**EVOLUSI**

**Evolusi** : Proses perubahan yang berlangsung sedikit demi sedikit (secara berangsur-angsur) dan dalam waktu yang sangat lama.

**Ada dua macam evolusi**, yaitu evolusi progesif dan evolusi regresif. Evolusi progesif merupakan proses evolusi yang menuju kemungkinan dapat bertahan hidup sehingga menghasilkan species baru. Evolusi regresif merupakan evolusi menuju kemungkinan mengalami kepunahan.

**Charles Darwin** : dianggap sebagai pencetus ide evolusi (karena menyertakan bukti-bukti dan alasan-alasan yang meunjang pendapatnya)

Charles Darwin menerbitkan buku mengenai asal mula species pada tahun 1859 dengan judul “ On the Origin of Species by Means of Natural Selection” (Timbulnya species baru melalui seleksi alam)

Dalam buku ini Darwin mengemukakan 2 teori sebagai berikut :

1. Species yang hidup sekarang berasal dari species yang hidup di masa lampau
2. Evolusi terjadi melalui seleksi alam

**Pokok-pokok pikiran Darwin yang melandasi Teorinya :**

1. Tidak ada 2 individu yang sama
2. Setiap populasi cenderung bertambah banyak karena setiap makhluk hidup mempunyai kemampuan untuk berkembangbiak
3. Untuk berkembangbiak perlu adanya makanan dan ruang yang cukup
4. Kenyataan menunjukkan bahwa bertambahnya populasi tidak berjalan terus menerus

Pendapat Darwin :

* Bahwa setiap individu harus berusaha untuk mendapatkan unsur-unsur yang diperlukan agar mampu hidup terus (dengan cara bersaing)
* Persaingan itu terjadi antara individu2 dalam 1 species dan antara yang berlainan species
* Individu2 yang mempunyai sifat yang sesuai dengan lingkungannya dan dapat memenangkan persaingan akan hidup terus dan bertambah, sedangkan yang tidak dapat akan musnah ( seleksi alam)

**Hal-hal yang dianggap mengilhami Charles Darwin dengan gagasan evolusinya** :

1. **Jean Baptiste Lamarck** yg idenya mengenai evolusi dituangkan dalam bukunya “Philosophie zoologique” yang isinya :
2. alam sekitar/lingkungan mempunyai pengaruh pada ciri-ciri/sifat2 yang diwariskan
3. Ciri-ciri/sifat2 yang didapat akan diwariskan pada turunannya
4. Organ digunakan akan berkembang, sedang yang tidak digunakan akan mengalami kemunduran
5. **Perjalanan Darwin ke kepulauan Galapagos**

Darwin melihat ada bermacam-macam burung finch. Burung-burung itu mempunyai paruh yang bentuk dan ukurannya berbeda.

Berawal dari species yang sama, karena sesuatu hal bermigrasi dari Amerika Selatan ke kepulauan Galapagos yang lingkungannya berbeda. Burung-burung tersebut kemudian berkembang biak dan keturunannya mempunyai sifat-sifat yang bervariasi, yang sesuai dengan lingkungannya akan hidup terus dan yang tidak sesuai akan mati

1. **Charles Lyell (ahli geologi)**

Menerbitkan buku mengenai prinsip2 geologi

“Principles of Geologis” menyatakan bahwa batuan, pulau-pulau dan benua, selalu mengalami perubahan. Setelah mempelajari buku tsb. Darwin berkesimpulan bahwa :

1. Deretan fosil yang terdapat di batuan muda berbeda dengan fosil yang terdapat di batuan yang lebih tua
2. Perbedaan itu disebabkan adanya perubahan secara perlahan-lahan
3. **Thomas Robert Malthus (Ahli Ekonomi dan Kependudukan)** dikenal dengan ungkapan kata-katanya :

“Jumlah penduduk naik seperti deret ukur sedang bahan makanan yang tersedia naik seperti deret hitung”

1. **Studi tentang seleksi buatan**

Menurut Darwin, seleksi dan pemuliaan hewan dan tumbuhan yang baik, akan merupakan langkah-langkah ke arah terjadinya suatu jenis hewan dan tumbuhan yang baru dalam waktu relatif singkat

**Perkembangan Teori Evolusi**

Pendapat yang menyatakan bahwa kehidupan sekarang berasal dari kehidupan pada masa lampau yg sederhana bukanlah hal yang baru.

Darwin bukan orang yg pertamakali mengutarakan konsep evolusi

Orang-orang sebelum Darwin : Thales, Anaximander, Empedocles, Epicurus, Erasmus Darwin, Lamarck

Darwin dianggap sebagai pencipta teori evolusi yang didasarkan pada seleksi alam yang merupakan pedoman bagia semua penyelidikan biologi selanjutnya

Dari hasil penelitiannya Darwin menyimpulkan bahwa individu2 dalam satu species berbeda2 karena adanya penyimpangan2 yang kemudian menimbulkan perubahan besar pada species2 yang ada di bumi. Darwin mengetahui pula bahwa di segala jenis habitat terdapat perjuangan untuk memperoleh kebutuhan hidup

Tahun 1858 Alfred Russel Wallace ternyata juga mengembangkan teori evolusi yang serupa dengan Darwin

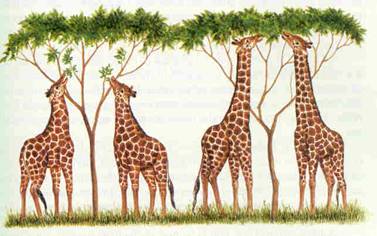
Darwin menyusun hasil studinya dalam sebuah buku yang berjudul **“On the Origin of Species by Means of Natural Selection”**

**Evolusi, Genetika, dan Lingkungan**

*Jeans Baptiste Lamarck* mengemukakan juga suatu teori evolusi. Gagasan yang dikemukakannya ialah bahwa perubahan-perubahan yang terjadi pada suatu individu dipengaruhi oleh lingkungan.

* Apabila organ-organ sering digunakan maka organ-organ itu akan menjadi berkembang dan akhirnya membesar, tetapi jika tidak dipergunakan organ2 itu akan menjadi lemah dan akhirnya lenyap
* Tiap perubahan yang terjadi karena digunakan atau tidak digunakan (**use and disuse**) organ tersebut *akan diwariskan* kepada generasi keturunannya
* **Lamarck** berpendapat bahwa leluhur jerapah dewasa ini berleher pendek. Beberapa leluhur jerapah pada suatu waktu mulai makan dedaunan yang tinggi, supaya dapat mencapai dedaunan tersebut jerapah2 itu terbiasa *menjulurkan lehernya* dan turunannya mewarisi leher yang lebih panjang karena terbiasa menjulurkan leher. Peristiwa tsb terjadi berulang2 sehingga leher jerapah masa kini demikian panjang

TEORI LAMARCK

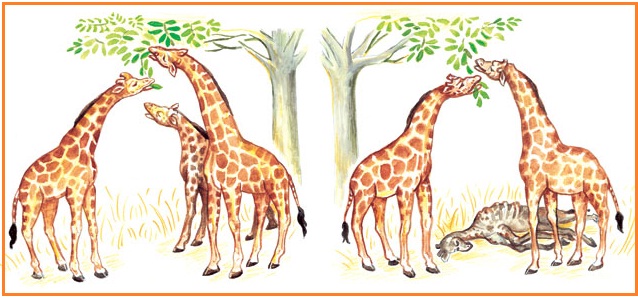


Wawasan Lamarck tentang Evolusi makhluk hidup sbb :

Evolusi makhluk hidup terjadi sebagai akibat respon makhluk hidup terhadap lingkungannya

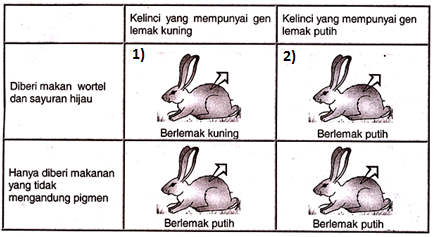
**Darwin tidak sependapat dengan Lamarck** mengenai leher jerapah. Menurutnya nenek moyang jerapah terdiri atas yang berleher pendek dan panjang. Yang berleher panjang dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya karena mudah memperoleh makanan, sedangkan yang berleher pendek musnah. Darwin mengemukakan gagasan itu berdasarkan adanya peristiwa **seleksi alam** terhadap populasi jerapah

TEORI DARWIN



Untuk membuktikan apakah lingkungan menyebabkan perubahan sifat yang menurun (teori Lamarck) Weismann melakukan percobaan dengan memotong ekor tikus, lalu mereka dikawinkan. Ternyata anak tikus yang lahir tetap berekor panjang. Lalu anak tikus tersebut dipotong lagi ekornya dan dikawinkan lagi, ternyata keturunan selanjutnya tetap berekor panjang. Langkah itu dilakukan sampai dengan 21 generasi dan keturunan yang lahir ternyata tetap berekor panjang.Dari apa yang dilakukan, Weismann mengambil kesimpulan bahwa **perubahan** [**sel**](http://biologimediacentre.com/struktur-sel/) **tubuh karena pengaruh lingkungan tidak akan diwariskan kepada  keturunannya**. **Evolusi adalah proses yang menyangkut seleksi alam terhadap faktor genetika.** Individu yang memiliki variasi genetik yang sesuai dengan lingkungan yang akan lestari dan memiliki kesempatan mewariskan gen yang adaptif pada generasi berikut.

1. **Pengaruh lingkungan terhadap gen**



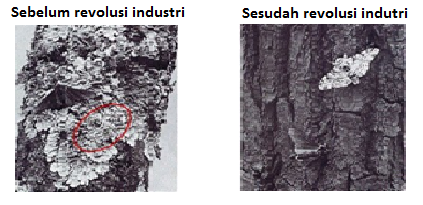
Perubahan warna lemak pada kelinci pertama bukan disebabkan perubahan karena pengaruh makanan, tetapi disebabkan karena pada kelinci tersebut tidak terdapat enzim yang menguraikan pigmen-pigmen pada bahan makanan, sehingga warna lemaknya bergantung pada jenis makanannya.

**Kesimpulan** :

Pada kedua macam kelinci tersebut, gen yang menentukan warna lemak tidak terpengaruh oleh jenis makanannya.

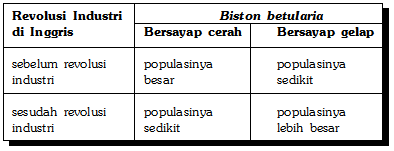
1. **Adaptasi dan Seleksi**

Perubahan makhluk hidup yang tidak adaptif dengan lingkungannya akan menyebabkan makhluk itu punah, sedangkan yang adaptif dengan lingkungannya akan tetap hidup. Sebagai contoh adalah populasi kupu-kupu *Biston betularia* di Inggris.

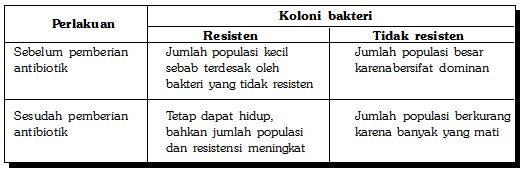


*Perhatikan perubahan lingkungan yang terjadi. Gambar kiri sebelum Revolusi industri, kupu bersayap gelap lebih gampang terlihat. Gambar kanan setelah Revolusi Industri, kupu bersayap terang yang lebih gampang terlihat. Ini mempengaruhi pergeseran peluang predasi.*

Sekitar tahun 1850 yaitu masa sebelum berkembangnya revolusi industri di Inggris, kupu Biston berwarna cerah lebih banyak daripada yang berwarna gelap. Tetapi setelah berlangsungnya revolusi industri, ternyata kupu yang berwarna gelap lebih banyak daripada yang berwarna cerah. Hal ini dimungkinkan karena sebelum revolusi industri pohon di habitatnya masih bersih, sehingga kupu berwarna cerah lebih adaptif, akibatnya sulit untuk dilihat predator. Ketika berlangsung revolusi industri dan sesudahnya, pohon dan daun habitat kupu tersebut tertutup oleh jelaga. Ini berakibat kupu berwarna gelap lebih adaptif sehingga sulit dilihat predator.



1. **Seleksi Alam Berdasarkan Resistensi**



Evolusi dan adaptasi tidak selamanya membutuhkan waktu yang relatif lama. Bakteri yang resisten terhadap penicillin misalnya, dapat terbentuk dengan cepat. Kejadiannya juga diterangkan berdasar konsep seleksi alam. Dimana dalam suatu koloni bakteri, hanya sedikit bakteri yang bertahan hidup ketika penicillin diberikan. Namun beberapa lama kemudian koloni bakteri yang resisten terhadap penicillin menjadi banyak. Pada peristiwa ini penicillin hanya merupakan faktor pengarah terhadap perkembangan populasi bakteri yang resisten terhadap antibiotik.

1. **Seleksi Buatan**

Untuk meningkatkan hasil budidayanya, manusia melakukan seleksi alam terhadap hewan dan tumbuhan yang dianggap lebih baik produksi, mutu maupun daya tahannya. Usaha tersebut sering diikuti dengan kegiatan persilangan. Hal ini akan mengakibatkan proses evolusi berlangsung dalam jangka waktu yang relatif singkat.

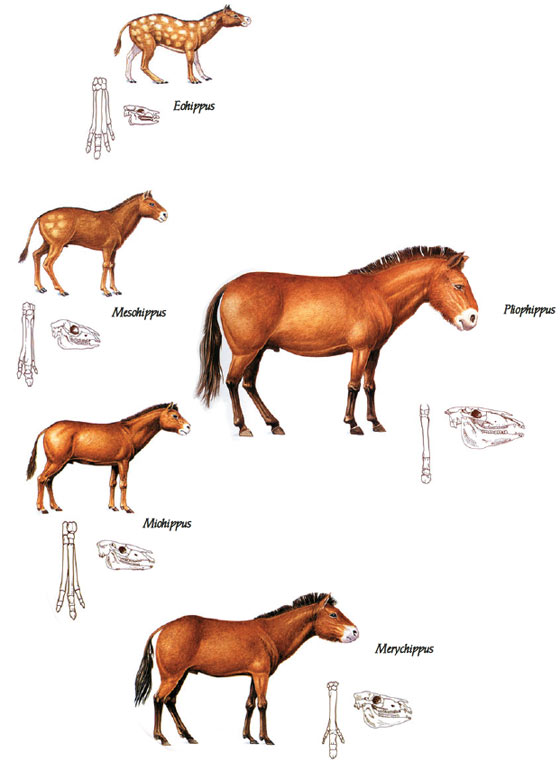
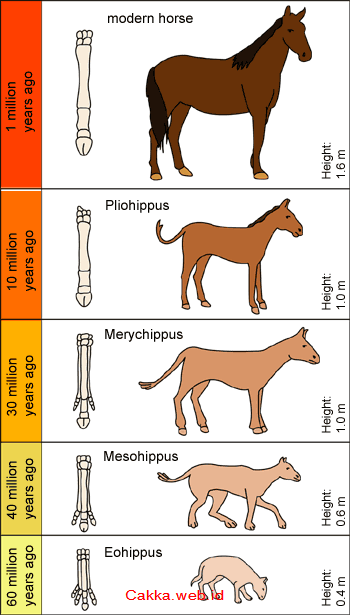
**Bukti / Petunjuk Tentang Adanya Evolusi**

1. **Adanya variasi antar individu dalam satu keturunan**  
   Di dunia ini tidak pernah dijumpai dua individu yang identik sama, bahkan anak kembar sekalipun pasti punya suatu perbedaan. Demikian pula individu yang termasuk dalam satu spesies. Misalnya perbedaan warna, ukuran, berat, kebiasaan, dan lain-lain. Jadi antar individu dalam satu spesies pun terdapat variasi. Variasi adalah segala macam perbedaan yang terdapat antar individu dalam satu spesies. Hal ini dapat terjadi karena pengaruh berbagai faktor seperti suhu, tanah, makanan, dan habitat.

Seleksi yang dilakukan bertahun-tahun terhadap suatu spesies akan menyebabkan munculnya spesies baru yang berbeda dengan moyangnya. Oleh karena itu adanya variasi merupakan bahan dasar terjadinya evolusi yang menuju ke arah terbentuknya spesies baru.

1. **Ditemukannya fosil di berbagai lapisan batuan bumi**

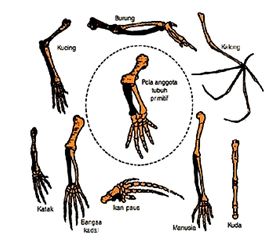
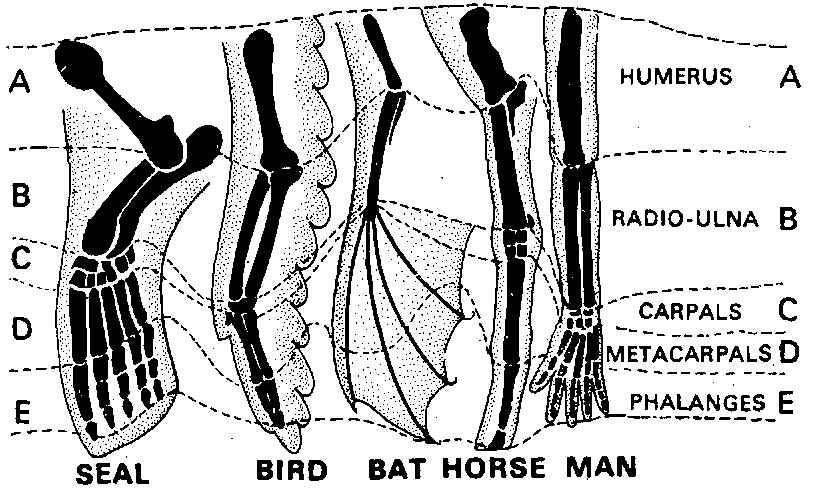
Fosil adalah sisa tumbuhan atau hewan yang telah membatu atau jejak-jejak yang tercetak pada batuan. Darwin menyatakan bahwa fosil yang ditemukan pada lapisan batuan muda berbeda dengan fosil yang terdapat pada lapisan batuan yang lebih tua, dan menunjukkan suatu bentuk perkembangan.

* Dari gambar dapat dijelaskan bahwa terdapat perubahan dan perkembangan yang mengarah pada evolusi bentuk dan fungsi antara lain:
* tubuh bertambah besar;
* kepala bagian depan semakin panjang;
* leher semakin panjang sehingga gerakannya semakin bebas;
* perubahan geraham depan dan geraham besar sehingga sangat sesuai untuk makanan yang berupa rumput;
* anggota tubuh yang lain semakin bertambah panjang, sehingga sesuai dengan gerakan untuk berlari cepat;
* jari kaki mereduksi dari lima menjadi satu, sehingga dapat mendukung gerakan ketika berlari cepat.

1. **Homologi Alat-alat Tubuh pada Berbagai Makhluk Hidup**

Organ-organ berbagai makhluk hidup yang mempunyai bentuk asal sama dan kemudian berubah struktur sehingga fungsinya berbeda disebut **organ yang homolog**. Homologi organ menunjukkan tingkat kekerabatan makhluk yang bersangkutan. Makin banyak organ yang homolog kemungkinan kekerabatannya makin dekat, yang artinya nenek moyangnya mungkin sama.

**** 

**Contoh organ homolog :**

Sirip depan paus (untuk berenang) dengan tangan manusia (untuk memegang)

Sayap kalong (untuk terbang) dengan kaki depan kucing (untuk berjalan)

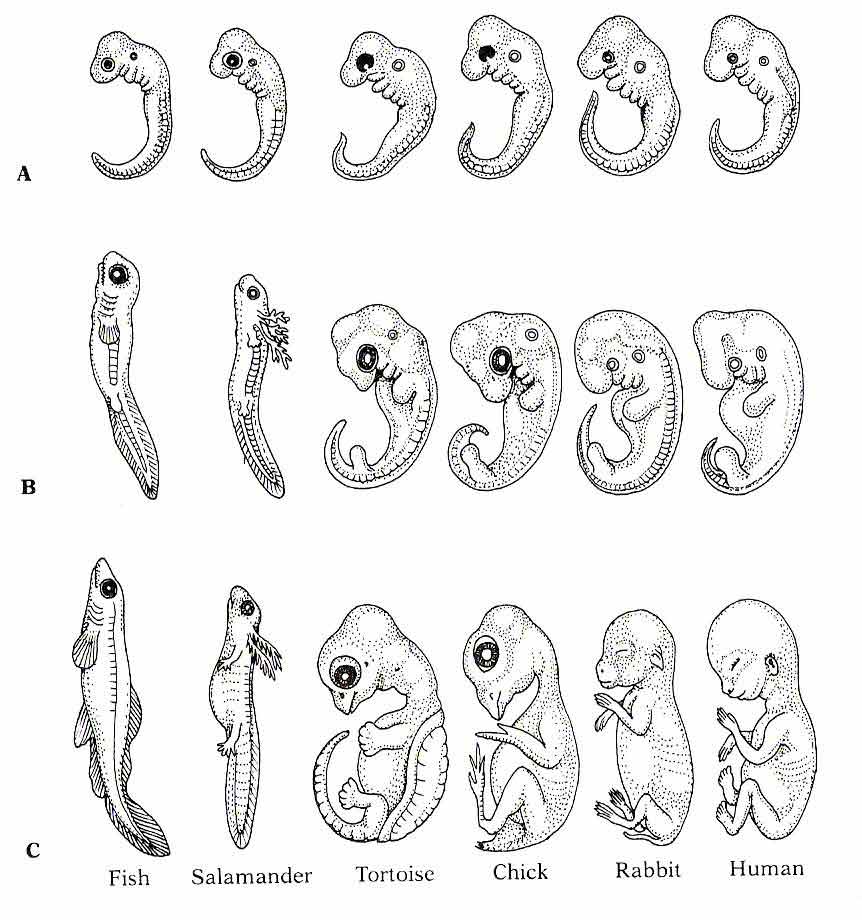
Adanya homologi organ menunjukkan adanya perkembangan **evolusi divergensi (menyebar).**

Ada organ-organ tubuh yang mempunyai bentuk dasar berbeda tetapi berkembang dan mempunyai fungsi yang sama. Peristiwa ini disebut **analogi** (menunjukkan evolusi konvergensi).

**Contoh organ analog** :

Sayap kupu-kupu dengan sayap burung (struktur dasarnya berbeda, tapi punya fungsi yang sama yaitu untuk terbang)

1. **Embriologi Perbandingan**

****

Perkembangan embrio berbagai spesies yang termasuk kelas vertebrata menunjukkan adanya persamaan pada fase tertentu yakni pada fase morulla, blastula, dan gastrula/awal embrio. Hal ini menunjukkan adanya hubungan kekerabatan di antara hewan-hewan sesama vertebrata, yang mungkin pula mereka memiliki satu nenek moyang.

Ernst Haeckel menyatakan dalam hukum Rekapitulasi yang dikemukakannya bahwa ontogenisuatu organisme merupakan rekapitulasi (ulangan singkat) dari filogeni. Ontogeni adalah sejarah perkembangan individu mulai zigot sampai dewasa. Filogeni adalah sejarah perkembangan makhluk hidup dari bentuk sederhana sampai dengan bentuk yang paling sempurna (evolusi).

1. **Perbandingan Fisiologi**

Makhluk hidup mulai dari yang derajat rendah hingga ke derajat yang paling tinggi tubuhnya tersusun atas sel. Walaupun jumlah sel dan morfologi setelah dewasa berbeda-beda, namun kegiatan fisiologi di dalam tiap selnya memiliki kemiripan, seperti :

1. dalam metabolisme
2. dalam respirasi
3. dalam sintesis protein
4. sintesis ATP dan penggunaannya dalam aktivitas hidup
5. **Petunjuk Secara Biokimia**

Untuk menentukan jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara organisme yang satu dengan yang lain dapat diuji secara biokimia (uji presipitin).

Uji ini adalah menguji reaksi antara antigen-antibodi. Banyak sedikitnya endapan yang terbentuk akibat reaksi tersebut dapat digunakan untuk menentukan jauh dekatnya hubungan kekerabatan antara suatu organisme dengan organisme lainnya.



1. **Petunjuk Alat Tubuh yang Tersisa**

Pada berbagai jenis hewan, termasuk manusia ditemukan sisa berbagai alat tubuh. Alat-alat ini pada hakikatnya sudah tidak berguna lagi, namun masih dijumpai dan jumlahnya cukup banyak. Berdasar keadaan tersebut, para pakar menyimpulkan bahwaadanya alat-alat tubuh yang tersisa merupakan petunjuk adanya evolusi. Beberapa sisa alat tubuhyang ditemukan pada manusia antara lain :

1. Umbai cacing / appendiks
2. Selaput mata pada sudut mata sebelah dalam
3. Otot penggerak telinga
4. Tulang ekor
5. Gigi taring yang runcing
6. Rambut pada dada
7. Buah dada pada laki-laki

**TIMBULNYA SPECIES BARU (SPECIASI)**

Adanya rekombinasi gen akan menimbulkan varietas baru. Jika 2 varietas menempati daerah yang sangat berbeda tidak memungkinkan terjadinya interhibridisasi, maka 2 varietas itu akan mengalami perubahan-perubahan dan pada akhirnya menjadi 2 species yang berbeda (tidak dapat melakukan perkawinan dan menghasilkan turunan yang fertil)

Speciasi dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

1. **Isolasi Reproduksi**
   1. **Mekanisme yang mencegah terjadinya perkawinan, sehingga mencegah terjadunya fertilisasi**

* Isolasi ekogeografi
* Isolasi habitat
* Isolasi musim / iklim
* Isolasi perilaku
* Isolasi mekanik
  1. **Mekanisme yang mencegah terjadinya hibrida.**
* Isolasi gamet
* Isolasi perkembangan
* Ketidakmampuan hidup suatu hibrid
  1. Mekanisme yang mencegah kelangsungan hidup suatu hibrid.
* Kemandulan hibrid
* Eliminasi hibrid yang selektif

1. **Peristiwa Poliploid (autopoliploid dan allopoliploid)**

Kadang-kadang terutama pada tumbuhan, meiosis berlangsung dalam keadaan tidak wajar, misalnya terjadi non disjungsi (gagal berpisah) pada anafase sehingga gamet yang dihasilkan bersifat diploid. Apabila gamet semacam ini membuahi atau dibuahi gamet yang normal (haploid), maka akan menghasilkan keturunan yang triploid. Bila gamet diploid dibuahi atau membuahi gamet diploid maka akan dihasilkan individu tetraploid). Bila turunan semacam ini fertil dan dapat melakukan perkawinan dengan hibrid sesama tetraploid, maka tidak menutup kemungkinan dihasilkannya keturunan yang poliploid.

Poliploid dapat terjadi melalui *Autopoliploid* dan *Alloploid*

1. **Domestikasi**

Untuk memenuhi kebutuhannya, manusia berusaha menjadikan hewan liar menjadi hewan peliharaan dan tanaman liar menjadi tanaman budidaya. Usaha semacam ini disebut domestikasi. Domestikasi menyebabkan timbulnya jenis-jenis hewan dan tumbuhan yang menyimpang dari aslinya, sehingga mengarah terbentuknya species baru.

oOo