

Bab

13

Teknologi Genetik

Eksplorasi

Bab

- Kejuruteraan Genetik
- Bioteknologi

Standard
Pembelajaran

Tahukah

Anda?

- Apakah yang dimaksudkan dengan kejuruteraan genetik?
- Apakah aplikasi yang digunakan dalam bioteknologi bagi membantu menyelesaikan masalah yang dihadapi oleh manusia?

Kejuruteraan Genetik

Pengetahuan genetik yang diperoleh daripada eksperimen Mendel tentang pewarisan dan struktur molekul DNA membolehkan saintis di seluruh dunia menjalankan penyelidikan dengan giat dalam bidang genetik untuk meningkatkan taraf hidup manusia.

Gen yang berguna boleh dipindahkan daripada haiwan atau tumbuhan dan disisipkan ke dalam genom mikroorganisma seperti bakteria untuk menghasilkan bahan yang berguna kepada manusia. Melalui proses manipulasi gen, genotip yang baharu dapat dihasilkan dan akhirnya fenotip yang baharu dapat diterbitkan.

Kejuruteraan genetik bukan sahaja dapat menyumbangkan banyak faedah kepada manusia, tetapi juga menimbulkan banyak persoalan etika dan moral yang sukar bagi manusia untuk mendapatkan jawapannya. Jawatankuasa yang terlibat dalam makanan terubah suai genetik (GMF) perlu memantau penyalahgunaan atau penyelewengan dalam kejuruteraan genetik ini, dan setiap keputusan perlu berpandu kepada kod etika yang disediakan.



Kata Kunci

- Kejuruteraan genetik
- Organisma terubah suai genetik (GMO)
- Makanan terubah suai genetik (GMF)
- Bioteknologi
- Terapi gen
- Pemprofilan DNA
- Plasmid
- Vektor pengklonan

13.1 Kejuruteraan Genetik

Kejuruteraan Genetik dan Organisma Terubah Suai Genetik (GMO)

Pernahkah anda mendengar tentang teknik kejuruteraan genetik? Apakah tujuan teknik ini dijalankan pada sesuatu organisma?

Eksplorasi Bio

Definisi genom

- Satu set DNA lengkap bagi sesuatu organisma yang merangkumi kesemua gen organisma tersebut.
- Genom mengandungi semua maklumat yang diperlukan untuk membina dan menjalankan proses kehidupan organisma tersebut.

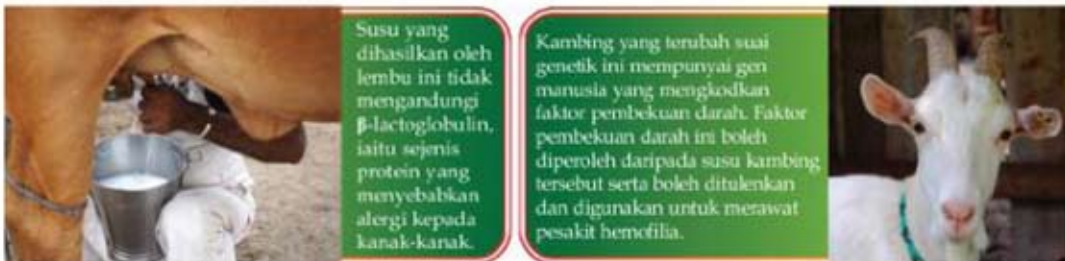
Kejuruteraan genetik merupakan satu teknik manipulasi gen untuk mengubah suai genetik sesuatu organisma bagi membentuk kombinasi gen yang baharu.

Organisma sama ada haiwan, tumbuhan atau mikroorganisma yang dihasilkan melalui teknologi DNA rekombinan dikenali sebagai **organisma terubah suai genetik** atau *genetically modified organism (GMO)*.

Kejuruteraan genetik melibatkan pemindahan segmen DNA daripada satu organisma ke dalam organisma yang lain melalui **teknologi DNA rekombinan**. Dengan menggunakan teknik dan prosedur dalam teknologi DNA rekombinan, ahli biologi dapat membina semula DNA atau **genom** (satu set DNA lengkap) bagi sesuatu organisma.

Organisma Terubah Suai Genetik (GMO)

Organisma terubah suai genetik (GMO) ialah organisma yang mengandungi DNA rekombinan. Melalui teknologi DNA rekombinan, kombinasi gen yang baharu dihasilkan dalam sesuatu organisma. Organisma yang mengandungi DNA rekombinan dikenali sebagai **organisma transgenik** (Gambar foto 13.1).



Gambar foto 13.1 Contoh organisma terubah suai genetik (GMO)

Makanan Terubah Suai Genetik (GMF)

Teknologi DNA rekombinan telah berjaya menghasilkan banyak tanaman (padi, kelapa sawit, nanas, jagung dan kacang soya) serta ternakan (ikan salmon, lembu dan kambing) yang mempunyai ciri-ciri yang diingini (Rajah 13.1). **Makanan yang terubah suai genetik (GMF)** mempunyai DNA daripada spesies tumbuhan atau haiwan yang lain. Pengambilan GMF oleh manusia berkemungkinan dapat membawa pelbagai implikasi yang masih belum diketahui terhadap kesihatan.



Rajah 13.1 Ciri-ciri makanan terubah suai genetik (GMF)

Jadual 13.1 Kebaikan dan keburukan (GMF)

Kebaikan GMF	Keburukan GMF
- Mengatasi masalah bekalan makanan dunia melalui penghasilan tanaman dan ternakan transgenik yang berkualiti tinggi - Kos penghasilan makanan menjadi lebih rendah - Meningkatkan kandungan nutrisi tanaman - Mengurangkan masalah serangan dalam penanaman tumbuhan - Mengurangkan penggunaan pestisid - Hasil yang banyak menyebabkan harga makanan lebih murah dan mudah didapati.	- Spesies semula jadi akan terancam - Terdapat kemungkinan kecil untuk gen yang dimasukkan ke dalam GMF dipindahkan kepada manusia contohnya gen rintang antibiotik - Kesihatan manusia mungkin terjejas dan kandungan genetik manusia mungkin terjejas.



Gambar foto 13.2 Jagung yang terhasil daripada teknologi DNA rekombinan

'Super salmon' yang terubah suai genetik pada usia 8 bulan



Ikan salmon biasa pada usia 8 bulan

Gambar foto 13.3 Ikan salmon biasa dan 'super salmon'

'Super salmon' merupakan ikan yang terubah suai genetik yang telah diluluskan oleh Food and Drug Administration (FDA) sebagai selamat untuk dimakan di Amerika Syarikat dan Kanada. Gen hormon pertumbuhan daripada ikan salmon Chinook dimasukkan ke dalam genom ikan salmon Atlantik. Dengan ini, ikan salmon Atlantik membesar dengan lebih cepat, iaitu 'super salmon' dapat dihasilkan sepanjang tahun.

Ubi kentang merupakan tanaman yang sangat penting terutamanya bagi penduduk di kawasan beriklim sejuk. Namun begitu, ubi kentang sangat sensitif terhadap suhu yang rendah dan kejadian fros. Gen yang menyebabkan toleransi terhadap keadaan beku daripada tumbuhan *Arabidopsis* sp. telah dimasukkan ke dalam genom ubi kentang. Hal ini membolehkan ubi kentang tumbuh dengan baik di kawasan beriklim sejuk.



Gambar foto 13.4 Kesan-kesan fros ke atas ubi kentang

Insulin

Anda telah mempelajari konsep homeostasis dalam pengawalan aras gula di dalam darah. **Hormon insulin** memainkan peranan penting dalam mengawal aras gula di dalam darah. Pada masa dahulu, insulin diekstrak daripada pankreas lembu atau babi untuk merawat pesakit diabetes melitus.

Eksplorasi Bio

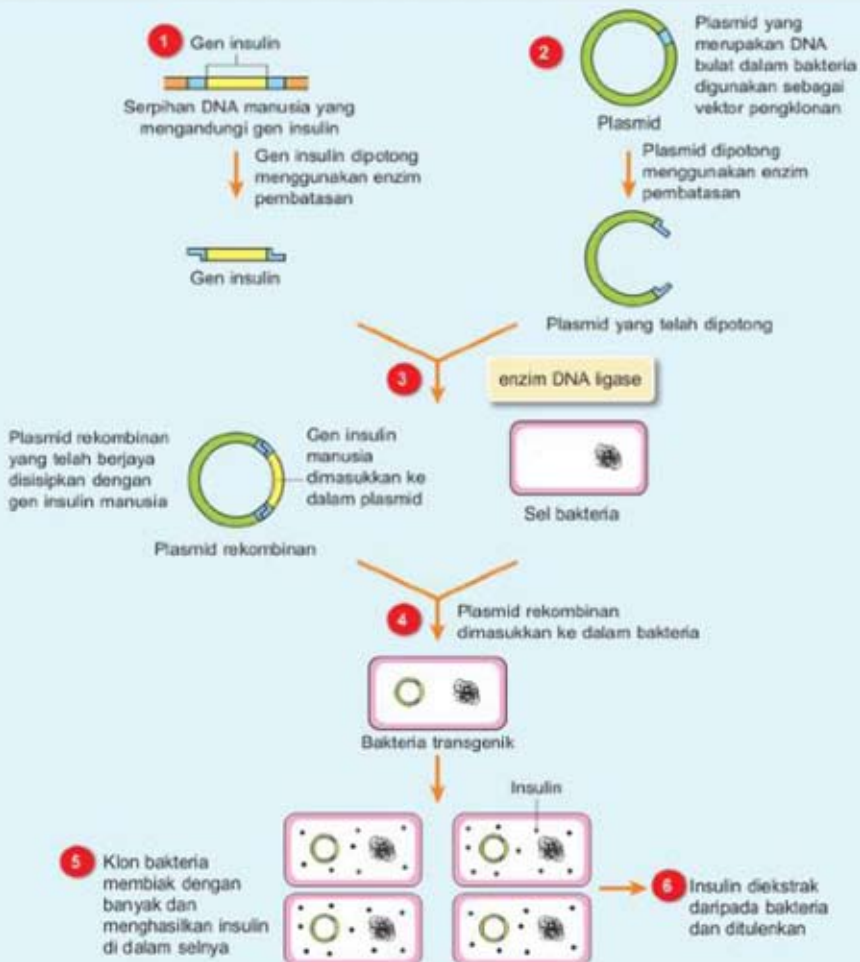
Escherichia coli boleh digunakan untuk mensintesis insulin (Gambar foto 13.5).

Kini, insulin boleh diperolehi daripada teknik kejuruteraan genetik dan boleh dihasilkan secara komersil untuk kegunaan pesakit kencing manis. Selain insulin, **vaksin hepatitis B**, **faktor pembekuan darah** dan **hormon pertumbuhan** telah berjaya dihasilkan secara kejuruteraan genetik.

Gambar foto 13.5 *Escherichia coli*

131.2

Rajah 13.2 menunjukkan cara gen insulin manusia dipindahkan ke bakteria dengan menggunakan teknik kejuruteraan genetik untuk menghasilkan insulin.



Rajah 13.2 Teknik kejuruteraan genetik dalam penghasilan insulin

Terdapat banyak lagi contoh organisma terubah suai genetik (GMO) dan makanan terubah suai genetik (GMF) yang telah dihasilkan daripada teknik kejuruteraan genetik ini. Bolehkah anda menyenaraikan GMO dan GMF yang lain? Apakah kebaikan dan keburukan penghasilan GMO dan GMF ini kepada manusia dan alam sekitar? Jalankan Aktiviti 13.1 untuk mendapatkan maklumat lanjut.

Aktiviti 13.1

PERBAHASAN

Tujuan

Membahaskan kebaikan dan keburukan penghasilan GMO dan GMF

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini dalam dua kumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang GMO dan GMF yang telah dihasilkan sehingga kini.
3. Lantik seorang wakil daripada setiap kumpulan. Wakil daripada setiap kumpulan akan memainkan peranan sebagai ketua pihak pencadang atau ketua pihak pembangkang.
 - (a) **Pihak pencadang:** GMO dan GMF membawa kebaikan
 - (b) **Pihak pembangkang:** GMO dan GMF membawa keburukan
4. Sediakan hujah anda selengkapnya tentang perbincangan yang bertajuk "Kebaikan dan Keburukan Penghasilan GMO serta GMF".
5. Bahaskan tajuk di atas.

Praktis Formatif 13.1

1. Apakah yang dimaksudkan dengan kejuruteraan genetik?
2. Apakah maksud organisma transgenik?
3. Nyatakan **satu** isu yang sering dibahaskan tentang makanan terubah suai genetik (GMF).

13.2 Bioteknologi

Definisi Bioteknologi

Bioteknologi merupakan suatu bidang yang menggunakan teknologi atau kaedah untuk memanipulasikan organisma bagi tujuan menghasilkan atau mengubah suai hasil sesuatu produk biologi.

Bioteknologi bertujuan untuk meningkatkan mutu hasil keluaran ternakan atau tanaman serta membangunkan penggunaan mikroorganisma bagi suatu tujuan yang khusus. Oleh sebab bioteknologi melibatkan pelbagai disiplin sains, maka setiap aktiviti yang melibatkan penggunaan organisma untuk sesuatu kepentingan telah dibezakan mengikut warna-warna tertentu seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 13.3. Terdapat sepuluh jenis aktiviti yang telah dikenal pasti, namun bioteknologi hijau, putih, kuning dan biru merupakan aktiviti utama dalam bioteknologi. Tahukah anda apakah yang dimaksudkan oleh setiap warna?



Rajah 13.3 jenis-jenis aktiviti bioteknologi berdasarkan warna

13.2 13.2.1

Aktiviti 13.2



JELAJAH PEMBELAJARAN

Tujuan

Mencari maklumat dan membuat pembentangan tentang pengelasan bidang bioteknologi

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang pengelasan bidang bioteknologi.
3. Persembahkan maklumat anda dalam bentuk poster.
4. Jalankan aktiviti Jelajah Pembelajaran untuk melihat persembahan kumpulan yang lain.

Aktiviti 13.3



Tujuan

Lawatan ke organisasi seperti FRIM, MPOC, MARDI, MRB dan pusat pengajian tinggi untuk mengumpul maklumat berkaitan bioteknologi kuning

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Guru mengadakan lawatan bersama-sama murid ke salah sebuah organisasi yang berikut:
 - (a) FRIM
 - (b) MPOC
 - (c) MARDI
 - (d) MRB
3. Secara berkumpulan, kumpulkan maklumat berkaitan bioteknologi kuning melalui temu ramah atau daripada risalah-risalah.
4. Tuliskan laporan mengenai hasil lawatan tersebut.

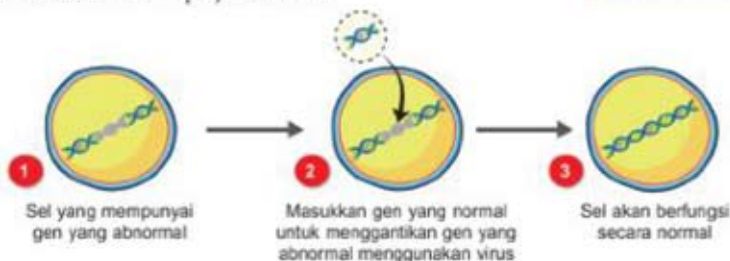
Aplikasi Bioteknologi dalam Kehidupan

Terapi Gen

Terapi gen digunakan untuk merawat atau mencegah suatu penyakit genetik. Dalam terapi gen, gen yang normal disisipkan ke dalam gen pesakit untuk menggantikan gen yang abnormal (Rajah 13.4). Antara penyakit yang dapat dirawat menggunakan kaedah terapi gen ialah sistik fibrosis, distrofi otot dan beberapa jenis kanser.

Lintasan Sejarah

Rawatan menggunakan terapi gen yang pertama berjaya dilakukan pada tahun 1990. Ashanti DeSilva merupakan pesakit pertama yang menerima rawatan terapi gen bagi mengubati penyakit ADA-SCID, sejenis penyakit yang mengganggu sistem imunisasi badan.



Rajah 13.4 Langkah-langkah asas dalam terapi gen

Aktiviti 13.4

PEMBENTANGAN
HASIL SENDIRI

Tujuan

Membincangkan terapi gen teknologi *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR)

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Baca petikan di bawah.

Penyelidikan sedang dijalankan mengenai teknologi *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR) yang digunakan untuk menyunting genom semasa terapi gen.

3. Kumpulkan maklumat tentang teknologi CRISPR.
4. Bentang hasil kajian anda di dalam kelas dalam bentuk persembahan multimedia.

Pemprofilan DNA

Pemprofilan DNA ialah teknik forensik yang digunakan untuk mengenal pasti individu berdasarkan DNA mereka. Hal ini dikatakan demikian kerana, DNA adalah unik bagi setiap orang, kecuali kembar seiras. Set DNA manusia juga adalah berbeza daripada DNA haiwan. Dengan menggunakan sampel DNA yang diekstrak daripada darah, air mani atau kulit, seseorang individu itu dapat dikenal pasti. Rajah 13.5 menunjukkan beberapa kegunaan dalam pemprofilan DNA. Rajah 13.6 menunjukkan langkah-langkah yang digunakan dalam pemprofilan DNA.

Mengenal pasti penjenayah

Menyelesaikan pertikaian
identiti ibu bapa sebenar

Mengesan penyakit genetik

Menguji keserasian penderma
organ dengan penerima

Rajah 13.5 Kegunaan pemprofilan DNA



Gambar foto 13.6 Sir Alec Jeffreys

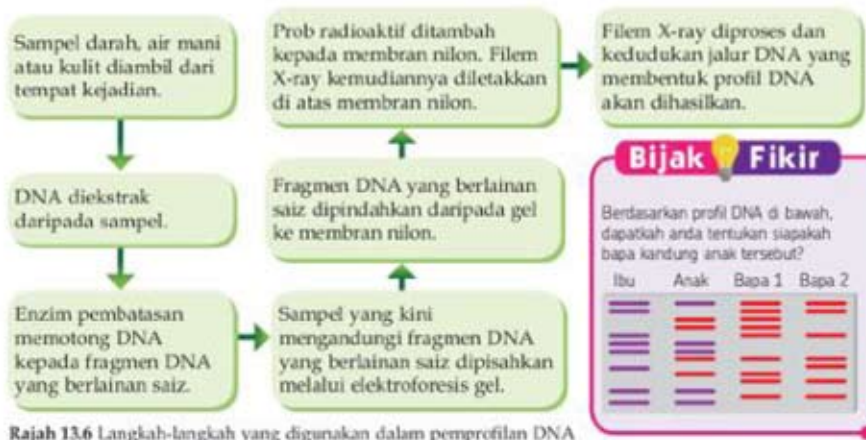
Lintasan Sejarah

Proses pemprofilan DNA ini telah dicipta oleh Sir Alec Jeffreys di Universiti Leicester pada tahun 1985. Beliau telah dianugerahi pingat Copley atas pencapaian beliau. Pingat Copley merupakan pingat tertua sebelum anugerah Nobel diperkenalkan.

Bio dengan UNDANG-UNDANG

Profil DNA dapat dijadikan bukti yang kukuh dalam sesuatu kes jenayah jika:

- Bahan sampel diambil dan diuruskan dengan betul dan jujur
- Saintis forensik menguji sampel dan menganalisis data dengan cermat dan telus
- Keputusan ujian diinterpretasi dengan tepat
- Juri dan hakim mendapat laporan yang tepat



Rajah 13.6 Langkah-langkah yang digunakan dalam pemprofilan DNA

Penghasilan Tumbuhan Bertoleransi Serangga Perosak

Penggunaan baka kapas tebal yang bertoleransi kepada ulat perosak kapas contohnya **kapas Bt** (Jadual 13.2) di ladang-ladang kapas telah mengurangkan penggunaan racun perosak. Tanaman Bt disuntik dengan gen daripada *Bacillus thuringiensis* (Bt), iaitu sejenis bakteria tanah yang dapat mengeluarkan bahan racun (Rajah 13.7). Langkah ini dapat menjimatkan kos racun makhluk perosak dan meningkatkan pengeluaran kapas. Selain kapas, tanaman Bt yang lain ialah jagung dan terung.

Jadual 13.2 Perbandingan antara tumbuhan biasa dan tumbuhan GMO

Tumbuhan biasa	Tumbuhan GMO
 Kapas biasa	 Kapas Bt
 Jagung biasa	 Jagung Bt

Gen yang menghasilkan toksin Bt daripada bakteria *Bacillus thuringiensis* dimasukkan ke dalam genom tumbuhan.

Serangga perosak akan makan tumbuhan yang akan mengeluarkan toksin Bt.

Toksik menganggu sistem pencernaan serangga perosak dan menyebabkan serangga perosak mati.

Rajah 13.7 Kesan tumbuhan Bt ke atas serangga perosak

Pembersihan Tumpahan Minyak

Bioremediasi merupakan satu kaedah untuk membersihkan bahan cemar dengan menggunakan bakteria. Kaedah ini berkesan untuk merawat pencemaran minyak akibat tumpahan minyak di lautan. Kebanyakan molekul di dalam minyak mentah petroleum dan produk petroleum yang ditulenkan dapat diurai secara biologi dengan menggunakan bakteria.

Sebagai contohnya, *Alcanivorax borkumensis* (Gambar foto 13.7), iaitu sejenis bakteria yang bergantung kepada minyak untuk mendapatkan tenaga, telah digunakan dengan meluas untuk merawat tumpahan minyak. Dapatkah anda menyatakan kelebihan bioremediasi ini?



Gambar foto 13.7
Alcanivorax borkumensis digunakan untuk merawat pencemaran minyak

ZON AKTIVITI

Kumpulan maklumat tentang contoh aplikasi bioteknologi yang lain seperti penghasilan metabolit mikro, nanobioteknologi dan bioinformatik. Bentangkan maklumat yang diperoleh di dalam kelas.

Aktiviti 13.5



Tujuan

Mereka bentuk produk yang menggunakan bahan murah, bahan terbuang dan terbiodegradasi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak di ekosistem akuatik

Prosedur

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Cari maklumat tentang produk yang dapat menguraikan molekul minyak secara biologi.
3. Berdasarkan maklumat yang anda peroleh, reka bentuk satu prototaip menggunakan bahan murah, bahan terbuang dan terbiodegradasi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak di ekosistem akuatik.
4. Uji prototaip anda dan persembahkan di dalam kelas.

Kepentingan Bioteknologi dalam Kehidupan

Bidang bioteknologi telah berkembang pesat di Malaysia. Bidang ini memberikan sumbangan dalam kehidupan manusia terutamanya di negara-negara yang sedang membangun dan negara-negara maju.

Pernakah anda dengar haiwan pertama yang diklonkan, iaitu seekor biri-biri bernama Dolly?



Gambar foto 13.8 Dolly

13.2.2 13.2.3

Bioteknologi sering dikaitkan dengan pertanian, perindustrian, pemakanan, perubatan dan seumpamanya. Perkembangan pesat dalam bidang biologi dan teknologi telah dapat menggantikan kaedah lama yang digunakan oleh masyarakat zaman dahulu kepada kaedah yang lebih canggih, di samping dapat mempelbagaikan produk yang membawa manfaat kepada manusia. Bioteknologi bukan sahaja menyumbang kepada peningkatan hasil pemakanan, pertanian dan perubatan malah turut membantu mengembangkan ekonomi sesebuah negara khususnya dalam sektor perindustrian. Jadual 13.3 menunjukkan sumbangan bioteknologi dalam kehidupan masyarakat kini.

Jadual 13.3 Sumbangan bioteknologi dalam kehidupan

Bidang	Sumbangan
Pertanian	- Baka ternakan dan tanaman yang terbaik dapat dihasilkan. Kaedah kultur tisu dan teknik pengklonan mempercepat pembiakan tanaman. - Dapat menghasilkan baka padi yang mengeluarkan hasil yang banyak dan cepat matang. - Pengklonan haiwan membolehkan pembiakan secara besar-besaran dan mempunyai daya tahan penyakit. - Penggunaan hormon membolehkan haiwan cepat membesar dan matang.
Perubatan	- Genetik seseorang dapat diubah suai. - Mengurangkan risiko penyakit mental. - Mengelakkan penyakit yang tertentu seperti kanser dan penyakit pewarisan. - Genetik manusia kerdil dapat melahirkan manusia normal. - Membantu ibu-ibu yang sukar hamil untuk memperoleh zuriat.
Forensik	Dapat mengenal pasti penjenayah melalui tisu dan bendalir badan seperti darah, air mani, kulit dan folikel rambut.
Alam sekitar	- Mikrob mampu mempercepat pereputan bahan buangan manusia. - Mikrob juga mampu menguraikan najis sepenuhnya. - Pencemaran dapat dikurangkan dan manusia serta alam sekitar terpelihara.

Aktiviti 13.6



PERBAHASAN

Tujuan

Membahaskan kesan bioteknologi terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar

Prosedur

1. Bahagikan kelas kepada dua kumpulan.
2. Cari maklumat tentang kesan bioteknologi terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar.
3. Lantik seorang wakil daripada setiap kumpulan. Kedua-dua wakil masing-masing memainkan peranan sebagai pihak pencadang dan pihak pembangkang.
4. Sediakan hujah selengkapnya tentang perbahasan yang bertajuk "Bioteknologi lebih banyak memberi kesan baik terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar".
5. Jalankan aktiviti perbahasan di dalam kelas.

Praktis Formatif 13.2

1. Bagaimanakah DNA seseorang individu yang mempunyai penyakit genetik dapat diubah?
2. Berikan **dua** faedah bioteknologi dalam kehidupan.



Imbas Memori



Bio Interaktif 13

REFLEKSI KENDIRI



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



Konsep penting	Sangat baik	Berusaha lagi
Maksud kejuruteraan genetik		
Maksud GMO dan GMF		
Aplikasi kejuruteraan genetik dalam penghasilan GMO, GMF dan insulin		
Maksud bioteknologi		
Aplikasi bioteknologi dalam kehidupan		
Kepentingan bioteknologi dalam kehidupan		

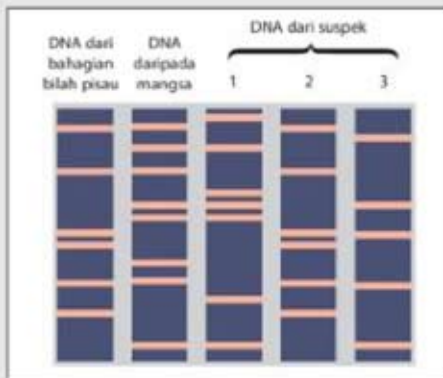
Praktis Sumatif 13

1. Kerosakan gen X pada sel pankreas menyebabkan protein X tidak dapat dihasilkan. Hal ini menyebabkan aras glukosa di dalam darah meningkat dan tidak dapat dikawal. Namun, melalui teknik kejuruteraan genetik, protein X dapat dihasilkan dalam skala yang besar melalui langkah-langkah yang berikut:

(P, Q, R dan S bukan dalam urutan yang betul)

- P: Bakteria yang mengandungi gen X dikulturkan dalam kuantiti yang banyak
 Q: Gen X yang normal dikeluarkan daripada sel pankreas manusia
 R: Gen X disisipkan ke dalam gen bakteria
 S: Protein X diekstrak dan ditulenkan

- Namakan protein X.
- Gunakan huruf P, Q, R dan S untuk menunjukkan urutan langkah yang betul dalam penghasilan protein X.
- Berikan **dua** sebab bakteria biasanya menjadi pilihan dalam teknik kejuruteraan genetik.
- Berikan **dua** contoh produk yang telah dihasilkan secara kejuruteraan genetik dalam bidang perubatan.
- Dalam satu kes pembunuhan, sebuah pisau yang mempunyai kesan darah telah ditemukan oleh pihak polis di tempat kejadian. Dengan menggunakan DNA yang diekstrak daripada sampel pada bilah pisau, mangsa dan suspek, profil DNA seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1 diperolehi.



Rajah 1

- Antara suspek 1, 2 dan 3, siapakah yang paling mungkin seorang pembunuh? Berikan alasan anda.
- Adakah teknik pemprofilan DNA ini dapat dipercayai tepat? Mengapa?
- Salah seorang daripada sepasang kembar seiras didapati telah melakukan satu jenayah. Bolehkan mereka dibezakan melalui teknik pemprofilan DNA? Terangkan alasan anda.

2. (a) Bincangkan kelebihan makanan terubah suai genetik terhadap kehidupan manusia.
- (b) Satu strain bakteria dapat mensintesiskan suatu protein yang diketahui bermanfaat kepada manusia. Terangkan secara ringkas seorang ahli genetik mendapat gen bakteria itu agar salinan gen itu dapat dihasilkan dengan banyak dan segera.
- (c) Terangkan sebab tanaman yang telah diubah suai melalui kejuruteraan genetik bagi menghasilkan strain yang mempunyai toleransi terhadap herbisid dapat mengancam alam sekitar.



Minda Abad ke-21

3. Sejak kebelakangan ini, banyak bahan makanan terubah suai genetik (GMF) dihasilkan dan dijual di pasaran. Sebagai seorang wakil badan bukan kerajaan (NGO), anda mencadangkan GMF harus dilabelkan seperti yang ditunjukkan dalam Gambar foto 1 dan isi kandungannya dicatat. Wajarkan cadangan anda.



Gambar foto 1

4. Perniagaan gading gajah merupakan satu aktiviti haram yang berleluasa di sesetengah negara Afrika. Dianggarkan hampir 50,000 ekor gajah Afrika telah dibunuh untuk mendapatkan gading gajah. Menurut pihak berkuasa, untuk mengesan sindiket yang menjalankan aktiviti tersebut adalah agak sukar kerana kebiasaannya suspek yang ditahan bukan ahli sindiket, sebaliknya individu yang melaksanakan penghantaran. Sekumpulan saintis kini sedang giat membuat pemprofilan DNA bagi gading gajah yang ditemukan dalam rampasan oleh pihak berkuasa. Pada pendapat anda, mengapakah gading gajah ini sangat diminati oleh masyarakat dan bagaimanakah teknik pemprofilan DNA ini dapat membanteras penyeludupan gading gajah?

