, sinope, lysithea, carme, ananka, leda, thebe, adrastae, dan metis).

## Saturnus

- Memiliki cincin yang mengitarinya, berupa potongan jutaan es yang mengelilinginya.
- Terbesar kedua, diameternya 120.660 km (9 kali bumi).
- Lama rotasinya 10 jam 14 menit, masa orbitalnya 29,5 tahun. Memiliki 19 satelit.
- Satelit terbesar adalah Titan disusul oleh mimas, enceladus, tethys, dione, rhea, hyperion, iapetur, phobe, janus, epimethius, telesto, calypso, atlas, pandora, helene, prometheus dan pan; satu satelit belum diberi nama.

## Uranus

- Terdiri dari gas hidrogen, methana dan helium, bukan tanah padat. Keadaannya dingin dan beku; dengan suhu permukaan antara -233°C sampai 213 °C.
- Memiliki cincin yang tipis tdd 9 lapis.
- Masa orbitalnya 84 tahun, waktu rotasi 15,5 jam, arah rotasinya berlawanan dengan arah rotasi bumi. Uniknya arah rotasi pada sisinya seperti gasing yang rebah, akibatnya satu sisi planet terus menerus mengalami siang selama 42 tahun, sedangkan sisi lainnya mengalami malam 42 tahun.
- Memiliki 15 satelit: oberon dan titania (terbesar); yang terkecil adalah miranda.

## Neptunus

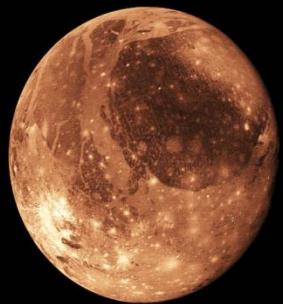
- ❑ Seperti uranus, planet ini adalah planet gas.
- ❑ Diameter 49.500 km, jika ia merupakan wadah kosong maka dapat menampung 60 buah bumi.
- ❑ Masa rotasi 18 jam, masa orbitalnya 165 tahun
- ❑ Memiliki 8 satelit, yang terbesar adalah triton.
- ❑ Para ahli memperkirakan 100 juta tahun lagi jarak triton dengan planet neptunus akan cukup dekat sehingga triton akan tercabik sebagian.
- ❑ Neptunus memiliki cincin yang dibuktikan oleh pesawat Voyager 2 yang berhasil mendekati neptunus dan memastikan terdapat paling tidak 3 lapis cincin.

## Pluto (planet kerdil; dwarf planet)

- Keadannya dingin dan beku. Waktu rotasinya 61/3 hari dari masa orbitalnya 248 tahun. Yang unik, selama 20 tahun pluto memotong orbit neptunus, sehingga pada masa itu neptunus adalah planet terjauh; peristiwa ini terakhir terjadi pada januari 1979 sampai februari 1999. garis orbit Pluto berbeda dengan planet lain, ia berada dalam sabuk kuiper dan termasuk dalam kelompok binary object, yaitu benda-benda angkasa lain mirip pluto yang disebut Plutonium.
- Memiliki sebuah satelit yaitu Charon
- Secara resmi pada tanggal 24 agustus 2006, 3000 ilmuwan astronomi memutuskan pluto bukan lagi planet tetapi sebagai bend ngkasa saja. Pada 7 september 2006 namanya diganti menjadi nomor 134340.
- Tahun 1990 dengan kemampuan teleskop yang semakin meningkat terlihat bahwa obek lain yang mirip pluto di kawasan ruang angkasa yang disebut sabuk kuiper (kuiper belt)

**Pertanyaan:**

**Dengan alasan apakah Pluto tidak dimasukkan dalam kelompok planet?**



**Ganymede**

**5262 km**



**Titan**

**5150 km**



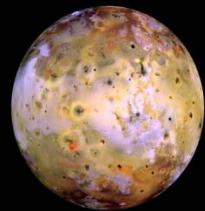
**Mercury**

**4880 km**



**Callisto**

**4806 km**



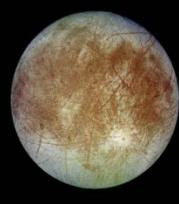
**Io**

**3642 km**



**Moon**

**3476 km**



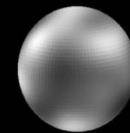
**Europa**

**3138 km**



**Triton**

**2706 km**



**Pluto**

**2300 km**



**Titania**

**1580 km**

**The Largest Moons and Smallest Planets**

© Copyright 1999 by Calvin J. Hamilton

## F. B u m i

- Usianya diperkirakan 4600 juta tahun, jarak putaran bumi dengan matahari adalah 149,6 juta km.
- Bumi memiliki magnetosfera yaitu lapisan udara dan medan magnet yang melindungi bumi dari sinar UV berbahaya dan radiasi dari angkasa luar. Lapisan udara ini mencapai 700 km (troposfera, stratosfera, mesosfera, termosfera dan ekosfera) dan selebihnya adalah angkasa lepas.
- Ozon yang melindungi bumi setebal 50 km pada lapisan stratosfera dan mesosfera.
- Bumi mempunyai isi 59.760 juta ton dengan luas permukaan 510 juta km persegi.
- Garis tengah bumi 12.756 km, gravitasi bumi diukur sebagai  $10 \text{ N kg}^{-1}$ .
- Memiliki 1 planet, 70.8% bumi ditutupi oleh air.
- Udara bumi tdd 78% nitrogen, 21% O<sub>2</sub>, 1% uap air, CO<sub>2</sub> dan gas lain.
- Bumi terdiri dari besi nikel beku setebal 1370 km dengan suhu mencapai 4500°C, diselaputi oleh lapisan luar yang cair setebal 2100 km, diselimuti oleh mantel silika setebal 2800 km membentuk 83% isi bumi, dan terakhir diselimuti oleh kerak batu silika hampir 100 km tebalnya.

- Ini teori tektonika lempengan: bumi kita yang padat sebenarnya terdiri dari kira2 selusin lempengan tipis dan kaku. Lempengan ini membalut seperti cangkang telur rebus yang pecah-pecah. Semua lempengan ini terus menerus mengalami pengerasakan dan pembentukan kembali. Gerakan mendorong, menggilas, dan saling tindih yang tidak berhenti inilah yang membangkitkan penelaahan oleh ilmuwan, gerakannya seperti gumpalan es yang terapung di laut.



Tifid Nebula



Galaxy andromeda



**Whirlpool Galaxy**



**Pinwheel Galaxy**

Figure 50.2 Sample questions at different levels of ecology



Figure 50.25d Chaparral



Figure 50.25a Tropical forests

Figure 50.x1 Patterns of distribution in the biosphere

Figure 50.25e Temperate grassland



Figure 50.25b Savanna



Figure 20.25g Coniferous forests

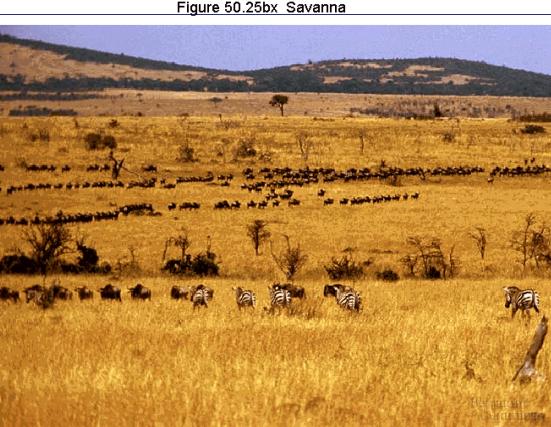


Figure 50.25b Savanna



Figure 20.25d Chaparral

## Pembentukan Biosfer

### Hipotesis kejadian bumi

1. Kabut dari Kant (Jerman 1755) dan Laplace (Prancis 1796).

**Kant:** Asal segalanya dari bermacam gas yang tarik menarik membentuk kabut besar. Benturan diantaranya menimbulkan panas, menyebabkan gas tersebut berpijar; ini adalah asal dari matahari. Benda berpijar ini berputar kencang dengan kecepatan linier paling besar sehingga terlepaslah fragmen-fragmen. Fragmen pijar tersebut melepaskan panas dan mengembun. Kemudian cair dan makin padat, inilah yang menjadi planet termasuk bumi.

**Laplace:** kabut asal tersebut telah berputar dan berpijar. Penumpukan awan menumpuk di khatulistiwa, jika massa ini mendingin maka terlepaslah sedikit material dari induknya. Fragmen menjadi dingin dan mengembun, berputar mengelilingi induknya kemudian menyusul terlepasnya fragmen yang kedua, ketiga dst. Delapan planet yang ada saat ini terjadi dengan cara yang sama. Induknya adalah matahari. Massa asal matahari itu disebut nebula, sehingga disebut Hipotesis Nebula Kant Laplace.

2. Hipotesis Planetesimal (Chamberlain dan Moulton; geolog dan astronom 100 th setelah Kant dan Laplace). Bakal matahari didekati oleh suatu bintang besar yang sedang beredar, maka terjadi tarik menarik. Peledakan matahari melepaskan sebagian materialnya dan tertarik oleh adanya bintang yang mendekat tersebut. Material matahari tersebut akan sedikit menjauh dan kemudian mendingin sementara bintang besar terus berlalu. Selanjutnya terjadi pengembunan dan terbentuk delapan planet planetoida.

3. Hipotesis pasang surut gas atau Teori Tidal (James dan Jeffries 1930).

Adanya bintang besar yang dekat, seperti bulan dan bumi, yaitu bulan menyebabkan pasang surut lautan. Bulan tidak cukup kuat menarik air di bumi menjulur jauh. Akan tetapi matahari yang didekati bintang besar itu menjauh, lidah api matahari putus dari induknya; pecah berkeping2 seraya mengembun dan membentuk menjadi planet. o

Untuk menaksir usia bumi ada beberapa teori yang diajukan, antara lain:

- 1) Teori sedimen. Usia bumi dapat diperhitungkan dari lapisan sedimen yang membentuk batuan. Dengan mengetahui ketebalan lapisan sedimen rata-rata yang terbentuk setiap tahunnya maka dapat dihitung umur lapisan kerak yang tertua di dalam bumi. Berdasarkan perhitungan ini diperkirakan usia bumi sekitar 500 juta tahun
- 2) Teori kadar garam. Dengan mengukur kadar garam air laut. Air laut yang mulanya tawar, dg adanya sirkulasi air di dalam bumi yang bersentuhan dengan tanah mengandung mineral mengalir dari darat ke laut membawa garam mineral. Hal berlangsung terus menerus karena siklus air. Dengan kenaikan kadar garam laut dari tahun ke tahun diketahui usia bumi 1000 juta tahun.

- 3) Teori termal. Menduga usia bumi dari suhu bumi. Diduga bumi mulanya adalah batuan panas yang lambat laun mendingin. Dengan mengetahui massa dan suhu bumi saat ini ilmuwan Inggris Elfin memperkirakan perubahan suhu bumi dari batuan pijar yang kemudian mendingin dan memerlukan waktu 20.000 juta tahun.
- 4) Teori radioaktivitas. Dengan menghitung waktu paruh dalam peluruhan zat radioaktif. Waktu paruh adalah waktu yang dibutuhkan untuk meluruhkan suatu zat radioaktif menjadi setengahnya. Berdasarkan perhitungan tersebut usia bumi diperkirakan terbentuk 5-7 juta tahun lalu.

# Struktur Bumi

- Gas yg terpisah dr matahari berputar terus, lama kelamaan mendingin pada bagian luarnya dan menjadi berlapis.
- Pada bagian luar dingin dan masih panas pada bagian dalamnya. (hipotesis Kant-Laplace).
- Dekat permukaan disebut kerak.
- Diameter khatulistiwa/equatorial = 12.762 km; D kutub = 12.306 km.
- BJ bumi 5,5; berat bumi =  $6,6 \times 10^{21}$  ton.
- Kedalaman yang mampu dibor 5000 m; jari2 = 6.000.000 m.
- Kerak ada dekat dengan inti bumi dan ada yang jauh.
- Pada g. merapi daerah kerak bumi dekat dengan inti bumi.
- Pergeseran beberapa lempeng kerak bumi terjadi karena rotasi bumi dapat menimbulkan gempa.

# Struktur Interior Bumi

- **Kerak Bumi (crust)**; kedalaman antara 10-65 km; 25% dari volume bumi dan 1% dari massa bumi; tdd delapan unsur utama: Oksigen (40,6%), Silikon (27,7%), Almumunium (8,1%), Besi (5%), Calsium (3,6%), Natrium (2,8%), Kalium (2,6%), Magnesium (2,1%) dll (1,5%). Kerak bumi dikategorikan menjadi 2: Kerak benua dan Kerak Samudra.
- **Mantel Bumi (mantel)**; sampai kedalaman 2900 km, merupakan 82% volume bumi dan 86% dari massa bumi. Tdd: mantel atas, zona transisi, dan mantel bawah. Komponen utama adalah besi, oksigen, silikon dan magnesium.
- **Inti Bumi (core)**; dibawah mantel hingga kedalaman 6370 km. inti bumi terdiri atas inti luar yang cair dan inti dalam bumi yang bersifat padat. Inti bumi adalah 31% dari massa dan 16% dari volume bumi. Komponen utama pembentuknya adalah Besi dan sedikit Nikel. Temperatur inti luar bumi diperkirakan mencapai 3700-4300° C.

- Pembagian lapisan bumi didasarkan atas sifat2 deformasi dari material pembentuk bumi:
  - Lithodfera: kedalaman 50 – 200 km
  - Astenosfera: dibawah litosfera sampai 700 km
  - Mesosfera: sampai kedalaman 2900 km
  - Inti luar: sampai kedalaman 5200 km
  - Inti dalam: sampai kedalaman 6370 km

# Dinamika Bumi

- Interior bumi tidaklah dalam kondisi yang statis, melainkan memiliki dinamika yang efeknya terrefleksi dipermukaan bumi dalam bentuk2 pelipatan2 batuan, gunung, lembah, palung dan relief2 lain yang terlihat dipermukaan bumi.
- Kerak bumi td atas lempeng2 yg bergerak relatif satu terhadap yang lain dengan kecepatan dan arah yang berbeda2.
- Teori yang menerangkan gejala di atas disebut sebagai Teori Lempeng (*Plate Tectonics Theory*). Teori ini didasarkan Teori Pengapungan Benua (*Continental Drift Theory*) yang dikemukakan oleh Alfred Wagener (1915) dan hipotesis yang disampaikan oleh Hetz dan Dietz (1962).
- Teori Pengapungan Benua muncul diilhami oleh bentuk pantai timur benua Amerika Selatan dan pantai barat Benua Afrika yang kalau dipertemukan atau ditempelkan akan membentuk satu kesatuan yang mengilustrasikan bahwa kedua benua tersebut dulunya pernah menyatu.

# Hipotesis terjadinya Bumi

- Teori tektonika lempengan (1960); bumi kita terbentuk sekitar 4,6 milyar tahun lalu bersamaan dengan terbentuknya satu sistem tata surya yang dinamakan keluarga matahari.
- Tektonika adalah istilah geologi bagi setiap proses pembentukan corak topografi yang besar di bumi.
- Teori kabut (nebula), menceritakan kejadian bumi dalam 3 tahap:
  1. Matahari dan planet2 lainnya masih berbentuk gas, kabut yang begitu pekat dan besar
  2. Kabut tersebut berputar dan berpilin dengan kuat, pemanasan berlangsung dibagian tengah dan terbentuklah matahari. Pada saat yang bersamaan materi lain terbentuk menjadi massa yang lebih kecil dari matahari yang disebut planet mengelilingi matahari
  3. Materi2 tersebut tumbuh makin besar dan terus melakukan gerakan secara teratur mengelilingi matahari dalam satu orbit yang tetap dan membentuk susunan keluarga matahari.

## Hipotesis terjadinya Bumi (lanjutan....)

- Teori Pengapungan Benua: sekitar 200 juta tahun yang lalu di permukaan bumi ini hanya ada satu benua yang besar yang disebut Pangea. Seiring perjalanan waktu benua tersebut mengalami evolusi dan pecah menjadi beberapa bagian dan masing2 bergerak dengan arah dan kecepatan berbeda2. pergerakan tersebut berlanjut hingga saat ini.
- Saat ini kita mengenal ada enam lempeng besar: **Eurasia, pasifik, Amerika, Indo-Australia, Afrika** dan **Antartika** dan beberapa lempeng kecil seperti **Pilipina, Cocos** dan **Nasca**.
- Gerakan lempeng2 di atas disebabkan oleh daya dorong berasal dari arus konveksi material yang mengalir di dalam mantel bumi.

# Fenomena pada Daerah Batas Lempeng

- Zona konvergen: Arah gerak lempeng2 saling bertemu. Zona divergen: Arah gerak lempeng2 saling menjauh.
- Zona sesar geser (*transform fault zone*): arah gerak saling bergeser.
- Daerah pertemuan antar lempeng adalah merupakan daerah tektonik yang sangat aktif yang dicirikan adanya aktivitas gempa.
- Bila lempeng dengan densitas lebih besar (lempeng samudra) bertemu dengan lempeng densitas lebih kecil (lempeng benua), maka lempeng dengan densitas yang lebih besar akan menghunjam ke dalam lempeng dengan densitas lebih kecil. Zona2 demikian dicirikan adanya pakung2 samudra (ocean trench).
- Contoh: zona subdiksi Sunda, dimana lempeng indo-Australia menghunjam di bawah lempeng Eurasia di kepulauan Indonesia sepanjang palung Sunda. Ciri lain zona subdiksi adalah ditemuinya gempa tektonik dan aktivitas gunung berapi.
- Pada kasus pertemua dua lempeng dengan hampir sama yang terjadi adalah peristiwa tumbukan yang menyebabkan pembumbungan lempeng ke atas disertai pelipatan2 dan bukan peristiwa penghunjam yang terjadi. Contoh pertumbukan lempeng anak benua India dengan lempeng Eurasia yang membentuk peg. Himalaya.

## Fenomena pada Daerah Batas Lempeng (lanjutan...)

- Pada zona divergen, dimana lempeng berbatasan saling menjauh, akan terbentuk material2 baru yg berasal dr arus konveksi mantel di bawah lempeng. Material2 baru tsb membentuk punggung tengah samudra (Mild Oceanic Ridge) berupa pegunungan di dasar laut. Contoh, *Mild Atlantic Ridge*, yg membatasi lempeng Amerika Selatan dengan lempeng Nasca.

- Seismologi: ilmu yang mempelajari gempa, dengan alat seismograf dapat diteliti lapisan bumi secara tidak langsung. Prinsipnya adalah anggapan bahwa getaran yang merambat melalui kedalam bumi, hasil grafnya tergantung pada material yang dilaluinya.
- Hasil penelitian ini membuktikan bahwa bagian dalam bumi tidak homogen, tetapi terdapat lapisan-lapisan.
- Lapisan gas yang menyelimuti permukaan bumi disebut dengan.....
- Bagian permukaan bumi yang berair disebut dengan..... dan bagian kerak bumi yang disebut lithosfer, dan bagian inti bumi disebut.....

## 1. Lithosfer dan Centrosfer

Suess dan Wiechert (1919), membagi lapisan bumi sbb:

a. Kerak bumi (30-70 km), tdd batuan basal dan asam dengan massa jenis 2,7,mengandung silikon dan aluminium. Tdp endapan organik spt batubara, minyak bumi dan kapur. Batubara terbentuk pada zaman karbon, daerah ini disebut facies rawa, kapur terjadi di pantai tropis 150 tahun lalu (facies neuritis), sedangkan daerah minyak disebut facies lautan. Batuan porselen berasal dari cangkang diatom (ganggang kersik) terdapat pada kulit bumi yang sudah stabil misalnya daratan cina, eropa dan Amerika yang banyak mengandung kersik. Tanah vulkanik kaya akan besi berwarna merah bila dibakar tetap merah menjadi tembikar.

- b. Selubung bumi (sisik silikat): tebal 2200 km, massa jenis 3,6-4; bersama dengan kerak bumi disebut litosfera
- c. Lapisan chalkosfera: tebal 1700 km, tdd oksida besi dan sulfida besi.
- d. Inti bumi, merupakan bola dengan jari-jari 3500 km massa jenis 9,6 tdd besi dan nikel.

*“Kuhn & Pitman (1940): bumi berasal dr matahari, maka inti bumi seharusnya seperti material matahari yaitu terdiri dari hidrogen; karena tekanan yang sangat besar dalam inti bumi maka atom hidrogen bersifat padat”.*

Pendapat lain oleh Holmes (1936) tentang kerak bumi, antara lain:

- a) Magma granit: bagian atas tebal 15 km, masa jenis 2,7
- b) Magma basal: lapisan tengah 25 km, massa jenis 3,5.
- c) Magma peridotit dan eklogit: bagian bawah setebal 20 km, massa jenis 3,5.

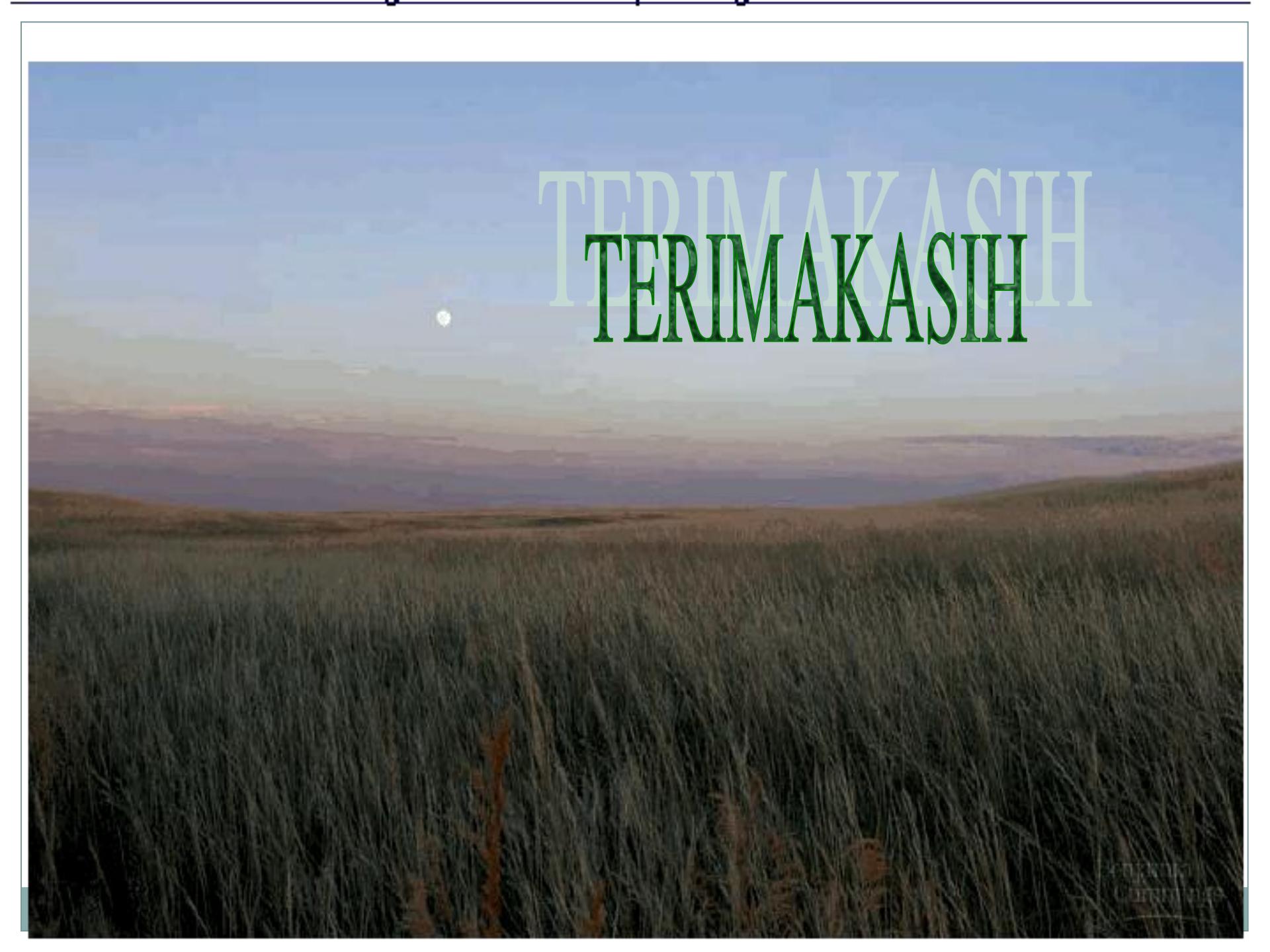
- Wiechert (1910): litosfer tdd silikat dan Aluminium (Si dan Al) pada kontinental. Tdd Si dan Mg pada lautan, di dasar pasifik unsur tersebut berbentuk kristal, sedangkan dibawahnya berbentuk amorf.
- Wagner (1930), mengajukan hipotesis kontinental drift (pergeseran benua): permukaan bumi tdd bberapa lempengan besar beukuran benua yang masing-masing terdiri dari bagian oceania dan kontinental yang bergerak satu terhadp yang lain. Tebal lempengan bumi adalah 80 km. Kecepatan relatif gerak lempeng berkisar antara 1-13 cm/tahun.

## Kandungan litosfer

No	Unsur	% berat
1	O <sub>2</sub>	44,7
2	Si	27,7
3	Al	8,1
4	Fe	5
5	Ca	3,6
6	Na	2,8
7	Mg	2,1
8	Ti	0,6
9	H <sub>2</sub>	0,1
10	lainnya	0,7

Bdsk cara terjadinya, jenis batuan pada litosfer:

- a. Batuan beku: langsung dari pembekuan magma, mis. Batuan andesit untuk pengerasan jalan.
- b. Batuan sedimen: pengendapan bahan organik spt tumbuh2 an, mis. Batuan kapur
- c. Batuan metamorf: perubahan batuan beku karena perubahan temperatur atau tekanan, mis. Batubara, marmer.

A landscape photograph showing a vast, green grassy field in the foreground, leading to a range of mountains in the distance under a clear blue sky.

TERIMAKASHI

# ATMOSFER

(Lapisan udara yang menyelaputi bumi (Tebal: 100 km))



- Komposisi dan struktur atmosfer:

- Udara kering yaitu campuran gas-gas: N<sub>2</sub> 78,085%; O<sub>2</sub> 20,95%, Ar 0,93%, CO<sub>2</sub> 0,033% volume.
- Air dalam tiga dasa: cair, uap dan es
- Aeroid yaitu partikel yang mengapung di udara.

## Lapisan Atmosfer

**1. Troposfer.** batas antara lapisan udara tidak sama di semua tempat, dikatalistiwa batas tersebut kadang mencapai 16 km. hampir seluruh uap air dalam atmosfer terdapat pada lapisan ini. Lapisan ini sangat terkait dengan hujan, salju, badai serta angin. Jalur penerbangan juga terdapat pada lapisan ini. Semakin tinggi dari permukaan bumi suhu semakin menurun, dan berat jenis udara juga semakin kecil.

Susunan gas pada troposfer seragam karena adanya angin vertikal maupun horizontal. Susunan gas dalam troposfer:

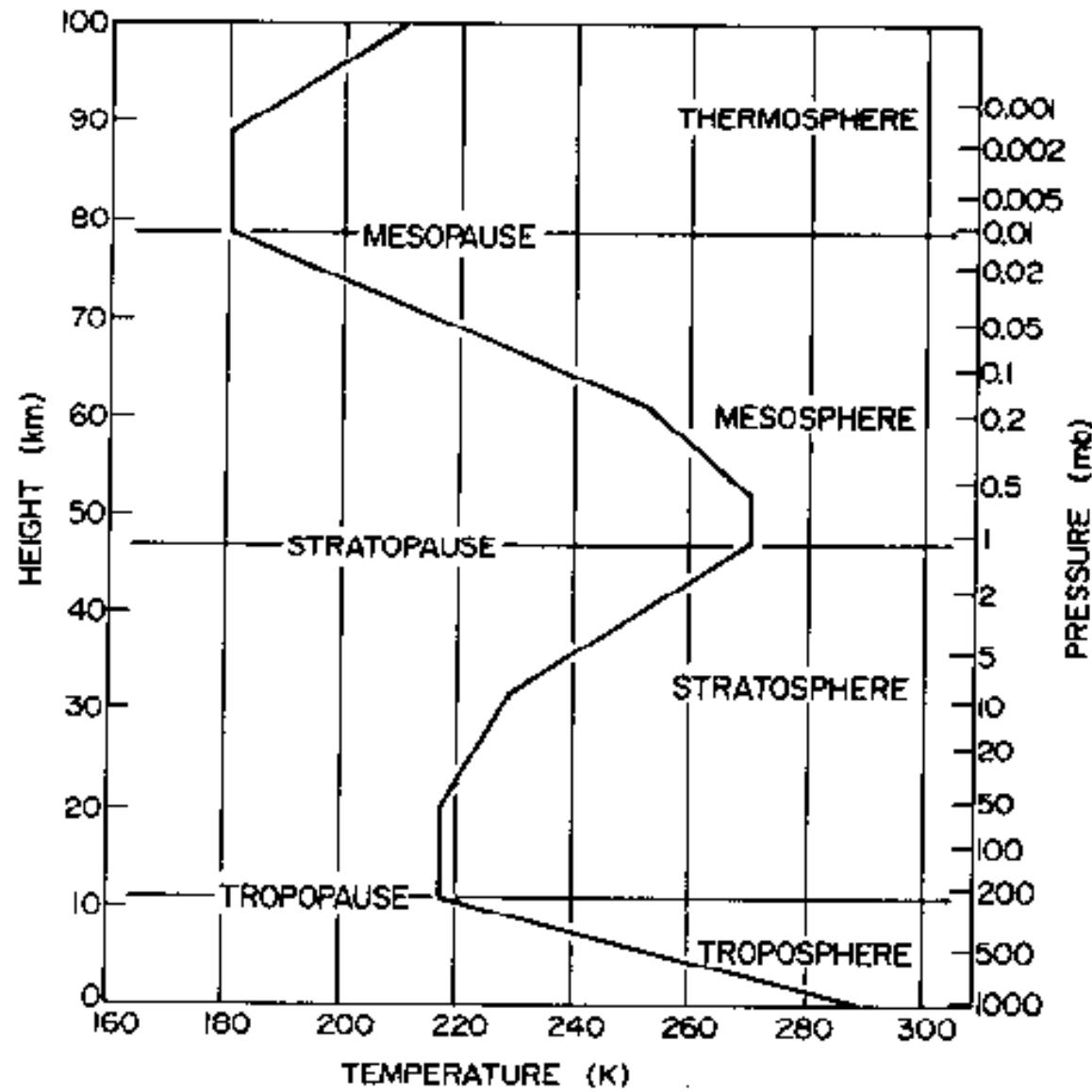
- N<sub>2</sub> 78%
- O<sub>2</sub> 1%
- CO<sub>2</sub> 0,0%
- O<sub>3</sub>, Ar, He, dll

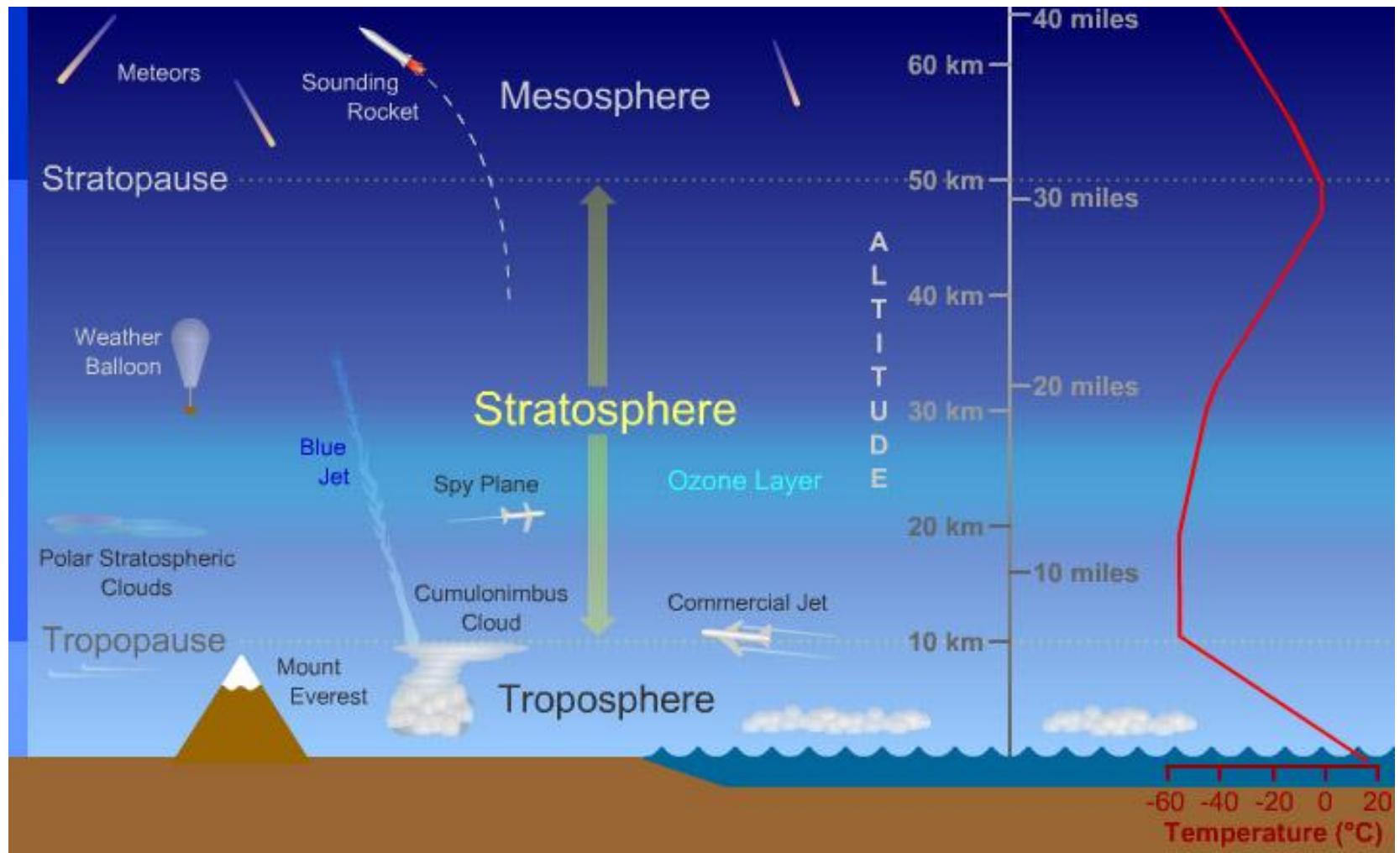
**2. Stratosfer.** Susunan gas homogen. Terdapat lapisan udara dengan bj berbeda. Bj udara yang besar terdapat di dekat dengan troposfer. Semakin tinggi, bj semakin kecil. Terdapat juga uap air, debu dari bumi dan dari angkasa luar yaitu meteor.

Berfungsi sebagai kondensator, yaitu mengkondensasi uap air menjadi titik air berupa awan. Terdapat di 16-80 km dari permukaan bumi. Suhu rata-rata -35°C. Kadar oksigen lebih kecil dibandingkan troposfer. Banyak ditemukan ozon (O<sub>3</sub>) yang melindungi bumi dari sinar UV matahari yang dapat mengganggu kehidupan di bumi.

**3. Ionosfer.** Tekanan udara sangat rendah karena berada di atas 80 km dari permukaan bumi. Tekanan rendah tersebut membuat semua partikel menjadi ion-ion. Sehingga lapisan ini sangat berperan dalam komunikasi radio karena lapisan ini mampu memantulkan gelombang radio.

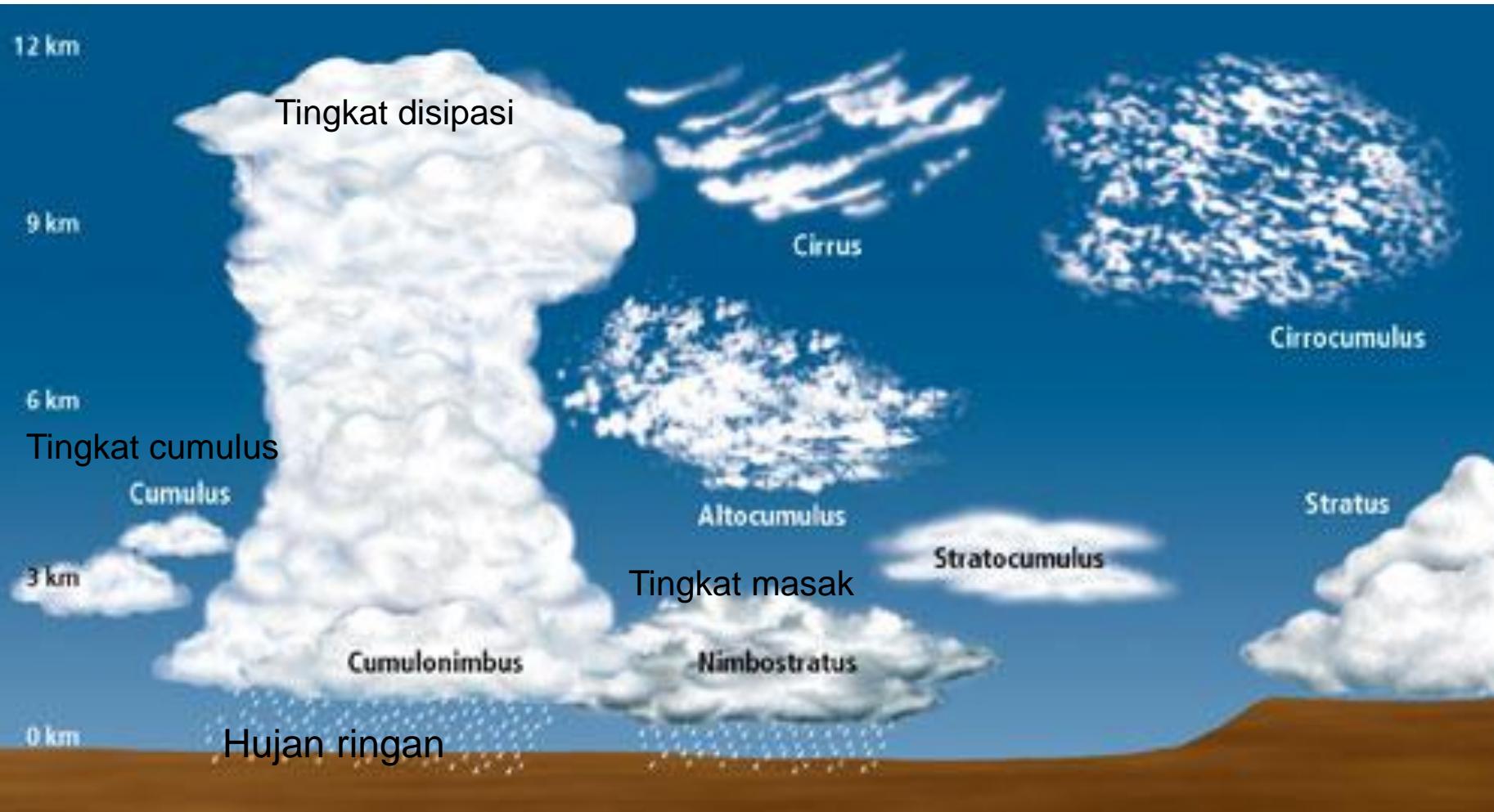
# Zona atmosfer bumi berdasarkan profil temperatur





# **Badai Guruh.**

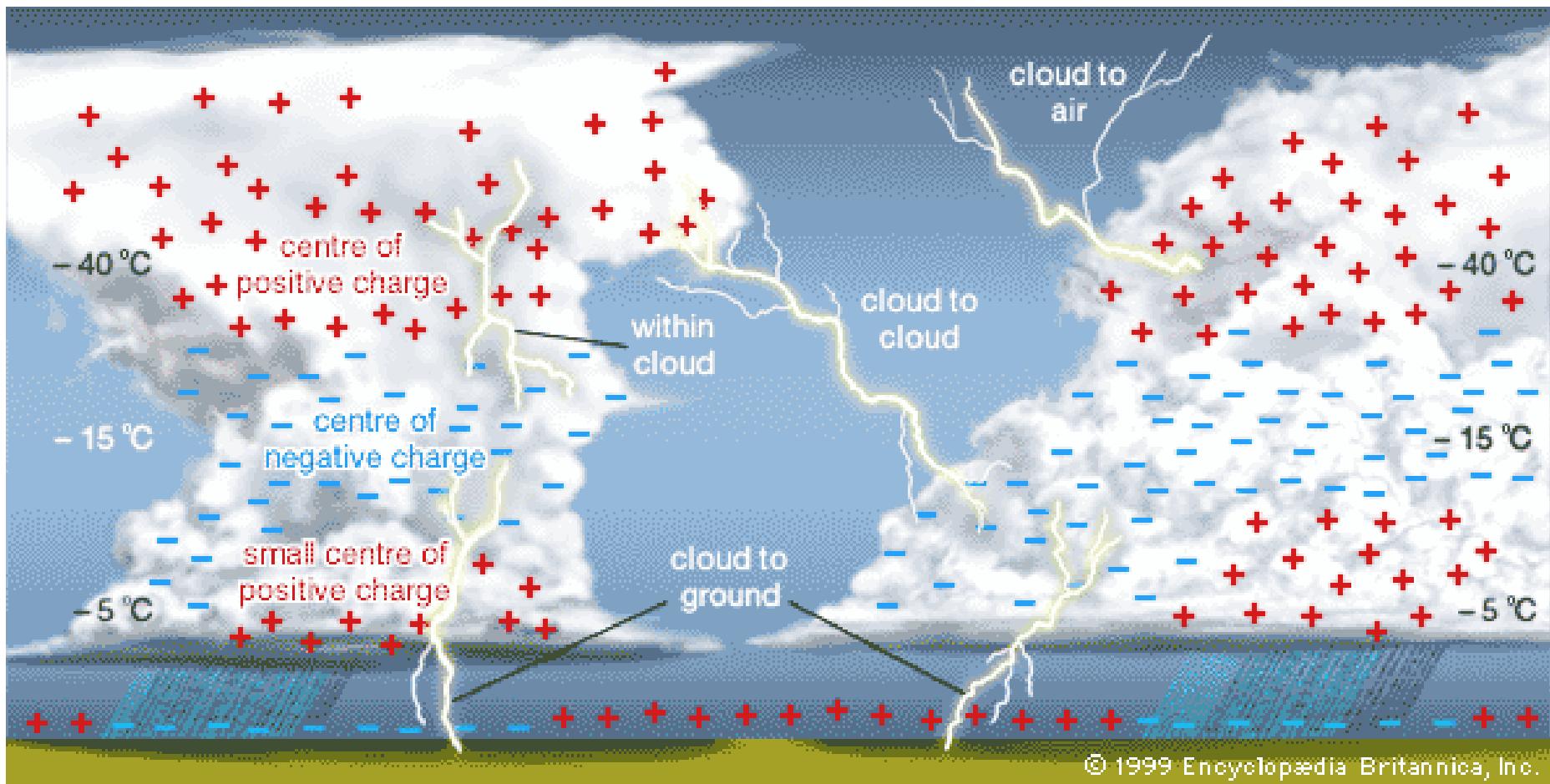
- Awan menurut metode formasinya:
  1. Awan stratiform; mempunyai arus udara vertikal lemah dalam area yang luas.
  2. Camuliform; arus udara vertikalnya kuat terjadi dalam area yang tidak luas. Awan ini dapat tumbuh menjadi awan guruh.
- Fase pertumbuhan awan guruh:
  - a. Tingkat cumulus, ditandai oleh arus udara ke atas. Terjadi proses pertumbuhan tetes hujan melalui tumbukan – tangkapan dan melalui kristal es jika terbentuk kristal es. Jika awan cumulus menjadi cumulus congestus maka terjadi proses elektrifikasi awan.
  - b. Tingkat dewasa, ditandai oleh kebengisan awan. Terjadi peristiwa hujan lebat, turbulen kuat, guruh dan kilat, serta batu es (hail). Pada fasa ini terjadi arus udara ke bawah yang menghasilkan presipitasi dan arus udara ke atas yang memasukkan bahan bakar awan yaitu uap air.
  - c. tingkat desipasi. Ditandai melemahnya badai guruh. Jika dalam awan lebih dari separuh dikuasai oleh arus udara ke bawah maka badai akan mati



# Teori Polarisasi

## (Elektrifikasi dalam awan guruh)

- Partikel awan & presipitasi (kristal es & tetes hujan) akan dipolarisasikan dengan adanya medan listrik cuaca cerah yang berarah ke bawah, sehingga *bagian bawah* partikel bermuatan *positif* dan *bagian atasnya* bermuatan *negatif*. Ketika partikel awan bergerak ke bawah, maka muatan negatif dialihkan kepada partikel presipitasi. Gerak ke bawah gravitasional dari partikel presipitasi bermuatan negatif dan gerak ke atas partikel awan bermuatan positif menyebabkan pertumbuhan dua pusat muatan utama yang memperkuat medan listrik bawah.
- Distribusi muatan dalam awan guruh secara rata2 di bagian atas bermuatan positif +24 C dan di bagian bawah bermuatan negatif -20 C tetapi masih di atas isoterm 0° C. Kejadian luah (*discharge*) listrik tinggi dalam waktu singkat disebut *kilat*. Karena terjadi pemanasan dan pemuaian udara sepanjang luah listrik maka terdengar gelombang suara sebagai guruh.



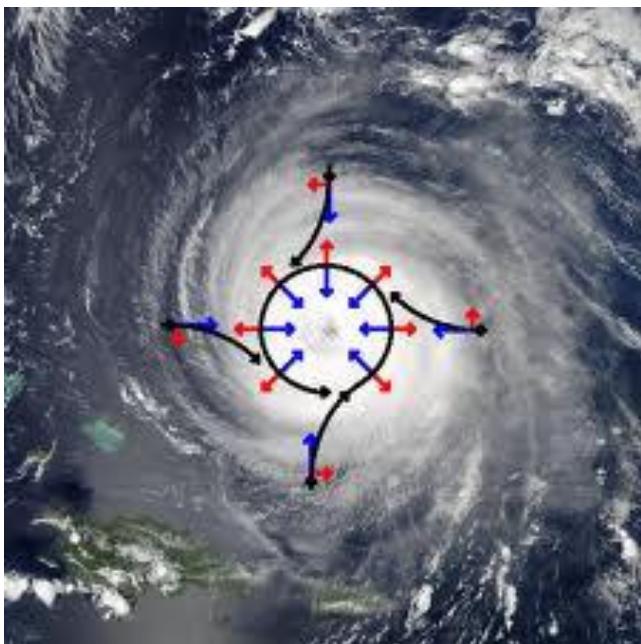
© 1999 Encyclopædia Britannica, Inc.

# Siklon Tropis

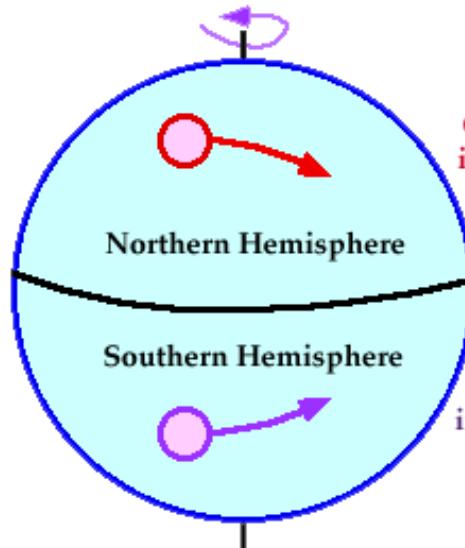
- Bencana alam terdahsyat di dunia. Wilayah Indonesia terletak disekitar ekuator (lintang rendah) sehingga bencana siklon tropis tidak berdampak serius dibandingkan di daerah lainnya yang terletak di luar lintang geografis  $8^{\circ}$  baik di BBU maupun BBS. Contoh; Bangladesh tahun 1973 menelan korban 300.000 jiwa.
- Munculnya siklon tropis berkaitan dengan suhu muka laut yang panas ( $>26^{\circ}$  C) banyak terjadi penguapan sebagai sumber energi badai siklon tropis terjadi perubahan fasa uap menjadi fasa cair melalui kondensasi yang melepaskan panas laten.
- Munculnya badai tropis juga berkaitan dengan gaya *Coriolis* yang cukup besar akibat rotasi bumi dan berkaitan “punggung panas” (thermal ridge) muka laut. Energi termik laut yang besar dan udara lembab pada lapisan bawah merupakan salah satu syarat pembentukan siklon tropis.
- Dalam siklon tropis udara bergerak memotong isobar2 ke arah dalam akibat gesekan permukaan sehingga sistem angin konvergen (gambar). Efek siklon tropis pada wilayah indonesia yang berdekatan dengan lintasan siklon tropis ialah kenaikan curah hujan, kecepatan angin dan tingginya gelombang laut.

Pada umumnya mata siklon tropis merupakan daerah bebas awan, kecuali jika ada pemancaran awan menjadi stratocumulus dan fraktostratus yang pecah2. awan cirrus dan cirostratus dapat diamati pada puncak awan cumulonimbus sebagai perisai cirrus (gambar).



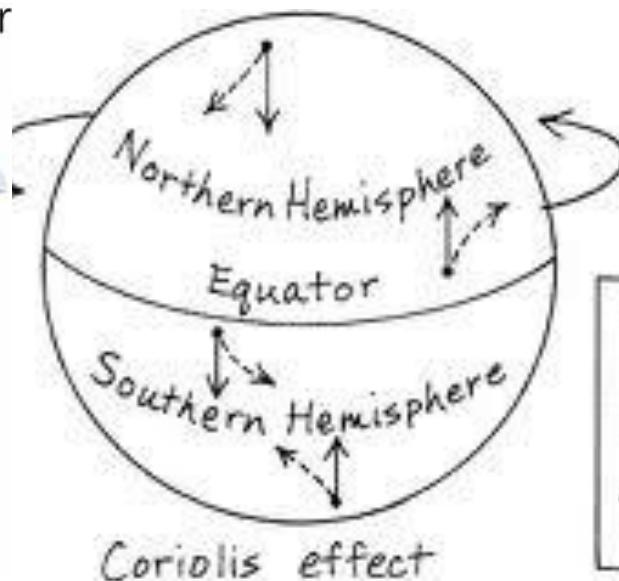
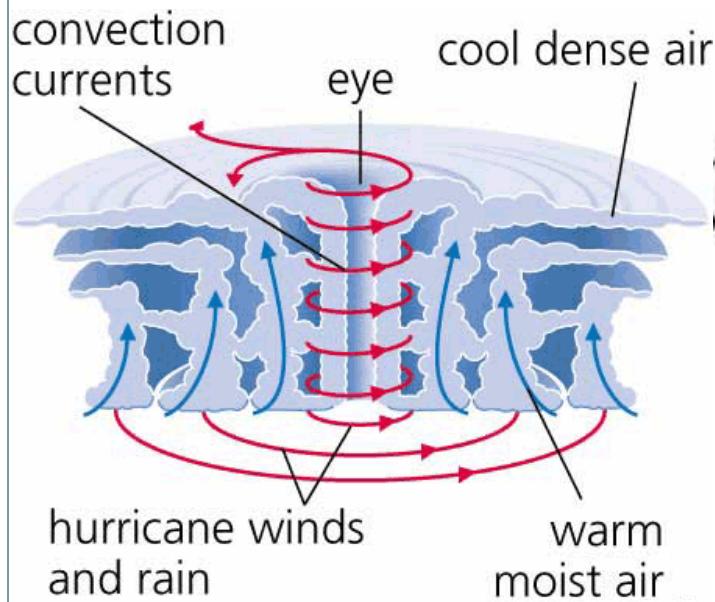


Due to the earth's rotation



Objects deflect to the right in the northern hemisphere

Objects deflect to the left in the southern hemisphere



Legend

- direction of air
- ....→ deflected path
- curve → direction of Earth's rotation

# El Nino – La Nina

- Variabilitas iklim (banjir-kekeringan) akibat interaksi kompleks antara atmosfer, hidrosfer, litosfer, krioster dan biosfer.
- Bahasa Spanyol; El Nino = anak laki2 (*the boy*); sebagai anak Tuhan (*the Christ Child*) oleh masyarakat Peru karena kedatangannya membawa berkah bagi rakyat setelah kekeringan yang sangat membawa penderitaan; dan La Nina = anak perempuan (*the girl*). Istilah Anti-El Nino sering dipakai sebagai pengganti istilah La Nina karena mekanismenya kebalikan dari El Nino.

- El Nino/La Nina adalah interaksi atmosfer – laut yang aktivitasnya terletak pada daerah  $120^{\circ}$  B –  $180^{\circ}$  B dan  $5^{\circ}$  U –  $10^{\circ}$  S yang disebut Nino 3,5 yang mencakup sebagian Nino 3 dan sebagian Nino 4. intensitasnya ditentukan suhu muka laut di ocean pasifik. El Nino adalah episode panas dan La Nina episode dingin osean pasifik.
- Dampak El Nino di Indonesia adalah kekeringan yang mempermudah kebakaran hutan. El Nino 1982-1983 menyebabkan kerugian global 13 miliar dolar AS, ribuan orang mati, puluhan ribu kehilangan tempat tinggal. Di Indonesia terjadi kekeringan, 340 orang mati dan kerugian sebesar 500 juta dolar AS (sumber New York Time, 2 Agustus 1983 dan Moura 1996).

# Polusi Udara

- Atmosfer merupakan tempat pembuangan semua jenis polutan, atmosfer sebagai pengencer polutan dan ada kalanya sbg pendauran kembali polutan tersebut.
- Ada 3 jenis pola penyebaran kepulan asap:
  1. *fanning* (kipas), terjadi jika suhu udara naik terhadap ketinggian atau atmosfer stabil.
  2. *looping* (ikalan), terjadi jika suhu udara turun terhadap ketinggian atau atmosfer labil.
  3. *coning* (kerucut), terjadi jika suhu udara turun dengan lambat ( $1^{\circ} \text{ C}/100 \text{ m}$ ) atau atmosfer netral.
- Pola campuran misalnya fumigation (pengasapan) jika lapisan atas stabil (suhu naik dengan ketinggian) dan lapisan bawah labil.



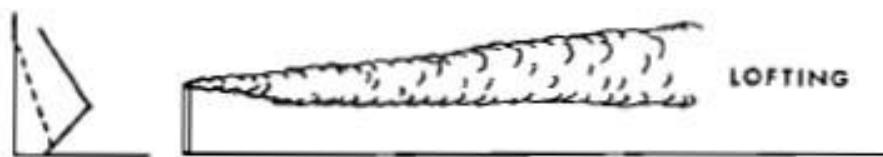
Tidak stabil



netral



stabil



LOFTING



FUMIGATION

Netral di bawah  
Stabil di atas



DRY ADIABATIC LAPSE RATE

# Modifikasi Cuaca

- Salah satu tujuan modifikasi cuaca adalah hujan buatan, tetapi teknologi ini terbatas pada persyaratan meteorologis.
- Ada 2 cara yaitu dengan pesawat terbang memburu awan dan dispenser diburu awan.
- Di Indonesia sejak tahun 1977 dilakukan dengan menyebarkan garam ( $\text{NaCl}$  atau  $\text{CaCl}_2$ ) dengan diameter sekitar  $50 \mu\text{m}$  yang bertindak sebagai inti kondensasi awan, dan penyemprotan larutan urea di atas dasar awan yang bertindak sebagai tetes buatan yang merangsang mekanisme tumbukan-tangkapan dengan tetes awan alamiah sehingga terjadi pertumbuhan tetes hujan. Injeksi kristal es buatan atau es kering ( $\text{CO}_2$  padat) dan perak iodida ( $\text{AgI}$ ) dapat dilakukan untuk awan dingin.

# Pemanasan Global

- Tahun 1998 adalah tahun terpanas secara global dalam abad ini. Pamanasan global disebabkan oleh gas rumah kaca (GRK) dan penipisan lapisan ozonosfer oleh gas CFC. Gas ini terutama  $\text{CO}_2$  mempunyai sifat seperti kaca, transparan terhadap radiasi gelombang pendek dan menyerap radiasi gelombang panjang. Sejak revolusi industri konsentrasi  $\text{CO}_2$  selalu meningkat.
- Ozonosfer berfungsi menyerap radiasi matahari bertenaga tinggi (sinar UV yang merupakan perisai kehidupan di bumi). CFC gas berbahaya karena merusak ozonosfer sehingga terjadi lubang ozon. CFC dapat berdifusi sampai ke ozonosfer karena gas ini relatif tidak larut terhadap air hujan.
- Dampak pemanasan global: kenaikan air laut, cuaca ekstrim seperti badai yang sering terjadi, perubahan sirkulasi udara yang melibatkan siklon, kekeringan, banjir dll.

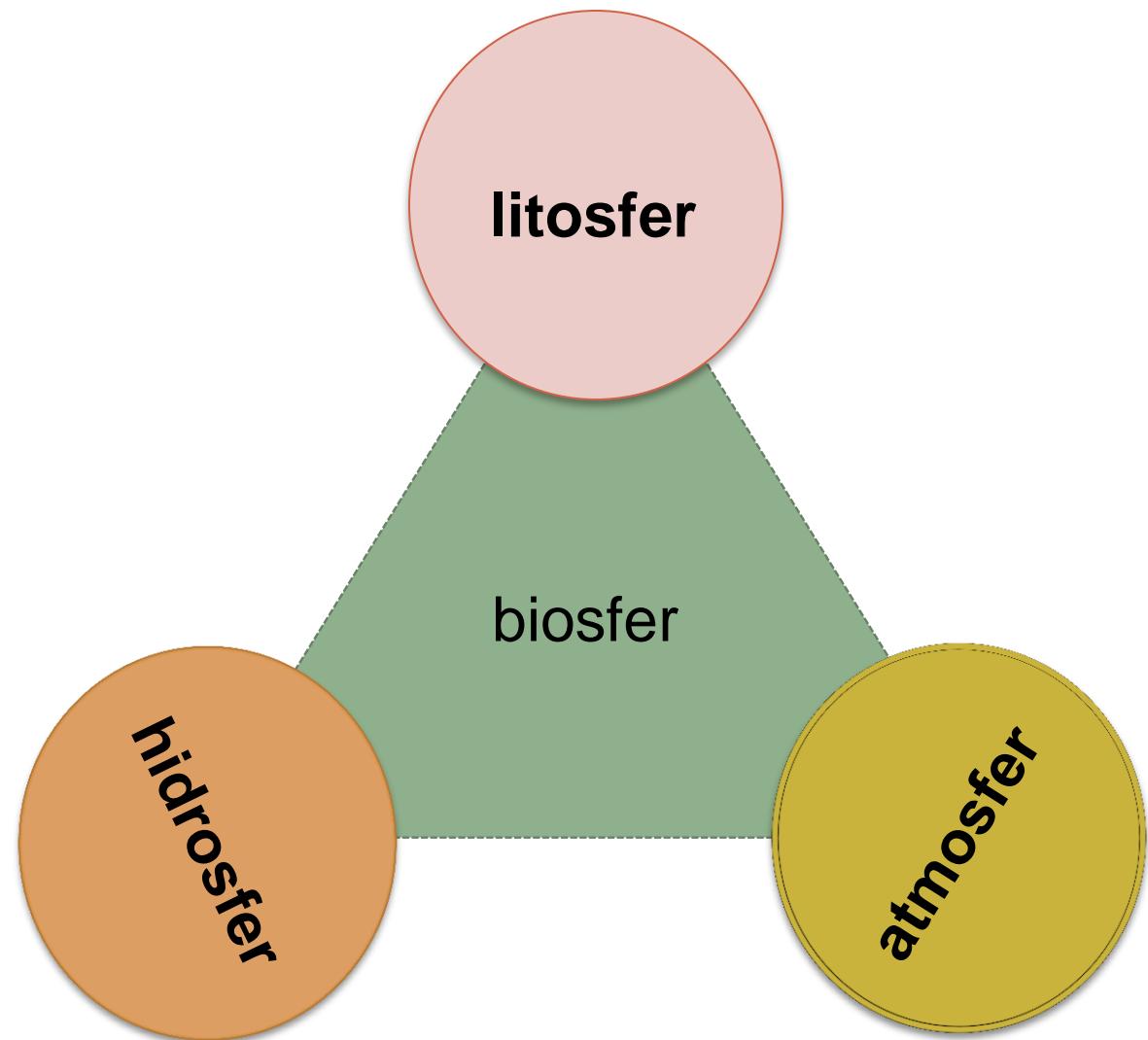
## H I D R O S F E R

- Semua bentuk cair yang berada di atas permukaan bumi.
- 72% muka bumi terisi air, sedangkan 28% daratan
- Dasar laut dan dasar samudra tak ubahnya seperti relief di muka bumi, dengan bagian sebagai berikut:
  - *Shelf*: dasar samudra disepanjang pantai dengan dalam rata-rata 200 m. zona ini yang kaya ikan.
  - *Plat*: seperti shelf tetapi zonanya meluas dan kedalaman rata-rata 200 m. zona ini juga kaya ikan.
  - *Trog*: lembah yang dalam dan memanjang di laut.
- Daerah2 tersebut juga kaya akan minyak bumi. Makin ke bawah dan ke arah kutub suhu semakin menurun. Dikatulistiwa suhunya  $\pm 28^{\circ}\text{C}$ , didekat kutub  $2^{\circ}\text{C} – 0^{\circ}\text{C}$ .

- Temperatur laut sangat mempengaruhi kehidupan di laut, sehingga ikan banyak diemukan di laut dangkal karena sinar matahari masih mampu menembus laut sampai dasar dimana s. matahari dibutuhkan oleh ikan, plankton, ataupun tumbuhan lainnya.
- S. matahari sangat diperlukan fitoplankton untuk fotosintesis. Dalam rantai ekosistem laut, fitoplankton sebagai produsen.
- Produsen dimakan oleh ikan herbivor atau zooplankton dan seterusnya sampai ikan predator yang besar.
- Samudra dan lautan bergerak menimbulkan arus laut baik yang terjadi di permukaan maupun dibawah. Arus ini penting dalam rangka sirkulasi oksigen dan distribusi makanan serta mengatur suhu air laut.

- Gerakan laut disebabkan faktor:
  - a. angin
  - b. perbedaan kadar garam
  - c. perbedaan bj air laut.
  - d. perbedaan pasang surut.
- Hubungan antara atmosfer dan hidrosfer sangat erat berkaitan dengan siklus air. Selain itu oksigen dibutuhkan oleh hewan dan tumbuhan air. Pada saat hujan juga terjadi absorpsi gas terutama oksigen ke dalam air. Jumlah uap air di udara tidak tetap, semakin tinggi temperaturnya maka semakin banyak kandungan uap airnya.

- Ada 2 cara untuk menyatakan uap air di udara, yaitu:
  1. *Kelembaban absolut*: banyaknya uap air (dalam gram) yang terdapat dalam  $1\text{ m}^3$  udara.
  2. *kelembaban relatif (nisbi)*. Perbandingan antara banyaknya uap air di udara terhitung (gram  $1\text{ m}^3$  udara) dengan banyak uap air apabila udara tersebut pada temperatur yang bersangkutan jenuh dengan uap air.



# EVOLUSI



# EVOLUSI MAKHLUK HIDUP

- Evolusi adalah proses perubahan ciri suatu spesies dalam kurun waktu lama, yang akhirnya sampai kepada pembentukan spesies baru.
- Kehidupan saat ini berasal dari kehidupan terdahulu, melalui suatu proses perubahan secara perlahan2 dan dalam perubahan tersebut membentuk spesies baru, proses tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat lama.
- Bukti dan data geologis dan palaentologis pada kerak bumi mendukung penyelidikan tentang keadaan makhluk hidup pada zaman dahulu.
- Charles Darwin (1859) seorang naturalis Inggris menerbitkan buku The Origin of Species yang memberi dampak terhadap cara berfikir dunia barat **sebab:**

1. *The Origin of Species* menyatakan bahwa semua makhluk merupakan hasil keturunan moyang yang sama yang mengalami modifikasi. Inilah teori evolusi. Berlawanan dengan pemikiran saat itu yaitu species tidak berubah dan setiap species diciptakan di bumi ini dalam bentuk sekarang.
2. *The Origin of Species* menyajikan sejumlah besar fakta yang dianggap oleh Darwin dapat dijelaskan dengan teori evolusi.
3. Darwin menjelaskan suatu mekanisme bagaimana perubahan evolusi itu berlangsung. Teori ini disebut **teori seleksi alam** yang merupakan landasan buku *The Origin of Species*.

# Sejarah kehidupan dibagi menjadi 4 era:

- 
- prekambrium (3000 juta tahun lalu)
  - palaeozoik (600 juta tahun lalu)
    - Zaman trias
    - Pensylvania
    - Mississippi
    - Devon
    - Silur
    - Ordovisium
    - kambrium
  - mesozoik (230 juta tahun lalu)
    - Trias akhir
    - Jura
    - kreta
  - senozoik (63 juta tahun lalu)
    - Tersier
    - kuartener

- Pada zaman prekambrium hampir tdk ditemukan fosil.
  - Pada era 600 juta tahun lalu (permulaan era palaeozoik) telah ada kehidupan di laut yaitu dari kelompok alga hijau, kemudian protista yaitu makhluk hidup eukariot bersel satu.
  - Setelah itu berkembanglah hewan, mamalia dan manusia.
  - Evolusi tumbuhan dimulai dari alga hijau, berevolusi menjadi lumut (bryophyta) dan paku (pterodophyta).
  - Paku mengalami spesiasi menjadi pteropsida, lycopsida, dan sphenopsida. Pteropsida inilah yang kemudian berkembang menjadi gymnospermae dan angiospermae.

- Alga hijau hidup di laut karena kehidupan daratan belum mampu untuk mendukung karena atmosfer masih relatif panas dan oksigen belum banyak tersedia.
- Alga hijau memiliki klorofil yang dalam kehidupannya berfotosintesis menghasilkan oksigen yang akan memenuhi atmosfer.
- Alga hijau juga tidak memerlukan substrat tanah dan dapat mengapung atau melayang di dalam air.
- Perkembangan selanjutnya adalah tumbuhan paku yang memerlukan substrat atau menempel pada batuan.
- Adaptasi terus menerus melahirkan tumbuhan tingkat tinggi yang mutlak memerlukan tanah untuk menancapkan akarnya dalam rangka mencari air untuk bahan dasar fotosintesis.

## Perbedaan ciri hewan dan tumbuhan yang utama

Karakter	Tumbuhan	Hewan	Euglena
Klorofil	+	-	+
Gerak	minim	+	+

- Euglena: bentuk antara hewan dan tumbuhan.
- Hewan bersel satu akan bertambah banyak membentuk sebuah jaringan misalnya.....

- Ikan muncul pda masa devon (405 juta tahun lalu).
  - Kelompok ikan memiliki nenek moyang invertebrata yang menjadi ikan tulang rawan (Condriechtyes) dan akhirnya menjadi ikan bertulang sejati (Osteichthyes).
  - Pohon evolusi tersebut terus bercabang berkembang menjadi amfibi dan reptil.
- 
- Setelah era devon, oksigen di atm sudah cukup banyak untuk mendukung kehidupan di darat.
  - Amfibi adalah sebagai hewan pertanda peralihan sistem pernafasan dari insang ke .....

- Ikan bertulang sejati melalui amfibi mengalami percabangan evolusi menjadi reptil.
  - Pada era Trias daratan bahkan didominasi oleh reptil (dinosaurus) sampai era Jura.
  - Era Kreta reptil tersebut punah.
- 
- Evolusi burung dimulai pada masa Tersier setelah dinosaurus punah.
  - Archeopterik mempunyai sayap dianggap sebagai nenek moyang burung.

- Primata adalah puncak klasifikasi.
- Primata primitif berkembang menjadi manusia (*Homo sapiens*), namun hal ini ditentang oleh kaum agamawan.
- Bukti fosil menyangsikan hubungan kekerabatan kera dan manusia, karena masih ada missing link yang belum terungkap sampai saat ini.

## Fakta tentang Evolusi

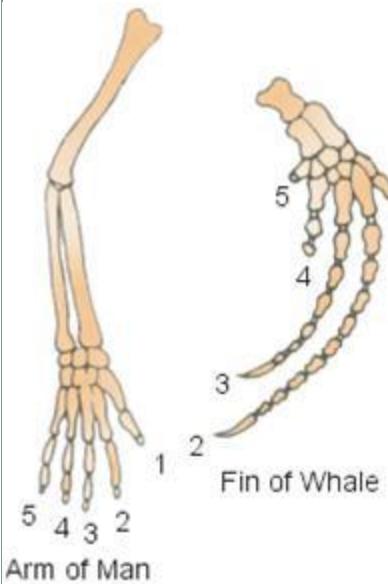
1. Bukti dari Paleontologi
2. Bukti dari Anatomi Perbandingan
3. Bukti dari Embriologi
4. Bukti dari Biokimia Perbandingan
5. Bukti dari Struktur Kromosom
6. Bukti dari Keserupaan Pelindung
7. Bukti dari Penyebaran Geografik
8. Bukti dari Domestikasi

# 1. Bukti dari Paleontologi

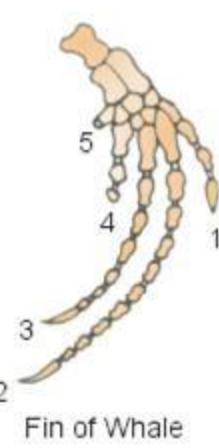
- **Paleontologi:** ilmu mengenai fosil, sebagai sisa organisme yang hidup pada zaman geologi yang lampau.
- Dalam keadaan khusus seluruh tubuh organisme setelah mati dapat diawetkan, contohnya:
  - a. *serangga yang terjerat di dalam getah konifer yang tumbuh disepanjang pantai Laut Baltik lebih dari 30 juta tahun lalu, sekarang dapat dipelajari dengan mudah seakan-akan baru saja mati.*
  - b. *Bangkai mamot yang beku di Siberia, meskipun telah membeku 40.000 tahun dagingnya masih cukup baik untuk studi biokimia.*
  - c. *Sisa tulang dan cangkang yang mengandung sisa bahan organik untuk jangka waktu lama.*
  - d. *Pembatuan satu salinan bagian tumbuhan dan hewan.*
  - e. *Pada batuan sedimen di Grand Canyon, ternyata semakin tua (dalam) semakin sedikit jenis jumlah fosil. Hal ini mendukung gagasan bahwa semua organisme hidup sekarang ini pada suatu periode dalam sejarahnya mempunyai moyang yang sama.*

## 2. Bukti dari Anatomi Perbandingan

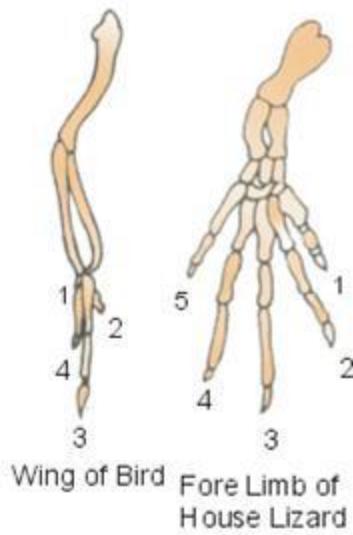
- Kita akan mengetahui adanya pola yang sama pada bagian tertentu spesimen ketika membandingkan anatomi mamalia.
- Adanya organ-organ homolog pada beberapa species tidak jelas fungsinya. Jika semua species diciptakan secara khusus maka hal ini merupakan perencanaan yang kurang baik untuk memasukkan bagian2 yang tidak berfungsi.
- Sebaliknya jika mereka berkembang dari moyang yang sama, maka kita dapat mengerti mengapa sisa-sisa peninggalan evolusi mereka masih ada. Misal, tulang ekor pada manusia merupakan sisa ekor yang dimiliki moyang kita.



Arm of Man

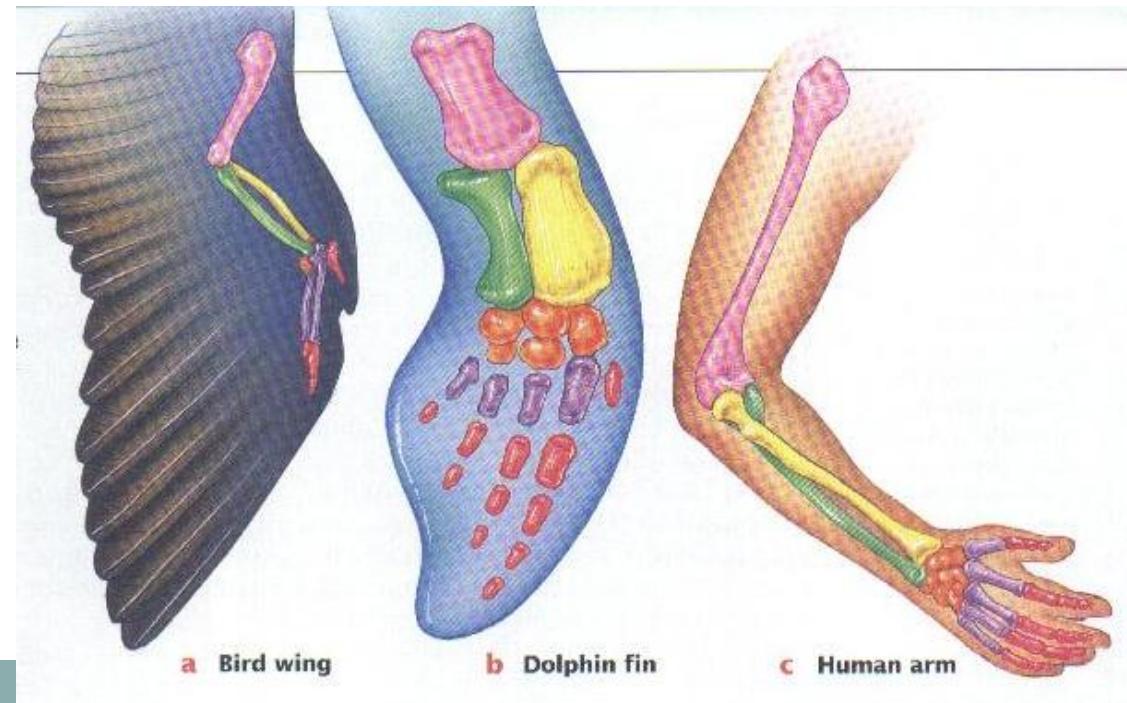


Fin of Whale



Wing of Bird

Fore Limb of House Lizard

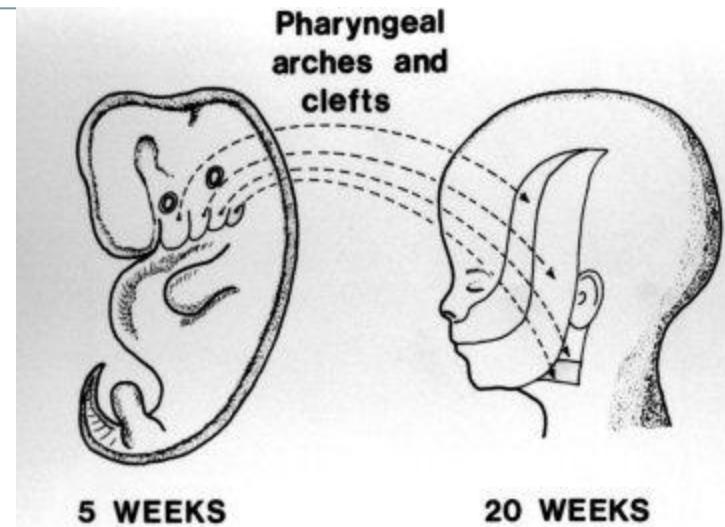
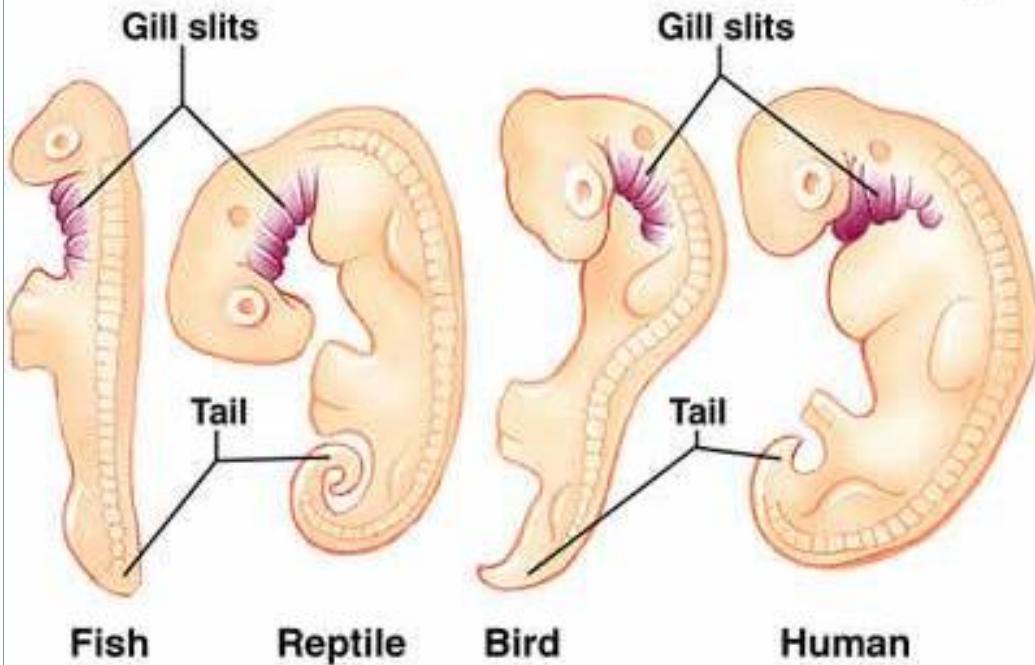


a Bird wing

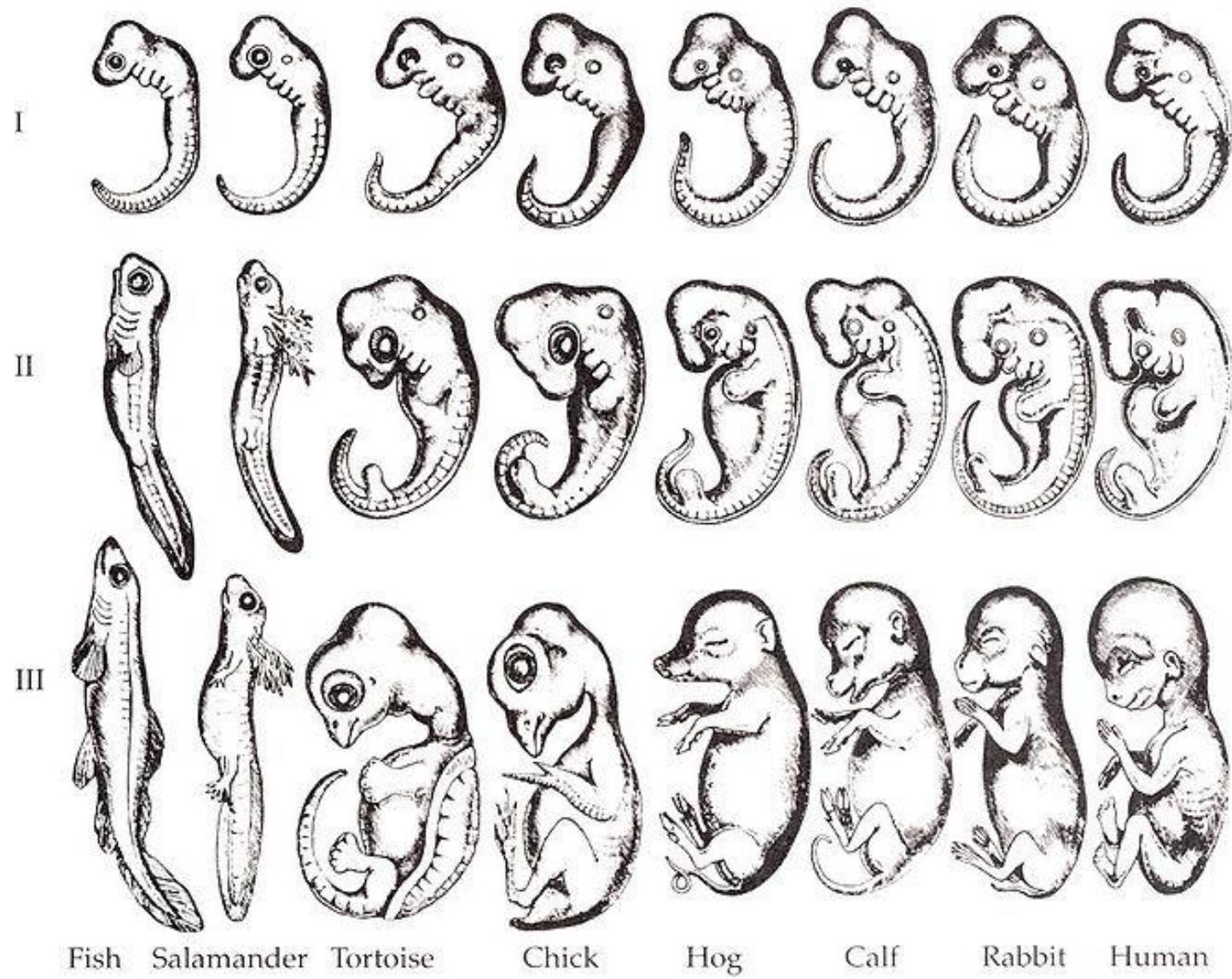
b Dolphin fin

c Human arm

### 3. Bukti dari Embriologi



- Perkembangan semua vertebrata memperlihatkan keseragaman yang mencolok. Hal ini terjadi pada saat pembelahan, morfogenesis, dan tahap awal diferensiasi. Persamaan ini sering digunakan sebagai bukti hubungan evolusi antar vertebrata.



## 4. Bukti dari Biokimia Perbandingan

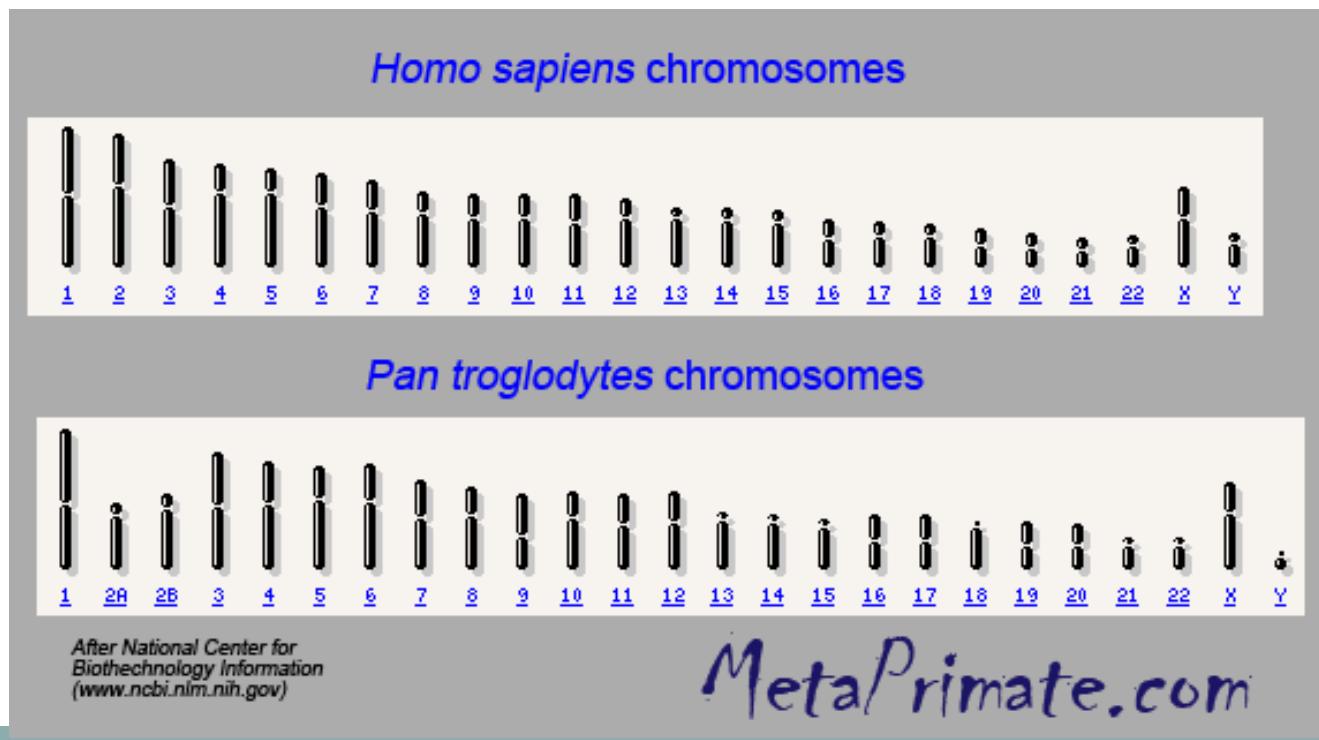
- Studi biokimia dari berbagai organisme juga menunjukkan adanya homologi biokimia. Studi tentang urutan asam amino pada hemoglobin mamalia memperlihatkan adanya persamaan khususnya spesies yang berkerabat dekat.

Jlh Perbedaan asam amino antara rantai beta hemoglobin manusia dengan berbagai spesies

Rantai beta manusia	0
Gorila	1
Gibbon	2
Monyet rhesus	8
Anjing	15
Kuda, sapi	25
Tikus	27
Kangguru kelabu	38
Ayam	45
Kodok	67
Lamprey	125
Siput laut (moluska)	127
Kedelai (leghemoglobin)	124

## 5. Bukti dari Struktur Kromosom

- Perbedaan antara satu spesies dengan lainnya dalam analisis terakhir adalah genetika. Gen-gen dalam kromosom.
- Semakin dekat hubungan dua spesies semakin mirip kariotipenya. Kariotipe simpanse dan orangutan praktis tidak dapat dibedakan, kecuali jumlah kromosomnya yang 48 berbeda dengan kromosom manusia yang berjumlah 46, sangat mirip dengan kariotipe manusia.



## 6. Bukti dari Keserupaan Pelindung

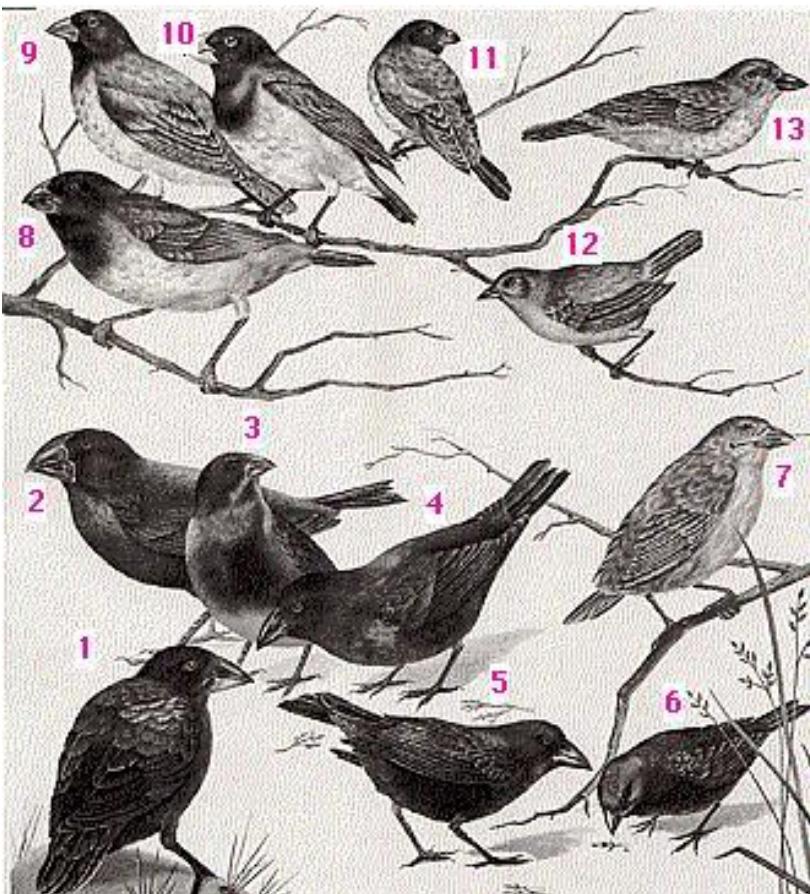
- Bukti evolusi paling dramatik adalah penyebaran melanisme industri yaitu perubahan warna ngengat 10% dari 700 spesies ngengat besar menjadi gelap di daerah2 industri di Inggris pada akhir abad lalu.
- *Biston betularis* biasanya berwarna cerah dengan bintik2 hitam mutan dalam tahun 1849 yaitu berwarna gelap seperti batubara, sehingga pada akhir abad ke-19 ngengat berwarna hitam menjadi lebih umum (90%) daripada ngengat berwarna cerah.

## 7. Bukti dari Penyebaran Geografik

- Alfred Wallace (Inggris, 1876): daerah2 benua dapat dibagi menjadi 6 wilayah terpisah dari wilayah utama berdasarkan populasi hewannya.
  - a) Daerah tropis: Ethiopia (Afrika tropis) dan Oriental (asia tropis).
  - b) Paleartik Eropa dan Asia Utara
  - c) Neartik Amerika Utara
  - d) Neotropis (Amerika Selatan)
  - e) Australia (Australia, Selandia Baru dan Irian)
- Penyebaran tumbuhan & hewan di pulau2 samudra (misalnya pulau2 Hawai) yang tidak pernah berhubungan dengan salah satu wilayah benua Wallace. Sebagimana Darwin dalam usia 26 tahun menemukan adanya 13 spesies burung Finch di pulau Galapagos, Ekuador yaitu keanekaragaman bentuk paruh.

## 8. Bukti dari Domestikasi

- Pembudidayaan tumbuhan dan hewan dengan sengaja oleh manusia selama ribuan tahun.
- Pengembangan varietas atau jenis tanaman dan hewan yang menghasilkan makanan lebih banyak dan lebih baik. Kita tidak menciptakan spesies baru dalam proses domestikasi ini, namun menciptakan bentuk2 yang sangat berbeda dari moyangnya.
- Banyak spesies yang didomestikasi mengalami perubahan besar sehingga tidak dapat hidup tanpa bantuan kita.



Gambar burung Finch Darwin; No. 1-7 burung finch tanah dengan mencari makanan di tanah dan semak yang rendah. No. 8-13 burung finch pohon. Mereka terutama memakan insekta. 1 finch kaktus tanah yang lebih besar. 2 finch tanah yang besar (*Geospiza magnirostris*). 3. finch tanah berukuran sedang (*G. fortis*). 4. finch tanah berkaktus. 5. finch tanah berparuh tajam. 6. finch tanah berukuran kecil (*G. fuliginosa*). 7. finch pelatuk. 8. finch pohon pemakan tumbuhan. 9. finch pohon insektivora berukuran besar (*Camarhynchus pauper*) 10. finch pohon berukuran besar (*C. psittacula*). 11. finch pohon pemakan serangga kecil. 12. finch penyanyi. 13. finch bakau. (Dan Biological Sciences Curriculum Study, Biological Science: Molecules to man, Haughton Mittin Co., 1963)

## Mekanisme Evolusi

- Faktor2 lingkungan memengaruhi kelangsungan hidup individu dalam suatu populasi. Contoh, struktur paruh burung yang sesuai untuk hidup pada wilayah terdapat tumbuhan berbiji keras spt gandum, jagung, padi dsb. Burung yang tidak sesuai akan mati atau tidak mencapai umur reproduktif shg keturunan burung yang sesuailah yang mendominasi wilayah tersebut---->*adaptasi struktur tubuh terhadap faktor lingkungan*.
- Burung yang adaptif akan dapat meneruskan kehidupannya dan bertambah jumlahnya dibandingkan yang tidak adaptif---->Darwin: **Seleksi alamiah (natural selection)**.

# 4 mekanisme yang mendorong terjadinya evolusi

1. Natural Selection
2. Mutation
3. Gene Flow
4. Genetic Drift

## **Pemikiran Darwin tentang Evolusi hasil Seleksi Alamiah**

1. Organisme purba dan organisme modern berkerabat satu dengan lainnya.
2. Faktor-faktor lingkungan berperan penting dalam perkembangan keanekaragaman tumbuhan dan hewan.
3. Anggota populasi dari spesies yang sama akan menunjukkan perubahan struktur tubuh yang sedikit berbeda setelah terisolasi secara geografis.
4. Organisme yang hidup di pulau menunjukkan kesamaan struktur dengan organisme di daratan dekat pulau tersebut.

# Darwinian Natural Selection

- Tiga kondisi yang diperlukan untuk terjadinya evolusi dengan:
  1. Natural **variability** for a trait in a population
  2. Trait must be **heritable**
  3. Trait must lead to **differential reproduction**
- **A heritable trait that enables organisms to survive AND reproduce is called an adaptation**

# Steps of Evolution by Natural Selection

- Genetic variation is added to genotype by mutation
- Mutations lead to changes in the phenotype
- Phenotype is acted upon by nat'l selection
- Individuals more suited to environment produce more offspring (contribute more to total gene pool of population)
- Population's gene pool changes over time
- Speciation may occur if geographic and reproductive isolating mechanisms exist...
- Natural Selection in action ...
- A demonstration...

- Dengan pemahaman prinsip2 ilmu genetika pada abad ke-20: perubahan informasi genetik yaitu gen flow dan genetic drift/penyimpangan gen---->perubahan populasi--->**spesiasi/ spesiasi filetik (phyletic speciation).**
- Perubahan komposisi genetik terjadi pada gen yang terdapat pada anggota sebuah populasi dan diturunkan ke generasi berikutnya ketika proses reproduksi....>perubahan evolusioner....>*kunci utama mengapa proses evolusi menjadi penyebab terjadinya keanekaragaman organisme di muka bumi ini.*
- Spesiasi yang lain: **S. alopatrik, S. parapatrik, dan S. simpatrik.**

- **Spesiasi alopatrik**, terjadi karena adanya penghalang fisik (*physical barrier*) spt. Sungai, gunung, letak geografis dsb. Penghalang tersebut memotong aliran gen antar populasi dengan populasi induknya. Setelah terisolasi mereka akan membentuk sejumlah perbedaan genetik, termasuk penghalang reproduksi. Contoh, hasil evolusi populasi burung kutilang (finch) di Kepulauan Galapagos yang terpisah dari populasi induknya di Benua Amerika bagian Selatan.
- **Spesiasi parapatrik**, terjadi pada populasi yang berdekatan. Kelompok gen (*gene pools*) terpisah sebab adanya variasi lingkungan. Contoh, rumput yang tumbuh di lingkungan yang toksik logam berat akan mengembangkan kemampuan toleransinya dibandingkan rumput lainnya yang tidak terpolusi.

- **Spesiasi alopatrik**, terjadi karena adanya penghalang fisik (*physical barrier*) spt. Sungai, gunung, letak geografis dsb. Penghalang tersebut memotong aliran gen antar populasi dengan populasi induknya. Setelah terisolasi mereka akan membentuk sejumlah perbedaan genetik, termasuk penghalang reproduksi. Contoh, hasil evolusi populasi burung kutilang (finch) di Kepulauan Galapagos yang terpisah dari populasi induknya di Benua Amerika bagian Selatan.
- **Spesiasi parapatrik**, terjadi pada populasi yang berdekatan. Kelompok gen (*gene pools*) terpisah sebab adanya variasi lingkungan. Contoh, rumput yang tumbuh di lingkungan yang toksik logam berat akan mengembangkan kemampuan toleransinya dibandingkan rumput lainnya yang tidak terpolusi.

- **Spesiasi simpatrik**, terjadi pada tumbuhan sebagai hasil dari poliploidi (*pertumbuhan jumlah set/pasangan kromosom dalam setiap sel tubuh tanaman tersebut, pemunculan tetraploid (4n) dari induk yang diploid (2n) tidak biasa terjadi*).
- Tumbuhan tetraploid tidak dapat melakukan persilangan dengan anggota populasi yang diploid karena ketidakcocokan jumlah kromosom. Tumbuhan tetraploid hanya dapat menyerbuk dengan tetraploid juga, atau penyerbukan sendiri atau dengan reproduksi aseksual, yang kemudian keturunan bersilang---->awal spesiasi.
- Spesiasi dapat juga karena **hibridisasi**, persilangan dua spesies menghasilkan keturunan hibrid. Hibridisasi jarang terjadi pada hewan karena tumbuhan lebih toleran terhadap poliploidi daripada hewan.

- Lima macam pola evolusi organisme:
  1. Evolusi divergen (divergent evolution); terjadi jika dua atau lebih spesies berevolusi dalam kurun waktu yang lama. Evolusi ini membentuk dasar untuk cabang2 filogenetik dimana spesies leluhur menghasilkan 2 atau lebih garis silsilah/keturunan yang berbeda. Contoh kera dan monyet menyimpang dan menjadi berbeda dari leluhurnya sebagaimana manusia dan gorila.
  2. Radiasi adaptif; Evolusi yang cepat suatu spesies yang datang ke wilayah baru dengan lingkungan yang yang bermacam2, dan menghasilkan variasi2 baru. Contoh, mamalia berkantung di australia yg terisolasi dari dunia luar dan tidak adanya kompetitor menyebabkan mamalia berkantung ini menghasilkan berbagai spesies mulai dari kangguru yang melompat2 di padang rumput sampai koala yang berpegang erat pada dahan pohon.

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...* ):
  3. Evolusi konvergen (*convergent evolution*); hewan yang memiliki leluhur berbeda dengan adaptasi yang sama spt sama2 memiliki badan yang langsing dan pasangan kaki berbentuk dayung.
  4. Evolusi paralel (*parallel evolution*); dua spesies atau lebih dari leluhur yang sama tetap mirip/serupa selama ribuan tahun karena memiliki kesamaan gen cara adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Contoh, segmen tubuh pada Arthropoda pada awalnya memiliki sepasang kaki. Kelompok yang masih ada adalah udang2an, serangga dan labah2 mirip satu sama lain hanya berbeda dalam hal jumlah pasangan kaki dan segmen tubuh yang terbagi2 membentuk bagian2 badan dengan fungsi khusus spt, cephalus, thorax dan abdomen.
  5. koevolusi

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...* ):
  3. Evolusi konvergen (*convergent evolution*); hewan yang memiliki leluhur berbeda dengan adaptasi yang sama spt sama2 memiliki badan yang langsing dan pasangan kaki berbentuk dayung.
  4. Evolusi paralel (*parallel evolution*); dua spesies atau lebih dari leluhur yang sama tetap mirip/serupa selama ribuan tahun karena memiliki kesamaan gen cara adaptasi terhadap perubahan lingkungan. Contoh, segmen tubuh pada Arthropoda pada awalnya memiliki sepasang kaki. Kelompok yang masih ada adalah udang2an, serangga dan labah2 mirip satu sama lain hanya berbeda dalam hal jumlah pasangan kaki dan segmen tubuh yang terbagi2 membentuk bagian2 badan dengan fungsi khusus spt, cephalus, thorax dan abdomen.
- 5. koevolusi

- Lima macam pola evolusi organisme (*lanjutan...:*)
  5. Koevolusi, interaksi spesies sehingga perubahan evolusioner suatu spesies akan berdampak pada penyesuaian evolusioner spesies lainnya. Contoh, tumbuhan berbunga dan serangga penyerbuknya telah melakukan koevolusi hubungan kekerabatan dalam struktur dan perilaku antar keduanya selama ribuan tahun. Antara organisme parasit dan inangnya, dimana daya rusaknya berkurang terhadap inangnya untuk keberlanjutan parasit juga, sehingga inangnya pun menjadi lebih resisten terhadap parasitnya.

Kepunahan (extinction) dapat terjadi dalam sejarah evolusi organisme. Kepunahan dapat secara gradual atau tiba2/cepat. Kepunahan yang cepat dapat terjadi pada organisme dengan populasi kecil atau wilayah geografinya terbatas, spt danau tunggal atau hutan sempit

Kepunahan (*extinction*) dapat terjadi dalam sejarah evolusi organisme. Kepunahan dapat secara gradual atau tiba2/cepat. Kepunahan yang cepat dapat terjadi pada organisme dengan populasi kecil atau wilayah geografisnya terbatas, spt danau tunggal (akibat kekeringan) atau hutan sempit (akibat kebakaran). Kepunahan dapat terjadi pada satu atau beberapa spesies atau pada semua spesies yang ada dan ini disebut kepunahan massal (*mass extinction*).

Kecepatan kepunahan dapat terjadi karena kerusakan habitat dan bencana alam.

# Keanekaragaman Makhluk Hidup

# Keanekaragaman Makhluk Hidup

- Awal kehidupan di bumi 3,5 milyar tahun yang lalu (era archaea 3,5 – 2,5 myl)>>setelah planet mendingin akhirnya membentuk kulit bumi yang keras di bagian luarnya.
- Atmosfer bumi dipenuhi gas-gas  $H_2$ , He,  $N_2$ , Natrium, belerang, dan karbon>>bereaksi membentuk komponen2 seperti asam belerang ( $H_2S$ ), gas metan ( $CH_4$ ), air ( $H_2O$ ) dan amonia ( $NH_3$ ), ketika atmosfer belum stabil benar (masih primitif) karena adanya badai halilintar, dan letusan gunung api.>>diyakini oleh Stanley Miller dan Harold Urey dari Univ. Chicago (1953) dengan membuat model tersebut.
- Hasil percobaan mereka membuktikan bahwa molekul2 organik terbentuk secara spontan di bawah kondisi atmosfer spt itu.
- Jadi langkah pertama arah evolusi kehidupan adalah sintesis molekul organik, dari molekul organik bebas menjadi molekul organik kompleks (evolusi biokimiawi), dan lama kelamaan molekul organik komplek ini menjadi sebuah sel pertama.

# Keanekaragaman Makhluk Hidup

- Para saintis berspekulasi bahwa organisme/sel pertama memakan materi organik dari lingkungannya. Karena materi organik terbatas sistem pigmen organisme tersebut berevolusi menjadi organ penangkap energi dari cahaya matahari yang nantinya disimpan sebagai ikatan kimiawi.
- Dengan demikian muncullah bakteri penghasil oksigen sehingga pada era Proterozoic (2,5 myl dan 544 jtyl) ini atmosfer bumi berisi oksigen yang stabil.

# Keanekaragaman Makhluk Hidup

- Carolus linnaeus adalah orang yang pertama kali mengelompokkan makhluk hidup berdasarkan ciri morfologinya.
- Tujuan dari klasifikasi adalah memudahkan dalam mempelajarinya serta keseragaman internasional.
- Tumbuhan diklasifikasikan dalam kelompok:
  - ganggang,
  - jamur (Protista),
  - lumut (Bryophyta),
  - paku-pakuan (Pterodophyta),
  - tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae)
  - Tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae).
- Keanekaragaman tumbuhan dapat diketahui dari bentuk daun, buah dan batang.

- Pada hewan keanekaragaman dibagi menjadi beberapa filum, antara lain filum Protozoa (makhluk hidup bersel satu).
- Filum Protozoa terdiri dari, kelas Sarcodina (*Amoeba proteus*), Ciliophora (*Parameicum caudatum*), mastigophora (*Tripanosoma*), kelas sporozoa (Plasmodium, penyebab penyakit malaria dan monocystis).

- Hewan bersel banyak antara lain: kelompok hewan Cnidaria yang memiliki knidoblas pada tentakelnya untuk menangkap mangsa.
- Contoh: ubur-ubur, hydra, anemon laut (setelah mati menjadi batu karang).
- Hewan yang menjadi parasit pada tubuh hewan dan manusia antara lain cacing. Contoh, cacing hati pada domba, cacing pita kelas cestoda (*Taenia solium*) pada babi.
- Selain itu terdapat juga hewan yang lunak disebut Mollusca. Contoh, Kelas Cephalopoda gurita, kelas gastropoda siput, kelas polyplacophora kiton, kelas bivalvia kerang.



Bacteria

Annelida

- Kelompok invertebrat lainnya adalah: insecta dan Echinodermata (hidup di laut).
- Kelompok hewan lainnya adalah vertebrata, antara lain: kelas pisces, amfibi, reptil, aves dan mamalia.

D



Bacteria



Kingdom:[Animalia](#)  
Phylum:[Chordata](#)  
Subphylum:[Vertebrata](#)  
Superclass:[Tetrapoda](#)  
Class:**Amphibia**  
[Linnaeus](#), 1758

<u>Linnaeus</u> 1735 2 kingdoms	<u>Haeckel</u> 1866 3 kingdoms	<u>Chatton</u> 1937 <u>2 empires</u>	<u>Copeland</u> 1956 <u>4 kingdoms</u>	<u>Whittaker</u> 1969 <u>5 kingdoms</u>	<u>Woese et al.</u> 1977 <u>6 kingdoms</u>	<u>Woese et al.</u> 1990 <u>3 domains</u>
(not treated)	<u>Protista</u>	<u>Prokaryota</u>	<b>Monera</b>	<b>Monera</b>	<u>Eubacteria</u>	<u>Bacteria</u>
					<u>Archaeabacteria</u>	<u>Archaea</u>
		Eukaryota	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Protista</u>	<u>Eukarya</u>
<u>Vegetabilia</u>	<u>Plantae</u>			<u>Fungi</u>	<u>Fungi</u>	
			<u>Plantae</u>	<u>Plantae</u>	plantae	
<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>		<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	<u>Animalia</u>	

# Manusia dan Lingkungannya

## A. Ilmu Lingkungan

- Soeriaatmadja (1997): ilmu lingkungan mengintegrasikan berbagai ilmu yang mempelajari hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya.
- Disiplin ilmu yang terlibat: sosiologi, epidemiologi, kesmas, planologi, geografi, ekonomi, meteorologi, hidrologi, pertanian, kehutanan, perikanan, peternakan dll yang dilihat dalam suatu ruang lingkup serta prospektif yang luas dan saling berkaitan.
- Perhatian terhadap lingkungan (hidup) di semua negara mendapatkan perhatian terutama masalah keseimbangan lingkungan hidup, agar tidak menimbulkan kerugian yang serius untuk generasi yang akan datang.
- Pengelolaan lingkungan dan pembangunan seharusnya berlangsung secara komplementer dan serasi.

# Poros Ilmu Lingkungan



Mengatasi masalah yang menyangkut hubungan antara manusia dan lingkungan

- Di dalam Ilmu Lingkungan, ditujukan terutama kepada menyatukan kembali segala ilmu yang menyangkut masalah lingkungan ke dalam kategori variabel yang serupa, yaitu energi, materi, ruang, waktu, dan diversitas.
- Semua ilmu yang terpisah tersebut pada dasarnya menelaah proses dan masalah yang serupa.
- Asal menyangkut hubungan antara jasad hidup dengan lingkungannya, fokus selalu tertuju kepada proses kecermatan pemindahan energi dalam berbagai sistem.
- Apa pun *materi* yang tersebar dalam ruang di muka bumi, mempunyai implikasi melakukan pemindahan energi.
- Pentingnya waktu, dimana rangkaian keanekaragaman yang tak terputus2 (proses) dari sifat morfologi dan genetika menentukan tinggi rendah dinamika organisme hidup, populasi, dan komunitas di muka bumi.

- Ilmu lingkungan dianggap sebagai titik pertemuan ilmu murni dan ilmu terapan.
- Ilmu lingkungan sebenarnya adalah *Ekologi* dengan asas dan konsep lebih luas, menyangkut hubungan manusia dan lingkungan.
- Ilmu lingkungan dapat menonjolkan kaitan serta hubungan ilmu2 tersebut.
- Ilmu lingkungan dapat menjadi wadah bagi pendekatan interdisiplin ilmu dalam mengatasi masalah lingkungan hidup manusia khususnya, organisme hidup umumnya.

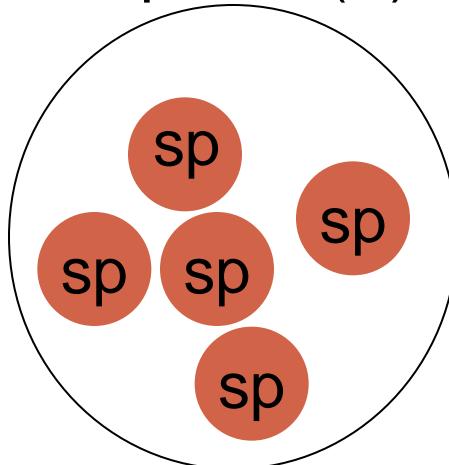
## B. Ekologi sebagai Dasar Ilmu Lingkungan

- Ernest Haeckel (1869), orang pertama kali menggunakan istilah ekologi.
- Ekologi: yunani; oikos = rumah; logos = ilmu. “ilmu yang mempelajari hubungan makhluk hidup dalam lingkungannya (rumahnya).
- Konsep-konsep dalam ekologi:
  - 1) Ekosistem
  - 2) Materi dan energi
  - 3) Sistm produksi, konsumsi, dan dekomposisi
  - 4) Keseimbangan
  - 5) *Limiting factor* dan *carrying capacity*
  - 6) *Carrying capacity* dan strategi adaptasi

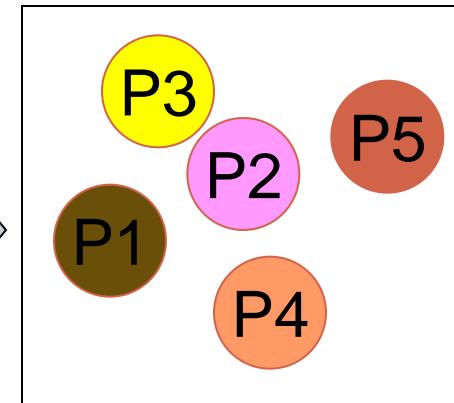
# 1. Ekosistem (sistem ekologi)

- ❖ Diperkenalkan 1<sup>st</sup> oleh Tansley (1935): “*hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik membentuk suatu sistem*”.
- ❖ Konsekuensinya: salah satu komponen akan terpengaruh jika komponen lain terganggu.
- ❖ Suatu ekosistem dihuni oleh *populasi* (*kumpulan individu spesies yang sama yang memiliki potensi untuk berbiak silang*).
- ❖ Berbagai populasi yang mendiami suatu tempat, ruang atau relung disebut *komunitas*.
- ❖ Komunitas biotik + abiotik = ekosistem (besar dan kecil).
- ❖ Keteraturan dalam ekosistem karena adanya aliran materi dan energi yang terkendalikan oleh arus informasi antara komponen dalam ekosistem.

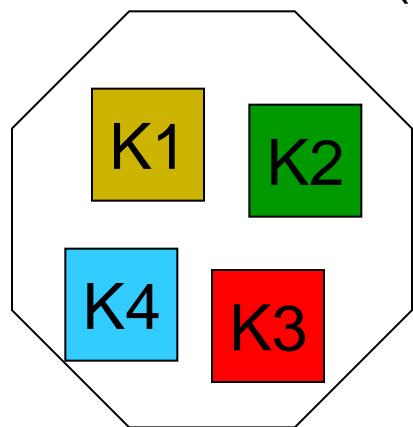
Populasi (P)



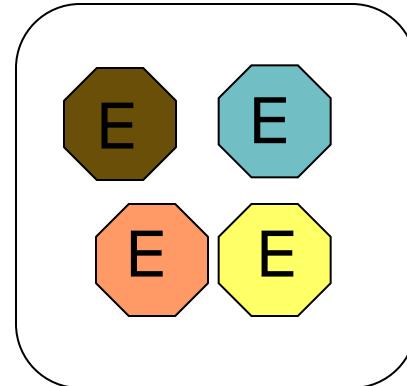
Komunitas (K)

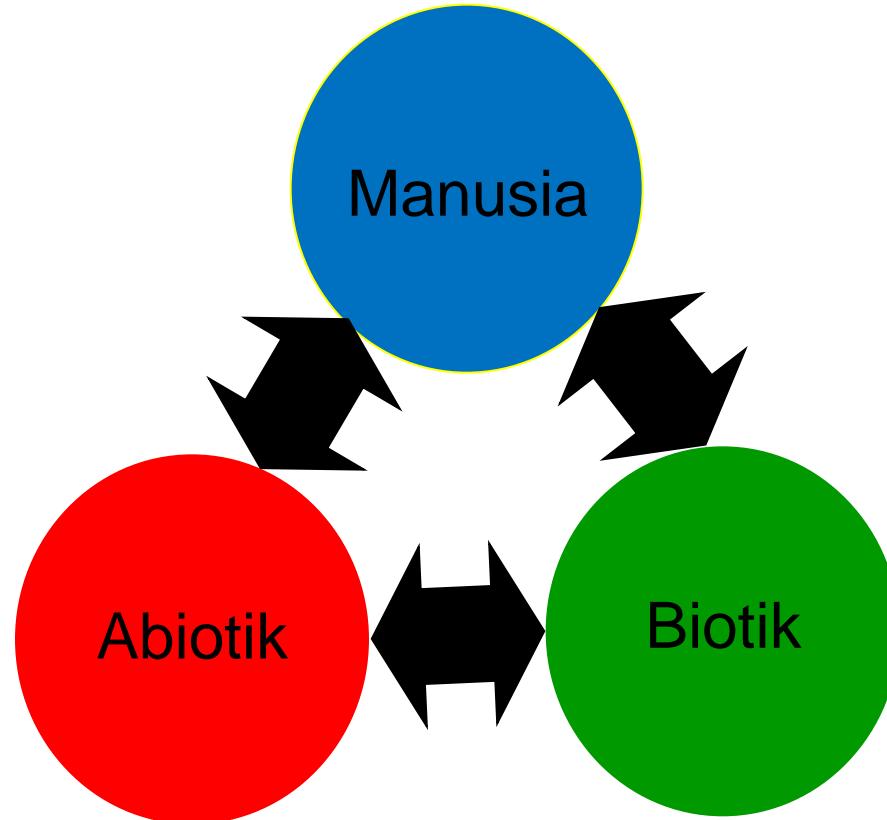


Ekosistem (E)



Biosfer



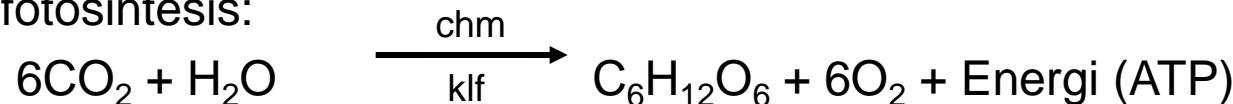


Gambar: Hubungan timbal balik antara manusia dan lingkungannya membentuk ekosistem

- ❖ Masing2 komponen ekosistem memiliki fungsi (relung).
- ❖ Ekosistem merupakan unit yang berperan sebagai fungsional dasar dalam ekologi, karena meliputi komunitas biotik dan abiotik yang saling mempengaruhi dan kedua penting memperthankan kehidupan.

## 2. Materi dan Energi

- Materi menyusun abiotik dan biotik, tdd. C, H, O, N, S, P (89 unsur).
- Molekul sederhana:  $\text{H}_2\text{O}$  (2 atom H; 1 atom O),  $\text{O}_2$ .
- Molekul komplek: karbohidrat, lemak, protein dll.
- Reaksi fotosintesis:

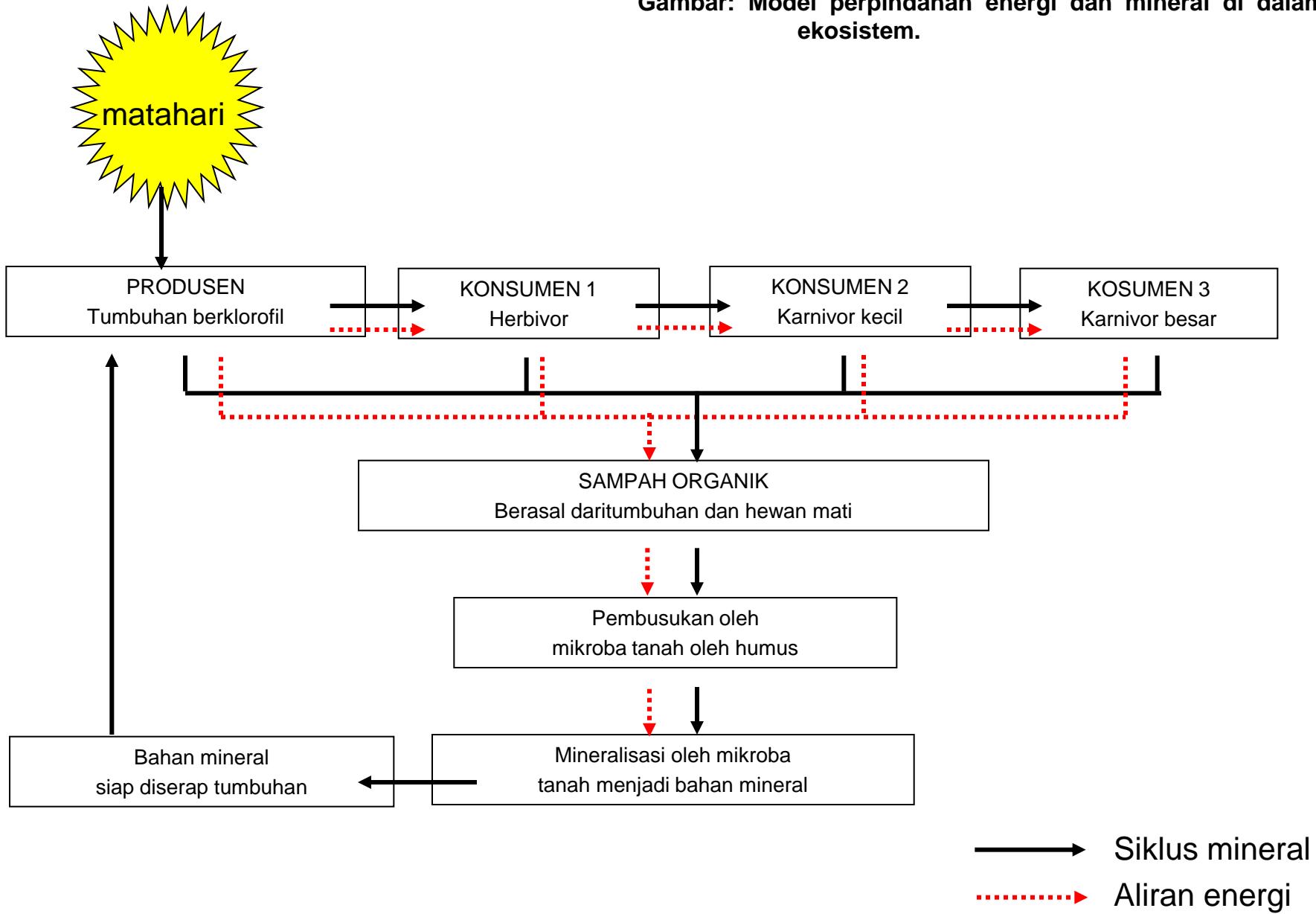


*“proses pembentukan bahan organik (gula) dari bahan anorganik dengan bantuan energi cahaya dan klorofil”*

- Dari makanan manusia mendapatkan materi dan energi.
- Materi diperoleh dari karbohidrat, lemak, protein. Vitamin dan mineral diperlukan untuk mengatur proses kimia (metabolisme).

- Dalam ekologi: manusia/hewan = konsumen; tumbuhan = produsen.
- Energi = kemampuan untuk melakukan kerja.
- Perilaku energi di alam mengikuti Hukum Termodinamika.
- Hk. Termodinamika 1: “*energi tidak pernah dpt diciptakan dan dimusnahkan*”. Contoh.....
- Hk. Termodinamika 2: “*setiap perubahan bentuk energi, pasti terjadi degradasi energi dari terpusat ke bentuk terpencar*”. Contoh.....

Gambar: Model perpindahan energi dan mineral di dalam ekosistem.



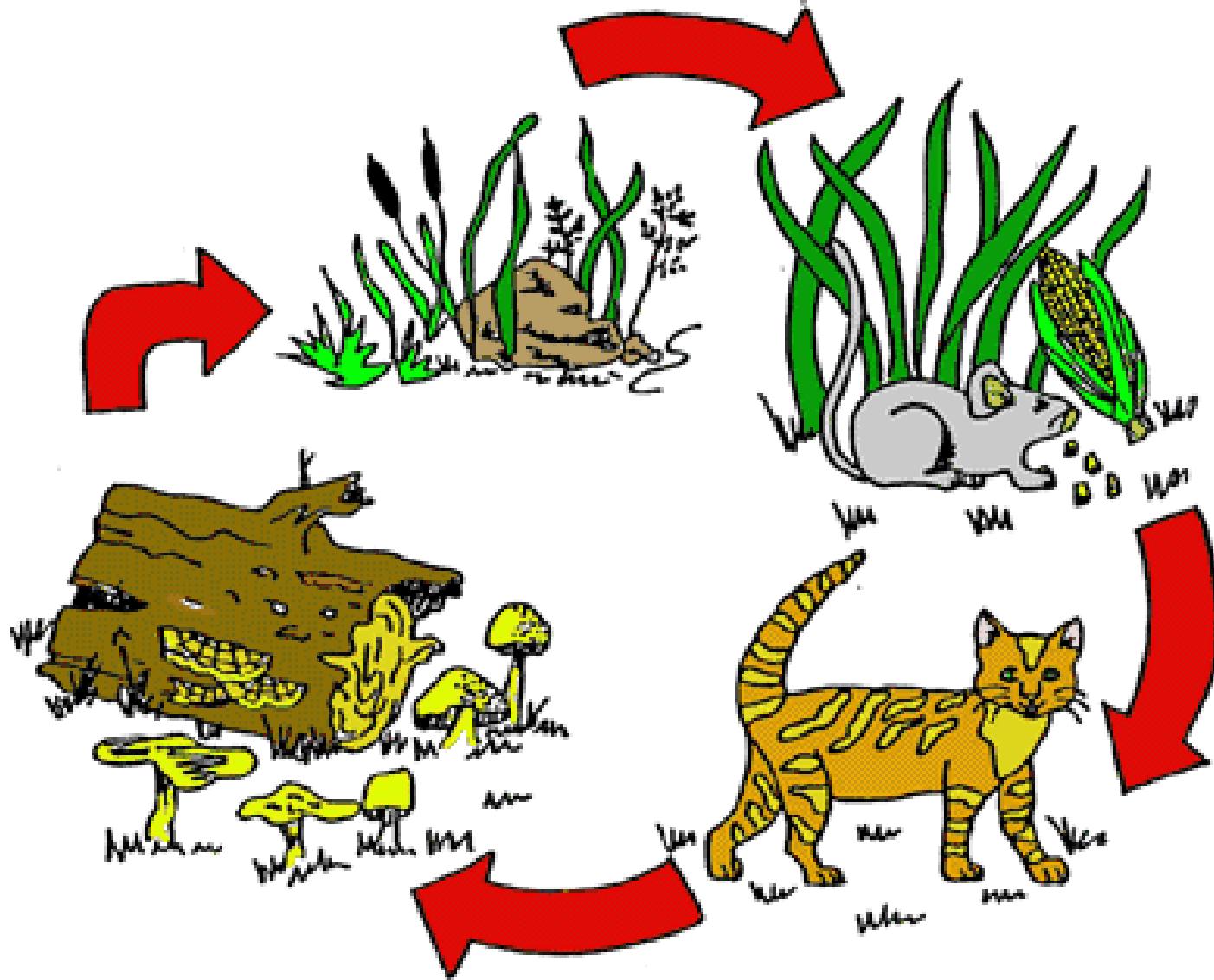
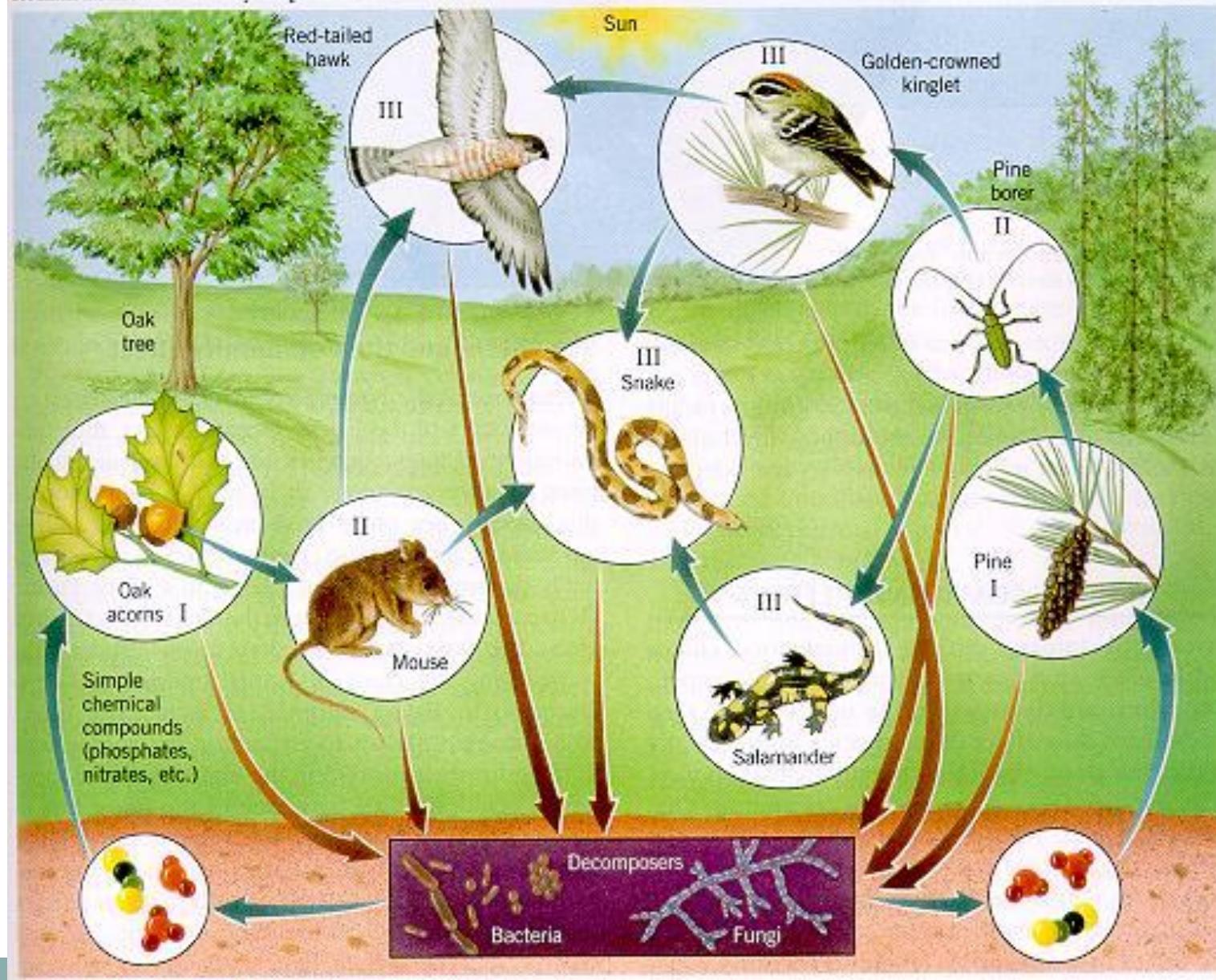
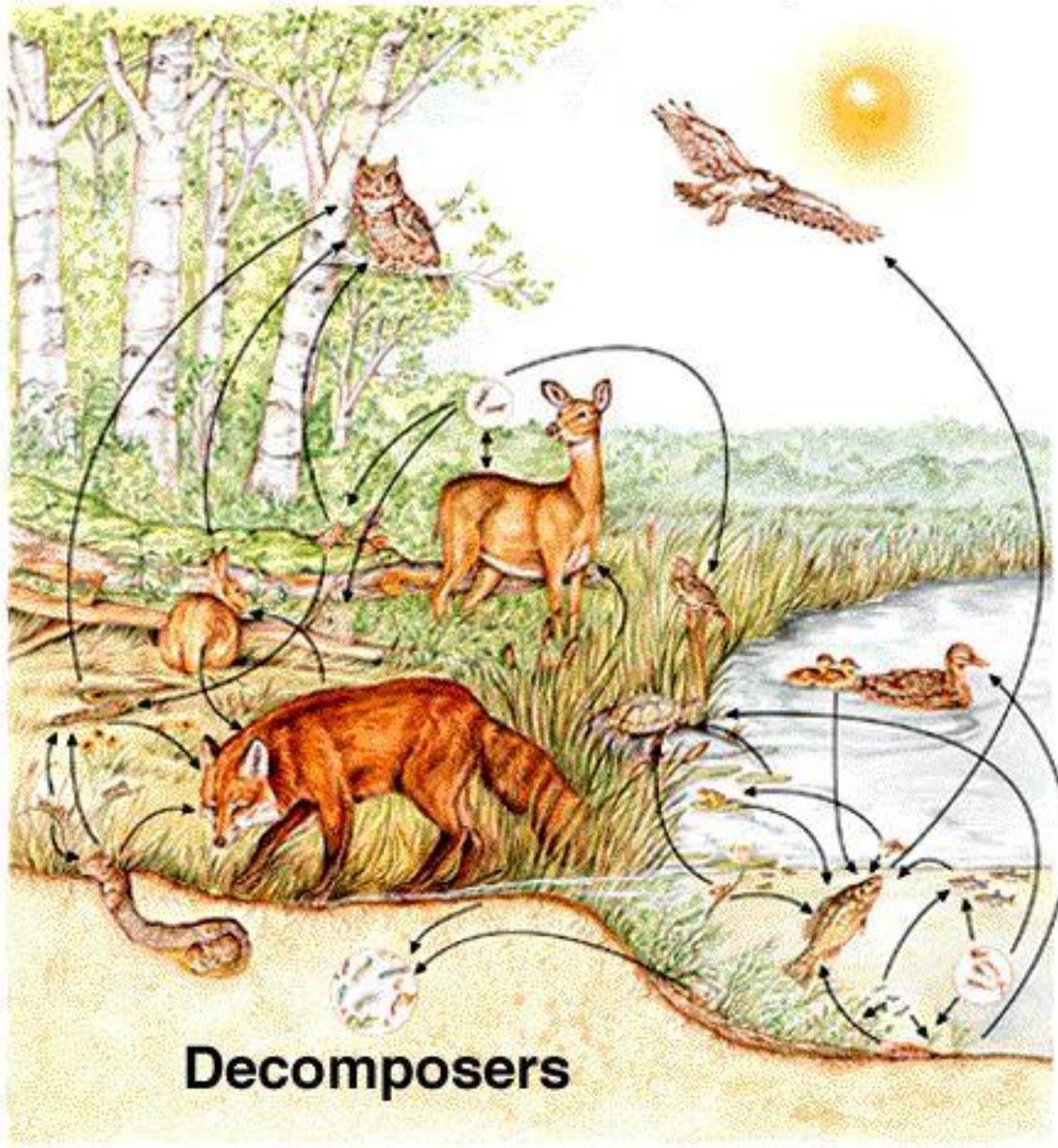


FIGURE 6.3 Food webs: (a) a typical terrestrial food web. Roman numerals identify trophic levels.



# A Food Web



### **3. Sistem produksi, konsumsi, dan dekomposisi**

- Produksi utama suatu ekosistem berasal dari fotosintesis.
- Materi dan energi yang dihasilkan akan terus berubah dan berpindah bagi kepentingan makhluk hidup lain (*daur ulang*).
- proses daur ulang: rumput (produsen utama) dimakan rusa (konsumen utama, selanjutnya sebagai produsen kedua). Produsen kedua dimangsa konsumen kedua (harimau, selanjutnya sebagai produsen ketiga).
- Produsen utama, ke-dua dan ke-tiga dapat mengalami perombakan , penguraian (dekomposisi) menjadi bahan organik sederhana bila organisme tersebut mati.
- Proses dekomposisi dilaksanakan oleh mikroorganisme seperti jamur dan bakteri.

- Peranan pemangsa dalam suatu ekosistem untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan makhluk hidup yang dimangsa. Contohnya.....
- Dekomposisi oleh jasad renik (enzim) selain bertujuan mendapatkan sumber energi untuk kehidupannya juga berfungsi vital untuk membersihkan sampah dari permukaan bumi.
- Bagian organisme ada yang mudah diuraikan (karbohidrat, lemak dan protein) dan ada yang lambat diuraikan (selulosa, lignin, rambut dan tulang).
- Proses dekompisisi:
  - Produksi humus, berjalan cepat
  - Mineralisasi berjalan lambat
- Proses dekomposisi menghasilkan senyawa kimia yang mempunyai efek + dan – (hormon).

- Fungsi organisme dekomposer dalam suatu ekositem:
  - 1) Mineralisasi bahan-bahan organik yang telah mati.
  - 2) Menghasilkan makanan untuk organisme lain.
  - 3) Menghasilkan zat-zat kimia “hormon lingkungan”

## 4. Keseimbangan

- Dalam setiap ekosistem terdapat kecenderungan melawan perubahan atau berusaha untuk tetap berada dalam keadaan seimbang (*homeostatis*).
- Daya tahan homeostatis yang besar pada ekosistem dapat dengan mudah diterobos oleh aktivitas manusia. Contohnya dalam pencemaran sungai dan penebangan hutan.

## 5. Faktor-Faktor Keterbatasan (*limiting factor*) dan Daya Dukung

- Alam tidak pernah menyediakan sda secara melimpah karena terdapat faktor-faktor keterbatasan (alamiah dan ampur tangan manusia). Contohnya..
- Semua faktor pembatas berinteraksi satu sama lain bisa memperkuat atau memperkecil pengaruh timbal balik. Perubahan yang terjadi pada satu faktor pembatas dapat menaikkan faktor lainnya.
- Lingkungan memiliki daya dukung (*carying capacity*):  
*“ukuran kemampuan suatu lingkungan mendukung sejumlah populasi jenis tertentu untuk dapat hidup dalam suatu lingkungan atau kondisi-kondisi fisik yang mampu menghidupi sejumlah populasi makhluk hidup tertentu”*

- *Carying capacity* ditentukan oleh *limiting factor* antara lain: ketersediaan energi minimum, materi-materi yang ada, suhu, ada tidaknya ganguan kimiawi, keragaman komunitas dsb.
- Tersedianya kondisi yang layak bagi kehidupan sangat menentukan jumlah makhluk hidup yang dapat bertahan di suatu lingkungan.
- Faktor lain yang mendukung *carying capacity* antara lain, geografi (*iklim, perubahan cuaca, kesuburan tanah, erosi* dll) dan sosial budaya (*ilmu, pengetahuan, teknologi dan perilaku manusia*).
- *Carying capacity* suatu lingkungan berbeda untuk setiap jenis makhluk hidup yang berbeda.

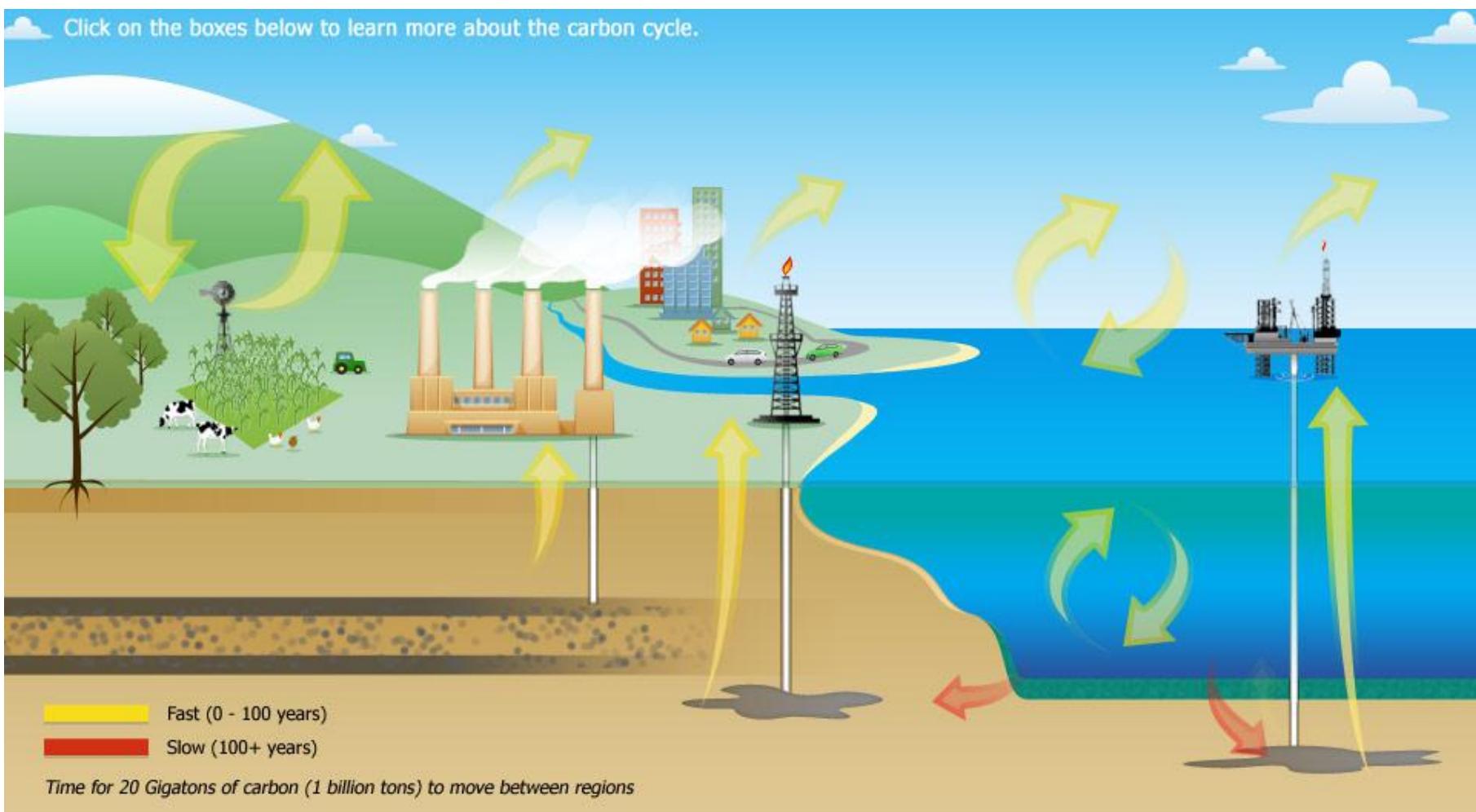
## 6. Daya Dukung dan Strategi Adaptasi

- Berdasarkan kondisi lingkungan yang dihadapi, strategi adaptasi makhluk hidup dapat dicontohkan sebagai berikut:
  - **Strategi adaptasi K** yaitu menyeimbangkan populasi dengan lingkungan, dimana populasi akan ditekan jika jumlahnya telah mendekati batas daya dukung.
  - **Strategi adaptasi R** yaitu tidak memperdulikan batas daya dukung. Populasi terus berkembang biak melampaui daya dukung sampai terjadi bencana kelaparan dan kematian massal sehingga populasinya turun di bawah  $K$  untuk sementara dan akan kembali berkembang populasinya dengan berlebihan.
- manusia tergolong makhluk hidup dengan strategi hidup  $K$ .

# Pengaruh Manusia Terhadap Lingkungan

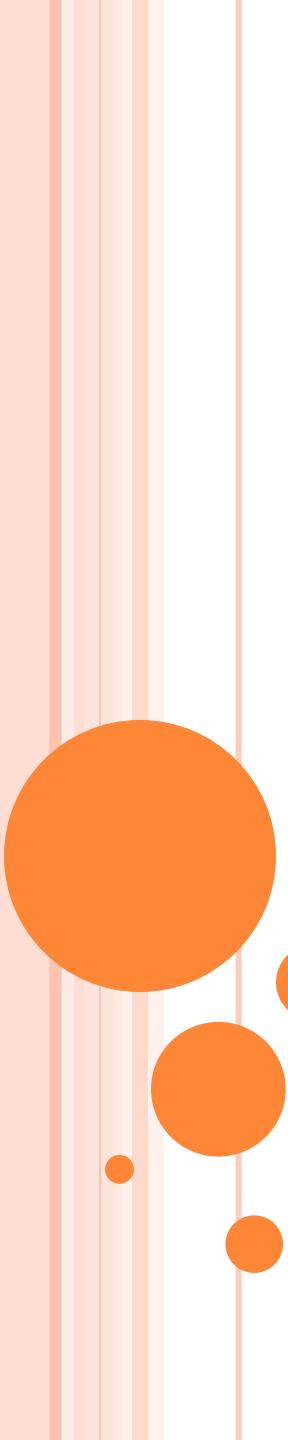
- Lingkungan hidup: kesatuan ruang dengan semua benda, daya keadaan dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang mempengaruhi kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan makhluk hidup lainnya.
- Hubungan manusia dan lingkungannya adalah sirkuler. Manusia dapat mempengaruhi lingkungannya dan perubahannya akan mempengaruhi manusia juga. Contoh keterkaitan prestasi kerja seseorang pada ruang (lingkungan) yang pengap.
- Contoh lain keterkaitan manusia dan lingkungan adalah kebutuhan oksigen manusia dari hasil fotosintesis dan CO<sub>2</sub> hasil respirasi manusia digunakan oleh tumbuhan untuk fotosintesis.

Click on the boxes below to learn more about the carbon cycle.



# Peranan Manusia dalam Menjaga Harmonisasi Lingkungan

- Manusia adalah makhluk yang penting dalam biosfer. Ekosistem di bumi yang belum dipengaruhi manusia hanya tinggal sedikit saja, bahkan banyak ekosistem ciptaan manusia.
- Perbedaan dan persamaan manusia dengan makhluk lain:
  - 1) Manusia sebagai organisme yang dominan secara ekologi.
  - 2) Manusia sebagai makhluk pembuat alat.
  - 3) Manusia sebagai makhluk perampok.
  - 4) Manusia sebagai makhluk pembuat sampah.
  - 5) Manusia sebagai makhluk penyebab evolusi.



# **PERKEMBANGAN ILMU PENGETAHUAN MODERN**

## A. Perkembangan Ilmu Fisika

- Sangat pesat berkembang di negara dengan tradisi ilmu pengetahuan dan pengajaran il. fisika yang baik.
- Kelahiran & perkembangan il. fisika sebenarnya dimulai setelah terjadinya peralihan paradigma mengenai cara dan pendekatan untuk mencari kebenaran.
- Aristoteles, Plato, dan Socrates: “*kekuatan logika dan penalaran deduktif merupakan cara dan proses yang dapat menemukan kebenaran (syllogism)*”.
- Paradigma dirintis oleh Francis Bacon, Galileo dan Newton: “*proses mencari kebenaran dapat pula bersifat induktif dan verifikasi kebenaran harus berdasarkan fakta yang cermat dan terukur*”. Akibatnya: il. pengetahuan & umumnya memiliki validitas terbatas tergantung pada pengamatan kita. Hal inilah yang menjadi landasan empirik il. Pengetahuan alam pada umumnya.

- Interaksi antara fisika dan bidang ilmu lainnya menghasilkan berbagai ilmu interdisiplin dan interaksinya dengan teknologi (*cross-fertilization*).
- Contoh ilustrasi perkembangan konsep fisika:
  - Konsep mengenai cahaya.
  - Ekonomifisika, memanfaatkan hukum-hukum serta teori fisika untuk menjelaskan dinamika perkembangan sektor-sektor ekonomi / *phynance*

## Sumbangan Fisika bagi kemajuan IPTEK

- Fisika zat padat dan semikonduktor pada teknologi mikroelektronik dan opto-elektronik yang menjadi tulang punggung perkembangan sistem komputer dan komunikasi serat optik.
- Umpan balik yang dihasilkan sangat banyak: teori struktur elektronik, ilmu permukaan (surface science) dan ilmu rekayasa celah pita energi, laser, fisika komputerisasi.

# Perkembangan Ilmu Kimia

- “mempelajari tentang materi dan perubahannya”
- Perubahan suatu zat menjadi zat lain dan dapat kembali ke zat semula disebut perubahan fisika, contoh...
- Perubahan suatu zat menjadi zat lain dan tidak dapat kembali ke zat semula disebut perubahan kimia. Contoh...
- Ahli kimia sudah mensistesis ribuan senyawa yang beguna.
- ‘menghitung suatu senyawa yang telah bereaksi’
- “bagaimana reaksi kimia atau reaksi metabolisme di dalam makhluk hidup terjadi”.
- “bagaimana suatu unsur dengan unsur lain berikatan yang disebut ikatan kimia (ikatan ion, hidrogen kovalen)”. Contoh ikatan antara basa nitrogen pada DNA (ikatan hidrogen), ikatan antara ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  (ikatan ion).

- Sangat terkait dengan ilmu alam lainnya yaitu Fisika dan Biologi, bahkan matematika (stokimetri)
- Kepentingan ilmu kimia: farmasi, tekstil, medik, industri makanan, cat, plastik, asam cuka, asam nitral, dll
- Laboratorium kimia berkembang mulanya pada abad pertengahan, yaitu Alkimia yang berusaha mengubah logam biasa menjadi emas.

## C. perkembangan Ilmu Biologi

- Aristoteles: abiogenesis
- Fransisco Redy, L. Pasteur, Spalanzani, Oparin-Haldane dan Stanley Miller: Biogenesis
- Ilmu ini berkembang pesat dimulai sejak penemuan mikroskop abad ke-18.
- Felix Dujardin 1835 (prancis) meneliti bagian sel
- Purkinye (1840) meneliti protoplasma
- Bidang kajian: histologi, fisiologi, anatomi, parasitologi, embriologi genetika dll.
- Genetika dimulai saat Gregor mendel (1866) mempublikasikan penelitiannya dengan kacang ercis (*Pisum sativum*) tentang dasar-dasar genetika modern terutama dalam hal pewarisan sifat.

- Watson dan Crick: menemukan DNA adalah materi genetik yang diturunkan dari generasi ke generasi. Selanjutnya berkembanglah rekayasa genetik (*Genetically engineering*).
- Gen dalam lokus di kromosom, kromosom dalam inti sel (nukleus).



SEKIAN  
&  
TERIMAKASIH

# Tugas Paper Kls. A

- Judul Nim Ganjil: “**Teknologi Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Organik dan Anorganik Perkotaan**”
- Judul Nim Genap: “**Usaha Manusia Menjaga Kelestarian Makhluk Hidup**”.
- Format: Kertas A4, 1,5 spasi, huruf TNR 12 atau arial 11, jumlah halaman paling banyak 15 hal. Diluar halaman pendahuluan, daftar isi dan daftar pustaka (minimal 5).
- Jilid plastik putih, belakang kertas jeruk **Merah**.
- Dikumpulkan tgl. 23 Januari 2014 (setelah pelaksanaan ujian).
- Porsi nilai: 15% dari total nilai akhir.
- Indikasi copy paste: tidak dinilai (0)/tidak perlu ada konfirmasi.