

15.1 VARIASI DALAM ORGANISMA

- 1 Variasi adalah **perbezaan** ciri antara individu dalam **spesies yang sama**.
- 2 **Kepentingan variasi** adalah:
 - (a) Untuk membezakan individu daripada spesies yang sama
 - (b) Untuk membolehkan suatu spesies bermandiri dalam persekitaran yang berubah-ubah
 - (c) Untuk memastikan kemandirian spesies daripada pemangsa dalam habitat yang baharu
- 3 Contoh variasi dalam manusia:
 - (a) Ketinggian/berat
 - (b) Jenis cap jari: Lengkok, pusar, gelung, komposit

- (c) Kebolehan menggulung lidah: Boleh atau tidak boleh menggulung lidah
- (d) Bentuk cuping telinga: Melekap atau tidak melekap
- (e) Kumpulan darah: A, B, AB, O
- (f) Buta warna: Buta warna atau penglihatan warna normal
- (g) Kepintaran (IQ): Tinggi atau rendah

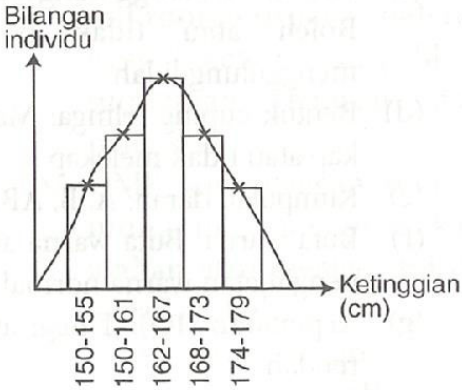
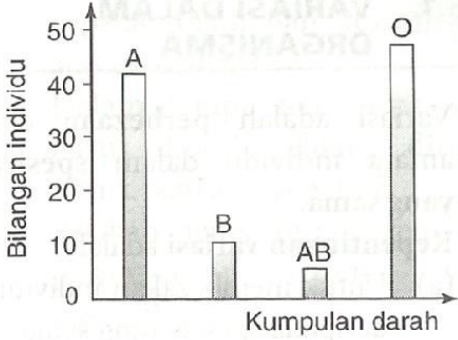
Jenis Variasi

SPM 2003 P2/Q3

- 1 Terdapat dua jenis variasi dalam manusia:
 - (a) Variasi selanjar
 - (b) Variasi tak selanjar
- 2 Jadual 15.1 menunjukkan ciri-ciri dan perbezaan antara variasi selanjar dan variasi tak selanjar.

Jadual 15.1 Perbandingan antara variasi selanjar dengan variasi tak selanjar

Variasi selanjar	Variasi tak selanjar
1 Tiada perbezaan ketara	Mempunyai perbezaan ketara
2 Perbezaan beransur-ansur dengan ciri perantaraan	Tiada ciri perantaraan
3 Dikawal oleh beberapa gen tertentu	Dikawal oleh satu gen saja
4 Dipengaruhi oleh persekitaran	Tidak dipengaruhi oleh persekitaran
5 Tidak boleh diwarisi	Boleh diwarisi
6 Berbentuk kuantitatif kerana boleh diukur	Berbentuk kualitatif kerana suatu ciri itu sama ada hadir atau tidak hadir

Variasi selanjar	Variasi tak selanjar
7 Contohnya adalah ketinggian, berat, warna kulit, kepintaran	Contohnya adalah kebolehan menggulung lidah, bentuk cuping telinga, kumpulan darah dan jenis rambut
8 Mempunyai lengkung taburan normal (lengkung berbentuk loceng)	Mempunyai taburan diskrit
 <p>Rajah 15.1 Variasi selanjar</p>	 <p>Rajah 15.2 Variasi tak selanjar</p>



EKSPERIMEN 15.1 Variasi ketinggian pelajar dalam kelas

Tujuan

Mengkaji variasi ketinggian pelajar di dalam sebuah kelas

Pernyataan masalah

Bagaimanakah ketinggian pelajar di dalam sebuah kelas berbeza-beza?

Hipotesis

Ketinggian pelajar di dalam sebuah kelas berbeza-beza tanpa sebarang perbezaan ketara

Pembolehkan:

- Dimanipulasikan: Sampel pelajar
- Bergerak balas: Ketinggian pelajar
- Malar: Umur pelajar

Radas

Pembaris meter dan pen penanda

Bahan

Sampel pelajar

Teknik

Mengukur dan merekodkan ketinggian pelajar menggunakan pembaris meter

Prosedur

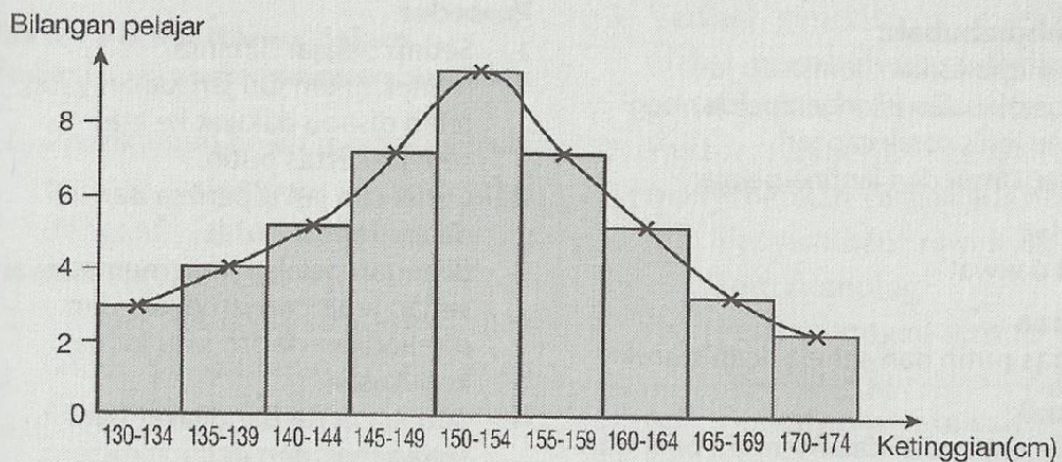
- Ketinggian setiap pelajar di dalam sebuah kelas seramai 45 orang diukur.
- Ketinggian setiap pelajar direkodkan dan kemudian dibahagikan kepada beberapa julat.
- Keputusan untuk keseluruhan kelas direkodkan berdasarkan bilangan pelajar bagi setiap julat ketinggian.

4 Satu histogram untuk bilangan pelajar melawan julat ketinggian dilakar.

5 Titik tengah bagi setiap julat disambungkan untuk membentuk satu lengkung normal.

Keputusan

Julat ketinggian (cm)	130-134	135-139	140-144	145-149	150-154	155-159	160-164	165-169	170-174
Bilangan pelajar	3	4	5	7	9	7	5	3	2



Rajah 15.1

Perbincangan

- 1 Ketinggian yang paling lazim adalah 150-154 cm.
- 2 Ketinggian pelajar di dalam kelas adalah antara 130 hingga 174 cm.
- 3 Ketinggian pelajar berbeza-beza tetapi perbezaannya beransur-ansur dan tidak ketara.
- 4 Terdapat satu julat variasi yang selanjat.

5 Variasi ketinggian pelajar mengikut suatu lengkung taburan normal.

Kesimpulan

Hipotesis diterima. Ketinggian pelajar di dalam kelas berbeza-beza tanpa sebarang perbezaan ketara.



EKSPERIMEN 15.2 Variasi jenis cap jari pelajar

Tujuan

Mengkaji variasi jenis cap jari pelajar di dalam sebuah kelas

Penyataan masalah

Bagaimanakah jenis cap jari pelajar-pelajar di dalam sebuah kelas berbeza-beza?

Hipotesis

Jenis cap jari pelajar di dalam kelas mempunyai perbezaan ketara dan boleh dikelaskan kepada empat jenis cap jari

Pembolehubah:

Dimanipulasikan: Jenis cap jari

Bergerak balas: Bilangan pelajar bagi setiap jenis corak cap jari

Malar: Umur dan jantina pelajar

Radas

Ped dakwat

Bahan

Kertas putih dan sehelai kain buruk

Teknik

Mengenal pasti dan mengira bilangan pelajar yang mempunyai setiap jenis cap jari



Lengkok



Pusar



Gelung



Komposit

Rajah 15.4 Jenis cap jari



Rajah 15.5

Prosedur

- 1 Setiap pelajar diminta menekapkan ibu jari kanan yang telah disapu dakwat ke atas sehelai kertas putih.
- 2 Corak cap jari diperiksa dan dikenal pasti.
- 3 Bilangan pelajar yang mempunyai setiap jenis cap jari dikira dan direkodkan dalam satu jadual keputusan.
- 4 Sebuah carta bar dilakar bagi setiap jenis cap jari.

Keputusan

Jenis cap jari	Bilangan pelajar
Lengkok	8
Gelung	12
Pusar	16
Komposit	14

Perbincangan

- 1 Jenis cap jari berbeza bagi setiap pelajar.
- 2 Corak cap jari boleh dibahagikan kepada empat jenis: lengkok, gelung, pusar dan komposit.

- 3 Variasi jenis cap jari adalah taburan diskrit dengan perbezaan ketara.

Kesimpulan

Hipotesis diterima. Jenis cap jari pelajar di dalam kelas tersebut mempunyai perbezaan ketara dan boleh dikelaskan kepada empat jenis cap jari.

15.2 PUNCA VARIASI

Terdapat dua faktor yang menyebabkan variasi:

- Faktor genetik
- Faktor persekitaran

Faktor Persekitaran dalam Variasi

- Persekitaran boleh mempengaruhi fenotip dengan berinteraksi dengan faktor genetik yang menentukan ciri.
- Variasi yang disebabkan oleh faktor persekitaran **tidak boleh diwarisi**. Variasi tersebut merupakan **variasi selanjur**.
- Faktor persekitaran yang menyebabkan variasi adalah seperti berikut:
 - Dalam **tumbuhan**:
 - Keamatan cahaya
 - Iklim
 - pH tanah
 - Bekalan air
 - Suhu
 - Dalam **manusia**:
 - Jenis makanan
 - Cahaya matahari
 - Pendidikan

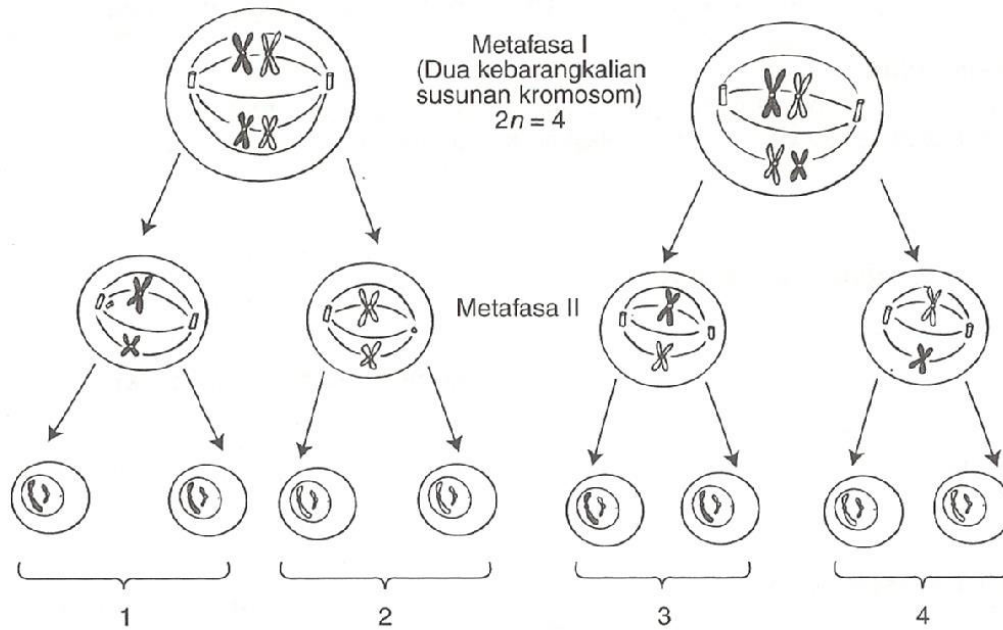
- Senaman
- Kemahiran

Faktor Genetik dalam Variasi

- Variasi yang disebabkan oleh faktor genetik tidak boleh dipengaruhi oleh persekitaran.
- Variasi genetik** ini disebabkan oleh **perubahan kandungan genetik** dan boleh diwarisi.
- Faktor genetik yang boleh menyebabkan variasi adalah:
 - Penyusunan rawak kromosom homolog
 - Penggabungan semula genetik secara pindah silang
 - Persenyawaan rawak
 - Mutasi

Penyusunan rawak kromosom homolog

- Penyusunan rawak kromosom homolog berlaku semasa **metafasa I** meiosis, apabila kromosom homolog disusun secara rawak pada khatulistiwa sel.
- Semasa **anafasa I**, kromosom homolog berpisah menghasilkan **gamet dengan pelbagai kombinasi kromosom** (Rajah 15.6).



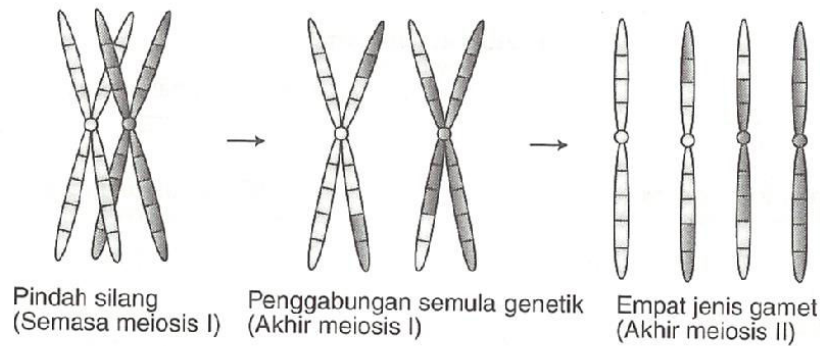
Rajah 15.6 Penyusunan rawak kromosom homolog untuk menghasilkan gamet dengan kombinasi genetik yang berbeza

- 3 Bilangan kombinasi kromosom gamet yang boleh dibentuk adalah berdasarkan formula 2^n , iaitu n adalah bilangan haploid organisma tersebut.
- 4 Contohnya, sel yang mempunyai bilangan diploid 6 ($2n = 6$) akan mempunyai kombinasi kromosom 2^3 atau 8 kombinasi kromosom untuk gamet.
- 5 Varieti gamet yang sangat luas dengan pelbagai kombinasi kromosom akan menghasilkan gamet yang mempunyai kandungan genetik yang berbeza, seterusnya menyebabkan variasi.

Penggabungan semula genetik secara pindah silang

- 1 Semasa profasa I meiosis, kromatid pada kromosom

- homolog bersilang pada titik tertentu yang dipanggil kiasma.
- 2 Apabila kromatid terputus pada kiasma, pindah silang berlaku, iaitu ada pertukaran antara segmen kromatid, menyebabkan penggabungan semula genetik.
- 3 Kandungan genetik dalam kromosom diubah dan gamet dengan kandungan genetik yang berbeza dihasilkan (Rajah 15.7).
- 4 Varieti gamet dengan kandungan genetik yang berbeza menghasilkan variasi genetik.



Rajah 15.7 Penggabungan semula genetik kesan daripada pindah silang

Persenyawaan rawak

- 1 Melalui penyusunan rawak kromosom homolog semasa metafasa I dan penggabungan semula genetik semasa pindah silang dalam profasa I, varieti sperma dan ovum dengan pelbagai kandungan genetik dihasilkan.
- 2 Persenyawaan berlaku secara rawak antara varieti gamet yang luas dengan kandungan genetik yang berbeza menghasilkan **variasi dalam anak**.

Mutasi

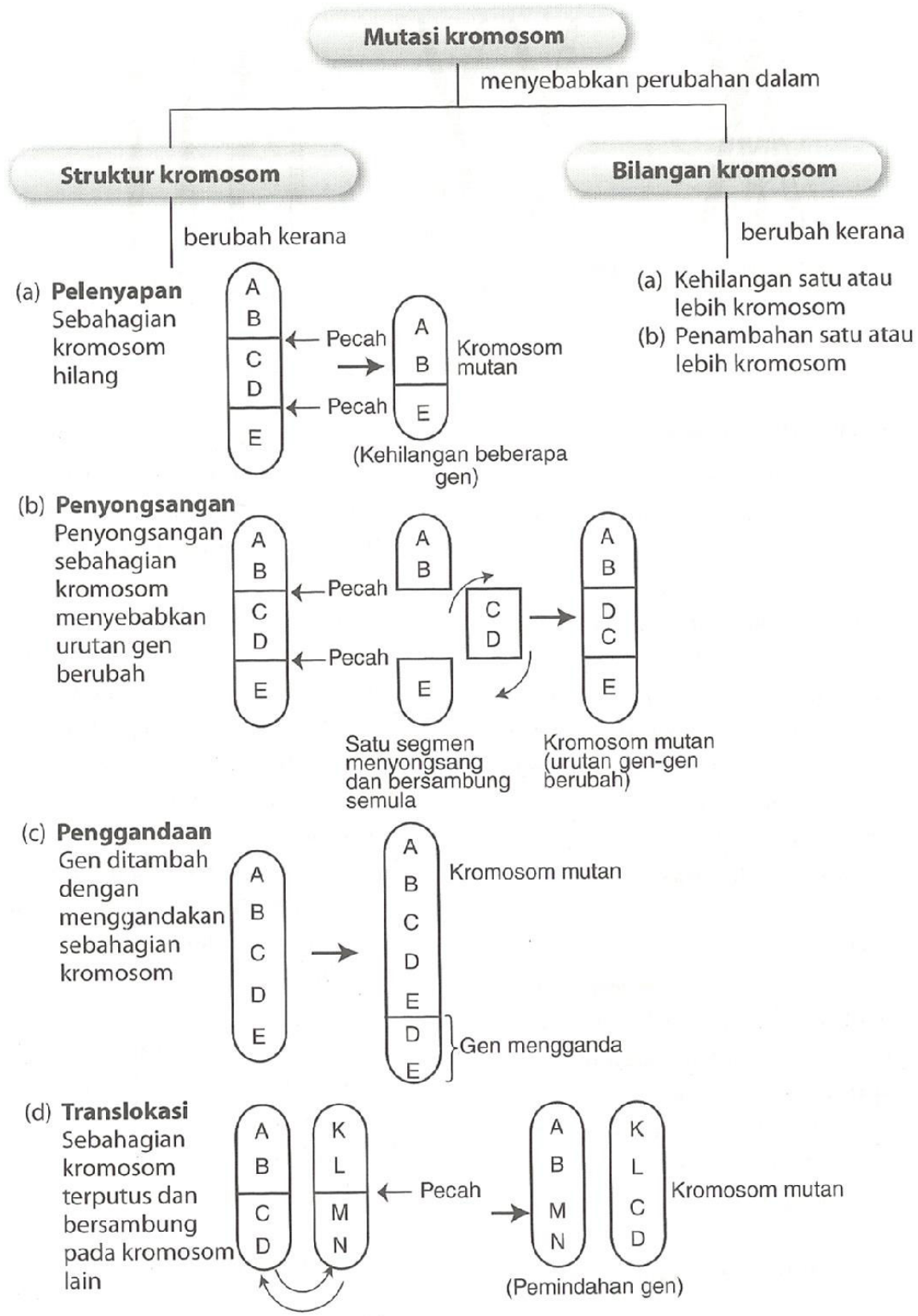
SPM 2004 Sec. C1Q3(b)

- 1 Mutasi adalah **perubahan struktur gen** atau **kromosom** secara spontan dan rawak.
- 2 Mutasi menyebabkan **perubahan kekal** dalam komposisi genetik.
- 3 Faktor yang menyebabkan mutasi adalah:
 - (a) **Faktor dalaman** yang mempengaruhi replikasi dan segregasi kromosom semasa pembahagian sel
 - (b) **Faktor luaran** yang menyebabkan perubahan struktur gen atau kromosom

- 4 Bahan yang menyebabkan mutasi dipanggil **mutagen**. Contohnya, **radiasi** (sinar-X, sinar ultraungu, sinar gama), **bahan kimia** seperti racun perosak, benzo- α -pirena dalam asap rokok, asid nitrus, formaldehid, asbestos, benzena, dadah, kafein dan bahan awet.
- 5 Produk mutasi dipanggil **mutan**.
- 6 Mutasi menyebabkan **penyakit genetik**, **kecacatan** malah **kematian**.
- 7 Mutasi yang berlaku dalam gamet boleh diwarisi sementara mutasi yang berlaku dalam badan sel tidak boleh diwarisi.
- 8 Terdapat dua jenis mutasi:
 - (a) **Mutasi kromosom**: Melibatkan perubahan dalam kromosom
 - (b) **Mutasi gen**: Melibatkan perubahan dalam struktur gen

Mutasi kromosom

- 1 Mutasi kromosom disebabkan oleh **perubahan dalam struktur kromosom** atau **perubahan bilangan kromosom** (Rajah 15.8).



Rajah 15.8 Mutasi kromosom

2 Mutasi kromosom menyebabkan penyakit genetik seperti:

(a) **Sindrom Down**

- (i) Kariotip individu yang menghidap sindrom Down mempunyai **47 kromosom**.
- (ii) Sindrom disebabkan oleh kegagalan pasangan kromosom homolog yang ke-21 untuk berpisah semasa meiosis.
- (iii) Apabila gamet dengan **lebih kromosom 21**, sama ada (23 + X) atau (23 + Y) disenyawakan, zigot yang dihasilkan mempunyai bilangan diploid $2n = 47$ dengan genotip (45 + XX) atau (45 + XY). Anak yang dilahirkan menghidap sindrom Down.
- (iv) Ciri individu yang menghidap sindrom Down adalah kerencatan mental, dahi yang luas, mata sepet, hidung yang pendek dan tubuh yang rendah serta gempal.

(b) **Sindrom Turner**

- (i) Sindrom Turner adalah penyakit genetik dalam **perempuan** yang disebabkan **kehilangan satu kromosom X**.
- (ii) Kariotip penghidapnya mempunyai **45 kromosom (44 + X)**.
- (iii) Simptom: organ pembiakan yang tidak berkembang sepenuhnya,

mandul dan kekurangan ciri seks sekunder

(c) **Sindrom Klinefelter**

- (i) Sindrom ini merupakan penyakit genetik yang berlaku pada **lelaki** akibat **pertambahan satu kromosom X**.
- (ii) Kariotip penghidapnya mempunyai **47 kromosom (44 + XXY)**.
- (iii) Simptom ini adalah: testis yang tidak berkembang sepenuhnya, ketidaksuburan dan memiliki ciri perempuan seperti buah dada yang membesar.

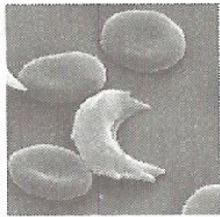
Mutasi gen

- 1 Mutasi gen melibatkan **perubahan struktur gen**.
- 2 Mutasi gen mengubah urutan bes DNA seterusnya **mengubah kod genetik** untuk sintesis protein.
- 3 Penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi gen dalam manusia adalah seperti berikut:

(a) **Albinisme**

- (i) Albinisme adalah gangguan genetik yang disebabkan oleh perubahan dalam gen yang mengawal **pigmentasi**. Maka, pigmen melanin kulit tidak boleh dihasilkan.
- (ii) Albinisme disebabkan oleh alel resesif pada autosom.

- (iii) Kekurangan melanin dalam kulit, rambut atau mata.
- (b) **Anemia sel sabit**
 - (i) Gangguan genetik ini disebabkan oleh **perubahan dalam gen** yang bertanggungjawab untuk menghasilkan **hemoglobin**.
 - (ii) Maka, hemoglobin abnormal terbentuk dan sel darah merah berbentuk sabit dihasilkan (Rajah 15.9).



Rajah 15.9 Sel darah merah berbentuk sabit

- (iii) Penyakit ini menyebabkan **anemia kronik** dan disebabkan oleh alel resesif pada autosom.
- (c) **Hemofilia**
 - (i) Hemofilia adalah **penyakit terangkai seks** yang disebabkan oleh kekurangan Faktor VIII untuk pembekuan darah.
 - (ii) Darah membeku dengan sangat perlahan dan berlaku pendarahan yang berterusan.
 - (iii) Penyakit ini disebabkan oleh mutasi gen yang mensintesis pembekuan Faktor VIII.
 - (iv) Penyakit ini disebabkan oleh kerosakan alel resesif pada kromosom X.

Keperluan Variasi dalam Kemandirian Suatu Spesies

SPM 2003 P3/Q1

- 1 Variasi membantu suatu spesies bermandiri dalam persekitarannya yang berubah. Jika tiada variasi, bencana persekitaran yang boleh membunuh satu individu akan membunuh kesemua ahlinya. Variasi membolehkan beberapa individu terselamat daripada bencana itu dan bermandiri untuk meneruskan spesies tersebut.
- 2 Variasi membolehkan organisma yang menjadi makanan pemangsa untuk bermandiri. Variasi membolehkan mangsa melindungi diri daripada pemangsa melalui penyamaran. Contohnya, penyamaran kupu-kupu *Biston betularia* untuk menyesuaikan diri dengan persekitaran:
 - (a) Dalam persekitaran yang tidak tercemar, kupu-kupu berwarna kelabu menyamar dengan liken pada batang pokok. Terdapat lebih banyak kupu-kupu berwarna kelabu berbanding kupu-kupu berwarna gelap.
 - (b) Di kawasan yang pokoknya dicemari asbuk, terdapat lebih banyak kupu-kupu berwarna gelap atau hitam. Maka, kupu-kupu berwarna gelap dihasilkan sebagai kesan variasi untuk mengelak dikesan oleh pemangsa.
 - (c) Kupu-kupu tersebut beradaptasi untuk menyamar dengan persekitaran supaya ia terus bermandiri dan seterusnya mengelakkan kepupusan.

