

Bab

12

Variasi

Eksplorasi

Bab

- Jenis dan Faktor Variasi
- Variasi dalam Manusia
- Mutasi



Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Apakah jenis-jenis variasi yang wujud?
- Apakah perbezaan antara variasi selanjut dengan variasi tak selanjut?
- Bolehkah anda memberikan contoh-contoh variasi dalam manusia?
- Apakah maksud mutasi?

MUTASI GEN CCR5

Human Immunodeficiency Virus (HIV) menyerang tubuh dengan memasuki sel melalui reseptor protein CD4 dan co-reseptor CCR5 yang terdapat pada permukaan sel dalam manusia. Pakar perubatan di Washington telah menemui satu mutasi genetik luar biasa pada CCR5 yang disebut mutasi gen CCR5. Mutasi pada CCR5 menyebabkan HIV tidak dapat memasuki sel dan menjangkiti tubuh badan manusia.

Mutasi Gen CCR5 ini ditemui selepas seorang penghidap HIV sembuh daripada penyakitnya selepas menjalani pemindahan tulang sumsum daripada penderma yang mengalami mutasi tersebut.



Kata Kunci



- Kemandirian spesies
- Pemilihan semula jadi
- Variasi selanjur
- Variasi tak selanjur
- Mutagen
- Mutasi
- Mutan
- Mutasi gen
- Mutasi kromosom
- Pindah silang
- Penyusunan bebas kromosom
- Persenyawaan rawak

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 (Gambar foto 12.1). 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.



Gambar foto 12.1 Kembar seiras

Bijak Fikir

Adakah pasangan kembar seiras mempunyai variasi dalam fenotip mereka? Mengapa?

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 (Rajah 12.1).



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

Gambar foto 12.2 *Biston betularia*

Eksplorasi Bio

Selepas persekitaran tercemar akibat revolusi perindustrian di United Kingdom, rama-rama *Biston betularia* yang berwarna gelap hidup lebih baik berbanding dengan warna cerah kerana tidak mudah dilihat oleh burung pemangsa (Gambar foto 12.2).



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

Rajah 12.1 Keperluan variasi



Gambar foto 12.3
Charles Darwin

ZON AKTIVITI

It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change...

- Charles Darwin

Charles Darwin (1809 – 1882) seorang ahli sains yang memulakan teori evolusi berdasarkan pemilihan semula jadi. Meneliti buku beliau yang berjudul *Origin of Species*. Huraikan pendapat anda tentang pernyataan Darwin di atas.

Aktiviti 12.1



Tujuan

Mengumpul maklumat dan membentangkan dapatan tentang variasi dalam pelbagai haiwan dan tumbuhan

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat di Internet tentang variasi pelbagai haiwan dan tumbuhan.
3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Jenis Variasi

Terdapat dua jenis variasi dalam satu populasi semula jadi, iaitu **variasi selanjat** dan **variasi tak selanjat**.

Variasi
selanjat

- **Variasi selanjat** ialah variasi yang menunjukkan perbezaan ciri yang tidak ketara. Individu-individu menunjukkan perbezaan beransur daripada satu ekstrem kepada satu ekstrem 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 ekstrem (Rajah 12.2).
- Variasi selanjat adalah **kuantitatif**, iaitu boleh diukur dan digredkan daripada satu ekstrem kepada ekstrem lain.
- Ciri-cirinya juga dipengaruhi oleh persekitaran. Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi selanjat ialah **ketinggian**, **berat badan** dan **warna kulit** (Gambar foto 12.4).



Ketinggian

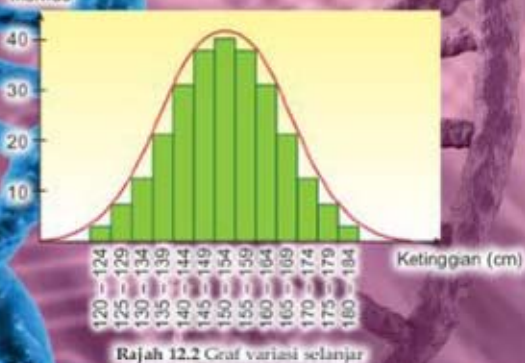


Berat badan



Warna kulit

Bilangan
individu



Ketinggian (cm)

Rajah 12.2 Graf variasi selanjat

Gambar foto 12.4 Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi selanjat

Jenis Variasi

Variasi tak selangjar

Eksplorasi Bio

Sebanyak 81-10% populasi manusia di dunia mempunyai mata berwarna biru yang terjadi disebabkan kandungan melanin yang rendah di lapisan hadapan iris.



Kebolehan menggulungkan lidah



Warna mata



Lengkung

Gelung

Putar

Pola cap jari

Gambar foto 12.5 Contoh ciri-ciri yang menunjukkan variasi tak selangjar

- Variasi tak selangjar menunjukkan perbezaan ciri yang ketara.
- Apabila data bagi ciri diplotkan, graf menunjukkan taburan diskrit atau berbentuk bar berasingan. Tiada ciri-ciri perantaraan (Rajah 12.3).
- 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 selangjar berlaku disebabkan oleh faktor genetik, maka ciri-ciri variasi ini boleh diwarisi.
- 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 selangjar ialah kebolehan menggulungkan lidah, warna mata dan pola cap jari.

Bilangan individu



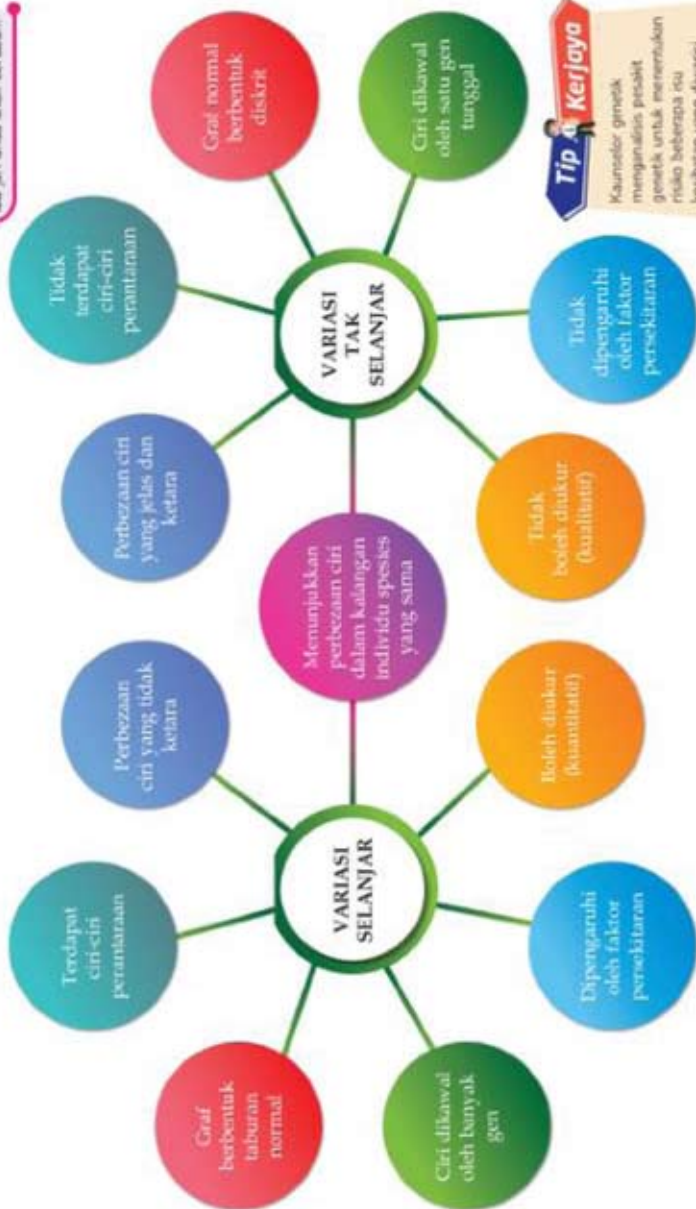
Rajah 12.3 Graf variasi tak selangjar

Perbandingan antara Variasi Selanjat dengan Variasi Tak Selanjat

Apakah persamaan dan perbezaan antara variasi selanjat dengan variasi tak selanjat (Rajah 12.4)?

Bijak Fikir

Selepas 30 tahun dari sekarang, adakah corak cap itu jini anda akan berubah?



Tip & Kerjaya

Kaumster genetik menganalisis pesakit genetik untuk menentukan risiko beberapa risiko keturunan yang diwarisi, atau yang dibawa dalam gen seseorang.

Rajah 12.4 Perbandingan antara variasi selanjat dengan variasi tak selanjat

Punca Variasi

Organisma dalam spesies yang sama didapati berbeza dari segi morfologi, fisiologi dan genetik. Apakah yang menyebabkan variasi antara organisma itu (Rajah 12.5)?



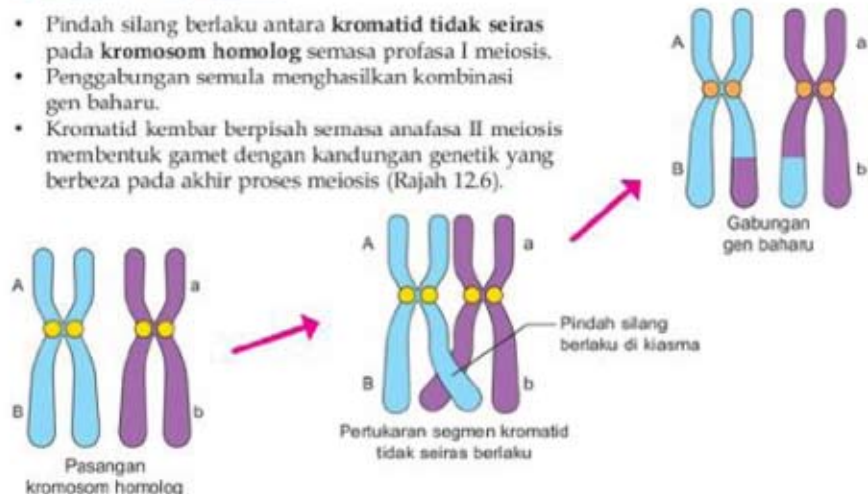
Rajah 12.5 Faktor-faktor yang menyebabkan variasi selangar dan variasi tak selangar

Gambar foto 12.6
Variasi pada kulit kerang

Faktor Genetik

Proses Pindah Silang

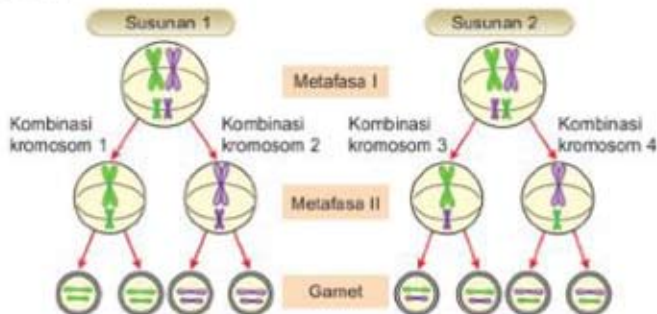
- Pindah silang berlaku antara **kromatid tidak seiras** pada **kromosom homolog** semasa profasa I meiosis.
- Penggabungan semula menghasilkan kombinasi gen baharu.
- Kromatid kembar berpisah semasa anafasa II meiosis membentuk gamet dengan kandungan genetik yang berbeza pada akhir proses meiosis (Rajah 12.6).



Rajah 12.6 Pindah silang antara kromatid tak seiras

Penyusunan Bebas Kromosom

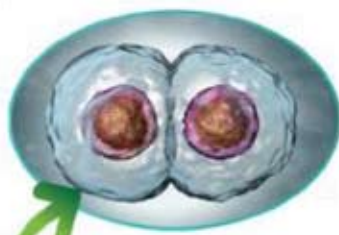
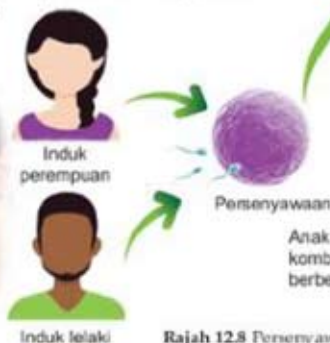
- Semasa peringkat **metafasa I** meiosis, pasangan kromosom homolog (satu **kromosom maternal** dan satu **kromosom paternal**) tersusun secara rawak pada satah khatulistiwa sel.
- Rajah 12.7 menunjukkan dua kemungkinan penyusunan kromosom homolog pada satah khatulistiwa bagi satu sel diploid ($2n=4$).
- Pada akhir meiosis, terdapat pelbagai gamet dengan kombinasi kromosom paternal dan maternal yang berbeza, mengakibatkan kandungan genetik dalam setiap gamet juga berbeza.



Rajah 12.7 Penyusunan rawak kromosom homolog semasa metafasa I

Persenyawaan Rawak

- 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 (Rajah 12.8).



Zigot mempunyai kombinasi genetik yang baharu

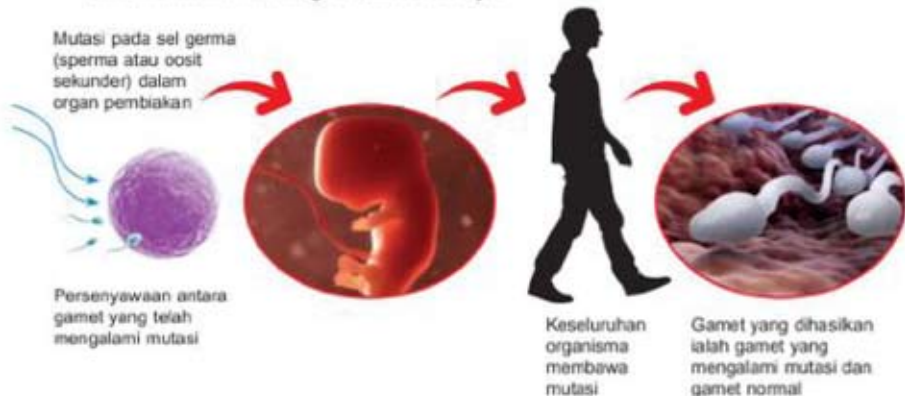


Anak dengan kombinasi genetik yang berbeza daripada induk

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 (Rajah 12.9).
- 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

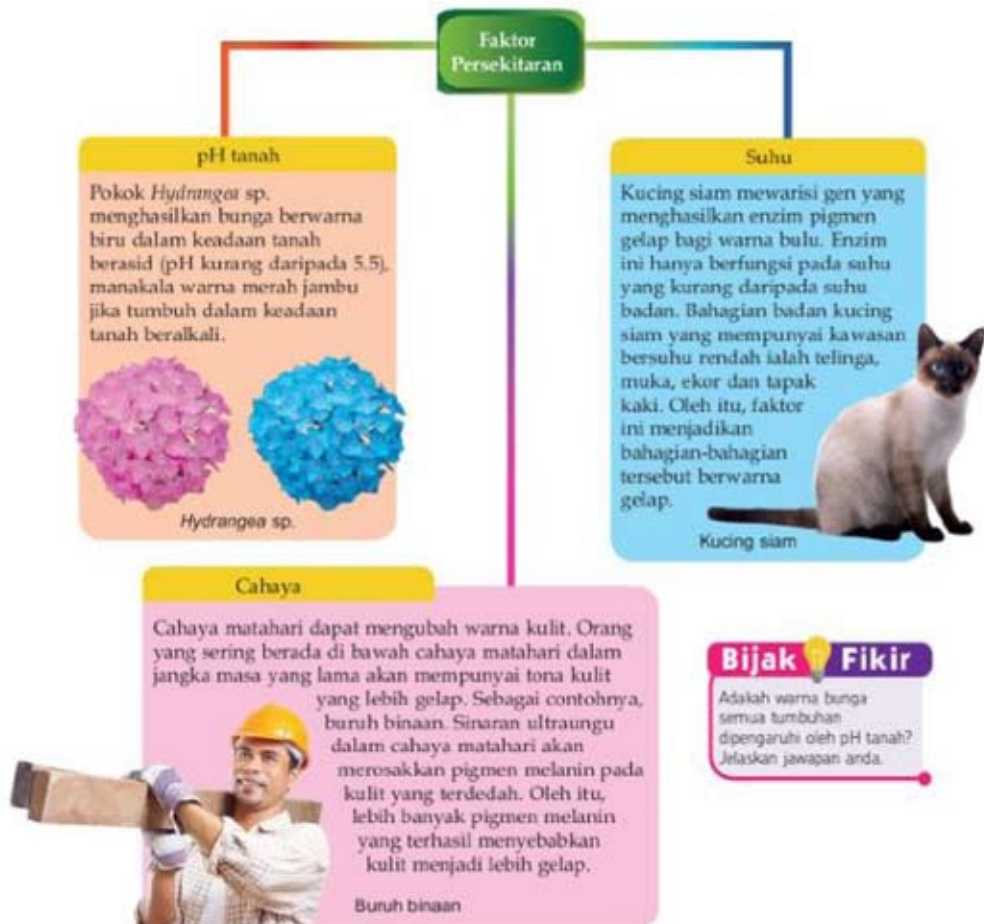
Variasi yang disebabkan oleh faktor persekitaran dikenali sebagai **variasi persekitaran**. Faktor persekitaran yang menyebabkan variasi termasuk **faktor abiosis** seperti suhu, cahaya dan pH. Berbeza dengan variasi yang disebabkan oleh genetik, kesan persekitaran ke atas variasi adalah kecil kerana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

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 (Rajah 12.10).

Apakah faktor persekitaran yang menyebabkan pokok *Hydrangea* sp. menghasilkan warna bunga yang berbeza (Gambar foto 12.7)?



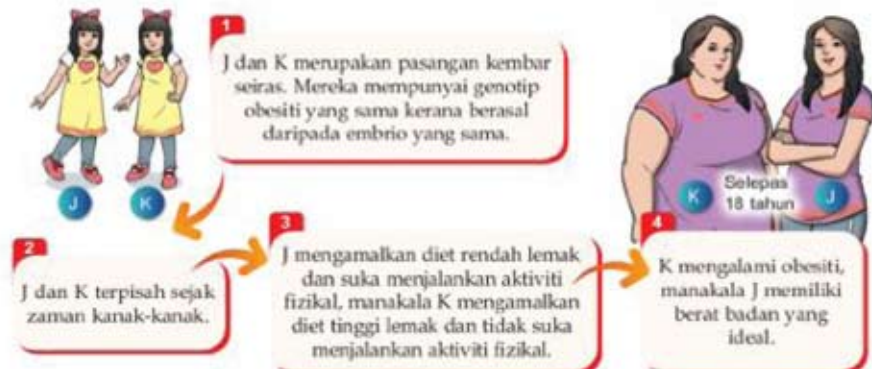
Gambar foto 12.7
Pokok *Hydrangea* sp.



Rajah 12.10 Pengaruh faktor persekitaran ke atas variasi

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 (Rajah 12.11).



Kesimpulan: Tabiat pemakanan dan persekitaran yang berbeza sewaktu membesar menghasilkan fenotip yang berbeza.

Rajah 12.11 Interaksi variasi persekitaran dalam penentuan fenotip kembar seiras yang mempunyai komposisi genetik yang sama

Aktiviti 12.2



Tujuan

Mengumpul dan membentangkan maklumat tentang kesan faktor persekitaran dalam penentuan jantina reptilia dan ikan yang tertentu

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kaji pernyataan di bawah dengan lebih lanjut.

Jantina embrio kebanyakan haiwan reptilia dan ikan bergantung pada faktor persekitaran seperti suhu.

3. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Praktis Formatif 12.1

1. Bagaimanakah variasi dapat meningkatkan kemandirian spesies?
2. Kenal pasti jenis variasi yang berikut:
 - (a) Kepintaran
 - (b) Kehadiran lesung pipit
 - (c) Jenis rambut
 - (d) Ketinggian

- (e) Jenis cuping telinga
3. Nyatakan **dua** punca variasi.
4. Variasi berlaku kerana pembiakan seks.



Jelaskan pernyataan di atas.

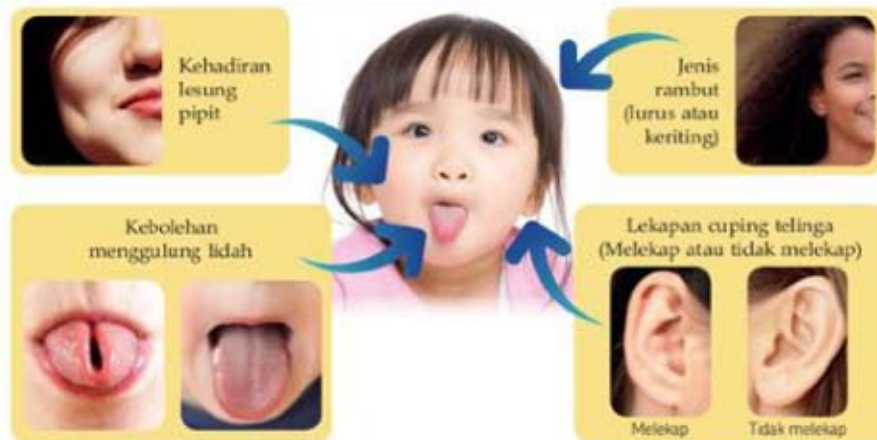
12.2 Variasi dalam Manusia

Hubung Kait Jenis Variasi dengan Pewarisan Manusia

Sebagaimana yang telah anda pelajari dalam Bab 11 tentang Pewarisan sebelum ini, trait dalam manusia dikawal oleh sepasang alel, sama ada alel dominan atau alel resesif. 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. Jadual 12.1 dan Rajah 12.12 menunjukkan contoh ciri serta trait yang dominan dan resesif pada 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



Rajah 12.12 Ciri yang berbeza pada manusia

12.1

Variasi Selang dan Variasi Tak Selang dalam Manusia

EKSPERIMEN

Pernyataan Masalah: Adakah ketinggian, berat badan dan cap jari setiap murid berbeza-beza?

Tujuan: Mengkaji variasi selang dan variasi tak selang dalam manusia

Hipotesis: Ketinggian, berat badan dan cap jari setiap murid adalah berbeza-beza

Bahan

Kertas graf, kertas putih

Radas

Alat mengukur ketinggian, penimbang, pad dakwat

Prosedur

A. Ketinggian

1. Ukur dan rekodkan ketinggian setiap murid di dalam kelas ke dalam jadual keputusan.
2. Plotkan graf bilangan murid melawan julat ketinggian.

B. Berat badan

1. Timbang dan rekodkan berat badan setiap murid di dalam kelas ke dalam jadual keputusan.
2. Plotkan graf bilangan murid melawan julat berat badan.

C. Cap Jari

1. Gunakan pola cap jari yang ditunjukkan di muka surat 259 untuk aktiviti ini.
2. Tekankan permukaan ibu jari setiap murid pada pad dakwat dan capkan ibu jari yang tersebut di atas sehelai kertas putih.
3. Rekodkan bilangan pola cap jari setiap murid ke dalam jadual keputusan.
4. Bina carta bar bagi keputusan yang diperoleh.

Keputusan

A. Ketinggian

Julat ketinggian (cm)	<135	135-139	140-144	145-149	150-154	155-159	160-164	165-169	>169
Bilangan murid									

B. Berat badan

Julat jisim (kg)	<35	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	>64
Bilangan murid								

C. Cap jari

Pola cap ibu jari	Pusar	Lengkung	Gelung
Bilangan murid			

Perbincangan

1. Apakah bentuk graf yang diplotkan bagi ciri ketinggian dan berat badan?
2. Berikan inferens tentang taburan ketinggian, berat badan dan pola cap jari murid bagi kelas anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.

Aktiviti 12.3



Tujuan

Mengkaji tahap kepekaan lidah manusia terhadap larutan PTC (*phenylthiocarbamide*)

Hipotesis

Trait perasa PTC boleh dikelaskan dalam kumpulan yang khusus

Bahan

Air minuman, kertas PTC

Prosedur

1. Kumur dengan sedikit air sebelum menjalankan aktiviti ini.
2. Letak sehelai kertas PTC di atas lidah dan biarkan beberapa saat.
3. Rekodkan kepekaan deria rasa yang anda rasai terhadap kertas PTC tersebut di dalam jadual keputusan.
4. Keluarkan kertas PTC tersebut dari lidah anda.
5. Ulangi langkah 1 hingga 4 dengan murid lain.
6. Bina carta bar bagi keputusan yang diperolehi.

Keputusan

Rasa PTC	Pahit	Masin	Masam	Manis	Tiada rasa	Lain-lain
Murid 1						
Murid 2						
Murid 3						

Perbincangan

1. Apakah jenis variasi bagi perasa PTC berdasarkan bentuk graf yang diplotkan?
2. Adakah perasa PTC merupakan trait yang dominan atau resesif? Terangkan jawapan anda.

Kesimpulan

Adakah hipotesis tersebut diterima? Cadangkan satu kesimpulan yang sesuai.



Bio dengan KIMIA

Phenylthiocarbamide (PTC) ialah bahan kimia yang tidak berbahaya jika drasai dalam jumlah yang sedikit.

Praktis Formatif 12.2

1. Nyatakan maksud:
 - (a) Pewarisan
 - (b) Ciri
2. Berikan **dua** contoh ciri yang diwariskan oleh manusia.
3. Berikan **dua** contoh trait bagi ciri warna mata.

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**. 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

Mutagen terbahagi kepada tiga agen, iaitu **agen fizikal**, **agen kimia** dan **agen biologi** (Rajah 12.13).



Rajah 12.13 Jenis mutagen

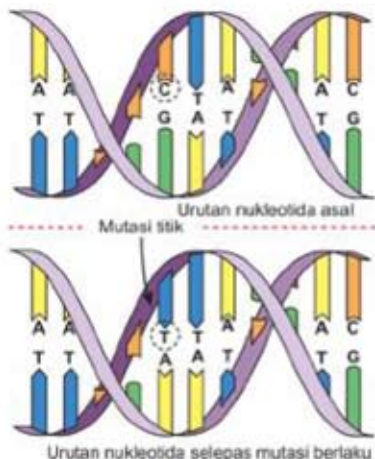
Eksplorasi Bio

Mutasi yang berlaku dalam sel soma, sebagai contohnya, sel dalam sumsum tulang boleh menyebabkan kanser darah berlaku.

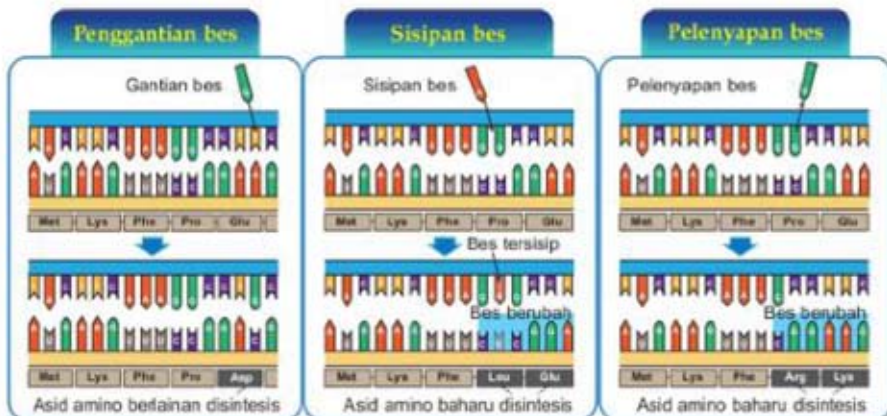
Jenis Mutasi

Mutasi Gen

Mutasi gen berlaku apabila terdapat perubahan dalam urutan bes nukleotida dalam sesuatu gen (Rajah 12.14). Mutasi gen juga dikenali sebagai **mutasi titik**. Perubahan ini mengubah kod genetik yang digunakan bagi sintesis asid amino. Akibatnya, struktur protein yang dihasilkan berubah dan protein baharu yang disintesis tidak dapat berfungsi. Mutasi gen berlaku melalui **penggantian bes**, **pelenyapan bes** dan **sisipan bes** (Rajah 12.15).



Rajah 12.14 Perubahan nukleotida dalam gen



Rajah 12.15 Mutasi gen

Mutasi gen menyebabkan penyakit genetik seperti **talasemia**, **sistik fibrosis**, **anemia sel sabit**, **albinisme** dan **hemofilia** (Jadual 12.2).

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** (Gambar foto 12.8).

ZON AKTIVITI

Kumpulan maklumat tentang pewarisan hemofilia dalam kalangan masyarakat. Bertanyakan maklumat yang diperoleh di dalam kelas.

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 (Gambar foto 12.9).



Gambar foto 12.8 Anemia sel sabit

12.11

270
KPM

Gambar foto 12.9 Budak lelaki albino

Mutasi Kromosom

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

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** (Rajah 12.16).

Eksplorasi Bio



Risiko bayi dalam kandungan mengalami mutasi kromosom meningkat apabila umur ibu meningkat.

Petunjuk:

A → L

Segmen di dalam kromosom

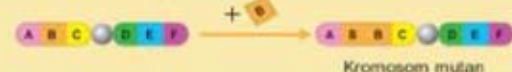
Pelenyapan

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



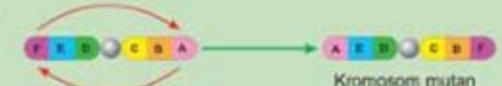
Penggandaan

Sebahagian kromosom mengganda menyebabkan urutan gen berulang.



Penyongsangan

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



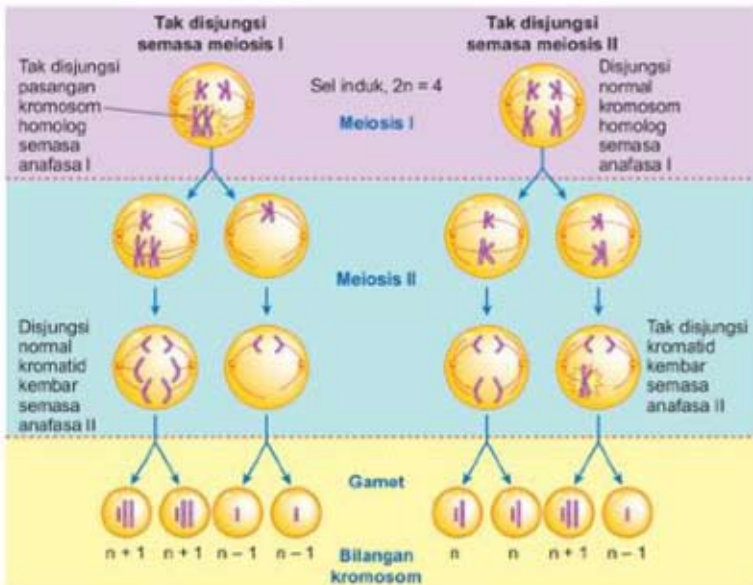
Translokasi

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



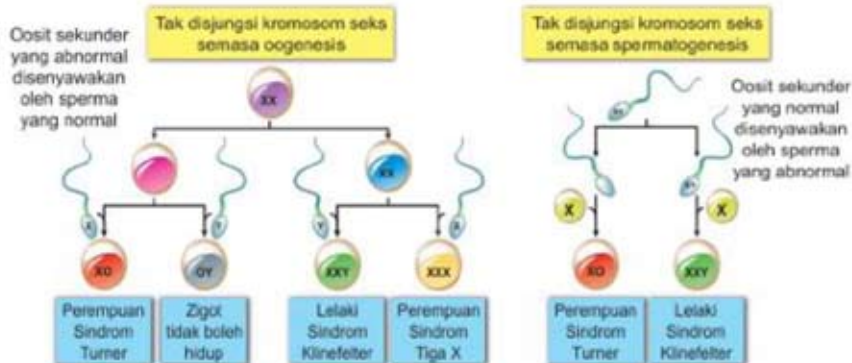
Rajah 12.16 Mutasi kromosom

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**. 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).



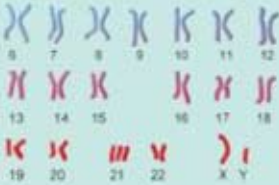
Rajah 12.17 Tak disjungsi pada kromosom semasa meiosis

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 (Rajah 12.18).



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
Keabnormalan dalam autosom		
Sindrom Down	$(2n + 1) = 47$ Mempunyai tiga kromosom nombor 21  Rajah 12.19 Kariotip	Individu (lelaki atau perempuan) mempunyai mata sepit, hidung penyek, lidah terjelir, dahi yang lebar dan kebiasaannya terencat akal (Gambar foto 12.10).  Gambar foto 12.10 Individu Sindrom Down
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 menglaui 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	$(2n + 1) = 47$ $44 + XXY$  Gambar foto 12.11 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	$(2n + 1) = 47$ $44 + XYY$  Gambar foto 12.12 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	$(2n - 1) = 45$ $44 + XO$  Gambar foto 12.13 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. Apakah perbezaan antara mutasi sel soma dengan sel gamet (Jadual 12.4)?

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 keturunannya
Sebagai contoh: Penyakit yang berkaitan dengan sistem saraf	Sebagai contoh: Semua penyakit yang boleh diwarisi seperti talasemia

Aktiviti 12.4



PEMBENTANGAN
HASIL SENDIRI

Tujuan

Membuat kajian dan membentangkan impak peristiwa kemalangan nuklear dan Perang Vietnam terhadap tumbuhan, haiwan dan manusia

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Imbas kod QR di bawah dan cari maklumat tentang:
 - (a) Penggunaan agen oren semasa Perang Vietnam
 - (b) Kemalangan nuklear di Fukushima dan Chernobyl



Perang Vietnam
bukutekskssm.
my/Biologi/T5/
Ms274a



Kemalangan nuklear Fukushima
bukutekskssm.my/
Biologi/T5/Ms274b



Kemalangan nuklear Chernobyl
bukutekskssm.my/
Biologi/T5/Ms274c

3. Bincangkan tentang impak peristiwa-peristiwa tersebut terhadap tumbuhan, haiwan dan manusia.
4. Kumpulkan maklumat yang diperoleh dan bentang hasil kajian anda di dalam kelas.

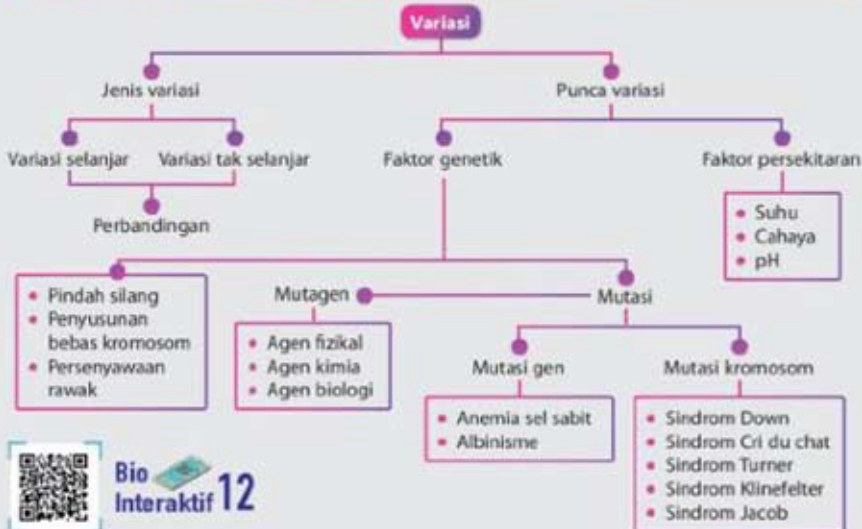
Praktis Formatif 12.3

1. Nyatakan perbezaan antara mutasi gen dengan mutasi kromosom.
2. Terangkan secara ringkas pernyataan berikut dengan memberikan contoh yang sesuai:

Makanan boleh menjadi punca mutasi



Imbas Memori



Bio Interaktif 12

REFLEKSI KENDIRI



Lengkapkan refleksi sendiri ini untuk menyemak konsep-konsep penting yang telah anda pelajari.



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud variasi		
Keperluan variasi untuk kemandirian spesies		
Jenis variasi, iaitu variasi selanjur dengan variasi tak selanjur		
Perbandingan antara variasi selanjur dengan variasi tak selanjur		
Punca variasi		
Hubung kait jenis variasi dengan pewarisan manusia		
Maksud mutagen, mutasi dan mutan		
Jenis mutagen dan jenis mutasi		
Hubung kait mutasi sel soma dan sel gamet dengan variasi		

Praktis Sumatif 12

1. Jadual 1.1 dan Jadual 1.2 menunjukkan data yang dikumpulkan bagi dua ciri yang berbeza daripada 35 orang murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya.

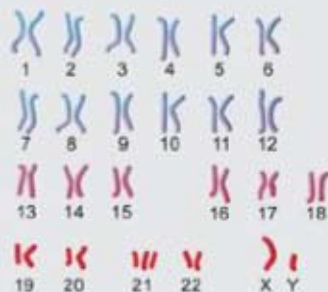
Jadual 1.1 Jisim badan murid-murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya

Jisim badan (kg)	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64
Bilangan murid	5	7	9	8	6

Jadual 1.2 Lekapan cuping telinga murid-murid kelas Tingkatan 5 Bunga Raya

Lekapan cuping telinga	Melekap	Tidak melekap
Bilangan murid	6	29

- (a) (i) Nyatakan jenis variasi bagi ciri jisim badan dan lekapan cuping telinga.
 (ii) Nyatakan **dua** perbezaan antara variasi yang ditunjukkan oleh jisim badan dan lekapan cuping telinga.
- (b) Rajah 1.1 menunjukkan kariotip individu yang mempunyai penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi.



Rajah 1.1

- (i) Nyatakan penyakit yang ditunjukkan dalam Rajah 1.1.
 (ii) Apakah jenis mutasi yang menyebabkan penyakit yang dinyatakan pada soalan 1(b)(i)?
 (iii) Bagaimanakah jenis mutasi yang dinamakan pada soalan 1(b)(ii) menyebabkan penyakit tersebut? Terangkan.
- (c) Pernyataan di bawah menerangkan pokok-pokok daripada spesies yang sama ditanam di dalam dua plot yang berbeza, X dan Y di sebuah ladang.

Plot X: Pokok-pokok ditanam dengan menggunakan kultur tisu dari kumpulan kultur yang sama

Plot Y: Pokok-pokok ditanam daripada biji benih

Ladang itu telah dijangkiti suatu penyakit yang mengakibatkan semua pokok dalam plot X mati, manakala hanya sebahagian pokok di dalam plot Y yang mati akibat jangkitan itu. Terangkan sebab semua pokok di dalam plot X mati.

2. (a) Rajah 2.1 menunjukkan beberapa pola cap ibu jari.



Rajah 2.1

Kenal pasti jenis variasi bagi pola cap ibu jari dan bincangkan faktor-faktor yang menyebabkan variasi ini.

- (b) (i) Nyatakan perbezaan antara mutasi gen dan mutasi kromosom.
 (ii) Rajah 2.2 menunjukkan jenis-jenis mutasi kromosom K, L, M dan N. Berdasarkan Rajah 2.2, terangkan jenis-jenis mutasi kromosom K, L, M dan N.

Kromosom yang normal



Rajah 2.2

Petunjuk:

A hingga F dan X hingga Z ialah segmen gen pada kromosom

Minda Abad ke-21

3. Anemia sel sabit merupakan penyakit yang boleh diwarisi. Penyakit ini disebabkan oleh mutasi gen yang melibatkan penggantian bes DNA yang menyebabkan satu asid glutamik (sejenis asid amino) digantikan oleh satu valina. Pesakit mempunyai hemoglobin S, HbS yang menyebabkan sel berbentuk sabit dan bukan lagi berbentuk dwicekung. Sel sabit menyebabkan seseorang individu itu mengalami anemia yang kronik. Afrika merupakan satu benua endemik malaria yang mempunyai saiz populasi individu dengan trait sel sabit yang agak besar. Sebagai seorang saintis, bincangkan kaitan antara pewarisan sel sabit dengan malaria di Afrika.