

Modul 1

KEANEKARAGAMAN ALAM HAYATI

A. Pendahuluan

Uraian bab ini bertujuan agar Anda memiliki wawasan pemahaman tentang masalah keanekaragaman alam hayati atau makhluk hidup sebagai akibat interaksi gena-gena yang dikandungnya dengan pengaruh lingkungan, dan sebagai bagian dari tatanan lingkungan hidup agar dapat dikelola secara berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan hidup yang sehat dari generasi ke generasi, serta mengenal dasar-dasar klasifikasinya sebagai suatu cara-cara mempelajarinya, kemudian mengambil hikmah pelajaran nilai-nilai dari konsep dan prinsip-prinsip keanekaragaman makhluk hidup yang diberikan oleh Allah swt. untuk kehidupan manusia.

Berdasarkan tujuan pembelajaran umum tersebut dapat dijabarkan tujuan pembelajaran khusus dalam mempelajari masalah Keanekaragaman Alam Hayati adalah agar Anda dapat:

1. Menjelaskan kembali pelbagai macam bentuk, penampilan, jumlah dan sifat lain yang ditemukan pada tingkat gen, jenis, dan tingkat ekosistem dari keanekaragaman hayati melalui kegiatan diskusi hasil menyimak wacana ini sehingga dapat meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa.
2. Mengkomunikasikan cara-cara menjaga pelestarian keanekaragaman hayati untuk kepentingan kesejahteraan hidup manusia dari generasi ke generasi, dan upaya perlindungan terhadap sumber daya alam hayati yang bersifat langka melalui kegiatan diskusi hasil menyimak wacana ini sebagai rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Pengasih Penyayang.
3. Membedakan sedikitnya dua hal antara sistem klasifikasi buatan, alamiah, dan filogeni dalam mempelajari keanekaragaman hayati melalui diskusi hasil membaca bab ini.
4. Menjelaskan peranan keanekaragaman hayati bagi kehidupan manusia, baik ditinjau untuk kebutuhan pokok hidup dan kebutuhan tambahan hidup manusia maupun penanggulangan masalah-masalah lingkungan hidup, terutama kaitannya dengan masalah pencemaran lingkungan, kebocoran lapisan ozon, dan pemanasan global lingkungan berdasarkan informasi wacana bab ini.
5. Meramalkan suatu kejadian yang berdampak pada keseimbangan lingkungan berdasarkan fakta adanya kepunahan satu jenis sumber daya alam hayati tertentu.
6. Mengambil pelajaran pendidikan nilai (nilai praktis, intelektual, sosial-politik, religi, dan pendidikan) dari keanekaragaman makhluk hidup ini sebagai sumber tatanilai untuk kehidupan manusia.

B. Materi Pokok Keanekaragaman Alam Hayati

Keanekaragaman alam hayati menunjukkan berbagai variasi dalam bentuk, struktur tubuh, warna, jumlah, dan sifat lain dari makhluk hidup di suatu daerah. Sumber alam hayati merupakan bagian dari mata rantai tatanan lingkungan hidup, yang menjadikan lingkungan ini hidup dan mampu menghidupkan manusia dari generasi ke generasi. Makin beranekaragam sumber ini, makin banyak hikmah dan pilihan bagi manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Begitu banyak jumlah manusia, hewan, dan tumbuhan, tetapi tidak ditemukan dua individu yang sama persis sekalipun anak kembar identik. Dalam Al-Quran disebutkan bahwa: "... *Dia (menundukkan pula) apa yang Dia ciptakan untuk kamu di bumi ini dengan berlain-lainan macamnya...*" (QS. An-Nahl:13). Banyak jenis tumbuhan sebagai sumber produksi pangan, sandang, dan papan-perumahan maupun kebutuhan lainnya. Demikian pula banyak hewan sebagai produksi pangan, sandang, bahan industri dan tenaga pengangkut dan bahan hiasan. Kita patut bersyukur kepada Allah swt., karena alam semesta ini diserahkan kepada manusia untuk diambil hikmahnya, diolah, dimanfaatkan secara lestari keberadaannya. Semakin banyak keanekaragaman pada makhluk hidup semakin banyak hikmah bagi manusia. Hal ini disebutkan dalam Al-Quran selain surat Imran ayat 191, juga surat lainnya, yaitu:

"Kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian itu anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu, karena mereka akan masuk neraka."(QS. Saad:27).

"Dan kami hamparkan bumi itu dan Kami letakkan padanya gunung-gunung yang kokoh dan Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuhan yang indah dipandang mata. Untuk menjadi pelajaran dan peringatan bagi tiap hamba yang kembali (mengingat Allah)."(QS. Qaaf: 7 -8).

"Dia yang menurunkan air dari langit (awan), kemudian Kami tumbuhkan dengan air itu bermacam-macam tumbuhan, kemudian Kami keluarkan daripadanya daun-daun menghijau. Kami keluarkan daripadanya biji-bijian yang bersusun-susun, dari mayang pohon kurma. (Kami keluarkan) buah kurma dengan tangkainya yang berdekatan dan lagi (Kami tumbuhkan) kebun-kebun dari pokok-pokok anggur, zaitun dan delima, yang serupa dan tiada yang serupa. Kamu perhatikanlah buahnya, bila ia berbuah dan buahnya yang telah masak. Sesungguhnya yang demikian itu menjadi tanda-tanda bagi kaum mau beriman."(QS. Al-An'am: 99).

"Tiadakah engkau lihat, bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu Kami keluarkan dengan dia buah-buahan yang bermacam-macam warnanya"(QS. Al-Faathir: 27).

"Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapa banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai pasangan dari tumbuh-tumbuhan yang baik?"(QS. Asy-Syu'ara: 7).

Keanekaragaman tumbuhan mengandung hikmah yang beranekaragam pula. Manusia diberi kesempatan untuk memilih dari hikmah yang ada, dan akan menanggung segala resiko atau akibatnya dari hasil pilihan itu. Misalnya, dalam Al-Quran disebutkan bahwa: *“Dari buah korma dan anggur kamu buat minuman yang memabukkan dan rizki yang baik, sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi orang-orang yang berpikir”*.(QS. An-Nahl: 67).

1. Potensi Keanekaragaman Hayati

Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dalam pengelolaan sumber daya alam hayati untuk kesejahteraan hidup bangsanya, baik golongan tumbuhan maupun hewan. Jumlah dan jenis keanekaragaman alam hayati melimpah ruah sebagai akibat tanahnya yang subur dibandingkan negara lainnya, seperti tabel di bawah ini.

TABEL: 1
TAKSIRAN JUMLAH JENIS KELOMPOK UTAMA MAKHLUK HIDUP

NAMA UMUM	DUNIA	INDONESIA
Hewan menyusui	4.000	300
Burung	8.900	1.500
Reptil	8.000	2.000
Amfibi	6.000	1.000
Ikan	38.000	8.500
Keong	120.000	20.000
Serangga	1.250.000	250.000
Tumbuhan biji	300.000	25.000
Paku-pakuan	13.000	1.250
Lumut	16.000	1.500
Ganggang	21.000	1.300
Jamur	100.000	12.000
Bakteri & ganggang biru	2.700	300

Sumber: Sastrapradja,D.1989.

Berdasarkan tabel di atas, keanekaragaman hayati di Indonesia adalah cukup banyak menduduki keanekaragaman hayati dunia. Hal ini merupakan potensi yang besar bagi pembangunan kemakmuran dan kesejahteraan hidup bangsa Indonesia, apabila dikelola secara baik dengan memperhatikan kelestariannya. Keanekaragaman hayati adalah tergolong sumber daya alam (SDA) yang dapat diperbarui, karena dapat dikembangkan, baik secara seksual (generatif), aseksual (vegetatif), maupun secara paraseksual (perkawinan sel vegetatif untuk menghasilkan sel poliploidi atau melalui upaya rekayasa genetika). Namun demikian, SDA hayati dapat saja semakin sedikit dan akhirnya menjadi punah, apabila pengelolaannya tidak memperhatikan pelestariannya sebagaimana makhluk hidup purba yang mengalami nasib kepunahan. Kekhawatiran ini semakin nyata, terbukti beberapa jenis makhluk hidup di Indonesia sudah diambang

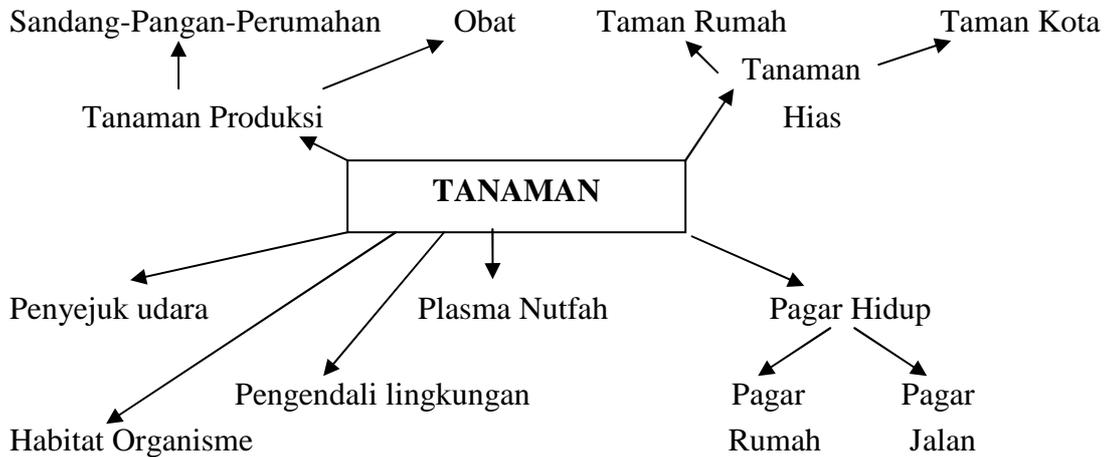
kepunahan atau bersifat langka seperti badak bercula satu (di Ujung Kulon, Jawa), burung jalak Bali, burung maleo, burung cenderawasih, burung srigunting, burung gagak, biayak komodo, anoa, kayu kamper, pohon matoa (tanaman khas Jawa barat), tanaman duwet (buah jambang), padi madiun, padi bengawan, padi ketan hitam, kedelai hitam, dll. Kekayaan SDA hayati Indonesia belum banyak dinikmati oleh bangsa Indonesia sendiri, karena masih sangat banyak yang belum diketahui kemanfaatannya, bahkan temuan-temuan hak paten dalam pengelolaannya banyak dimiliki oleh orang asing dibandingkan oleh bangsa Indonesia sendiri.

Sebenarnya dari segi kekayaan alam tumbuhan saja, Indonesia berpeluang sangat banyak dalam mengembangkan potensinya, seperti berfungsi sebagai sumber tanaman produksi (sandang, pangan , papan/perumahan), tanaman hias (taman rumah dan taman kota), tanaman obat, tanaman pelindung (pagar hidup untuk halaman rumah, pembatas tanah, dan pembatas jalan), serta tanaman pengendali pencemaran lingkungan baik sebagai penyejuk udara sekitarnya maupun pengisap zat-zat berbahaya bagi kehidupan manusia dan hewan. Bahkan beberapa jenis tanaman memiliki fungsi ganda, baik sebagai tanaman hias, tanaman obat, juga tanaman penyejuk, dan fungsi lainnya. Secara umum, bagian-bagian tumbuhan memiliki fungsi yang sangat penting bagi lingkungan hidup dari mulai akarnya, batangnya, sampai kepada daunnya. Akarnya dapat berfungsi mencegah longsor tanah (orologis), penyerap air hujan menjadi air tanah (hidrologis), dan banyak yang berpotensi untuk bahan obat-obatan. Batangnya berfungsi tempat tinggalnya berbagai jenis satwa dan tanaman lainnya (ekologis) seperti burung, ular, serangga, dan berbagai jenis tumbuhan memanjat maupun tumbuhan parasit, serta sumber plasma nutfah (bank gen). Daun-daun tanaman dapat berfotosintesis memiliki fungsi ekologis, seperti: menyediakan udara segar, mengurangi pencemaran udara, bahan pembentuk ozon di atmosfer, pencegah terjadinya pemanasan global, dan menahan derasnya air hujan jatuh ke tanah, serta daun-daunnya yang gugur sebagai bahan pembentuk humus tanah. Bunganya menghasilkan madu, buah yang bisa dijadikan makanan atau pun obat-obatan.

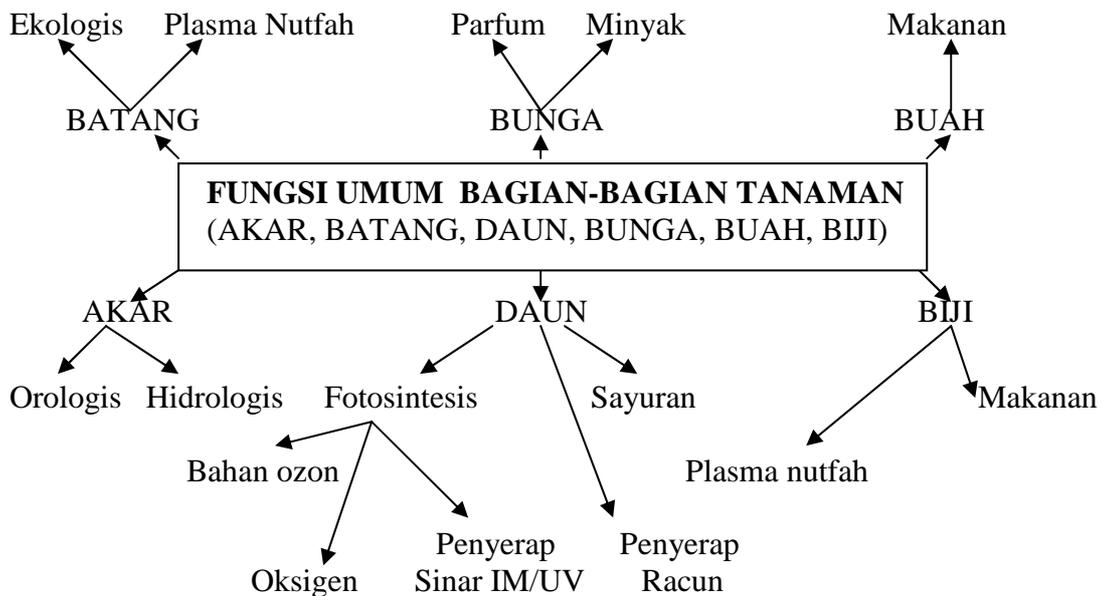
Keadaan suatu ekosistem, habitat atau tempat tinggal makhluk hidup sangat mempengaruhi adaptasi makhluk hidup, sehingga sekalipun jenis sama (satu spesies) sering ditemukan struktur tubuhnya berbeda. Misalnya, menurut sistem klasifikasi filogeni bahwa antara tumbuhan ki urat yang nama ilmiahnya *Plantago mayor* dengan *Plantago lanceolatus* sebenarnya masih satu spesies, karena secara genetik memiliki struktur genotip yang sama, dan berbeda akibat habitatnya yang berbeda (daerah ketinggian yang berbeda). Hal ini, karena bentuk atau struktur tubuh berkaitan dengan fungsinya yang berguna menunjang proses hidupnya. Hukum alamnya adalah bahwa organ tubuh yang tidak memiliki fungsi akan mengalami penyusutan (rudimenter), dan sebaliknya organ tubuh yang selalu difungsikan akan berkembang baik. Organ tubuh yang mengalami rudimenter lama kelamaan menjadi hilang, seperti kaki pada ular yang

digantikan fungsinya oleh sisik-sisik, atau daun-daunan pada kaktus menjadi berguguran masih muda sehingga tidak berdaun lagi akibat fungsinya diambil alih oleh batangnya yang berklorofil.

Secara umum berbagai fungsi atau kegunaan tanaman dan contohnya dapat ditunjukkan pada bagan di bawah ini:



Bagan : Penggolongan Tanaman berdasarkan fungsi/kegunaannya.



Bagan : Fungsi Bagian-Bagian Tanaman

Sehubungan dengan potensi Sumber Daya Alam Hayati (SDAH) yang belum banyak tergali dan dimanfaatkan sebaik mungkin oleh bangsa Indonesia, maka upaya pengelolaannya harus memperhatikan faktor pengawetan dan pelestariannya sehingga keberadaannya dapat dinikmati secara turun-temurun. Prinsip-prinsip pengawetan dan pelestarian SDAH adalah menggunakan aspek-aspek sebagai berikut:

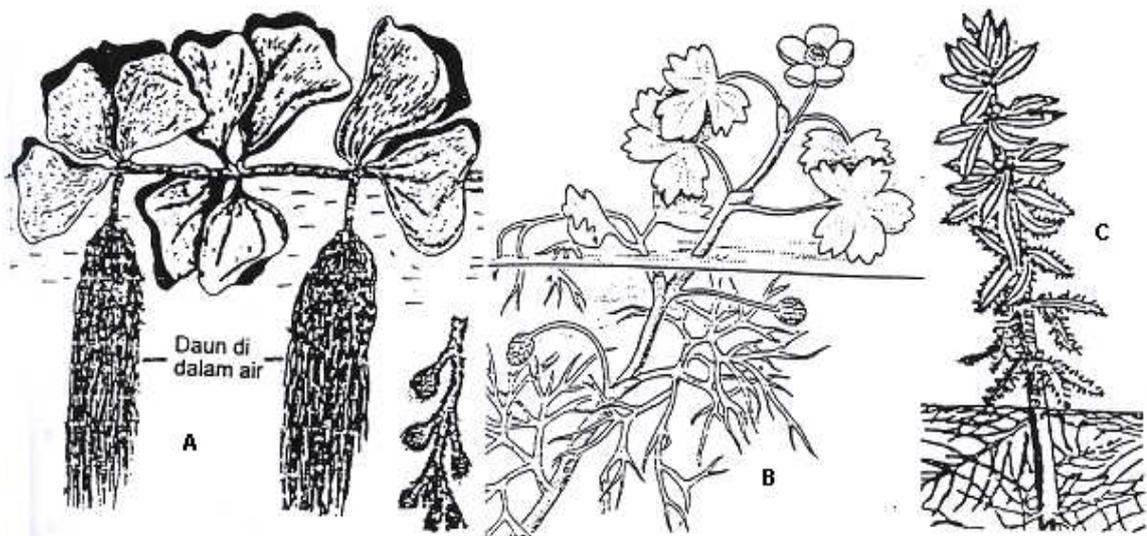
- a. **Benefisiasi** (Kemanfaatan), usaha meningkatkan SDAH yang semula tidak ekonomis agar menjadi ekonomis. Misalnya, limbah kepala udang yang semula dibuang diolah menjadi produk terasi atau makanan ternak.
- b. **Optimalisasi**, usaha mencapai manfaat yang setinggi-tingginya dengan mencegah terbuangnya bahan secara percuma. Misalnya, membiasakan hidup dengan pola makan yang tidak berlebihan, tetapi menggunakan perencanaan yang matang pas dalam mengatur menu seimbang gizi lengkap atau hidup hemat yang sehat.
- c. **Alokasi**, setiap usaha selalu menggunakan skala prioritas dalam perencanaan pengelolaan SDAH. Misalnya, menghindari hidup dengan gaya konsumtif, tetapi membiasakan dengan pola hidup produktif dalam menghidupi keluarganya.
- d. **Reklamasi**, usaha mengolah dan mengelola kembali daerah pertanian atau lainnya yang telah rusak menjadi bermanfaat kembali. Misalnya, mengolah kembali lahan tidur dengan penghijauan atau tanaman produksi.
- e. **Substitusi**, usaha mengganti SDAH yang langka dengan lainnya dalam pemanfaatannya yang memenuhi syarat. Misalnya, membiasakan makan jagung sebagai pengganti beras, karena jagung mudah ditanam di musim kemarau.
- f. **Restorasi**, usaha mengembalikan fungsi dan lingkungan yang rusak hingga bermanfaat kembali untuk perlindungan alam. Misalnya, mengadakan penghijauan kembali di kota mencegah terjadi pemanasan global atau penghijauan sepanjang DAS (Daerah Aliran Sungai) sehingga menjamin sumber tata air lingkungan dan mencegah erosi.
- g. **Integrasi**, usaha pemanfaatan SDA secara terpadu agar saling menguntungkan dan tidak menimbulkan masalah lingkungan. Misalnya, pembuatan bendungan untuk PLTA agar dapat dimanfaatkan juga untuk sarana perairan, perikanan, pariwisata, dan lainnya.
- h. **Preservasi**, usaha melestarikan SDAH sesuai dengan hukum alam yang berlaku agar keberadaannya di bumi bersifat abadi, apalagi banyak yang belum tergali. Untuk itu setiap daerah memiliki simbol tanaman dan hewan yang bersifat khas. Misalnya, di Indramayu dengan tanaman mangga arumanis, Garut dengan jeruknya, dan Yogyakarta dengan salak pondonya.

C. Tingkat Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati dapat terjadi pada tingkat gen, tingkat jenis, dan tingkat ekosistem yang dijumpai di permukaan bumi.

1. Keanekaragaman Hayati Tingkat Gen

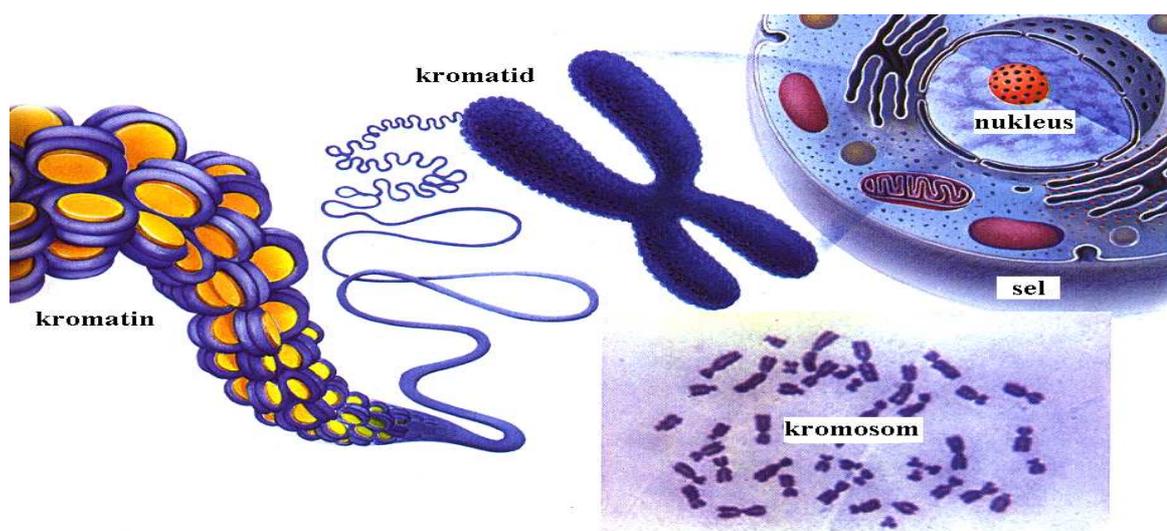
Keanekaragaman tingkat gen disebut pula **keanekaragaman genotip**, yaitu tingkat variasi pada organisme sejenis sebagai akibat interaksi antar gena-gena di dalam genotipnya dengan lingkungan sehingga memunculkan fenomena yang berbeda sekalipun gena-genanya sama. Hal ini terjadi sebagai akibat sifat gena-gena ada yang dominan dan ada yang resesif. Itulah sebabnya, sekalipun gena-gena di dalam genotipnya sama dalam satu keluarga terdapat anggota keluarga yang memiliki ciri atau sifat penampilan yang berbeda dengan anggota lainnya dalam keluarga itu. Penampakan sifat genotif berinteraksi dengan lingkungannya disebut **fenotif**. Dengan begitu, akibat adanya sifat **dominansi dan resesif** gena-gena dalam genotip induk organisme itu, suatu induk akan menghasilkan fenotip yang berbeda pada keturunannya. Keanekaragaman genotip disebut juga **plasma nutfah**. Individu yang masih alami atau belum termutasi oleh manusia, memiliki kekayaan plasma nutfah yang berharga, karena gena-genanya masih bisa direkayasa lebih lanjut. Keanekaragaman hayati dalam bentuk hutan seisinya merupakan sumber plasma nutfah untuk kesejahteraan hidup manusia di masa kini dan masa datang, sehingga keberadaan hutan di tiap wilayah semestinya dipelihara dan dilestarikan .



Gambar3.1: Bentuk daun *Salvinia* (A), *Ranunculus* (B), dan *Myriophyllum* (C) dipengaruhi oleh perbedaan kondisi lingkungannya, yaitu antara daun di atas dengan di bawah permukaan air terjadi perbedaan bentuk.

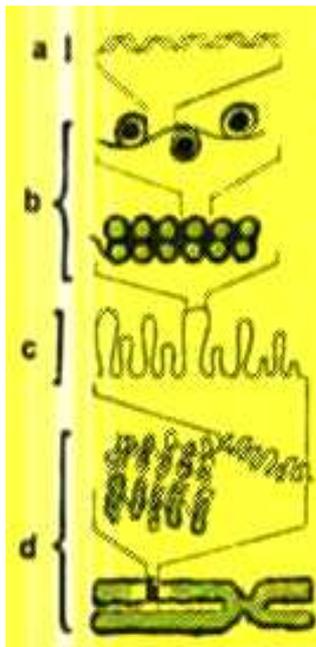
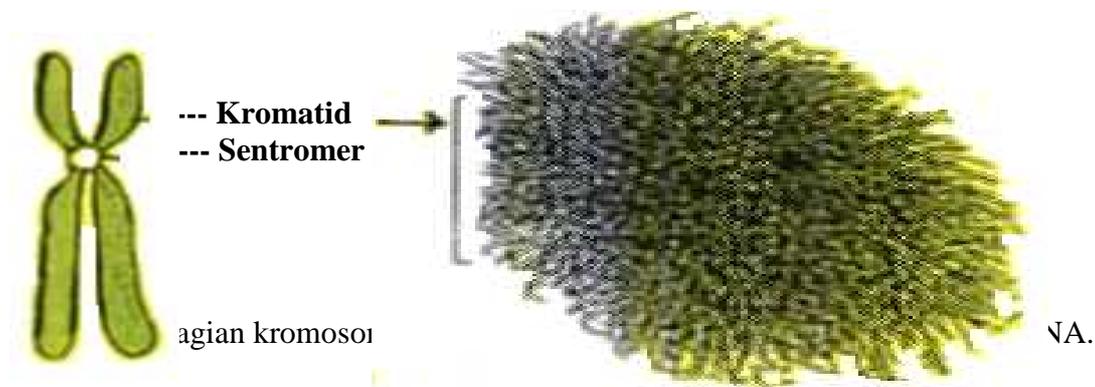
Keanekaragaman tingkat gen dapat kita pelajari pada pola-pola bentuk daun pada tumbuhan. Pada tumbuhan Dahlia memiliki bentuk daun yang berbeda-beda antara daun semasa kecambah, semasa muda, dan semasa dewasanya atau semasa akan menghasilkan bunga. Pada bagian-bagian bunga, sekalipun memiliki genotip sama pada kelopak, mahkota, benang sari, dan putiknya, kesemuanya memiliki bentuk yang berbeda-beda. Demikian pula bentuk daun *Ranunculus aquatilis*, *Salvinia*, dan *Myriophyllum* adalah berbeda antara daun yang berada di atas permukaan air dengan daun yang berada di bawah permukaan air. Daun yang berada di bawah permukaan air memiliki bentuk serupa akar, tetapi daun yang berada di atas permukaan air memiliki bentuk yang lebih lebar. Hal ini berarti faktor lingkungan mempengaruhi penampakan sifat genotip yang sama pada suatu bagian organisme sejenis di tempat tertentu.

Pada organisme bersel satu seperti bakteri (kokus, basil, vibrio, dan spirillum) mengandung kurang lebih 1.000 gen, apalagi organisme multiseluler memiliki lebih banyak lagi variasi gena-genanya. Satu gena merupakan satu penggal benang DNA dalam ukuran tertentu, dan benang DNA yang amat panjang dapat dikemas menjadi butir-butir kromatin, lalu menjadi nukleosom dan akhirnya terbentuk benang kromosom. Sel semasa interfase, kromosom tidak dapat dilihat dengan mikroskop biasa dan hanya bisa dilihat dengan mikroskop elektron, karena terurai menjadi benang-benang DNA. Dewasa ini pemanfaatan DNA mikroba untuk dicangkokkan kepada tanaman budidaya agar menghasilkan sesuatu zat yang meningkatkan mutu gizi dari produksi tanaman melalui rekayasa genetika adalah banyak dilakukan untuk menciptakan bibit-bibit unggul. Berdasarkan keanekaragaman hayati tingkat gen ini, Indonesia memiliki bank gen atau sumber plasma nutfah yang sangat banyak untuk kesejahteraan hidup manusia. Coba pelajari kembali tentang uraian tentang struktur kromosom di bawah ini.



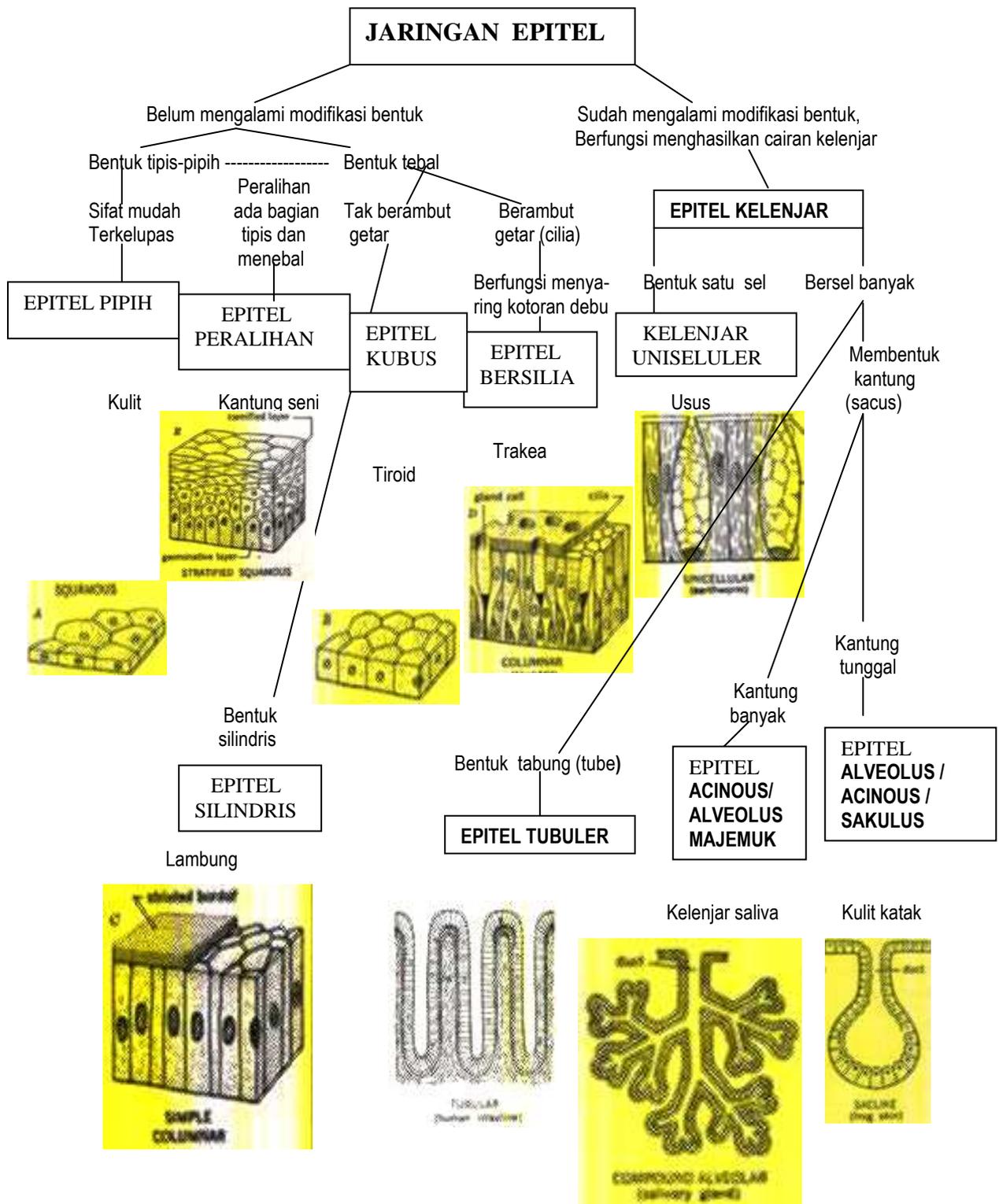
Gambar 3.2. Kromosom/kromatid terurai menjadi benang kromatin dilihat dengan mikroskop elektron (sumber: Hamparan Ilmu Time Life “Tubuh Manusia”).

Kromosom (Chromosome) : (Gk. *chroma* = warna; *soma* = badan, tubuh) Suatu badan pembawa sifat keturunan yang mewarnai sifat tubuh organisme dan jumlahnya konstan pada setiap jenis organisme. Dalam tiap sel tubuh mengandung $2n$ kromosom, sedangkan tiap sel kelamin (gamet) hanya mengandung n kromosom (separuh dari jumlah kromosom pada sel badan). Di dalam kromosom terdapat benang-benang DNA (gena-gena) yang dikemas menjadi suatu gulungan pada protein dasar (histon) menjadi benang kromosom. Kromosom hanya dapat dilihat pada masa pembelahan sel, baik pada Mitosis maupun Meiosis. Kromosom tidak dapat dilihat pada sel yang mengalami masa istirahat (interfase), karena ia terurai menjadi benang-benang DNA yang hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron yang pembesarannya sampai satu juta kali. Untuk jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.

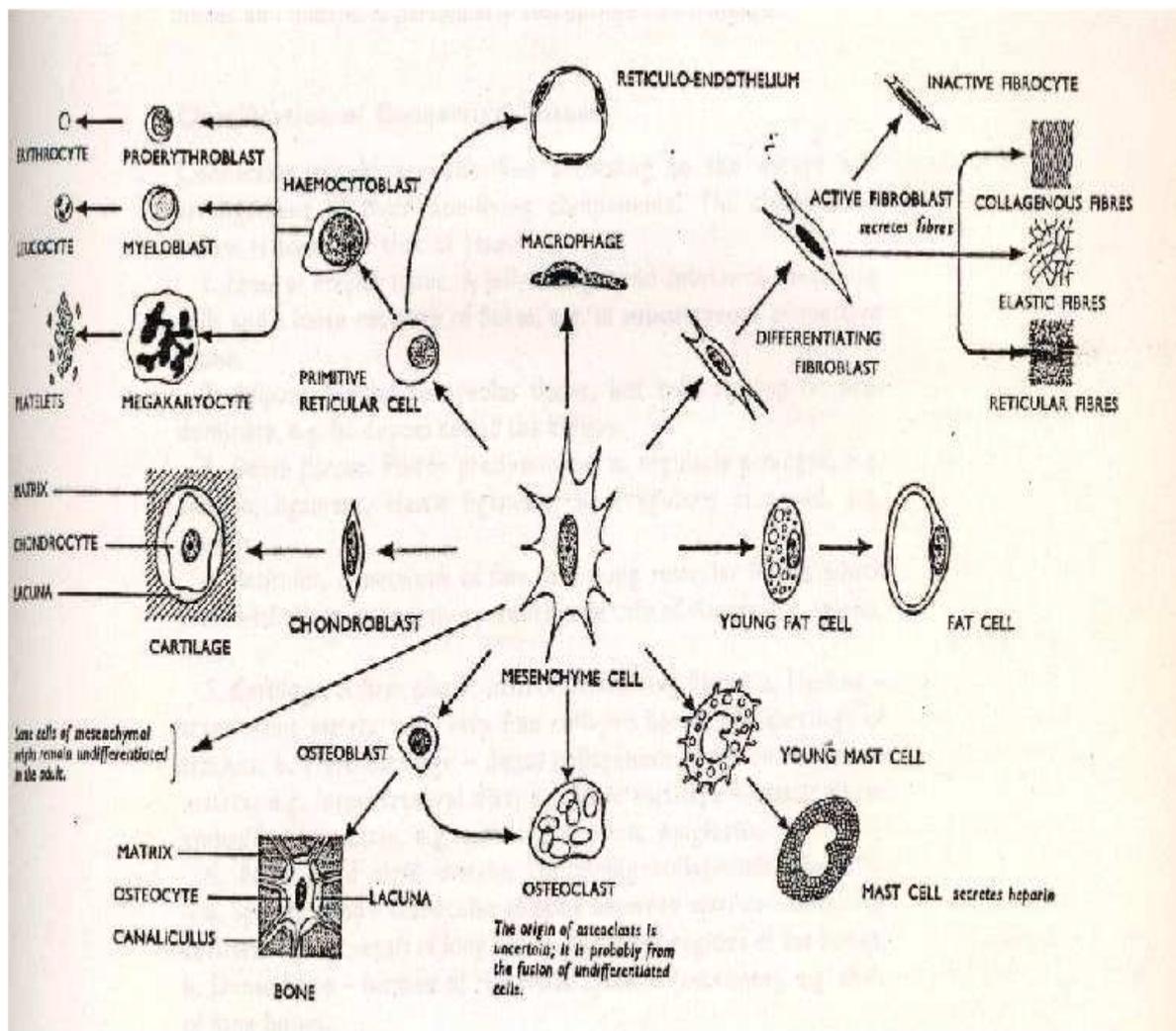


- a. Sepotong benang DNA berbentuk spiral (**double helix**)
- b. Benang-benang DNA digulung pada protein **histon** menjadi butir-butir **kromatin**
- c. Serabut kromatin dikemas menjadi **nukleosom**
- d. Serabut nukleosom memanjang dipadatkan menjadi benang **kromosom** berbentuk huruf X, dengan pentahapan berikut:
 - 1) perluasan serabut nukleosom
 - 2) Pepadatan nukleosom
 - 3) Benang kromosom tahap akhir seperti huruf X

Gambar : Tahap-tahap pengemasan benang DNA menjadi bentuk kromosom.
(Sumber: Albert, B. et al, *Molecular Biology of The Cell*, 1989)



Gambar/BDK : Macam bentuk Epitel disesuaikan fungsinya dan letaknya.



Gambar 3.3: Tipe-tipe utama sel-sel jaringan ikat diturunkan dari mesenkim embrio sebagai bukti kromosom yang sama menghasilkan keanekaragaman sel target yang berbeda akibat pengaruh keanekaragaman tingkat gen .

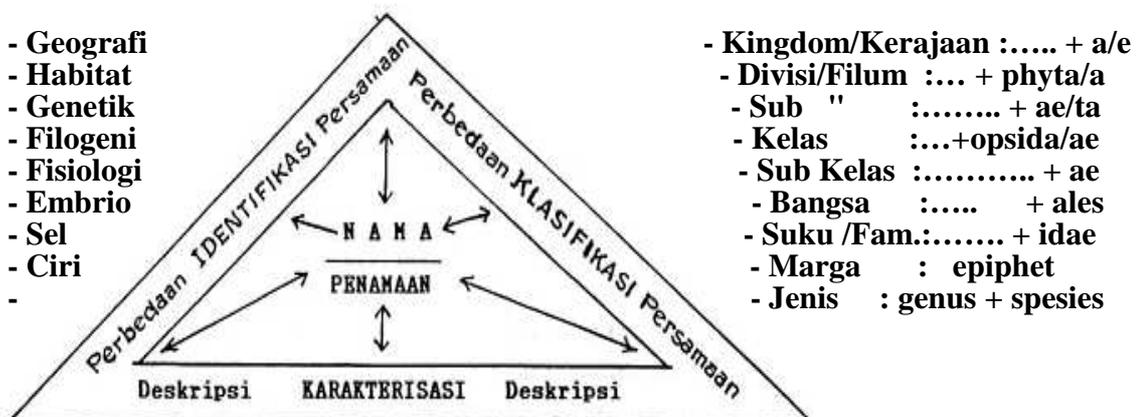
Dengan contoh perkembangan jaringan epitel dan jaringan mesenkim di atas, kita dapat memahami bahwa walaupun setiap sel pada jaringan tersebut memiliki kromosom dan genotip yang sama, tetapi fenotipnya berbeda-beda disesuaikan dengan fungsinya masing-masing yang sangat dipengaruhi oleh letak keberadaannya. Misalnya, tangan memiliki permukaan yang berbeda jaringan epitelnya, karena berbeda fungsinya; ada yang berfungsi sebagai alat pemegang sesuatu sehingga harus tebal epitelnya, dan lainnya sebagai alat perasa sehingga harus tipis epitelnya. Demikian pula, epitel pada tenggorokan harus memiliki rambut getar (silia), karena berguna untuk menolak debu atau benda selain udara yang akan masuk ke dalam paru-paru; ingat apa manfaat bersin! Coba kaji epitel yang lainnya, mengapa di lambung harus epitel silindris?

2. Keanekaragaman Tingkat Jenis

Variasi pada keanekaragaman tingkat gen adalah bukan disebabkan oleh keanekaragaman gen, melainkan perbedaan pengaruh interaksi antar gena-gena pada genotip dengan lingkungan yang berbeda. Tetapi keanekaragamantingkat jenis merupakan variasi yang terjadi pada tingkat individu sebagai akibat pengaruh keanekaragamangena-genayang membentuk genotip individu-individu itu. Keanekaragaman tingkat jenis, contohnya variasi pada jenis kelapa (*Cocos nucifera*), yaitu ada kelapa gading, kelapa kopyor, dan kelapa hijau adalah berbeda varietasnya, tetapi sama jenisnya.

Individu yang satu dengan individu yang lainnya memiliki persamaan dan perbedaan. Makin banyak persamaannya atau makin sedikit perbedaannya, makin dekat kekerabatannya, dan sebaliknya. Untuk melihat jauh dekatnya kekerabatan suatu organisme satu dengan organisme lainnya, para hali membuat sistem pengelompokan-pengelompokan atau klasifikasi yang disebut tingkatan **takson**. Ilmu yang khusus mempelajari pengelompokan atau klasifikasi organisme ini disebut **Taksonomi**.

Dasar-dasar Taksonomi untuk penamaan ilmiah sbb.:



- Geografi
- Habitat
- Genetik
- Filogeni
- Fisiologi
- Embrio
- Sel
- Ciri
-

- Kingdom/Kerajaan :..... + a/e
- Divisi/Filum :... + phyta/a
- Sub " :..... + ae/ta
- Kelas :...+opsida/ae
- Sub Kelas :..... + ae
- Bangsa :..... + ales
- Suku /Fam.:..... + idae
- Marga : epiphet
- Jenis : genus + spesies

- **Warna** : contoh, Chlorophyta, Cyanophyta
- **Bentuk** : contoh, Spirulina, Spirogyra
- **Alat gerak:** contoh, Ciliata, Flagellata
- **Tekstur** : contoh, Arthropoda, Bivalvia
- **Jumlah** : contoh, Myriopoda, Hexapoda
- **Reproduksi:** contoh, Sporozoa, Oedogonium.

Pembagian kelompok takson dari kelompok besar sampai ke kelompok yang lebih khusus atau tingkat jenis, secara garis besar dan berurutan ditulis sbb.:

Kindom - Divisi – Kelas – Bangsa – Suku – Marga - Jenis

Setiap takson diberi nama ilmiah tertentu. Sistem penamaan takson untuk klasifikasi tumbuhan lebih teratur daripada klasifikasi hewan, karena setiap nama golongannya memiliki akhiran tertentu sebagaimana disebutkan pada bagan di bawah ini. Perbedaan nama ilmiah untuk setiap takson adalah didasarkan kepada banyak sedikitnya karakter persamaan dan perbedaan dalam identifikasi dan deskripsi dari organisme itu. Karakter organisme mencakup warna, bentuk, tekstur, alat reproduksi, dan ciri lainnya.

Untuk keseragaman nama ilmiah adalah menggunakan bahasa Latin atau Greek (Yunani Kuno) yang di-Latin-kan. Untuk nama ilmiah (terminologi) dalam suatu takson mengandung makna/arti yang berkaitan dengan tanda-tanda khasnya (ciri morfologi, kandungan zat, asal geografi, sifat hidup, habitus, umur, dan sebagainya). Untuk jelasnya, coba perhatikan contoh-contoh di bawah ini.

Contoh: Klasifikasi kentang dan leunca adalah berbeda pada tingkat jenis sbb.:

Divisi : **Spermatophyta** (Tumbuhan berbiji; *sperma*=biji)
Subdivisi : **Angiospermae** (Tumbuhan berbiji tertutup)
Kelas : **Dicotyledonae** (Tumbuhan Berbiji keping lembaga dua = *di*)
Bangsa : **Solanales** (Tumbuhan mengandung zat solanin)
Suku : **Solanaceae** (Tumbuhan mengandung zat solanin)
Marga : **Solanum** (Tumbuhan mengandung zat solanin)
Jenis : *Solanum tuberosum* (Solanum yang memiliki umbi batang/tuber)
Solanum nigrum (Solanum yang berbuah warna hitam/nigro/niger).

Contoh Klasifikasi kucing dan harimau adalah berbeda pada tingkat jenis sbb.:

Filum : **Chordata** (Hewan yang embrionya memiliki tali saraf/*chord*)
Subfilum : **Vertebrata** (Hewan bertulang belakang = *vertebrae*)
Kelas : **Mammalia** (Hewan bertulang belakang memiliki kelenjar susu/*mammiae*)
Bangsa : **Carnivora** (Hewan pemakan daging)
Suku : **Felidae** (Keluarga kucing-kucingan)
Marga : **Felis** (Hewan kucing)
Jenis : *Felis maniculata* (kucing rumah)
Felis tigris (kucing hutan/harimau/macam).
Felis leo (singa).

Menurut KM. Sawadski (1972) tentang konsep jenis adalah bahwa organisme ada dalam satu jenis, jika tingkatannya spesies adalah mmemiliki DNA/RNA/protein sama dan generasi berikutnya menyerupai induknya atau jika dikawinkan akan menghasilkan keturunan menyerupai induknya yang bersifat fertile (subur). Pada tingkat genus dapat saja dikawinkan dan menghasilkan keturunan, tetapi keturunan yang dihasilkannya bersifat mandul; contohnya harimau tutul betina dikawinkan dengan singa jantan

menghasilkan keturunan yang disebut Leopon (hewan berkepala harimau berleher singa dan berbadan harimau tutul) yang mandul.

Untuk mempelajari keanekaragaman tingkat jenis makhluk hidup dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti: mengidentifikasikannya dengan sample/contoh/gambar yang sudah diketahuinya, menanyakan kepada ahlinya/pakar Taksonomi, atau dengan menggunakan kunci determinasi dikotomi. Di antara cara-cara tersebut, cara yang paling ilmiah adalah penentuan jenis makhluk hidup menggunakan Kunci Determinasi Dikotomi. Kunci Determinasi Dikotomi adalah suatu bentuk penentuan jenis organisme dengan menggunakan dua macam/pasangan pernyataan, yaitu satu pernyataan yang berkenaan dengan sesuatu ciri yang diterima/dimiliki oleh organisme yang ditelitinya dan pernyataan pasangannya bersifat menolak/tidak dimiliki oleh ciri-ciri organisme tersebut. Sekarang dikenal ada dua model Kunci Determinasi, yaitu: (1) Model Pasangan Baris Pernyataan, dan (2) Model Bagan Pasangan Konsep (BPK) atau Bagan Dikotomi Konsep (BDK). Contoh-contoh di bawah ini menunjukkan perbedaan antara kedua model kunci determinasi tersebut.

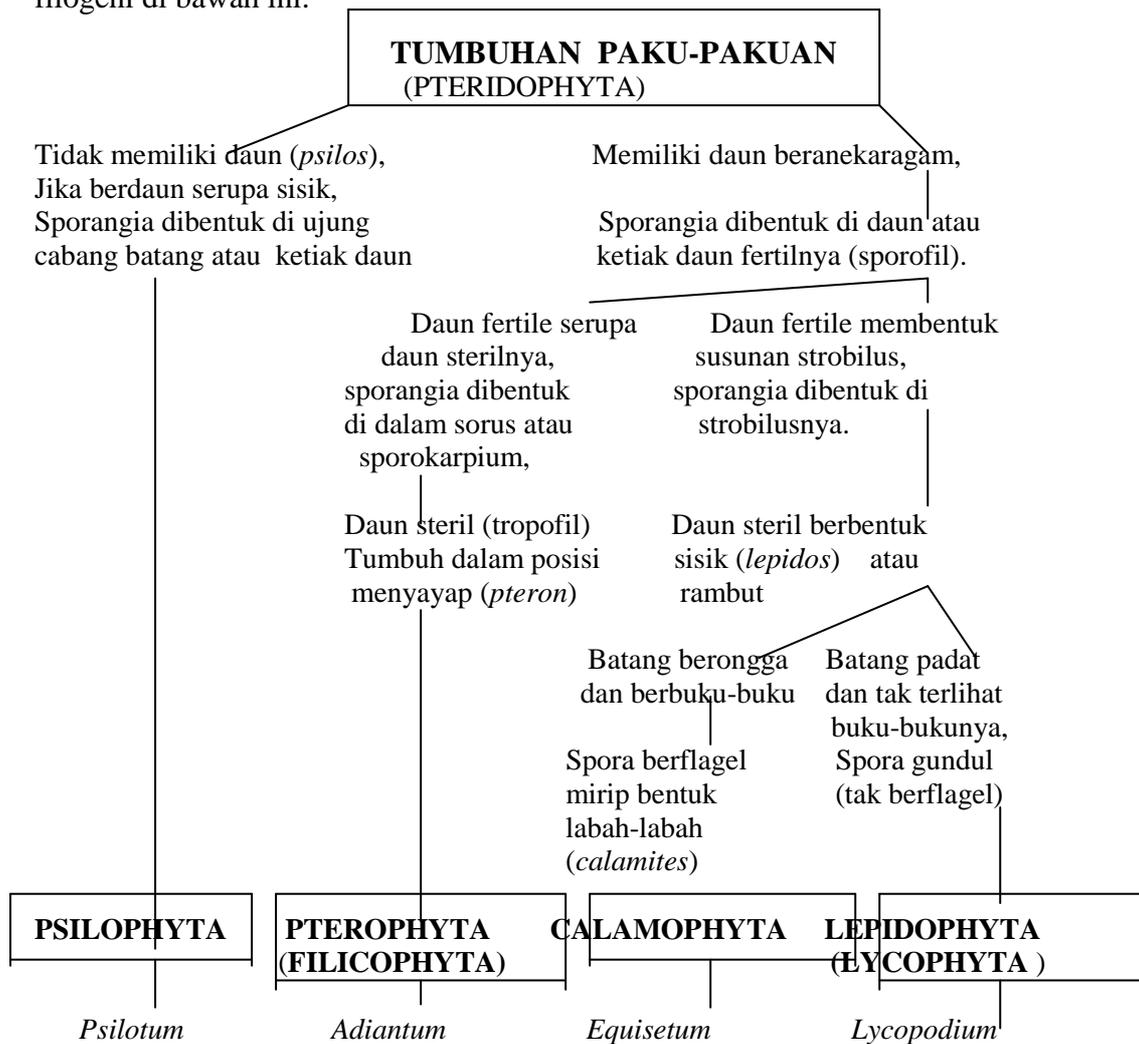
KUNCI DETERMINASI UNTUK FAMILI TUMBUHAN PAKU-PAKUAN

(Sumber: dipetik dari buku "Flora" karangan van Steenis).

1. a. Tumbuh-tumbuhan air kecil dan terapung bebas.....**1. Salviniaceae**
b. Tumbuh-tumbuhan darat atau rawa, berakar di tanah.....2.
2. a. Daun majemuk menjari daun empat. Tumbuhan rawa dengan batang menjalar dan tangkai daun tegak.....**2. Marsileaceae**
b. Daun-daun lain macamnya..... 3
3. a. Daun paling panjang 2 cm, berbentuk sisik, lanset, atau uncek. Bagian yang fertile dari tumbuhan sedikit banyak mirip bulir. Sporangia terdapat di ketiak daun batang, atau juga di bawah dari sisik berbentuk perisai.....4
b. Daun lebih besar dan lain bentuknya. Bagian yang fertile berbentuk bulir atau tidak. Sporangia tidak demikian letaknya.....6
4. a. Batang berbuku dan berongga di tengah, daun sangat kecil, berbentuk sisik, duduk dalam karangan dan saling tumbuh melekat menjadi pelepah.....**3.Equisetaceae.**
b. Batang tak berbeuku. Daun tidak demikian.....5
5. a. Cabang batang mempunyai dua baris daun kecil, yang hanya terdapat pada sisi atau muka dan dua baris daun yang lebih besar dan datar di sebelah kiri dan kanan, sehingga suatu cabang jenis memperlihatkan sisi atas dan sisi bawah.....**4. Selaginellaceae.**
b. Cabangnya lain. Daun tersusun rapat atau agak rapat bentuk benang, menghadap ke segala arah..... **5. Lycopodiaceae.**
6. a. Daun terdiri atas bagian fertile yang berbentuk bulir, yang tumbuh dari kaki bagian steril, yang bentuknya seperti kumpulan dalam barisan.....**6.Ophioglossaceae.**
b. Tumbuh-tumbuhan lain; tidak ada bagian yang fertile berbentuk bulir.....7

7. a. Tepi atau ujung daun atau anak daun terbagi dalam taju/pancung sempit berbentuk garis, di mana sisi bawahnya tersusun rapat dalam baris 2-4. Daun (batang) yang fertile memanjat. "Daun" letaknya berhadapan.....**7. Schizaeaceae.**
.....8
- b. Daun fertile tidak demikian.....8
8. a. Daun (agakanya batangnya!) berulang kali bercabang menggarpu, kebanyakan memanjat.....**8. Gleicheniaceae.**
- b. Daun lain.....9
9. a. Paku pohon, artinya, paku yang setelah dewasa mempunyai batang yang jelas lebih tinggi dari 2 meter.....**9. Cyatheaceae.**
- b. Paku lainnya.....10
- 10.a. Tumbuhan yang sebagian atau seluruhnya tenggelam, dan berakar di dalam tanah. Sporangia tidak teratur, tersebar di sisi bawah daun, sedikit atau banyak tertutup oleh tepi daun yang melipat.....**10. Ceratopteridaceae.**
- b. Paku lainnya.....**11. Polypodiaceae.**

Adapun contoh Model Bagan Dikotomi Konsep dapat dilihat pada bagan pembagian golongan tumbuhan paku-pakuan menjadi divisi-divisi yang terkenal menurut klasifikasi filogeni di bawah ini.



Gambar/BDK : Pembagian divisi tumbuhan paku-pakuan versi modern.

3. Keanekaragaman Tingkat Ekosistem

Istilah Ekosistem berasal dari bahasa Greek, yaitu **Ekosistem** (*oikos*= rumah tangga, + *sistema*= keseluruhan bagian-bagian sebagai satu kesatuan). Ekosistem berarti satu kesatuan yang ada dalam rumah tangganya, yaitu satu kesatuan antara semua makhluk hidup dengan lingkungan abiotiknya. Seringkali faktor abiotik menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Faktor pembatas dapat berupa perbedaan iklim, bentang alam yang luas, keadaan air tanah dan mineral yang mempengaruhi pertumbuhan organisme. Oleh karena setiap jenis makhluk hidup memiliki daya toleransi, adaptasi, dan suksesi yang berbeda-beda terhadap lingkungan yang berbeda-beda, menyebabkan di dunia terjadi keanekaragaman **ekosistem** maupun **bioma**. Pada Gambar 1.2 ditunjukkan pengaruh ketinggian tempat dan jauh dekatnya ke kutub (garis lintang) menyebabkan adanya perbedaan dan persamaan sebaran vegetasinya. Puncak gunung bersalju dan daerah kutub memiliki jenis vegetasi yang sama, juga di daerah ughari dan ketinggian antara 1.000 - 1.500 m di atas permukaan laut ditemukan hutan pinus (berdaun jarum) yang subur, dan seterusnya.



Gambar : Sebaran Bioma dan Ekosistem pada permukaan bumi.

Akibat perputaran bola dunia pada porosnya menyebabkan pembagian iklim, siang dan malam, arah angin, dan kondisi air di tiap bagian dunia adalah berbeda-beda. Iklim adalah menunjukkan pukul rata tentang keadaan suhu, sinar matahari, cuaca, curah hujan, tekanan udara dan kelembaban udara di suatu daerah. Pengaruh iklim terhadap bentang alam menyebabkan terbentuknya berbagai Bioma seperti: Gurun, Kutub, Tundra, Savana, Stepa, Hutan Berdaun Jarum (Pinus), Hutan Tropis, dan Hutan Berdaun Gugur. Kondisi seperti itu berdampak ada daerah yang berpenghuni dan daerah tidak berpenghuni, baik dihuni oleh jenis tumbuhan, hewan maupun manusia. Ekosistem hutan merupakan habitat hewan-hewan liar, sehingga rusaknya hutan berakibat terganggunya kehidupan hewan-hewan tersebut, bahkan mungkin kehilangan habitat mereka. Kehidupan hewan-hewan yang tidak sesuai dengan habitatnya dapat berakibat semakin merana, bahkan mungkin menyebabkan kematian dan punahnya suatu hewan. **Ekosistem hutan memiliki fungsi ekologis bagi kehidupan hewan, yaitu untuk berlangsungnya rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan bagi mereka, serta menjamin berlangsungnya daur ulang materi dan aliran energi bagi kehidupan di bumi.** Dengan demikian akibat rusaknya berbagai ekosistem menyebabkan punahnya beberapa jenis spesies. Sekali jenis makhluk hidup itu punah, jangan harap ia dapat muncul kembali di dunia ini. Hutan yang berfungsi untuk melindungi kehidupan hewan-hewan disebut **Hutan Suaka Margasatwa**. Di sinilah pentingnya memelihara kelestarian suatu ekosistem dan adanya distribusi tumbuhan dan hewan yang berbeda-beda pada setiap jenis Ekosistem maupun Bioma.

Selain itu, berbagai jenis **hutan memiliki fungsi orologis**, yaitu mencegah terjadinya erosi permukaan tanah akibat hujan mau mencegah terjadinya longsor dan bahaya banjir. Daun-daunan tumbuhan pada hutan menahan jatuhnya air hujan secara perlahan-lahan sehingga dapat meresap ke dalam tanah. Air hujan yang meresap ini ditahan oleh akar-akar tumbuhan sebagai reservoir air tanah, sumber mata air untuk sungai-sungai dan laut. Akibat pemanasan sinar matahari, air laut menguap membentuk awan di atmosfer, kemudian terbawa angin dan tertahan di pegunungan tinggi, kemudian terjadi kondensasi membentuk mendung yang tebal, dan akhirnya jatuh lagi sebagai air hujan. Dengan demikian, **hutan memiliki fungsi dalam daur ulang air di alam (hidrologis)**. Air yang ke luar dari mata air bersifat bersih dan steril, sehingga baik digunakan sebagai sumber air minum yang sehat. Demikian pula, ekosistem hutan menampung daun-daunan tumbuhan yang gugur dan sumber humus yang akan menyuburkan tanah. Tanah yang mengandung lapisan humus yang tebal bersifat subur bagi pertumbuhan tumbuhan. Itulah sebabnya, pembukaan hutan sebagai lahan pertanian pada awalnya tidak memerlukan pupuk, karena sudah subur baginya. Oleh karena itu, untuk menyuburkan kembali tanah-tanah kritis atau tanah tandus perlu diupayakan penghutanan kembali agar tanahnya menjadi subur kembali sebagai cadangan lahan pertanian maupun perkebunan untuk

kesejahteraan hidup manusia. Hutan yang berfungsi menjaga kelestarian untuk berlangsungnya proses-proses alami dan seisi hutan tersebut disebut **Hutan Lindung atau Cagar Alam**. Hutan berupa Cagar Alam dapat membentuk iklim local dan iklim mikro bagi tumbuhan dan hewan yang hidup di bawah kanopi (naungan daun) hutan itu.

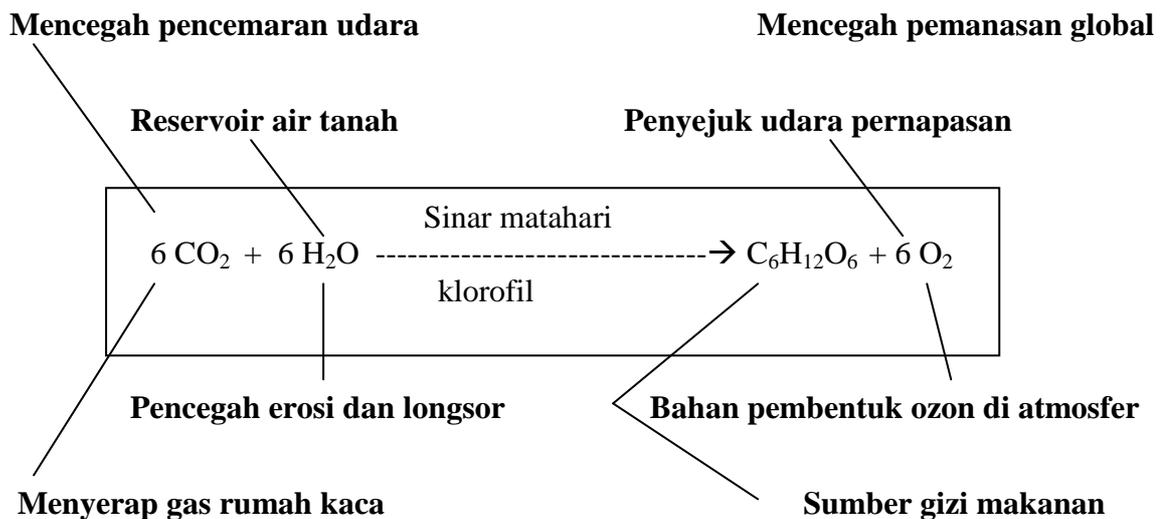
Bagaimanakah kaitannya antara berbagai jenis bioma yang mengandung tumbuhan dalam jumlah banyak tersebut dengan isu-isu global masalah lingkungan hidup lainnya? Tumbuhan hijau dalam jumlah banyak dan bentuk apapun memiliki fungsi/peranan yang penting dalam penanggulangan masalah lingkungan hidup. Hutan dipandang sebagai paru-paru dunia yang berfungsi menyerap gas-gas beracun dan menghasilkan gas yang berguna untuk udara pernapasan setiap makhluk hidup. Beberapa jenis tumbuhan telah diketahui memiliki manfaat dapat menyerap berbagai gas beracun (Ir. Nancy Martasuta dalam Majalah Trubus No.363, Edisi Februari 2000 – Th. XXXI), seperti tumbuhan:

- Spatifilum (*Spathiphyllum clevelandii*) mampu menyerap racun (alkohol, aseton, trikloro, dan formaldehid) dalam jumlah banyak.
- Gerbera (*Gerbera jamesonii*) mampu menyerap gas beracun apapun dan menghasilkan uap air untuk kesejukan udara.
- Hanjuang (*Dracaena fragans Massangeana*) mampu menyerap racun formaldehid dan gas racun lainnya dalam jumlah banyak.
- Blanceng (*Dieffencahia spp.*) mampu menyerap racun sedang-tinggi dari segala jenis gas beracun.
- Maranta (*Marantha leuconeura*) memiliki kemampuan menyerap gas racun rendah-sedang dan menghasilkan kelembapan udara dengan baik.
- Palem kuning (*Chrysalidocarpus lutescens*) memiliki kemampuan menyerap gas beracun paling banyak jenis dan volumenya.
- Lili paris (*Chlorophytum comusum*) mampu menyerap racun sedang-tinggi, sehingga dalam bentuk rumpun untuk penghias taman sangat berguna untuk menyerap gas beracun dalam jumlah banyak.

Dari contoh-contoh tanaman tersebut, jelaslah berbagai jenis tumbuhan memiliki fungsi ganda, baik sebagai tanaman hias maupun pengendali lingkungan hidup dari bahaya gas-gas beracun, di samping menyediakan oksigen untuk udara pernapasan melalui kegiatan fotosintesis.

Dalam suatu ekosistem, tumbuhan mempunyai peranan sebagai produsen yang akan menjamin sumber makanan bagi hewan maupun manusia dan kepentingan lainnya. Sebagai produsen, tumbuhan mampu mengubah zat-zat anorganik (CO_2 , H_2O , CO, dan zat-zat anorganik beracun) menjadi zat organik (karbohidrat, protein, lemak, vitamin) yang berguna bagi kehidupan organisme lainnya. Kegiatan asimilasi dan fotosintesis tumbuhan dapat mengurangi kadar CO_2 dan CO di udara. Udara normal mengandung

0,03 % CO₂ atau 325 ppm. Akibat berbagai proses pembakaran (kebakaran hutan, hasil pernapasan makhluk hidup, kegiatan PLTU, kendaraan bermotor) dapat menyebabkan semakin meningkatnya kadar CO₂ di udara. Adanya kadar CO₂ menjadi 3 % di udara dapat menyebabkan sesak napas (dyspnoea) dan pusing kepala, serta bila mencapai 10 % dapat menyebabkan pingsan pada manusia. Demikian pula, meningginya kadar CO dapat menyebabkan mati lemas, karena (Hb) darah tidak mampu mengikat O₂ akibat sudah terbentuk HbCO di dalam darahnya, karena kemampuan daya ikat CO terhadap Hb lebih tinggi dibandingkan O₂. Menurut Prof. Muso bahwa daya ikat CO adalah 300 kali daya ikat O₂ terhadap Hb darah.



Bagan : Fotosintesis tumbuhan mengurangi pencemaran lingkungan.

Selain itu, menurut Arrhenius jika kadar CO₂ dalam atmosfer berlipat dua kali, maka suhu permukaan bumi akan naik sebesar 4° C. Jepang dengan balon udaranya membuktikan bahwa CO₂ dapat meningkatkan suhu lingkungan atau suhu udara sehingga tergolong gas rumah kaca. Gas rumah kaca akan meningkat lagi, apabila terjadi kebakaran hutan, baik sengaja atau tidak sengaja dilakukan oleh manusia dalam pembukaan lahan baru untuk pemukiman penduduk atau pertanian-perkebunan. Setiap gas yang memiliki lebih dari satu jenis atom dapat menyerap sinar infra merah yang berasal baik dari sinar matahari maupun sinar pantulannya oleh bumi. Adanya akumulasi serapan infra merah oleh molekul-molekul gas di udara itulah menyebabkan terjadinya pemanasan global bumi. Bilamana hal ini terjadi, maka sudah dapat diperkirakan akan terjadi melelehnya gunung-gunung es di kedua kutub bumi yang akan menaikkan permukaan air laut, sehingga berdampak kepada tenggelamnya daerah-daerah pantai seperti halnya kejadian berakhirnya zaman es yang menenggelamkan dangkalan Sahul dan Sunda di wilayah

Indonesia. Pada zaman es, ke dua dangkalan itu masih berupa daratan, dan setelah zaman es berakhir menjadikan wilayah Indonesia terpisah dari benua Asia dan Australia, serta terbentuknya pulau-pulau yang banyak. Ketika itu, Sumatra, Kalimantan, dan Jawa masih bersatu, disatukan oleh dangkalan Sunda, serta kepulauan Maluku, Nusa Tenggara, dan Irian masih bersatu, disatukan oleh dangkalan Sahul. Cobalah sekarang Anda renungkan dan pikirkan solusinya agar hal ini tidak dibiarkan terjadi, karena tanpa partisipasi kita semua dapat saja hal tersebut terjadi kembali sehingga sebagian besar wilayah Indonesia tenggelam lagi.

Selanjutnya, tumbuhan tampak berwarna hijau, karena tumbuhan memantulkan sinar hijau dari sinar matahari yang jatuh padanya, di samping ia mengandung klorofil. Hal ini berarti jenis sinar lainnya (infra merah, ultra violet, dll.) diserap oleh tumbuhan, dan terbukti sinar IM dan UV adalah sangat efektif untuk kegiatan fotosintesis tumbuhan. Sinar IM adalah sinar yang mempunyai gelombang lebih panjang daripada gelombang sinar merah, yang berarti sinar IM mempunyai efek panas lebih besar. Dengan adanya penyerapan sinar IM oleh tumbuhan, maka pemanasan global atau kenaikan suhu lingkungan dapat dicegah atau dikurangi oleh keberadaan tumbuhan dalam bentuk hutan atau taman kota (penghijauan kota).

Kesejukan dan kesegaran udara adalah berkat adanya kegiatan fotosintesis tumbuhan yang menghasilkan O_2 ke lingkungan. Udara untuk pernapasan harus mengandung banyak O_2 . Kandungan O_2 di udara normal adalah sekitar 20 %. Bila kegiatan fotosintesis tumbuhan meningkat, maka sangat baik untuk menyediakan udara segar untuk pernapasan suatu makhluk hidup, juga berguna menyediakan oksigen untuk proses-proses pembakaran lainnya (menyalakan api kompor, petromak, pembakaran sampah, dll.), dan mempengaruhi nilai BOD (Biological Oxygen Demand) suatu perairan untuk kehidupan di lingkungan air. Jadi rangkaian uraian di atas menunjukkan bahwa kegiatan fotosintesis tumbuhan dalam bentuk hutan, taman, kebun, sawah, dan ekosistem lainnya mendukung berlangsungnya daur ulang antara CO_2 dan O_2 , yaitu menjaga keseimbangan keberadaan gas-gas tersebut untuk lingkungan kehidupan manusia, bahkan mengubah gas berbahaya menjadi gas kurang berbahaya, yaitu: $2 CO + O_2 \rightarrow 2 CO_2$ melalui pemanasan sinar matahari di atmosfer. Tetapi bila tidak cukup O_2 dapat terjadi reaksi lain, yaitu: $2 C + O_2 \rightarrow 2 CO$, karena reaksi pembentukan CO adalah 10 kali lebih cepat daripada pembentukan CO_2 di atmosfer. Bahaya CO adalah membentuk senyawa HbCO dalam darah yang menyebabkan pusing-pusing, pingsan, bahkan kematian bila kadarnya sampai 750 ppm.

Bagaimanakah keberadaan tumbuhan hubungannya dengan masalah kebocoran lapisan ozon? Ozon adalah senyawa O_3 , terbentuk dari $O_2 + O + M \rightarrow O_3 + M$. Arthur C Aikin (1975) dari Laboratorium for Atmospheres NASA mengemukakan bahwa ozon (O_3) dibentuk ketika radiasi UV matahari yang bergeleombang pendek dari 2400

Angstroms diabsorpsi oleh molekul oksigen (O_2) di ketinggian 10-80 km. Di lapisan ketinggian atmosfer ini terjadi pemecahan O_2 menjadi dua atom oksigen yang penting untuk pembentukan ozon, yaitu: $O_2 + uv \text{ -----} \rightarrow O + O$

Selanjutnya oksigen yang bersifat atom ini bereaksi dengan molekul oksigen (O_2) menjadi suatu molekul dengan tiga atom O, yang disebut ozon (O_3). Sumber utama O_2 adalah hasil fotosintesis tumbuhan. Permasalah lubang ozon di atmosfer hanya dapat diatasi, jika tumbuhan dalam bentuk komunitas hutan masih memadai keberadaannya, yaitu sedikitnya ada 5 –10 % dari wilayah itu.

Berdasarkan rangkaian uraian di atas, keanekaragaman hayati terutama tumbuhan dalam bentuk hutan yang membentuk ekosistem atau bioma memiliki fungsi/peranan yang banyak dan sangat penting bagi penanggulangan masalah lingkungan, seperti berfungsi dalam mengurangi terjadi pencemaran udara, berfungsi sebagai ekologis, hidrologis, orologis, klimatologis, menanggulangi kebocoran lapisan ozon dan pemanasan global bumi, serta mencegah bahaya banjir dan menyediakan udara pernapasan bagi semua makhluk hidup, juga menyediakan sumber plasma nutfah. Kita merana prihatin, beberapa jenis sumber daya alam hayati yang dulunya sebagai ciri khas daerah menjadi semakin langka dan ada yang sudah punah, seperti: Tumbuhan khas Jawa Barat adalah matoa dan hewannya adalah badak bercula satu menjadi SDA hayati yang langka, sehingga wajib dijaga kelestariannya. Jadi keberadaan tumbuhan, terutama tumbuhan hijau sekecil apapun turut berperan penting dalam penanggulangan masalah lingkungan hidup dewasa ini. Rumah yang bertaman, dan tempat hunia (desa atau kota) yang hijau berbunga, serta lingkungan hidup yang terhindar dari bahaya pencemaran lingkungan merupakan lingkungan hidup idaman bagi kita semua. Karena itu, pengelolaan SDA hayati yang berwawasan lingkungan hidup perlu dipikirkan dan menjadi tanggung jawab semua warga masyarakat.

Adapun untuk mengelola dasar keanekaragaman hayati yang menjamin kelestarian lingkungan hidup dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

1. Budidaya /Pemuliaan SDA Hayati dalam bidang: Pertanian, Perkebunan, dll. dengan memperhatikan aspek-aspek: benefisiasi, optimalisasi, alokasi, reklamasi, substitusi, restorasi, integrasi, dan preservasi sebagaimana diuraikan di atas.
2. Pelestarian SDA Hayati , mencakup upaya:
 - a. **In Situ**, yaitu melestarikan SDA Hayati pada habitat aslinya (alamnya) dengan cara menetapkan kawasan tersebut sebagai Cagar Alam Nasional.
 - b. **Ex Situ**, yaitu melestarikan SDA Hayati di luar habitat aslinya, seperti membuat Kebun Raya untuk menanam berbagai jenis tumbuhan yang memiliki potensi besar bagi kehidupan manusia.

D. Klasifikasi Makhluk Hidup

Tujuan klasifikasi makhluk hidup adalah menyederhanakan objek-objek yang dipelajarinya sehingga dikenali secara mudah dan akhirnya dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Sejumlah organisme dapat diklasifikasikan menurut sistem tertentu atau sistem yang dianutnya. Dengan membandingkan ciri-cirinya dan sifat-sifatnya yang menunjukkan banyak/sedikitnya persamaan maupun perbedaan yang ada antara organisme satu dengan lainnya, kita dapat menentukan jauh dekatnya kekerabatannya. Untuk mempelajari keanekaragaman makhluk hidup dengan klasifikasinya dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti: mengidentifikasinya dengan benda/ccontoh/gambaranya, menanyakan kepada ahlinya, dan menggunakan kunci Determinasi Dikotomi.

Dari waktu ke waktu, sistem klasifikasi mengalami perkembangan atau perubahan sesuai dengan kemajuan teknologinya. Ada tiga macam sistem klasifikasi pada makhluk hidup, yaitu berdasarkan Sistem Buatan (Artifisial), Sistem Alami (Natural), dan Sistem Filogeni.

1. Sistem Klasifikasi Buatan (Artifisial)

Sistem klasifikasi ini banyak dihubungkan dengan kepentingan hidup manusia, habitat, atau kebiasaan hidup organisme sehingga lebih mudah dikenali atau dipahaminya. Tujuannya adalah agar lebih mudah mengenal xylem/sifat dan manfaat dari organisme yang dipelajarinya, dan dengan begitu akan mudah diupayakan untuk budidayanya sesuai kebutuhannya. Kelemahan dari klasifikasi buatan ini adalah suatu organisme memiliki manfaat yang bermacam-macam, sehingga tidak dapat digolongkan dalam satu golongan saja. Misalnya, tanaman cabe (*Capsicum annuum*) dapat digolongkan sebagai tanaman sayuran, tanaman obat, tanaman semusim, tanaman hortikultur, tanaman herba, tanaman industri (saos sambal), tanaman hias, dan lainnya. Demikian pula, ayam dapat digolongkan sebagai unggas petelur atau pedaging, dan juga kelas Aves yang merupakan bagian dari sub-filum Vertebrata.

a. Pada tumbuhan dikenal beberapa dasar penggolongan, seperti:

- Berdasarkan **umur**:

Ada tumbuhan semusim atau setahun (contoh: cabe merah dan bunga matahari) dan ada tumbuhan tahunan (contoh: pinus, jati, rasamala, mangga, jati, alpuket, dan sebagainya).

- Berdasarkan **kegunaannya**:

Ada tanaman pangan (contoh: padi, jagung, gandum), ada tanaman hortikultura (Contoh: tanaman hias, sayuran, dan buah), ada tanaman perkebunan (contoh: tanaman karet, kelapa sawit, tebu), dan ada tanaman penyegar (contoh: kopi, coklat), serta tanaman obat (contoh: kunyit, jahe, temu-temuan), dan sebagainya.

- Berdasarkan kemampuan adaptasi/**habitatnya**:

Ada tumbuhan hidrofit (tumbuhan menyukai lingkungan air, seperti: kangkung, genjer, eceng), ada tumbuhan serofit (tumbuhan tahan daerah kering, seperti: kaktus), dan ada tumbuhan mesofit (tumbuhan yang menyukai tanahnya mengandung air secara cukup saja, atau menyukai daerah yang mengalami pergiliran musim kemarau dan hujan seimbang, seperti: mahoni, jati).

- Berdasarkan kebiasaan hidupnya (**habitus**):

Ada tumbuhan herba (basah, rerumputan, seperti: kol, wortel), ada tumbuhan perdu (pohon kecil berkayu, seperti kembang sepatu, kapas), ada tumbuhan pohon (contoh: mangga, jati), dan ada tumbuhan liana (memanjat, seperti: gadung), ada tumbuhan epipit (tumbuhan hidup menempel pada tumbuhan lainnya, seperti: anggrek), dan tumbuhan parasit (tumbuhan hidupnya menumpang dan bersifat merugikan inang contohnya: benalu, tali putri).

- Berdasarkan **kandungan gizinya atau zat utamanya**:

Ada tanaman sumber karbohidrat (contohnya: padi, singkong, jagung, sagu), ada tanaman sumber protein (contohnya: kedelai, kacang hijau, tanaman sumber lemak (contohnya: kemiri, kelapa, kelapa sawit), dan tanaman sumber vitamin dan mineral (contohnya: berbagai macam sayuran dan buah).

b. Pada hewan dikenal beberapa dasar penggolongan, seperti:

- Berdasarkan kepentingan umum:

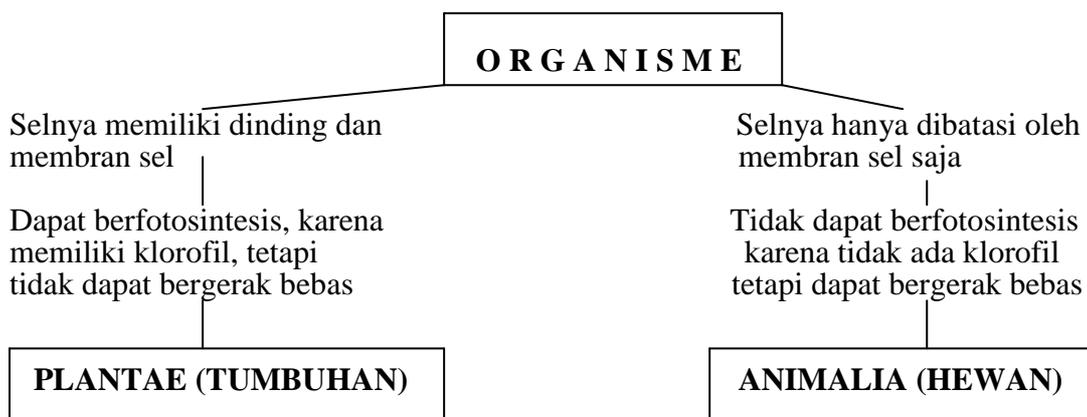
Ada hewan ternak (pedaging dan penghasil susu, seperti: sapi, kambing), ada unggas (pedaging dan petelur, seperti ayam, puyuh), perikanan (air tawar dan tambak), hewan penarik angkutan (kuda, sapi, gajah, kerbau), hewan pembajak tanah (sapi, kerbau), hewan adu (ayam, domba, kerbau, sapi), hewan buruan dan binatang liar.

- Berdasarkan **jenis makanannya**:

Ada hewan **herbivora** (pemakan tumbuhan, seperti: sapi, domba, kuda), **karnivora** (pemakan daging, seperti: anjing, kucing, harimau, singa, burung hantu), dan **omnivora** (pemakan segala, seperti ayam, itik), serta saprovora (pemakan bangkai, seperti burung gagak).

2. Sistem Klasifikasi Alami (Natural)

Sistem Klasifikasi Alami adalah didasarkan kepada ciri-ciri alaminya yang mudah dikenalnya seperti ciri-ciri morfologi akar, batang, daun, dan bunganya atau alat reproduksinya. Dalam sistem klasifikasi alami/tradisional antara lain dipelopori oleh Carolus Linnaeus (1707-1778) yang meletakkan dasar-dasar klasifikasi secara teratur dalam pemberian nama ilmiahnya. Dalam sistem klasifikasinya, ia sangat memperhatikan urutan takson sebagaimana telah dikemukakan di atas. Ia membagi dunia makhluk hidup menjadi dua Kingdom, yaitu: Plantae dan Animalia. Dasar pembagiannya seperti bagan berikut:

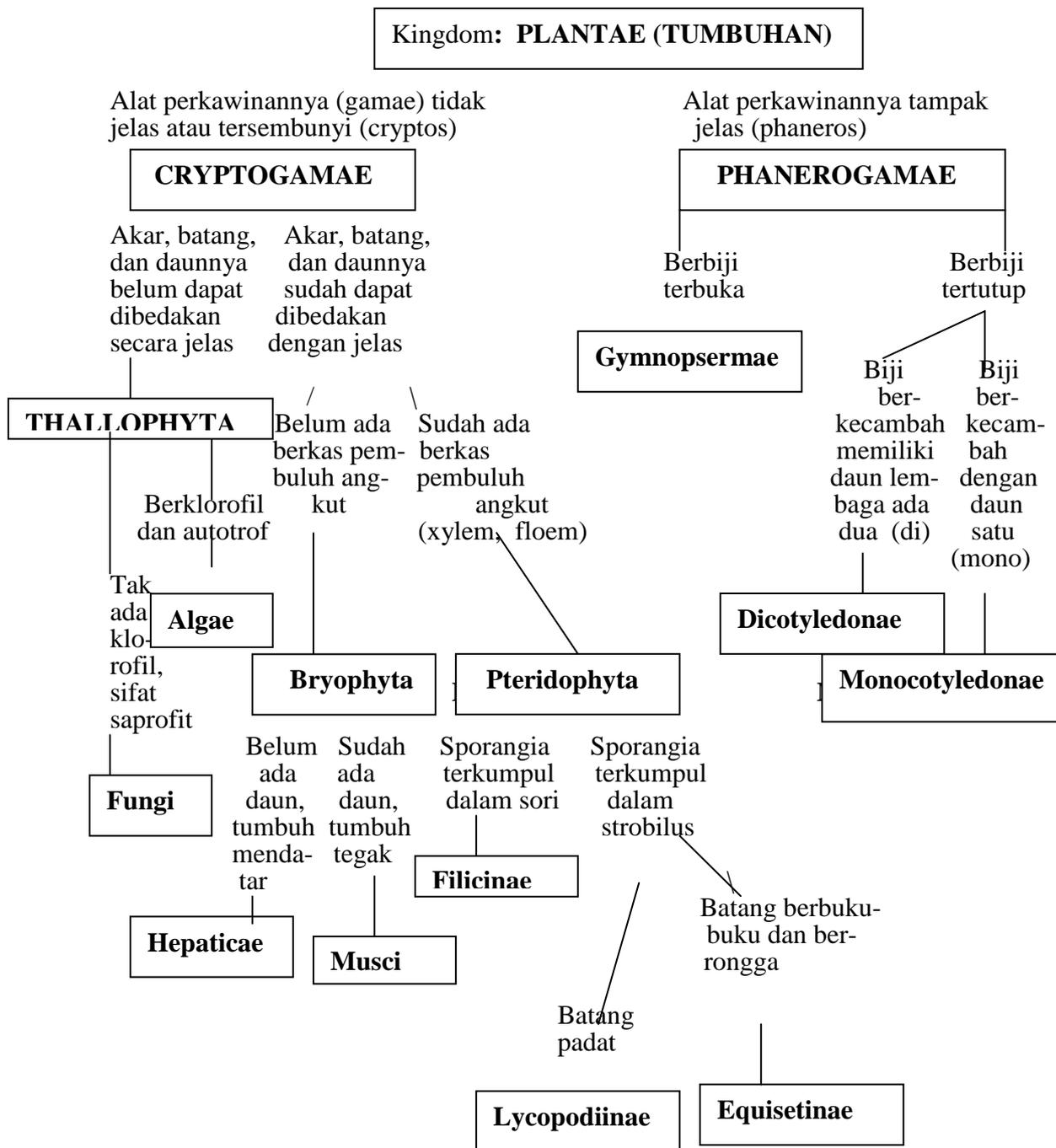


Pembagian Kingdom organisme tersebut banyak mendapat kritikan dan tampaknya mengalami perkembangan sesuai dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, yaitu berubah menjadi tiga Kingdom dan akhirnya menjadi lima Kingdom (Whitaker, 1969), karena virus masih dianggap bukan makhluk hidup. Virus adalah golongan organisme setengah hidup dan setengah mati, karena dapat bersifat seperti debu dan dapat dikristalkan, tetapi jika berada di dalam hospes ia mampu berkembangbiak. Ke lima Kingdom pada organisme: **Monera, Protista, Mycota, Plantae, dan Animalia**. Pembagian dunia makhluk hidup menjadi lima kingdom sudah mengikuti **Sistem Klasifikasi Filogeni**. Munculnya Kingdom Monera, Protista, dan Mycota terpisah dari Plantae dan Animalia, karena secara genetik sangat berbeda sekali satu sama lainnya. Monera adalah golongan organisme prokariotik yang tidak mampu membentuk kromosom dan membran inti, sehingga ia tidak mampu membentuk jaringan sederhana sekalipun. Demikian pula, Protista merupakan golongan organisme uniseluler atau koloni atau multiseluler yang eukariotik, tetapi belum mampu membentuk jaringan kompleks, mencakup golongan algae (kecuali alga biru) dan Protozoa. Protista memiliki sifat yang dimiliki tumbuhan maupun hewan, tetapi tubuhnya belum memiliki jaringan kompleks. Ketiga Kingdom tersebut akan dibahas dalam sistem klasifikasi filogeni.

a. Klasifikasi Alami pada Tumbuhan:

- Contoh: Sistem Eichler, A.W. (1839-1887)

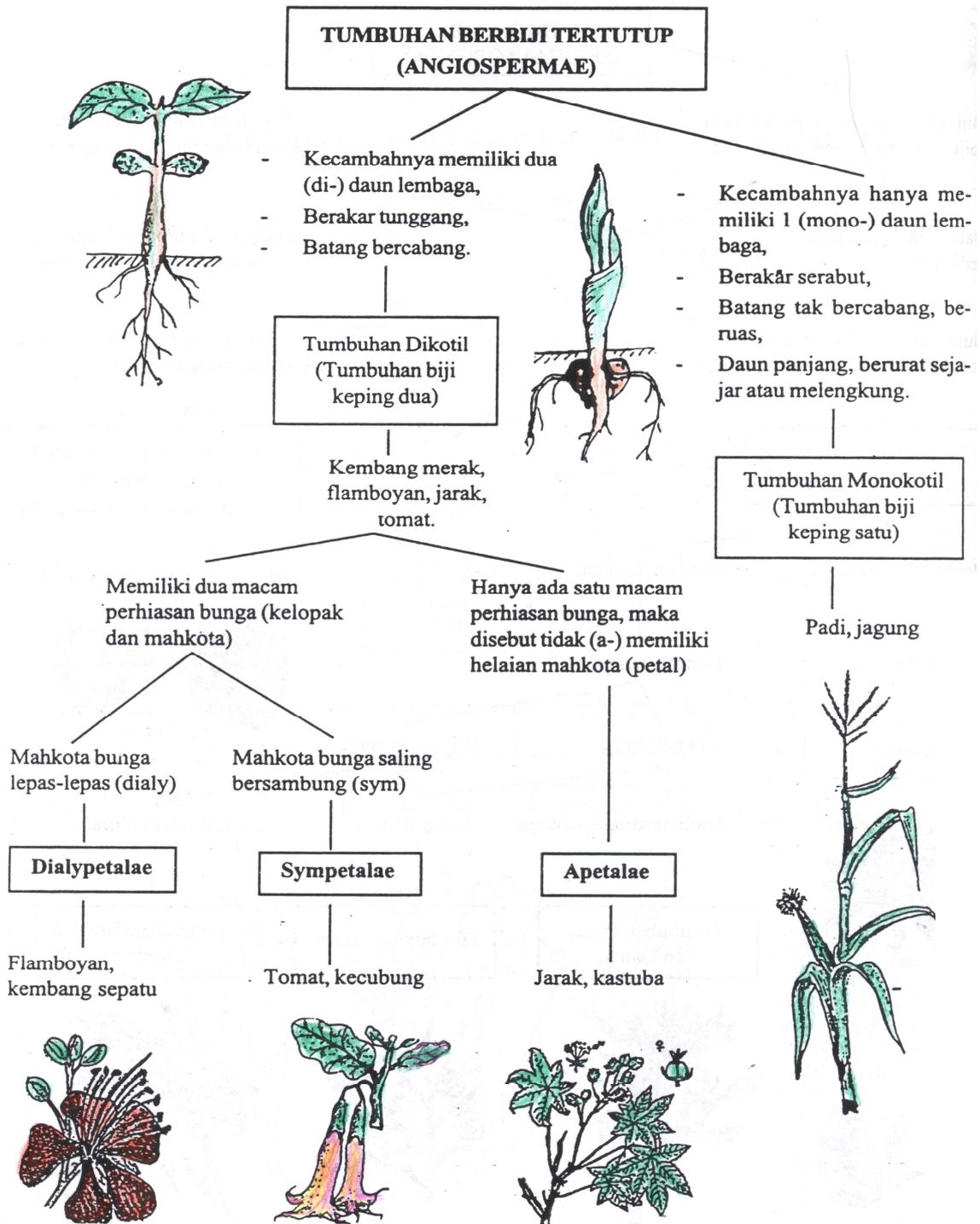
Dalam sistem klasifikasi Eichler, dalam pengelompokan tumbuhan masih ditemukan adanya golongan Cryptogamae dan Phanerogamae, sebagai berikut:



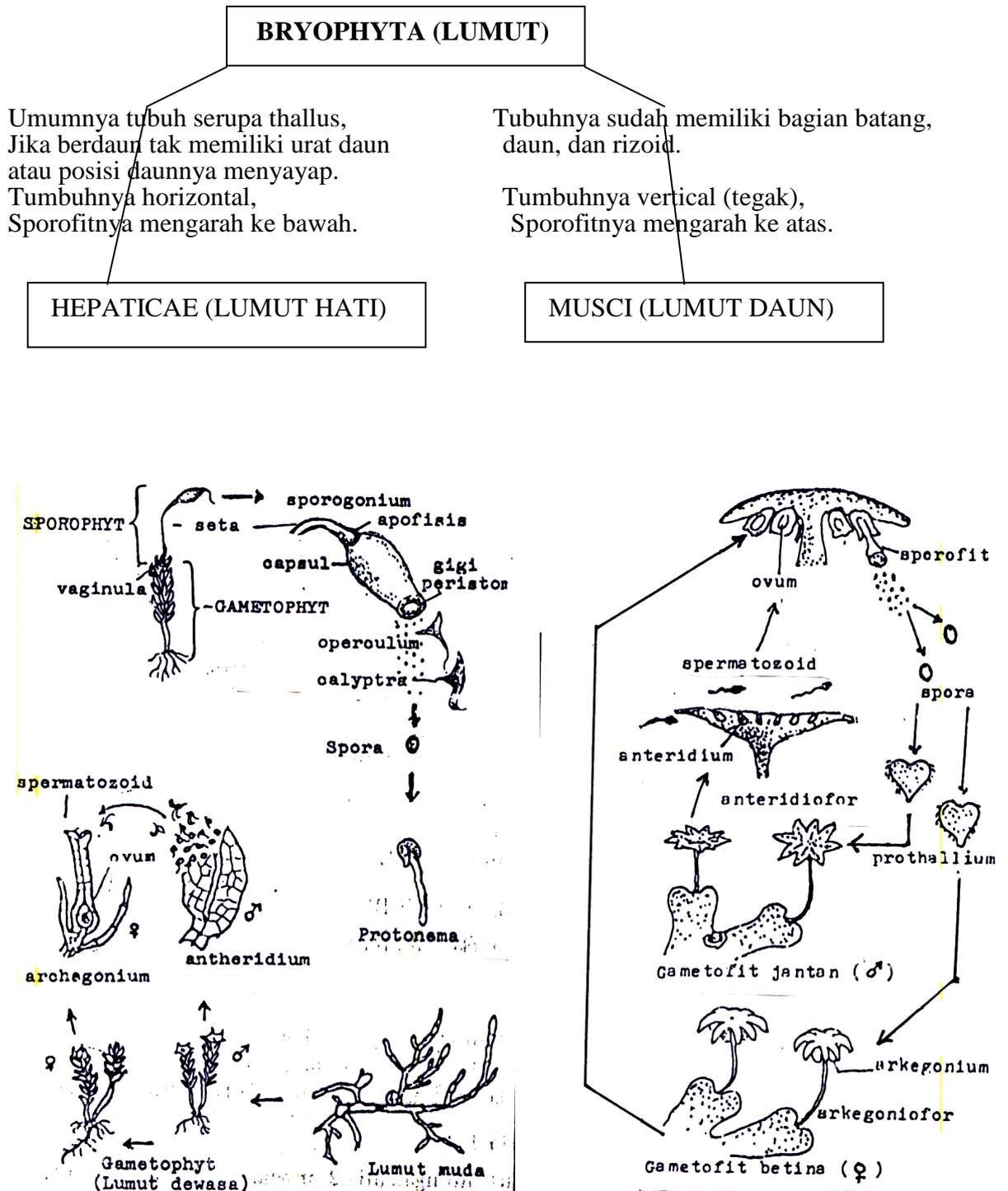
Gambar/BDK : Contoh klasifikasi alami tentang pembagian Dunia Tumbuhan.

(Menurut Eichler AW, 1838-1887)

Golongan Cryptogamae mencakup Thallophyta, Bryophyta, dan Pteridophyta, sedangkan golongan Phanerogamae mencakup Gymnospermae dan Angiospermae. Selanjutnya Angiospermae yang terbagi menjadi kelas Monocotyledonae dan Dicotyledonae yang memiliki tiga anak-kelas Dialypetalae, Sympetalae, dan Apetalae seperti bagan berikut:

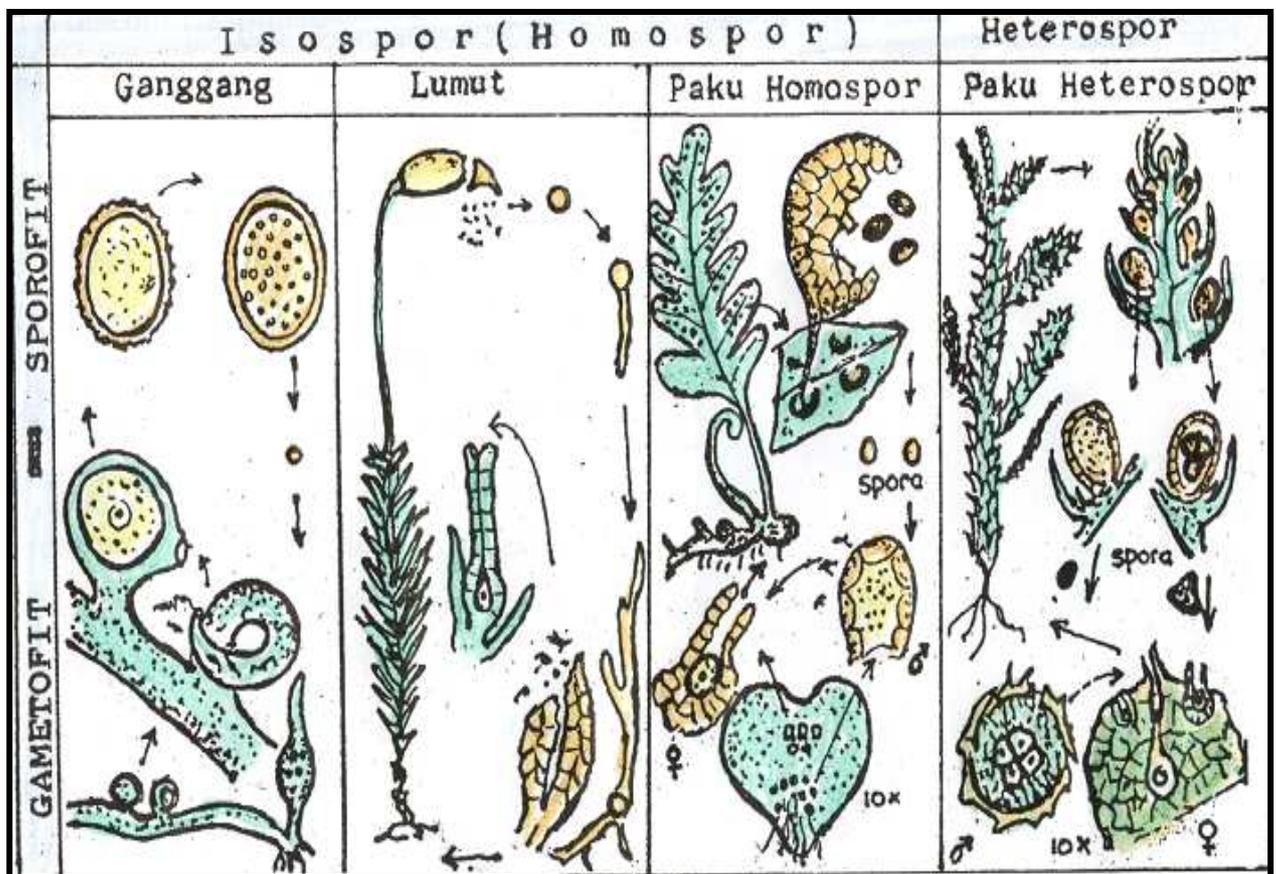


BDK : Anekaragam Angiospermae dengan klasifikasinya.



Gambar : Perbandingan pergiliran keturunan antara Musci dengan Hepaticae.

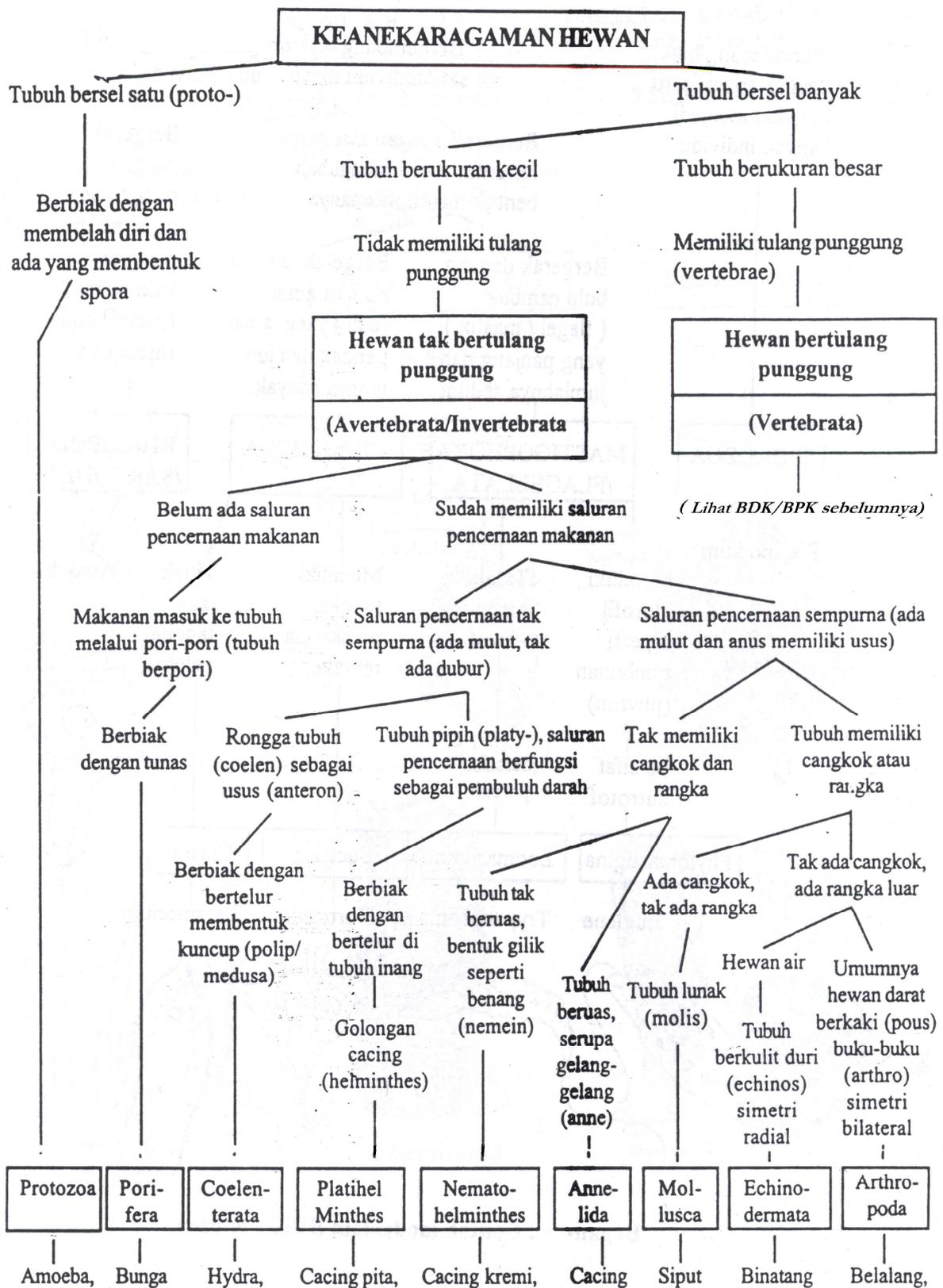
Kelebihan dari sistem klasifikasi Linnaeus adalah adanya tata nama yang teratur. Ia dikenal dengan perintis Binomial Nomenklatur (Latin: *bis*= dua kali, + *nomen*= nama). Nama jenis (spesies) terdiri dari dua kata, yaitu kata pertama sebagai nama marga /genus dan diawali huruf capital, kemudian untuk kata keduanya sebagai penunjuk jenisnya. Kata penunjuk jenis ini biasanya berkaitan dengan karakter atau ciri khas spesies, yang membedakannya dengan spesies lainnya. Kelemahan sistem klasifikasi alami adalah perbedaan morfologis pada organisme belum menjamin berbeda jenisnya, seperti daun ki urat (*Plantago mayor*) adalah berbeda-beda tergantung pada ketinggian tempatnya.



Gambar : Fase pergiliran tumbuhan berkembang dari isospora menuju heterospora.

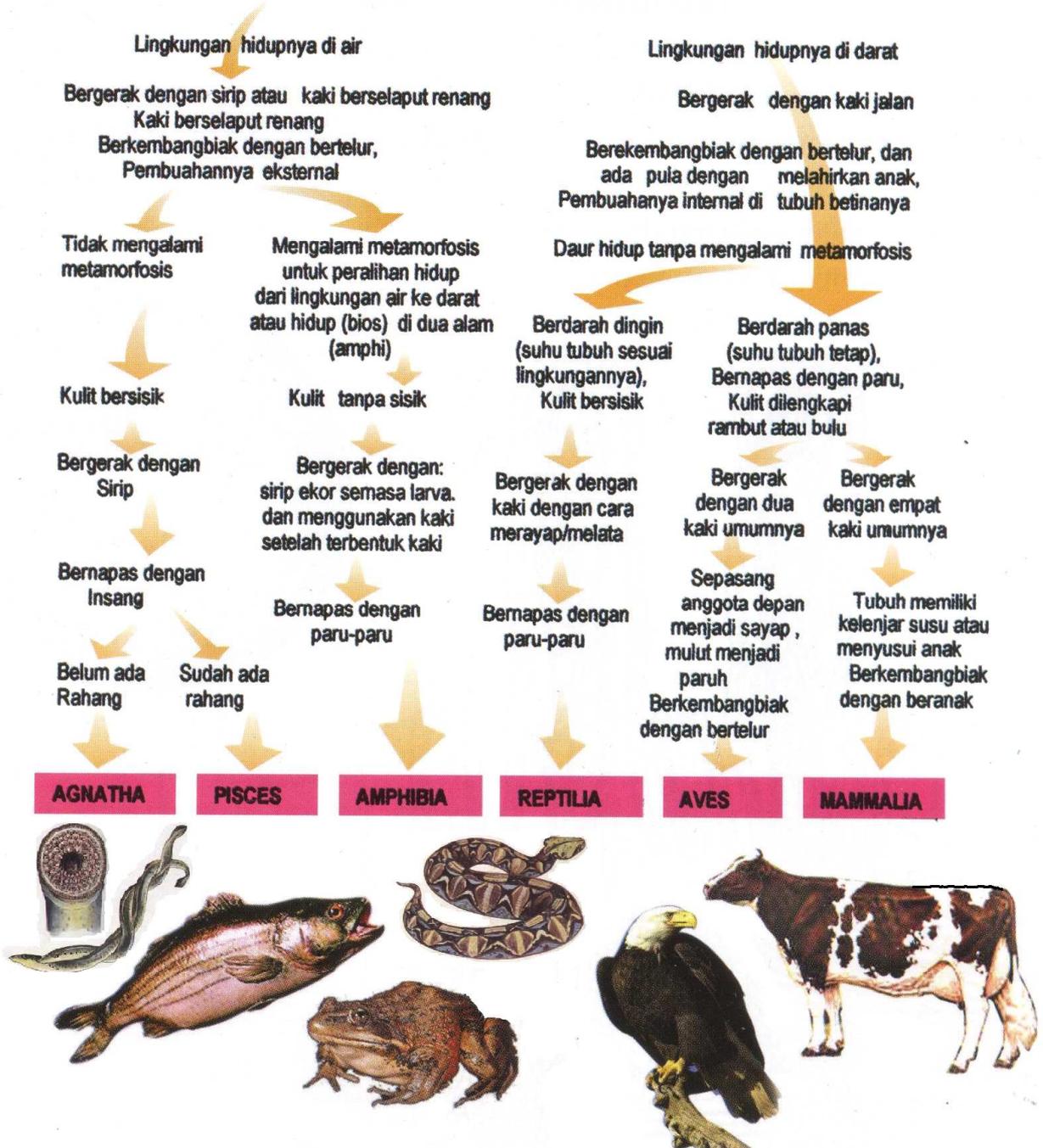
b. Klasifikasi Sistem Alami pada Hewan:

Dunia hewan dibagi dalam 10 filum, dan kemudian terbagi-bagi menjadi kelas-kelas. Coba pelajari bagan BDK di bawah ini.

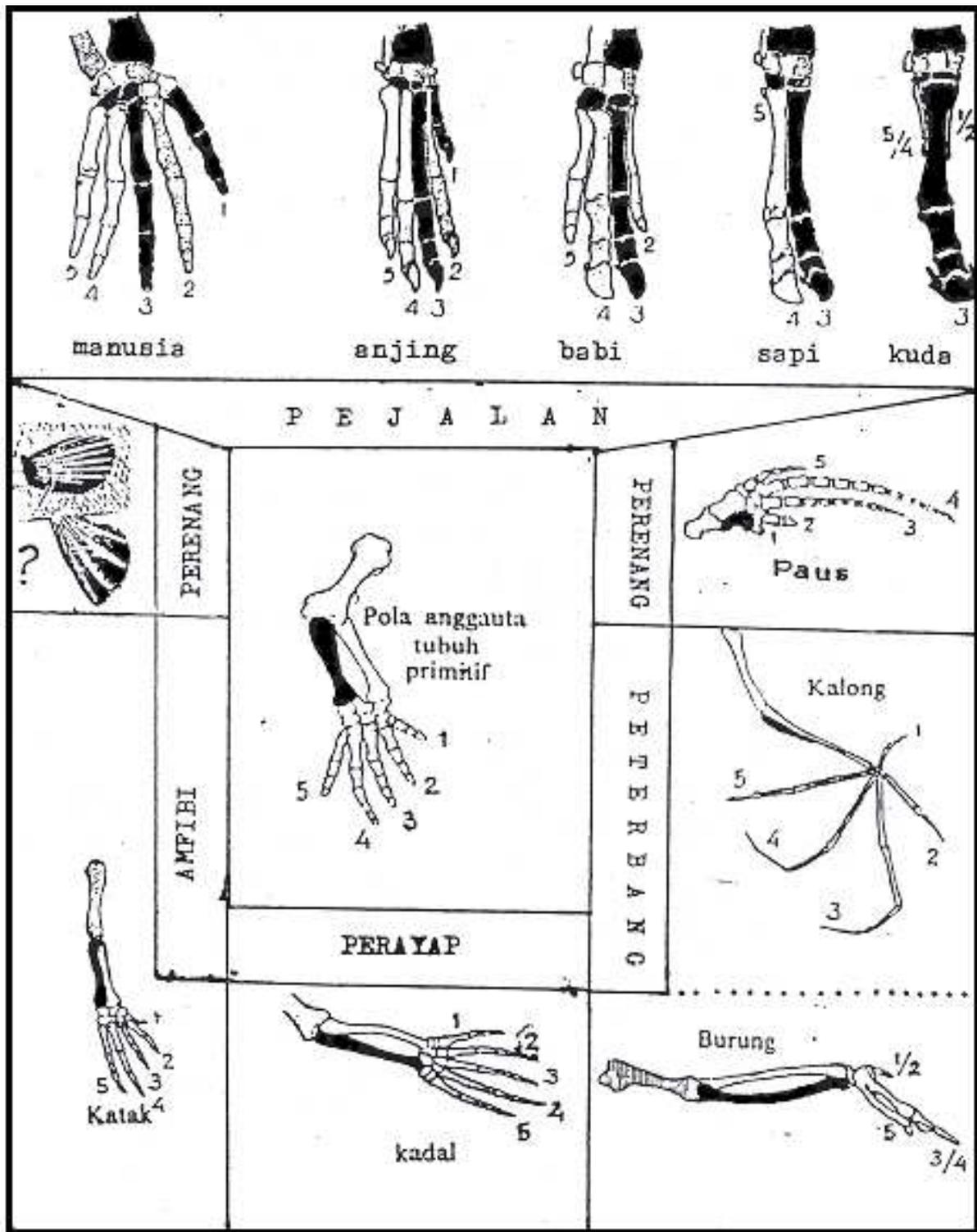


BDK : Pembagian dunia hewan menjadi 10 film.

VERTEBRATA (HEWAN BERTULANG BELAKANG)



Gambar/BDK : Anekaragam anggota Vertebrata dan klasifikasinya



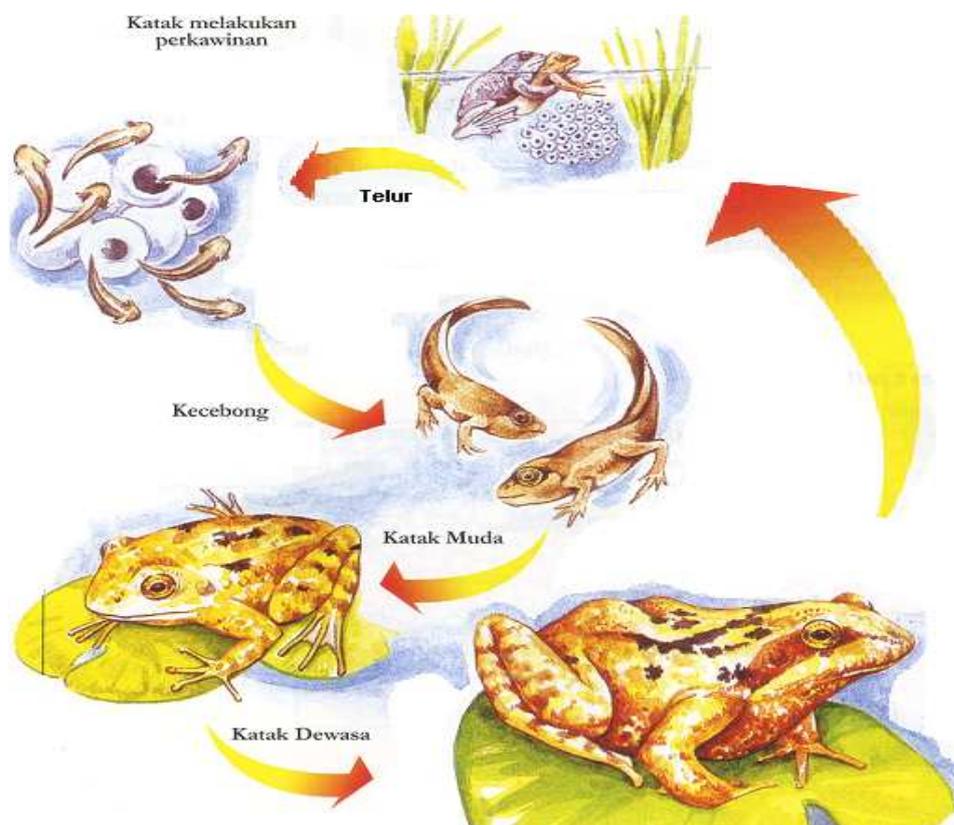
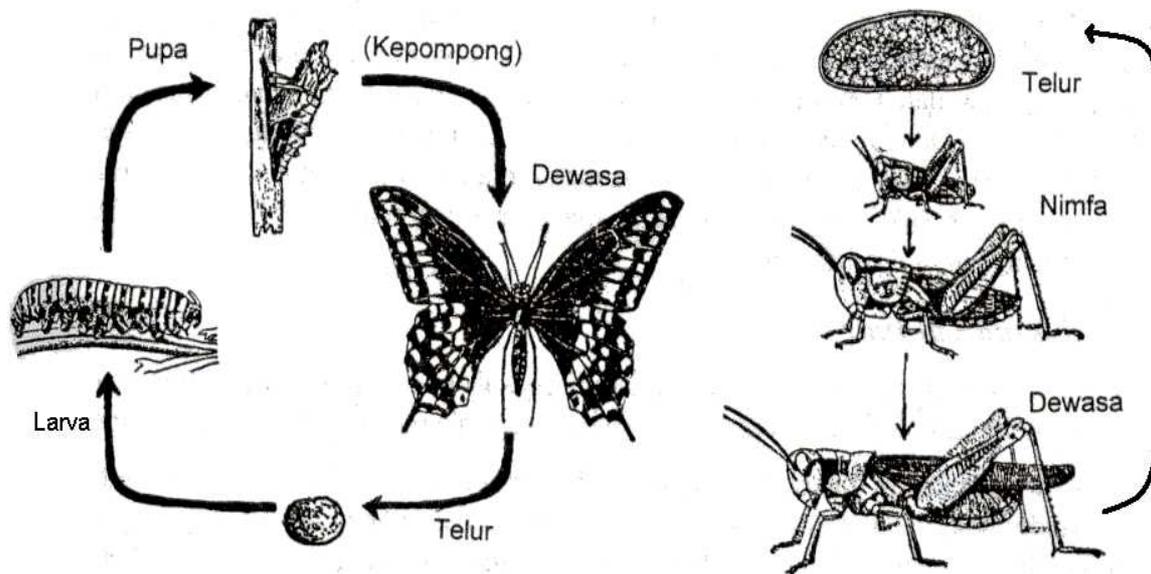
Gambar : Homologi rangka anggota tubuh pada Vertebrata disesuaikan dengan lingkungan hidupnya.

METAMORFOSIS

(Gk. *Meta* = berubah; *Morphe* = bentuk). Suatu proses perubahan bentuk organisme dari bentuk masa kecilnya kepada bentuk dewasanya, karena disesuaikan dengan lingkungan hidupnya. Jenis metamorfosis dapat dibedakan sebagai berikut:

FASE DAUR HIDUP	METAMORFOSIS SEMPURNA	METAMORFOSIS TAK SEMPURNA	
Contoh:	Kupu-kupu	Katak	Belalang
Masa kecil	Ulat memiliki ciri: tipe mulut menggigit, makanannya daun-daunan, tubuh tidak bersayap, jumlah kaki adalah banyak	Kecebong: bergerak dengan ekor, bernapas dengan insang	Anak belalang memiliki ciri: tipe mulut menggigit, makanannya daun-daunan, tubuh tidak bersayap, jumlah kaki ada tiga pasang.
Sebutannya	Larva, karena berbeda sifat dengan dewasanya	Larva, karena berbeda sifat dan bentuk dengan dewasanya	Nimfa, karena memiliki banyak kesamaan sifat dengan dewasanya
			
Masa kepompong	Ada, dialami	Tidak ada	Tidak ada, tidak mengalami
Masa dewasa	Kupu-kupu memiliki ciri tipe mulut mengisap, makanannya sari madu, tubuh menjadi bersayap, jumlah kaki ada tiga	Katak : bergerak dengan kaki dan ekornya menyusut, dan bernapas dengan paru-paru dan kulitnya.	Belalang bersayap sempurna: tipe mulut menggigit juga, makanannya masih daun-daun tubuh menjadi bersayap lengkap. Jumlah kaki ada tiga pasang juga.
			

Gambar : Perbandingan metamorfosis sempurna dan tak sempurna pada hewan.

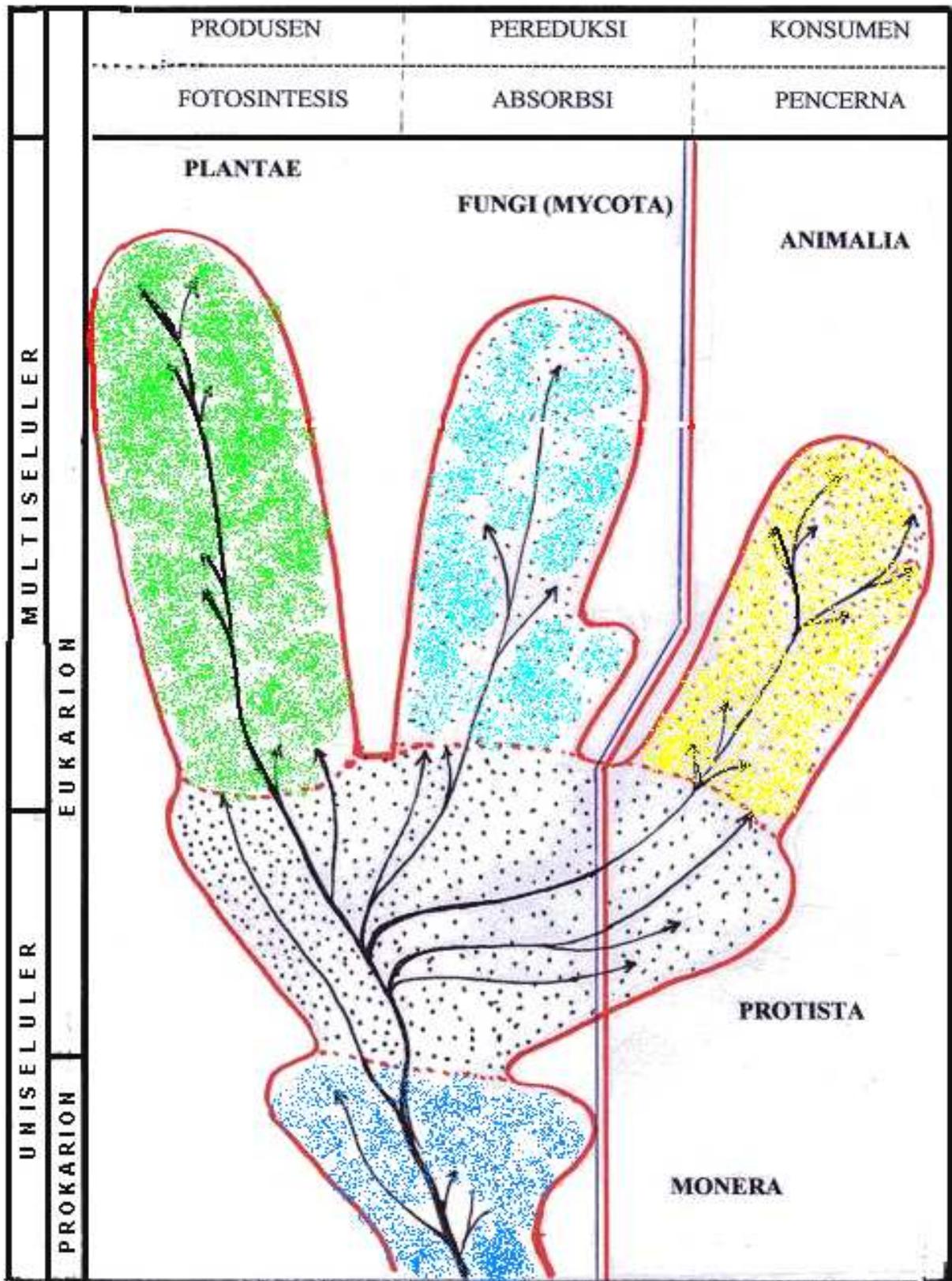


Gambar : Daur hidup yang menunjukkan metamorfosis pada beberapa golongan hewan.

3. Sistem Klasifikasi Filogeni

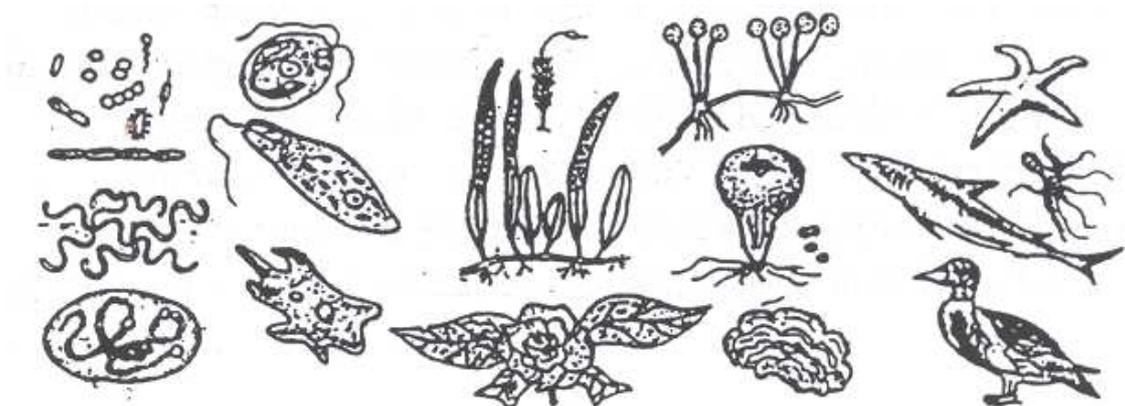
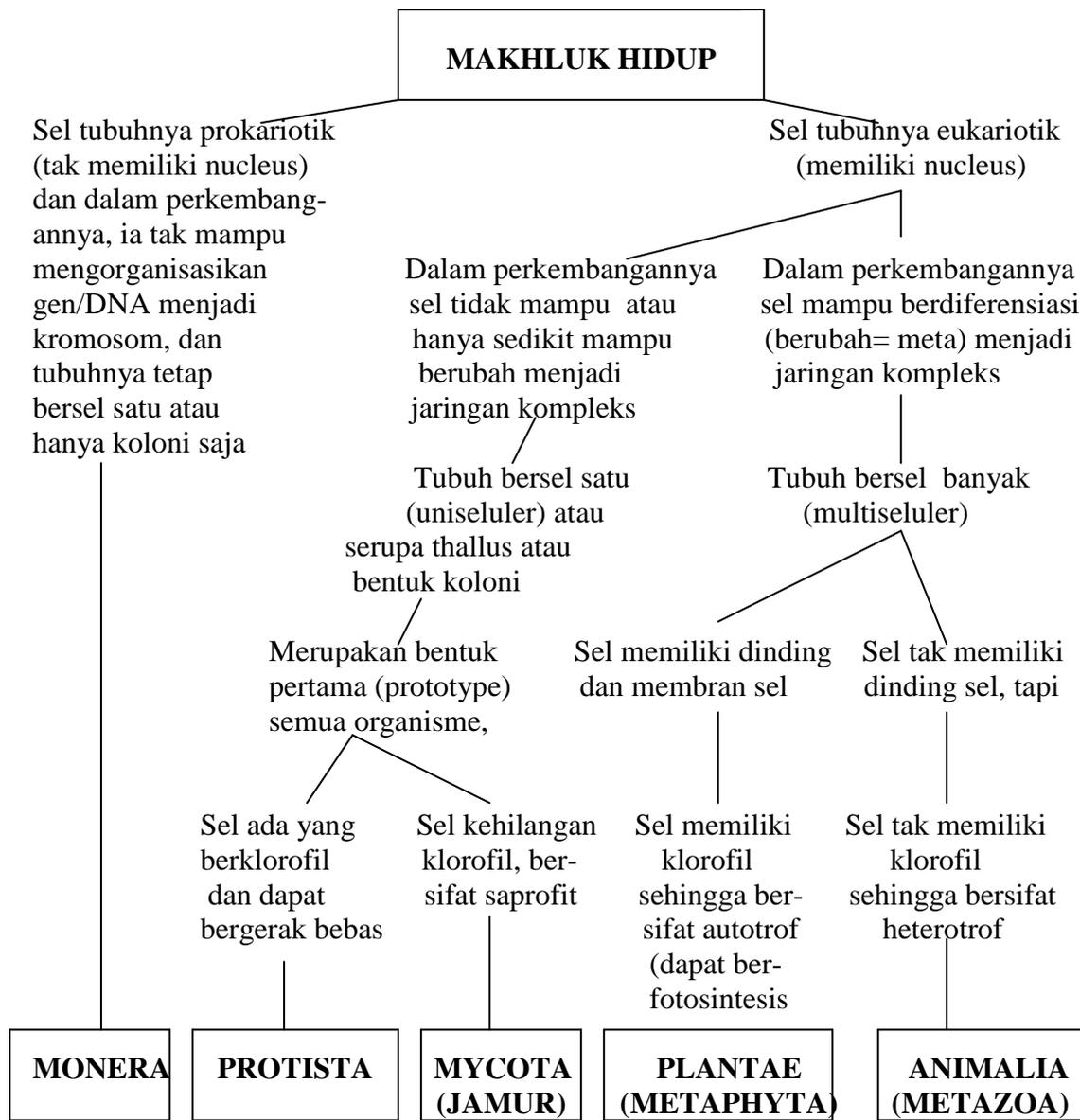
Sistem klasifikasi filogeni adalah mendasarkan penggolongan organisme menurut garis evolusinya atau sifat perkembangan genetik organisme sejak sel pertama hingga menjadi bentuk masa kininya. Sistem klasifikasi ini dipengaruhi oleh perkembangan teori evolusi. Organisme secara morfologisnya berbeda, ternyata tidak mesti memiliki genetik yang berbeda sebagai akibat interaksi gena-gena dengan lingkungannya seperti yang dijelaskan di awal uraian modul ini, yaitu sebagai akibat keanekaragaman tingkat gen pada individu. Kelebihan sistem klasifikasi filogeni adalah mudah melihat tingkat kekerabatan antar individunya. Kelompok individu pada tingkat takson jenis adalah menunjukkan individu ini bisa disilangkan dan menghasilkan keturunan yang fertil. Sebab, individu pada tingkat genus yang sama bisa saja disilangkan, hanya menghasilkan keturunan yang steril seperti persilangan antara singa (*Felis leo*) dengan macan tutul (*Felis tigris*) menghasilkan jenis *Leopons* (berkepala singa, tetapi berbadan harimau) yang mandul, apalagi pada tingkat takson yang lebih tinggi.

Aliran klasifikasi filogeni seperti Whitaker (1969) menilai bahwa pembagian Dunia (Kingdom) Makhluk Hidup menjadi dua golongan adalah tidak tepat, karena ada beberapa golongan makhluk hidup masih dikategorikan kepada keduanya. Misalnya, Euglena, Volvoc, Chlamydomonas, dll. adalah memiliki klorofil dan bergerak bebas dengan flagelnya sehingga merupakan bentuk antara tumbuhan dan hewan, maka ia memasukkannya menjadi Kingdom tersendiri, yaitu **Protista**. Demikian pula, golongan jamur memiliki sifat heterotrof (saprofit), tidak memiliki klorofil, dan kandungan cadangan makanannya adalah glikogen, serta jaringan tubuhnya tidak pernah membentuk jaringan kompleks yang menunjukkan hal yang jauh berbeda sifat dengan tumbuhan, sehingga ia dimasukkan Kingdom sendiri, yaitu **Mycota**. Satu hal lagi adalah golongan bakteri, sekalipun selnya memiliki dinding yang terbuat dari selulosa, tetapi organisme ini tidak mampu membentuk jaringan (hanya mampu membentuk koloni), bahkan tidak mampu mengorganisasikan DNA/ADN menjadi kromosom maupun ketidakmampuannya mengemas materi inti sel menjadi satu organel nucleus, sehingga ia merupakan kelompok organisme prokariotik. Golongan organisme prokariotik ini seumur hidupnya hanya mampu membentuk tubuh satu sel atau koloni saja, sehingga ia menamakannya sebagai Kingdom **Monera**. Oleh karena organisasi kehidupan terkecil baru diakui pada tingkat sel, dan Virus belum termasuk organisasi tingkat sel, maka Whitaker mengusulkan pembagian dunia makhluk hidup menjadi lima Kingdom: **Monera, Protista, Mycota, Plantae (Metaphyta), dan Animalia (Metazoa)**, yaitu sebagai berikut:



BDK : Pembagian Makhluk Hidup menjadi Lima Kingdom (Whitaker,1969)

Untuk memahami pemikiran dan pandangan Whitaker tentang perubahan pembagian dunia makhluk hidup menjadi Lima Kingdom dapat dijelaskan melalui bagan BDK di bawah ini.

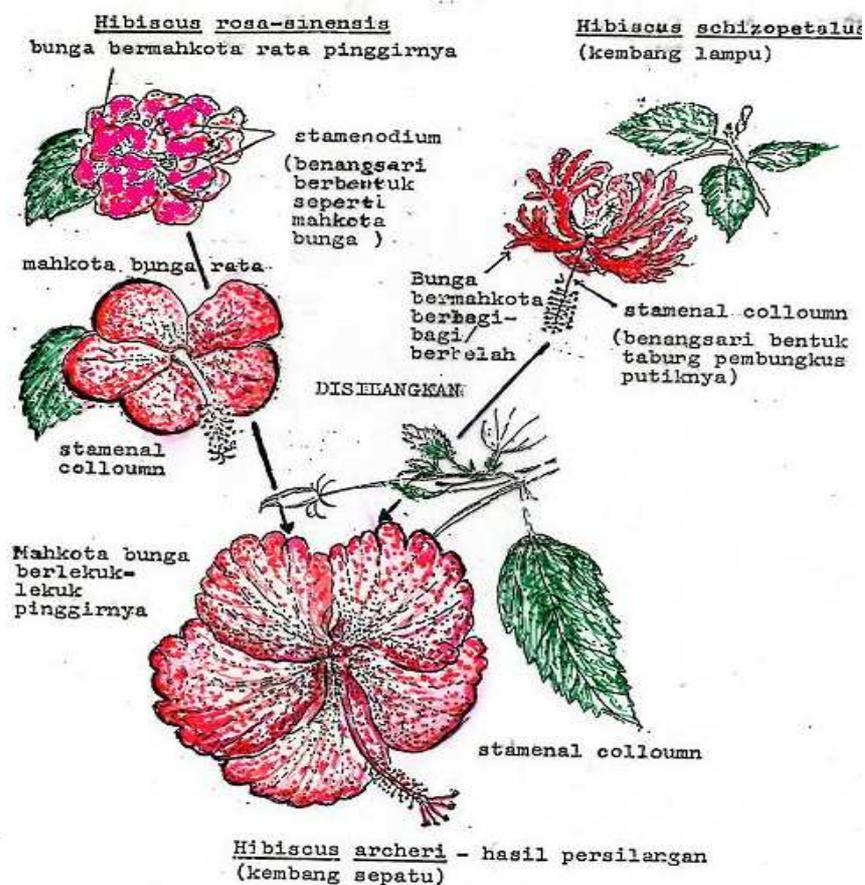


Gambar/BDK : Pembagian Makhluk Hidup menjadi Lima Kingdom.

Dasar-dasar klasifikasi modern adalah menganut sistem klasifikasi filogeni, yang dipelopori oleh Hutchinson, Cronquist, dan lainnya. Untuk menentukan kecenderungan evolusi organisme itu lebih maju atau primitif adalah dengan melihat pelestarian dan penyusutan dari struktur tubuhnya akibat pengaruh seleksi alam. Dalam penggolongan tumbuhan, Hutchinson antara lain mengemukakan bahwa:

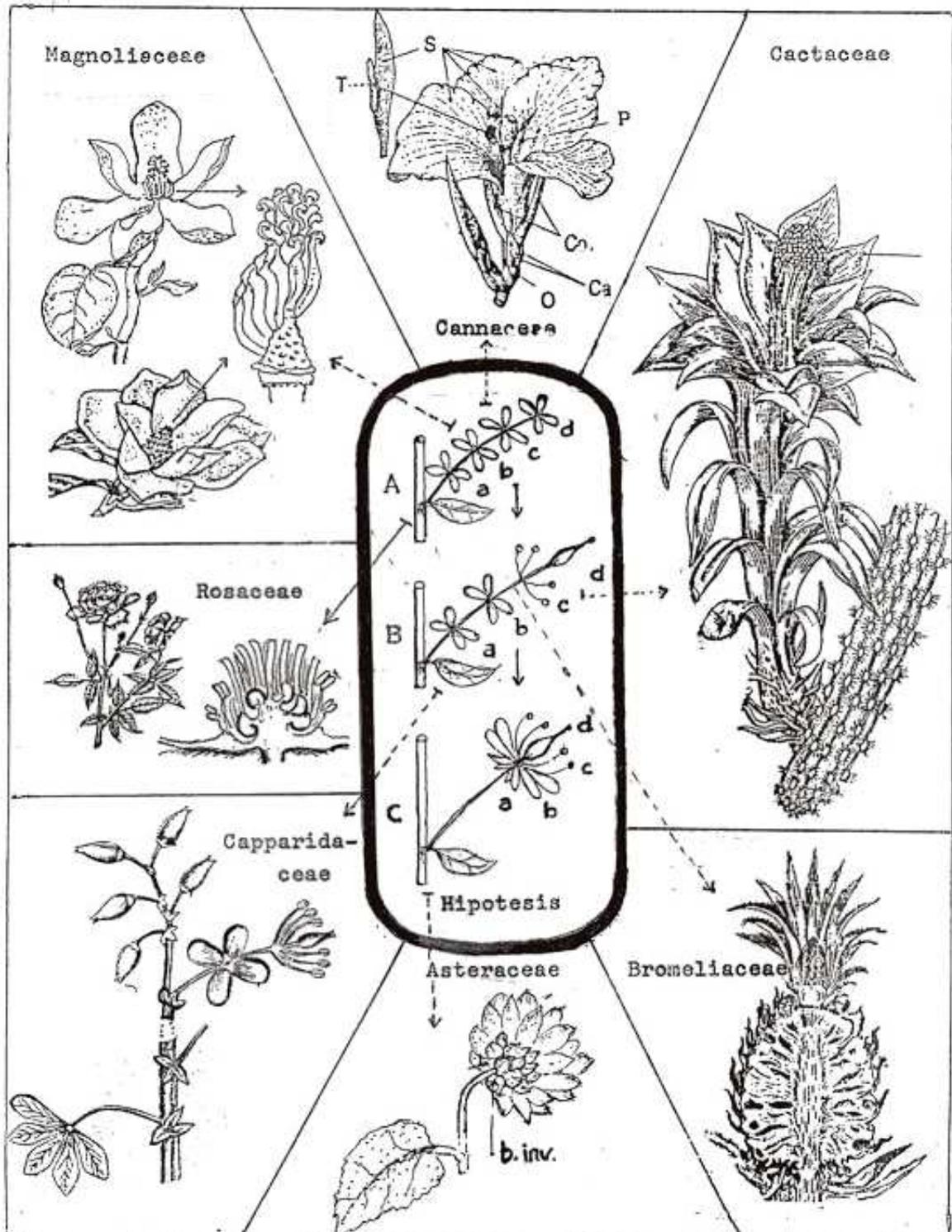
- Tumbuhan berdaun tunggal lebih primitif daripada berdaun majemuk
- Tumbuhan dikotil lebih primitif daripada tumbuhan monokotil
- Tumbuhan berbiji terbuka lebih primitif daripada tumbuhan berbiji tertutup
- Tumbuhan berbunga dengan benang sari dan putik yang banyak lebih primitif dari pada tumbuhan berbunga dengan benang sari dan putik sedikit.
- Tumbuhan berbunga mahkota lepas-lepas lebih primitif daripada tumbuhan berbunga mahkota bersatu, dsll.

Tipe benang sari berbentuk lembaran lebih primitif daripada benang sari berbentuk benang, atau benang sari berjumlah banyak lebih primitif daripada benang sari berjumlah sedikit, karena yang sedikit berasal dari yang banyak sebagai hasil seleksi alam. Perubahan-perubahan bentuk benang sari akibat pengaruh lingkungan dapat diamati pada bunga kembang sepatu seperti di bawah ini.

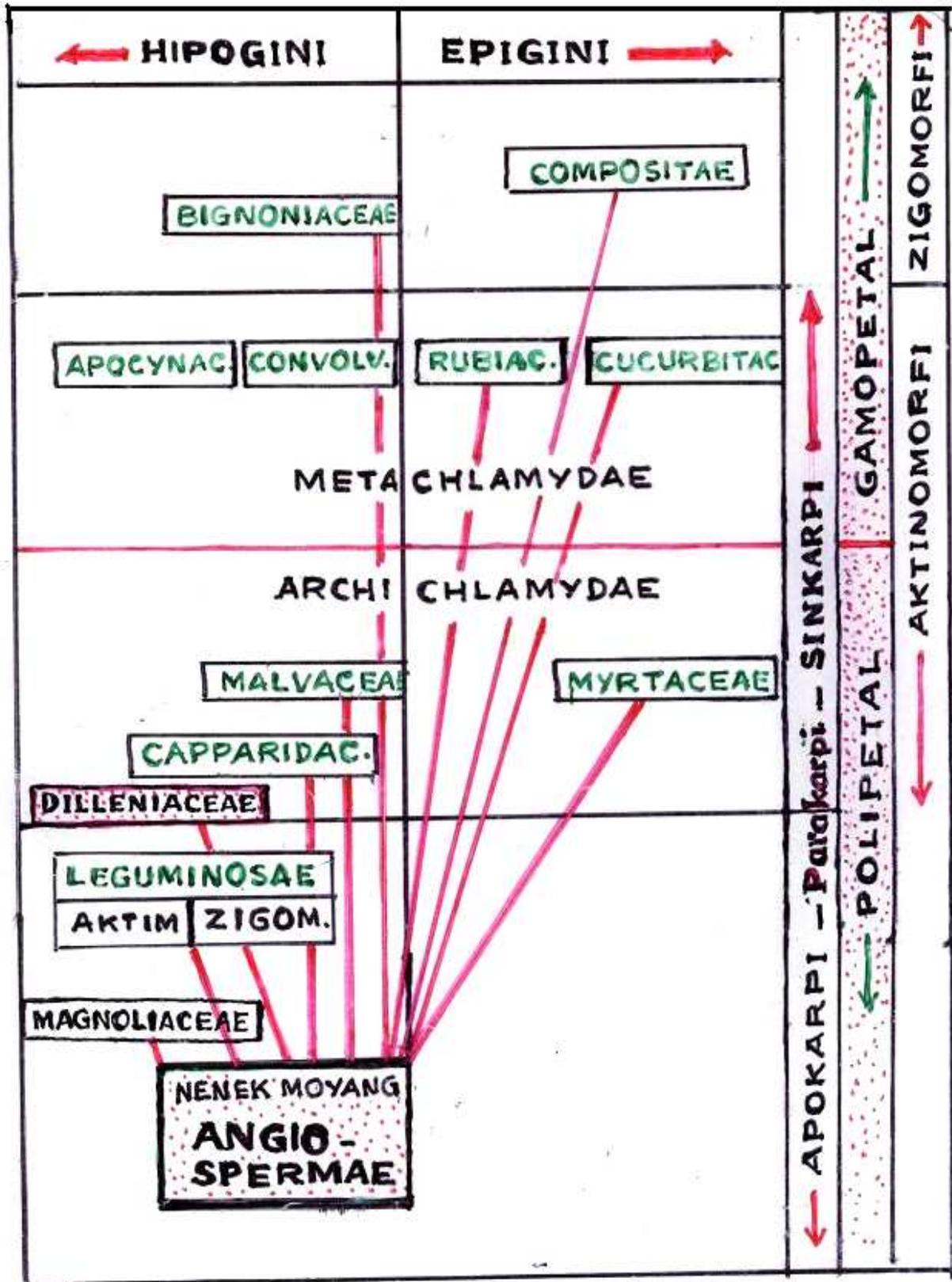


Gambar: Perubahan bentuk benang sari pada kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) sewaktu musim kemarau dan penghujan.

Berdasarkan filogeninya, bunga merupakan evolusi dari perkembangan daun menjadi alat-alat perkawinan untuk menghasilkan alat perkembangbiakan. Untuk jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar : Hipotesis evolusi bunga dari perkembangan daun, dan hubungannya dengan struktur bunga masa kini.



Bagan : Beberapa Suku Dikotil tropic yang penting disusun menurut urutan derajat kemajuan bunga (Sumber: Loveless,1983; Kuswata,1989:198).

Tumbuhan yang tingkatannya lebih tinggi adalah tumbuhan yang lebih mampu beradaptasi dan suksesi di lingkungannya. Untuk bidang penggolongan hewan perlu diperhatikan jumlah sel tubuhnya dan perkembangan sel tubuhnya, serta jaringan embrionalnya. Hewan yang memiliki jaringan embrional triploblastik (ada ektoderm, mesoderm, endoderm) akan memiliki struktur tubuh yang lebih sempurna daripada organisme diploblastik (ektoderm dan endoderm saja, tapi tidak memiliki mesoderm). Secara umum, untuk melihat tingkat-tingkat perkembangan makhluk hidup sebagai dasar klasifikasinya perlu diperhatikan: **struktur selnya** (*prokariotik/eukariotik*), **jumlah sel tubuhnya** (*uniseluler/multiseluler*), **jaringan embrionalnya** (*diploblastik/ triploblastik*), **bentuk tubuh dan organ tubuhnya** (*thallus/kormus*), **pergiliran keturunannya** (*bentuk gametofit/sporofit*) dan **sifat-sifat khas morfologis** lainnya seperti perkembangan bagian-bagian bunganya dibandingkan lainnya.

Perbedaan yang mencolok antara sistem klasifikasi alami dengan sistem klasifikasi filogeni adalah pembagian setelah anak- divisi. Pada klasifikasi tumbuhan biji (Spermatophyta), baik sistem natural maupun filogeni adalah membaginya menjadi dua anak divisi, yaitu: **Gymnospermae (Pinophyta)** dan **Angiospermae (Magnoliophyta)**. Pembagian Angiospermae (Magnoliophyta) menjadi dua kelas yang sama, yaitu: **Dicotyledonae (Magnoliopsida)** dan **Monocotyledonae (Liliopsida)**. Tetapi setelah takson tersebut, mulai ada perbedaan dalam pembagian anak kelasnya, yaitu sbb.:

- Pada sistem klasifikasi natural, Kelas Dicotyledonae terbagi menjadi tiga anak-kelas, yaitu: **Dialypetalae, Sympetalae, dan Apetalae** yang didasarkan kepada keadaan mahkota bunganya.

- Pada sistem klasifikasi filogeni, kelas Magnoliopsida terbagi menjadi enam anak-kelas: **Hammamelidae, Magnolidae, Dilleniidae, Caryophyllidae, Rosidae, dan Asteridae** yang didasarkan kepada perkembangan struktur bunganya dari bagian-bagian bunga yang jumlahnya banyak hingga menjadi sedikit jumlahnya.

- * **Magnolidae** : contohnya, cempaka dan anona

- * **Hamamelidae** : contohnya, cemara laut dan urtica

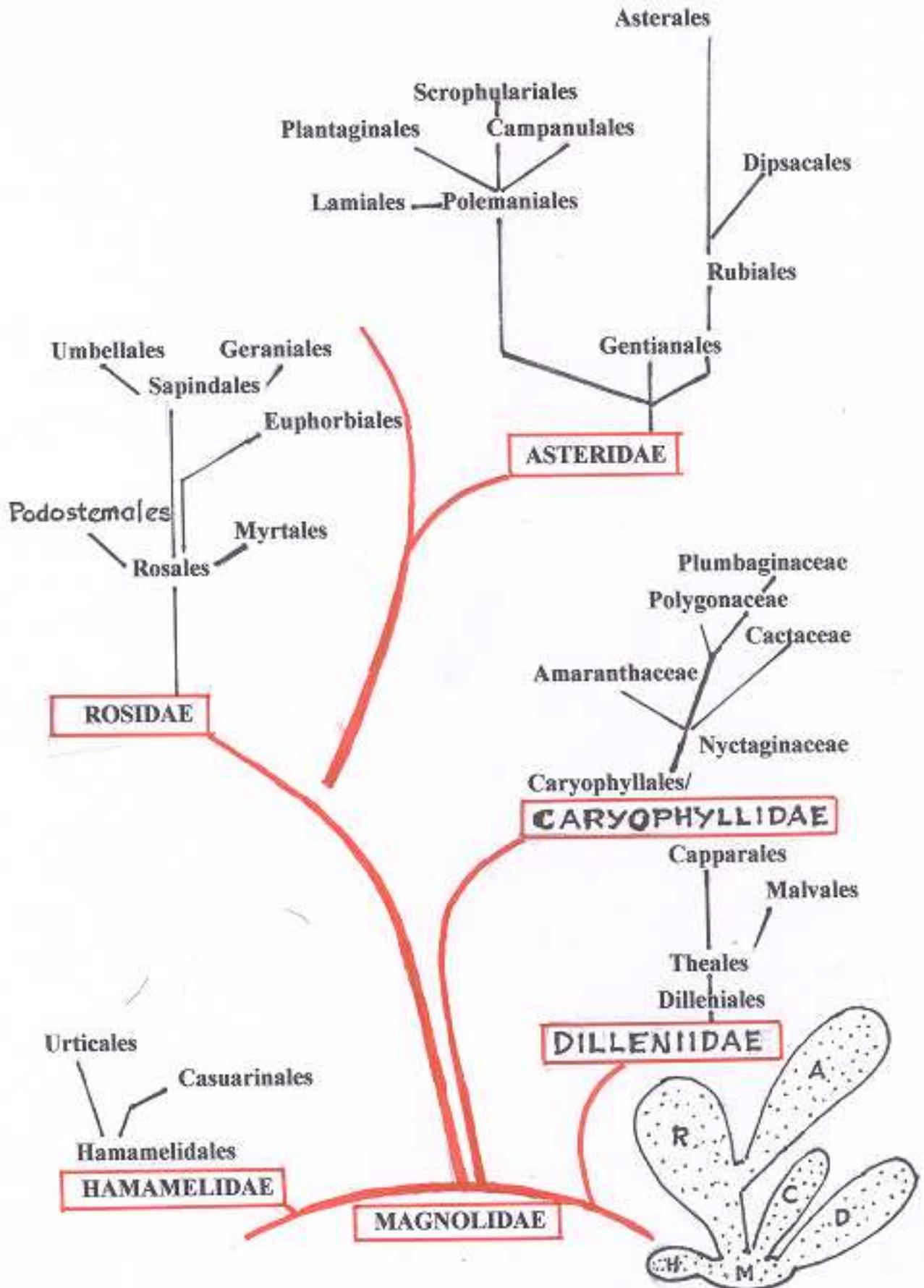
- * **Dilleniidae** : contohnya, sempur dan kembang sepatu

- * **Caryophyllidae**: contohnya, bayam-bayaman dan kaktus

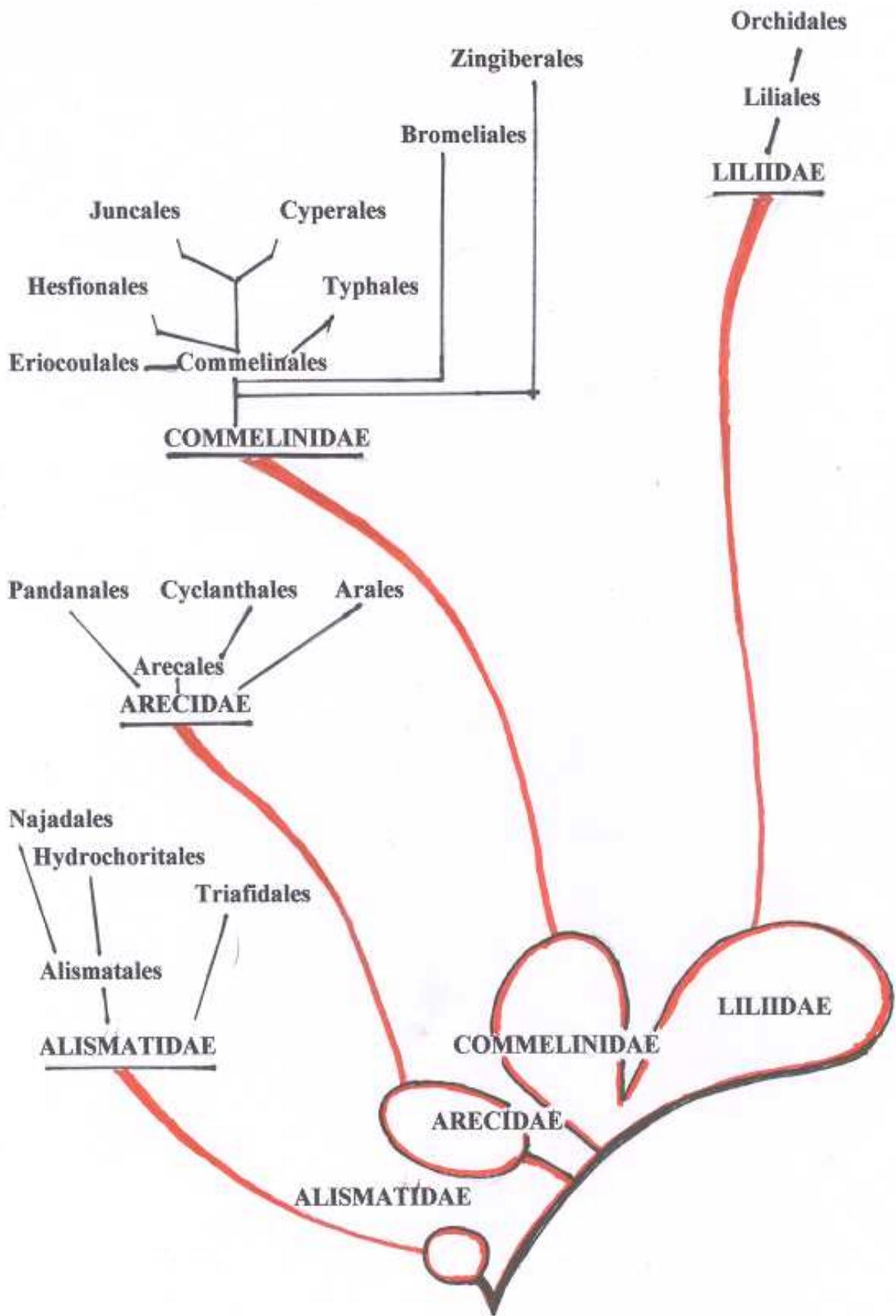
- * **Rosidae** : contohnya, mawar dan jambu

- * **Asteridae** : contohnya, bunga matahari dan kopi.

Di antara ke enam anak kelas tersebut yang paling maju adalah Asteridae, karena kelopak bunganya tereduksi, mahkota bunganya bersatu, benang sarinya sedikit, dan putiknya sinkarp (dinding bakal buah disusun oleh beberapa karpel yang bersatu). Hubungan kelompok-kelompok dalam Dicotyledonae (Magnoliopsida) menurut Cronquist (1968) dapat digambarkan sebagai berikut:

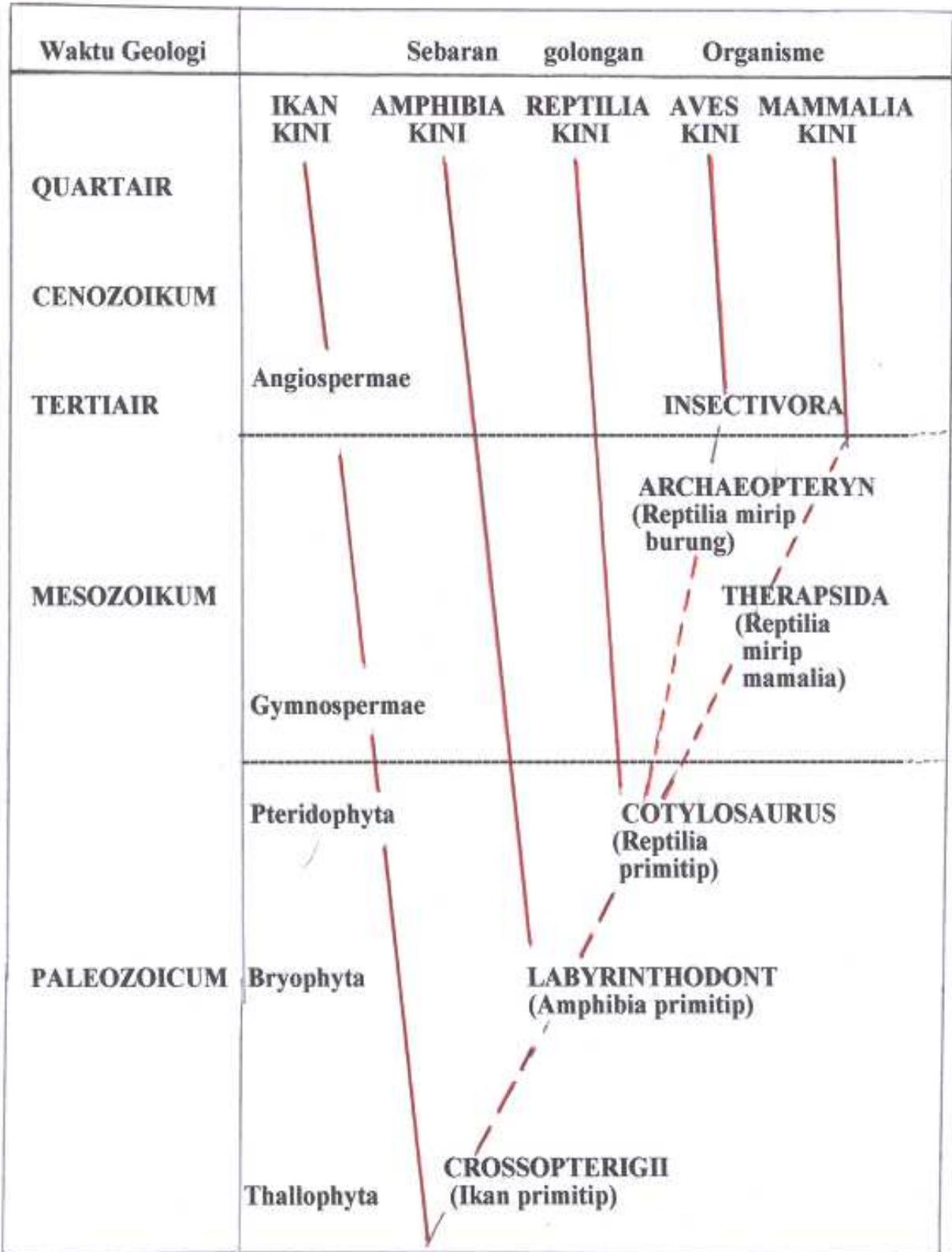


Bagan : Hubungan antar golongan dalam kelas Dicotyledonae (Magnoliopsida) (diadaptasikan, dari Cronquist 1968)



Bagan : Hubungan kelas-kelas dan bangsa dalam Monocotyledonae (Liliopsida) (diadaptasikan dari Cronquist, 1968)

Apabila digabungkan sejarah kehidupan (filogeni) antara golongan hewan dengan tumbuhan yang didasarkan pada skala waktu Geologi adalah sebagai berikut:



Bagan : Hubungan pemunculan golongan organisme menurut skala waktu Geologi.

Ada berbagai cara untuk mempelajari Sistem Klasifikasi Filogeni, antara lain Sistem Cladogram (Grafik/Bagan Percabangan Evolusinya), dan Skala Filogeni.

Menurut teori Evolusi bahwa seleksi alam mampu mempengaruhi perubahan struktur tubuh organisme yang bersifat diturunkan. Dengan berpedoman kepada perkembangan struktur organisme tersebut untuk penentuan kedekatan kekerabatannya dilakukan dengan cara skala pembobotan (misal skala 1- 2 - 3 - 4 - 5). Untuk tipe struktur bagian tubuh yang primitif diberi bobot skala terkecil, sedangkan struktur bagian tubuh yang paling maju diberi bobot skala terbesar. Jika menggunakan skala: 1-2-3-4-5, maka bagian tubuh primitif diberi bobot 1, dan bagian tubuh paling maju diberi bobot 5, dan bagian antaranya diberi bobot 3. Dengan cara sistem pembobotan ini, tingkatan evolusinya bermula dari kelompok yang jumlah bobotnya terkecil menuju jumlah bobot terbesar dari hasil perhitungan terhadap objeknya.

CONTOH SKALA FILOGENI UNTUK GYMNOSPERMAE

KARAKTER	1	2	3	4	5
Habitus	:- Pohon	- Perdu	- Semak	- Liana	- Herba
Batang	:- Berkayu	-	- Ada gabus	- Berongga	- Tak berkayu
Pola percabangan:	- Dikotomi	-	- Monopodial	-	- Simpodial
Daun:- Jenis	:- Tunggal	- Tunggal	- Tunggal	- Tunggal	- Majemuk
		Bercangap	berbagi	dg. Sendi 2	
- Duduk	:- Tersebar	- Berseling	- Berhadapan	- Berkarang	- Roset
- Tulang	:- Tak ada/sisik	- Belum berpola	- Dikotomi terbuka	- Ada, tak sampai ke pinggir	- Ada, sampai pinggir
Daun muda	:-Menggulung mirip paku.	-	-	-	-Tak menggulung
Strobilus ()	:-Terminal/ Ujung ranting	-	-Salah satu terminal/ketiak	-	- Aksilar/ketiak
Makrosporofil :					
- Jumlah	:- Banyak (>10)	-	- Beberapa (5-10 buah)	-	- Sedikit (< 5 buah)
- Letak	:- Spiral	-	-	-	- Berkarang
Mikrosporofil :					
- Jumlah	:- Banyak (>10)	-	- Beberapa (5-10buah)	-	- Sedikit (<5 buah)
- Letak	:- Spiral	-	-	-	- Berkarang
Jumlah Biji/karpel:	-Banyak (> 10 buah)	-	- Beberapa (5-10buah)	-	- Sedikit (<5 buah)
Umur Tumbuhan	:- Tahunan	- Bbrp.tahun	- 2 tahun	- 1 tahun	- < 1 tahun
Status Tumbuhan:	-Berumah satu	-	-	-	-Berumah dua

Untuk penentuan skala filogeni pada tumbuhan Angiospermae adalah banyak memperhatikan keadaan bunganya, karena bagian ini banyak mengalami perubahan/reduksi di antara berbagai kelompoknya sebagai akibat pengaruh seleksi alam. Selain karakter-karakter tersebut di atas, untuk menentukan skala filogeninya dapat dibuat dan ditambahkan hal-hal berikut:

Contoh: SKALA FILOGENI UNTUK BAGIAN BUNGA ANGIOSPERMAE

BAGIAN BUNGA:	1	2	3	4	5
Perbungaan	: - Tunggal	-	-	-	- Majemuk
Kelamin bunga	: - Kelamin 2 (putik dan benangsari)	-	-	-	- Kelamin satu (unisexual)
Kelopak bunga	: - Lepas-lepas 2 lingkaran	- Lepas-lepas 1 lingkaran	- Bersatu sebagian	-	- Bersatu semua
Mahkota bunga	: - Lepas-lepas	- Bersatu se- bagian kecil	- Bersatu se- bagian besar	- Bersatu semua	- Perigonium
Benangsari	: - Banyak (>10buah)	- 10 buah	- Cukup banyak (4-8 buah)	-	- Sedikit (< 4 buah)
Putik /ovarium	: - 1 karpel/ruang (apokarp)	- >1 karpel, 1 ruang marginal	- >1 karpel, 1 ruang parietal	->1 karpel, > 1 ruang (aksilaris)	-> 1 karpel, 1 ruang sentralis

Untuk memahami skala filogeni adalah dengan memahami bahwa evolusi suatu bagian tubuh organisme mencakup dua hal, yaitu teori perkembangan dan teori penyusutan. Akibat seleksi alam, bagian-bagian tubuh organisme yang berfungsi akan berkembang terus, tetapi bila tidak berfungsi akan mengalami penyusutan dalam rangka efisiensi dan efektivitas menjalani kehidupannya agar dapat hidup lestari. Contoh: kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) memiliki tipe benang sari berbentuk lembaran mirip mahkota bunga di musim penghujan untuk menjaga keseimbangan kadar air tubuhnya, tetapi di musim kemarau benang sarinya muncul seperti benangsari biasa agar ia dapat mengurangi penguapan air yang berlebihan. Demikian pula, sesuatu yang lepas-lepas lebih primitif dibandingkan sesuatu yang bersatu, karena persatuan merupakan bentuk pengorganisasian yang menunjukkan sifat lebih maju, seperti: kromosom adalah bentuk pengorganisasian dari persatuan DNA, dan terbentuknya organisasi masyarakat merupakan persatuan dari individu-individu yang memiliki kepentingan sama maupun terbentuknya suatu kerajaan/negara adalah persatuan dari daerah-daerah kekuasaan masyarakat yang memiliki kepentingan bersama. Selain itu, pelajaran yang dapat diambil hikmahnya dari adaptasi kembang sepatu tersebut, manusia harus mampu mengatur kebutuhan hidupnya sesuai dengan penghasilannya agar tidak terjadi “besar pasak daripada tiang” yang hanya akan berakibat pada kesusahan hidup diri sendiri.

Kladogram adalah suatu bentuk grafik atau gambar yang menunjukkan hubungan kekerabatan di antara organisme/kelompoknya, yang menjelaskan banyak/sedikitnya kesamaan dan perbedaan ciri daripadanya. Kesamaan ciri ditunjukkan dalam persatuan garis, dan perbedaan ciri ditunjukkan dalam pemisahan garis dalam grafik tersebut. Tingkat kesamaan/perbedaan ciri diwujudkan dalam prosentase (%).

Salah satu teknik pembuatan kladogram adalah mengidentifikasi, menganalisis dan membandingkan karakter ciri yang terdapat di antara kelompok-kelompok organisme itu, kemudian mentabulasi setiap karakter yang ditemukan dengan memberi tanda positif (+) dan memberi tanda negatif (-) jika karakter yang ditelitinya tidak ditemukan padanya. Jumlah tanda (+) yang ditemukan pada kelompok-kelompok yang dibandingkan merupakan banyak kesamaannya, dan dibuat dalam prosentase kesamaan dengan cara membagi jumlah tanda (+) yang terdapat padanya dibagi dengan jumlah karakter ciri yang ditemukan di antara kelompok-kelompok yang dibandingkan. Untuk melukiskan kladogramnya dimulai dengan membuat grafik hubungan dua kelompok yang memiliki prosentase kesamaan terkecil, kemudian disusul hubungan kelompok lainnya dengan kelompok yang sudah dilukiskan sebagai percabangannya, dan seterusnya hingga semua kelompok dilukiskan dalam kladogram tersebut. Bagan-bagan BDK di atas, jika dibalikkan bentuknya, maka jadilah model kladogram yang dimaksud, hanya diperhitungkan derajat kesamaan/perbedaan antar kelompoknya dengan besaran prosentase (%). Hal ini, karena bagan kladogram adalah model percabangan pohon, sedangkan bagan BDK adalah model percabangan akar.

E. Pengembangan Nilai tentang Keanekaragaman Hayati

1. Nilai Praktis tentang Keanekaragaman Makhluk Hidup

Untuk memahami keanekaragaman alam hayati ini, coba Anda baca/pikirkan kembali bagan-bagan BDK di atas, kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut:

- a. Sebutkan persamaan dan perbedaan ciri-ciri antara takson yang satu dengan takson lainnya, dan kaitkan dengan arti terminologinya sehingga dapat mengungkap mengapa golongan organisme itu dinamakan demikian, kemudian kaitkan dengan ayat-ayat Al-Quran berikut:

“Dan Allah selalu menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian dari hewan itu ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian ada yang berjalan dengan ke dua kakinya, sedang sebagian (yang lain) berjalan dengan empat kaki, Allah menciptakan apa yang Dia kehendakinya. Sesungguhnya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”(QS. An-Nur: 45).

- b. Berdasarkan Kunci Dikotomi dan BDK-BDK tersebut, coba amati makhluk hidup yang ada di sekitar dan tentukan termasuk kelompok organisme yang mana?
- c. Diskusikan manfaat dari setiap contoh-contoh hewan yang mewakili golongan taksonnya

Misalnya:

- Protozoa : *Plasmodium* adalah penyebab penyakit malaria.
- Porifera : *Heliclona* berguna untuk bahan penggosok alat-alat
- Coelenterata : Ubur-ubur untuk bahan pembuatan plastik
- Platyhelminthes : *Taenia* sebagai penyakit cacing pita pada hewan
- Nematelminthes: Cacing filaria sebagai penyebab penyakit kaki-gajah (Elephantiasis) dan penyakit lainnya.
- Annelida : *Pheretima* menyuburkan tanah pertanian dan bahan kosmetik.
- Mollusca : *Loligo* (cumi-cumi) sebagai sumber protein untuk bahan makanan.
- Echinodermata : *Crinoidea*(akar bahar) untuk bahan gelang bakar.
- Arthropoda : Udang sebagai bahan komoditi ekspor makanan.
Wereng sebagai hama tanaman pertanian
Nyamuk dan lalat sebagai vektor penyakit tertentu,
Labah-labah tanah, kalajengking,lebah menghasilkan racun bisa
Lebah menghasilkan “royal jelly/madu” untuk obat, dll.
- Vertebrata : Sapi sebagai penghasil daging dan susu
Unggas sebagai penghasil daging dan telur
Penyu sebagai penghasil telur untuk obat
Katak sebagai penghasil daging.
Ikan mas sebagai sumber protein untuk makanan, dll.

Adapun manfaat dari berbagai jenis tumbuhan yang mewakili contoh takson-takson di atas adalah sebagai berikut:

- Ganggang : *Euchema* sebagai bahan makanan dan obat
Sargassum sebagai bahan obat anti-bakteri
Chlorella sebagai bahan obat kesehatan tubuh
Diatoma sebagai bahan pasta gigi, dinamit, pelapis logam, pestisida.
Spirulina sebagai bahan obat sumber mineral, dll..
- Jamur : *Rhizopus* sebagai mikroba pembuatan tempe
Penicillium sebagai bahan obat jenis antibiotik
Volvariella sebagai sumber protein untuk makanan,dll.
- Hepaticae : *Marchantia* sebagai vegetasi penutup tanah
- Musci : *Sphagnum* sebagai bahan pengisi jok untuk kursi.

- Equisetinae : *Equisetum debile* sebagai bahan obat antidiuretik
- Filicinae : *Adiantum* (suplir) sebagai tanaman hias rumah.
- Lycopodineae: *Lycopodium cernuum* sebagai tanaman hias.
- Gymnospermae: *Gnetum gnemon* sebagai bahan kripik melinjo.
Cycas rumphii untuk tanaman hias di taman.
Cupressus untuk tanaman hias di taman.
Pinus sebagai bahan pembuat kertas dan kain.
Gynkgo biloba sebagai bahan obat perangsang otak, dll.
- Angiospermae:
 - Monokotil : Padi, gandum dan jagung sebagai sumber makanan pokok
Jahe-jahean sebagai bahan obat/jamu
Anggrek sebagai tanaman hias dan bahan parfum.
Kelapa dan sawit sebagai sumber minyak goreng, dll.
 - Dikotil : Mangga, apel, dan jeruk sebagai sumber vitamin.
Kemiri, kedelai sebagai penghasil minyak goreng,
Tomat, terung-terungan, cabe, dan wortel sebagai bahan sayuran,
Kayu jati, angsana, dan sengon adalah sumber bahan bangunan, dll.

d.. Coba perhatikan BDK tentang pembagian makhluk hidup menjadi lima Kingdom, kemudian jawablah pertanyaan dan isilah tabel di bawah ini.
Coba sebutkan ciri-ciri utama setiap Kingdom di bawah ini.

Jenis/Golongan	Ciri-ciri utama tubuhnya		
	Inti sel	Jaringan tubuh	Klorofil
Monera			
Protista			
Mycota			
Plantae			
Animalia			

e. Suatu definisi istilah dapat disusun berdasarkan ciri-ciri utamanya yang dikemas menjadi suatu kalimat pernyataan yang singkat, padat, dan logis. Dengan bantuan BDK-BDK di atas, cobalah Anda buat definisi setiap golongan organisme tersebut dengan cara menyusun kata-kata penghubung yang terdapat dalam satu garis pada bagan/BDK itu.

Contoh: **Monera** adalah nama Kingdom untuk golongan makhluk hidup yang sel tubuhnya hanya satu sel yang bersifat prokariotik atau bentuk koloni.

2. Pengembangan Nilai Intelektual (Kecerdasan)

Nilai-intelektual yang dapat dikembangkan dari konsep Keanekaragaman MakhluK Hidup di atas, yaitu:

- a. Mengapa golongan jamur dipisahkan dari Kingdom Plantae?
- b. Mengapa Kingdom untuk golongan alga biru dipisahkan dari Kingdom golongan alga lainnya, dan Protozoa tidak tergolong Animalia ?
- c. Mengapa golongan Virus tidak digolongkan ke dalam Monera?
- d. Apakah bedanya koloni dengan tubuh multiseluler ?

3. Pengembangan Nilai Religi

Nilai religi yang dapat dikembangkan dari belajar konsep Keanekaragaman MakhluK Hidup di atas, antara lain:

- a. Dengan mengetahui berbagai manfaat/ kegunaan tumbuhan dan hewan untuk kecukupan hidup manusia sebagaimana telah disinggung dalam uraian nilai praktis di atas, maka sudah semestinya manusia bersyukur kepada Tuhan YME yang telah menyediakan atau menciptakan organisme-organisme tersebut.
- b. Dengan membandingkan berbagai struktur tubuh hewan yang ada di dunia dengan struktur tubuh manusia, kita dapat berkesimpulan bahwa manusia diciptakan dalam bentuk yang paling sempurna sebagai bentuk kasih sayang Tuhan kepada manusia. Nikmat Tuhan manakah yang kamu dustakan?

4. Pengembangan Nilai Sosial-Politik.

Nilai sosio-politik dapat dikembangkan melalui belajar konsep Keanekaragaman antara lain:

- a. Dengan memperhatikan struktur luar tumbuhan yang satu dengan lainnya, kita dapat menarik kesimpulan berbagai pola pertumbuhan batang, daun, bunga, dan buahnya bilamana antar bagian-bagiannya tersebut diumpamakan sebagai manusia, maka dapat dikemukakan berbagai tipe manusia, seperti:
 - * Tipe kepemimpinan yang demokratis dilambangkan seperti pohon yang rindang, kuat dengan menghasilkan buah yang lebat. Di sini dominansi pucuk memberikan kesempatan kepada tunas-tunas aksilar untuk menggantikan kepemimpinannya pada masa tertentu, dan selanjutnya dominansi tunas aksilar pada suatu saat lagi digantikan oleh pemunculan bunga yang akan menghasilkan buah. Di dalam buah dihasilkan biji yang akan menghasilkan generasi baru menjadi indicator dan pemikat bagi siapa saja yang melihat dan menilainya tentang mutu buah tumbuhan tersebut. Pohon yang rimbun dengan buah yang lebat merupakan tipe pemimpin yang dapat mengayomi seluruh

rakyat., tegar dalam bekerja, dan negarawan yang teguh pendirian dalam menjalankan konstitusional. Menurut Al-Quran pemimpin yang menjadi dambaan rakyat adalah:

”Pemimpin yang sangat merasakan betul getar duka anak bangsa, merindukan keimanan dan keselamatan rakyat, serta sangat mengasihani orang-orang yang beriman”. (QS. 9:128).

Al-Quran telah memberikan petunjuk yang jelas dan tegas, ketika Tholut yang bukan dari kabilah Yahudi dan bukan hartawan telah diangkat menjadi Raja Bani Israel. Allah menegaskan *bahwa Tholut telah diberi kelebihan fisik yang perkasa dan wawasan ilmu yang luas* (QS. 2:247).

- * Tipe kepemimpinan yang otoriter disimbolkan dengan pohon yang ramping, karena dominansi pucuk selalu tidak mau dikalahkan oleh pertumbuhan tunas-tunas aksilarnya.

b. Dengan memperhatikan berbagai pola perilaku hewan/binatang, kita dapat menarik berbagai pelajaran tentang status sosial suatu dalam suatu masyarakat binatang, seperti:

- * Komunitas semut, lebah, rayap adalah binatang yang status sosialnya tinggi, karena ada pembagian kerja sesuai dengan karakteristik atau kemampuannya; ada sebagai ratu, prajurit, pekerja, dan ada ratunya.

5. Pengembangan Nilai Pendidikan

Nilai pendidikan dapat dikembangkan melalui belajar konsep Keanekaragaman Makhluk Hidup, antara lain:

a. Pendidikan Teknik

- Dengan mempelajari struktur pohon kelapa dapat merancang bangunan tugu atau menara yang tinggi dan kokoh;
- Dengan mempelajari struktur tubuh hewan-hewan yang dapat terbang memberikan inspirasi bagaimana membuat pesawat terbang, seperti: capung untuk model pesawat helicopter, aneka burung untuk bentuk pesawat terbang, dll.

b. Pendidikan Mental

- Pohon kelapa, selain memiliki batang yang berdiri kokoh, juga setiap bagian tanaman ini memiliki fungsi serba guna, sehingga tunas kelapa diambil sebagai lambang untuk Pramuka.
- Tipe orang berbusana mini lebih primitif daripada orang berbusana rapih, karena tumbuhan berbiji terbuka (Gymnospermae/Pinophyta) lebih primitif daripada tumbuhan berbiji tertutup (Angiospermae/Magnoliophyta).

- Tipe orang seperti kucing jantan adalah seseorang yang tidak mau tersaingi oleh lainnya. Itulah sebabnya, kelahiran anak kucing oleh induknya di tempat yang tersembunyi agar tidak diketahui oleh sang jantannya; jika diketahui sang jantan, maka anak kucing jantan akan dicekiknya sampai mati. Kepemimpinan Fir'aun seperti layaknya kucing, sehingga setiap anak-anak laki-laki yang lahir pada zamannya dibunuhnya; kecuali tas pertolongan Allah kepada Musa. AS.

c. Pendidikan Kepemimpinan

- Untuk memilih seorang pemimpin janganlah memilih tipe Monera, Protista atau Mycota karena mengurus rumah tangganya sendiri saja tidak mampu, apalagi mengurus orang lain atau organisasi sudah diduga tidak akan berkembang sukses. Untuk itu, pilihlah pemimpin tipe pohon yang rindang, karena pemimpin yang demikian bersifat demokratis, tahu diri batas waktu kepemimpinannya, dan akan menyerahkannya kepada lainnya yang unggul pada waktu habis masa jabatannya. Pemimpin diidentikkan dengan masalah dominansi puncak/pucuk; pohon yang rimbun, secara berkala dominansi puncak berhenti digantikan oleh tunas-tunas aksilarnya yang membuat percabangan batang atau kerimbunan pohon dengan kelebatan buahnya.
- Pada golongan monyet, singa, harimau, sapi, gajah, bahkan ayam kalkun dan hewan lainnya yang hidup sosial memiliki sistem pemilihan pemimpinnya yang diatur secara berkala.

d. Pendidikan Patriotisme

- Perilaku lebah dalam kehidupan sehari-harinya dan mempertahankan harga dirinya bila diganggu dapat ditiru oleh manusia. Lebah dalam mencari makanan dipilih yang bersih, seperti madu bunga. Kemudian apa yang dikeluarkannya pun dari tubuhnya berupa madu (royal jelly) yang berkasiat bagi kesehatan. Jika ia hinggap di dahan atau ranting tidak menyebabkan dahan/ranting menjadi patah. Tetapi jika ia diganggu, maka ia tidak segang-segan akan mengejanya untuk membalasnya dengan menyengatnya, bahkan sampai mati ia relakan, karena dengan menyengat ia selanjutnya akan mengalami kematian. Karena itu, manusia yang berjiwa patriot dapat diumpamakan sebagai kehidupan seekor lebah yang memiliki prinsip hidup sesuai status sosialnya.

F. Tes Formatif

PILIHAN GANDA

1. Golongan udang, serangga, labah-labah, dan kelabang termasuk filum Arthropoda, karena memiliki kesamaan ciri:
 - a. Tubuhnya bersegmen-segmen
 - b. Berkaki banyak
 - c. Kakinya berbuku-buku
 - d. Memiliki antena.
2. Pembagian dan penamaan kelas-kelas dalam Protozoa adalah didasarkan pada:
 - a. Daur hidupnya dan sifat hidupnya
 - b. Perkembangbiakan dan alat geraknya
 - c. Bentuk tubuhnya dan alat geraknya
 - d. Jumlah inti dan komposisi selnya.
3. Pembagian dan penamaan ordo-ordo pada golongan serangga adalah didasarkan:
 - a. Keadaan sayap dan metamorfosisnya.
 - b. Jenis makanan dan tipe mulutnya.
 - c. Jumlah segmen tubuh dan kakinya.
 - d. Jenis metamorfosis dan makanannya.
4. Berdasarkan klasifikasi filogeninya, maka tumbuhan yang paling primitif adalah bunganya memiliki mahkota dan benang sari yang....
 - a. Mahkota lepas-lepas dan benang sarinya banyak
 - b. Mahkota lepas-lepas dan benang sarinya sedikit
 - c. Mahkota bersatu dan benang sarinya sedikit
 - d. Mahkota dan benang sarinya berjumlah banyak.
5. Dalam klasifikasi modern, jamur dipisahkan dari golongan tumbuhan, karena :
 - a. Sel-selnya eukariot dan tidak memiliki klorofil
 - b. Sel-selnya tidak membentuk jaringan kompleks dan tidak ada klorofil
 - c. Sel-selnya eukariot dan hidupnya saprofit.
 - d. Berkembangbiak dengan spora dan tidak memiliki klorofil.
6. Euglena, Volvox, dan Chlamydomonas digolongkan ke dalam Kingdom Protista yang terpisah dari Protozoa ataupun Ganggang, karena alasannya:
 - a. Tubuh bersel satu dan bersifat autotrof.
 - b. Selnya mengandung klorofil dan bergerak aktif.
 - c. Selnya eukariot dan tidak mengandung klorofil
 - d. Hidup sebagai parasit dan bergerak bebas.

7. Adanya keanekaragaman genetik pada organisme berdampak kepada kesejahteraan manusia adalah:
- Mengurangi tingkat kesejahteraan dan sumber plasma nutfah
 - Memperkaya sumber plasma nutfah untuk menciptakan bibit baru
 - Rekayasa genetika dapat merusak keberadaan plasma nutfah.
 - Menyulitkan pengenalan sumber alam hayati secara menyeluruh
8. Adanya keanekaragaman alam hayati disebabkan oleh faktor:
- Sifat pemunculan dari genotip yang dikandung organisme
 - Sifat fenotip bergantung kepada faktor lingkungan.
 - Sifat interaksi gena-gena dalam genotip dan lingkungannya
 - Sifat adaptasi dan sukseksi organisme pada lingkungannya.
9. Berdasarkan filogeninya, pemunculan golongan tumbuhan yang paling awal di permukaan bumi adalah divisi:
- Gymnospermae
 - Bryophyta
 - Angiospermae
 - Thallophyta.
10. Golongan Vertebrata yang daur hidupnya mengalami metamorfosis adalah kelas:
- Pisces
 - Amphibia
 - Reptilia
 - Mammalia.
11. Berdasarkan Cladogram tentang Evolusi pada kelompok Monokotil maka perkembangan tumbuhan yang paling maju dari lainnya adalah pada:
- Arales
 - Commelinales
 - Liliales
 - Orchidales
12. Menurut skala waktu Geologi bahwa pemunculan Gymnospermae lebih dahulu daripada Angiospermae. Ini berarti Angiospermae lebih maju daripada Gymnospermae, karena secara morfologis pun menunjukkan ciri-ciri:
- Bakal biji Angiospermae tidak dibungkus adalah terbuka, sedangkan bakal biji Gymnospermae dibungkus oleh daun buah.
 - Bakal biji Gymnospermae adalah terbuka, sedangkan bakal biji Angiospermae adalah tertutup oleh putiknya.
 - Bunga pada Gymnospermae sudah memiliki perhiasan bunga, sedangkan bunga pada Angiospermae tidak memiliki perhiasan.
 - Karangan bunga pada Angiospermae masih menyerupai strobilus paku-pakuan, sedangkan bunga Gymnospermae tidaklah demikian.

SOAL URAIAN

1. Tunjukkan 3 perbedaan antara Klasifikasi Artifisial, Natural, dan Filogeni!
2. Berikan alasan-alasan mengapa Whitaker memisahkan golongan jamur, ganggang, dan bakteri masing-masing menjadi Kingdom tersendiri yang terpisah dari Kingdom: Plantae ?
3. Coba jelaskan peranan tumbuhan dalam bentuk hutan hubungannya dengan upaya mengatasi masalah lingkungan hidup dewasa ini sedikitnya mencakup tiga hal !
4. Berikan sedikitnya tiga contoh tumbuhan yang tergolong sebagai: Tanaman pelindung, Tanaman pengendali lingkungan, Tanaman hias, Tanaman produksi (sandang-pangan-perumahan), dan Tanaman obat.
5. Berikan sedikitnya tiga contoh dari:
 - a. Tumbuhan yang sudah dianggap langka.
 - b. Tumbuhan yang menjadi mascot untuk propinsi.
 - c. Hewan yang menjadi mascot untuk propinsi.
 - d. Hewan di Indonesia yang tidak ada di negara lain atau daerah lainnya.
6. Uraikan kandungan nilai dari konsep dan prinsip-prinsip keanakeragaman makhluk hidup untuk pelajaran dan kesejahteraan bagi manusia, terutama:
 - a. Nilai praktis
 - b. Nilai intelektual
 - c. Nilai sosial-politik
 - d. Nilai pendidikan
 - e. Nilai religi.

= SELAMAT BELAJAR =