

MODUL ASESMEN TRY OUT TES KEMAMPUAN AKADEMIK (TKA)

BIOLOGI SMA KELAS XII (FASE F)

- **Penyusun:** Nita Widya, S.Pd.
- **Instansi:** SMA Negeri 2 Gunung Meriah
- **Mata Pelajaran:** Biologi
- **Sasaran Target:** Siswa SMA Kelas XII / Fase F
- **Tingkat Kognitif:** High Order Thinking Skills / HOTS (C4 - Menganalisis, C5 - Mengevaluasi, C6 - Mencipta)

I. PENDAHULUAN & MATRIKS KURIKULUM TRY OUT TKA

Asesmen Try Out TKA ini dirancang untuk mengukur kedalaman pemahaman sains, literasi data biologis, dan penalaran tingkat tinggi siswa SMA. Soal-soal disusun berbasis fenomena nyata, eksperimen laboratorium, analisis grafik, pohon kekerabatan, peta silsilah, serta mekanisme biologi molekuler modern.

Matriks Tujuan Pembelajaran, Indikator Capaian Kompetensi, dan Indikator Soal

No	Tujuan Pembelajaran (TP)	Indikator Capaian Kompetensi (IKTP)	Indikator Soal	Bentuk Soal
1	Menganalisis mekanisme kerja enzim dan faktor yang mempengaruhinya.	Menganalisis grafik penggalan laju reaksi enzim akibat inhibitor bersaing dan non-bersaing.	Disajikan grafik laju reaksi enzim terhadap konsentrasi substrat dengan dua jenis inhibitor, peserta didik dapat menganalisis perbedaan mekanisme	PG

			kerja inhibitor.	
2	Menganalisis metabolisme sel (respirasi aerob dan anaerob).	Membandingkan efisiensi pembentukan ATP pada kondisi aerob dan hipoksia.	Disajikan skenario kondisi hipoksia pada sel otot atlet, peserta didik dapat menentukan jalur metabolik dan kalkulasi rendemen energi secara presisi.	PGK
3	Menganalisis mekanisme reaksi terang dan gelap fotosintesis.	Menganalisis dampak mutasi/gangguan molekuler pada kompleks fotosistem terhadap siklus Calvin.	Disajikan data eksperimen blokade rantai transpor elektron fotosintesis oleh herbisida, peserta didik dapat memprediksi akumulasi senyawa penyimpan energi.	B-S
4	Menganalisis keterkaitan struktur DNA, RNA, dan mekanisme sintesis protein.	Mengorelasikan perubahan urutan basa nitrogen pada mRNA dengan urutan asam amino hasil translasi.	Disajikan urutan DNA <i>template</i> yang mengalami mutasi titik, peserta didik dapat menganalisis perubahan rantai polipeptida yang terbentuk.	PG

5	Menganalisis siklus sel dan pembelahan sel (Mitosis & Meiosis).	Mengorelasikan peristiwa <i>nondisjunction</i> pada pembelahan meiosis dengan kelainan kromosom.	Disajikan diagram gametogenesis yang mengalami <i>nondisjunction</i> pada Meiosis I vs Meiosis II, peserta didik dapat menentukan persentase gamet abnormal.	PGK
6	Memecahkan masalah pola-pola hereditas Mendel dan penyimpangan semu.	Menganalisis rasio fenotipe hasil persilangan interaksi gen (epistasis/hipostasis).	Disajikan data hasil persilangan tanaman gandum bertipe epistasis dominan, peserta didik dapat menghitung rasio fenotipe keturunan F_2 .	PG
7	Menganalisis peta silsilah (<i>pedigree</i>) pewarisan sifat manusia.	Menentukan genotipe dan probabilitas munculnya penyakit menurun pada <i>pedigree</i> .	Disajikan peta silsilah keluarga penderita Hemofilia dan Buta Warna, peserta didik dapat mengevaluasi peluang anak yang lahir memiliki dua sifat tersebut.	PGK

8	Menganalisis fenomena tautan gen dan pindah silang (<i>crossing over</i>).	Menghitung nilai pindah silang (NPS) dan jarak antar gen pada kromosom.	Disajikan data hasil uji silang (<i>testcross</i>) lalat buah <i>Drosophila melanogaster</i> , peserta didik dapat menghitung persen rekombinasi dan membuat peta kromosom.	PG
9	Menganalisis mekanisme mutasi genetik dan kromosom.	Mengidentifikasi jenis mutasi kromosom berdasarkan diagram perubahan susunan gen.	Disajikan gambar kromatid yang mengalami translokasi, inversi, dan delesi, peserta didik dapat menilai kebenaran pernyataan perubahan mutasi.	B-S
10	Menganalisis prinsip-prinsip evolusi dan hukum Hardy-Weinberg.	Menganalisis frekuensi alel dan genotipe populasi yang mengalami tekanan seleksi alam.	Disajikan data populasi berukuran tertentu yang mengalami perubahan frekuensi alel resesif akibat kondisi lingkungan, peserta didik dapat menghitung frekuensi <i>carrier</i> .	PG

11	Menganalisis bukti-bukti evolusi dan pohon filogeni.	Menafsirkan pohon kekerabatan (<i>phylogenetic tree</i>) berdasarkan data sekuens DNA/asam amino.	Disajikan diagram pohon filogeni molekuler beberapa spesies vertebrata, peserta didik dapat menganalisis tingkat kekerabatan terdekat.	PGK
12	Menganalisis prinsip dan aplikasi Bioteknologi Modern.	Menganalisis proses rekayasa genetika (teknologi DNA rekombinan).	Disajikan alur kloning gen insulin manusia menggunakan plasmid bakteri, peserta didik dapat mengidentifikasi peran enzim restriksi dan ligase secara eksplisit.	PG
13	Evaluasi dampak dan teknik elektroforesis gel dalam bioteknologi.	Menafsirkan pita-pita DNA hasil elektroforesis gel untuk analisis forensik/paternitas.	Disajikan pola pita elektroforesis DNA dari korban, ibu, dan beberapa terduga ayah, peserta didik dapat mengevaluasi bukti paternitas yang sah.	PGK
14	Menganalisis regulasi	Memprediksi tingkat	Disajikan grafik kondisi media	B-S

	ekspresi gen pada operon <i>lactose</i> (Operon Lac).	transkripsi gen operon Lac pada variasi konsentrasi glukosa dan laktosa.	pertumbuhan bakteri <i>E. coli</i> dengan berbagai kombinasi glukosa dan laktosa, peserta didik menentukan status aktivasi operon.	
15	Menganalisis pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.	Menganalisis interaksi hormon tumbuhan terhadap fenomena dominansi apikal dan fototropisme.	Disajikan eksperimen pemotongan ujung koleoptil dan pemberian blok agar berisi auksin, peserta didik dapat memprediksi arah pertumbuhan tanaman.	PG
16	Menganalisis siklus biogeokimia dan peran mikroorganisme.	Mengorelasikan peranan mikroba dalam siklus nitrogen terhadap produktivitas tanah.	Disajikan skenario perlakuan tanah dengan zat penghambat nitrifikasi, peserta didik dapat menganalisis dampaknya terhadap bentuk nitrogen terlarut.	PGK
17	Memahami teknologi CRISPR-Cas9	Mengevaluasi efektivitas spesifisitas	Disajikan diagram mekanisme	B-S

	dalam penyuntingan gen.	pemotongan DNA oleh RNA pemandu (gRNA).	kerja CRISPR-Cas9, peserta didik dapat menentukan pernyataan Benar/Salah terkait fungsi <i>Cas9 endonuclease</i> .	
18	Menganalisis transpor membran sel (transpor aktif/pasif).	Menganalisis pengaruh konsentrasi larutan terhadap potensi osmosis sel tumbuhan dan hewan.	Disajikan data perubahan berat jaringan kentang pada berbagai konsentrasi larutan sukrosa, peserta didik dapat menentukan potensial air jaringan.	PG
19	Menganalisis imunologi dan mekanisme pembentukan antibodi.	Membedakan respons imun primer dan sekunder berdasarkan grafik kadar antibodi.	Disajikan grafik paparan antigen A pertama dan kedua, peserta didik menganalisis aktivitas sel T memori dan sel B plasma.	PGK
20	Menganalisis teknologi kultur jaringan tumbuhan.	Menganalisis kombinasi rasio auksin dan sitokinin terhadap organogenesis eksplan.	Disajikan tabel eksperimen variasi perbandingan auksin : sitokinin, peserta didik memprediksi pembentukan	PG

			kalus, akar, atau tunas.	
21	Menganalisis penyakit karsinogenesis (kanker) dan kontrol siklus sel.	Mengorelasikan mutasi gen <i>proto-onkogen</i> dan <i>tumor suppressor gene</i> (p53) dengan karsinogenesis .	Disajikan data fungsi protein p53 pada <i>check point</i> G1/S, peserta didik menganalisis dampak mutasi p53 terhadap proliferasi sel.	B-S
22	Menganalisis adaptasi fisiologi dan evolusi konvergen/divergen.	Mengklasifikasi kan struktur organ homolog dan analog berdasarkan asal-usul evolusi.	Disajikan list pasangan organ dari berbagai hewan, peserta didik menentukan pasangan organ yang menunjukkan evolusi divergen.	PG
23	Menganalisis fotosintesis jalur C3, C4, dan CAM.	Mengorelasikan adaptasi anatomi dan fisiologi tumbuhan C4/CAM terhadap efisiensi penggunaan air.	Disajikan data laju transpirasi dan fiksasi CO_2 pada kondisi kekeringan, peserta didik menganalisis perbedaan mekanisme C3, C4, dan CAM.	PGK
24	Menganalisis penyimpangan hukum Mendel	Menghitung persentase keturunan	Disajikan persilangan tikus berambut	PG

	(Gen Letal).	hidup pada kasus alel letal dominan/resesi f.	kuning (Yy) sesamanya, peserta didik menentukan jumlah keturunan yang bertahan hidup hingga dewasa.	
25	Menganalisis aplikasi biologi sistem saraf dan kerja neurotransmitter.	Menganalisis dampak obat-obatan (inhibitor asetilkolinesterase) terhadap impuls saraf pada sinapsis.	Disajikan mekanisme penyerapan kembali neurotransmitter pada celah sinapsis, peserta didik menganalisis efek toksin terhadap kejang otot.	PGK

II. NASKAH SOAL TRY OUT TKA BIOLOGI SMA KELAS XII

Petunjuk Bentuk Soal:

1. **Pilihan Ganda (PG):** Pilih satu jawaban yang paling tepat (A, B, C, D, atau E).
2. **Pilihan Ganda Kompleks (PGK):** Pilih **BEBERAPA** pilihan jawaban yang benar (bisa lebih dari satu).
3. **Benar-Salah (BS):** Tentukan apakah setiap pernyataan dalam tabel **BENAR** atau **SALAH**.

Soal 1 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis grafik laju reaksi enzim akibat inhibitor bersaing dan non-bersaing.

Suatu eksperimen dilakukan untuk mengukur laju reaksi enzimatis dengan menambahkan substrat hingga kondisi jenuh. Dalam eksperimen tersebut, ditambahkan dua senyawa berbeda (Senyawa X dan Senyawa Y) pada tabung reaksi yang terpisah. Grafik hasil eksperimen menunjukkan kondisi sebagai berikut:

- **Kurva Kontrol (tanpa inhibitor):** Mencapai $V_{\max}$ tinggi pada konsentrasi substrat

tertentu.

- **Kurva + Senyawa X:** Mencapai $V_{\max}$ yang sama dengan kontrol, tetapi membutuhkan konsentrasi substrat $[S]$ yang jauh lebih tinggi (nilai K_m meningkat).
- **Kurva + Senyawa Y:** Tidak pernah mencapai $V_{\max}$ kontrol meskipun konsentrasi substrat $[S]$ ditingkatkan hingga sangat tinggi (nilai $V_{\max}$ turun).

Berdasarkan data tersebut, kesimpulan yang paling tepat mengenai mekanisme kerja Senyawa X dan Y adalah...

- A. Senyawa X adalah inhibitor non-kompetitif yang berikatan pada sisi alosterik, sedangkan Senyawa Y adalah inhibitor kompetitif.
- B. Senyawa X berikatan pada sisi aktif enzim secara *irreversible*, sedangkan Senyawa Y berikatan pada kompleks enzim-substrat.
- C. Senyawa X adalah inhibitor kompetitif yang bersaing berebutan sisi aktif, sedangkan Senyawa Y adalah inhibitor non-kompetitif yang mengubah konformasi sisi aktif enzim.
- D. Penambahan konsentrasi substrat yang melimpah akan mampu menghilangkan efek penghambatan dari Senyawa Y, namun tidak pada Senyawa X.
- E. Senyawa X dan Y keduanya menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi berjalan lebih lambat dari biasanya.

Soal 2 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Membandingkan efisiensi pembentukan ATP pada kondisi aerob dan hipoksia.

Seorang atlet lari jarak pendek (*sprinter*) melakukan lari cepat 100 meter dengan intensitas maksimal. Dalam kondisi ini, pasokan oksigen ke jaringan otot lurik tidak mencukupi kebutuhan laju respirasi aerobik (O_2 mengalami defisit/hipoksia). Sel otot kemudian meningkatkan laju glikolisis dan melakukan fermentasi asam laktat.

Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** terkait perubahan metabolik yang terjadi pada sel otot atlet tersebut!

[] A. Akseptor elektron terakhir pada rantai transpor elektron terhenti, sehingga $NADH$ dan $FADH_2$ menumpuk di matriks mitokondria.

[] B. Asam piruvat direduksi secara langsung oleh $NADH$ menjadi asam laktat untuk mendaulat regenerasi NAD^+ .

[] C. Hasil bersih produksi ATP per molekul glukosa merosot drastis dari $\approx 32 \text{ ATP}$ menjadi

hanya **2 ATP** yang dihasilkan melalui fosforilasi tingkat substrat.

[] D. Penumpukan asam laktat menurunkan pH sitosol otot yang berkontribusi pada sensasi kelelahan otot.

[] E. Enzim fosfofruktokinase (PFK) pada siklus glikolisis dihambat secara alosterik oleh tingginya kadar AMP dan ADP dalam sel.

Soal 3 (Benar - Salah)

Indikator: Menganalisis dampak blokade rantai transpor elektron fotosintesis oleh herbisida.

Herbisida jenis DCMU (*Dichlorophenyl-dimethylurea*) bekerja dengan cara mengikat sisi aktif plastokuinon pada Fotosistem II (PS II), sehingga menghambat aliran elektron dari PS II menuju sitokrom b_6f pada reaksi terang fotosintesis.

Tentukan apakah pernyataan berikut **BENAR** atau **SALAH** berdasarkan mekanisme kerja herbisida tersebut!

No	Pernyataan	Benar	Salah
3a	Fotolisis air pada kompleks fotosistem II tetap dapat berlangsung terus-menerus tanpa batas meskipun DCMU diberikan.	☐	☐
3b	Pembentukan gradien proton (H^+) di dalam lumen tilakoid akan menurun drastis sehingga sintesis ATP oleh ATP sintase terhambat.	☐	☐
3c	Pembentukan NADPH pada Fotosistem I (PS I) terhenti karena	☐	☐

	suplai elektron pengganti dari PS II terputus.		
3d	Fiksasi CO_2 pada Siklus Calvin tetap berjalan normal karena reaksi gelap tidak membutuhkan hasil dari reaksi terang.	[]	[]

Soal 4 (Pilihan Ganda)

Indikator: Mengorelasikan perubahan urutan basa nitrogen pada mRNA dengan urutan asam amino hasil translasi.

Diberikan sepotong urutan utas DNA *non-template* (*coding strand*) sebagai berikut:

5'- ATG - TTG - GCG - TCG - TAA -3'

Terjadi mutasi penggantian satu basa nitrogen (substitusi) pada utas DNA *template* sehingga pada mRNA hasil transkripsi, kodon ketiga yang tadinya 5'-GCG-3' berubah menjadi 5'-GCA-3'.

Tabel Kodon Asam Amino:

- 5'-GCG-3' = Alanin
- 5'-GCA-3' = Alanin
- 5'-UUG-3' = Leusin
- 5'-UCG-3' = Serin
- 5'-UAA-3' = Stop Kodon

Dampak dari mutasi tersebut terhadap rantai polipeptida yang dihasilkan adalah...

- Mutasi salah arti (*missense mutation*), menyebabkan perubahan struktur primer protein karena asam amino Alanin digantikan Serin.
- Mutasi tanpa arti (*nonsense mutation*), menyebabkan sintesis protein terhenti lebih cepat dari yang seharusnya.
- Mutasi diam (*silent mutation*), rantai polipeptida yang terbentuk memiliki urutan asam amino yang identik dengan protein normal.
- Mutasi pergeseran rangka (*frameshift mutation*), merusak seluruh urutan asam amino di hilir lokasi mutasi.
- Protein yang dihasilkan menjadi tidak berfungsi sama sekali karena terjadi pemotongan rantai asam amino.

Soal 5 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Mengorelasikan peristiwa *nondisjunction* pada meiosis dengan kelainan kromosom.

Spermatogenesis pada seorang pria mengalami peristiwa *nondisjunction* (gagal berpisah) pada pasangan kromosom nomor 21 dengan dua skenario eksperimental:

- **Skenario I:** Gagal berpisah terjadi pada **Meiosis I** (seluruh pasangan kromosom homolog 21 gagal memisah).
- **Skenario II:** Gagal berpisah terjadi pada **Meiosis II** (salah satu kromatid saudara kromosom 21 gagal memisah pada salah satu sel sekunder).

Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** mengenai hasil akhir spermatozoa dari kedua skenario tersebut!

[] A. Pada Skenario I, 100% spermatozoa yang dihasilkan bersifat abnormal (50% berukuran $n + 1$ dan 50% berukuran $n - 1$).

[] B. Jika sel sperma $n + 1$ dari Skenario I membuahi sel telur normal (n), fetus yang dihasilkan akan mengalami Sindrom Down ($2n + 1 = 47$ kromosom).

[] C. Pada Skenario II, 50% spermatozoa bersifat normal (n), 25% bersifat $n + 1$, dan 25% bersifat $n - 1$.

[] D. Skenario I menghasilkan 25% sperma normal, sedangkan Skenario II tidak menghasilkan sperma normal sama sekali.

[] E. Pembuahan sel telur normal oleh sperma $n - 1$ dari kedua skenario akan menghasilkan fetus dengan kondisi Monosomi 21 ($2n - 1$).

Soal 6 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis rasio fenotipe hasil persilangan interaksi gen (epistasis/hipostasis).

Pada tanaman gandum, warna biji dikendalikan oleh dua pasang gen yang berinteraksi secara epistasis dominan. Gen H (hitam) bersifat epistasis terhadap gen K (kuning) dan gen k (putih). Biji gandum akan berwarna kuning hanya jika memiliki alel K tanpa kehadiran alel H (genotipe $hhK-$). Jika kedua alel resesif bertemu ($hhkk$), biji berwarna putih.

Tanaman gandum berbiji hitam dominan heterozigot ganda ($HhKk$) disilangkan dengan tanaman gandum berbiji kuning heterozigot ($hhKk$). Persentase keturunan yang memiliki

fenotipe biji berwarna **kuning** adalah...

- A. 75%
- B. 50%
- C. 37,5%
- D. 25%
- E. 12,5%

Soal 7 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Menentukan genotipe dan probabilitas munculnya penyakit menurun pada *pedigree*.

Sifat Hemofilia (h) dan Buta Warna (cb) merupakan kelainan genetik terpaut-X resesif. Sebuah keluarga memiliki silsilah sebagai berikut:

- **Ayah:** Normal untuk kedua sifat (tidak hemofilia dan tidak buta warna).
- **Ibu:** Pembawa sifat (*carrier*) untuk Hemofilia DAN sekaligus *carrier* untuk Buta Warna, di mana alel h dan cb terletak pada kromosom X yang berbeda (terangkai secara *trans* / repulsi).

Diasumsikan tidak terjadi pindah silang (*crossing over*) selama pembentukan gamet ibu.

Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** mengenai anak-anak dari pasangan tersebut!

- ☐ A. Peluang pasangan ini melahirkan anak laki-laki yang menderita KEDUA penyakit sekaligus (Hemofilia + Buta Warna) adalah 0%.
- ☐ B. 100% anak perempuan mereka akan memiliki fenotipe penglihatan normal dan pembekuan darah normal.
- ☐ C. Peluang anak laki-laki mereka menderita Hemofilia saja adalah 50% dari total anak laki-laki.
- ☐ D. Seluruh anak perempuan yang lahir pasti bersifat *carrier* untuk setidaknya salah satu kelainan genetik tersebut.
- ☐ E. 25% dari total seluruh anak (laki-laki + perempuan) diperkirakan menderita Buta Warna saja.

Soal 8 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menghitung nilai pindah silang (NPS) dan jarak antar gen pada kromosom.

Lalat buah (*Drosophila melanogaster*) betina bertubuh abu-abu sayap panjang ($BbVv$) di-uji silang (*testcross*) dengan lalat jantan bertubuh hitam sayap pendek ($bbvv$). Keturunan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- Abu-abu, Sayap Panjang ($BbVv$) = 415 ekor
- Hitam, Sayap Pendek ($bbvv$) = 385 ekor
- Abu-abu, Sayap Pendek ($Bbvv$) = 105 ekor
- Hitam, Sayap Panjang ($bbVv$) = 95 ekor

Berdasarkan data tersebut, Nilai Pindah Silang (NPS) dan jarak antara gen penentu warna tubuh (B) dengan gen bentuk sayap (V) pada kromosom adalah...

- A. 10% atau 10 cM (centiMorgan)
- B. 20% atau 20 cM (centiMorgan)
- C. 40% atau 40 cM (centiMorgan)
- D. 80% atau 80 cM (centiMorgan)
- E. 12% atau 12 cM (centiMorgan)

Soal 9 (Benar - Salah)

Indikator: Mengidentifikasi jenis mutasi kromosom berdasarkan diagram perubahan susunan gen.

Perhatikan susunan gen pada kromosom sebelum dan sesudah mengalami peristiwa mutasi struktur kromosom berikut:

- **Kromosom Normal 1:** A - B - C - D - E - F
- **Kromosom Normal 2:** M - N - O - P - Q

Hasil Mutasi:

- **Kromosom Mutan X:** A - B - C - F
- **Kromosom Mutan Y:** A - B - E - D - C - F
- **Kromosom Mutan Z:** A - B - C - D - E - P - Q

Tentukan **BENAR** atau **SALAH** untuk setiap identifikasi jenis mutasi berikut!

No	Pernyataan	Benar	Salah
----	------------	-------	-------

9a	Kromosom Mutan X mengalami mutasi <i>Delesi</i> karena hilangnya fragmen segmen gen D dan E.	[]	[]
9b	Kromosom Mutan Y mengalami <i>Inversi Perisentrik</i> karena pemutaran segmen gen C-D-E sebesar 180° yang melibatkan sentromer.	[]	[]
9c	Perubahan pada Kromosom Mutan Z merupakan contoh mutasi <i>Translokasi Non-Resiprok/Pindah Tempat</i> potongan kromosom non-homolog.	[]	[]
9d	Seluruh perubahan mutasi struktur di atas dipastikan selalu menurunkan jumlah total DNA di dalam inti sel.	[]	[]

Soal 10 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis frekuensi alel dan genotipe populasi berdasarkan hukum Hardy-Weinberg.

Di sebuah pulau terisolasi berpenduduk **10.000 jiwa**, dilakukan skrining penyakit genetik Albinisme yang dikendalikan oleh alel resesif autosom (a). Diketahui terdapat **16 orang** yang menderita Albinisme.

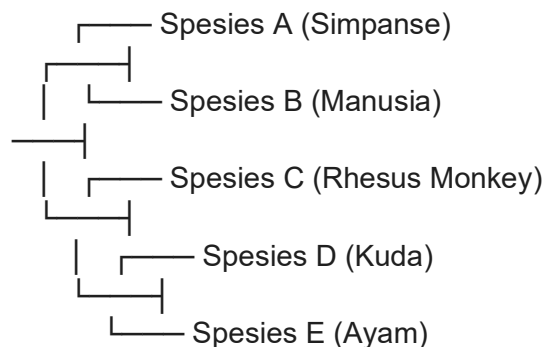
Jika populasi berada dalam keseimbangan Hardy-Weinberg ($p^2 + 2pq + q^2 = 1$), jumlah penduduk pulau tersebut yang bersifat normal heterozigot (*carrier* albinisme) adalah...

- A. 768 orang
- B. 384 orang
- C. 160 orang
- D. 9.600 orang
- E. 76 orang

Soal 11 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Menafsirkan pohon kekerabatan (*phylogenetic tree*) berdasarkan data molekuler.

Perhatikan kladogram/pohon filogeni molekuler yang didasarkan pada perbandingan sekuens asam amino protein Sitokrom C pada 5 jenis spesies berikut:



Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** berdasarkan analisis filogeni di atas!

- ☐ A. Spesies A (Simpanse) dan Spesies B (Manusia) berbagi nenek moyang bersama terkini (*most recent common ancestor*) yang paling muda dibanding dengan spesies lain.
- ☐ B. Sekuens asam amino Sitokrom C antara Spesies B dan Spesies C memiliki perbedaan yang lebih sedikit dibandingkan antara Spesies B dan Spesies D.
- ☐ C. Spesies E (Ayam) merupakan *outgroup* yang paling jauh hubungan kekerabatannya dengan Spesies B dibanding Spesies A, C, dan D.
- ☐ D. Spesies D (Kuda) lebih dekat kekerabatannya dengan Spesies E (Ayam) daripada dengan Spesies C (Rhesus Monkey).
- ☐ E. Pohon filogeni tersebut dibuat berdasarkan prinsip analogi struktur organ luar tanpa melibatkan kesamaan molekuler.

Soal 12 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis proses rekayasa genetika (teknologi DNA rekombinan).

Dalam pembuatan insulin manusia menggunakan teknik rekombinasi DNA pada bakteri *Escherichia coli*, peneliti menggunakan enzim restriksi *EcoRI* untuk memotong gen insulin manusia dan plasmid **pBR322**. Urutan pemotongan *EcoRI* adalah sebagai berikut:

5'- G v A A T T C -3'

3'- C T T A A v G -5'

Pemotongan ini menghasilkan ujung lengket (*sticky ends*). Tahapan kunci berikutnya agar gen insulin dapat menyatu secara kovalen dengan utas plasmid pembawa adalah...

- A. Penggunaan enzim polimerase untuk mendenaturasi ikatan hidrogen basa nitrogen.
- B. Penambahan enzim DNA Ligase untuk membentuk ikatan fosfodiester antara rantai gula-fosfat gen insulin dan plasmid.
- C. Inkubasi dengan enzim *reverse transcriptase* untuk merusak dinding sel bakteri *E. coli*.
- D. Paparan sinar ultraviolet untuk menginduksi mutasi titik agar plasmid dapat menerima DNA asing.
- E. Pembilasan dengan larutan garam tinggi agar ujung lengket berubah menjadi *blunt ends*.

Soal 13 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Menafsirkan pita-pita DNA hasil elektroforesis gel untuk analisis paternitas.

Sebuah kasus sengketa hak asuh anak membutuhkan bukti ilmiah tes DNA. Sampel DNA diisolasi dari **Ibu**, **Anak**, dan tiga pria kandidat ayah (**Ayah Terduga 1, 2, dan 3**). Sampel dipotong dengan enzim restriksi yang sama dan dijalankan pada Elektroforesis Gel Agarosa dengan penanda *Short Tandem Repeats* (STR).

Hasil pita DNA yang berpendar di bawah sinar UV ditunjukkan pada pola berikut:

- **Anak:** 2 kb, 4 kb, 7 kb, 9 kb
- **Ibu:** 2 kb, 7 kb
- **Ayah Terduga 1:** 3 kb, 5 kb, 8 kb
- **Ayah Terduga 2:** 4 kb, 9 kb
- **Ayah Terduga 3:** 2 kb, 4 kb, 8 kb

Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** berdasarkan analisis elektroforesis di atas!

[] A. Setiap pita DNA pada anak yang tidak berasal dari ibu harus diwariskan dari ayah biologisnya.

[] B. Pita DNA ukuran **4 kb** dan **9 kb** pada anak merupakan pita alel penentu yang diwariskan oleh ayah biologis.

[] C. **Ayah Terduga 2** secara ilmiah terbukti paling sah sebagai ayah biologis dari anak tersebut.

[] D. Ayah Terduga 3 adalah ayah biologis karena memiliki pita ukuran **2 kb** yang sama persis dengan anak.

[] E. Fragmen DNA berukuran **2 kb** bergerak paling lambat mendekati kutub positif (anode) dibanding fragmen **9 kb**.

Soal 14 (Benar - Salah)

Indikator: Memprediksi tingkat transkripsi gen operon Lac pada variasi konsentrasi glukosa dan laktosa.

Model operon laktosa (*Lac Operon*) pada *E. coli* diatur oleh dua mekanisme kontrol: Kontrol Negatif oleh Protein Represor (*LacI*) dan Kontrol Positif oleh Protein CAP (*Catabolite Activator Protein*) bersama cAMP.

Tentukan apakah pernyataan mengenai tingkat ekspresi gen struktural operon Lac (*LacZ*, *LacY*, *LacA*) **BENAR** atau **SALAH** pada kondisi media pertumbuhan berikut!

No	Pernyataan	Benar	Salah
14a	Pada kondisi Tinggi Glukosa + Tanpa Laktosa , represor terikat pada operator dan kadar cAMP rendah, sehingga ekspresi operon Lac MATI (OFF) .	[]	[]
14b	Pada kondisi Tanpa Glukosa + Tinggi Laktosa , allolaktosa mengikat represor (membuka ikatan)	[]	[]

	dan cAMP tinggi mengaktifkan CAP, sehingga transkripsi berlanjut SANGAT TINGGI (HIGH EXPRESSION) .		
14c	Pada kondisi Tinggi Glukosa + Tinggi Laktosa , operon mengekspresikan enzim pencernaan laktosa secara maksimal karena ketersediaan laktosa melimpah.	[]	[]
14d	Mutasi yang menyebabkan inaktivasi (kerusakan) total pada gen represor <i>LacI</i> akan membuat operon bersifat <i>konstitutif</i> (selalu menyala).	[]	[]

Soal 15 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis interaksi hormon tumbuhan terhadap fototropisme.

Eksperimen klasik Went dilakukan mengenai respon fototropisme pada koleoptil tanaman oat (*Avena sativa*). Ujung koleoptil dipotong, diletakkan di atas blok agar selama beberapa jam dalam kondisi gelap, kemudian blok agar diletakkan di atas pangkasan koleoptil lain secara **asimetris (hanya menutupi separuh sisi kiri pemotongan)** tanpa adanya paparan cahaya dari samping.

Arah respon pertumbuhan koleoptil tersebut adalah...

- A. Koleoptil akan tumbuh lurus ke atas tanpa mengalami pemutaran karena tidak ada rangsangan cahaya dari samping.
- B. Koleoptil akan membengkok ke arah **kanan** karena konsentrasi auksin di sisi kiri lebih tinggi

sehingga memicu pemanjangan sel lebih cepat di sisi kiri.

C. Koleoptil akan membengkok ke arah **kiri** karena auksin rusak pada sisi yang tertutup blok agar.

D. Pertumbuhan koleoptil terhenti total karena auksin tidak dapat melintasi media blok agar.

E. Koleoptil akan mengalami pembelahan sel secara masif di sisi kanan sehingga membengkok ke kiri.

Soal 16 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Mengorelasikan peranan mikroba dalam siklus nitrogen terhadap produktivitas tanah.

Seorang petani mengaplikasikan zat kimia sintetis *Nitrification Inhibitor* (Penghambat Nitrifikasi) pada lahan pertaniannya. Zat ini secara spesifik menghambat aktivitas metabolisme enzim dari bakteri *Nitrosomonas* dan *Nitrosococcus* di dalam tanah.

Pilihlah **semua dampak biogeokimia yang BENAR** akibat perlakuan tersebut!

☐ A. Proses konversi amonium (NH_4^+) menjadi nitrit (NO_2^-) di dalam tanah akan terhambat secara signifikan.

☐ B. Kadar nitrat (NO_3^-) di dalam tanah akan meningkat drastis melebihi batas normal.

☐ C. Risiko pencemaran lingkungan akibat pembilasan nitrat (*nitrate leaching*) ke air tanah dapat dikurangi.

☐ D. Pembentukan gas nitrogen (N_2) melalui proses denitrifikasi oleh *Pseudomonas denitrificans* berpotensi menurun karena berkurangnya substrat nitrat.

☐ E. Tumbuhan tidak lagi dapat menyerap unsur nitrogen sama sekali dari dalam tanah.

Soal 17 (Benar - Salah)

Indikator: Mengevaluasi efektivitas spesifisitas pemotongan DNA oleh teknologi CRISPR-Cas9.

Sistem CRISPR-Cas9 merupakan teknologi penyuntingan gen (*genome editing*) modern yang diadaptasi dari sistem imun adaptif bakteri terhadap infeksi bakteriofag.

Tentukan apakah pernyataan berikut **BENAR** atau **SALAH** terkait mekanisme molekuler CRISPR-Cas9!

No	Pernyataan	Benar	Salah
17a	Komponen <i>single guide RNA</i> (sgRNA)	☐	☐

	berfungsi mengenali dan menempel secara spesifik pada sekuens DNA target melalui komplementasi basa.		
17b	Enzim Cas9 bertindak sebagai endonuklease yang melakukan pemotongan dua utas rantai ganda DNA (<i>Double-Strand Break / DSB</i>) pada target.	☐	☐
17c	CRISPR-Cas9 hanya dapat digunakan untuk menyunting gen pada sel prokariotik dan tidak bekerja pada sel mamalia.	☐	☐
17d	Perbaikan pemotongan DNA oleh mekanisme seluler <i>Non-Homologous End Joining</i> (NHEJ) sering kali menginduksi mutasi delesi/insersi yang menonaktifkan gen (<i>Gene Knockout</i>).	☐	☐

Soal 18 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis pengaruh konsentrasi larutan terhadap potensial osmosis sel tumbuhan.

Silinder jaringan kentang dengan berat awal masing-masing **5,0 gram** direndam dalam 5 cawan petri berlabel A, B, C, D, dan E yang berisi larutan sukrosa dengan konsentrasi berbeda (**0,0 M; 0,2 M; 0,4 M; 0,6 M; 0,8 M**) selama 2 jam. Hasil penimbangan akhir berat kentang disajikan dalam data berikut:

- **Cawan A** (**0,0 M**): Berat akhir **6,2 gram** (**+24%**)
- **Cawan B** (**0,2 M**): Berat akhir **5,5 gram** (**+10%**)
- **Cawan C** (**0,35 M** **titik potong**): Berat akhir **5,0 gram** (**0%**)
- **Cawan D** (**0,6 M**): Berat akhir **4,1 gram** (**-18%**)
- **Cawan E** (**0,8 M**): Berat akhir **3,6 gram** (**-28%**)

Berdasarkan data eksperimen tersebut, konsentrasi larutan sukrosa yang bersifat **isotonis** terhadap konsentrasi cairan sitosol sel kentang adalah...

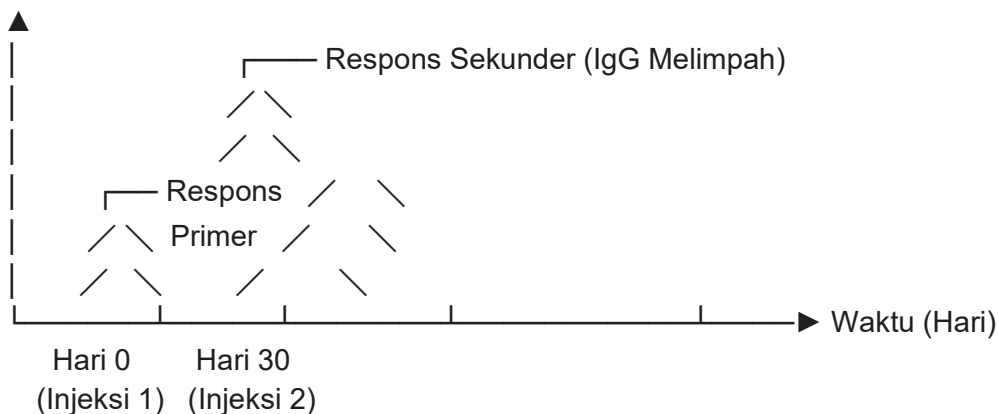
- 0,0 M
- 0,2 M
- 0,35 M
- 0,6 M
- 0,8 M

Soal 19 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Membedakan respons imun primer dan sekunder berdasarkan grafik kadar antibodi.

Grafik di bawah memperlihatkan respons imun humoral seseorang terhadap paparan awal (Hari ke-0) dan paparan kedua (Hari ke-30) oleh Antigen X yang sama.

Kadar Antibodi



Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** terkait analisis grafik imunologi di atas!

- ☐ A. Respons sekunder menghasilkan konsentrasi antibodi jauh lebih tinggi dan *lag time* (waktu jeda) yang lebih singkat daripada respons primer.
- ☐ B. Tingginya laju respons sekunder disebabkan oleh keberadaan Sel B Memori yang berdiferensiasi cepat menjadi Sel B Plasma pasca pajan ulang.
- ☐ C. Respons primer didominasi oleh sekresi antibodi kelas IgM, sedangkan respons sekunder didominasi oleh pematangan afinitas antibodi kelas IgG.
- ☐ D. Vaksinasi bekerja memanfaatkan prinsip respons sekunder ini agar tubuh membentuk kekebalan tanpa harus menderita sakit parah.
- ☐ E. Pada hari ke-30, sistem imun nonspesifik (imunitas bawaan) adalah satu-satunya komponen yang merespons antigen X.

Soal 20 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menganalisis kombinasi rasio auksin dan sitokinin terhadap organogenesis eksplan.

Dalam teknik kultur jaringan tumbuhan wortel (*Daucus carota*), peneliti memanipulasi zat pengatur tumbuh (ZPT) Auksin dan Sitokinin pada media Murashige and Skoog (MS).

Tabel perlakuan rasio hormon:

- **Media 1:** Rasio Auksin tinggi / Sitokinin rendah
- **Media 2:** Rasio Auksin seimbang / Sitokinin seimbang
- **Media 3:** Rasio Auksin rendah / Sitokinin tinggi

Respon organogenesis eksplan yang paling tepat pada Media 1 dan Media 3 secara berurutan adalah...

- A. Pembentukan tunas tajuk pada Media 1; Pembentukan akar pada Media 3.
- B. Pembentukan akar (*rhizogenesis*) pada Media 1; Pembentukan tunas (*caulogenesis*) pada Media 3.
- C. Pembentukan kalus tak berdiferensiasi pada Media 1; Pembentukan akar pada Media 3.
- D. Eksplan mengalami dormansi pada Media 1; Eksplan mengalami kematian sel pada Media 3.
- E. Pembentukan tunas pada Media 1; Pembentukan massa kalus pada Media 3.

Soal 21 (Benar - Salah)

Indikator: Mengorelasikan mutasi gen p53 dengan karsinogenesis.

Protein p53 dikenal sebagai "Penjaga Genom" (*Guardian of the Genome*) yang berperan dalam mengontrol transisi pembelahan sel pada *check point* G1/S. Jika terjadi kerusakan DNA, p53 menghentikan siklus sel untuk perbaikan atau menginduksi apoptosis jika kerusakan terlalu

parah.

Tentukan **BENAR** atau **SALAH** untuk setiap pernyataan mengenai dampak mutasi hilangnya fungsi (*loss-of-function mutation*) pada gen p53 berikut!

No	Pernyataan	Benar	Salah
21a	Sel yang mengalami kerusakan DNA parah akan tetap melanjutkan replikasi DNA dan membelah secara tidak terkendali.	☐	☐
21b	Kecepatan penumpukan mutasi genetik sekunder pada genom sel anak akan meningkat pesat.	☐	☐
21c	Proses apoptosis (kematian sel terprogram) pada sel terdistorsi akan meningkat tajam untuk mencegah tumor.	☐	☐
21d	Mutasi gen p53 ditemukan pada lebih dari 50% jenis kanker/tumor ganas pada manusia.	☐	☐

Soal 22 (Pilihan Ganda)

Indikator: Mengklasifikasikan struktur organ homolog dan analog berdasarkan asal-usul evolusi.

Perhatikan pasangan organ pada berbagai organisme berikut:

1. Sayap Burung dengan Sayap Kelelawar
2. Sirip Dada Paus dengan Kaki Depan Kucing
3. Sayap Kupu-kupu dengan Sayap Burung
4. Sirip Ikan Hiu dengan Sirip Lumba-lumba
5. Lengan Manusia dengan Sayap Kelelawar

Pasangan organ yang menunjukkan struktur **HOMOLOG** yang mendukung bukti **Evolusi Divergen** ditunjukkan oleh nomor...

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

Soal 23 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Mengorelasikan adaptasi fisiologi tumbuhan C₄/CAM terhadap efisiensi penggunaan air.

Tumbuhan C₄ (seperti Jagung dan Tebu) serta tumbuhan CAM (seperti Nanas dan Kaktus) telah mengevolusikan mekanisme fiksasi karbon khusus untuk meminimalkan terjadinya **fotorespirasi** dan kehilangan air pada lingkungan panas/kering.

Pilihlah **semua pernyataan yang BENAR** mengenai fisiologi fotosintesis C₄ dan CAM!

[] A. Tumbuhan C₄ memisahkan fiksasi awal CO_2 dan Siklus Calvin secara **spasial (tempat)**, yaitu di sel mesofil dan sel seludang pembuluh.

[] B. Tumbuhan CAM memisahkan fiksasi awal CO_2 dan Siklus Calvin secara **temporal (waktu)**, yaitu fiksasi malam hari dan siklus Calvin siang hari.

[] C. Enzim PEP Karboksilase pada C₄ dan CAM memiliki afinitas yang jauh lebih tinggi terhadap CO_2 dibanding enzim RuBisCO dan tidak dapat mengikat O_2 .

[] D. Tumbuhan CAM membuka stomata pada siang hari yang terik untuk memaksimalkan penyerapan CO_2 atmosfer.

[] E. Fotosintesis jalur C₃ jauh lebih efisien menghasilkan glukosa dibandingkan C₄ pada kondisi suhu lingkungan yang sangat panas ($> 40^\circ\text{C}$).

Soal 24 (Pilihan Ganda)

Indikator: Menghitung persentase keturunan hidup pada kasus alel letal.

Pada tikus, warna rambut kuning dikendalikan oleh alel dominan Y , sedangkan warna non-kuning (kelabu) dikendalikan oleh alel resesif y . Namun, alel Y bersifat **letal homozigot** (YY) pada tahap embrionik awal.

Jika dua ekor tikus berambut kuning (Yy) dikawinkan dan menghasilkan **12 ekor** anak tikus yang berhasil lahir hidup, secara teoritis kisaran jumlah anak tikus yang berambut **kuning** dan **kelabu** yang hidup hingga dewasa berturut-turut adalah...

- A. **9 ekor** kuning dan **3 ekor** kelabu
- B. **8 ekor** kuning dan **4 ekor** kelabu
- C. **6 ekor** kuning dan **6 ekor** kelabu
- D. **12 ekor** kuning dan **0 ekor** kelabu
- E. **4 ekor** kuning dan **8 ekor** kelabu

Soal 25 (Pilihan Ganda Kompleks)

Indikator: Menganalisis dampak obat-obatan (inhibitor asetilkolinesterase) terhadap impuls saraf.

Gas Saraf (*Sarin*) atau insektisida organofosfat bekerja sebagai inhibitor *irreversible* bagi enzim **Asetilkolinesterase (AChE)** pada celah sinapsis *Neuromuscular Junction* (sambungan saraf-otot). Dalam keadaan normal, AChE berfungsi menghidrolisis neurotransmitter Asetilkolin (ACh) menjadi asetat dan kolin untuk menghentikan stimulasi impuls.

Pilihlah **semua dampak fisiologis yang BENAR** akibat paparan senyawa toksik racun tersebut!

- ☐ A. Asetilkolin akan terus-menerus menumpuk dan terikat pada reseptor pascasinapsis tanpa dihentikan.
- ☐ B. Membran pascasinapsis mengalami depolarisasi berulang secara konstan.
- ☐ C. Otot rangka target mengalami kontraksi terus-menerus yang tidak terkendali (kejang otot / paralisis spastik).
- ☐ D. Impuls saraf terhenti total sebelum mencapai celah sinapsis karena neurotransmitter habis.
- ☐ E. Pasien dapat mengalami kegagalan napas akibat kejang otot diafragma yang berkelanjutan.

III. KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN DETAIL

1. Jawaban: C

- **Pembahasan:** Inhibitor Kompetitif (Senyawa X) bersaing berebutan sisi aktif enzim dengan substrat. Efek penghambatan dapat diatasi dengan meningkatkan konsentrasi substrat $[S]$, sehingga $V_{\max}$ tetap tercapai namun nilai K_m meningkat. Inhibitor Non-Kompetitif (Senyawa Y) mengikat sisi alosterik, mengubah struktur tiga dimensi sisi aktif. Meningkatkan $[S]$ tidak akan menetralkan efek ini, sehingga $V_{\max}$ turun drastis.

2. Jawaban: A, B, C, D

- **Pembahasan:**
 - **(A Benar)** Tanpa O_2 sebagai akseptor elektron terakhir, transpor elektron terhenti, $NADH$ menumpuk.
 - **(B Benar)** Piruvat direduksi menjadi laktat oleh $NADH$ untuk meregenerasi NAD^+ agar glikolisis tetap berjalan.
 - **(C Benar)** Hasil ATP aerob ($\approx 32 \text{ ATP}$) merosot menjadi 2 ATP (glikolisis).
 - **(D Benar)** Asam laktat memicu asidosis lokal (pH turun) yang menyumbang rasa pegal/lelah.
 - **(E Salah)** PFK justru diaktivasi oleh AMP/ADP tinggi dan dihambat oleh ATP/Sitrat.

3. Jawaban:

- **3a: SALAH.** Fotolisis air membutuhkan penerima elektron dari $P680^+$. Jika transpor terblokir, $P680$ tetap tereduksi penuh sehingga fotolisis air terhenti.
- **3b: BENAR.** Tanpa aliran elektron melalui sitokrom b_6f , pompa proton H^+ ke lumen terhenti, gradien proton hilang, ATP sintase tidak bekerja.
- **3c: BENAR.** Elektron dari PS II tidak pernah mencapai PS I, sehingga $NADP^+$ reduktase tidak menerima elektron untuk membentuk $NADPH$.
- **3d: SALAH.** Siklus Calvin sangat bergantung pada ATP dan $NADPH$ dari reaksi terang. Jika ATP dan $NADPH$ terhenti, fiksasi CO_2 cepat terhenti.

4. Jawaban: C

- **Pembahasan:**
 - Utas DNA *non-template*: 5'-ATG-TTG-GCG-TCG-TAA-3'
 - Utas DNA *template*: 3'-TAC-AAC-CGC-AGC-ATT-5'

- Kodon mRNA normal: 5'-AUG-UUG-GCG-UCG-UAA-3' $\rightarrow$ Met-Leu-Ala-Ser-STOP.
- Kodon mutan: 5'-AUG-UUG-GCA-UCG-UAA-3' $\rightarrow$ Met-Leu-Ala-Ser-STOP.
- Karena GCG dan GCA sama-sama mengode asam amino **Alanin** (degenerasi kode genetik), urutan asam amino tidak berubah sama sekali. Peristiwa ini disebut **Silent Mutation** (Mutasi Diam).

5. Jawaban: A, B, C, E

• Pembahasan:

- *Nondisjunction* Meiosis I $\rightarrow$ Seluruh gamet abnormal ($50\% n + 1$, $50\% n - 1$).
Jika $n + 1$ dibuahi $n \rightarrow 2n + 1$ (Trisomi 21 / Sindrom Down).
- *Nondisjunction* Meiosis II $\rightarrow 50\%$ normal (n), $25\% n + 1$, $25\% n - 1$.
- Jadi A, B, C, E BENAR. D SALAH (karena Skenario II menghasilkan 50% sperma normal).

6. Jawaban: C

• Pembahasan:

- Epistasis Dominan (H epistasis terhadap K, k).
- Induk: $HhKk$ (Hitam) $\times hhKk$ (Kuning).
- Punnett square gen H : $Hh \times hh \rightarrow \frac{1}{2}Hh$ (Hitam), $\frac{1}{2}hh$ (Bukan hitam).
- Punnett square gen K : $Kk \times Kk \rightarrow \frac{3}{4}K_$ (Kuning), $\frac{1}{4}kk$ (Putih).
- Fenotipe KUNING disyaratkan bergenotipe $hhK_$.
- Peluang $hhK_ = P(hh) \times P(K_) = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8} = 37,5\%$.

7. Jawaban: A, B, D

• Pembahasan:

- Ayah: $X^{H,CB}Y$
- Ibu terangkai *trans*: $X^{h,CB}X^{H,cb}$
- Gamet Ibu: $X^{h,CB}$ dan $X^{H,cb}$
- Anak Laki-Laki: $X^{h,CB}Y$ (Hemofilia saja) dan $X^{H,cb}Y$ (Buta warna saja). Tidak mungkin $X^{h,cb}Y$ karena tidak ada pindah silang. Peluang anak laki-laki menderita KEDUA penyakit = 0% (A Benar).
- Anak Perempuan: Diberi $X^{H,CB}$ dari Ayah. Semua anak perempuan mendapat

setidaknya satu X dominan lengkap normal dari ayah (100% penglihatan & darah normal - B Benar).

- o Seluruh anak perempuan pasti heterozigot/*carrier* (D Benar).

8. Jawaban: B

• Pembahasan:

- o Keturunan Tipe Rekombinan (RK) = Abu-abu Pendek (105) + Hitam Panjang (95) = 200 ekor
- o Total seluruh keturunan = $415 + 385 + 105 + 95 = 1000$ ekor
- o
$$NPS = \frac{\text{Jumlah Tipe Rekombinan}}{\text{Total Keturunan}} \times 100\%$$
- o
$$NPS = \frac{200}{1000} \times 100\% = 20\%$$
- o Jarak gen = 20 cM (centiMorgan).

9. Jawaban:

- **9a: BENAR.** Segmen D dan E hilang dari pita kromosom, ini adalah delesi.
- **9b: SALAH.** Pemutaran segmen C-D-E menjadi E-D-C terjadi pada satu lengan (tidak melewati sentromer), sehingga disebut *Inversi Parasentrik*, bukan Perisentrik.
- **9c: BENAR.** Segmen P-Q dari Kromosom 2 berpindah menempel ke Kromosom 1 (kromosom non-homolog), merupakan Translokasi.
- **9d: SALAH.** Inversi (Y) dan Translokasi (Z) tidak menghilangkan materi genetik total sel, hanya mengubah posisinya.

10. Jawaban: A

• Pembahasan:

- o Populasi $N = 10.000$
- o Penderita albino ($aa = q^2$) = $16/10.000 = 0,0016$
- o $q = \sqrt{0,0016} = 0,04$
- o $p + q = 1 \rightarrow p = 1 - 0,04 = 0,96$
- o Frekuensi *carrier* ($Aa = 2pq$) = $2 \times 0,96 \times 0,04 = 0,0768$
- o Jumlah orang *carrier* = $0,0768 \times 10.000 = 768$ orang

11. Jawaban: A, B, C

• Pembahasan:

- o A dan B bercabang paling akhir dari nodus yang sama $\rightarrow$ Kerabat terdekat (A Benar).
- o B (Manusia) dan C (Rhesus) dipisahkan oleh nodus yang lebih dekat dibanding B dan

D (Kuda) → Perbedaan sekuens B-C lebih sedikit (B Benar).

- E (Ayam) bercabang paling dasar di luar takson mamalia → *Outgroup* (C Benar).
- D Salah (D lebih dekat ke C daripada ke E).

12. Jawaban: B

- **Pembahasan:** Enzim restriksi bertindak sebagai "gunting molekuler" pemotong untai DNA. Agar potongan gen insulin dan plasmid bergabung secara stabil melalui ikatan kovalen fosfodiester pada rantai gula-fosfat, diperlukan "lem molekuler" yaitu enzim **DNA Ligase**.

13. Jawaban: A, B, C

- **Pembahasan:**
 - Anak (2, 4, 7, 9 kb). Ibu menyumbang 2 kb dan 7 kb.
 - Pita 4 kb dan 9 kb **WAJIB** berasal dari Ayah Biologis.
 - Terduga 1: punya 3, 5, 8 (TIDAK COCOK).
 - Terduga 2: punya 4, 9 (SANGAT COCOK / 100% pasangan alel ayah cocok).
 - Terduga 3: punya 2, 4, 8 (Pita 9 kb tidak ada).
 - Ayah Terduga 2 adalah ayah biologis sah (A, B, C BENAR). E Salah karena fragmen kecil (2 kb) bergerak *lebih cepat*, bukan lebih lambat.

14. Jawaban:

- **14a: BENAR.** Glukosa tinggi → cAMP rendah → CAP inaktif. Tanpa laktosa → Represor aktif mengikat operator → Transkripsi MATI.
- **14b: BENAR.** Tanpa glukosa → cAMP tinggi → CAP aktif menempel promotor. Ada laktosa → Allolaktosa melepas represor → Transkripsi maksimal.
- **14c: SALAH.** Selama glukosa masih ada, sel mengutamakan glukosa (*catabolite repression*). Transkripsi operon Lac tetap sangat rendah.
- **14d: BENAR.** Jika gen *LacI* rusak, represor tidak dibuat, operator selalu terbuka tanpa memedulkan laktosa.

15. Jawaban: B

- **Pembahasan:** Blok agar menyerap auksin dari ujung koleoptil. Saat diletakkan asimetris di sisi kiri, auksin berdifusi turun hanya ke jaringan sisi kiri. Kadar auksin yang tinggi merangsang sel di sisi kiri tumbuh memanjang lebih cepat dibanding sisi kanan yang kekurangan auksin, akibatnya koleoptil membengkok ke arah **kanan**.

16. Jawaban: A, C, D

- **Pembahasan:**

- *Nitrosomonas/Nitrosococcus* mengubah Amonium (NH_4^+) $\rightarrow$ Nitrit (NO_2^-).
- Menghambat mikroba ini $\rightarrow$ konversi amonium terhambat (A Benar).
- Penumpukan nitrat berkurang $\rightarrow$ pembilasan nitrat ke air tanah merosot (C Benar).
- Substrat nitrat berkurang $\rightarrow$ laju denitrifikasi merosot (D Benar).
- B dan E Salah karena tanaman masih bisa menyerap nitrogen dalam bentuk Amonium (NH_4^+).

17. Jawaban:

- **17a: BENAR.** sgRNA didesain komplementer dengan sekuens spesifik target DNA genom.
- **17b: BENAR.** Enzim Cas9 adalah endonuklease pemotong rantai ganda DNA.
- **17c: SALAH.** CRISPR-Cas9 sangat sukses diadopsi pada sel eukariotik/mamalia.
- **17d: BENAR.** Perbaikan NHEJ sering memicu kesalahan insersi/delesi (Indel) sehingga merusak pembacaan asam amino (*gene knockout*).

18. Jawaban: C

- **Pembahasan:** Kondisi **isotonis** terjadi ketika tidak ada perpindahan bersih air secara osmosis ($\Delta \text{berat} = 0\%$). Pada data, titik potong di mana berat kentang tidak bertambah dan tidak berkurang ($5,0 \text{ gram}$) berada pada konsentrasi $0,35 \text{ M}$.

19. Jawaban: A, B, C, D

- **Pembahasan:**
 - Respons sekunder ditandai: *Lag time* lebih singkat, durasi lebih lama, titer/kadar antibodi melimpah (A Benar).
 - Dikarenakan *Memory B Cells* melimpah dari hasil pajanan pertama (B Benar).
 - Pergeseran kelas antibodi dari IgM (spesifitas rendah/awal) ke IgG (afinitas tinggi) terjadi (C Benar).
 - Prinsip ini menjadi basis memori imunologis pada vaksinasi (D Benar). E Salah karena ini adalah contoh adaptif humoral.

20. Jawaban: B

- **Pembahasan:**
 - Dalam kultur jaringan:
 - Rasio **Auksin Tinggi : Sitokinin Rendah** $\rightarrow$ Merangsang pemanjangan dan inisiasi pembentukan **Akar** (*Rhizogenesis*).
 - Rasio **Auksin Rendah : Sitokinin Tinggi** $\rightarrow$ Merangsang pembelahan sel dan pembentukan **Tunas/Tajuk** (*Caulogenesis*).
 - Rasio **Seimbang** $\rightarrow$ Pembentukan massa sel **Kalus**.

21. Jawaban:

- **21a: BENAR.** Tanpa kontrol p53, sel melompati perbaikan DNA dan terus membelah membawa DNA rusak.
- **21b: BENAR.** Ketidakstabilan genomik meningkat karena perbaikan DNA tidak terjadi.
- **21c: SALAH.** Hilangnya fungsi p53 justru *menghambat/menghilangkan* jalur apoptosis.
- **21d: BENAR.** Gen p53 merupakan gen mutan yang paling sering dijumpai pada kanker manusia.

22. Jawaban: C

- **Pembahasan:**
 - **Homologi (Evolusi Divergen):** Organ memiliki asal-usul struktur anatomi embriologis sama, namun berkembang menjalankan fungsi berbeda (Contoh: Kaki depan kucing, lengan manusia, dan sayap kelelawar - nomor 2 dan 5).
 - **Analogi (Evolusi Konvergen):** Organ memiliki fungsi sama, tetapi asal-usul struktur berlainan (Contoh: Sayap burung dan kupu-kupu - nomor 3).

23. Jawaban: A, B, C

- **Pembahasan:**
 - A, B, C BENAR sesuai karakteristik adaptasi fotosintesis C4 dan CAM.
 - D SALAH: Tumbuhan CAM membuka stomata pada **malam hari** untuk menghemat air.
 - E SALAH: Pada suhu tinggi $> 40^{\circ}\text{C}$, C3 mengalami fotorespirasi parah (pemborosan energi), sedangkan C4 tetap sangat efisien.

24. Jawaban: B

- **Pembahasan:**
 - Persilangan: Yy (Kuning) $\times$ Yy (Kuning)
 - Genotipe keturunan:
 - $1 YY$: Letal (Mati di dalam kandungan)
 - $2 Yy$: Kuning (Hidup)
 - $1 yy$: Kelabu (Hidup)
 - Rasio fenotipe keturunan lahir hidup = **2 Kuning : 1 Kelabu** (Total bagian = 3).
 - Jumlah anak kuning hidup = $\frac{2}{3} \times 12 \text{ ekor} = 8 \text{ ekor}$.
 - Jumlah anak kelabu hidup = $\frac{1}{3} \times 12 \text{ ekor} = 4 \text{ ekor}$.

25. Jawaban: A, B, C, E

- **Pembahasan:**
 - Inhibisi AChE membuat Asetilkolin tidak dihancurkan di celah sinapsis.

- Akibatnya ACh terus terikat reseptor $\rightarrow$ Depolarisasi membran pascasinaps terus-menerus $\rightarrow$ Otot terus berkontraksi/kejang tanpa henti (paralisis spastik).
- Kegagalan napas timbul akibat diafragma terkunci dalam keadaan kontraksi. (A, B, C, E BENAR). D SALAH.

IV. RUBRIK PENILAIAN ASESMEN TRY OUT TKA

1. Bobot Skor Per Bentuk Soal

- **Pilihan Ganda (PG):**

- Jawaban Benar = 2 Poin
- Jawaban Salah = 0 Poin
- Total Skor PG (10 Soal) = 20 Poin

- **Pilihan Ganda Kompleks (PGK):**

- Menjawab **semua** opsi benar dengan tepat = 4 Poin
- Terdapat 1 kesalahan opsi = 2 Poin
- Terdapat > 1 kesalahan opsi = 0 Poin
- Total Skor PGK (10 Soal) = 40 Poin

- **Benar - Salah (BS):**

- Setiap sub-pernyataan tepat (a, b, c, d) = 1 Poin (Total 4 Poin per nomor)
- Total Skor BS (5 Soal) = 20 Poin

$$\$ \$ \text{Total Skor Maksimal} = 20 + 40 + 20 = 80 \text{ Poin} \$ \$$$

2. Rumus Konversi Nilai Akhir

$$\$ \$ \text{Nilai Akhir (Skala 100)} = \left(\frac{\text{Total Skor Perolehan}}{\text{Total Skor Maksimal (80)}} \right) \times 100 \$ \$$$

3. Kategori Predikat TKA Biologi

- 85 – 100 : Sangat Tinggi / *Advanced* (Menguasai Analisis HOTS Kompleks)
- 70 – 84 : Tinggi / *Proficient* (Mampu Mengorelasikan Data Konseptual)
- 55 – 69 : Sedang / *Developing* (Memahami Konsep Dasar, Perlu Latihan Analisis Data)
- < 55 : Perlu Bimbingan / *Basic* (Memerlukan Penguatan Konsep Dasar)

V. TIPS & TRIK EFEKTIF MENJAWAB SOAL TKA BIOLOGI HOTS

1. Eliminasi Opsi Berdasarkan Kontradiksi Ilmiah

Soal HOTS Biologi sering menggunakan opsi jawaban yang terdengar "ilmiah" tetapi bertolak belakang secara hukum biologi dasar.

- *Contoh:* Jika soal membahas reaksi gelap fotosintesis pada siang hari, langsung eliminasi opsi yang menyatakan "RuBisCO mengikat nitrogen" atau "stomata CAM membuka lebar di terik matahari."

2. Kuasai Analisis Tren Grafik & Tabel

- Jangan terburu-buru membaca pilihan jawaban sebelum memahami **Sumbu X (Variabel Bebas)** dan **Sumbu Y (Variabel Terikat)** pada grafik.
- Cari titik balik (*inflection point*), titik jenuh ($V_{\max}$), atau pola kenaikan/penurunan drastis. Pertanyakan: "Mengapa grafiknya mendatar?" atau "Mengapa terjadi penurunan tiba-tiba?"

3. Teknik Mengerjakan Pilihan Ganda Kompleks (PGK)

- Perlakukan setiap pilihan (☐ A, B, C...) sebagai pertanyaan Benar/Salah mandiri.
- Hati-hati dengan kata kunci mutlak seperti "**selalu**", "**satu-satunya**", "**pasti**", atau "**tidak pernah**". Dalam biologi, fenomena biologis sangat jarang bersifat ^{100%} mutlak tanpa pengecualian.

4. Strategi Genetika & Perhitungan Populasi

- Untuk soal Genetika (Hardy-Weinberg / Pindah Silang / Epistasis), **selalu tulis variabel heterozigot dan resesifnya terlebih dahulu**.
- Ingat: Fenotipe resesif (q^2) adalah kunci utama memulai kalkulasi Hardy-Weinberg karena genotipe homozigot resesif memiliki fenotipe yang pasti teridentifikasi.

5. Manajemen Waktu TKA

- Alokasikan waktu rata-rata **2 - 2,5 menit per soal**.
- Jika menemukan soal berbasis diagram jalur molekuler yang sangat rumit (seperti Operon Lac atau Jalur Akses Saraf), tandai terlebih dahulu, selesaikan soal perhitungan matematis cepat (seperti rasio epistasis/Hardy-Weinberg), lalu kembalilah fokus pada diagram tersebut.