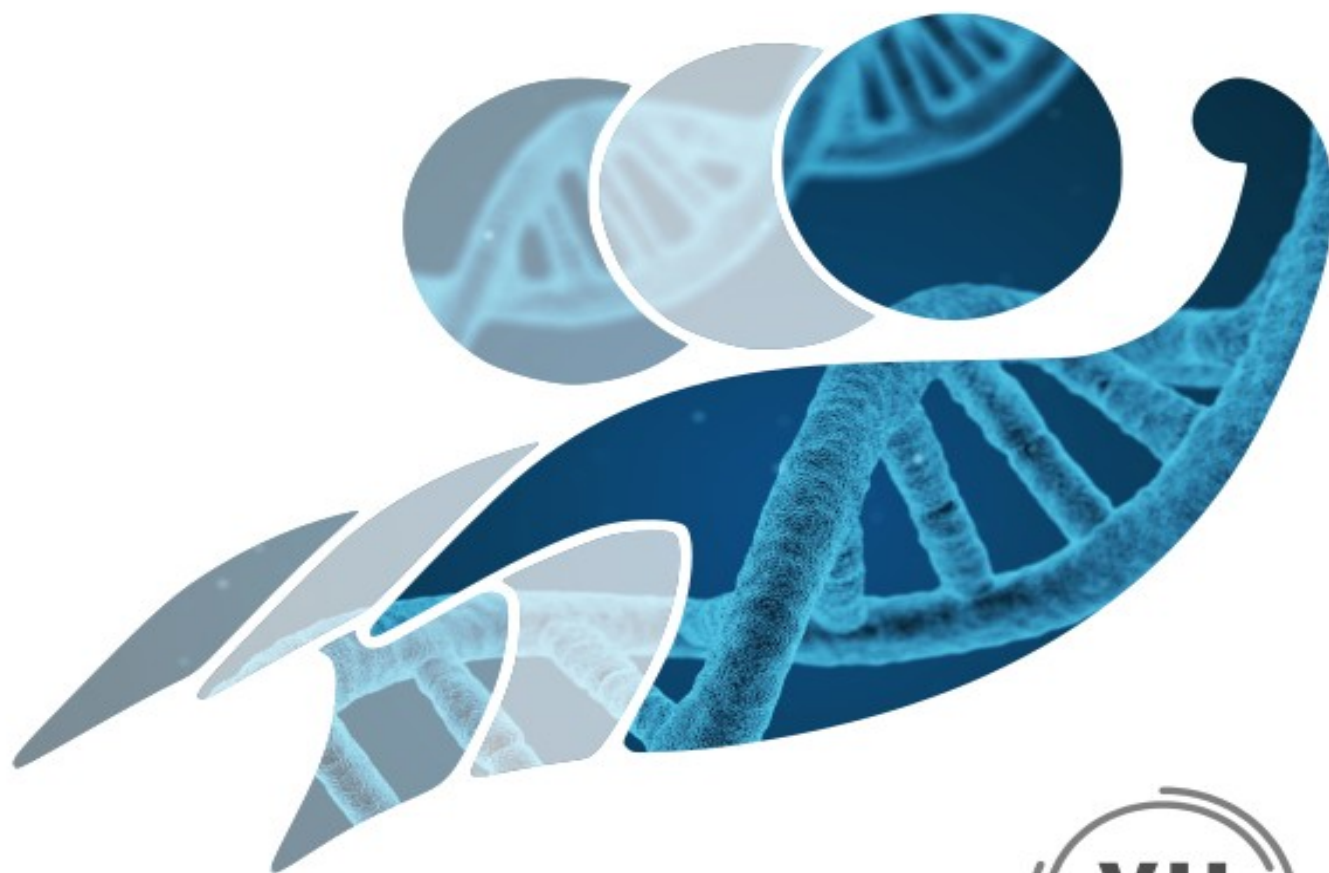




e-Modul

BIOLOGI



XII



Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas
2019

e-Modul Biologi



Substansi Genetika

Penyusun :

Yusi Asypini, S.Si

SMAN 1 CIOMAS

Reviewer :

Saifullah, S.Pd

Validator :

Dra. Herfen Suryati, M.Pd

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Daftar Isi

Penyusun

Daftar Isi

Peta Konsep

Glosarium

Pendahuluan

Kegiatan Pembelajaran I

- Tujuan
- Uraian Materi
- Rangkuman
- Tugas
- Latihan PG
- Latihan Essay
- Penilaian Diri

Kegiatan Pembelajaran II

- Tujuan
- Uraian Materi
- Rangkuman
- Tugas
- Latihan PG
- Latihan Essay
- Penilaian Diri

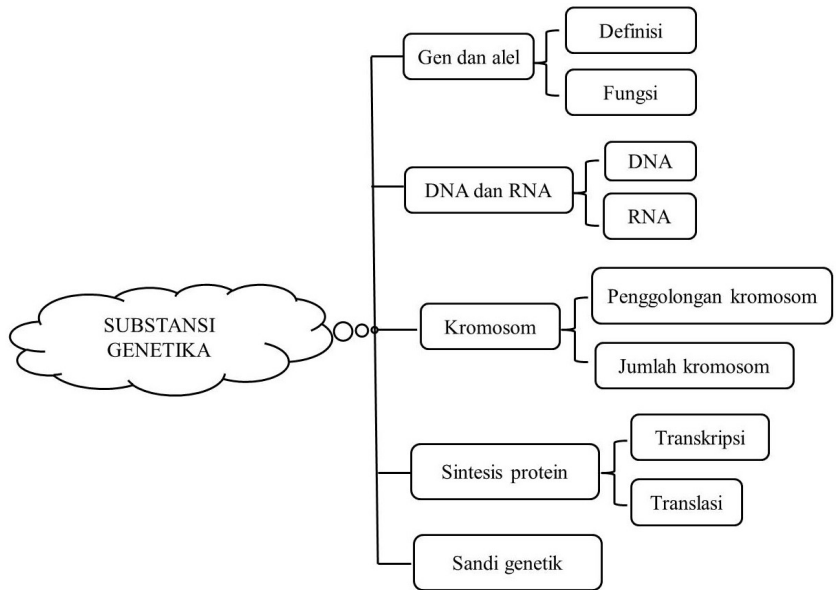
Evaluasi

Daftar Pustaka

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Peta Konsep



Gambar :
Peta Konsep Materi Biologi Substansi Genetika



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Glosarium

Alel : gen-gen yang terdapat pada lokus yang berkesesuaian.

Anti kodon: urutan tiga (3) basa yang merupakan komplemen dari kodon. Anti kodon terdapat pada RNA-t, sedangkan kodon terdapat pada RNA-d.

Double helix: Pita ganda benang DNA yang saling komplemen.

Genom: Rangkaian lengkap informasi genetik yang dimiliki oleh organisme

Kromosom: benang-benang dalam inti sel yang mampu menyerap warna dan pembawa sifat menurun.

Kromosom homolog: pasangan kromosom yang memiliki gen dan lokus yang sama.

Lokus: letak atau tempat gen dalam kromosom.

Nukleosida: Nukleotida yang kehilangan satu unsur penyusunnya

Nukleotida: Unit terkecil penyusun DNA atau RNA yang tersusun atas molekul gula (deoksiribosa, basa nitrogen dan asam fosfat).

Replikasi: proses penggandaan DNA menjadi dua DNA yang identik.

Sentromer: bagian kromosom yang yang membagi kromosom menjadi dua lengan.

Transkripsi: proses pentakan RNAd oleh benang DNA.

Translasi: proses penerjemahan kodon menjadi asam amino oleh RNAt pada sintesis protein.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Pendahuluan

IDENTITAS MODUL

Nama Mata Pelajaran	: BIOLOGI
Kelas / Semester / Alokasi Waktu	: XII /1 (satu) / 4 JP
Judul eModul	: Substansi Genetika

KOMPETENSI DASAR

- 3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup.
 - 3.3.1 Membedakan gen, DNA, dan kromosom
 - 3.3.2 Mendeskripsikan struktur, sifat, dan fungsi gen, DNA, dan kromosom
 - 3.3.3 Mendeskripsikan hubungan antara gen, DNA, dan kromosom dalam proses pewarisan sifat.
 - 3.3.4 Mengurutkan proses tahapan sintesis protein
 - 3.3.5 Menjelaskan proses replikasi dan transkripsi DNA
 - 3.3.6 Menjelaskan kode genetika
 - 3.3.7 Menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi gen dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup
 - 3.3.8 Menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi DNA dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup
 - 3.3.9 Menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi kromosom

dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup

- 4.3 Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein)
 - 4.3.1 Menunjukkan pengkodean urutan basa nitrogen DNA ke dalam basa nitrogen RNA pada proses transkripsi
 - 4.3.2 Menunjukkan pengkodean urutan basa nitrogen mRNA menjadi rangkaian asam amino pada proses translasi
- 4.4.3 Merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik

DESKRIPSI

Modul yang berjudul Substansi Genetika ini terdiri atas dua kegiatan pembelajaran yang disusun sedemikian rupa dan diharapkan akan memberikan penguatan bagi peserta didik dalam kegiatan belajar mengajar baik di kelas secara teori maupun praktek.

Kegiatan pembelajaran mencakup lima subbab materi pokok yaitu gen dan alel, DNA dan RNA, kromosom, sintesis protein dan sandi genetika.

Modul ini disusun sebagai implementasi pengembangan kurikulum 2013 pada program peminatan kelas IPA. Kedudukan modul ini adalah sebagai bahan suplemen pembelajaran substansi genetika pada semester ganjil.

Adapun hasil belajar yang diharapkan setelah mempelajari modul ini antara lain, peserta didik dapat :

1. Menyimpulkan pengertian gen dan alel dengan benar
2. Menganalisis struktur dan bentuk kromosom dengan benar
3. Menganalisis komponen penyusun DNA dan RNA
4. Menyimpulkan mekanisme replikasi DNA
5. Mengkategorikan jenis RNA dengan benar
6. Menganalisis tahapan mekanisme sintesis protein

PRASYARAT

Kemampuan awal yang dipersyaratkan untuk mempelajari modul ini, peserta didik sudah memiliki kemampuan dasar tentang sel, pertumbuhan dan perkembangan serta metabolisme.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini disusun sebagai bahan penguatan dan suplemen dalam membantu peserta didik dalam memahami dan menggunakan serta mengimplementasikan substansi genetika dalam memecahkan permasalahan riil dalam kasus-kasus keseharian kita.

Petunjuk penggunaan modul ini sangat sederhana. Langkah-langkah belajar yang ditempuh, peserta bisa mempelajari dari

kegiatan belajar pertama, kedua hingga selesai. Perlengkapan yang harus dipersiapkan tidak diperlukan secara khusus.

Peran guru dalam proses pembelajaran, sebagai fasilitator dan sekaligus sebagai pembimbing jika diperlukan.

Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan, merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya, melaksanakan penilaian.

Menjelaskan kepada peserta didik tentang sikap pengetahuan dan keterampilan dari suatu kompetensi, yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya, dan mencatat pencapaian kemajuan belajar peserta didik.

MATERI PEMBELAJARAN

Secara garis besar materi dalam modul yang disusun ini meliputi:

- Menganalisis dan memahami gen dan alel.
- Menganalisis DNA dan RNA.
- Menganalisis struktur kromosom.
- Menganalisis tahapan sintesis protein.
- menganalisis dan memahami sandi genetik.



Daftar Isi

Kegiatan Pembelajaran I

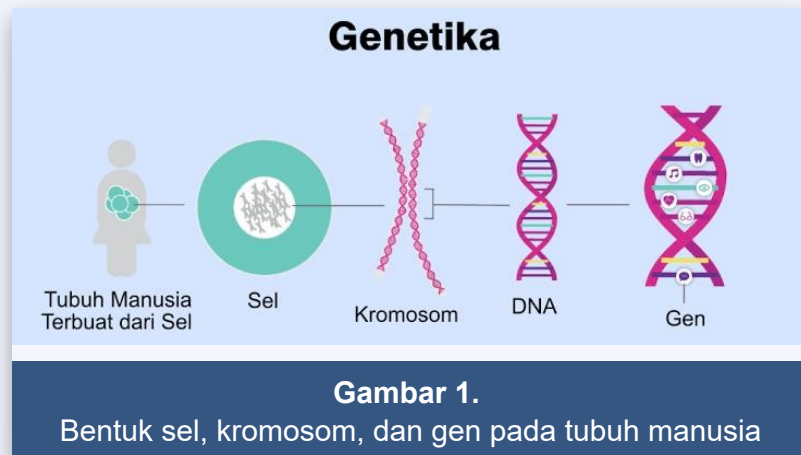
1. TUJUAN

Tujuan kegiatan pembelajaran pada kegiatan pembelajaran I ini adalah:

1. Siswa mampu membedakan gen, DNA, dan kromosom
2. Siswa mampu mendeskripsikan struktur, sifat, dan fungsi gen, DNA, dan kromosom.
3. Siswa mampu mendeskripsikan hubungan antara gen, DNA, dan kromosom dalam proses pewarisan sifat.
4. Siswa mampu menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi gen dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup
5. Siswa mampu menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi DNA dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup
6. Siswa mampu menganalisis hubungan antara struktur dan fungsi kromosom dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup
7. Siswa mampu menunjukkan pengkodean urutan basa nitrogen mRNA menjadi rangkaian asam amino pada proses translasi.

2. URAIAN MATERI

2.1 Gen dan Alel



Gen merupakan unit terkecil materi genetik dan terdapat dalam setiap lokus yang khas pada kromosom, yang terdiri atas sepenggal DNA yang menentukan sifat individu melalui pembentukan polipeptida. Jadi, gen berperan penting dalam mengontrol sifat-sifat individu yang diturunkan.

Sebagai materi hereditas, gen memiliki beberapa fungsi, antara lain:

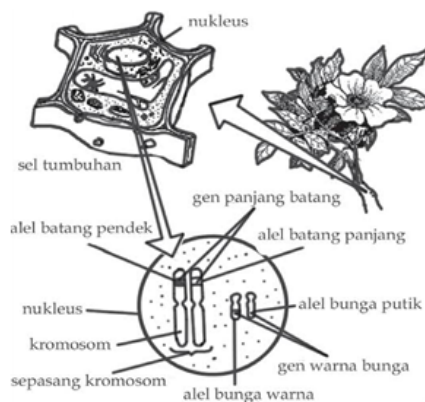
- Sebagai zarah tersendiri yang ada pada kromosom.
- Menyampaikan informasi genetik dari induk kepada keturunannya.
- Mengatur proses metabolisme dan perkembangan

Kegiatan sel dikendalikan oleh gen di dalam inti. Pengendalian ini dilakukan dengan menyusun materi tertentu yang sesuai dengan pola gen untuk membentuk suatu rantai asam amino (polipeptida).

Polipeptida tersebut difungsikan menjadi enzim yang akan mengatur reaksi metabolisme dalam sel. Walaupun demikian, gen-gen dapat diumpamakan dalam satu deretan berurutan dan teratur pada benang kromosom.

Di dalam sel tubuh, kromosom biasanya berpasangan. Sepasang kromosom merupakan homolog sesamanya, artinya keduanya mempunyai bentuk yang sama dan lokus gen-gen yang bersesuaian. Gen-gen yang terdapat pada lokus yang bersesuaian ini disebut alel.

Alel dapat memiliki tugas yang sama atau berlawanan untuk suatu pekerjaan tertentu. Alel yang mempunyai tugas yang sama disebut alel homozigot. Sedangkan, alel yang tugasnya berbeda disebut alel heterozigot. Karena genotype diekspresikan menjadi suatu fenotipe, alel dapat menyebabkan perbedaan penampilan di antara individu dalam suatu populasi.



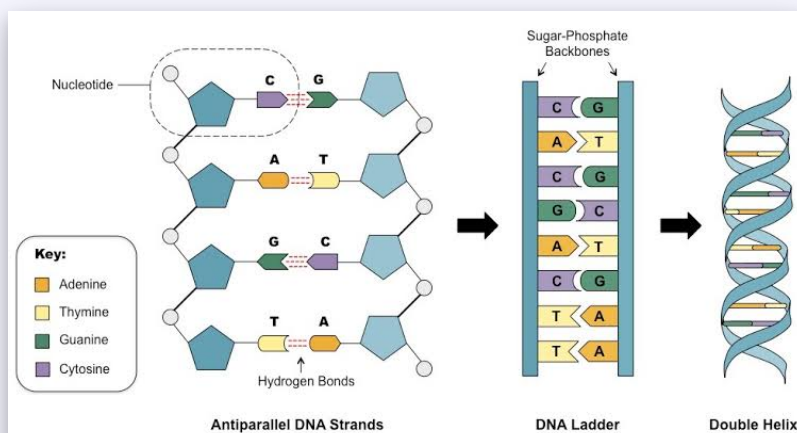
Gambar 2.

Peta gen dan alel penentu sifat yang terdapat dalam kromosom

2.2 DNA dan RNA

2.2.1 DNA (*Deoxyribonucleic acid*)

DNA berperan sebagai pembawa informasi genetik dari satu generasi ke generasi lain. DNA sendiri merupakan polimer besar yang tersusun atas unit-unit nukleotida.



Gambar 3.
Unit nukleotida penyusun DNA menurut Watson and Crick

Sebuah nukleotida tersusun atas:

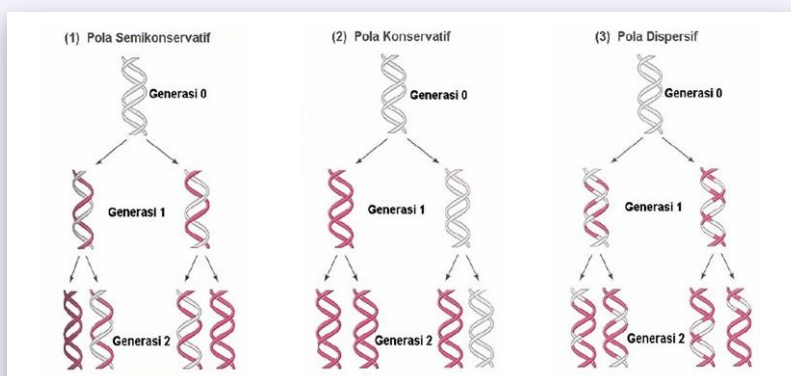
- Gugus gula deoksiribosa (gula dengan lima atom karbon atau pentosa)
- Gugus asam fosfat (fosfat terikat pada C kelima dari gula)
- Gugus basa nitrogen (gugus ini terikat pada C pertama dari gula)

Molekul gula ini terikat pada basa nitrogen yang tersusun atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin tersusun atas guanin (G) dan adenin (A), sedangkan basa pirimidin tersusun atas timin (T) dan sitosin atau Cytosine (C).

Molekul DNA mempunyai sifat-sifat, antara lain:

- DNA berbagai organisme mempunyai kandungan adenine (A) yang sama dengan Timin (T). Perbedaan antara DNA dari spesies yang berlainan terletak antara kandungan A + T atau G + C.
- Setiap molekul DNA disusun oleh dua rantai polinukleotida. Antara kedua basa yang berpasangan terbentuk ikatan hidrogen. Adanya ikatan ini memberikan kelenturan pada DNA.
- DNA merupakan struktur yang aktif melakukan fungsi biologi.

DNA memiliki kemampuan untuk bereplikasi yaitu membentuk DNA baru yang sama persis dengan DNA asal. Terdapat 3 hipotesis replikasi DNA yaitu :



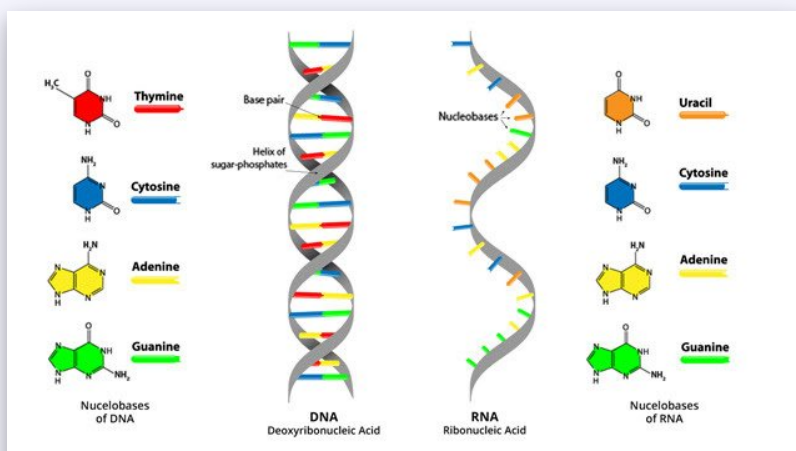
Gambar 4.
3 Hipotesis replikasi DNA

Faktor yang dibutuhkan untuk replikasi DNA :

- Polimerase DNA : berfungsi mempolimerisasi nukleotida-nukleotida
- Ligase DNA : berperan menyambung DNA
- Primase DNA : untuk memulai polimerisasi DNA pada lagging strand
- Helikase DNA : membuka jalinan DNA double heliks

2.2.2 RNA (*Ribonucleic acid*)

RNA (*Ribonucleic acid*) merupakan polinukleotida, namun ukurannya jauh lebih pendek dari DNA, yang terdiri atas satu rantai (*single heliks*). Gula pentosa yang menyusun RNA adalah gula ribosa, sedangkan basa nitrogen yang menyusun RNA adalah basa purin yang terdiri atas adenin dan guanin serta basa pirimidin yang terdiri dari sitosin dan urasil.



Gambar 5.
Perbedaan struktur DNA dan RNA

Jenis-jenis RNA

a). RNA duta (mRNA)

- Merupakan penghubung DNA dengan protein dan membawa pesan berupa informasi genetik dari DNA untuk membentuk protein.
- Berperan membawa kode genetik dari DNA berupa triplet basa yang ada pada RNA duta, atau yang disebut kodon.

b). RNA ribosom (rRNA)

- Merupakan RNA terbanyak, sekitar 83% dari RNA yang dikandung oleh suatu sel.
- Banyak terdapat di dalam ribosom dan berperan sebagai tempat pembentukan protein

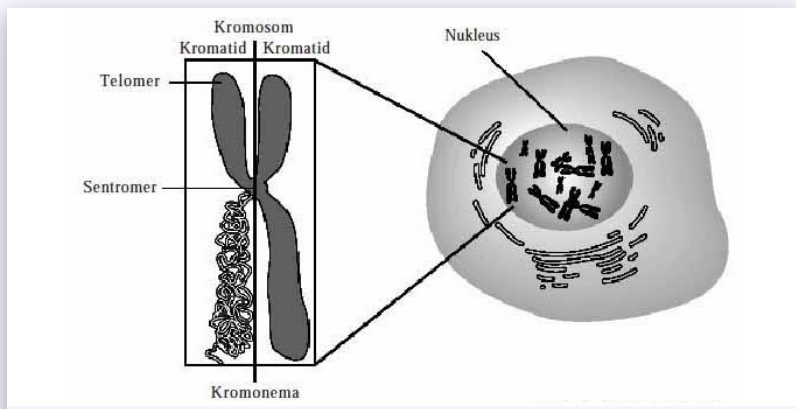
c). RNA transfer (tRNA)

- Berperan menterjemahkan kodon yang terdapat pada RNA-d menjadi satu jenis asam amino serta mengangkut asam amino ke permukaan ribosom pada saat translasi.

2.3 Kromosom

Segala aktivitas sel diatur oleh inti sel (nukleus). Pada saat sel aktif melakukan metabolisme, di dalam nukleus terdapat

benang-benang halus seperti jala yang dapat menyerap warna. Benang-benang halus ini disebut kromatin (chromo = warna, dan tin = badan). Ketika sel akan membelah, benang kromatin menebal dan memendek, lebih mudah menyerap zat warna sehingga dapat dilihat dengan mikroskop. Benang kromatin yang menebal dan memendek ini, disebut kromosom.



Gambar 6
Struktur kromosom dan letaknya di dalam sel

Setiap spesies memiliki jumlah kromosom yang khas. Kromosom tersusun atas DNA yang berkondensasi bersama protein histon di dalam inti sel, membentuk struktur bernama nukleosom. Sebelum sel membelah, molekul DNA dari setiap kromosom berduplikasi sehingga terbentuk lengan kromosom ganda yang disebut kromatid.

Sel kelamin (sel sperma atau sel telur) hanya memiliki satu kromosom kelamin (gonosom) sehingga sel kelamin dari betina hanya memiliki gonosom X. Adapun sel kelamin jantan memiliki gonosom X atau Y yang akan menentukan jenis kelamin

individu setelah terjadi fertilisasi.

2.3.1 Penggolongan Kromosom

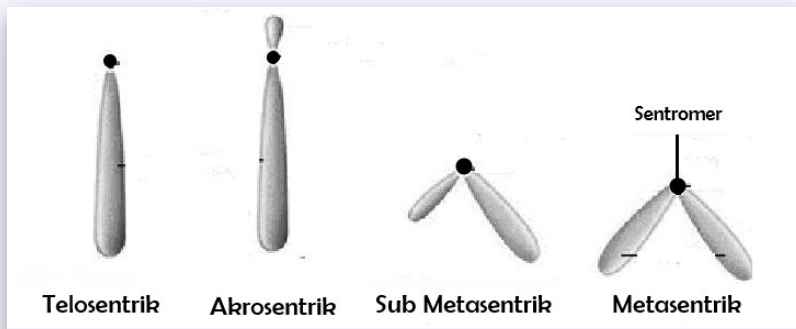
a). Berdasarkan jenisnya, kromosom dibedakan atas :

- Kromosom badan (Autosom)
- Kromosom kelamin / kromosom seks (Gonosom)

Di dalam sel tubuh terdapat sepasang kromosom atau diploid ($2n$). Sepasang kromosom ini berasal dari induk betina (ovum) dan induk jantan (sperma). Masing-masing kromosom induk berjumlah (n) kromosom. Kromosom yang berpasangan tersebut, disebut kromosom homolog. Kromosom homolog adalah kromosom yang mempunyai struktur yang sama atau mempunyai lokus-lokus alel yang sama. Dalam sel tubuh manusia terdapat 23 macam kromosom homolog. Jumlah macam kromosom atau satu pasang kromosom haploid disebut genom.

b). Berdasarkan letak sentromer, kromosom dibedakan atas :

- Telosentrik : sentromer terletak di ujung kromosom.
- Akrosentik : sentromer terletak di dekat ujung kromosom
- Submetasentrik : sentromer dekat pada salah satu ujung kromosom
- Metasentrik : sentromer terletak di tengah-tengah kromosom



Gambar 7.
Bentuk kromosom berdasarkan letak sentromer

2.3.2 Jumlah Kromosom

Dalam setiap makhluk hidup terdapat jumlah kromosom yang bervariasi. Jumlah kromosom yang terdapat pada berbagai organisme dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

No.	Organisme	Jumlah Kromosom	No.	Organisme	Jumlah Kromosom
1.	Manusia	46	23.	Hidra	32
2.	Simpanse	48	24.	Cemara	24
3.	Kera	48	25.	Ceri	32
4.	Kuda	64	26.	Kubis	18
5.	Lembu/sapi	60	27.	Lobak	18
6.	Keledai	62	28.	Kacang polong	14
7.	Anjing	78	29.	Buncis	22
8.	Kucing	38	30.	Ketimun	14
9.	Tikus rumah	40	31.	Kapas	52
10.	Tikus sawah	42	32.	Kentang	48
11.	Merpati	80	33.	Tomat	24
12.	Ayam	78	34.	Tembakau	48
13.	Kalkun	82	35.	Gandum dipakai untuk membuat roti	42
14.	Katak	26	36.	Gandum dipakai untuk membuat bir (Barley)	14
15.	Ikan mas	94	37.	Jagung	20
16.	Bintang laut	36	38.	Beras	24
17.	Ulat sutera	56	39.	Bawang	16
18.	Lalat rumah	12	40.	Ragi	34
19.	Drosophila melanogaster	8	41.	Jamur	4
20.	Nyamuk	6	42.	Kapang <i>Penicillium</i>	2
21.	Kecoak	24			
22.	Cacing tanah	36			

Tabel 1.
Jumlah kromosom (2n) pada berbagai hewan dan tumbuhan.

3. RANGKUMAN

Gen merupakan unit terkecil materi genetik dan terdapat dalam setiap lokus yang khas pada kromosom dan berperan penting dalam mengontrol sifat-sifat individu yang diturunkan. Sedangkan alel merupakan gen-gen yang terdapat pada lokus yang bersesuaian.

DNA berperan sebagai pembawa informasi genetik dari satu generasi ke generasi lain yang tersusun atas unit-unit nukleotida. Di mana sebuah nukleotida tersusun atas gugus gula deoksiribosa, gugus asam fosfat, serta basa nitrogen.

Komponen penyusun basa nitrogen yang tersusun atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin tersusun atas guanin (G) dan adenin (A), sedangkan basa pirimidin tersusun atas timin (T) dan sitosin atau Cytosine (C).

DNA memiliki kemampuan untuk bereplikasi dan bertranskripsi menjadi RNA. RNA merupakan polinukleotida yang tersusun atas gula ribosa, sedangkan basa nitrogen yang menyusunnya adalah basa purin yang terdiri atas adenin dan guanin serta basa pirimidin yang terdiri dari sitosin dan urasil.

Terdapat tiga jenis RNA yaitu RNAd, RNAt dan RNAr. Ketika sel akan membelah, benang kromatin menebal dan memendek yang disebut kromosom. Setiap spesies memiliki jumlah kromosom yang khas. Berdasarkan penggolongannya, kromosom dapat dibedakan berdasarkan letak sentromer dan

jenisnya..



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Tugas I

Buatlah model tiga dimensi struktur DNA menggunakan bahan sederhana seperti gambar di bawah ini!



Gambar Tugas
Model tiga dimensi struktur DNA



Daftar Isi

Latihan Pilihan Ganda I

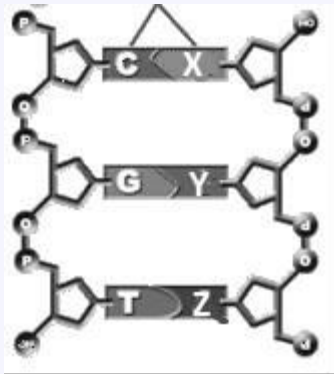
1. Gen merupakan komponen kimiawi dalam sel yang diekspresikan oleh sel dalam bentuk ...
- A Karbohidrat
 - B Protein
 - C Lemak
 - D Asam nukleat
 - E Hormon
-
2. Suatu organisme memiliki jumlah kromosom sebanyak 54 buah. Apabila organisme tersebut berjenis kelamin betina, maka gonosom yang terdapat pada sel kelaminnya adalah...
- A 52 AA + XX
 - B 52 A + X
 - C 52 A + XX
 - D 26 AA + XX
 - E 26 A + X
-
3. Yang berperan penting dalam penentuan faktor hereditas pada DNA adalah ...
- A jenis ikatan hidrogennya
 - B gugus fosfatnya
 - C jenis gula pentosanya
 - D rantai nukleotidanya

E urutan kombinasi basa nitrogen

4. Apabila seseorang dilahirkan dalam keadaan cacat dan pertumbuhannya abnormal, dapat dikatakan bahwa anak tersebut secara genetik mengalami kelainan yang kemungkinan besar disebabkan oleh ...

- A DNA salah mereplikasi utas yang akan digandakan
- B mRNA salah menerima informasi genetik
- C mRNA keliru dalam mengambil cetakan tRNA
- D tRNA keliru dalam menterjemahkan kode genetik
- E rRNA keliru dalam mensintesis asam amino

5. Perhatikan urutan basa nitrogen pada gambar struktur DNA berikut ini



Rantai komplemen DNA tersebut akan mempunyai urutan basa nitrogen...

- A GCA
- B GTA
- C CGT
- D ATG
- E TAC

6. Berikut ini yang **bukan** merupakan proses yang terjadi pada sintesis protein adalah ...

- A RNAd keluar dari inti sel menuju ribosom
- B RNAd dibentuk oleh DNA di dalam sitoplasma
- C DNA yang merancang sintesis protein
- D RNAr yang terdapat di dalam ribosom merupakan RNA yang terbanyak di dalam sel
- E RNAt membawa asam amino menuju ribosom

7. Suatu fragmen DNA terdiri atas 4 pasang nukleotida. Pernyataan yang sesuai terkait fragmen tersebut adalah ...

- A dibutuhkan 8 basa nitrogen
- B terdapat 4 ikatan hidrogen
- C dapat terbentuk 8 macam asam amino
- D dibutuhkan 4 gula pentosa
- E mempunyai 8 jenis basa purin dan 8 jenis basa pirimidin

8. Satu jenis asam amino esensial akan dibangun oleh ...

- A 3 nukleotida
- B kumpulan berbagai polipeptida
- C 3 basa nitrogen tertentu
- D 3 RNAd
- E 3 utas DNA

9. Pernyataan berikut yang tepat dalam hal perbedaan replikasi DNA pada sel prokariot dan eukariot adalah ...

- A pada sel prokariot, sel-sel yang membelah kromosom akan menerima seluruh replikasi DNA
 - B replikasi DNA pada sel prokariot sepenuhnya akan diatur pada saat pembelahan sel
 - C pada sel eukariot, replikasi DNA hanya terjadi pada fase S pada saat interfase
 - D aktivitas telomerase pada saat replikasi DNA pada sel eukariot akan menyebabkan pemanjangan kromosom
 - E aktivitas telomerase pada saat replikasi DNA pada sel eukariot akan menyebabkan pemanjangan kromosom
-

10. Peranan kromosom tidak dapat dihilangkan dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Salah satunya sebagai fungsi dasar analisis kromosom suatu organisme, yaitu dalam hal ...

- A menentukan kedekatan dalam hal anatomi organisme
 - B mengetahui komposisi fisik yang dapat menyebabkan perubahan kromosom
 - C mengetahui kandungan DNA yang terdapat dalam kromosom
 - D mengetahui variasi dalam populasi dalam hal keragaman genetik suatu spesies
 - E sebagai dasar analisis dan diagnosis penyakit genetik pada manusia
-



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Essay I

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokan dengan alternatif jawaban!

01. Jelaskan 3 fungsi gen sebagai sebuah materi hereditas!

Alternatif jawaban

02. Sebutkan macam-macam ARN dan jelaskan fungsi masing-masing!

Alternatif jawaban

03. Jelaskan pengaruh kesalahan dalam transkripsi pada individu!

Alternatif jawaban

04. Terdapat utas sense DNA

ATG – GAC – TAG – CTG – TGC

bagaimana jika utas DNA tersebut bereplikasi?

Alternatif jawaban

05. Berdasarkan utas DNA pada soal nomor 4, bagaimana jika utas DNA tersebut diubah menjadi kodon?

Alternatif jawaban



Daftar Isi

Penilaian Diri I

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggung jawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah memahami perbedaan gen dan alel, DNA dan RNA dengan baik?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah mengidentifikasi materi-materi yang sudah dan belum anda kuasai pada materi gen, alel, DNA, RNA, dan kromosom?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah menganalisis hubungan diantara setiap materi pada kegiatan pembelajaran I?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah menganalisis materi-materi yang butuh pendalaman dan tidak?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu membuat model struktur DNA?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kegiatan Pembelajaran II

1. TUJUAN

Tujuan kegiatan pembelajaran pada kegiatan pembelajaran II ini adalah:

1. Siswa mampu mengurutkan proses tahapan sintesis protein.
2. Siswa mampu menjelaskan proses replikasi dan transkripsi DNA
3. Siswa mampu menjelaskan kode genetika
4. Siswa mampu menunjukkan pengkodean urutan basa nitrogen DNA ke dalam basa nitrogen RNA pada proses transkripsi
5. Siswa mampu menunjukkan pengkodean urutan basa nitrogen mRNA menjadi rangkaian asam amino pada proses translasi.
6. Siswa dapat merumuskan urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik

2. URAIAN MATERI

2.4 Sintesis Protein

Perubahan struktur gen dapat menyebabkan perubahan struktur protein pada tingkat asam amino, yang selanjutnya akan menyebabkan perubahan dalam proses metabolisme. Ekspresi gen dilakukan melalui dua tahapan yaitu transkripsi dan translasi.

2.4.1 Transkripsi

Proses transkripsi berlangsung di dalam inti sel. Transkripsi merupakan proses pengkopian/penyalinan molekul DNA menjadi utas RNA yang komplementer (DNA \rightarrow mRNA).

Pembacaan oleh transkriptase dimulai dari tanda awal (promotor) sampai tanda akhir (terminator). Hanya ruas yang diapit oleh kedua tanda itu yang akan ditranskripsikan. Utas DNA yang digunakan bagi sintesis RNA disebut sebagai utas cetakan (template), sedangkan utas DNA lainnya disebut dengan utas pendamping.

Proses transkripsi menghasilkan tiga jenis RNA, yaitu RNA duta (mRNA), RNA transfer (tRNA), dan RNA ribosomal (rRNA). ketiga jenis RNA ini berperan dalam proses translasi. Hanya mRNA yang akan diterjemahkan kedalam protein.

Proses transkripsi dikatalisis oleh enzim transcriptase atau RNA polymerase. Proses transkripsi dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu inisiasi sintesis RNA, pemanjangan (elongasi) RNA, dan penyelesaian (terminasi) sintesis RNA.

2.4.2 Translasi

Translasi berlangsung di sitoplasma, sehingga RNA harus dikeluarkan dari inti sel menuju sitoplasma. Dalam proses translasi, asam amino akan dirangkaikan dengan asam amino lainnya untuk membentuk rantai polipeptida atau protein.

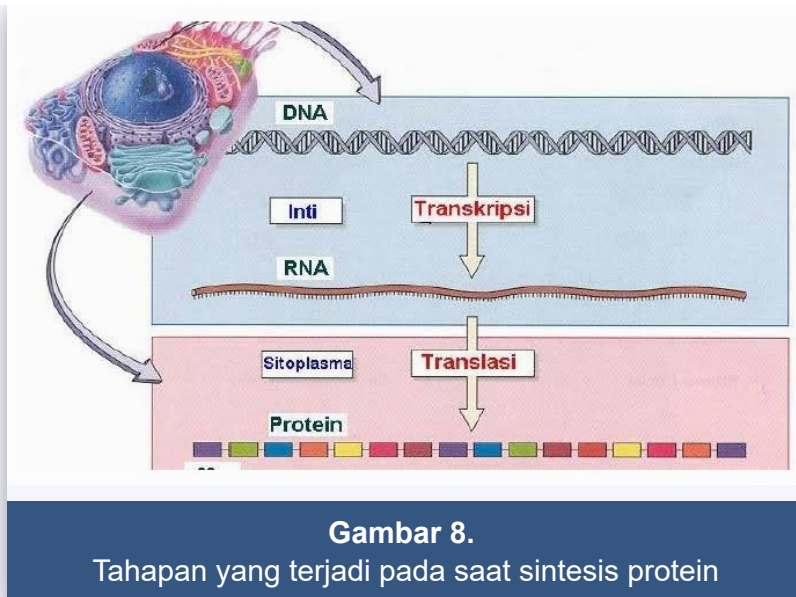
Setelah mRNA sampai di ribosom, tRNA mulai mengangkut asam amino ke dalam kompleks translasi (ribosom), serta membaca sandi-sandi (kodon) pada mRNA.

Setiap tRNA mempunyai antikodon yang spesifik. Translasi bermulai dari kodon awal sampai kodon akhir. Hubungan antara kodon dengan asam amino diatur melalui sandi genetik.

Dalam proses translasi ini, hanya ada satu kodon awal yaitu AUG yang menyandi asam amino metionin dan tiga kodon akhir UAA, UAG, dan UGA. Seperti pada proses transkripsi, translasi dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu inisiasi, pemanjangan, dan penyelesaian.

Contoh proses pembentukan protein dari molekul DNA secara sederhana :

U pendamping : 5' A T G G G T A C C C A T G C T -3'
U cetakan : 3' T A C C C A T G G G T A C G A -5'
mRNA : 5' A U G G G U A C C C A U G C U -3'
Protein : Met – Gly – Thr – His – Ser.



Gambar 8.
Tahapan yang terjadi pada saat sintesis protein

2.5 Sandi Genetik

Sandi genetik merupakan instruksi berupa kode-kode yang merumuskan jenis protein yang akan dibuat. Ciri khas protein ditentukan oleh jumlah asam amino. Pada sandi genetik terdapat 20 macam asam amino.

Dalam sintesis protein dapat terjadi kesalahan dalam menerjemahkan kode-kode yang diterima dari DNA. Jika terjadi kesalahan penerjemahan, akibatnya protein yang disusun juga keliru sehingga enzim yang dihasilkan juga salah.

Pada asam nukleat DNA atau RNA-d terdapat 4 jenis nukleotida (basa) yang menyusun rantainya. Pada polipeptida dikenal 20 jenis asam amino penyusunnya. Dengan adanya 20 jenis asam amino tersebut, harus ada aturan yang dapat menjamin pengendalian gen dalam pembentukan protein, selalu bersifat khas (satu gen hanya menyandikan satu jenis protein).

Untuk menjamin kekhasan tersebut harus banyak factor pengendali (kodon), sekurang-kurangnya sama dengan yangdikendalikan (asam amino). Hal ini bertujuan untuk mencegah adanya satu kodon mengendalikan lebih dari satu asam amino. Berdasarkan persyaratan ini, tidak mungkin satu asam amino dikendalikan hanya oleh satu nukleotida, karena keempat nukleotida yang ada tidak akan mencukupi untuk mengendalikan 20 asam amino.

Sistem penyandian seharusnya didasarkan pada kombinasi dari nukleotida yang ada. Yang paling mungkin adalah setiap kodon merupakan kombinasi 3 nukleotida DNA sehingga akan diperoleh 64 kodon yang akan mencukupi untuk mengendalikan 20 asam amino.

Basa No 1	Basa No 2				Basa No 3
	U	C	A	G	
U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U C A G
	UUC } Phe		UAC } Tyr	UGC } Cys	
	UUA } Leu		UAA } Stop	UGA } Stop	
	UUG } Leu		UAG } Stop	UGA } Trp	
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G
	CUC } Leu		CAC } His	CGC } Arg	
	CUA } Leu		CAA } Gln	CGA } Arg	
	CUG } Leu		CAG } Gln	CGG } Arg	
A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G
	AUC } Ile		AAC } Asn	AGC } Ser	
	AUA } Ile		AAA } Lys	AGA } Arg	
	AUG } Met atau start		AAG } Lys	AGG } Arg	
G	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	U C A G
	GUC } Val		GAC } Asp	GGC } Gly	
	GUA } Val		GAA } Glu	GGA } Gly	
	GUG } Val		GAG } Glu	GGG } Gly	

Tabel 2.
Tabel kode genetik asam amino

3. RANGKUMAN

Ekspresi gen dilakukan melalui dua tahapan yaitu transkripsi dan translasi. Proses transkripsi berlangsung di dalam inti sel. Transkripsi merupakan proses pengkopian/penyalinan molekul DNA menjadi utas RNA yang komplementer (DNA \square mRNA).

Proses transkripsi menghasilkan tiga jenis RNA, yaitu RNA duta (mRNA), RNA transfer (tRNA), dan RNA ribosomal (rRNA). Ketiga jenis RNA ini berperan dalam proses translasi.

Proses transkripsi dapat dibagi dalam tiga tahap yaitu inisiasi sintesis RNA, pemanjangan (elongasi) RNA, dan penyelesaian (terminasi) sintesis RNA. Sedangkan proses translasi berlangsung di sitoplasma.

Dalam proses translasi, asam amino akan dirangkaikan dengan asam amino lainnya untuk membentuk rantai polipeptida atau protein.

Hubungan antara kodon dengan asam amino diatur melalui sandi genetik. Sandi genetik merupakan instruksi berupa kode-kode yang merumuskan jenis protein yang akan dibuat. Ciri khas protein ditentukan oleh jumlah asam amino. Pada sandi genetik terdapat 20 macam asam amino.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Tugas II

Buatlah tabel kode genetik seperti contoh gambar dibawah ini dengan menggunakan bahan dasar styrofoam!

Standard genetic code						
1st base	2nd base				3rd base	
	U	C	A	G		
U	UUU (Phe/F)	UCU	UAU (Tyr/Y) Tyrosine	UGU (Cys/C) Cysteine	U	
	UUC Phenylalanine	UCC	UAC	UGC	C	
	UUA	UCA (Ser/S) Serine	UAA Stop (Ochre)	UGA Stop (Opal)	A	
	UUG	UCG	UAG Stop (Amber)	UGG (Trp/W) Tryptophan	G	
C	CUU (Leu/L) Leucine	CCU	CAU (His/H) Histidine	CGU	U	
	CUC	CCC (Pro/P) Proline	CAC	CGC	C	
	CUA	CCA	CAA (Gln/Q) Glutamine	CGA	A	
	CUG	CCG	CAG	CGG	G	
A	AUU	ACU	AAU (Asn/N) Asparagine	AGU (Ser/S) Serine	U	
	AUC (Ile/I) Isoleucine	ACC (Thr/T) Threonine	AAC	AGC	C	
	AUA	ACA	AAA (Lys/K) Lysine	AGA (Arg/R) Arginine	A	
	AUG ^[A] (Met/M) Methionine	ACG	AAG	AGG	G	
G	GUU	GCU	GAU (Asp/D) Aspartic acid	GGU	U	
	GUC	GCC (Ala/A) Alanine	GAC	GGC	C	
	GUA	GCA	GAA (Glu/E) Glutamic acid	GGA	A	
	GUG	GCG	GAG	GGG	G	

Gambar Tugas
Tabel kode genetik



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Pilihan Ganda II

1. Hasil transkripsi memiliki ciri-ciri seperti berikut, kecuali...
- A tmerupakan komplemen sense
 - B merupakan komplemen antisense
 - C T pada DNA diganti U pada RNA
 - D merupakan molekul utas tunggal yang mudah terurai
 - E urutan nukleotida adenin berjumlah banyak
-

2. Berikut ini tahapan sintesis protein:
1. RNAt membawa asam amino yang sesuai dengan kodon
 2. Asam amino berderet-deret sesuai dengan kodon
 3. RNAd meninggalkan inti menuju ribosom
 4. DNA membentuk RNA duta
 5. RNAt bergabung dengan RNAd di ribosom

Urutan tahapan sintesis protei yang benar adalah...

- A 1-2-3-4-5
 - B 2-3-4-5-1
 - C 3-1-2-5-4
 - D 4-3-1-5-2
 - E 5-4-3-2-1
-
3. RNA yang berfungsi mengangkut asam amino guna dirangkai menjadi polipeptida adalah...
- A RNAr

- B RNAt
 - C RNAd
 - D DNA
 - E Sense
-

4. Peristiwa transkripsi yang dilakukan oleh DNA sense memerlukan enzim....

- A DNA restriksi
- B RNA restriksi
- C DNA polymerase
- D RNA polymerase
- E DNA ligase

[BENAR, Mantap! Lanjutkan..!!](#)

5. Dalam sel tubuh dan sel kelamin terdapat autosom dan kromosom seks. Pada ovum/sel telur manusia terdapat....

- A 22Autosom+X
 - B 22Autosom+YY
 - C 22Autosom+Y
 - D 44Autosom+XX
 - E 22Autosom+XX
-

6. Langkah-langkah sintesis Protein yang benar adalah..

- A transkripsi-translasi-RNAd ke ribosom
- B translasi-transkripsi-RNAd ke ribosom

- C transkripsi-RNAd ke ribosom - translasi
 - D translasi-RNAd ke ribosom - transkripsi
 - E transkripsi -RNAd ke ribosom -translasi
-

7. Salah satu fungsi DNA adalah menyusun protein. Mekanisme sintesis ini berturut-turut dari asam nukleat DNA dan RNA dapat dinyatakan sebagai berikut ...

- A DNA - RNA transfer - RNA duta
 - B RNA transfer – RNA duta- DNA
 - C RNA duta – DNA – RNA transfer
 - D RNA duta – RNA transfer - DNA
 - E DNA – RNA duta – RNA transfer
-

8. Sintesis protein dimulai apabila ribosom telah bertemu kodon yang seharusnya. Kodon yang dimaksud adalah...

- A AUG
 - B UGC
 - C CGU
 - D UAG
 - E GAU
-

9. Sintesis protein akan berhenti apabila ribosom telah bertemu kodon yang seharusnya. Kodon yang dimaksud adalah...

- A AUG
- B UGC
- C CGU
- D UAG

E GAU

10. Proses pembentukan RNA oleh DNA disebut

A Translokasi

B Transmisi

C Translasi

D Transformasi

E Transkripsi



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Latihan Essay II

Kerjakan semua soal di bawah ini di kertas, kemudian cocokan dengan alternatif jawaban!

01. Terdapat gugusan kodon

GUA - UAC – CCU – AGC – UCG

maka urutan triplet sense yang terbentuk adalah?

Alternatif jawaban

02. Berdasarkan soal nomor 01, jika utas tersebut diubah menjadi anti kodon maka menjadi

Alternatif jawaban

03. Bagaimanakah perbedaan proses transkripsi pada sel prokariot dan sel eukariot terkait enzim polimerasnya?

Alternatif jawaban

04. Promoter berperan dalam proses transkripsi DNA yang merupakan situs yang pertama kali RNA polimerase sebagai tempat penempelan. Jelaskan perbedaan promoter pada sel prokariot dan eukariot dalam proses transkripsi!

Alternatif jawaban

Pada prokariot, misalkan *E. coli* memiliki 5 faktor sigma yang dikenali oleh RNA polimerase, sedangkan pada eukariot promoter dikenali oleh faktor transkripsi khusus salah satunya TATA box dan initiator.

05. Jelaskan maksud dari replikasi DNA berlangsung secara semi konservatif!

Alternatif jawaban



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Penilaian Diri II

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

No.	Pertanyaan	Jawaban	
01.	Apakah Anda telah memahami proses sintesis protein pada DNA?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
02.	Apakah Anda telah memahami perbedaan transkripsi dan translasi?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
03.	Apakah Anda telah menganalisis hubungan diantara tahapan stanskripsi dan translasi?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
04.	Apakah Anda telah memahami dan menganalisis sandi genetik?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak
05.	Apakah Anda telah mampu memahami dan menghafal susunan sandi genetik?	<input type="radio"/> Ya	<input type="radio"/> Tidak

Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pembelajaran, terutama pada bagian yang masih "Tidak".

Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.



e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Evaluasi

Soal 1.

Gen merupakan komponen kimiawi dalam sel yang diekspresikan oleh sel dalam bentuk ...

- A. Asam Nukleat
- B. Protein
- C. Lemak
- D. Karbohidrat
- E. Hormon

Soal 2.

Perhatikan tabel berikut.

Asam Amino	Kodon
Glisin	GGG
Sistein	UGC
Serin	AGC
Treonin	ACG
Leusin	GUA

Asam Amino Kodon Glisin GGG Sistein UGC Serin AGC
Treonin ACG Leusin GUA Jika urutan basa nitrogen DNA adalah TGC TCG CAT, asam amino yang akan tersusun adalah

- A. serin, sistein, treonin
- B. treonin, sistein, treonin

- C. leusin, serin, leusin
- D. glisin, teronin, sistein
- E. treonin, serin, leusin

Soal 3.

Jika pada rantai DNA template terdiri atas basa nitrogen TAC CGT GCA maka basa nitrogen pada RNA-t adalah....

- A. AUG GCA CGU
- B. ATG GCA CGT
- C. AGU GUA UGA
- D. UAC CGU GCA
- E. ACG GAA CGU

Soal 4.

Pada RNA transfer terdapat nukleotida yang rangkaiannya disebut....

- A. kodon
- B. kodogen
- C. antikodon
- D. sense
- E. antisense

Soal 5.

Dengan menggunakan enzim DNA polymerase DNA mampu melakukan proses....

- A. replikasi
- B. translasi
- C. regenerasi
- D. Elongasi
- E. transkripsi

Soal 6.

Dalam sintesis protein, apabila protein yang terbentuk tersusun oleh 120 asam amino maka membutuhkan RNAt sebanyak....

- A. 120
- B. 60
- C. 40
- D. 360
- E. 240

Soal 7.

Perhatikan pernyataan berikut ini.

1. Transkripsi
2. Elongasi
3. Translasi

4. Pembentukan protein

Urutan sintesis protein yang benar adalah

- A. 1, 3, 2, dan 4
- B. 2, 3, 4, dan 1
- C. 1, 2, 3, dan 4
- D. 3, 1, 4, dan 2
- E. 1, 4, 3, dan 2

Soal 8.

Jika sel kuda memiliki 64 kromosom, formula kromosom kuda jantan adalah....

- A. 31 A + x
- B. 31 AA + Y
- C. 31 A + XY
- D. 31AA + XY
- E. 62A + Y

Soal 9.

Berikut ini pernyataan yang **benar** mengenai DNA dan RNA adalah

- A. terdapat di dalam inti sel
- B. tersusun atas gula pentosa, asam fosfat, dan basa nitrogen

- C. memiliki ikatan basa nitrogen
- D. dapat bertranskripsi
- E. berperan langsung dalam proses translasi sintesis protein

Soal 10.

Perhatikan utas berikut.

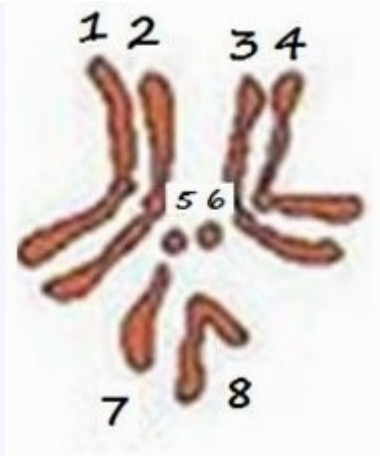
AGA AAT GGA CCG AGA

Empat antikodon dari tRNA yang sesuai dengan urutan basa N dari sense tersebut adalah

- A. ACU,UUA,CCU,GGC,UCU
- B. AAU,UCU,CCU,GGC,UCU
- C. UCU,CCU,UUA,GGC,UCU
- D. AGA,AAU,CCG,GGA,AGA
- E. AGA,AAU,GGA,CCG,AGA

Soal 11.

Perhatikan gambar kromosom lalat *Drosophila melanogaster* berikut!



Yang merupakan kromosom penentu jenis kelamin adalah nomor ...

- A. 7 dan 8
- B. 3 dan 7
- C. 5 dan 6
- D. 6 dan 8
- E. 1 dan 2

Soal 12.

Komponen DNA yang tersusun atas fosfat, gula, dan basa nitrogen membentuk...

- A. nukleosida
- B. polypeptide
- C. nukleotida
- D. ikatan hidrogen
- E. double helix

Soal 13.

Letak DNA dalam sel yaitu...

- A. terletak dalam sitoplasma, inti, terutama dalam ribosom
- B. terdapat dalam inti sel pada kromosom dan dalam sitoplasma
- C. terdapat dalam inti sel, terutama pada kromosom
- D. terdapat dalam inti sel, terutama dalam ribosom
- E. terdapat dalam sitoplasma terutama pada ribosom

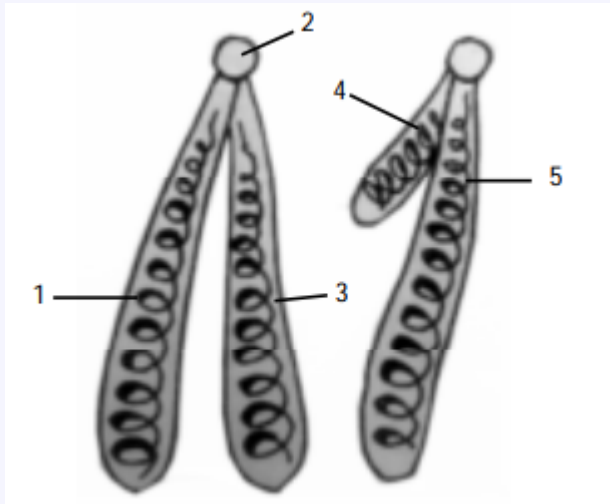
Soal 14.

Bahan dasar DNA adalah....

- A. gula, basa nitrogen, dan guanin
- B. gula, fosfat, dan basa nitrogen
- C. purin, basa nitrogen, dan guanin
- D. adenin, timin dan, basa nitrogen
- E. fosfat, sitosin, dan timin

Soal 15.

Perhatikan gambar struktur kromosom berikut ini.



Bagian sentromer ditunjukkan oleh nomor

- A. 1
- B. 3
- C. 2
- D. 5
- E. 4

Soal 16.

Tempat terjadinya translasi pada proses sintesis protein adalah...

- A. retikulum endoplasma
- B. Badan golgi
- C. mitokondria
- D. plastida

E. ribosom

 Hasil Evaluasi

Nilai	Deskripsi
0.00	Belum lulus. Lakukan review pembelajaran

 Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Daftar Pustaka

- Adisoenarto Soenartono.1988. Genetika, Edisi ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Belk, C. & Borden, V.. (2003). Biology for Science. New York: Prentice Hall
- Biggs, Alton., etc. 2008. Biology. New York: Mc Graw Hill Companies
- Campbell, N. A., & Reece, J. B. 2011. Biology. San Francisco, California: Benjamin Cummings
- Crowder L. V. 1982. Genetika Tumbuhan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kee, L.H. (2002). The Living Science. Singapore: Pearson Education Asia Pte. Ltd
- Reece, J. B., Urry, L.A., Cain, M. L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., & Jackson, R. B. (2017). Campbell Biology 11th Edition. Lake Ave. Pearson Education, Inc
- Standfield, W. D. 1991. Genetika: Teori dan Soal-Soal. Erlangga: Jakarta.
- Suryo. 1984. Genetika. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Suryo. 2005. Genetika. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Suhardi, D. (2007). Genetika. Bandung : PPPG IPA

Sylvia S Mader. 2010. Biology 10th edition. New York :
The McGraw-Hill Companies

Wildan Yatim. 1991. Genetika. Bandung: Tarsito.



Daftar Isi

e-Modul 2019

Direktorat Pembinaan SMA - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan