

# BAB 12 VARIASI

**Biologi Tingkatan 5 KSSM**

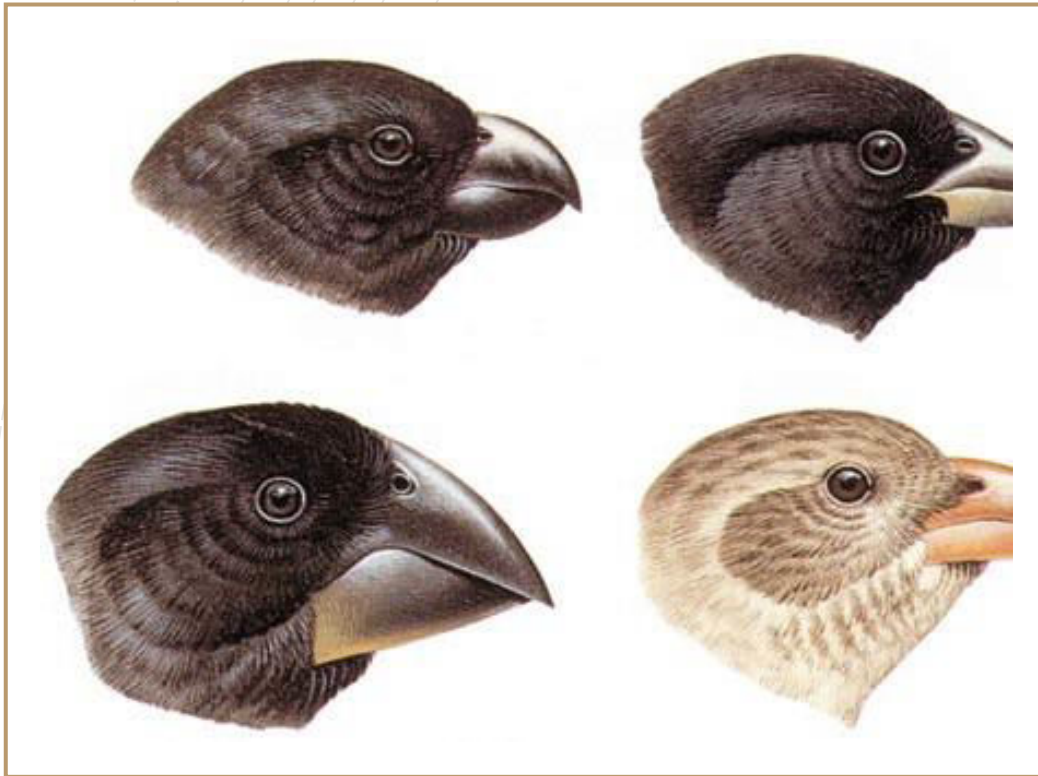
**Oleh Cikgu Norazila Khalid**

**Smk Ulu Tiram, Johor**



## 12.1 Jenis dan Faktor Variasi

# Definisi Variasi



- Variasi ialah perbezaan ciri dalam organisma daripada populasi atau spesies yang sama.
- Tiada organisma yang serupa walaupun sama spesies termasuklah kembar seiras
- Pasti terdapat perbezaan antara mereka.
- Biasanya, variasi merujuk kepada ciri-ciri fizikal yang ditunjukkan daripada perbezaan fenotip yang terhasil akibat perubahan struktur, fisiologi dan biokomia. Variasi membolehkan kita mengecam individu-individu dalam satu populasi.

# Keperluan Variasi Untuk Kemandirian Spesies



- Variasi memainkan peranan yang penting dalam evolusi dan merupakan asas bagi proses pemilihan semula jadi.
- Pemilihan semula jadi ialah satu daya evolusi yang memilih gen-gen yang berfaedah dan menghapuskan gen-gen yang tidak berfaedah dalam sesuatu persekitaran semula jadi
- Melalui pemilihan semula jadi, spesies yang mempunyai fenotip yang membolehkan mereka menyesuaikan diri mengikut keadaan sekeliling dapat meneruskan hidup serta meneruskan proses pembiakan bagi kemandirian spesies



*Biston betularia*  
berwarna cerah

*Biston betularia*  
berwarna gelap

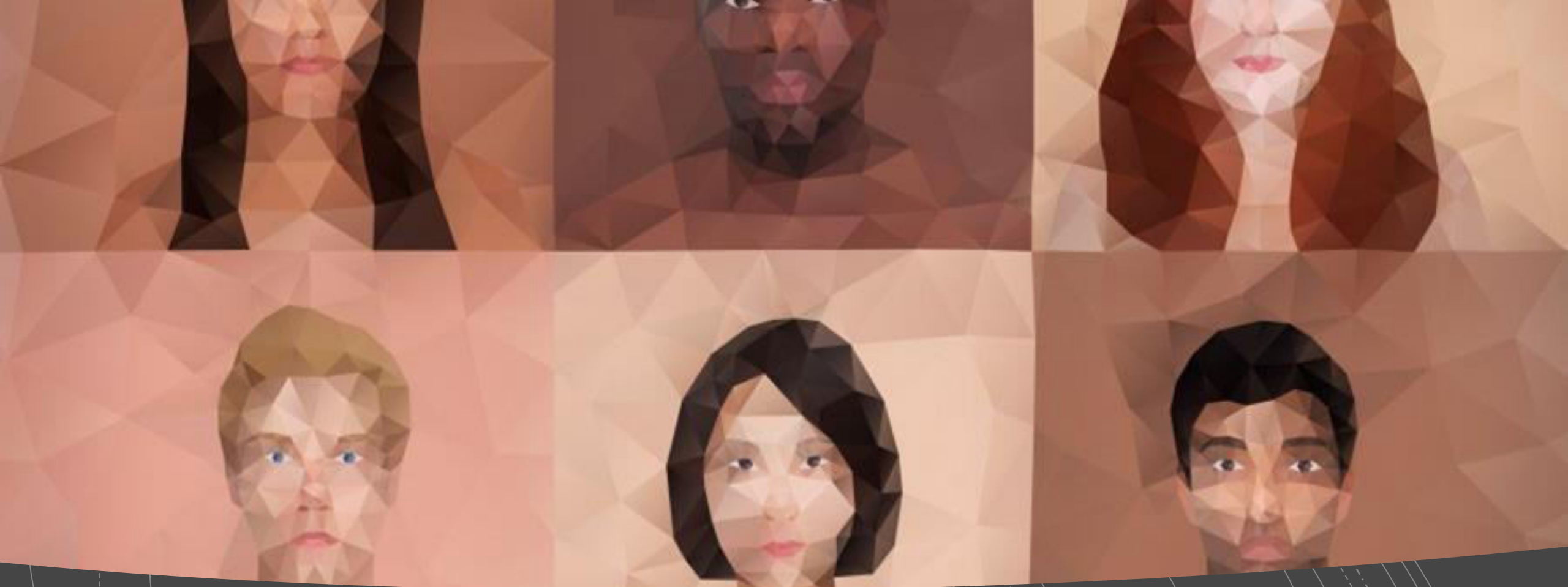
Dapatkah anda pikirkan kepentingan variasi kepada kemandirian rama-rama *Biston betularia* di dalam persekitaran yang berbeza?

**Gambar foto 12.2** *Biston betularia*

## Keperluan variasi

- Membolehkan alam semula jadi memilih sifat-sifat baik untuk diteruskan dan menyingkirkan sifat yang tidak bersesuaian
- Menjamin kemandirian spesies apabila keadaan di persekitaran berubah
- membenarkan pembiakan silang antara spesies untuk membentuk spesies baharu





## Jenis Variasi

- Terdapat dua jenis variasi dalam satu populasi semula jadi, iaitu variasi selanjar dan variasi tak selanjar.

## Variasi selanjur

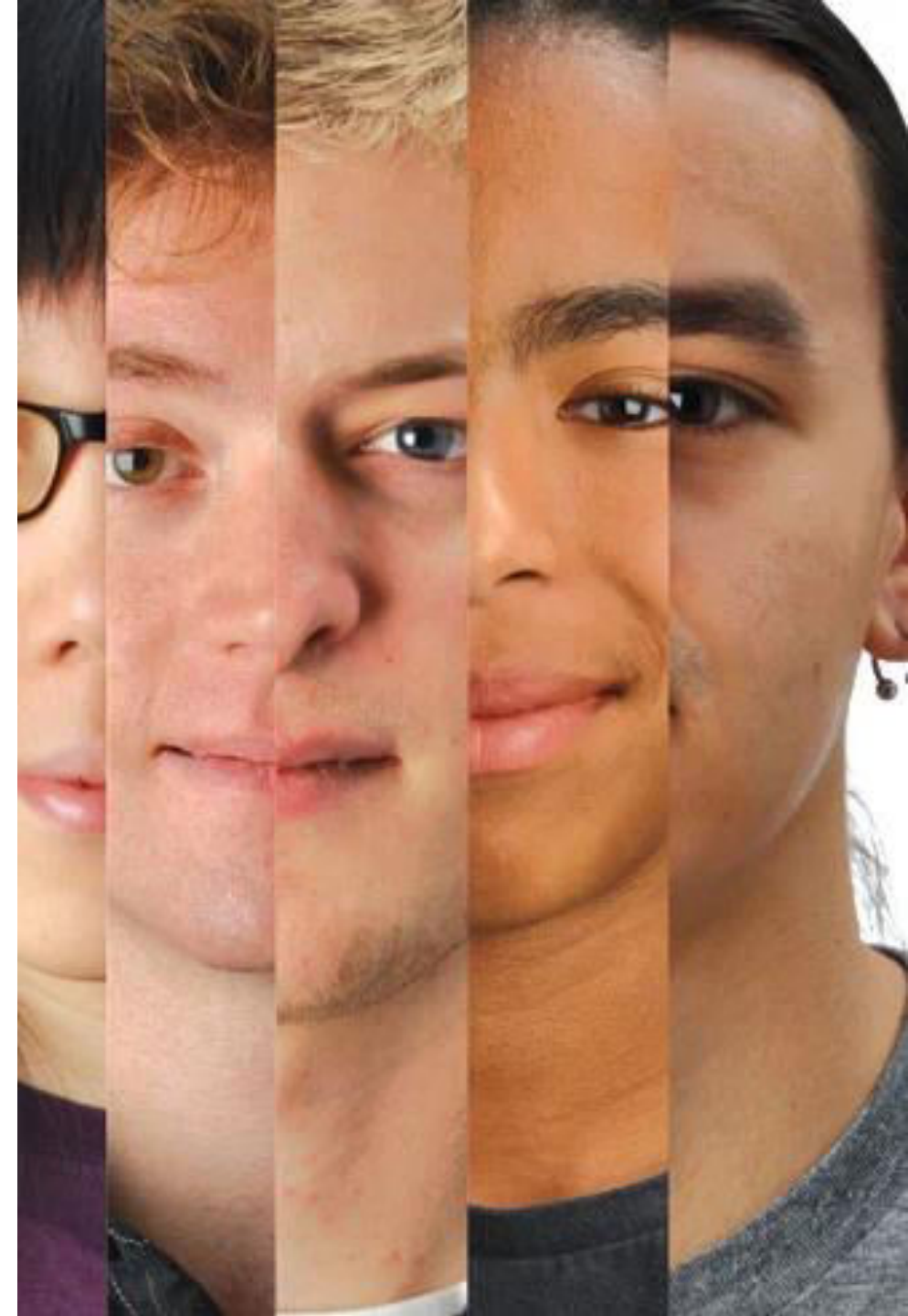
**Variasi selanjur ialah variasi yang menunjukkan perbezaan ciri yang tidak ketara.**

**Individu-individu menunjukkan perbezaan beransur daripada satu ekstrim kepada satu ekstrim yang lain**

**Satu spektrum fenotip dapat dikenal pasti.**

**Apabila data bagi ciri diplotkan pada graf, lengkung taburan, iaitu taburan normal atau lengkung berbentuk loceng diperoleh.**

**Kebanyakan ahli dalam populasi ini mempunyai fenotip perantaraan, iaitu ciri-ciri antara dua ekstrim**

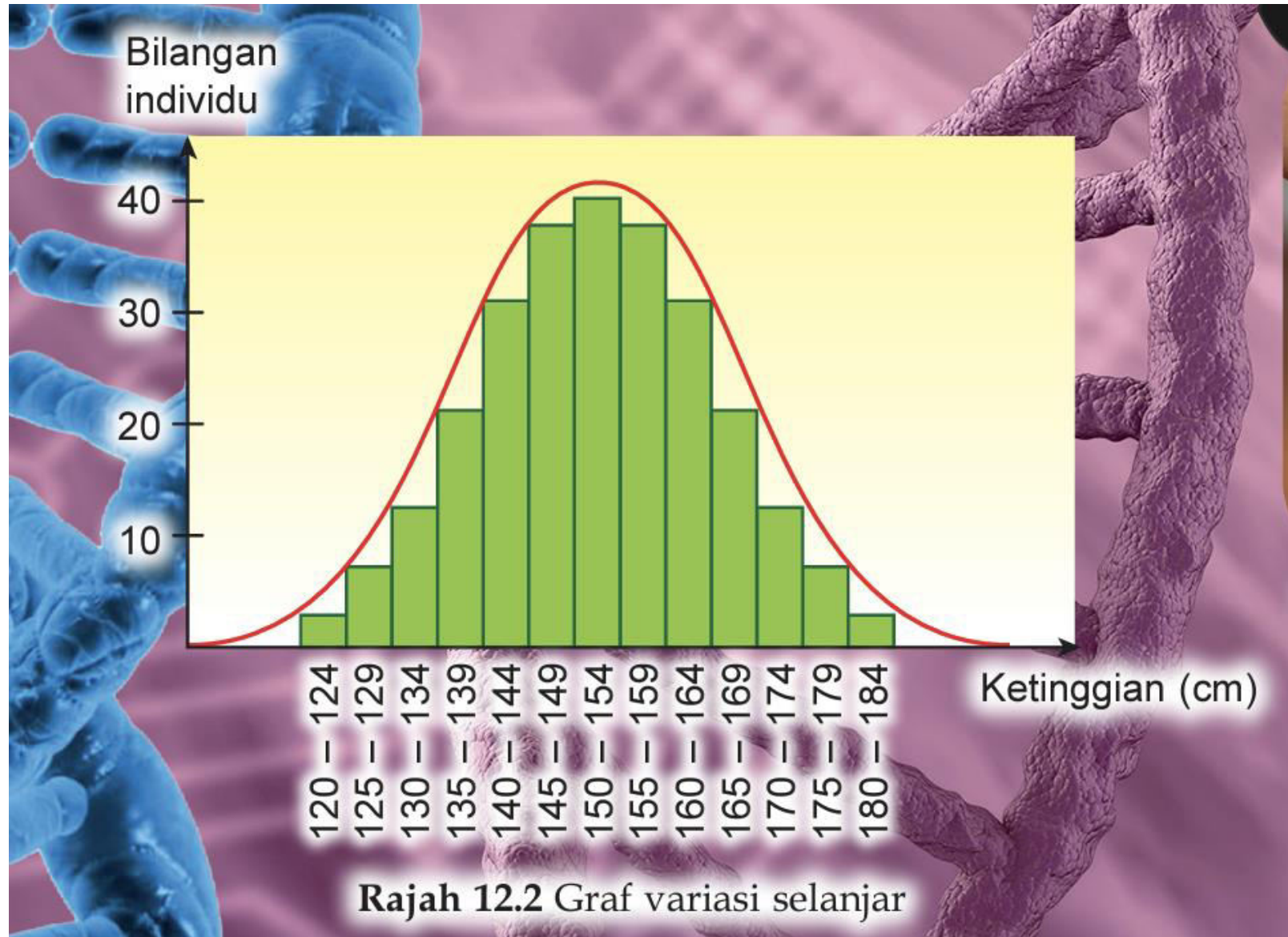




## Variasi selanjat

- **Variasi selanjat adalah kuantitatif, iaitu boleh diukur dan digredkan daripada satu ekstrim kepada ekstrim lain.**
- **Ciri-cirinya juga dipengaruhi oleh persekitaran.**
- **Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi selanjat ialah ketinggian, berat badan dan warna kulit**





Rajah 12.2 Graf variasi selanjar

## Variasi tak selanjar

**Variasi tak selanjar menunjukkan perbezaan ciri yang ketara.**

**Apabila data bagi ciri diplotkan, graf menunjukkan taburan diskrit atau berbentuk bar berasingan**

**Tiada ciri-ciri perantaraan**

**Ciri-ciri adalah kualitatif, iaitu tidak boleh diukur dan digredkan kerana ciri-cirinya hanya dapat ditentukan oleh faktor genetik.**

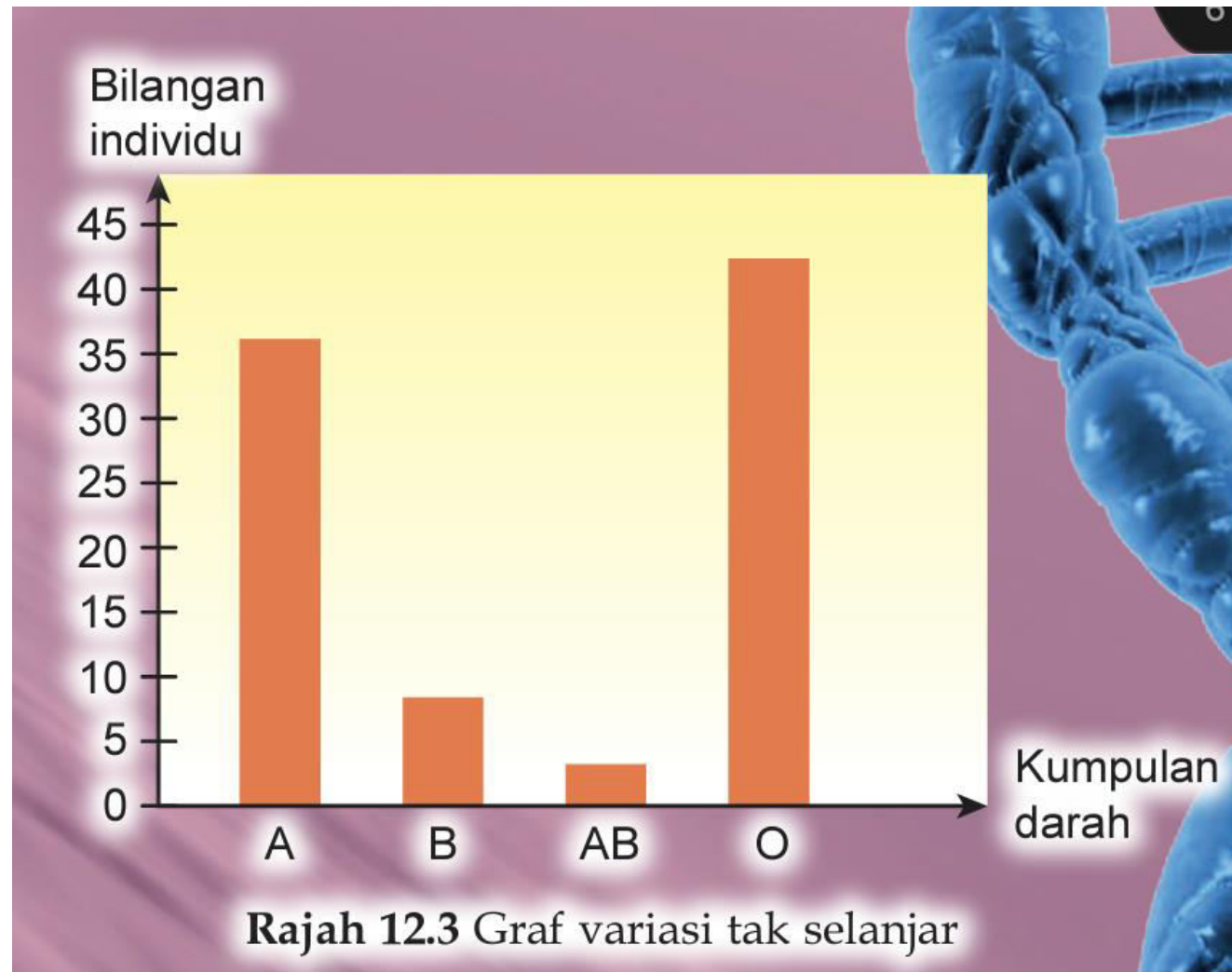


- **Ciri-cirinya tidak dipengaruhi oleh keadaan persekitaran.**
- **Variasi tak selanjat berlaku disebabkan oleh faktor genetik, maka ciri-ciri variasi ini boleh diwarisi.**

Variasi tak selanjat

- **Ciri dikawal oleh satu gen tunggal dengan dua atau tiga alel.**
- **Oleh itu, ciri-ciri dapat dilihat dengan jelas**
- **Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi tak selanjar ialah kebolehan menggulungkan lidah, warna mata dan pola cap jari.**







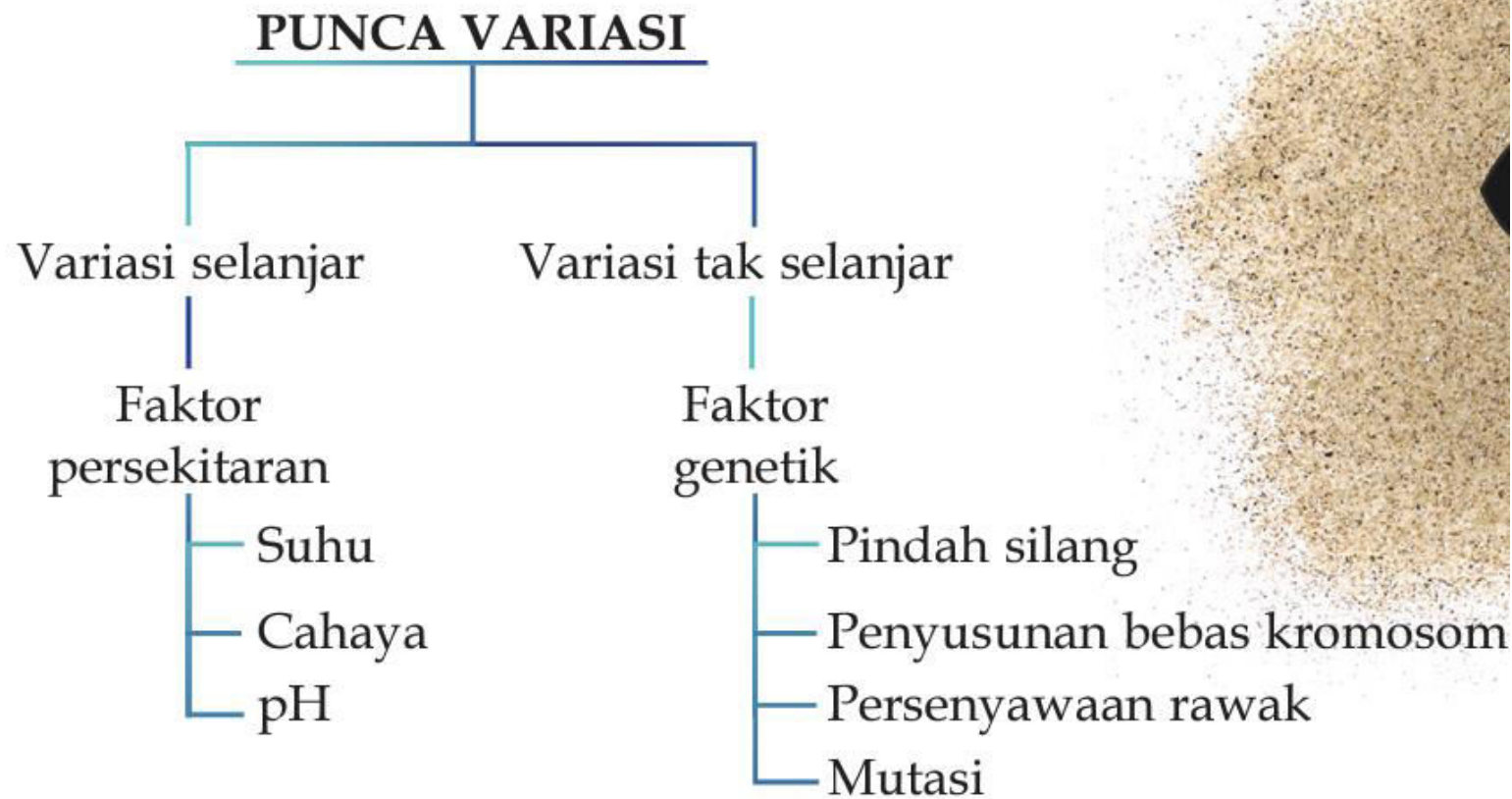
Rajah 12.4 Perbandingan antara variasi selanjar dengan variasi tak selanjar

- Organisma dalam spesies yang sama didapati berbeza dari segi morfologi, fisiologi dan genetik.



Punca Variasi

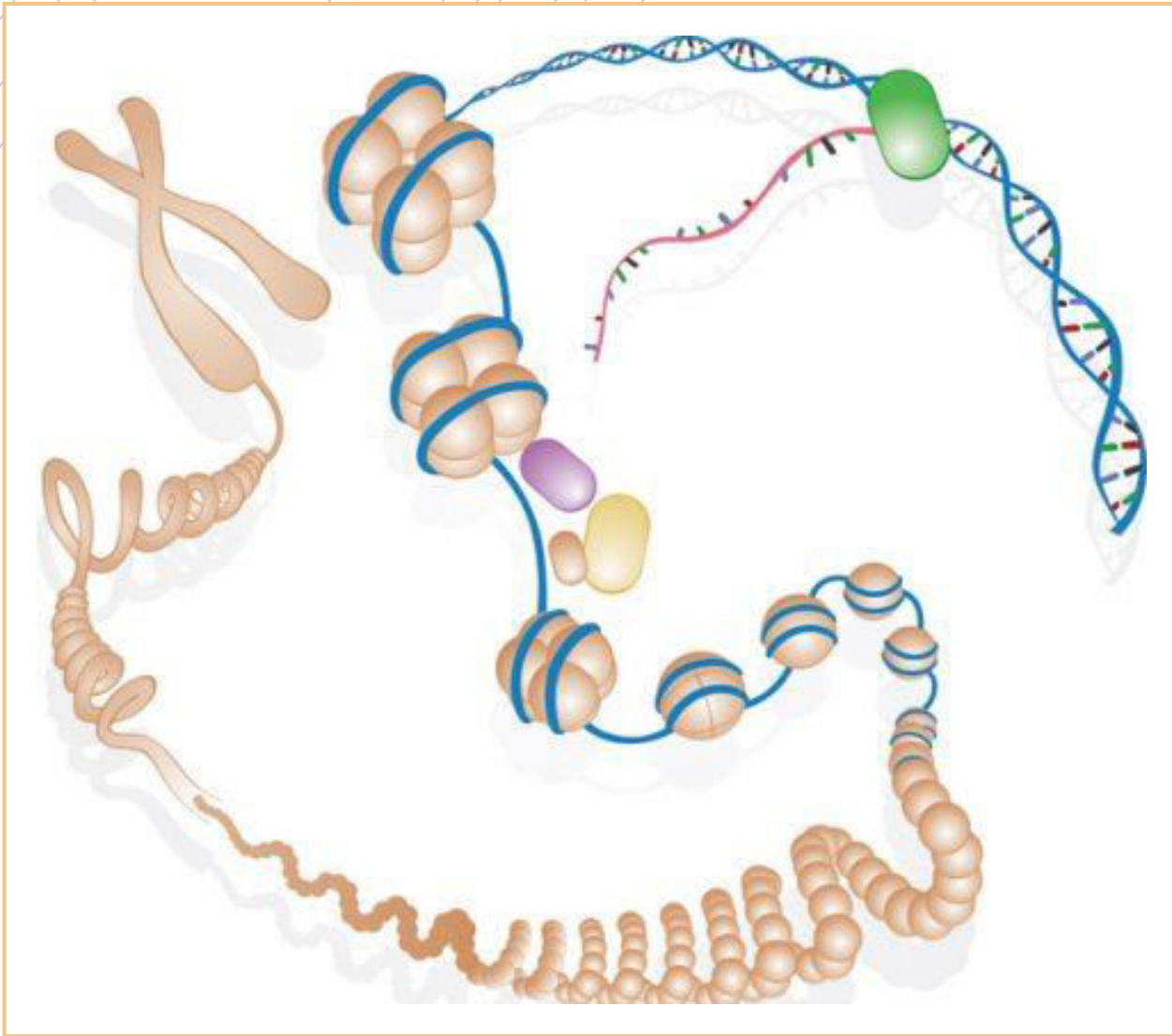




**Rajah 12.5** Faktor-faktor yang menyebabkan variasi selanjara dan variasi tak selanjara

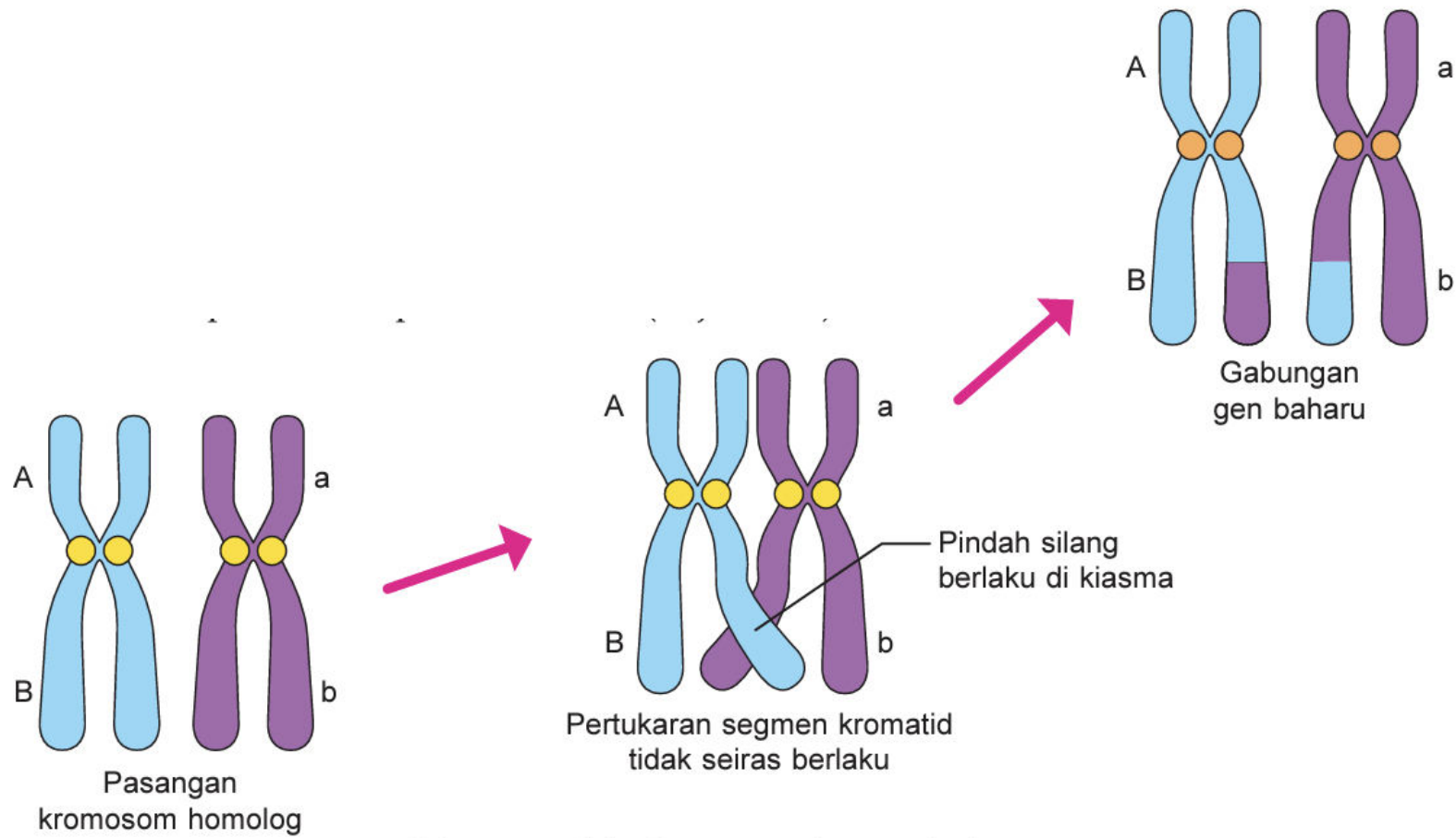
## Faktor Genetik

- **Proses Pindah Silang**
- **Penyusunan Bebas Kromosom**
- **Persenyawaan Rawak**
- **Mutasi**



- Pindah silang berlaku antara kromatid tidak seiras pada kromosom homolog semasa profasa I meiosis.
- Penggabungan semula menghasilkan kombinasi gen baharu.
- Kromatid kembar berpisah semasa anafasa II meiosis membentuk gamet dengan kandungan genetik yang berbeza pada akhir proses meiosis

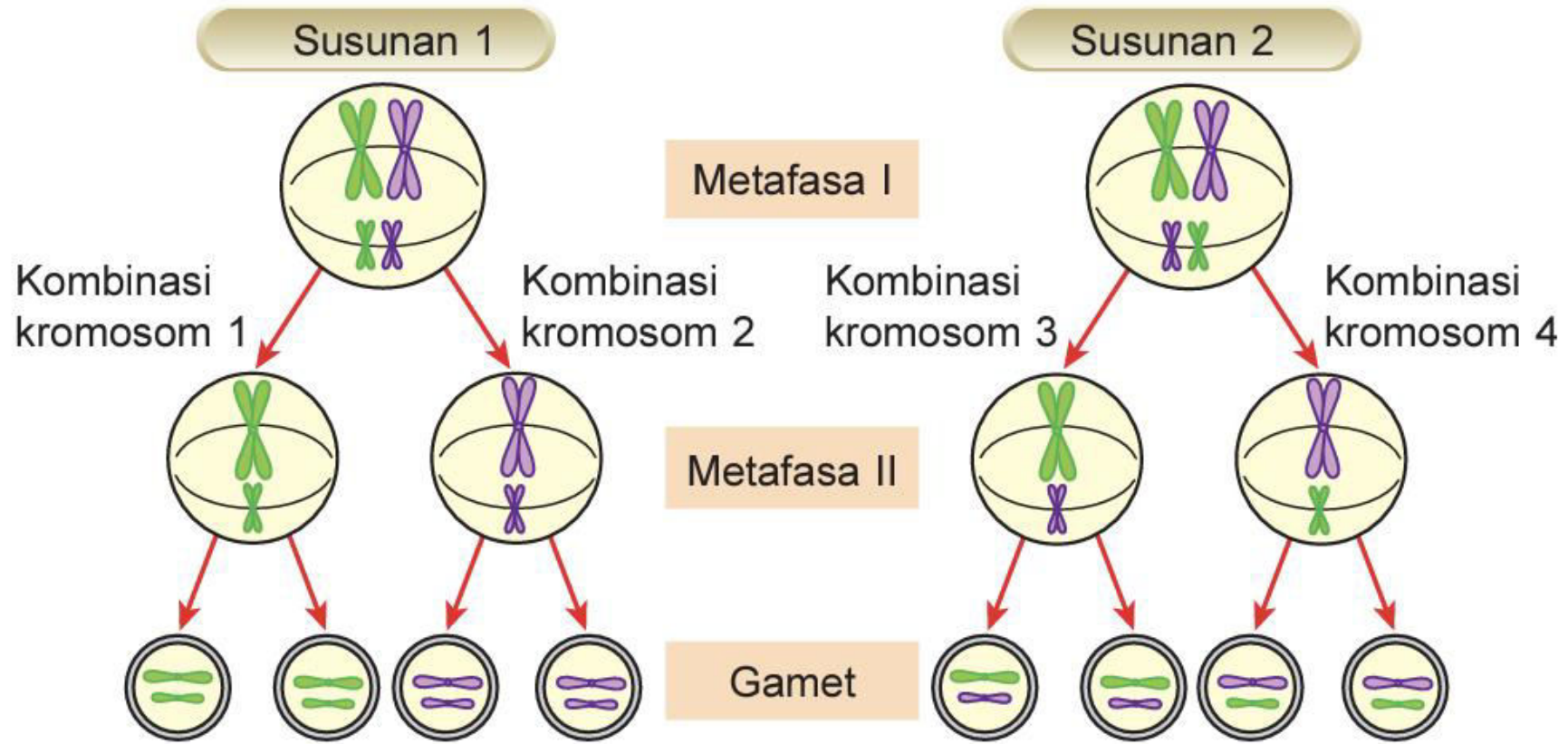
## Proses Pindah Silang



Rajah 12.6 Pindah silang antara kromatid tak seiras

- Semasa peringkat metafasa I meiosis, pasangan kromosom homolog (satu kromosom maternal dan satu kromosom paternal) tersusun secara rawak pada satah khatulistiwa sel.
- Rajah menunjukkan dua kemungkinan penyusunan kromosom homolog pada satah khatulistiwa bagi satu sel diploid ( $2n=4$ ).
- Pada akhir meiosis, terdapat pelbagai gamet dengan kombinasi kromosom paternal dan maternal yang berbeza, mengakibatkan kandungan genetik dalam setiap gamet juga berbeza.

## Penyusunan Bebas Kromosom

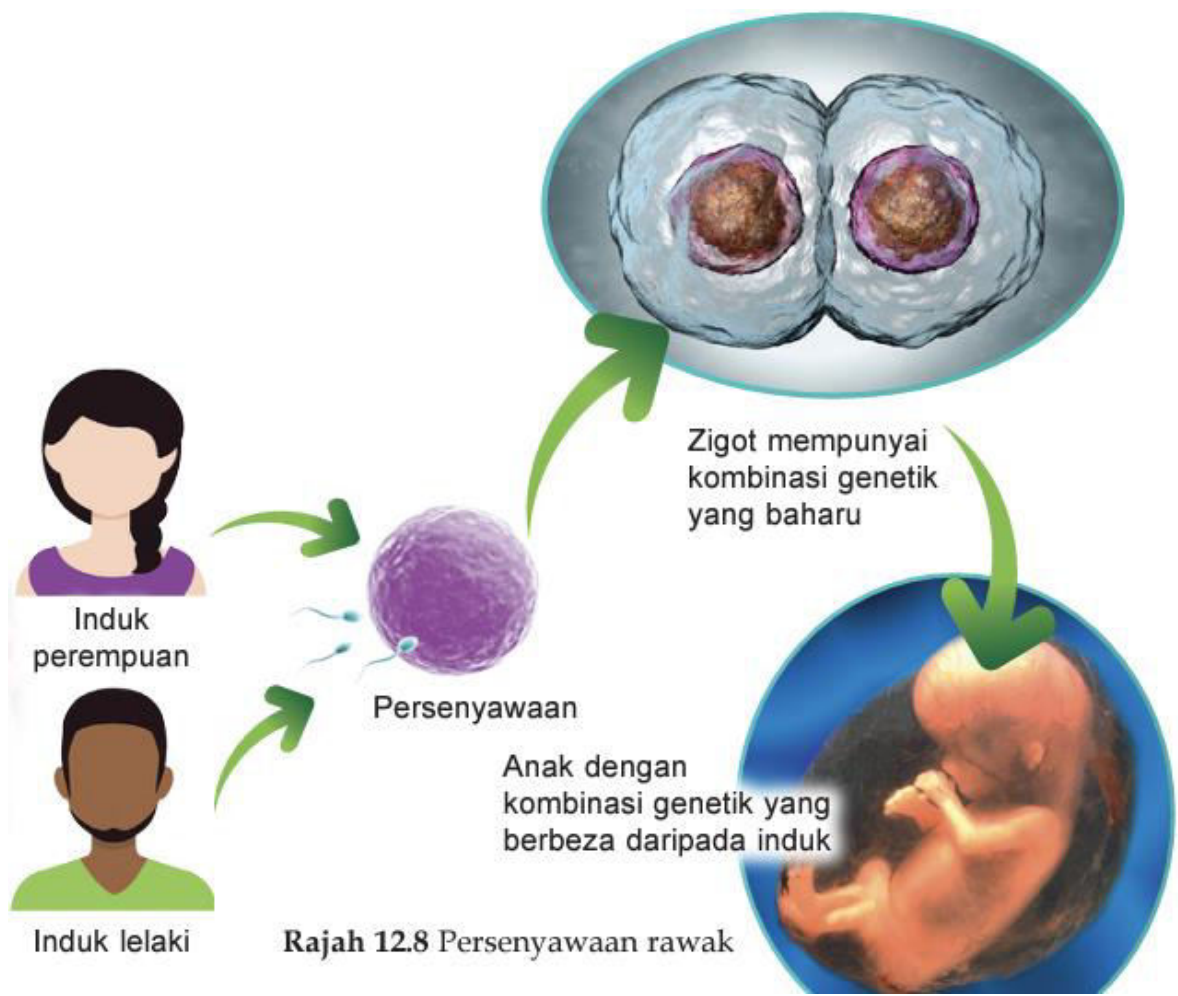


**Rajah 12.7** Penyusunan rawak kromosom homolog semasa metafasa I

- **Persenyawaan antara sperma dan oosit sekunder adalah secara rawak.**
- **Melalui penggabungan semula genetik semasa pindah silang dan penyusunan rawak kromosom homolog semasa meiosis, pelbagai gamet dengan kandungan genetik yang berbeza daripada induk akan dihasilkan.**
- **Oleh itu, zigot diploid yang terhasil selepas persenyawaan akan mempunyai kombinasi genetik yang baharu**

A microscopic image of a cell, likely an oocyte, with a red callout box pointing to it. The cell is large and spherical, with a textured surface. The background is dark and blurry, showing other cells or structures. The red callout box is semi-transparent and contains the text 'Persenyawaan Rawak' in white.

Persenyawaan  
Rawak



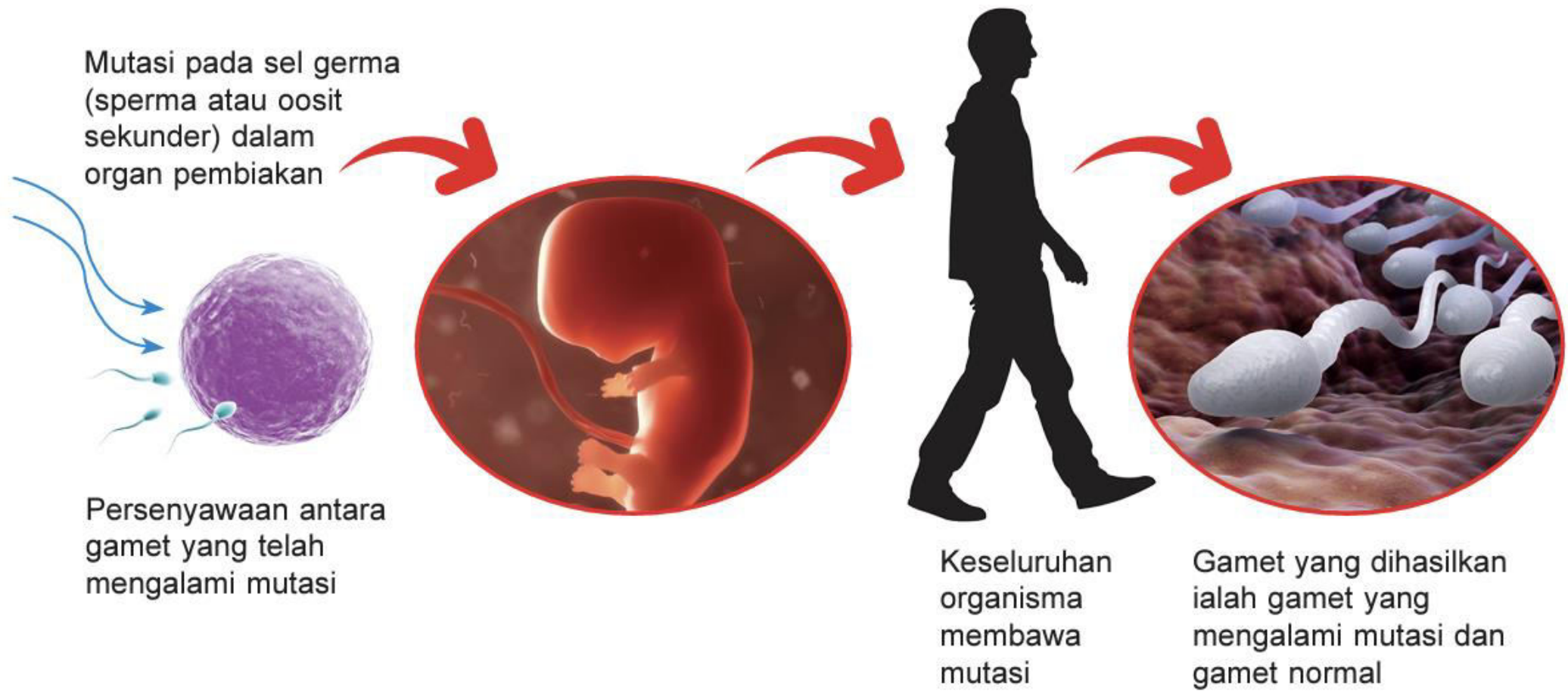
Rajah 12.8 Persenyawaan rawak





## Mutasi

- **Mutasi ialah perubahan kekal yang berlaku secara spontan pada gen atau kromosom.**
- **Mutasi akan mewujudkan genotip yang baharu.**
- **Jika mutasi berlaku kepada gamet (mutasi sel germa), ciri-ciri yang ditentukan oleh bahan genetik yang telah bermutasi dapat diwarisi**
- **Mutasi yang berlaku pada sel soma dapat menyebabkan variasi tetapi ciri-ciri ini tidak akan diwarisi ke generasi seterusnya.**



Rajah 12.9 Mutasi pada sel germa

# Faktor Persekitaran



- Variasi yang disebabkan oleh faktor persekitaran dikenali sebagai variasi persekitaran.
- Faktor persekitaran yang menyebabkan variasi termasuk faktor abiosis seperti suhu, cahaya dan pH.
- Berbeza dengan variasi yang disebabkan oleh genetik, kesan persekitaran ke atas variasi adalah kecil kerana variasi ini hanya melibatkan perbezaan fenotip dan bukannya perbezaan genotip.

## Faktor Persekitaran



- Persekitaran dapat mengubah kekerapan alel dan kekerapan genotip dalam suatu populasi tetapi tidak boleh mengubah genotip.
- Maka, variasi persekitaran tidak boleh diturunkan dari generasi ke generasi, iaitu tidak boleh diwarisi

# Faktor Persekitaran



- pH tanah
- Suhu
- Cahaya



pH tanah

- **Pokok *Hydrangea* sp. menghasilkan bunga berwarna biru dalam keadaan tanah berasid (pH kurang daripada 5.5), manakala warna merah jambu jika tumbuh dalam keadaan tanah beralkali.**

# Suhu



- Kucing siam mewarisi gen yang menghasilkan enzim pigmen gelap bagi warna bulu.
- Enzim ini hanya berfungsi pada suhu yang kurang daripada suhu badan.
- Bahagian badan kucing siam yang mempunyai kawasan bersuhu rendah ialah telinga, muka, ekor dan tapak kaki.
- Oleh itu, faktor ini menjadikan bahagian-bahagian tersebut berwarna gelap.



# Cahaya

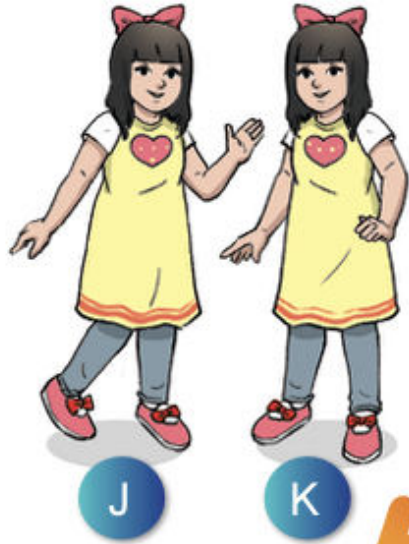
- **Cahaya matahari dapat mengubah warna kulit.**
- **Orang yang sering berada di bawah cahaya matahari dalam jangka masa yang lama akan mempunyai tona kulit yang lebih gelap.**
- **Sebagai contohnya, buruh binaan.**
- **Sinaran ultraungu dalam cahaya matahari akan merosakkan pigmen melanin pada kulit yang terdedah.**
- **Oleh itu, lebih banyak pigmen melanin yang terhasil menyebabkan kulit menjadi lebih gelap.**



# Interaksi antara Faktor Genetik dengan Faktor Persekitaran



- **Faktor persekitaran memainkan peranan dalam penentuan fenotip.**
- **Faktor persekitaran ini dapat berinteraksi dengan faktor genetik untuk menyebabkan variasi**
- **Ciri-ciri yang diwarisi daripada induk seperti ketinggian, kepintaran dan warna kulit amat dipengaruhi oleh faktor persekitaran.**
- **Satu contoh yang menyokong interaksi faktor persekitaran ke atas faktor genetik ialah kes tentang anak kembar seiras**



1

J dan K merupakan pasangan kembar seiras. Mereka mempunyai genotip obesiti yang sama kerana berasal daripada embrio yang sama.

2

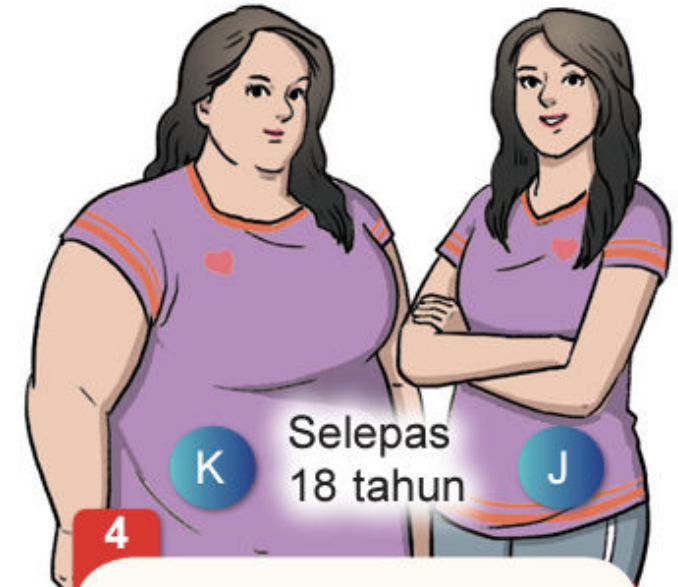
J dan K terpisah sejak zaman kanak-kanak.

3

J mengamalkan diet rendah lemak dan suka menjalankan aktiviti fizikal, manakala K mengamalkan diet tinggi lemak dan tidak suka menjalankan aktiviti fizikal.

4

K mengalami obesiti, manakala J memiliki berat badan yang ideal.




**Kesimpulan:** Tabiat pemakanan dan persekitaran yang berbeza sewaktu membesar



## 12.2 Variasi dalam Manusia

- Trait dominan akan ditunjukkan apabila kedua-dua alel dominan berpasangan atau satu alel dominan berpasangan dengan satu alel resesif.
- Manakala trait resesif akan dipamerkan jika alel resesif berpasangan dengan alel resesif bagi satu trait yang tertentu.
- Hal ini menyebabkan variasi pada manusia.



Hubung Kait Jenis  
Variasi dengan  
Pewarisan  
Manusia

**Jadual 12.1** Contoh ciri dan trait dalam manusia

Ciri	Trait dalam manusia	
	Dominan	Resesif
Ketinggian	Tinggi	Rendah
Jenis rambut	Rambut keriting	Rambut lurus
Kecenderungan penggunaan tangan	Tidak kidal (menggunakan tangan kanan)	Kidal (menggunakan tangan kiri)
Kehadiran lesung pipit	Ada lesung pipit	Tiada lesung pipit
Kebolehan menggulung lidah	Boleh menggulung lidah	Tidak boleh menggulung lidah
Lekapan cuping telinga	Cuping telinga tidak melekap	Cuping telinga melekap



Kehadiran  
lesung  
pipit



Jenis  
rambut  
(lurus atau  
keriting)



Kebolehan  
menggulung lidah



Lekapan cuping telinga  
(Melekap atau tidak melekap)



Melekap



Tidak melekap

Rajah 12.12 Ciri yang berbeza pada manusia



## 12.3 Mutasi

- **Mutasi ialah perubahan secara spontan dan rawak pada kandungan genetik, iaitu DNA dalam sel organisma**
- **Bahan yang dapat menyebabkan mutasi atau meningkatkan kadar mutasi pada aras yang berbahaya ialah mutagen**



Mutasi





## Mutasi

- **Proses mutasi berlaku secara spontan dalam keadaan semula jadi**
- **Bahan genetik baharu yang dihasilkan oleh mutasi disebut mutan.**
- **Mutan boleh wujud sebagai gen mutan, sel mutan, organel mutan atau individu mutan.**

# JENIS MUTAGEN

```
graph TD; JM[JENIS MUTAGEN] --- AF[Agen fizikal]; JM --- AK[Agen kimia]; JM --- AB[Agen biologi]; AF --- AF1[Sinar ultraungu dari matahari]; AF --- AF2[Sinar pengionan seperti sinar-X, sinar alfa dan sinar beta]; AK --- AK1[Karsinogen seperti asap rokok]; AK --- AK2[Bahan pengawet dalam makanan]; AK --- AK3[Formaldehid]; AK --- AK4[Benzena]; AB --- AB1[Virus]; AB --- AB2[Bakteria];
```

## Agen fizikal

- Sinar ultraungu dari matahari
- Sinar pengionan seperti sinar-X, sinar alfa dan sinar beta

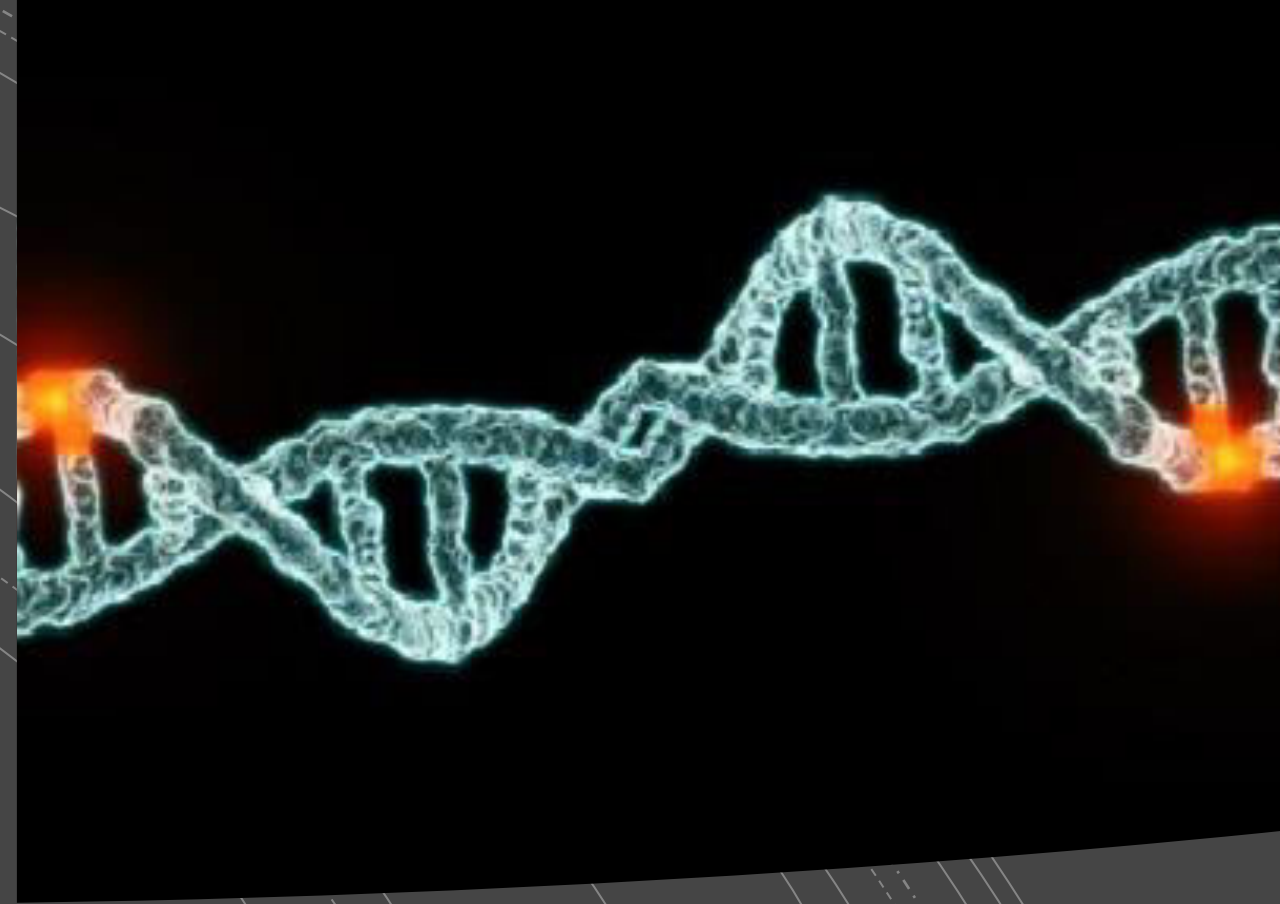
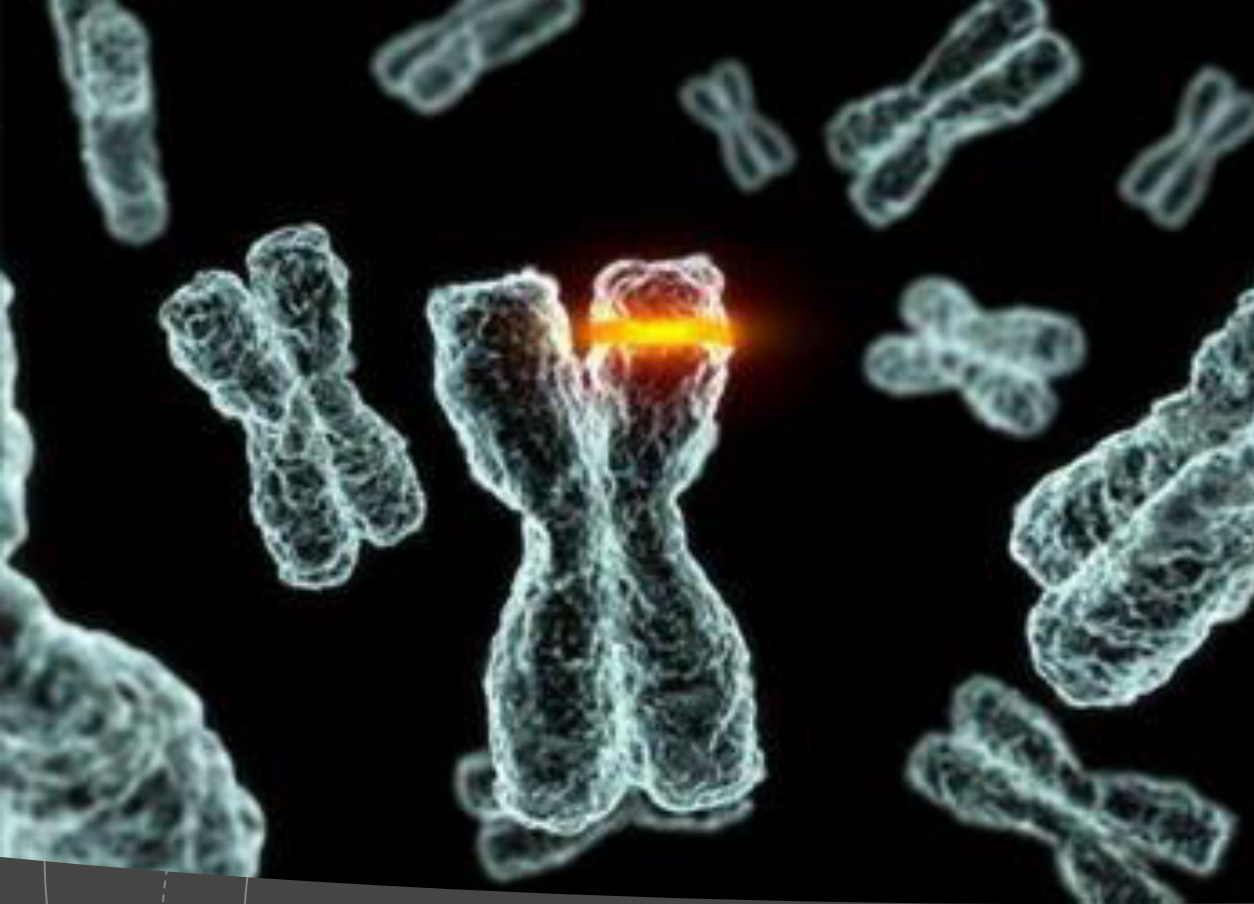
## Agen kimia

- Karsinogen seperti asap rokok
- Bahan pengawet dalam makanan
- Formaldehid
- Benzena

## Agen biologi

- Virus
- Bakteria

Rajah 12.13 Jenis mutagen



Jenis Mutasi

- **Mutasi Gen**
- **Mutasi Kromosom**

- Mutasi gen berlaku apabila terdapat perubahan dalam urutan bes nukleotida dalam sesuatu gen
- Mutasi gen juga dikenali sebagai mutasi titik. Perubahan ini mengubah kod genetik yang digunakan bagi sintesis asid amino.

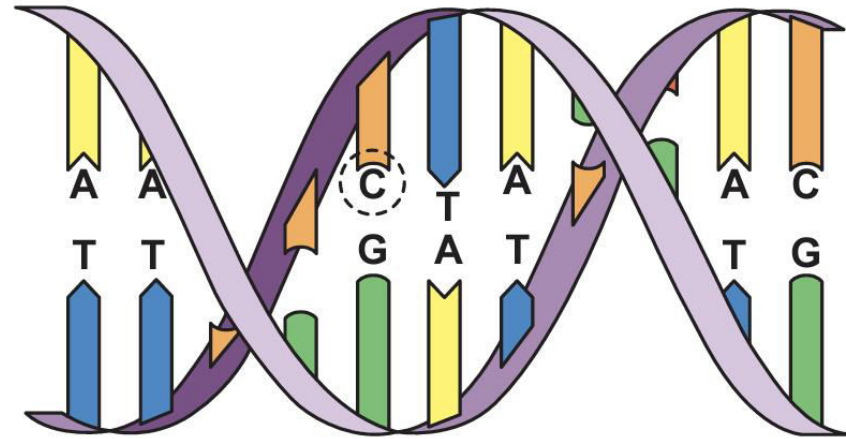


Mutasi Gen

- Akibatnya, struktur protein yang dihasilkan berubah dan protein baru yang disintesis tidak dapat berfungsi.
- Mutasi gen berlaku melalui penggantian bes, pelenyapan bes dan sisipan bes

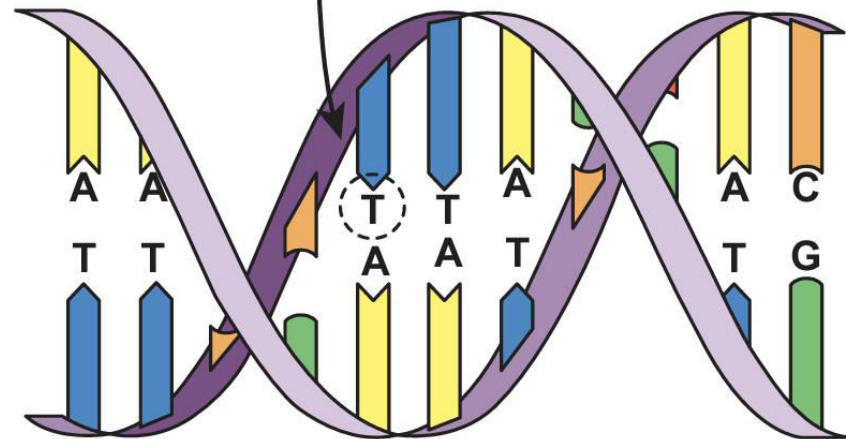


Mutasi Gen



Urutan nukleotida asal

Mutasi titik

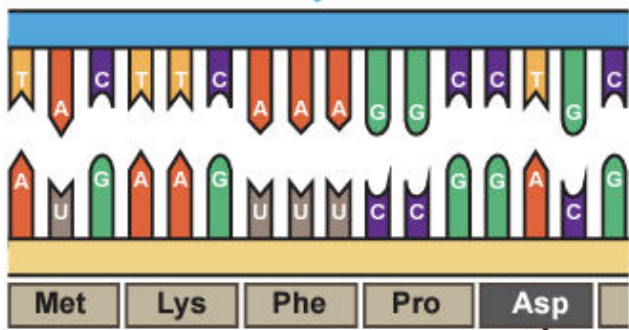
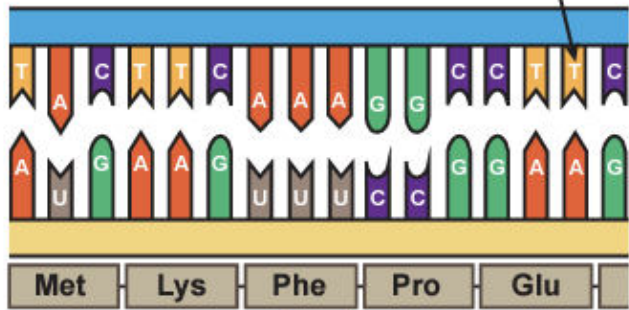


Urutan nukleotida selepas mutasi berlaku

Rajah 12.14 Perubahan nukleotida dalam gen

## Penggantian bes

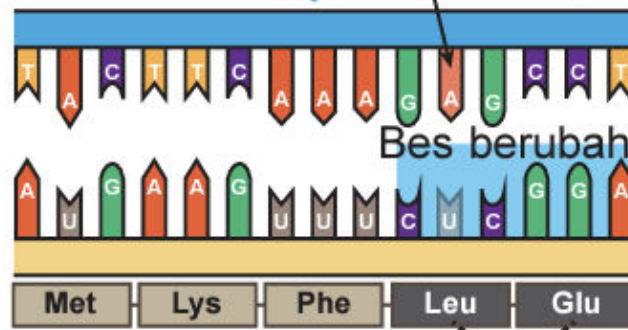
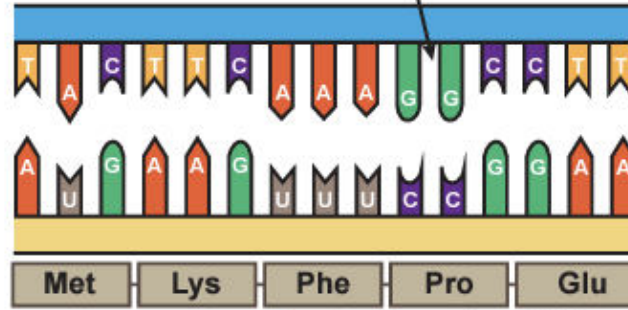
Gantian bes



Asid amino berlainan disintesis

## Sisipan bes

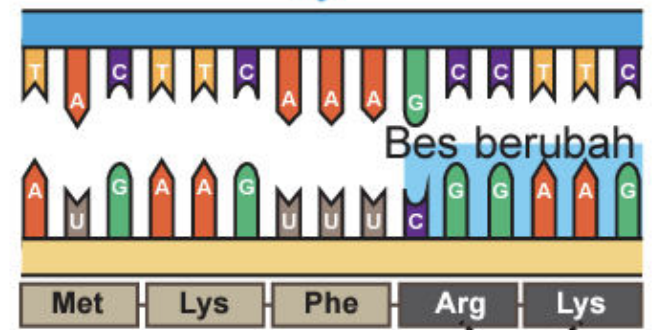
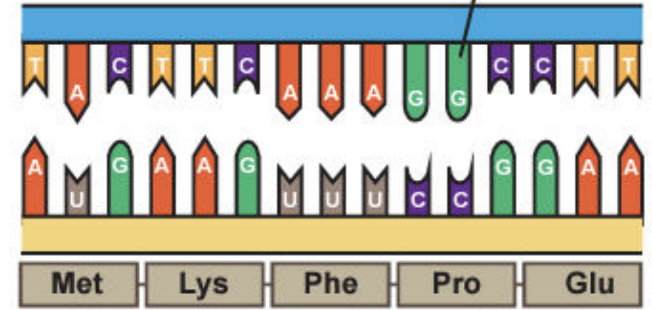
Sisipan bes



Asid amino baharu disintesis

## Pelenyapan bes

Pelenyapan bes



Asid amino baharu disintesis

Rajah 12.15 Mutasi gen



## Mutasi Gen

- **Mutasi gen menyebabkan penyakit genetik seperti talasemia, sistik fibrosis, anemia sel sabit, albinisme dan hemofilia**



**Jadual 12.2** Contoh-contoh penyakit genetik

Jenis mutasi gen	Contoh penyakit
Penggantian bes	Anemia sel sabit
Sisipan bes	Sistik fibrosis ( <i>cystic fibrosis</i> )
Pelenyapan bes	Talasemia



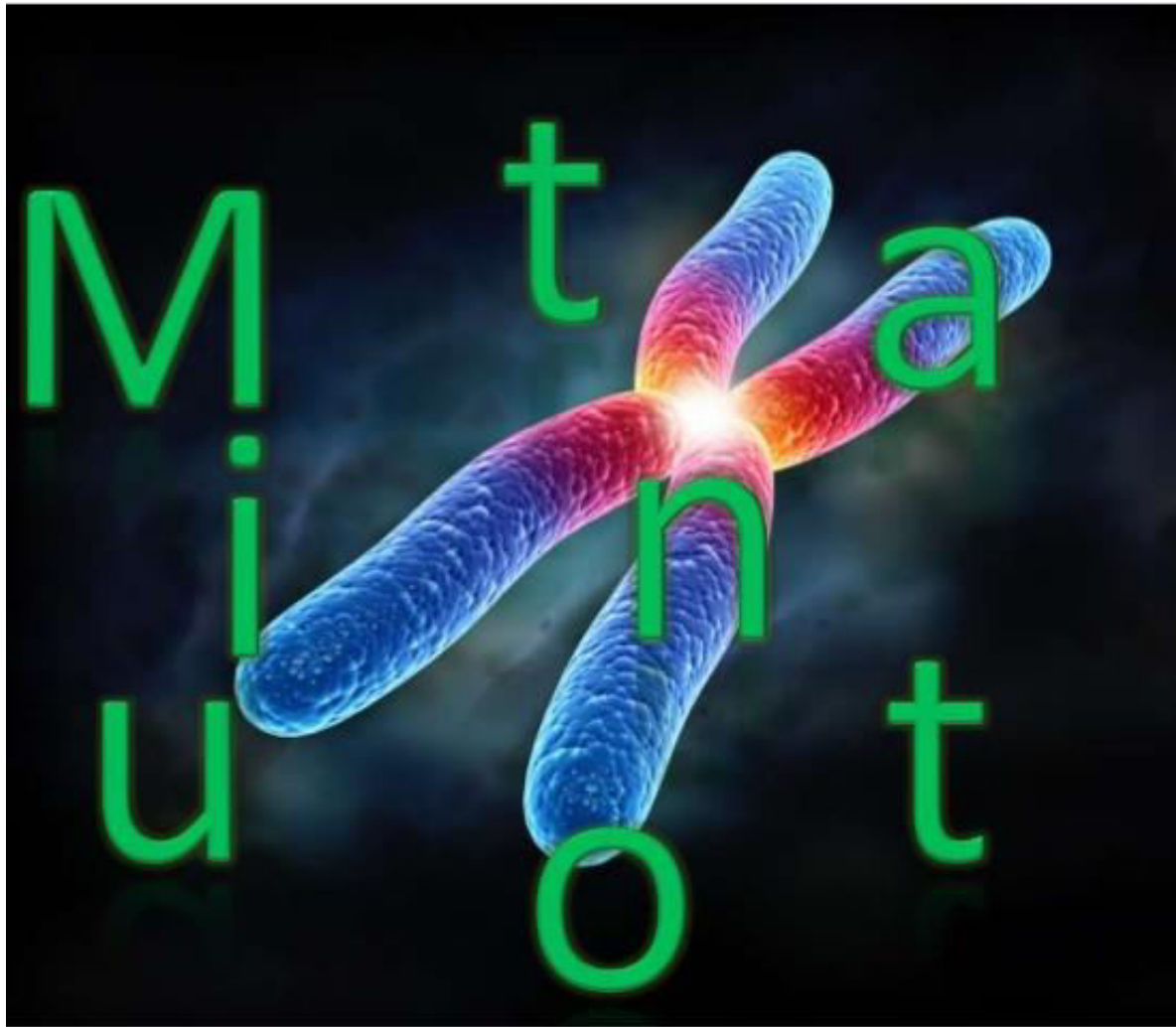
## Anemia Sel Sabit

- **Penyakit anemia sel sabit disebabkan oleh mutasi pada gen yang bertanggungjawab ke atas sintesis hemoglobin**
- **Hemoglobin yang terdapat di dalam sel darah merah pesakit ini mempunyai bentuk sabit**
- **Hal ini disebabkan oleh pembentukan sel darah merah yang tidak sempurna**
- **Sebahagian daripada sel darah merah pesakit ini adalah normal, manakala sebahagian lagi berbentuk sabit**



## Albinisme

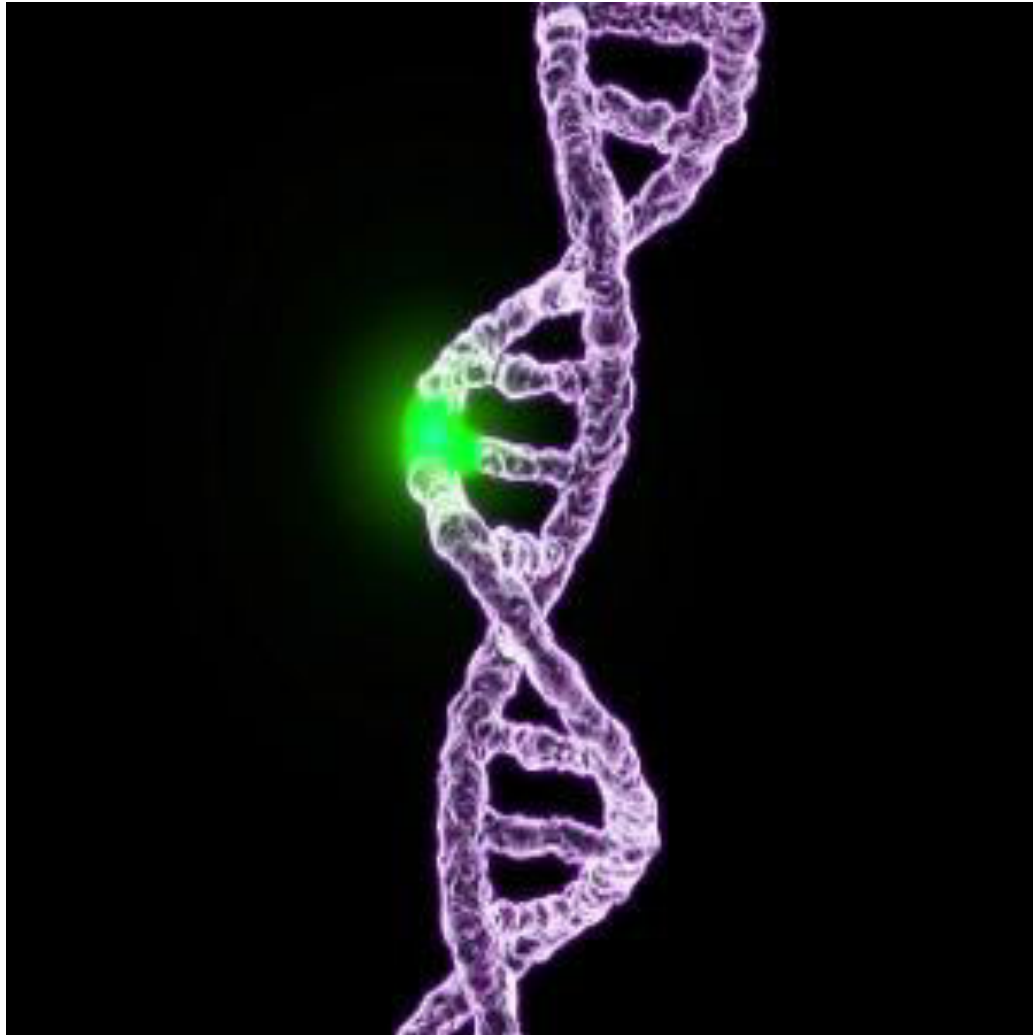
- **Individu yang mengalami albinisme dikenali sebagai albino.**
- **Albinisme berlaku akibat gen yang bertanggungjawab untuk menghasilkan pigmen kulit, rambut dan mata telah mengalami mutasi.**
- **Oleh yang demikian, pigmen ini tidak dihasilkan dalam albino**



## Mutasi Kromosom

- **Mutasi kromosom melibatkan perubahan dalam struktur kromosom atau perubahan dalam bilangan kromosom.**
- **Mutasi kromosom dapat menyebabkan perubahan ciri-ciri pada organisma.**

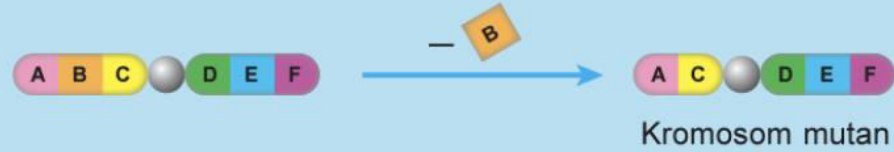
## Mutasi Kromosom



- **Perubahan dalam struktur kromosom melibatkan perubahan dalam susunan gen pada suatu kromosom.**
- **Perubahan struktur kromosom menyebabkan keabnormalan pada kromosom berkenaan.**
- **Keadaan keabnormalan ini disebut aberasi kromosom.**
- **Jenis-jenis perubahan struktur kromosom adalah seperti pelenyapan, penggandaan, penyongsangan dan translokasi**

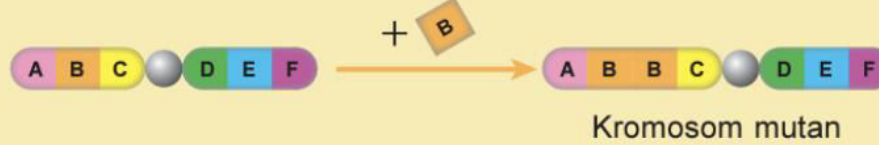
### Pelenyapan

Salah satu hujung atau segmen di dalam kromosom putus dan hilang (kehilangan beberapa gen).



### Penggandaan

Sebahagian kromosom mengganda menyebabkan urutan gen berulang.



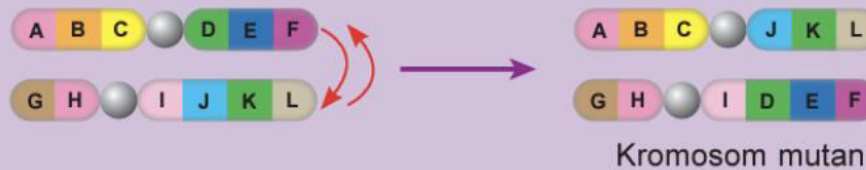
### Penyongsangan

Segmen kromosom terputus, berputar pada 180° dan disambung semula (urutan gen pada kromosom berubah).



### Translokasi

Sebahagian daripada kromosom terputus dan bersambung dengan kromosom bukan homolog yang lain.



Rajah 12.16 Mutasi kromosom



## Mutasi Kromosom

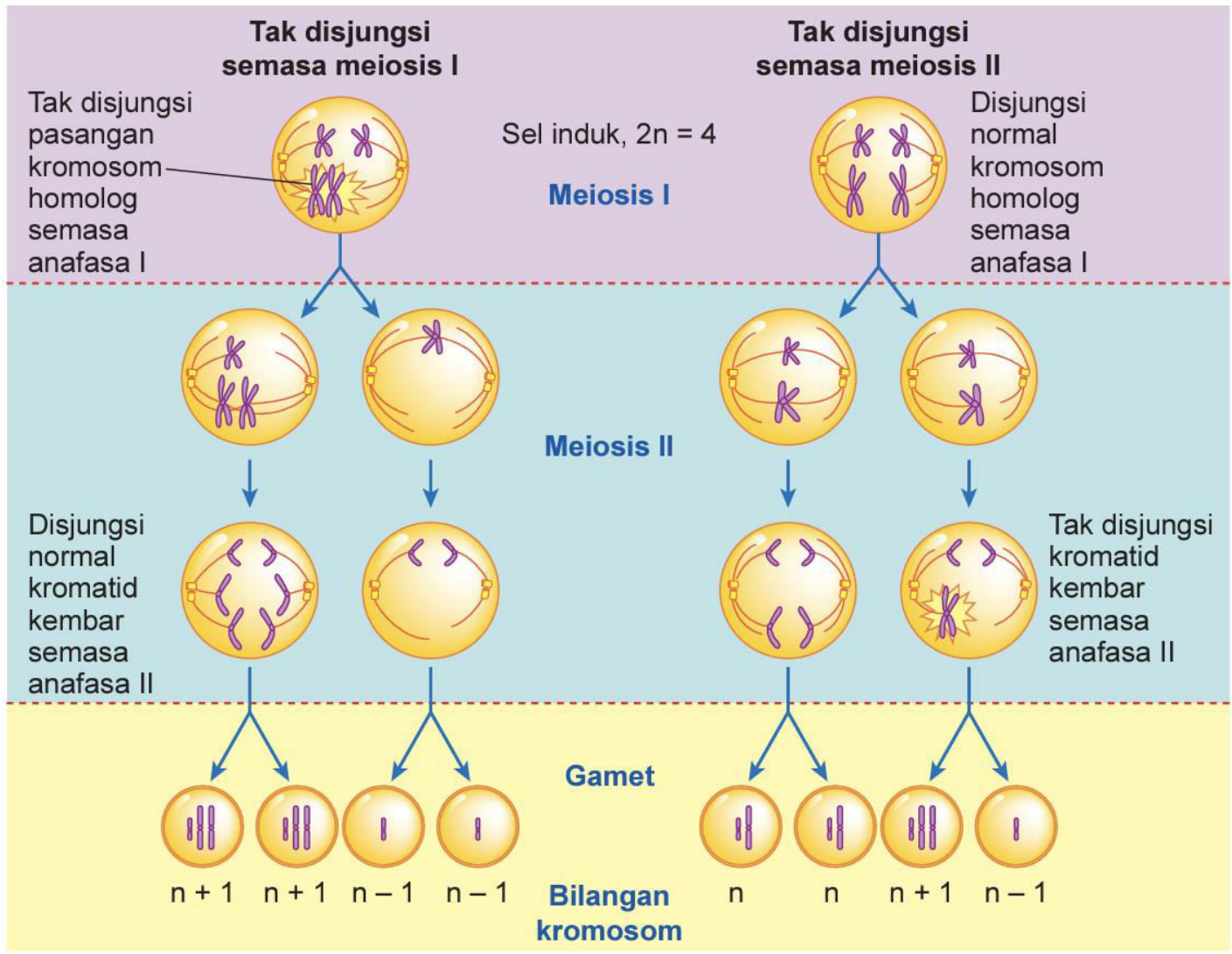
- **Dalam perubahan bilangan kromosom, organisma diploid kehilangan satu atau lebih kromosom, atau memperoleh satu atau lebih kromosom tambahan.**
- **Keadaan ini berlaku apabila kromosom homolog gagal terpisah semasa anafasa I meiosis atau kromatid kembar gagal terpisah semasa anafasa II meiosis.**



## Mutasi Kromosom

- **Hal ini mungkin disebabkan gentian gelendong yang normal gagal terbentuk semasa meiosis.**
- **Fenomena ini dikenali sebagai tak disjungsi dan ini mengakibatkan bilangan kromosom yang tidak normal.**
- **Gamet mungkin kehilangan satu atau lebih kromosom atau memperoleh satu atau lebih kromosom**





Rajah 12.17 Tak disjungsi pada kromosom semasa meiosis

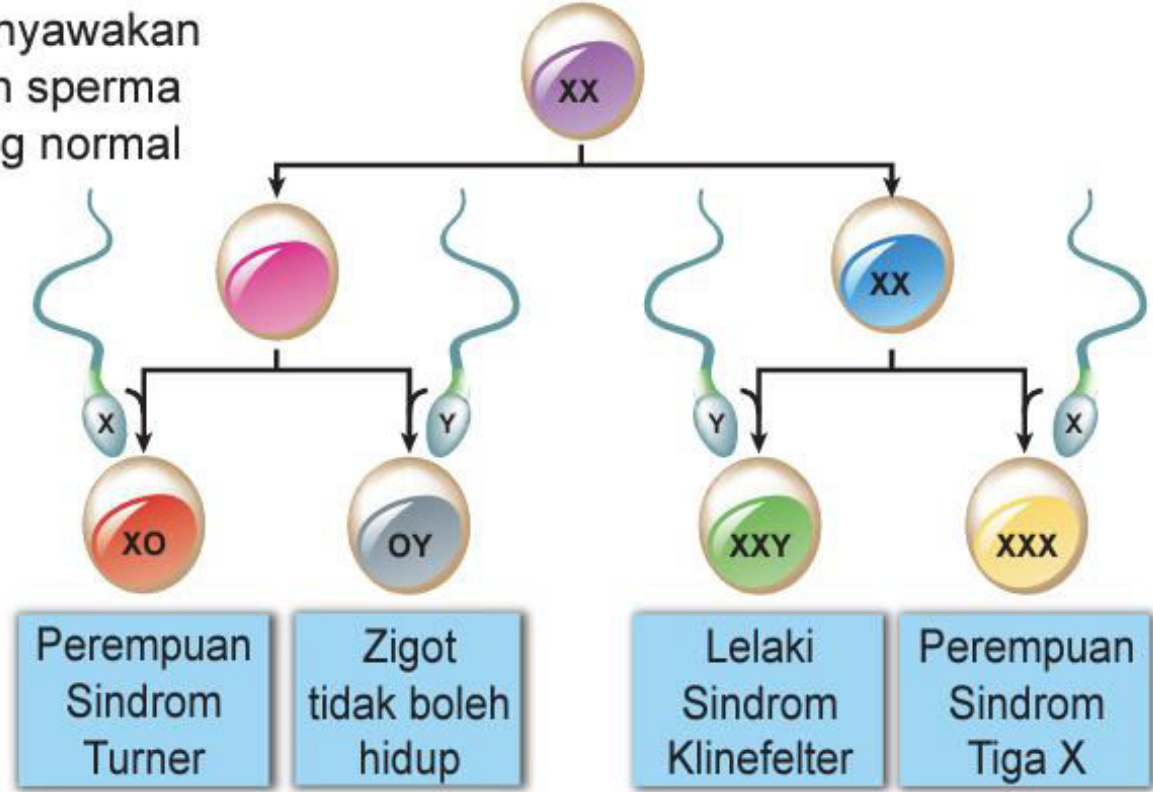
# Mutasi Kromosom



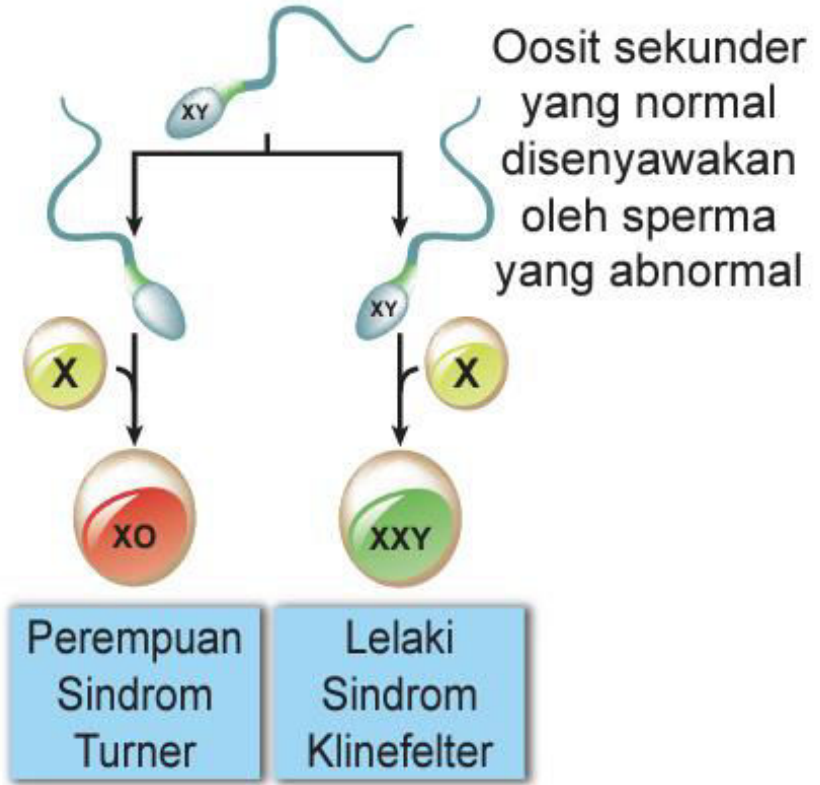
- **Keabnormalan dalam bilangan kromosom seks boleh terjadi akibat tak disjungsi semasa spermatogenesis atau semasa oogenesis.**
- **Persenyawaan yang melibatkan gamet yang tidak normal akan menghasilkan zigot yang berkembang menjadi individu yang mempunyai ciri-ciri tidak normal**
- **Individu ini mengalami perubahan fenotip**

Oosit sekunder yang abnormal disenyawakan oleh sperma yang normal

Tak disjungsi kromosom seks semasa oogenesis

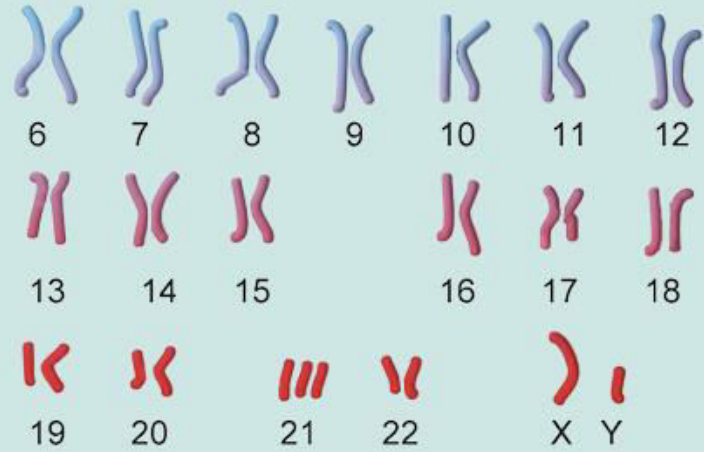



Tak disjungsi kromosom seks semasa spermatogenesis



Rajah 12.18 Penyakit yang dialami akibat mutasi bilangan kromosom

Jadual 12.3 Ciri-ciri penyakit akibat mutasi kromosom

Penyakit	Bilangan kromosom	Ciri-ciri penyakit
<b>Keabnormalan dalam autosom</b>		
<p>Sindrom Down</p>	<p><math>(2n + 1) = 47</math> Mempunyai tiga kromosom nombor 21</p>  <p>Rajah 12.19 Kariotip</p>	<p>Individu (lelaki atau perempuan) mempunyai mata sepet, hidung penyek, lidah terjelir, dahi yang lebar dan kebiasaannya terencat akal (Gambar foto 12.10).</p>  <p>Gambar foto 12.10 Individu Sindrom Down</p>

Sindrom  
Cri du chat

Berlakunya perubahan dalam struktur kromosom disebabkan pelenyapan hampir keseluruhan kromosom nombor 5 pada lengan pendek kromosom berkenaan.

Pesakit menangis seperti kucing mengiau semasa bayi. Pesakit menunjukkan pertumbuhan yang lambat serta mengalami kecacatan mental dan fizikal. Kebanyakan pesakit mati semasa kanak-kanak.

## Keabnormalan dalam kromosom seks

Sindrom Klinefelter	$(2n + 1) = 47$ $44 + XXY$  <b>Gambar foto 12.11</b> Individu Sindrom Klinefelter		Lelaki yang mandul dengan testis kecil yang gagal menghasilkan sperma. Mempunyai suara dan buah dada seperti wanita. Mempunyai kaki dan tangan yang panjang.
Sindrom Jacob	$(2n + 1) = 47$ $44 + XYY$  <b>Gambar foto 12.12</b> Individu Sindrom Jacob		Lelaki yang mempunyai ketinggian lebih daripada lelaki normal. Mempunyai masalah jerawat teruk di muka. Lambat bertutur dan mempunyai masalah pembelajaran. Mempunyai masalah otot yang lemah ( <i>hypotonia</i> ).
Sindrom Turner	$(2n - 1) = 45$ $44 + XO$  <b>Gambar foto 12.13</b> Individu Sindrom Turner		Perempuan yang mandul dan kekurangan ciri-ciri seks sekunder perempuan. Buah dada dan ovarinya tidak berkembang. Individu ini mempunyai kulit berlipat pada kawasan leher, lehernya bertaut atau mempunyai IQ yang rendah.



## Mutasi Sel Soma dan Sel Gamet

- **Mutasi dapat berlaku kepada sel soma atau sel gamet dan akan menghasilkan variasi dalam populasi.**

**Jadual 12.4** Perbezaan antara mutasi sel soma dengan sel gamet

Mutasi sel soma	Mutasi sel gamet
Melibatkan sel-sel badan seperti sel kulit dan sel mata	Melibatkan sel germa yang menghasilkan sel gamet (oosit sekunder atau sperma)
Tidak boleh diwariskan kepada keturunannya	Boleh diwariskan daripada induk kepada anak
Penyakit hanya akan dialami oleh individu yang mengalami mutasi	Penyakit akan dialami oleh individu yang mengalami mutasi dan akan diwarisi oleh keturunan
Sebagai contoh: Penyakit yang berkaitan dengan sistem saraf	Sebagai contoh: Semua penyakit yang boleh diwarisi seperti talasemia





**TAMAT**