

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)  
SUBTANSI GENETIK

Nama Sekolah : MAN 1 TULUNGAGUNG  
Mata Pelajaran : Biologi  
Kelas/Semester : XII/2  
Materi Pembelajaran : Subtansi Genetik  
Alokasi Waktu : 2 x 45 Menit

**A. Kompetensi Inti Pembelajaran dan Kompetensi Dasar**

Kompetensi inti 3:

Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

Kompetensi Dasar 3.3:

Menganalisis keterkaitan antara struktur dan fungsi gen, DNA, Kromosom dalam proses penurunan sifat pada makhluk hidup serta menerapkan prinsip-prinsip pewarisan sifat dalam kehidupan

**B. Indikator Hasil Belajar dan Tujuan Pembelajaran**

Indikator Hasil Belajar :

- 3.1 Mengagumi keteraturan dan kompleksitas ciptaan Tuhan tentang struktur dan Fungsi DNA, Gen dan kromosom dalam pembentukan dan pewarisan sifat serta pengaturan proses pada makhluk hidup.
- 3.2 Berperilaku ilmiah: teliti, tekun, jujur terhadap data dan fakta, disiplin, tanggung jawab, dan peduli dalam observasi dan eksperimen, berani dan santun dalam mengajukan pertanyaan dan berargumentasi, peduli lingkungan, gotong royong, bekerjasama, cinta damai, berpendapat secara ilmiah dan kritis, responsif dan proaktif dalam setiap tindakan dan dalam melakukan pengamatan dan percobaan di dalam kelas/laboratorium maupun di luar kelas/laboratorium.

Tujuan Pembelajaran :

Setelah mempelajari materi subtansi genetik peserta didik mampu:

- 3.1 menjelaskan dasar dan fungsi kromosom, gen dan DNA
- 3.2 menghubungkan keterkaitan antara kromosom, gen dan DNA
- 3.3 membandingkan struktur/fungsi DNA dan RNA
- 3.3 menguraikan peranan DNA dan RNA dalam sintesis protein

**C. Materi Pokok**

1. Konsep subtansi genetik
2. Komponen kromosom dan gen
3. Perbedaan Kromosom, gen, alel
4. Perbedaan Komponen DNA dan RNA
5. Sintesis Protein

MATERI PEMBELAJARAN :

SUBTANSI GENETIK

**A. Struktur Gen dan Kromosom**

**1. Struktur DNA**

DNA ( deoxyribonucleic acid ) merupakan tempat penyimpanan informasi genetik yang dikodekan dalam bahasa kimiawi dan diproduksi di dalam semua sel tubuh makhluk hidup. Program DNA inilah yang mengendalikan perkembangan sifat anatomi, fisiologi, biokimia, bahkan sebagian sifat perilaku. DNA terdiri atas dua utas benang *polinukleotida* yang saling berpilin membentuk heliks ganda (*double helix*). Model struktur DNA itu pertama kali dikemukakan oleh **James Watson** dan **Francis Crick** pada tahun 1953 di Inggris. Struktur tersebut mereka buat berdasarkan hasil analisis foto difraksi sinar X pada DNA yang dibuat oleh **Rosalind Franklin**. mereka berkesimpulan bahwa molekul DNA merupakan dua benang polinukleotida yang berpilin.

Seutas polinukleotida pada molekul DNA tersusun atas rangkaian *nukleotida*. Setiap nukleotida tersusun atas :

1. Gugusan gula deoksiribosa (gula pentosa yang kehilangan satu atom oksigen)
2. Gugusan asam fosfat yang terikat pada atom C nomor 5 dari gula)
3. Gugusan basa nitrogen yang terikat pada atom C nomor 1 dari gula

Ketiga gugus tersebut saling terkait dan membentuk “tulang punggung” yang sangat panjang bagi heliks ganda. Strukturnya dapat diibaratkan sebagai tangga, dimana ibu tangganya adalah gula deoksiribosa dan anak tangganya adalah susunan basa nitrogen. Sedangkan fosfat menghubungkan gula pada satu nukleotida ke gula pada nukleotida berikutnya untuk membentuk polinukleotida.

Basa nitrogen penyusun DNA terdiri dari basa purin, yaitu adenin (A) dan guanin (G), serta basa pirimidin yaitu sitosin atau *cytosine* (C) dan timin (T). Ikatan antara gula pentosa dan basa nitrogen disebut **nukleosida**. Ada 4 macam basa nukleosida yaitu :

1. Ikatan A-gula disebut adenosin deoksiribonukleosida (*deoksiadenosin*)
2. Ikatan G-gula disebut guanosin deoksiribonukleosida (*deoksiguanosin*)
3. Ikatan C-gula disebut sitidin deoksiribonukleosida (*deoksisitidin*)
4. Ikatan T-gula disebut timidin deoksiribonukleosida (*deoksiribotimidin*)

Ikatan asam-gula-fosfat disebut sebagai deoksiribonukleotida atau sering disebut **nukleotida**. Ada 4 macam deoksiribonukleotida, yaitu adenosin deoksiribonukleotida, timidin deoksiribonukleotida, sitidin deoksiribonukleotida, timidin deoksiribonukleotida. Nukleotida-nukleotida itu membentuk rangkaian yang disebut **polinukleotida**. DNA terbentuk dari dua utas polinukleotida yang saling berpilin.

Basa-basa nitrogen pada utas yang satu memiliki pasangan yang tetap dengan basa-basa nitrogen pada utas yang lain. Adenin berpasangan dengan timin dan guanin berpasangan dengan sitosin. Pasangan basa nitrogen A dan T dihubungkan oleh dua atom hidrogen (A=T). Adapun pasangan basa nitrogen C dan G dihubungkan oleh tiga atom hidrogen (C≡G). Dengan demikian, kedua polinukleotida pada satu DNA saling komplemen.



Gambar 3.1 Struktur DNA

## 2. Kromosom

Kromosom membawa faktor menurun yang diwarisi kepada generasi berikutnya. Faktor penentu sifat keturunan disebut gen. Gen berada dalam lokus-lokus yang terletak pada kromosom.

Suatu kromosom terdiri dari beberapa bagian yaitu kromatid, kromomer, sentromer atau kinetokor, satelit, dan telomer.

### 1. Kromatid

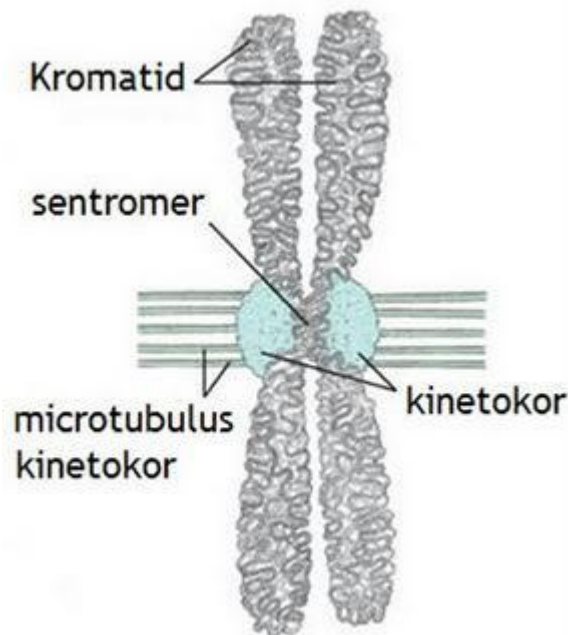
Kromatid adalah salah satu dari dua lengan hasil replikasi kromosom. Kromatid masih melekat satu sama lain pada bagian sentromer. Istilah lain untuk kromatid adalah kromonema. **Kromonema** merupakan filamen yang sangat tipis yang terlihat selama tahap profase (dan kadang-kadang pada tahap interfase). Kromonema sebenarnya merupakan istilah untuk tahap awal pematangan kromatid. Jadi, kromonema dan kromatid merupakan dua istilah untuk struktur yang sama.

### 2. Sentromer

adalah suatu daerah pada kromosom yang merupakan tempat melekatnya benang-benang spindel dari sentriol selama berlangsungnya pembelahan sel.

### 3 Kinetokor

adalah bagian kromosom yang merupakan tempat perlekatan benang spindel selama pembelahan inti dan merupakan tempat melekatnya kromosom.



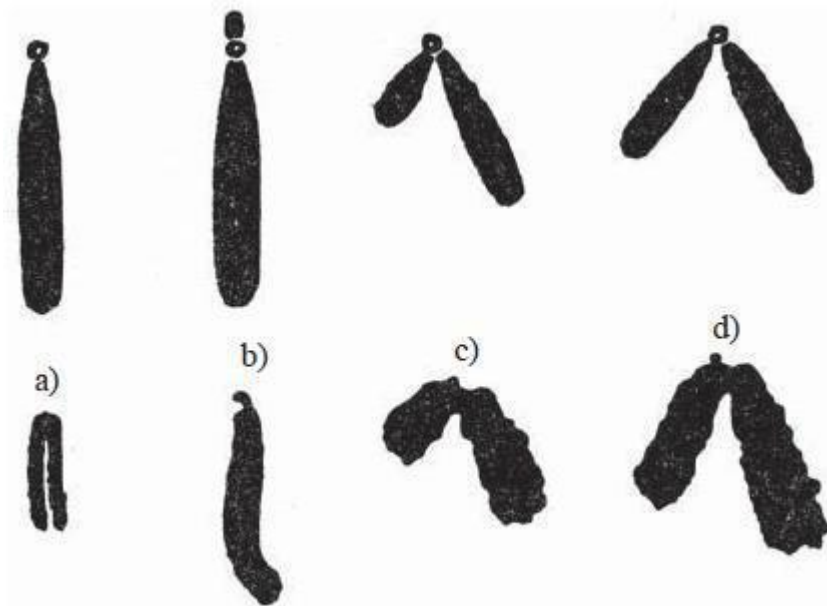
Gambar 3.2. Kromosom

#### 1. Bentuk Kromosom

Berdasarkan posisi (letak) sentromer terhadap lengan, kromosom dibedakan menjadi 4 tipe, yaitu :

- metasentrik
- sub metasentrik
- akrosentrik
- telosentrik

Pada sel tubuh, kromosom berada dalam keadaan berpasang-pasangan. Kromosom yang berpasang-pasangan mempunyai bentuk, besar dan komposisi yang sama disebut **kromosom homolog**. Pada lalat buah (*Drosophilla melanogaster*) mempunyai 8 buah kromosom, maka setiap sel tubuhnya terdiri atas 4 pasang kromosom. Pada manusia mempunyai 46 buah kromosom atau 23 pasang kromosom homolog atau terdiri dari 23 macam kromosom. Jumlah kromosom ini disebut **ploidi** atau perangkat set kromosom (**genom**).



Sumber: *Biologi Sel*, 1986

Gambar 3.3. Bentuk bentuk Kromosom

## 2. Kromosom seks dan Autosom

Menurut pekerjaannya mengatur jenis kelamin, kromosom dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu :

1. *autosom*, adalah kromosom yang tidak berperan dalam menentukan jenis kelamin. Jumlah autosom adalah  $2n - \text{jumlah gonosom}$ .
2. *gonosom* atau *kromosom seks*, adalah kromosom kelamin, yang berperan menentukan jenis kelamin. Jumlah gonosom hanya 1 sampai 2 buah dalam setiap sel individu.

## 3. Gen Sebagai Substansi Hereditas

Gen adalah factor keturunan yang diwariskan dari induk kepada keturunannya. Gen merupakan unit terkecil fungsional dari kromosom. Menurut Morgan (Amerika) gen tersimpan dalam setiap segmen atau **lokus gen** dalam kromosom.

Sifat-sifat gen :

- Merupakan informasi genetic
- Merupakan zarah/ partikel yang stabil dalam kromosom
- Dapat menduplikasi diri pada peristiwa meiosis

Fungsi gen yaitu :

- Mengatur sifat-sifat perkembangan yang diwariskan
- Mengatur metabolisme sel pada umumnya
- Menyampaikan materi genetik kepada generasi berikutnya.

Dalam pembastaran/ persilangan gen biasanya disimbulkan dalam satu huruf, misalnya gen putih, B = bulat, b = kisut.

M = merah, m =

## 4. Gen dan Alela

Kromosom homolog adalah kromosom yang berpasangan mempunyai bentuk, besar dan komposisi yang sama. Gen-gen terletak berderet teratur di dalam kromosom. Tempat dimana gen berada disebut **lokus**. Gen-gen yang terletak pada lokus yang bersesuaian dari kromosom homolog yang mempunyai pekerjaan yang sama atau hampir sama disebut alela. Bila beberapa gen yang mempengaruhi organ yang sama serta menempati lokus yang sama disebut **alela ganda**.

Contoh sifat yang dipengaruhi alela ganda adalah warna rambut pada kelinci. Dikenal ada 4 macam alela untuk warna rambut pada kelinci dengan urutan dominansi sebagai berikut :

$W$  (rambut normal)  $> w^k$  (rambut kelabu)  $> w^h$  (rambut himalaya)  $> w$  (rambut albino).

## B. MODEL DNA

DNA (*deoxyribonucleic acid*) tersusun dari tiga komponen dasar, yaitu :

1. Deoksiribosa, yaitu gugusan gula pentosa (berat atom C lima buah)
2. Gugusan fosfat ( $\text{PO}_4$ )
3. Basa nitrogen

Basa nitrogen ada dua macam, yaitu :

1. Basa Purin, yang terdiri atas Adenin (A) dan Guanin (G)
2. Basa Pirimidin, yang terdiri atas Timin (T) dan Sitosin (S)

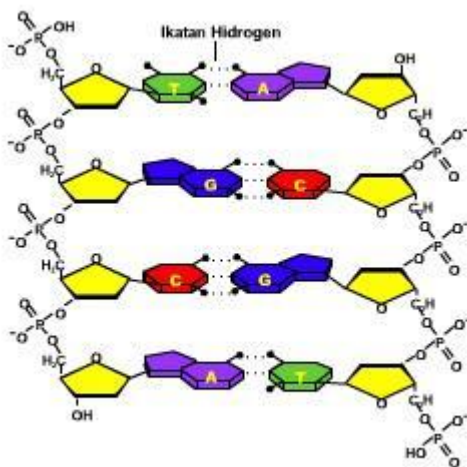
### Model Struktur DNA

Menurut J.D. Watson (Amerika) dan Francis Crick (Inggris) bahwa struktur DNA adalah double helix (heliks ganda) yang digambarkan sebagai tangga tali berpilin, dengan ibu tangga deretan rantai gugusan gula deoksiribosa dan gugusan phosphate, sedangkan anak tangga terdiri atas pasangan basa nitrogen yang dihubungkan oleh **ikatan hidrogen** yang lemah. DNA hanya ditemukan di dalam nucleus tepatnya di dalam kromosom.

### Fungsi DNA :

DNA di dalam inti sel berfungsi mengendalikan aktivitas sel-sel dengan memerintahkan sintesis semua macam protein

Untuk memudahkan pemahamannya dapat digunakan lambang sebagai berikut :



Gambar 3.3. DNA

## A. STRUKTUR, SIFAT DAN FUNGSI RNA

RNA (*ribonucleic acid*) merupakan rangkaian tunggal nukleotida. Nukleotida RNA dibentuk oleh molekul gula ribose, basa nitrogen dan fosfat.

Basa nitrogen pada RNA adalah :

1. Golongan basa Purin terdiri atas Adenin (A) dan Guanin (G)
2. Golongan basa Pirimidin terdiri atas Sitosin (S) dan Urasil (U)

Macam-macam RNA :

1. RNA duta (RNA messenger) terdapat di dalam nucleus
2. RNA ribosom terdapat di dalam organel sel ribosom
3. RNA transfer terdapat dalam sitoplasma

Perbedaan antara DNA dengan RNA.

| DNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | RNA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>1. hanya terdapat dalam inti sel (nucleus) , yaitu pada kromosom</div> <div>2. Membentuk rantai ganda yang amat panjang (double helix)</div> <div>3. Berhubungan erat dengan pengendalian faktor keturunan dan sintesa protein.</div> <div>Kadarnya tidak dipengaruhi oleh kecepatan sintesa protein.</div> <div>1. Mengandung basa :<div>1. Pirimidin : S dan T</div><div>2. Purin : A dan G</div><div>3. Komponen gulanya deoksiribosa, yaitu ribose yang kekurangan satu atom oksigen.</div></div> | <div>1. Terdapat dalam inti dan sitoplasma, terutama dalam ribosom</div> <div>2. Membentuk rantai tunggal dan tidak panjang (tanpa rantai komplemen)</div> <div>3. Berhubungan dengan sintesa protein dan kadarnya berubah-ubah menurut kecepatan sintesa protein.</div> <div>1. Mengandung basa :<div>1. Pirimidin : S dan U (urasil)</div><div>2. Purin : A dan G</div></div> <div>1. Komponen gulanya ribosa (pentosa)</div> |

B. MEKANISME SINTESIS PROTEIN

Sintesis protein terjadi di dalam sel. Sintesis protein berlangsung melalui dua tahap, yaitu: transkripsi dan translasi.

1. *Transkripsi*

Transkripsi adalah proses pembentukan RNA d oleh DNA template, proses ini berlangsung ketika enzim RNA polymerase melekat pada nukleotida DNA sehingga pasangan DNA itu lepas dan salah satu rantai melakukan pencetakan.

Aturan pencetakan adalah :

1. Gula yang dicetak : ribose
2. Basa yang dicetak : A, U, G dan S

Adenin dari DNA template mencetak Urasil

Guanin dari DNA template mencetak Sitosin

Timin dari DNA template mencetak Adenin

Sitosin dari DNA template mencetak Guanin

1. *Translasi*

Translasi adalah proses penterjemahan kode genetika dalam sintesis protein. Proses translasi adalah sebagai berikut:

Dengan melekatnya RNA d ke ribosom, maka RNA t menjadi aktif dan mengikat asam-asam amino di sekitarnya, kemudian masing-masing membawanya ke ribosom. Bagian ujung yang melilit RNA t itu berkaitan dengan RNA d lewat titik basa masing-masing. Titik basa RNA t yang setangkup dengan titik basa RNA d (kodon) disebut antikodon. Jadi antokodon mengikat dan mengangkut asam amino khusus sesuai dengan kode yang terdapat pada RNA duta.

C. KODE GENETIKA

Tugas DNA dalam sintesis protein adalah berperan memberi instruksi kepada sel mengenai jenis protein yang harus dibuat. Instruksi tersebut berupa kode-kode yang merumuskan jenis protein yang akan dibentuk yang dikenal dengan nama **kode genetik**. Pada tahun 1961, M.W. Nirenberg, dkk. Telah membuktikan dan menyatakan bahwa kode genetika mempunyai ciri-ciri :

1. Terdiri dari triplet, artinya tiap satu kodon terdiri dari tiga basa
2. Non-overlapping, artinya susunan 3 basa pada kodon berbeda dengan kodon yang lain
3. Degerate, artinya satu macam asam amino mempunyai kode lebih dari Satu
4. Universal, artinya kode yang sama berlaku untuk semua mkhluk hidup.

Ciri khas protein ialah jumlah asam aminonya, macam dan urutan asam amino yang membangunnya. Terdapat 20 macam asam amino di alam yang tersusun dari 4 (empat) macam basa nitrogen pada molekul ARN d, yaitu Adenin (A), Urasil (U), Sitosin (S), dan Guanin (G). Dari keempat basa tersebut dapat tersusun 64 triplet kodon, padahal macam asam amino yang ada hanya 20 sehingga terdapat kodon-kodon **sinonim** atau **degerate**.

**D. Alat,Bahan dan Sumber Belajar**

- 1. Alat dan bahan
  - Gambar Kromosom beserta bagian-bagiannya
  - Lap top dan Lcd
- 2. Sumber Belajar
  - Buku Biologi kelas XII untuk SMA/MA
  - Internet

**E. Pendekatan dan Metode Pembelajaran**

- Pendekatan : Saintific
- Metode : Problem Based Learning

**F. Kegiatan Belajar Mengajar**

| No. | Kegiatan    | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Alokasi Waktu (menit) |
|-----|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1   | Pendahuluan | <div>1. Guru memberi salam, selanjutnya menanyakan kabar peserta didik, dengan menyampaikan ucapan “Bagaimana kabar kalian hari ini? sudah siapkah belajar?” Siapa saja yang tidak bisa hadir dalam pembelajaran hari ini?</div> <div>2. Guru meminta peserta didik untuk mengecek kebersihan kelas, minimal di sekitar meja dan kursi tempat duduknya.</div> <div>3. Guru membagi kelompok (masing-masing beranggotakan 4 sd 5 orang peserta didik) (guru telah menyiapkan label nomor absensi dan dipasang pada bagian saku seragam Guru menyampaikan tujuan pembelajaran atau KD yang akan dicapai.</div> <div>4. Guru menyampaikan garis besar cakupan materi dan penjelasan tentang kegiatan yang akan dilakukan peserta didik untuk menyelesaikan permasalahan atau tugas pada pertemuan ini.</div> <div>5. Guru mengajukan pertanyaan tentang materi yang sudah dipelajari dan terkait dengan materi yang akan dipelajari, dengan pertanyaan “Masih ingatkah kalian tentang kromosom?,</div> | 10                    |
| 2   | Inti        | <div>1. Guru menampilkan gambar kromosom</div> <div>2. Setelah siswa mengamati gambar yang ditampilkan pada layar LCD, guru memberikan pertanyaan “apa yang kalian pikirkan dari gambar tersebut? dimana letak gen?”<ul style="list-style-type: none"><li>• Peserta didik ditugaskan mempelajari gambar struktur kromosom pada layar LCD.</li><li>• Peserta didik ditugaskan untuk mengali dan membaca struktur kromosom beserta komponennya dari literatur dan internet</li></ul></div> <div>1. <b>Setiap kelompok diminta mengerjakan kegiatan diskusi tentang:</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Bagaimana hasil identifikasi kromosom?</li><li>• Bagaimana hasil identifikasi tentang gen?</li><li>• Apa perbedaan kromosom dan gen?</li><li>• Apa perbedaan DNA dan RNA?</li><li>• Bagaimanakah proses sintesis protein ?</li></ul></div> <div>2. <b>Tiap kelompok mampu berekplorasi dalam mengkomunikasikan hasil diskusi</b></div> <div>secara lisan tentang:</div>                | 70'                   |

| No. | Kegiatan | Deskripsi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Alokasi Waktu (menit) |
|-----|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|     |          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil identifikasi Kromosom dan gen</li> <li>• Hasil identifikasi Fungsi dan komponen DNA dan RNA</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |
| 3   | Penutup  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru bersama-sama dengan peserta didik membuat rangkuman/simpulan pelajaran.</li> <li>2. Guru melakukan penilaian dan/atau refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan</li> <li>3. Guru memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran,</li> <li>4. Guru merencanakan kegiatan tindak lanjut dalam bentuk tugas mandiri pada pokok bahasan selanjutnya yaitu pola-pola pewarisan sifat.</li> <li>5. Guru menutup pelajaran dengan mengucapkan salam.</li> </ol> | 10                    |

**H. Penilaian**

1. Bentuk Instrumen dan Jenis/Teknik Penilaian:
  - a. Bentuk Instrumen berupa Tes:
    - 1) Tes tulis bentuk uraian (Lampiran 1).
  - b. Bentuk Instrumen berupa Non Tes:
    - 1) Observasi sikap (Lampiran 2).
    - 2) Penilaian proyek (Lampiran 3).



Lampiran 1

Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat dan benar1

1. Apa Sajakah Komponen Kromosom?

Jawab:.....  
.....
2. Sebutkan macam-macam bentuk Kromosom?

Jawab:.....  
.....
3. Sebutkan Perbedaan DNA dan RNA?

Jawab:.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....
4. Sebutkan Komponen basa purin dan Primidin?

Jawab:.....  
.....  
.....  
.....
5. Jelaskan Proses Sintesa protein pada DNA dan RNA?

Jawab:.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Lampiran 2  
Lebar Jawab TES TULIS  
1.

KKEGIATAN 1

HUBUNGAN ANTARA DNA, GEN DAN KROMOSOM

Di dalam sel makhluk hidup tepatnya di inti sel terdapat benda-benda halus yang berfungsi mengatur seluruh kegiatan metabolisme tubuh. Benda-benda tersebut tampak menebal bila sel sedang mengadakan pembelahan dan dikenal dengan nama kromosom.

Kromosom sel tubuh pada makhluk hidup jumlahnya berbeda-beda namun selalu terdiri dari kromosom tubuh (autosom) yang umumnya disingkat A dan kromosom kelamin (gonosom) yang terdiri dari kromosom X dan Y.

Tugas Siswa

Lakukan diskusi kelompok untuk menjawab masalah-masalah berikut ini.

1. a. Berdasarkan letak sentromernya, kromosom dibedakan menjadi 4 macam. Gambarkan keempat macam tipe kromosom tersebut !

.....

.....

.....