

## Lampiran 2. Rubrik Penilaian Jawaban Esai Genetika

### 1. Hubungan antara DNA, gen, dan kromosom:

DNA → polimer nukleotida (deoksiribosa+fosfat+basa nitrogen) → gen  
 (sekuens/DNA yang mengkode suatu polipeptida/protein/sifat → kromosom  
 (DNA yang dikemas dengan melibatkan molekul protein).

Kromosom adalah struktur yang terdiri dari molekul DNA dan protein. Secara struktural perubahan DNA dan protein menjadi kromosom diawali pada saat profase. Molekul DNA akan berikatan dengan histon dan non histon membentuk sejumlah nukleosom. Unit-unit nukleosom bergabung memadat membentuk benang yang lebih padat dan terpilin menjadi lipatan-lipatan selenoid. Lipatan selenoid tersusun padat menjadi benang-benang kromatin. Benang-benang kromatin akan mengganda membentuk kromosom.

Skor	Deskripsi
4	Gambar atau skema menjelaskan hubungan antara DNA, gen dan kromosom dengan benar. DNA merupakan polimer nukleotida yang terdiri dari (deoksiribosa+fosfat+basa nitrogen), gen merupakan sekuens/DNA yang mengkode suatu polipeptida/protein/sifat sedangkan kromosom adalah DNA yang dikemas dengan melibatkan molekul protein. Juga menjelaskan bagaimana kromosom terbentuk dari molekul DNA dan protein.
3	Gambar atau skema menjelaskan hubungan antara DNA, gen dan kromosom dengan benar. DNA merupakan polimer nukleotida yang terdiri dari (deoksiribosa+fosfat+basa nitrogen), gen merupakan sekuens/DNA yang mengkode suatu polipeptida/protein/sifat sedangkan kromosom adalah DNA yang dikemas dengan melibatkan molekul protein. <b>Tidak</b> menjelaskan bagaimana kromosom terbentuk dari molekul DNA dan protein.
2	<b>Tidak</b> menggunakan gambar atau skema menjelaskan hubungan antara DNA, gen dan kromosom, tetapi mampu menjelaskannya dalam kalimat dengan benar. <b>Tidak</b> menjelaskan bagaimana kromosom terbentuk dari molekul DNA dan protein.
1	Hanya menyebutkan pengertian dari DNA, gen dan kromosom.

### 2. Urutan basa dalam DNA adalah dasar dari variasi gen yang diwariskan. Perubahan urutan basa dalam DNA, yang dapat disebabkan diantaranya karena kesalahan selama replikasi atau karena paparan mutagen yang disebut

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

mutasi. Perubahan akibat mutasi tersebut bisa mengakibatkan terbentuknya gen baru yang mengkodekan berupa versi baru dari protein. Jika gen baru menghasilkan protein yang tidak berfungsi dengan baik dapat mengakibatkan kerusakan serius pada sel, sehingga dapat menyebabkan gangguan genetik pada orang tersebut, yang terekspresikan pada fenotip yang cacat.

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan keterkaitan yang terjadi antara perubahan urutan basa dalam DNA dan mutasi dengan benar dan dapat menjelaskan kemungkinan pengaruhnya pada fenotip.
3	Jawaban menjelaskan keterkaitan yang terjadi antara perubahan urutan basa dalam DNA dan mutasi dengan benar tetapi tidak dapat menjelaskan kemungkinan pengaruhnya pada fenotip.
2	Jawaban menyebutkan keterkaitan yang terjadi antara perubahan urutan basa dalam DNA dan mutasi mendekati benar tetapi tidak dapat menjelaskan kemungkinan pengaruhnya pada fenotip.
1	Hanya menyebutkan makna dari perubahan urutan basa.

3. Pada saat pembentukan gamet (pembelahan meiosis), kromosom dapat mengalami gagal berpisah ketika fase metafase I, sehingga tidak sesuai dengan yang diharapkan. Kromosom dapat gagal berpisah dengan kromosom homolognya pada saat meiosis I. Selain itu, kromatid dalam satu kromosom juga dapat gagal berpisah pada saat meiosis II. Gagal berpisah dapat mengakibatkan individu hasil fertilisasi gamet-gamet tersebut mempunyai kelainan jumlah kromosom. Contoh akibat gagal berpisah adalah aneuploidi dan poliploidi. Aneuploidi adalah individu yang memiliki kekurangan atau kelebihan satu kromosom dari kromosom induknya. Sedangkan poliploidi adalah kondisi individu yang memiliki set kromosom lebih dari sepasang.

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan Kromosom dapat gagal berpisah dengan kromosom homolognya pada saat meiosis I. Selain itu, kromatid dalam satu kromosom juga dapat gagal berpisah pada saat meiosis II menggunakan skema/gambar dengan benar. Dapat menjelaskan akibatnya bagi individu yang dihasilkan dari fertilisasi gamet-gamet tersebut dengan benar.
3	Jawaban menjelaskan Kromosom dapat gagal berpisah dengan kromosom homolognya pada saat meiosis I. Selain itu, kromatid

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	dalam satu kromosom juga dapat gagal berpisah pada saat meiosis II dengan benar. Dapat menjelaskan akibatnya bagi individu yang dihasilkan dari fertilisasi gamet-gamet tersebut dengan benar.
2	Jawaban menjelaskan Kromosom dapat gagal berpisah dengan kromosom homolognya pada saat meiosis I. Selain itu, kromatid dalam satu kromosom juga dapat gagal berpisah pada saat meiosis II dengan benar, atau kurang tepat menjelaskan pada fase meiosis berapa terjadinya gagal berpisah. Dapat menjelaskan akibatnya bagi individu yang dihasilkan dari fertilisasi gamet-gamet tersebut dengan benar.
1	Hanya menyebutkan pada fase berapa terjadinya gagal berpisah dan akibat yang diterima bagi individu yang dihasilkan dari fertilisasi gamet tersebut.

4. Agar DNA menginisiasi pembentukan RNA untuk ditranskripsikan, DNA harus terlebih dahulu bergabung dengan sebuah RNA polimerase yang merupakan situs bagi perlekatan RNA polimerase. Situs perlekatan RNA polimerase pada DNA dikenal sebagai promotor dan operator. Perlekatan RNA polimerase terhalangi ketika ada represor. Jika ada induser, represor dinonaktifkan, dan operon menjadi aktif. Selanjutnya RNA polimerase dapat melekat kesitus promotor dan transkripsi pun berlangsung.

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan bagaimana DNA bergabung dengan RNA polimerase,, situs perlekatan RNA polimerase pada DNA dikenal sebagai daerah promotor dan operator dengan benar. Dapat menjelaskan peran induser, represor dinonaktifkan ketika ada induser dan operator menjadi aktif.
3	Jawaban menjelaskan bagaimana DNA bergabung dengan RNA polimerase,, situs perlekatan RNA polimerase pada DNA dikenal sebagai daerah promotor dan operator. Kurang tepat menjelaskan peran induser, represor dinonaktifkan ketika ada induser dan operator menjadi aktif.
2	Jawaban menjelaskan bagaimana DNA bergabung dengan RNA polimerase,, situs perlekatan RNA polimerase pada DNA dikenal sebagai daerah promotor dan operator. <b>Tidak</b> dapat menjelaskan peran induser, represor dinonaktifkan ketika ada induser dan operator menjadi aktif. Atau hanya menjelaskan peran operon dalam pengenalan reseptor pada rantai DNA yang berupa start kodon dan stop kodon.

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

1	Hanya menyebutkan bagaimana proses transkripsi
---	--

5. Jika ada zat-zat tertentu dalam lingkungan yang bereaksi dengan represor, zat-zat tersebut secara efektif mencegah represor berikatan dengan operator. Disakarida laktosa tersedia untuk *E. coli* dalam kolon manusia jika sang inang meminum susu. Metabolisme laktosa diawali oleh hidrolisis disakarida menjadi monosakarida (glukosa dan galaktosa), dalam reaksi yang dikatalisis oleh enzim  $\beta$ -galaktosidase. Hanya sedikit molekul dari enzim ini yang terdapat dalam *E. coli* yang tumbuh tanpa keberadaan laktosa. Akan tetapi, jika laktosa ditambahkan ke lingkungan bakteri itu, jumlah molekul  $\beta$ -galaktosidase meningkat ribuan kali lipat dalam waktu sekitar 15 menit. Induser untuk operon Lac adalah alolaktosa, isomer laktosa yang terbentuk dalam jumlah kecil dari laktosa yang memasuki sel. Jika tidak ada laktosa, represor Lac menjadi aktif dan gen operon menjadi off. Jika laktosa ditambahkan ke lingkungan sel, alolaktosa mengubah konformasi molekul tersebut, meminimalkan kemampuan represor untuk berikatan dengan operator.

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan bagaimana lingkungan mempengaruhi ekspresi gen dengan benar, ketika ada zat-zat tertentu dalam lingkungan yang bereaksi dengan represor, zat-zat tersebut secara efektif mencegah represor berikatan dengan operator. Disakarida laktosa tersedia untuk <i>E. coli</i> dalam kolon manusia jika sang inang meminum susu. Akan tetapi, jika laktosa ditambahkan ke lingkungan bakteri itu, jumlah molekul $\beta$ -galaktosidase meningkat ribuan kali lipat dalam waktu sekitar 15 menit. Dapat menjelaskan bagaimana jika laktosa tidak ada mengakibatkan represor Lac menjadi aktif.
3	Jawaban menjelaskan bagaimana lingkungan mempengaruhi ekspresi gen dengan benar, ketika ada zat-zat tertentu dalam lingkungan yang bereaksi dengan represor, zat-zat tersebut secara efektif mencegah represor berikatan dengan operator. Namun tidak menjelaskan apa yang terjadi ketika aktivitas lingkungan ditambahkan atau dikurangi.
2	Jawaban hanya menyebutkan metabolisme laktosa pengaruhnya terhadap aktif atau tidaknya Lac operon.
1	Menjelaskan pengaruh lingkungan terhadap ekspresi gen dengan menggunakan contoh lain. Atau hanya menyebutkan pengaruh

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

lingkungan yang dikendalikan Lac operon.
--

6. Sintesis protein mengakomodasi peristiwa dimana gen akan ditransfer ke molekul lain, mencakup dua tahap yaitu : transkripsi dan tranlasi.
- Transkripsi adalah proses menyalin data yang terdapat pada rantai sense (3'→5") DNA. Proses ini terjadi di dalam inti sel dimulai dengan pembukaan rantai DNA oleh enzim helikase. Setelah itu penempelan enzim polimerase pada daerah promotor sekuen gen dan barulah enzim polimerase mulai aktif menyalin kode genetik pada rantai sense DNA hingga bagian triplet basa nitrogen yang mengandung informasi untuk menghentikan proses menyalin. Hasil dari proses transkripsi adalah mRNA dengan kode pasangan yang terdapat pada rantai sense DNA. Rantai RNA yang mengandung kode ini disebut pula dengan kodon. Jadi mRNA adalah kodon. Setelah proses transkripsi selesai maka m-RNA akan segera bergerak meninggalkan inti sel menuju sitoplasma untuk melakukan proses selanjutnya (translasi).
  - Translasi adalah proses penerjemahan kodon menjadi asam amino dan menyambungkan setiap asam amino yang sesuai kodon dengan ikatan peptida menjadi protein. Organel yang aktif melakukan proses penerjemahan kodon adalah ribosom. Setelah ribosom melekat pada triplet kodon maka t-RNA yang berada di sitoplasma akan membawakan asam amino yang sesuai pada kodon, triplet anti-kodon terdapat pada t-RNA. Triplet ini akan berpasangan dengan triplet kodon sambil membawa sebuah asam amino.

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan proses ekspresi gen sampai terbentuknya fenotip dengan benar, yang diakomodasi dalam proses transkripsi dan translasi dengan benar.
3	Jawaban menjelaskan proses ekspresi gen sampai terbentuknya fenotip dengan benar, tetapi penjelasan proses transkripsi dan translasi kurang lengkap.
2	Jawaban hanya menjelaskan proses transkripsi saja.
1	Jawaban hanya menyebutkan bahwa yang mengakomodasi peristiwa tersebut yaitu transkripsi dan translasi.

7. Dogma sentral tersebut menggambarkan aliran informasi genetik. Tanda panah yang melingkari DNA menunjukkan bahwa DNA berfungsi sebagai *template* atau cetakan bagi replikasi dirinya. DNA dikatakan heterokatalitik

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

apabila DNA bereplikasi menjadi RNA, sedangkan DNA dikatakan molekul homokatalitik apabila DNA bereplikasi menjadi DNA kembali dengan bantuan enzim reverse transkriptase. Tanda panah antara DNA dan RNA menunjukkan pembentukan molekul RNA dari DNA cetakan (transkripsi) kemudian sintesis protein ditentukan oleh RNA cetakan melalui proses translasi

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan keterkaitan antara komponen didalam bagan dengan lengkap dan benar.
3	Jawaban menjelaskan keterkaitan antara komponen didalam bagan dengan kurang lengkap dan benar.
2	Jawaban hanya menjelaskan bagan tanpa menjelaskan keterkaitannya.
1	Jawaban hanya menyebutkan komponen-komponen yang ada dalam bagan dan tidak menjelaskan keterkaitannya.

#### 8. Kepentingan pembelahan meiosis yaitu :

##### a. Konsistensi susunan dan jumlah kromosom.

Meiosis sangat diperlukan sebelum terjadinya fertilisasi karena bertujuan untuk mengurangi jumlah kromosom dari induk yang semula dari (2n) menjadi (n) haploid. Mekanisme pengurangan jumlah set kromosom ini terjadi pada saat meiosis I yang disebut pembelahan reduksi, dimana kedua pembelahan sel dalam meiosis menghasilkan empat sel anak (haploid). Jumlah set kromosom direduksi dari dua (diploid) menjadi satu (haploid).

##### b. Variasi (rekombinasi genetik)

Organisme yang berkembang dari zigot akan menghasilkan gamet-gamet haploid, karena selama meiosis I kromosom homolog paternal dan maternal berjajar berhadapan secara acak pada kedua sisi ekuator, setiap sel anakan yang dihasilkan akan memiliki gabungan kromosom haploid dari induk. Semakin banyak pasangan kromosom yang dimiliki suatu organisme, maka semakin besar potensial keragaman pada gametnya.

Jika jumlah set kromosom ini tidak dikurangi , maka akan terjadi penggandaan jumlah kromosom yang dari diploid menjadi poliploid (3n) atau tetraploid (4n) sehingga apabila terjadi fusi antara gamet jantan dan betina jumlah kromosom akan berlebih sehingga bisa menyebabkan syndrome/seseorang menjadi abnormal dari gen yang terkait.

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Skor	Deskripsi
4	Jawaban menjelaskan kepentingan pembelahan meiosis yaitu konsistensi jumlah dan susunan kromosom serta rekombinasi genetik dengan benar. Dapat menjelaskan akibatnya jika proses meiosis tidak terjadi dengan benar.
3	Jawaban menjelaskan kepentingan pembelahan meiosis yaitu konsistensi jumlah dan susunan kromosom atau reduksi jumlah kromosom dengan benar. Dapat menjelaskan akibatnya jika proses meiosis tidak terjadi dengan benar.
2	Jawaban menjelaskan kepentingan pembelahan meiosis yaitu konsistensi jumlah dan susunan kromosom atau reduksi jumlah kromosom dengan benar. <b>Tidak</b> dapat menjelaskan akibatnya jika proses meiosis tidak terjadi dengan benar.
1	Jawaban hanya menyebutkan terjadinya pengurangan jumlah kromosom dalam pembelahan meiosis.

Mega Elvianasti, 2014

Analisis Pedagogical Content Knowledge (Pck) Calon Guru Biologi Pada Materi Genetika Dan Ekologi

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)