

5 Genetik

Kata Kunci

- ◆ DNA
- ◆ Nukleotida
- ◆ Kromosom
- ◆ Kariotip
- ◆ Mitosis
- ◆ Meiosis
- ◆ Alel dominan
- ◆ Alel resesif
- ◆ Hukum Mendel
- ◆ Genotip
- ◆ Fenotip
- ◆ Mutasi

Apakah yang dimaksudkan dengan proses pembahagian sel?

Benarkah ciri-ciri yang ada pada kita diwarisi turun-temurun?

Apakah mutasi?

Bagaimanakah teknologi kejuruteraan genetik memberikan kesan dalam kehidupan kita?

Rencana Sains

Bukti DNA

Anda mungkin pernah menonton drama televisyen yang popular dengan kes-kes penyiasatan. Drama itu sangat menarik kerana banyak memberikan pendedahan tentang teknik-teknik penyiasatan dalam bidang forensik.



Kes-kes penyiasatan jenayah dapat diselesaikan dengan mengumpul bukti DNA. DNA yang ditinggalkan oleh penjenayah boleh dikenal pasti oleh penyiasat atau ahli forensik dengan menggunakan teknik dan peralatan yang moden. Dalam suatu kes jenayah, penjenayah mungkin meninggalkan bahan bukti seperti cebisan kulit, rambut atau titisan darah di tempat kejadian. Ahli forensik boleh menganalisis DNA daripada bahan bukti itu dan melihat jika DNA daripada sampel itu sepadan dengan sampel DNA daripada penjenayah.

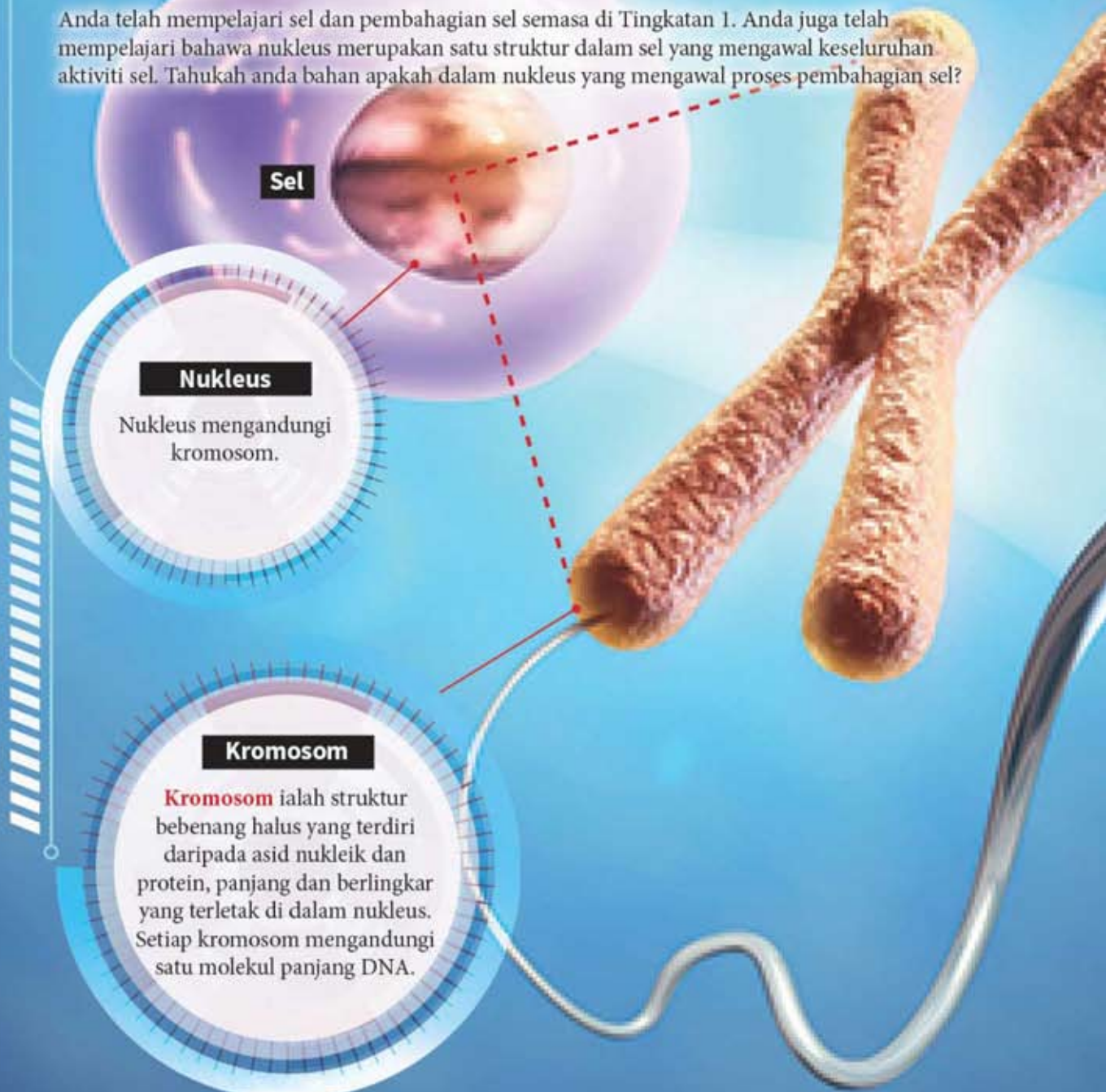
Anda akan belajar tentang:

- pembahagian sel
- pewarisan
- mutasi
- teknologi kejuruteraan genetik
- variasi

5.1 Pembahagian Sel

Gen, Asid Deoksiribonukleik (DNA) dan Kromosom

Anda telah mempelajari sel dan pembahagian sel semasa di Tingkatan 1. Anda juga telah mempelajari bahawa nukleus merupakan satu struktur dalam sel yang mengawal keseluruhan aktiviti sel. Tahukah anda bahan apakah dalam nukleus yang mengawal proses pembahagian sel?



Rajah 5.1 Kromosom, gen dan DNA



DNA

Asid deoksiribonukleik atau **DNA** (*Deoxyribonucleic Acid*) terdiri daripada unit-unit asas yang dikenali sebagai nukleotida. Setiap unit nukleotida terdiri daripada tiga komponen iaitu gula deoksiribosa, bes bernitrogen dan kumpulan fosfat. DNA terdiri daripada dua rantai polinukleotida yang berpintal antiselari antara satu sama lain membentuk struktur yang dikenali sebagai heliks ganda dua.

Galeri Sains

Genetik adalah kajian mengenai gen, pewarisan dan variasi dalam organisma.

Gen

Gen ialah unit asas pewarisan yang menentukan ciri-ciri individu. Gen berfungsi mengawal ciri-ciri yang diwarisi dalam organisma seperti kebolehan menggulung lidah pada manusia, bentuk biji kacang pea dan warna bulu pada kucing. Gen tersusun sebagai segmen pada DNA di sepanjang kromosom. Terdapat beribu-ribu gen di dalam satu molekul DNA.

Struktur kromosom:

Satu kromatid



Sentromer

Kromatid kembar

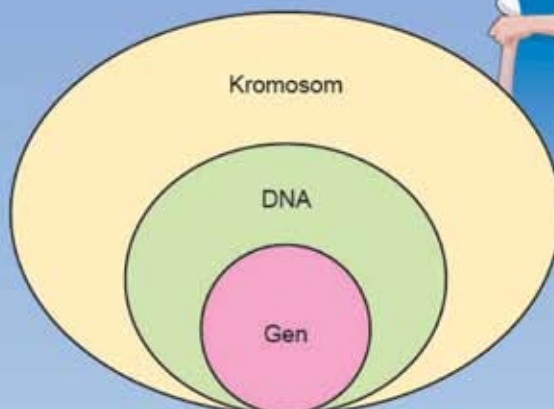
Setiap kromosom mempunyai beberapa jenis gen, iaitu sehingga 200 – 300 gen bagi setiap kromosom.



Satu gen yang memprogramkan warna kulit

Satu gen yang memprogramkan warna rambut

Kita boleh meringkaskan kaitan antara ketiga-tiganya seperti dalam Rajah 5.2 di bawah ini.



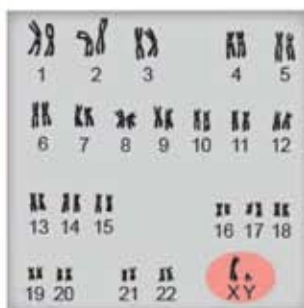
Rajah 5.2 Kaitan antara kromosom, DNA dan gen

Setiap spesies di dunia ini mempunyai bilangan kromosom yang tetap. Sel soma yang normal mengandungi 46 kromosom. Setiap kromosom wujud secara berpasangan mengikut bentuk dan saiz yang serupa. Pasangan kromosom ini dikenal sebagai **kromosom homolog**. Kromosom homolog manusia boleh disusun berdasarkan bentuk dan saiznya. Rajah 5.3 menunjukkan penyusunan kromosom homolog manusia. Susunan ini dipanggil **kariotip**.

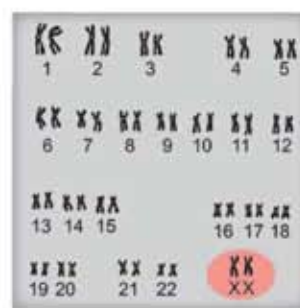


Kromosom

<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm78>



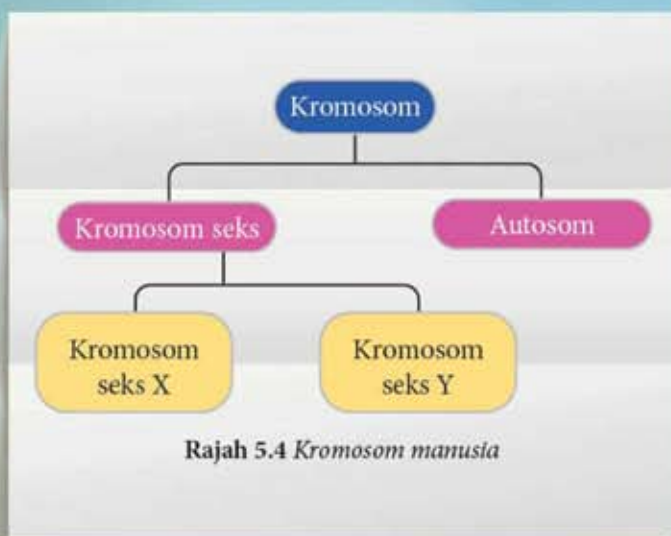
Kariotip lelaki



Kariotip perempuan

Rajah 5.3 Kariotip manusia

Di dalam sel manusia, kromosom boleh dibahagikan kepada dua iaitu **autosom** dan **kromosom seks**. **Autosom** membawa gen yang mengawal **sifat** seperti warna mata, kebolehan menggulung lidah dan jenis rambut. **Kromosom seks** pula membawa gen yang menentukan **jantina** sama ada lelaki atau perempuan.



Rajah 5.4 Kromosom manusia

Mitosis dan Meiosis

Bagaimanakah gen dapat diwarisi? Untuk mengetahui hal ini dengan lebih lanjut, kita perlu memahami pembahagian sel terlebih dahulu. Terdapat dua jenis pembahagian sel yang berlaku dalam sel, iaitu **mitosis** dan **meiosis**.

Mitosis ialah proses pembahagian sel yang membentuk dua sel anak yang seiras, dengan setiap satunya mengandungi bilangan kromosom dan kandungan bahan genetik yang sama dengan sel induk. Mitosis berlaku dalam sel soma di dalam badan manusia dan haiwan. Mitosis juga berlaku dalam tisu meristem seperti di hujung akar dan pucuk tumbuhan. Rajah 5.5 menunjukkan peringkat-peringkat dalam mitosis.

Meiosis ialah proses apabila sel membahagi menjadi empat sel anak yang tidak seiras dengan setiap satunya mengandungi separuh daripada bilangan kromosom sel induk. Meiosis berlaku dalam **organ pembiakan** untuk menghasilkan gamet bagi pembiakan seks. Meiosis dalam manusia berlaku dalam testis lelaki dan ovari perempuan. Dalam tumbuhan, meiosis berlaku dalam anter dan ovari. Rajah 5.6 menunjukkan peringkat-peringkat dalam meiosis.

Galeri Sains

Sel soma manusia mempunyai 46 kromosom tetapi sel gamet manusia, iaitu sperma dan ovum, hanya mempunyai separuh bilangan kromosom, iaitu 23 kromosom.

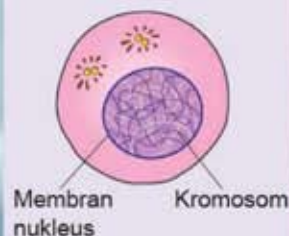
Galeri Sains

Kanser berlaku apabila pembahagian sel menjadi tidak terkawal dan tidak normal. Sel-sel akan membahagi lebih cepat daripada keadaan yang normal.

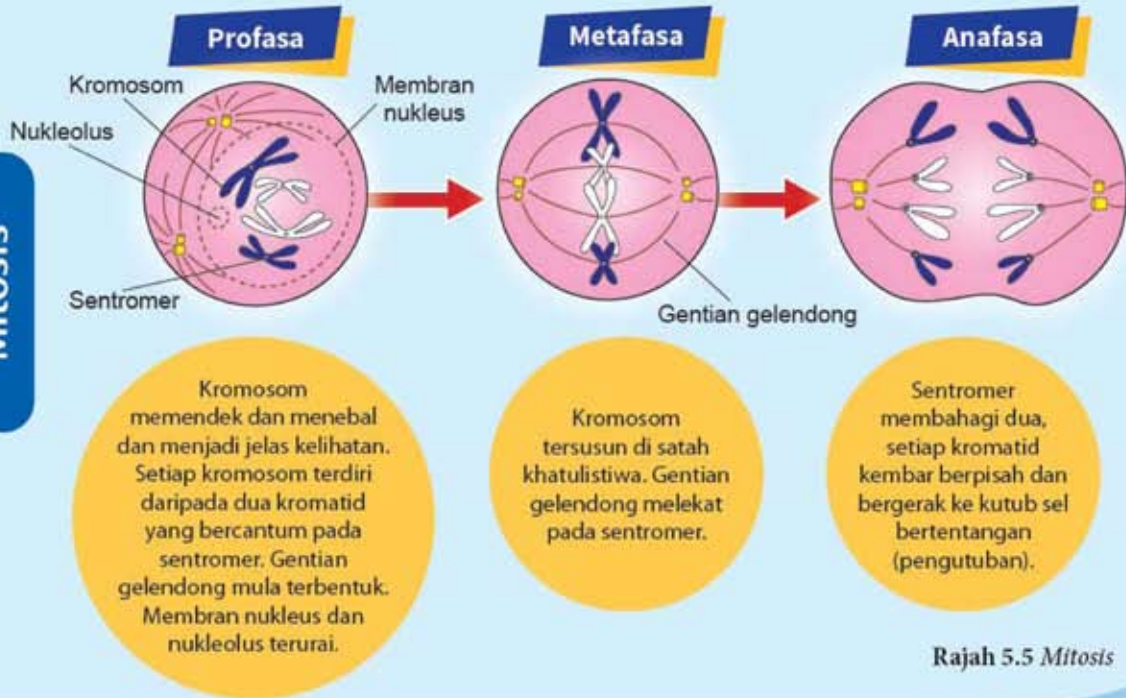


Galeri Sains

Interfasa ialah peringkat sebelum berlakunya proses mitosis dan meiosis. Pada peringkat ini, replikasi DNA berlaku dan sel-sel mengalami pertumbuhan dan bersedia untuk pembahagian sel.

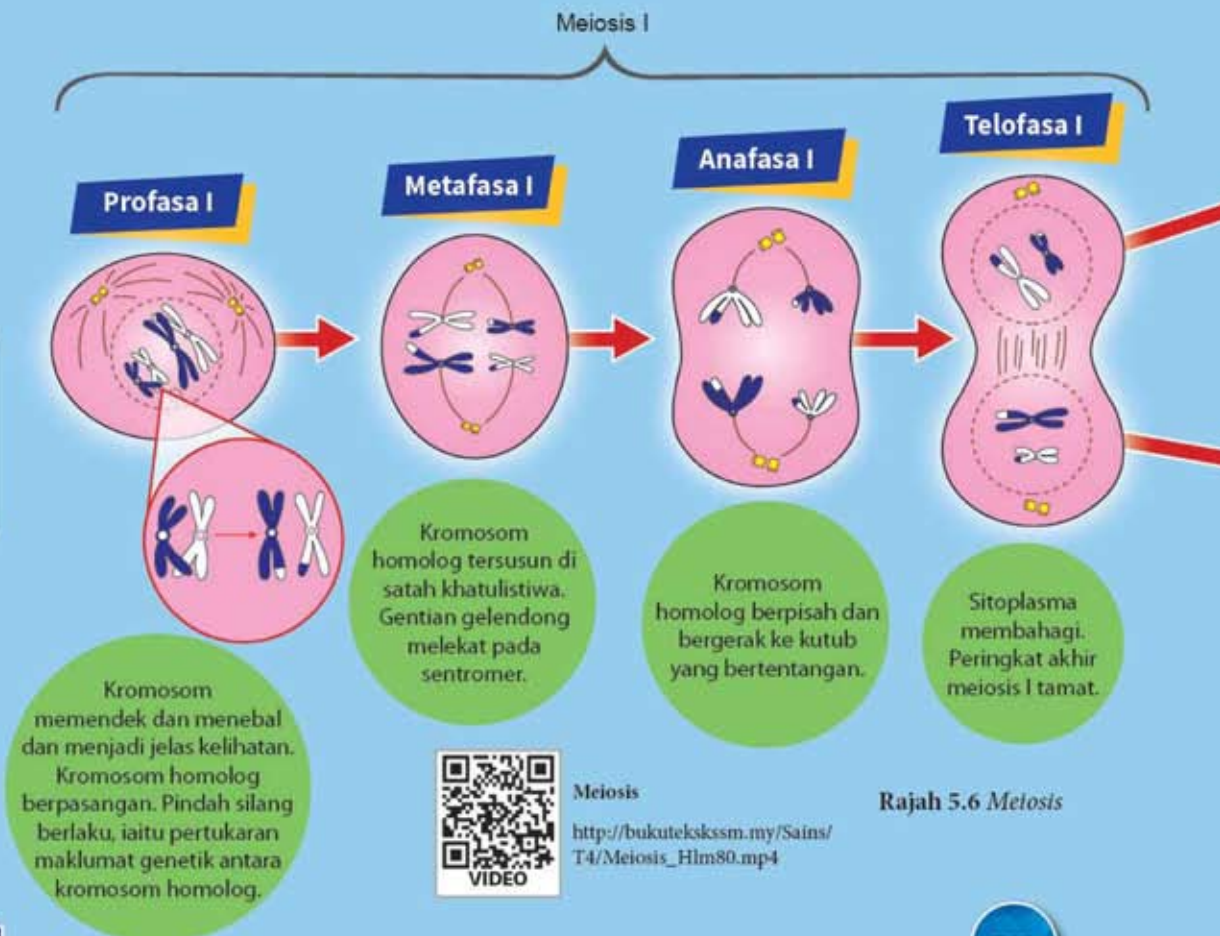


Mitosis



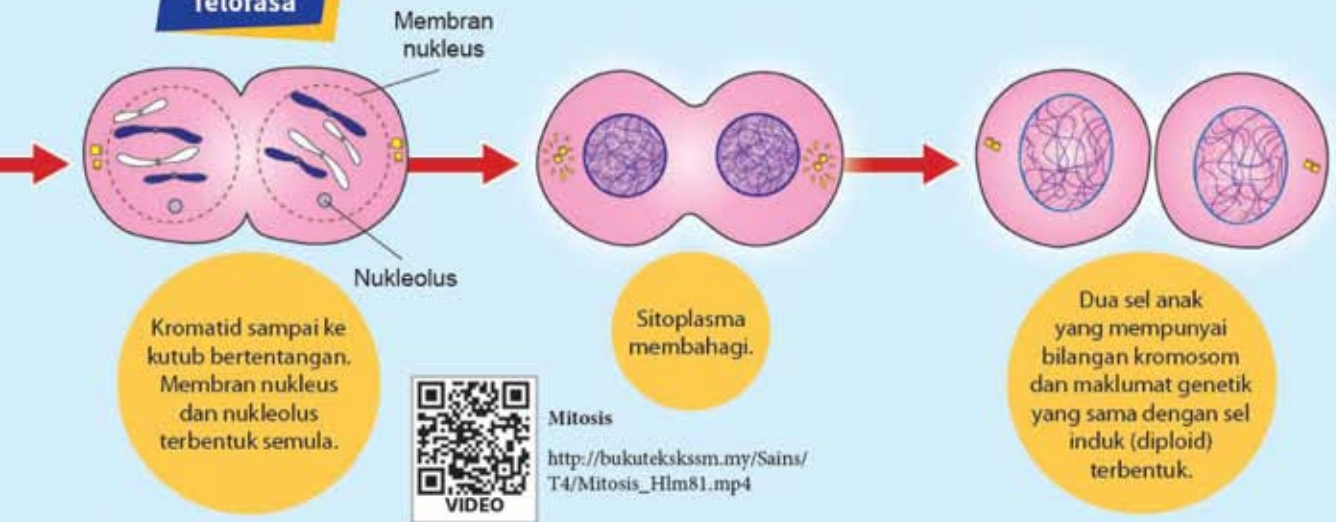
Rajah 5.5 Mitosis

Meiosis

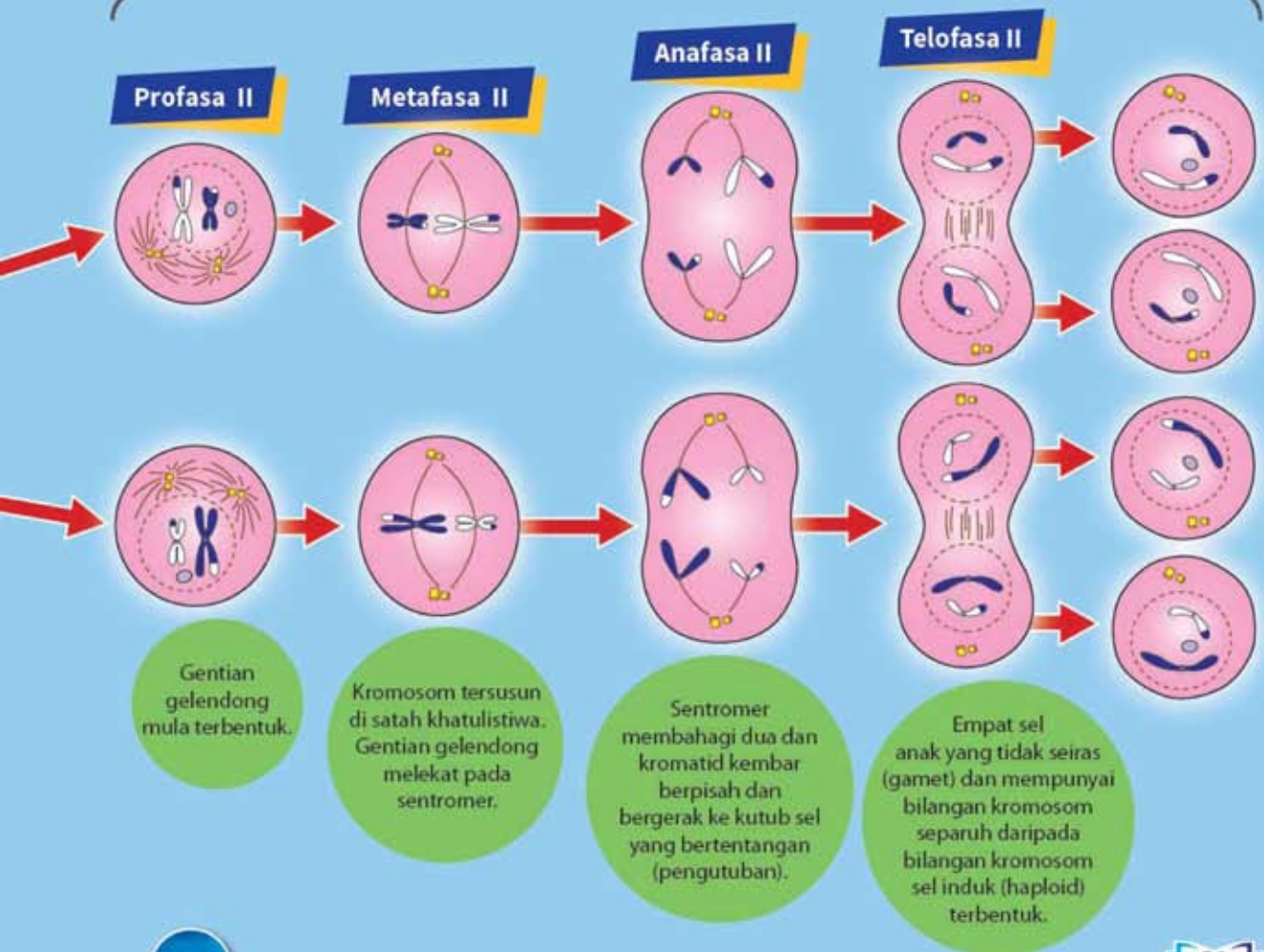


Rajah 5.6 Meiosis

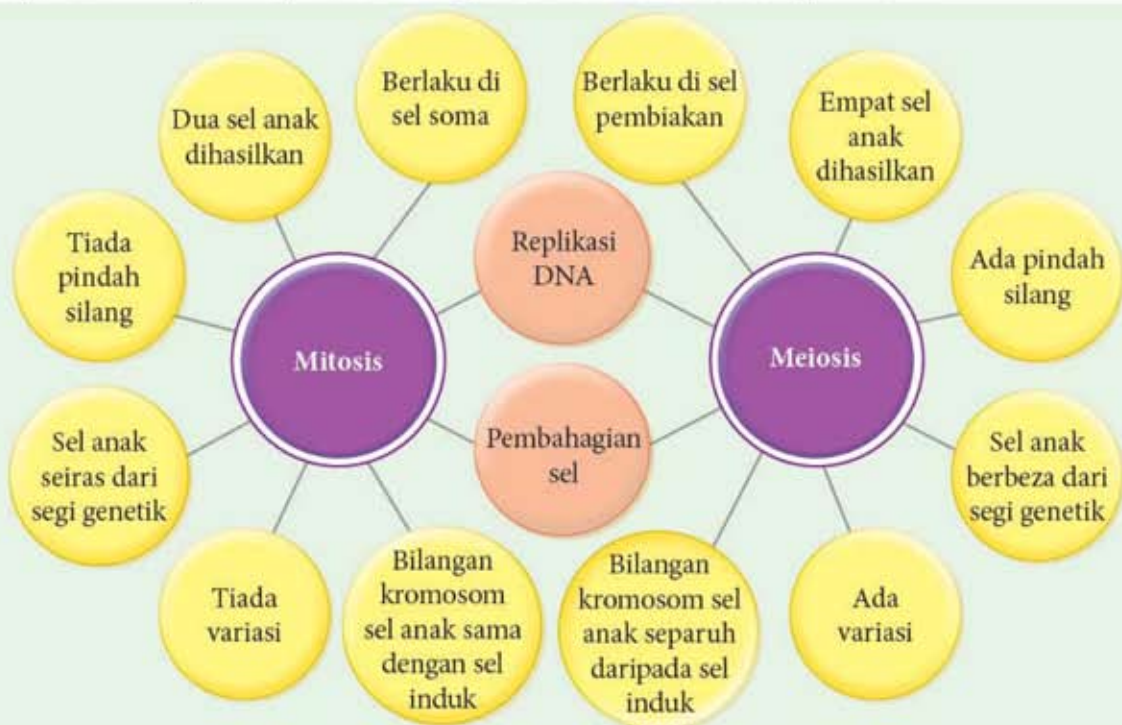
Telofasa



Meiosis II



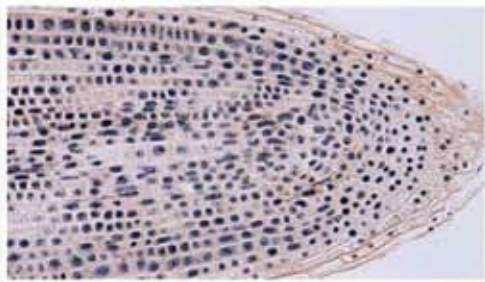
Rajah 5.7 menunjukkan persamaan dan perbezaan antara mitosis dengan meiosis.



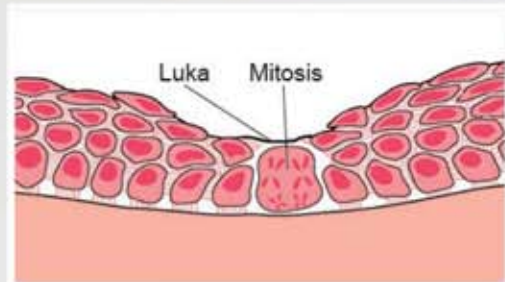
Rajah 5.7 Persamaan dan perbezaan antara mitosis dengan meiosis

Kepentingan Mitosis dan Meiosis

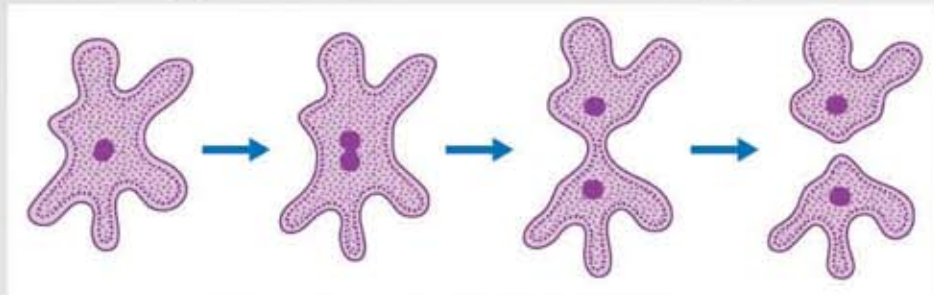




Gambar foto 5.1 Proses pertumbuhan yang berlaku pada hujung akar tumbuhan



Rajah 5.8 Proses menggantikan sel-sel yang rosak



Rajah 5.9 Pembiakan aseks dalam Amoeba sp.



Aktiviti 5.1

Persembahan Multimedia

Tujuan: Membuatkan persembahan multimedia tentang kepentingan mitosis dan meiosis.



Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang:
 - (a) kepentingan mitosis dalam proses tumbesaran, menggantikan sel-sel rosak dan dalam pembiakan aseks.
 - (b) kepentingan meiosis dalam proses penghasilan gamet.
3. Gunakan pelbagai sumber seperti Internet dan perpustakaan untuk mengumpulkan maklumat di atas.
4. Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia.



PRAKTIS FORMATIF

5.1

1. Apakah yang dimaksudkan dengan
 - (a) gen
 - (b) kromosom
 - (c) DNA
2. Di manakah proses mitosis dan meiosis berlaku di dalam badan manusia?
3. Nyatakan persamaan dan perbezaan antara mitosis dengan meiosis.

Pewarisan dalam Manusia

Cuba lihat gambar keluarga dalam gambar foto berikut. Adakah mereka kelihatan seiras? Adakah semua ciri diturunkan dari ibu bapa kepada anak-anak mereka? Setiap anak mewarisi ciri-ciri tertentu daripada ibu bapanya. Pemindahan ciri daripada ibu bapa kepada anak-anaknya dikenali sebagai **pewarisan**.

Galeri Sains

Apakah perbezaan antara ciri dengan trait? Ciri ialah sifat ketara yang diwarisi dan ditentukan oleh gen seperti warna mata. Trait pula ialah varian bagi ciri khusus yang membezakan antara individu. Jadi, trait untuk warna mata ialah warna hitam, warna coklat dan warna biru.

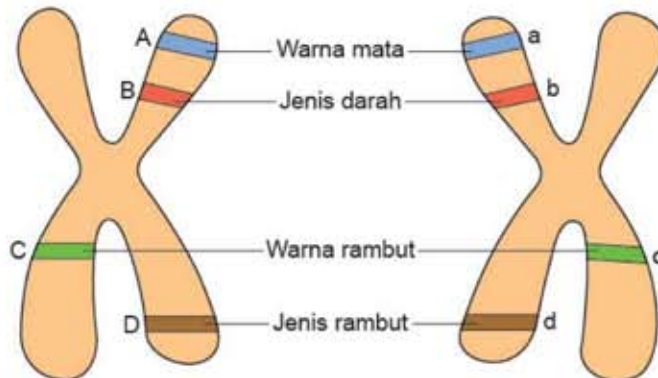
Gambar foto 5.2 Pewarisan ciri dalam manusia

Ciri seperti jenis rambut dan warna anak mata ialah contoh ciri yang diwarisi oleh anak daripada ibu atau bapanya.

Ciri-ciri ini diturunkan daripada ibu bapa kepada anak-anak melalui gen. Seperti yang telah anda pelajari dalam subtopik 5.1, gen ialah unit asas pewarisan yang terdapat pada kromosom. Gen mengawal ciri tertentu dalam suatu organisma. **Sepasang gen** yang berada pada lokus atau kedudukan yang sama pada kromosom homolog akan mengawal satu trait organisma. Pasangan gen yang berada pada lokus yang sama ini dikenali sebagai **alel**. Alel boleh hadir dalam bentuk dominan atau resesif.

Alel dominan akan mempamerkan ciri yang dikawalinya dan menutupi kesan alel resesif. Alel resesif pula hanya akan menunjukkan ciri yang dikawal apabila alel yang dominan tidak hadir. Oleh itu, ciri resesif hanya akan dipamerkan apabila kedua-dua alel adalah resesif.

Alel dominan diwakili oleh huruf besar manakala alel resesif diwakili oleh huruf kecil. Misalnya, 'T' digunakan untuk mewakili tinggi dan 't' mewakili rendah.



Rajah 5.10 Contoh alel dominan dan alel resesif pada kromosom

Rajah 5.10 menunjukkan sepasang kromosom homolog di dalam nukleus. Bagi setiap trait, kita mewarisi dua salinan gen, satu daripada ibu dan satu daripada bapa. Huruf besar A, B, C dan D mewakili alel dominan manakala huruf kecil a, b, c dan d mewakili alel resesif.

Tahukah anda trait manusia yang manakah bersifat dominan atau resesif? Jadual 5.1 menunjukkan beberapa trait dominan dan trait resesif pada manusia.

Jadual 5.1 Contoh trait dominan dan trait resesif pada manusia

Trait dominan	Trait resesif
Boleh menggulung lidah	Tidak boleh menggulung lidah
Rambut hitam	Rambut perang muda
Cuping telinga bebas	Cuping telinga melekap

Cuping telinga melekap



Cuping telinga bebas



Gambar foto 5.3 Cuping telinga melekap dan bebas

Cotusan Minda



Adakah lesung pipit trait dominan atau trait resesif?





Gregor Mendel
(1822-1884)
"Bapa Genetik"

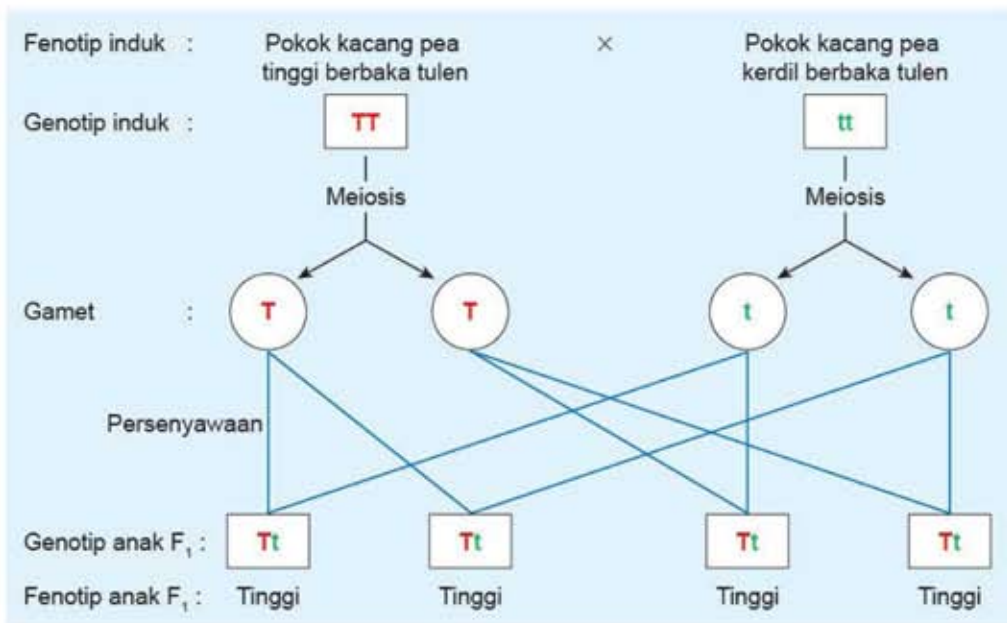
Mekanisme Pewarisan

Gregor Mendel ialah orang pertama yang menemui mekanisme pewarisan secara teratur dan mendalam. Mendel menggunakan pokok kacang pea berbaka tulen dalam eksperimen beliau tentang kacukan monohibrid. Kacukan monohibrid melibatkan kajian tentang satu ciri pada satu masa, sebagai contoh ketinggian, iaitu tinggi atau rendah.

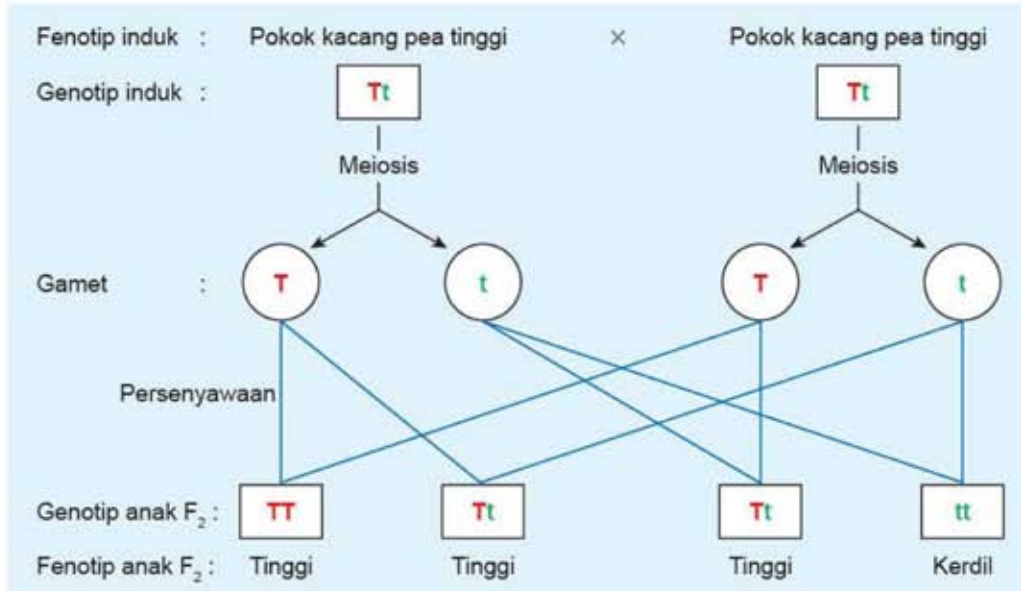
Mendel melakukan kacukan antara satu pokok kacang pea tinggi yang berbaka tulen dengan satu pokok kacang pea kerdil yang berbaka tulen. Pokok tinggi berbaka tulen ialah pokok yang mempunyai genotip "TT" dalam beberapa generasi sebelumnya. Pokok kerdil berbaka tulen ialah pokok yang mempunyai genotip "tt" dalam beberapa generasi sebelumnya.

Generasi pertama hasil daripada kacukan disebut generasi filial pertama (F_1) (Rajah 5.11). Apabila individu daripada F_1 dikacukkan, generasi filial kedua (F_2) terbentuk (Rajah 5.12).

Genotip ialah **maklumat genetik** dalam sesuatu organisma. **Fenotip** pula merujuk kepada **ciri-ciri fizikal** yang dipamerkan pada sesuatu organisma itu.

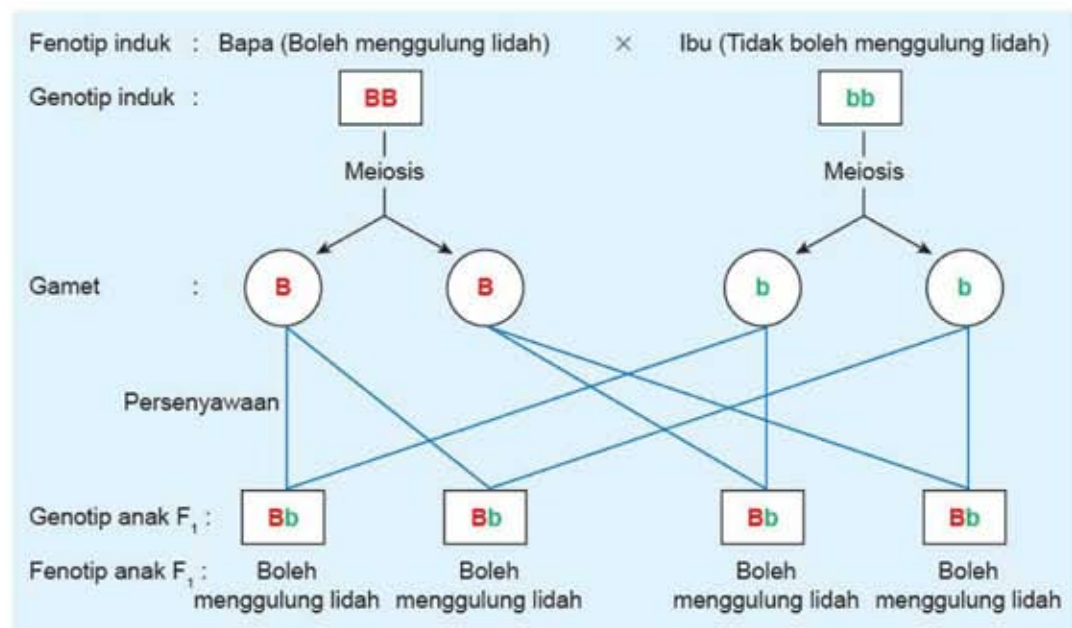


Rajah 5.11 Rajah skema kacukan monohibrid bagi ciri ketinggian



Rajah 5.12 Rajah skema kacukan monohibrid generasi filial ke-2 bagi ciri ketinggian

Pewarisan ciri daripada eksperimen Mendel boleh digunakan untuk menerangkan pewarisan ciri pada manusia. Ciri-ciri yang diwarisi oleh seseorang bergantung pada gen yang diwarisi daripada ibu bapanya. Mekanisme pewarisan ciri boleh ditunjukkan pada rajah skema di bawah (Rajah 5.13).



Rajah 5.13 Rajah skema pewarisan kebolehan menggulung lidah

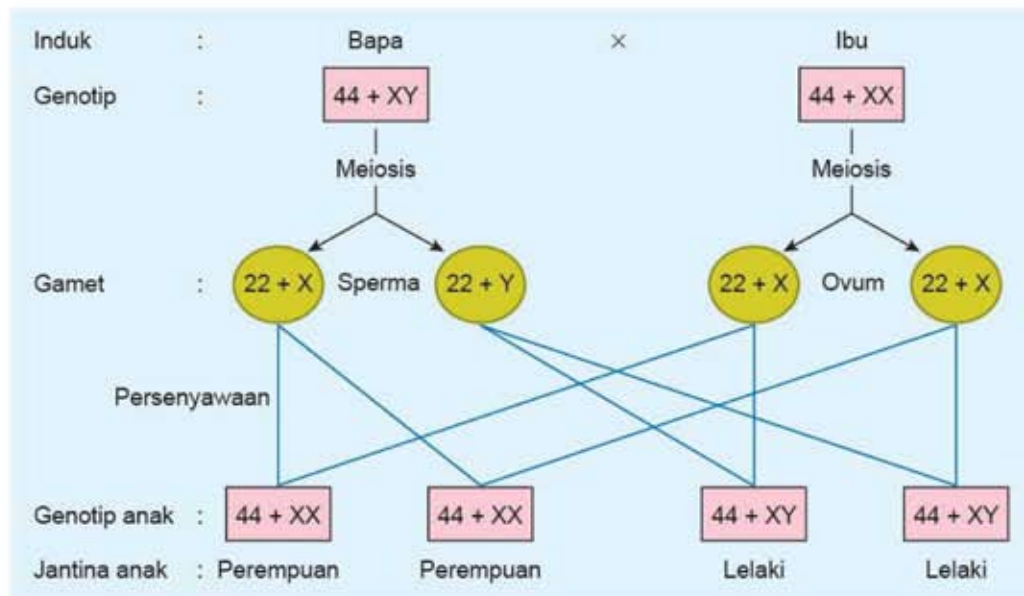
Berbeza daripada pewarisan kebolehan menggulung lidah yang dibincangkan sebelum ini, pewarisan jantina seseorang anak ditentukan oleh kromosom seks yang diterima daripada ibu bapanya.

Dalam subtopik 5.1, kita telah mempelajari autosom dan kromosom seks. Seorang lelaki dan perempuan mempunyai 46 kromosom yang terdiri daripada 44 autosom dan 2 kromosom seks. Lelaki mempunyai dua jenis kromosom seks iaitu X dan Y, manakala perempuan mempunyai dua kromosom seks X sahaja.

Selepas meiosis, sperma akan mempunyai separuh bilangan kromosom induk, iaitu 23 kromosom (sama ada $22 + X$ atau $22 + Y$). Ovum juga akan mempunyai separuh bilangan kromosom induk, iaitu 23 kromosom ($22 + X$). Jantina anak bergantung pada jenis sperma yang mensenyawakan ovum. Jika sperma ($22 + X$) mensenyawakan ovum ($22 + X$), jantina anak yang terbentuk ialah perempuan, ($44 + XX$). Jika sperma ($22 + Y$) mensenyawakan ovum ($22 + X$), jantina anak yang terbentuk ialah lelaki, ($44 + XY$).



Penentuan jantina anak ditunjukkan oleh Rajah 5.14.



Rajah 5.14 Rajah skema penentuan jantina anak

Berdasarkan rajah di atas, kebarangkalian untuk mendapatkan jantina anak lelaki atau anak perempuan pada setiap kehamilan adalah sama, iaitu 50%.



Aktiviti 5.2

Windows Pane



Tujuan: Meramalkan nisbah genotip dan fenotip bagi kacukan monohibrid.

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Setiap kumpulan akan diberi satu rajah skema pewarisan yang tidak lengkap bagi kacukan monohibrid satu ciri pokok kacang pea yang dikaji oleh Mendel.
3. Lengkapkan rajah skema pewarisan tersebut.
4. Bentangkan hasil kumpulan anda kepada kelas.



PRAKTIS FORMATIF 5.2

1. Huraikan perbezaan antara alel dominan dengan alel resesif.
2. Apakah kromosom seks?
3. Apakah yang menentukan jantina anak? Terangkan jawapan anda.

5.3 Mutasi

Jenis Mutasi

Lihat Gambar foto 5.5 di bawah. Bolehkah anda nyatakan kelainan yang terdapat pada setiap individu dalam gambar foto tersebut berbanding dengan individu normal? Apakah yang menyebabkan kelainan itu?



Gambar foto 5.5 Kelainan pada individu

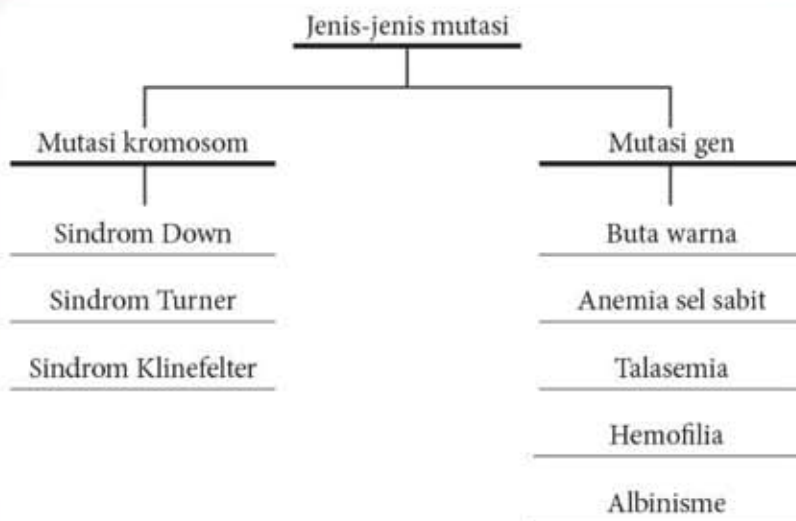
Cetusan Minda

Adakah pemakanan ibu semasa mengandung boleh menyebabkan mutasi?

Galeri Sains

Kadar kelahiran bayi sindrom Down ialah 1 dalam setiap 800 kelahiran. Risiko menjadi tinggi dengan bertambahnya umur ibu apabila melebihi 35 tahun.

Pernahkah anda mendengar istilah mutasi? Apakah mutasi? **Mutasi** ialah perubahan **spontan dan rawak** yang berlaku kepada gen dan kromosom yang boleh menyebabkan perubahan ciri kepada anak yang mewarisi bahan genetik terubah suai tersebut. Terdapat **dua** jenis mutasi, iaitu **mutasi kromosom** dan **mutasi gen**. Rajah 5.15 menunjukkan jenis-jenis mutasi dan contoh-contoh setiap jenis mutasi itu.



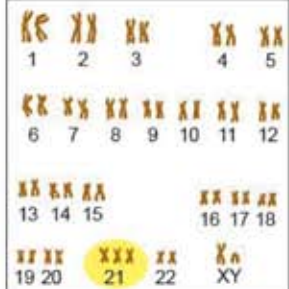
Rajah 5.15 Jenis mutasi dan contoh

Mutasi Kromosom

Mutasi kromosom berlaku apabila terdapat perubahan dalam bilangan atau struktur kromosom. Perubahan ini berlaku akibat kecacatan semasa proses pembahagian sel.

(a) Sindrom Down (terlebih kromosom ke-21)

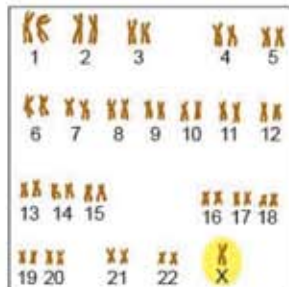
Sindrom Down berlaku kerana terdapat penambahan satu kromosom pada pasangan **kromosom ke-21**. Penghidap sindrom Down mempunyai 47 kromosom berbanding dengan individu normal yang mempunyai 46 kromosom. Individu yang menghidap sindrom Down mempunyai ciri-ciri seperti kerencatan fizikal dan mental, leher pendek, mata sepet dan badan lebih rendah.



Rajah 5.16 Kariotip seorang lelaki yang menghidap sindrom Down

(b) Sindrom Turner (XO)

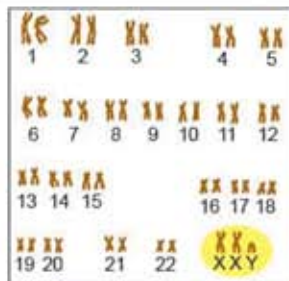
Individu yang menghidap sindrom Turner mempunyai **kurang bilangan kromosom seks** berbanding dengan individu normal. Jumlah keseluruhan kromosom hanya 45 kromosom ($44 + XO$) sahaja. Individu yang menghidap sindrom Turner ialah seorang **perempuan** yang kehilangan satu kromosom X. Penghidap sindrom Turner tidak mengalami perkembangan ciri-ciri seks sekunder seorang perempuan.



Rajah 5.17 Kariotip seorang perempuan yang menghidap sindrom Turner

(c) Sindrom Klinefelter (XXY)

Individu yang menghidap sindrom Klinefelter mempunyai **lebih bilangan kromosom seks** berbanding dengan individu normal. Jumlah keseluruhan kromosom adalah 47 kromosom ($44 + XXY$). Individu dengan sindrom Klinefelter ialah seorang **lelaki** dengan penambahan satu kromosom X. Penghidap sindrom Klinefelter mempunyai ciri-ciri perempuan seperti mempunyai payudara dan testis yang kecil serta mandul.



Rajah 5.18 Kariotip seorang lelaki yang menghidap sindrom Klinefelter

Mutasi Gen

Mutasi gen disebabkan oleh perubahan kimia yang berlaku pada sesuatu gen. Mutasi gen menyebabkan perubahan dalam ciri yang dikawal oleh gen tersebut.

Galeri Sains

Pada bulan November 2016, Kementerian Kesihatan Malaysia telah melancarkan inisiatif pemeriksaan talasemia yang disasarkan ke seluruh negara membabitkan murid Tingkatan 4. Langkah ini diambil untuk mengurangkan peratus kelahiran bayi dengan talasemia. Kaunseling dan panduan sewajarnya akan diberikan kepada individu yang disahkan sebagai pembawa supaya mereka tidak memilih pasangan yang juga merupakan pesakit talasemia.

(a) Buta warna

Individu yang menghidap buta warna mempunyai gen mutan resesif yang terdapat pada kromosom X. Individu ini tidak dapat membezakan antara warna merah dengan hijau. Penyakit ini dikawal oleh gen resesif pada kromosom X. Penyakit genetik ini lazim berlaku pada lelaki.

(b) Anemia sel sabit

Penyakit ini disebabkan oleh perubahan spontan yang berlaku kepada gen yang bertanggungjawab dalam penghasilan hemoglobin. Individu dengan anemia sel sabit mempunyai bentuk sel darah merah abnormal yang berbentuk sabit yang menjejaskan pengangkutan oksigen. Penyakit ini disebabkan oleh gen resesif pada autosom.



Gambar foto 5.6 Sel darah merah berbentuk sabit dan sel darah merah normal

(c) Talasemia

Talasemia ialah sejenis penyakit genetik yang disebabkan oleh mutasi pada gen yang mengawal penghasilan hemoglobin. Individu dengan talasemia mempunyai sel darah merah yang kecil dan jangka hayat sel ini lebih singkat. Keadaan ini boleh menyebabkan kekurangan darah yang teruk.

(d) Hemofilia

Pesakit hemofilia mengalami kesukaran darah membeku. Hal ini demikian kerana berlaku mutasi pada gen yang menghasilkan faktor pembekuan darah. Individu itu akan kehilangan darah berterusan sekiranya terluka atau tercedera.

Faktor yang Menyebabkan Mutasi Gen dan Mutasi Kromosom

Mutasi mungkin berlaku secara spontan (semula jadi) semasa proses pembahagian sel. Mutasi boleh juga berlaku disebabkan oleh faktor-faktor luaran yang dikenali sebagai **mutagen**. Apakah mutagen yang anda tahu? Lakukan aktiviti di bawah.



Aktiviti 5.3

Jalan Galeri



Tujuan: Mengumpulkan maklumat dan membuat persembahan mengenai faktor-faktor yang menyebabkan mutasi gen dan mutasi kromosom.

Arahan:

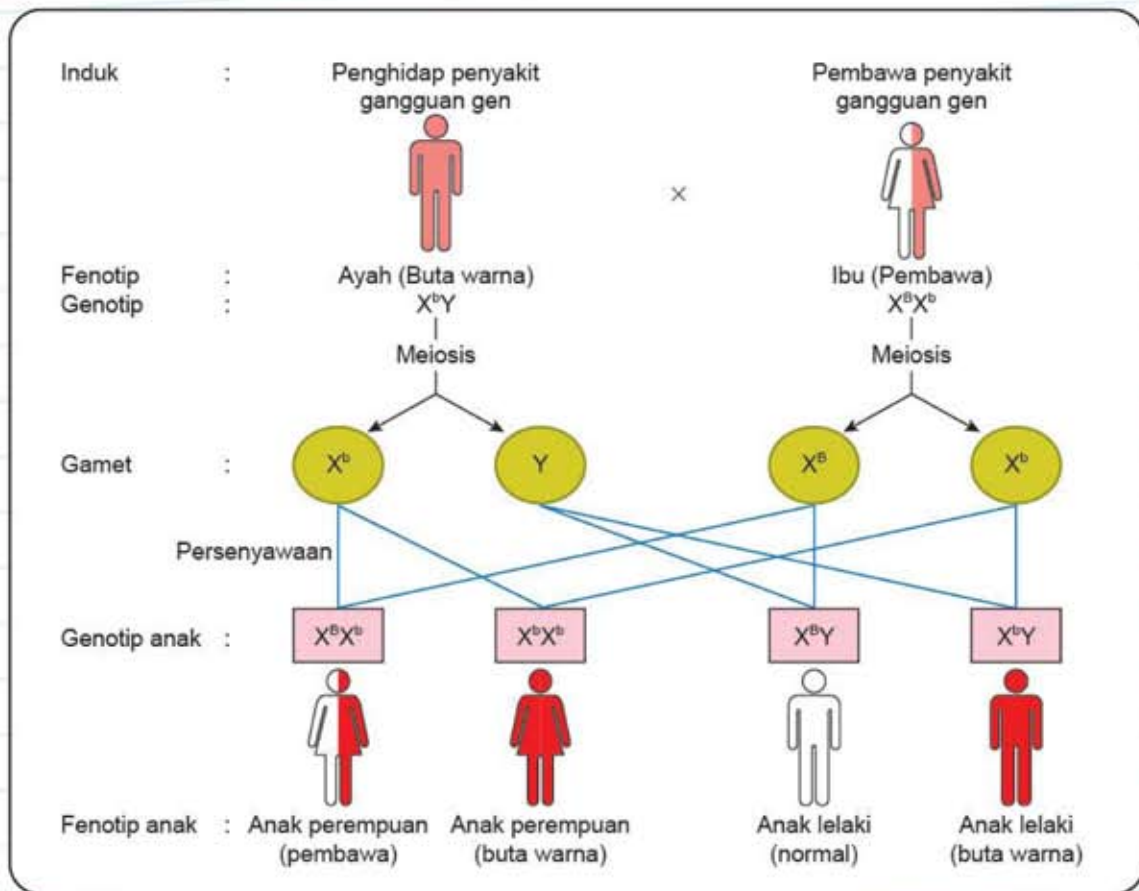
1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat berasingan tentang faktor-faktor yang menyebabkan mutasi gen dan mutasi kromosom.
3. Kumpulkan juga maklumat berkaitan dengan contoh mutasi gen seperti buta warna, anemia sel sabit, talasemia dan hemofilia.
4. Catatkan maklumat di atas kertas sebak.
5. Tampil hasil kerja kumpulan anda di dalam kelas untuk dilihat kumpulan lain.
6. Tulis komen tentang hasil kerja kumpulan lain di atas hasil kerja itu.



Rajah 5.19 Faktor-faktor yang menyebabkan mutasi

Penyakit Gangguan Gen

Alel juga membawa trait penyakit yang boleh diwarisi dalam keluarga. Rajah 5.20 menunjukkan pewarisan sejenis penyakit gangguan gen apabila seorang lelaki yang merupakan seorang **penghidap penyakit gangguan gen** berkahwin dengan seorang perempuan **pembawa penyakit gangguan gen**.

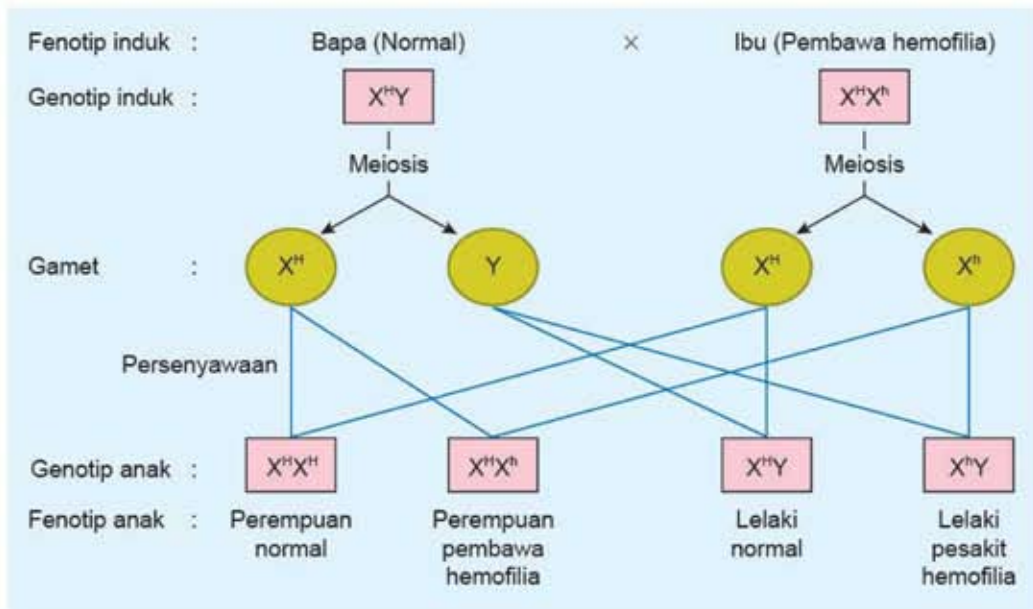


Rajah 5.20 Pewarisan sejenis penyakit gangguan gen

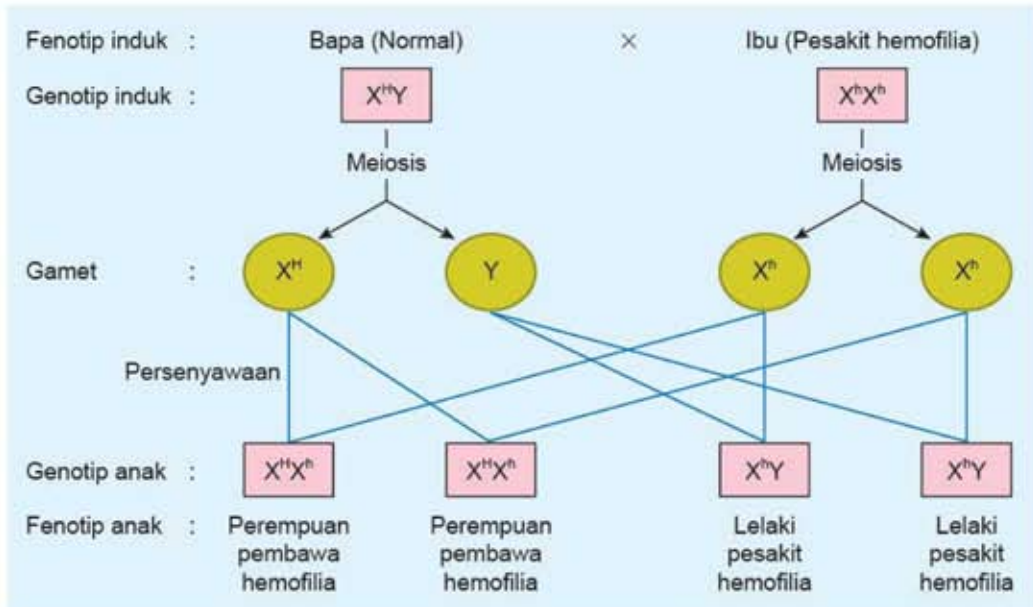
Kebanyakan gen yang mengawal sesuatu trait terletak pada autosom. Walau bagaimanapun, terdapat juga trait yang terletak pada **kromosom seks**. Trait ini dikenali sebagai **trait terangkai seks** dan gen yang terdapat pada kromosom seks ini dinamakan **gen terangkai seks**. Contohnya trait kegagalan pembekuan darah pada luka yang menyebabkan penyakit hemofilia.

Hemofilia ialah penyakit genetik yang dialami oleh seseorang individu apabila darah pada lukanya lambat membeku. Hemofilia hanya diwarisi apabila terdapat alel resesif yang membawa penyakit hemofilia pada kromosom X. Jika tiada alel resesif itu pada kromosom X, maka tiadalah penyakit hemofilia. Kaji rajah skema pewarisan hemofilia pada Rajah 5.21 dan Rajah 5.22 berikut.

Katakan: X^H ialah alel dominan (normal) dan X^h ialah alel resesif (hemofilia).



Rajah 5.21 Rajah skema pewarisan hemofilia jika bapa normal dan ibu ialah pembawa hemofilia



Rajah 5.22 Rajah skema pewarisan hemofilia jika bapa normal dan ibu ialah pesakit hemofilia

Bagaimanakah kita boleh mengesan penyakit gangguan gen, cikgu?

Terdapat dua kaedah yang boleh digunakan untuk mengesan penyakit gangguan gen, iaitu:

- kaedah amniosentesis
- kaedah kariotip

Kariotip yang terhasil daripada kaedah-kaedah ini akan digunakan untuk mengesan sebarang keabnormalan pada kromosom. Hal ini adalah untuk mengesan sebarang penyakit gangguan gen lebih awal.

Penyakit gangguan gen boleh dikesan melalui kaedah amniosentesis dan kaedah kariotip.



Amniosentesis

http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm96_2.mp4



Kaedah Kariotip

http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm96_1.mp4

Kaedah Amniosentesis

Amniosentesis digunakan untuk mengesan keabnormalan sel fetus pada minggu ke-15 hingga ke-20 kehamilan. Pada mulanya kedudukan fetus di dalam uterus dikenal pasti menggunakan teknik ultrabunyi untuk memastikan kedudukan fetus yang selamat.



Rajah 5.23 Langkah-langkah dalam kaedah amniosentesis

Kaedah Kariotip



Rajah 5.24 Langkah-langkah dalam kaedah kariotip

Aplikasi Penyelidikan Genetik dalam Meningkatkan Kualiti Kehidupan

Penyelidikan genetik telah dijalankan dalam pelbagai bidang demi manfaat manusia. Antara penyelidikan genetik yang dapat meningkatkan kualiti kehidupan manusia ialah sains forensik, terapi gen dan genealogi genetik.



Gambar foto 5.7 Pakar forensik sedang memeriksa cap jari di dalam makmal

Sains Forensik

Sains forensik ialah satu daripada bidang sains dan teknologi yang menjalankan kajian tentang penyiasatan jenayah dengan mengenal pasti dan mengesahkan kronologi sesuatu kejadian berdasarkan bukti-bukti saintifik yang diperolehi.

Sains forensik memainkan peranan penting dalam sistem perundangan dengan menyediakan maklumat berasaskan saintifik melalui analisis bukti fizikal. Semasa siasatan, bukti dikumpulkan di tempat kejadian atau daripada seseorang yang terlibat, dianalisis di makmal dan kemudian keputusan analisis dibentangkan di mahkamah.

Terapi Gen

Terapi gen ialah satu teknik yang masih dalam peringkat eksperimen bertujuan untuk membaiki gen-gen mutan (abnormal/cacat) yang menyebabkan penyakit seperti sistik fibrosis, hemofilia dan anemia sel sabit. Teknik ini dijalankan dengan menyisipkan gen normal ke dalam sel atau tisu badan pesakit untuk menggantikan gen yang rosak.



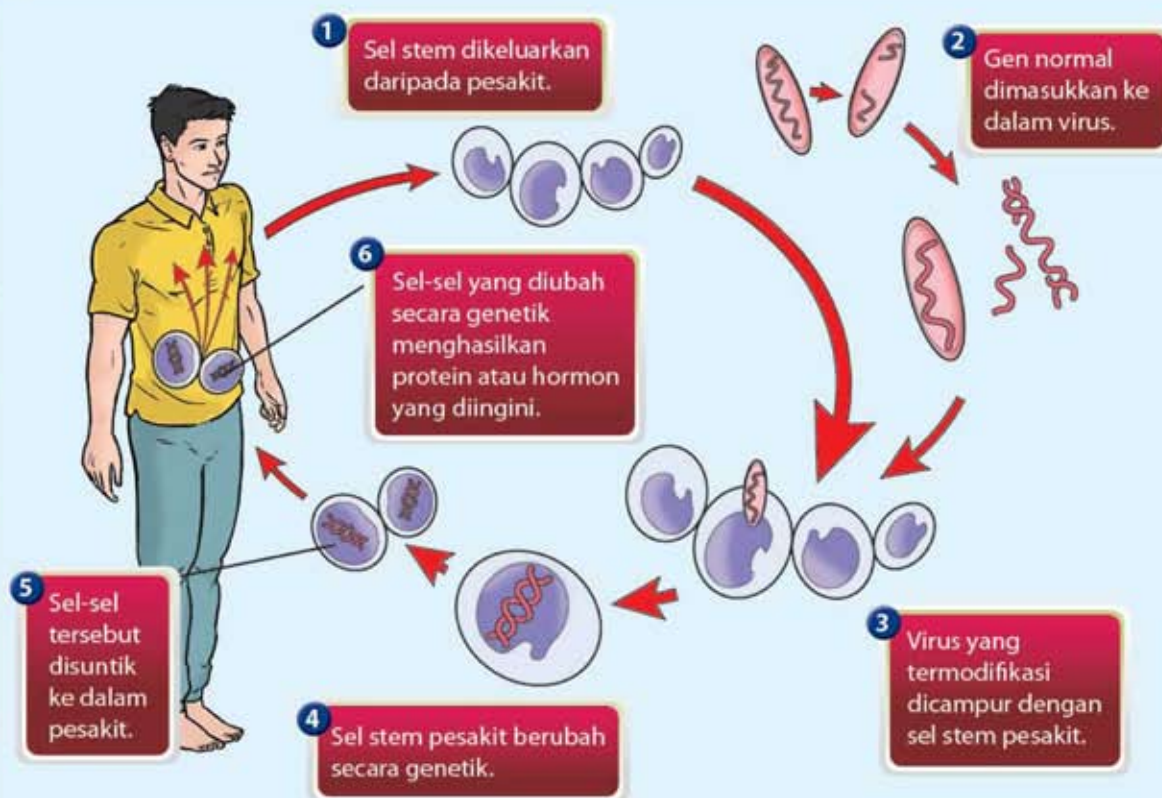
DNA dan Sains Forensik
http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm98_1



Terapi Gen
http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm98_2



Genealogi Genetik
http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm98_3



Rajah 5.25 Proses terapi gen

Genealogi Genetik

Genealogi genetik ialah kajian pengumpulan genetik untuk menentukan salasilah atau susur galur tentang keluarga, keturunan dan sejarahnya. Ujian DNA digunakan dalam kajian ini.



Aktiviti 5.4

Pembentangan Hasil Sendiri

Tujuan: Mengumpulkan maklumat dan membuat persembahan mengenai penyelidikan genetik.



Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang aplikasi dalam penyelidikan genetik seperti berikut:
 - (a) sains forensik
 - (b) terapi gen
 - (c) genealogi genetik
3. Kumpulkan maklumat berikut daripada pelbagai sumber dan bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda di dalam kelas.

Kesan Penyelidikan Genetik terhadap Kehidupan Manusia

Penyelidikan genetik merupakan cabang yang sangat berguna dalam biologi. Penyelidikan genetik ialah satu teknik yang digunakan untuk mengubah gen dan paling banyak digunakan dalam bidang perubatan dan pertanian. Terdapat beberapa kebaikan dan keburukan penyelidikan genetik yang telah timbul disebabkan sifat manusia. Mari kita jalankan satu aktiviti untuk memperluas pengetahuan dan mengambil kira pandangan rakan-rakan lain tentang kebaikan dan keburukan penyelidikan genetik dari segi isu ekonomi, kesejahteraan hidup, etika, psikologi dan sosial.



Aktiviti 5.5

Perbahasan

Tujuan: Membahaskan kesan-kesan penyelidikan genetik.



Arahan:

1. Bentuk dua pasukan perbahasan dan jemput beberapa orang guru sebagai pengadil.
2. Bahaskan tajuk "Penyelidikan genetik mendatangkan lebih banyak kebaikan daripada keburukan" dari segi saringan genetik berdasarkan aspek berikut:
 - (a) ekonomi (insurans, peluang pekerjaan)
 - (b) kesejahteraan hidup (institusi kekeluargaan)
 - (c) etika
 - (d) psikologi
 - (e) sosial



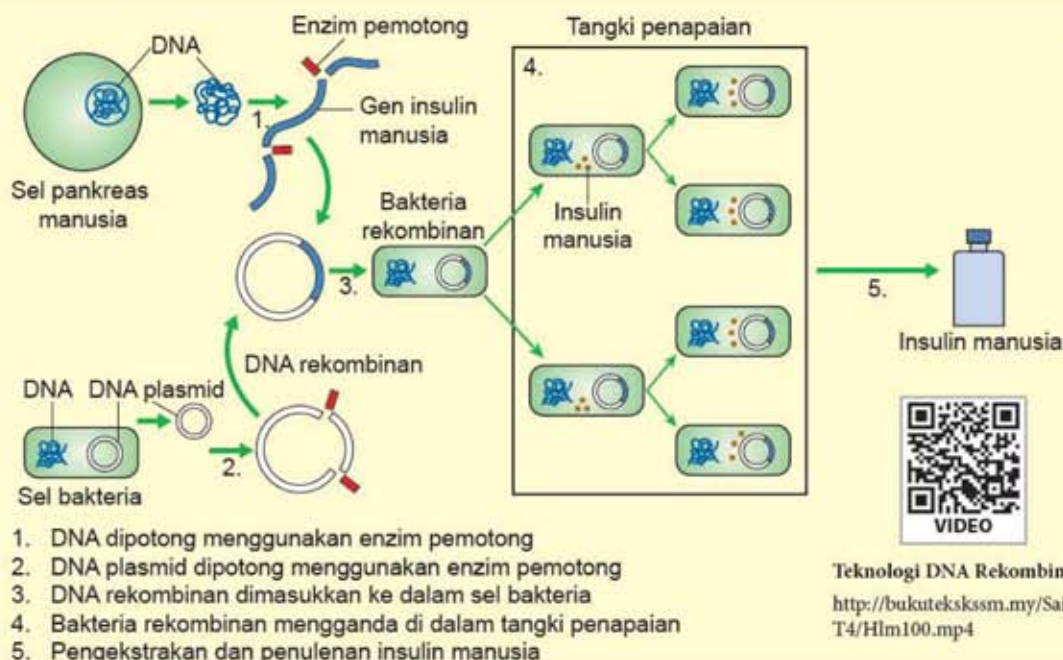
1. Apakah mutasi?
2. Senaraikan tiga faktor yang menyebabkan mutasi.
3. Senaraikan kebaikan dan keburukan penyelidikan genetik.
4. Apakah masalah yang timbul jika etika dan nilai-nilai murni tidak diamalkan dalam penyelidikan genetik?

5.4 Teknologi Kejuruteraan Genetik

Apakah itu kejuruteraan genetik? Kejuruteraan genetik ialah istilah yang digunakan kepada pengubahsuaian genetik sesuatu organisma. Kejuruteraan genetik telah mula diperkenalkan sekitar tahun 1971–1973 dan dikenali sebagai sains kejuruteraan genetik. Kejuruteraan genetik biasanya dikaitkan dengan DNA rekombinan, organisma termodifikasi genetik (*Genetically Modified Organism*, GMO) dan terapi gen.

Teknologi DNA Rekombinan

Teknologi DNA rekombinan merupakan teknologi yang menggabungkan dua spesies yang berbeza untuk menghasilkan satu ciri genetik baharu. Sebagai contoh, DNA dari tumbuhan boleh dikombinasikan dengan DNA bakteria, atau DNA manusia dikombinasikan dengan DNA daripada kulat, untuk mencipta DNA hibrid. Contoh yang lebih terperinci adalah seperti penghasilan insulin manusia melalui bakteria. Penghasilan insulin ini dapat membantu orang yang menghidap diabetes melitus (kencing manis).



Rajah 5.26 Pembuatan insulin melalui teknologi DNA rekombinan

Organisma Termodifikasi Genetik (GMO)

Pernahkah anda mendengar istilah GMO? GMO ialah singkatan bagi *Genetically Modified Organism*, iaitu organisma (tumbuhan, haiwan, bakteria atau virus) yang diubah suai secara genetik untuk tujuan tertentu.

Teknologi ini menggabungkan gen daripada dua spesies yang berbeza, malahan boleh dilakukan dengan menggabungkan gen haiwan dengan gen tanaman atau gen bakteria untuk menghasilkan organisma termodifikasi genetik (GMO) dengan ciri baharu yang tidak mungkin boleh dihasilkan melalui proses persilangan tradisional. Organisma baharu ini mengandungi beberapa perubahan khusus yang diperlukan untuk meningkatkan kualiti komersil. Beberapa tumbuhan yang telah dihasilkan ialah tumbuhan yang boleh menghalang serangga perosak atau penyakit. Teknologi ini diaplikasikan dalam penanaman padi, jagung dan kelapa sawit.

Buah yang lebih besar, nilai nutrisi yang lebih tinggi dan daya rintangan terhadap serangan perosak dan penyakit merupakan ciri-ciri produk yang diinginkan dalam bidang pertanian. Salah satu kebaikan tanaman yang dihasilkan melalui modifikasi genetik ini ialah pengurangan penggunaan racun perosak. Jadi, hal ini boleh mengurangkan masalah pencemaran alam sekitar.



Gambar foto 5.8 Contoh makanan yang dimodifikasi secara genetik

Cotusan Minda



Adakah tembikai empat segi ini hasil daripada kejuruteraan genetik? Terangkan.



Penciptaan Pokok Tomato yang Tahan Serangga
<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/Hlm101.jpg>

INFORMASI



Aktiviti 5.6

Persembahan Multimedia

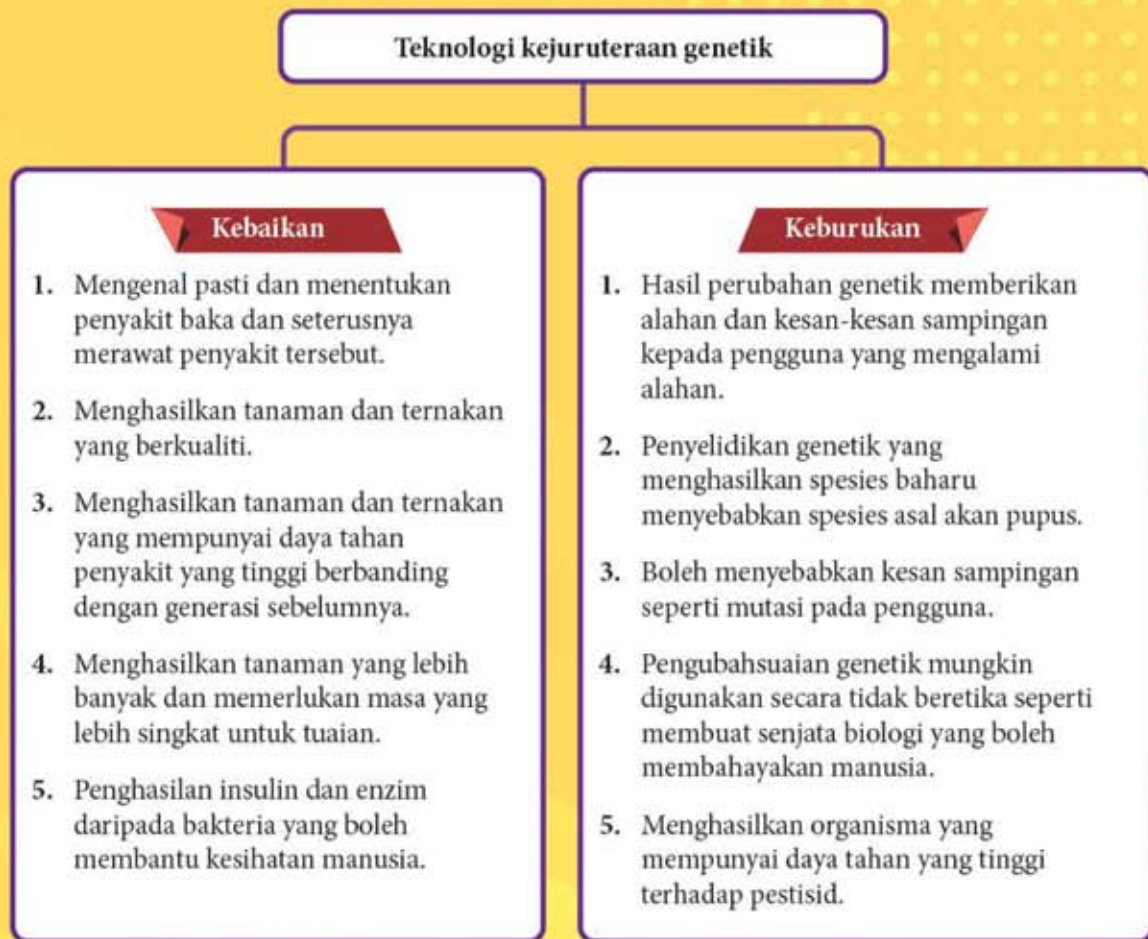
Tujuan: Mencari maklumat tentang kejuruteraan genetik seperti DNA rekombinan, terapi gen dan organisma termodifikasi genetik (GMO).

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Cari maklumat tentang DNA rekombinan, terapi gen dan organisma termodifikasi genetik (GMO).
3. Buat persembahan multimedia mengenai tajuk-tajuk yang dibincangkan.



Kesan Teknologi Kejuruteraan Genetik dalam Kehidupan



Rajah 5.27 Kebaikan dan keburukan teknologi kejuruteraan genetik



Aktiviti 5.7

Perbahasan

Tujuan: Membahaskan kesan teknologi kejuruteraan genetik dalam kehidupan.



Arahan:

1. Sediakan tajuk perbahasan bagi kelas anda. Contoh tajuk perbahasan yang boleh dikemukakan adalah seperti berikut:
"Kejuruteraan genetik membawa lebih banyak keburukan daripada kebaikan".
2. Bahagikan kelas anda kepada dua kumpulan. Satu kumpulan sebagai pencadang dan satu kumpulan sebagai pembangkang.
3. Perbahasan boleh dilakukan di dalam kelas atau di dewan sekolah.

Etika dalam Teknologi Kejuruteraan Genetik

1. Penyelidikan genetik perlu dijalankan dengan integriti yang tinggi agar tidak menyalahi moral dan agama.
2. Teknologi kejuruteraan genetik dapat membantu manusia dari segi kesihatan seperti mencipta insulin bagi membantu manusia yang menghidap penyakit diabetes melitus.
3. Teknologi kejuruteraan genetik dapat membantu manusia dalam menyelesaikan masalah kekurangan makanan dan kerosakan tanaman.
4. Etika dan nilai murni hendaklah diamalkan semasa menjalankan eksperimen kejuruteraan genetik agar tidak menyentuh sensitiviti agama dan moral.
5. Bagi mengelakkan teknologi kejuruteraan genetik daripada disalahgunakan, undang-undang dan peraturan wajar dikuatkuasakan bagi mendidik para pengkaji memahami dan mengikuti perkembangan kejuruteraan genetik.



PRAKTIS FORMATIF

5.4

1. Apakah yang dimaksudkan dengan kejuruteraan genetik?
2. Terangkan maksud DNA rekombinan, terapi gen dan GMO bersertakan contoh setiap satu.
3. Nyatakan tiga kebaikan dan keburukan teknologi kejuruteraan genetik pada manusia.

5.5 Variasi



Gambar foto 5.9 Variasi antara murid-murid

Cuba anda lihat rakan-rakan dan guru di sekeliling anda. Adakah anda dan mereka semua kelihatan sama atau berbeza? Mengapa?

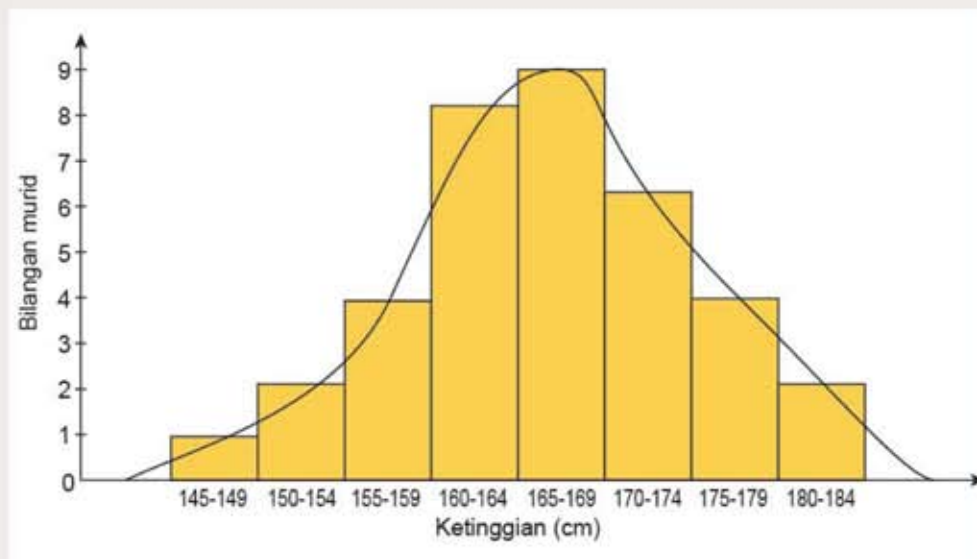
Perbezaan yang wujud antara kita disebabkan oleh variasi. Variasi ialah perbezaan ciri antara individu daripada spesies yang sama. Lihat contoh variasi dalam Gambar foto 5.9. Bolehkah anda sebutkan contoh-contoh variasi yang boleh dilihat dalam gambar ini?

Variasi Selanjar dan Variasi Tak Selanjar

Variasi selanjar ialah variasi yang menunjukkan perbezaan yang tidak ketara atau tidak jelas antara individu dalam populasi yang sama. Contoh variasi selanjar pada manusia adalah seperti ketinggian dan jisim badan. Bolehkah anda fikirkan contoh variasi selanjar lain yang dapat anda lihat dalam kalangan rakan dan keluarga anda?

Variasi selanjar adalah kuantitatif. Ciri-ciri ini boleh diukur dan diwakili oleh lengkung taburan normal. Lihat graf taburan normal dalam Rajah 5.28 di bawah.

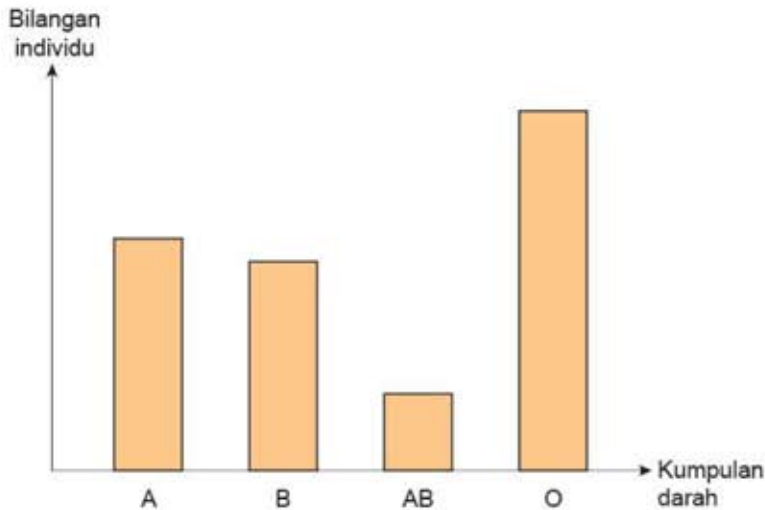
Variasi selanjar ditentukan oleh gen tetapi boleh juga dipengaruhi oleh faktor persekitaran. Sebagai contoh, warna kulit individu ditentukan oleh gen yang diwarisi daripada ibu dan bapanya. Namun begitu, individu yang sama boleh mempunyai warna kulit yang berbeza apabila berada di dua lokasi berbeza.



Rajah 5.28 Variasi selanjar

Variasi tak selanjar ialah variasi yang menunjukkan perbezaan yang ketara atau sangat jelas antara individu dalam populasi yang sama. Contoh variasi tak selanjar pada manusia adalah seperti kebolehan menggulung lidah, jenis cap jari, jenis cuping telinga dan jenis kumpulan darah. Bolehkah anda fikirkan contoh variasi tak selanjar lain yang dapat anda lihat dalam kalangan rakan dan keluarga anda?

Graf untuk variasi tak selanjar adalah berbentuk diskrit. Carta bar digunakan untuk mewakili variasi tak selanjar. Variasi tak selanjar adalah kualitatif. Variasi tak selanjar ditentukan oleh faktor genetik sahaja. Oleh itu, trait bagi variasi tak selanjar boleh diwarisi daripada satu generasi kepada generasi yang berikutnya dan tidak dipengaruhi oleh faktor persekitaran.



Rajah 5.29 Variasi tak selanjar
(Sumber: Pusat Darah Negara)



(a) Tidak boleh menggulung lidah



(b) Boleh menggulung lidah

Gambar foto 5.10 Contoh variasi tak selanjar



Aktiviti 5.8

Tujuan: Menyasiasat jenis variasi untuk ketinggian dan jisim badan dalam kalangan murid.

Bahan: Kertas graf

Radas: Pita pengukur, penimbang jisim badan

Arahan:

1. Ukur ketinggian setiap murid di dalam kelas.
2. Catatkan data ketinggian di dalam jadual di bawah mengikut julat ketinggian murid.
3. Plotkan satu histogram bilangan murid melawan sela ketinggian.
4. Ulangi langkah 1 hingga 3 untuk jisim badan.

Keputusan:

Ketinggian (cm)	130 – 134	135 – 139	140 – 144	145 – 149	150 – 154	155 – 159	160 – 164	165 – 169	170 – 174
Bilangan murid									

Jisim badan (kg)	35 – 39	40 – 44	45 – 49	50 – 54	55 – 59	60 – 64	65 – 69	70 – 74	75 – 79
Bilangan murid									

Soalan:

1. Apakah julat ketinggian dan jisim badan yang paling kerap?
2. Apakah bentuk histogram ketinggian dan jisim badan yang telah anda plotkan?
3. Adakah terdapat perbezaan yang ketara antara ketinggian dengan jisim badan murid di dalam kelas?



Aktiviti 5.9

Tujuan: Menyasat jenis variasi untuk kebolehan menggulung lidah dalam kalangan murid.

Bahan: Kertas graf

Arahan:

1. Kumpulkan maklumat kebolehan menggulung lidah dan yang tidak boleh menggulung lidah bagi setiap murid di dalam kelas.
2. Catat data di dalam jadual di bawah.
3. Plotkan graf bar bilangan murid melawan ciri kebolehan mereka menggulung lidah.

Keputusan:

Ciri	Kebolehan menggulung lidah	
Trait	Boleh	Tidak boleh
Bilangan murid		

Soalan:

1. Apakah bentuk graf bar yang telah anda plotkan?
2. Adakah terdapat perbezaan yang ketara antara ciri kebolehan menggulung lidah dalam kalangan murid di dalam kelas?

Faktor-faktor yang Menyebabkan Variasi

Bolehkah anda menyatakan faktor-faktor yang menyebabkan variasi? Apakah kepentingan variasi? Mari jalankan Aktiviti 5.10 berikut untuk mengumpulkan maklumat tersebut.



Aktiviti 5.10

Jalan Galeri



Tujuan: Mengumpulkan maklumat tentang variasi.

Arahan:

1. Jalankan aktiviti ini dalam kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang:
 - (a) faktor-faktor yang menyebabkan variasi
 - (b) kepentingan variasi
3. Catatkan maklumat di atas kertas sebak.
4. Tampil hasil persembahan kumpulan anda pada dinding kelas.
5. Seorang ahli daripada setiap kumpulan akan membentangkan persembahan kepada kumpulan lain.



Rajah 5.30 Faktor-faktor yang menyebabkan variasi

Kepentingan Variasi

Variasi pada organisma membolehkan organisma itu menyesuaikan diri terhadap perubahan persekitarannya. Individu dengan ciri berlainan atau berbeza daripada kumpulan majoriti mampu untuk bertahan, menyesuaikan diri dan bermandiri dengan perubahan persekitaran. Jika semua individu adalah serupa, mereka akan pupus apabila suatu perubahan drastik berlaku dalam persekitaran.

Variasi membolehkan kita membezakan dan mengecam setiap individu dalam spesies yang sama dengan mudah.



Variasi membenarkan pemilihan semula jadi, iaitu organisma dengan ciri-ciri yang sesuai akan terus hidup manakala organisma dengan ciri-ciri yang kurang sesuai akan pupus. Evolusi organisma berlaku melalui pemilihan semula jadi.



Variasi membantu organisma dalam penyamaran untuk melindungi diri daripada pemangsa.

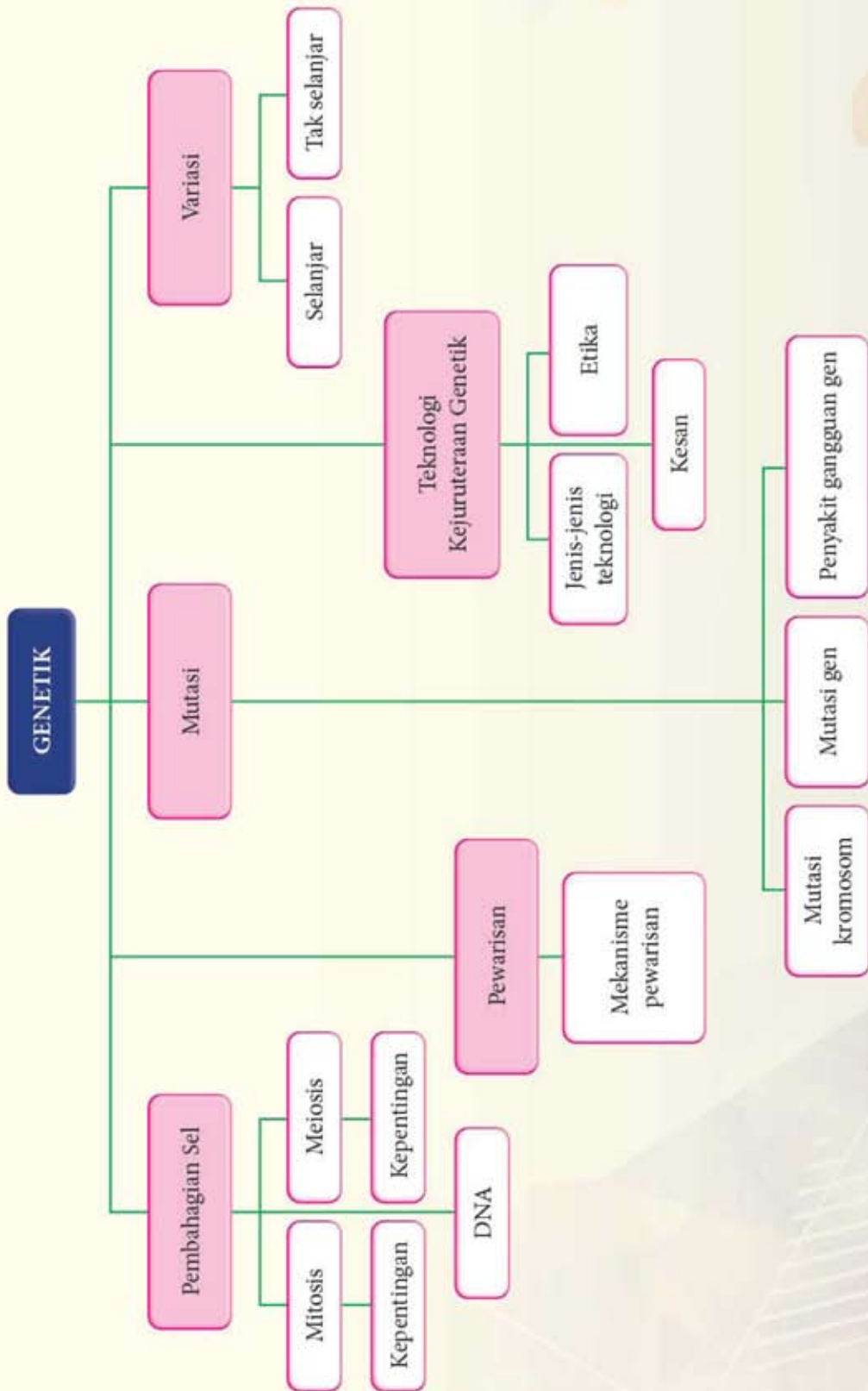
Variasi pada haiwan dan tumbuhan juga meningkatkan nilai tambah sesuatu haiwan dan tumbuhan tersebut. Sebagai contoh, hasil daripada kejuruteraan genetik dan pembiakbakaan pilihan, haiwan dan tumbuhan dengan ciri genetik baharu dapat dihasilkan mengikut sifat-sifat yang dikehendaki. Hal ini boleh meningkatkan kualiti dan kuantiti hasil pertanian.



PRAKTIS FORMATIF 5.5

1. Apakah maksud variasi?
2. (a) Namakan dua jenis variasi.
(b) Banding dan bezakan antara kedua-dua jenis variasi yang anda nyatakan dalam soalan 2(a).
3. Nyatakan dua faktor genetik yang menyebabkan variasi.
4. Bagaimanakah faktor persekitaran menyebabkan variasi? Terangkannya menggunakan contoh yang sesuai.
5. Nyatakan tiga kepentingan variasi.

Rumusan





Refleksi Kendiri

Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

5.1 Pembahagian Sel

- ☐ Menerangkan gen, asid deoksiribonukleik (*Deoxyribonucleic acid*, DNA) dan kromosom di dalam nukleus.
- ☐ Membandingkan dan membezakan mitosis dan meiosis.
- ☐ Mewajarkan kepentingan mitosis dan meiosis.

5.2 Pewarisan

- ☐ Menerangkan pewarisan dalam manusia.
- ☐ Berkomunikasi tentang mekanisme pewarisan.

5.3 Mutasi

- ☐ Menjelaskan maksud mutasi dan jenis mutasi.
- ☐ Menerangkan faktor yang menyebabkan mutasi gen dan mutasi kromosom dengan contoh.
- ☐ Menerangkan penyakit gangguan gen dengan ciri-cirinya dan kaedah mengesan penyakit tersebut dengan contoh.
- ☐ Membincangkan aplikasi penyelidikan genetik dalam meningkatkan kualiti kehidupan.
- ☐ Membahaskan kesan penyelidikan genetik terhadap kehidupan manusia.

5.4 Teknologi Kejuruteraan Genetik

- ☐ Mewajarkan teknologi kejuruteraan genetik.
- ☐ Membahaskan kesan teknologi kejuruteraan genetik dalam kehidupan.
- ☐ Mewajarkan etika dalam teknologi kejuruteraan genetik.

5.5 Variasi

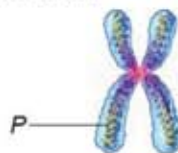
- ☐ Berkomunikasi mengenai variasi selanjara dan variasi tak selanjara.

Praktis Sumatif 5



Soalan Objektif
<http://bukutekskssm.my/Sains/T4/K5>

1. (a) Rajah 1 menunjukkan struktur kromosom.



Rajah 1

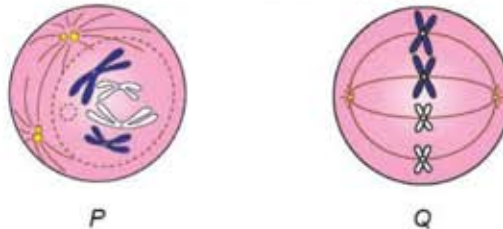
- (i) Namakan struktur yang bertanda P.

- (ii) Nyatakan tiga komponen asas yang membentuk struktur yang anda namakan dalam soalan 1(a)(i).
- (b) Berapakah bilangan kromosom di dalam sel soma?
- (c) Terangkan perbezaan antara autosom dengan kromosom seks.
2. Rajah 2 menunjukkan satu fasa dalam proses pembahagian sel.



Rajah 2

- (a) Nyatakan fasa yang ditunjukkan dalam Rajah 2.
- (b) Pada fasa ini, terangkan perlakuan kromosom.
- (c) Namakan proses yang berlaku pada fasa ini. Terangkan impaknya kepada organisma sekiranya proses ini tidak berlaku.
- (d) Nyatakan sel haiwan yang menjalani peringkat pembahagian sel seperti dalam Rajah 2 di atas.
3. Rajah 3 menunjukkan dua peringkat di dalam satu sel yang mengalami mitosis.

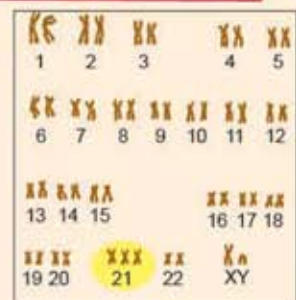


Rajah 3

- (a) Namakan peringkat P.
- (b) Nyatakan perlakuan kromosom semasa peringkat Q.
- (c) Namakan satu organ dalam manusia dan satu organ dalam tumbuhan yang mengalami mitosis.

Cabar Minda

4. Rajah 4 menunjukkan kariotip yang dapat dianalisis selepas Puan K menjalankan kaedah amniosentesis.
- (a) Apakah kemungkinan yang menyebabkan Puan K menjalani prosedur ini?
- (b) (i) Apakah nama penyakit yang akan dihadapi oleh fetus di dalam kandungan Puan K?
- (ii) Apakah jantina fetus itu?



Rajah 4