

**PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI BIOLOGI SEMESTER I
KELAS XII SMA/SEDERAJAT**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Pendidikan dalam Ilmu Pendidikan Biologi



Diajukan Oleh:

SITI ROPIAH

NIM: 1908086094

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Siti Ropiah

NIM : 1908086094

Jurusan : Pendidikan Biologi

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

**Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan
Computational Thinking Pada Materi Biologi Semester I
Kelas Xii SMA/Sederajat**

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri,
kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 19 Desember 2023



NIM: 1908086094



PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester I Kelas XII SMA/Sederajat
Penulis : Siti Ropiah
NIM : 1908086094
Jurusan : Pendidikan Biologi

Telah diujikan dalam sidang *tugas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Semarang, 3 Januari 2024

DEWAN PENGUJI

Penguji I,

Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
NIP. 198905222019032010
Penguji III,

Dian Tauhidah, M.Pd.
NIP. 199310042019032010
Pembimbing I,

Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
NIP. 198905222019032010

Penguji II,

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004
Penguji IV,

Mirtaati Na'ima, M. Sc
NIP. 198809302019032010
Pembimbing II,

Dr. H. Ruswan, M.A.
NIP. 196804241993031004



NOTA DINAS

Semarang, 19 Desember 2023

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum, wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester 1 Kelas XII SMA/Sederajat

Nama : Siti Ropiah

NIM : 1908086094

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum, wr. wb.

Pembimbing I



Arifah Purnamaningrum, M.Sc.

NIP. 198905222019032010

NOTA DINAS

Semarang, 19 Desember 2023

Yth. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo Semarang

Assalamu'alaikum, wr. wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester 1 Kelas XII SMA/Sederajat

Nama : Siti Ropiah

NIM : 1908086094

Jurusan : Pendidikan Biologi

Saya memandang bahwa naskah skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum, wr. wb.

Pembimbing II



Dr. H. Ruswan, M.A.

NIP.196804241993031004

ABSTRAK

Judul : Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester I Kelas XII SMA/Sederajat
Nama : Siti Ropiah
NIM : 1908086094

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia telah mengembangkan kurikulum untuk pemulihan pembelajaran yang mencakup *computational thinking* sebagai salah satu kompetensi yang perlu dikuasai oleh siswa. Peneliti mengembangkan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi Biologi untuk mengenalkan dan melatih berpikir komputasional kepada siswa. Penelitian ini merupakan jenis penelitian R & D (*Research and Development*), dengan menggunakan metode pengembangan yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) yaitu model pengembangan 4D (*four-D*). Model pengembangan 4D terdiri atas 4 tahapan, yaitu; *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Penelitian dan pengembangan ini menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan berjumlah 20 butir soal terdiri atas 18 butir soal pilihan ganda dan 2 butir soal *essay*. Setiap butir soal yang dikembangkan memuat salah satu indikator CT yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma. Kualitas instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* berdasarkan penilaian tim validator pada aspek materi, konstruksi soal dan bahasa diperoleh hasil validitas isi dengan jumlah rata-rata total sebesar 0,88. Berdasarkan kriteria validitas Aiken V, nilai validitas sebesar 0,88 termasuk kedalam kriteria sangat valid. Skor yang diperoleh siswa pada uji coba produk dilakukan pengujian validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran dan uji daya beda. Hasil uji validitas butir soal yaitu diperoleh butir soal yang memenuhi kriteria valid berjumlah 15 (lima belas) butir soal dan butir soal yang termasuk kriteria tidak valid berjumlah 5 (lima) butir soal. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan pada uji reliabilitas diperoleh hasil bahwa Cronbach alpha $> 0,60$, maka butir soal memiliki derajat reliabilitas tinggi. Hasil yang diperoleh pada uji

tingkat kesukaran yaitu butir soal yang memiliki tingkat mudah berjumlah 1 (satu) butir soal, tingkat sedang berjumlah 11 (sebelas) butir soal dan tingkat sukar berjumlah 8 (delapan) butir soal. Dan hasil uji daya beda soal yaitu daya pembeda yang dikategorikan sangat baik berjumlah 3 (tiga) butir soal, kriteria baik berjumlah 9 (sembilan) butir soal, kriteria cukup berjumlah 6 (enam) butir soal dan kriteria lemah berjumlah 2 (dua) butir soal.

Kata Kunci: Instrumen Tes, *Computational Thinking*, Materi Biologi

TRANSLITERASI ARAB-LATIN

Penulisan translasi huruf-huruf Arab Latin dalam skripsi ini berpedoman pada SKB Menteri Agama dan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan R.I. Nomor: 158/1987 dan Nomor: 0543b/U/1987.

Penyimpangan penulisan kata sandang [al-] disengaja secara konsisten supaya sesuai teks Arabnya.

ا	A	ط	t}
ب	B	ظ	z}
ت	T	ع	'
ث	s\	غ	g
ج	J	ف	f
ح	h}	ق	q
خ	kh	ك	k
د	D	ل	l
ذ	z\	م	m
ر	R	ن	n
ز	Z	و	w
س	S	ه	h
ش	sy	ء	'
ص	s}	ي	y
ض	d}		

Bacaan Madd:

a = a panjang
i: = i panjang
u = u panjang

Bacaan Diftong:

au = اُوْ
ai = اَيْ
iv = اِيْ

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT., yang telah melimpahkan rahmat, hidayah-Nya serta begitu banyak nikmat, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian skripsi yang berjudul “Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester I Kelas XII SMA/Sederajat”. Shalawat serta salam, senantiasa selalu tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW., suri tauladan seluruh umat islam yang senantiasa dinantikan syafaatnya kelak diyaumul akhir.

Skripsi ini disusun guna memenuhi tugas dan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana (S1) Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, motivasi, do’a dan peran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Nizar, M. Ag., selaku Plt. Rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Listyono, M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi yang telah memberikan banyak sekali bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan studi S1.
4. Arifah Purnamaningrum, M. Sc., selaku pembimbing I yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan

tekun dan sabar memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.

5. Dr. H. Ruswan, M.A., selaku pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta dengan tekun dan sabar memberikan bimbingan serta pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Sutrisno, M.Sc., selaku wali studi yang telah memberikan motivasi dan memberikan bimbingan selama penulis menjalani program studi S1.
7. Dwimey Ayudewandari Pranatami, M.Sc., selaku validator instrumen tes yang telah memberikan penilaian, masukan, dan saran pada produk yang dikembangkan.
8. Eko Purnomo, M.Si., selaku validator instrumen tes yang telah memberikan penilaian, masukan, dan saran pada produk yang dikembangkan.
9. Nanik Esti Wulandari, M.Pd., selaku guru biologi dan wali kelas XII MIPA 1 MAN Demak yang telah memberikan izin penelitian dan pengambilan data skripsi serta telah membersamai selama penelitian skripsi berlangsung.
10. Mamah Wati, Bapak Karda Herdianta, Aa Fajar Pebriana dan seluruh keluarga besar yang telah memberikan segalanya baik do'a, semangat, cinta, kasih sayang, ilmu dan dukungan yang tidak dapat tergantikan dengan apapun.
11. Dian Nafiatul Awaliyah dan keluarga, Nur Afifah dan keluarga, Nabila Anis Safitri dan keluarga, Asfiatus Sundusiyah, Fitra

Istianah, Dini ayu, Jauharotul Azmi, Dian Ananda yang telah membantu selama penelitian skripsi berlangsung.

12. Teman-teman PP Bina Insani angkatan 2019 (Dian Redy, Fitra Slamet, Dini Emon, Siwal Pengky, Audina, Pipeh, Nabila, Alan, Anas, Ari, Nasa, Haidir, Kharis, Ridho, Yayid, Hanafi, Andhika) dan Keluarga Besar PP Bina Insani atas kebersamaan, semangat, doa, dan dukungan kepada penulis.
13. Rizki Dwi Ariyanti, Kanza Devita, Ayu Wigati, Tia Safira, Siti Solihat, Rika Amelia, Diah Syaifurrachmah, Basith Al Anshori, Herwinda Beautyka, Dewi Rahmawati, Khoerotun Nisa atas kebersamaan, semangat, doa, dan dukungan kepada penulis.
14. Savira Aning Kinanti teman seperjuangan dan Keluarga asisten laboratorium biologi yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan kebersamaan selama menjadi asisten di laboratorium.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan, dorongan serta bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Semoga Allah SWT senantiasa membalas kebaikan yang telah mereka lakukan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan guna perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, pembaca, dan masyarakat luas. Aamiin.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
NOTA DINAS	iv
ABSTRAK	vi
TRANSLITERASI.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	8
C. Pembatasan Masalah	9
D. Rumusan Masalah	9
E. Tujuan Pengembangan	10
F. Manfaat Pengembangan	10
G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	12
H. Asumsi Pengembangan.....	12
BAB II LANDASAN PUSTAKA	14
A. Kajian Teori	14
B. Kajian Penelitian Terdahulu	30

C. Kerangka Berpikir.....	34
BAB III METODE PENELITIAN	36
A. Model Pengembangan	36
B. Prosedur Pengembangan.....	37
C. Subjek Penelitian.....	45
D. Teknik Pengumpulan Data	46
E. Teknik Analisis Data.....	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57
A. Deskripsi Hasil Pengembangan.....	57
B. Analisis Data.....	87
C. Kajian Produk Akhir.....	118
D. Keterbatasan Penelitian	128
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	130
A. Kesimpulan	130
B. Saran.....	132
DAFTAR PUSTAKA	134

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator <i>Computational Thinking</i>	29
Tabel 3. 1 Skala Angket Lembar Validasi	49
Tabel 3.2 Kriteria Kevalidan Aiken's V.....	50
Tabel 3.3 Kriteria Reliabilitas Butir Soal.....	52
Tabel 3.4 Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal.....	54
Tabel 3.5 Kriteria Indeks Daya Pembeda Butir Soal.....	56
Tabel 4. 1 Analisis KD dan Perumusan IPK.....	60
Tabel 4.2 Tujuan Pembelajaran	65
Tabel 4.3 Aspek-aspek Lembar Validasi.....	75
Tabel 4.4 Saran Perbaikan Produk	76
Tabel 4. 5 Penilaian Secara Umum dari Validator	83
Tabel 4. 6 Hasil Perbaikan Produk.....	84
Tabel 4.7 Hasil Validasi Aspek Materi Instrumen Tes	89
Tabel 4.8 Hasil Validasi Aspek Konstruksi Soal.....	97
Tabel 4. 9 Hasil Validasi Aspek Bahasa Instrumen Tes	104
Tabel 4.10 Hasil Validitas Isi oleh Tim Validator	108
Tabel 4.11 Hasil Analisis Validitas Butir Soal Pilihan Ganda ...	109
Tabel 4.12 Hasil Analisis Uji Validitas Butir Soal <i>Essay</i>	110
Tabel 4.13 Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Soal Pilgan...	113
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Soal <i>Essay</i> ...	114
Tabel 4.15 Hasil Analisis Uji Daya Beda Soal Pilgan.....	115
Tabel 4. 16 Hasil Analisis Uji Daya Beda Butir Soal <i>Essay</i>	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir.....	35
Gambar 3.1 Modifikasi Model Pengembangan 4D menjadi 3D (Sundusiyah, 2022)	38
Gambar 4.1 Kisi-kisi Produk Awal Sebelum Revisi.....	68
Gambar 4.2 Kisi-kisi Revisi 1 Setelah Divalidasi oleh Ahli.....	69
Gambar 4.3 Kisi-kisi Instrumen Tes Tertulis Bermuatan <i>Computational Thinking Final</i> Setelah Revisi 2.....	70
Gambar 4.4 Soal Bermuatan Indikator CT Dekomposisi	72
Gambar 4.5 Soal Bermuatan Indikator CT Pengenalan Pola....	72
Gambar 4.6 Soal Bermuatan Indikator CT Abstraksi	73
Gambar 4.7 Soal Bermuatan Indikator CT Algoritma	73
Gambar 4.8 Lembar Tes Uji Coba Produk.....	87
Gambar 4.9 Hasil Analisis Reliabilitas Butir Soal Pilgan.....	111
Gambar 4.10 Hasil Analisis Reliabilitas Butir Soal <i>Essay</i>	112

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Telah Selesai Penelitian Skripsi	141
Lampiran 2 Angket Analisis Kebutuhan	142
Lampiran 3 Instrumen Tes Tertulis	144
Lampiran 4 Lembar Validasi Instrumen oleh Tim Validator ...	180
Lampiran 5 Draft Butir Soal.....	222
Lampiran 6 Lembar Tes Uji Coba Produk oleh Siswa	341
Lampiran 7 Skor Perolehan Siswa	364
Lampiran 8 Lembar Jawaban Siswa.....	369
Lampiran 9 Analisis Data.....	370
Lampiran 10 Dokumentasi	376

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan memainkan peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia dalam dunia yang selalu berubah. Sistem pendidikan yang tepat membawa kemajuan bagi suatu bangsa. Kebesaran suatu bangsa tergantung pada kontribusinya terhadap peradaban dunia. Sehingga pendidikan terus berkembang dan beradaptasi untuk menyelaraskan dengan kemajuan teknologi (Teknowijoyo & Marpelina, 2022). Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad 21 berkembang secara pesat. Abad ke-21 dikenal dengan abad digital, hampir semua kegiatan manusia dilakukan dengan bantuan teknologi.

Teknologi digital berperan penting dalam kehidupan sehari-hari. Pendidikan di Indonesia perlu menyusun strategi untuk menghadapi tuntutan di era digital agar bangsa Indonesia mampu bersaing dan tidak tertinggal oleh bangsa lain. Tantangan dunia pendidikan pada era reformasi teknologi dan era revolusi industri 4.0 yaitu penguatan karakter pada siswa (Khasanah, 2018). Pendidikan di Indonesia saat ini sedang berupaya untuk mengimplementasikan konsep *society* 5.0, yaitu sebuah konsep masyarakat yang berpusat pada manusia dan berbasis teknologi atau kelanjutan dari era revolusi industry 4.0.

Konsep *society* 5.0 lebih menekankan sisi humanisme dalam menyelesaikan masalah-masalah sosial, termasuk pendidikan dengan mengintegrasikan antara virtual dan realita (Skobelev & Borovik, 2017).

Manusia sendiri saat ini telah memasuki era *Society* 5.0, dimana masyarakat hidup di dunia nyata dan juga dunia digital. Dekatnya dunia nyata dengan dunia digital menuntut sistem pendidikan Indonesia juga perlu sejak dini membentuk kesiapan masyarakat Indonesia. Persiapan tersebut dilakukan dengan membentuk siswa memiliki pemahaman yang benar tentang prinsip dan penerapan dari Informatika. Informatika disini berfokus pada *computational thinking* (CT), dimana dengan kemampuan CT ini siswa dapat memanfaatkan atau mendesain sistem komputer dengan baik dan mampu memformulasikan masalah untuk memahami isu-isu secara rasional sehingga dapat memberikan solusi dari permasalahan yang sedang dihadapi (*problem solving*). CT juga bukan hanya penting untuk pengembangan aplikasi komputer, tetapi juga dapat mendukung pemecahan masalah (*problem solving*) untuk bidang ilmu lainnya, seperti matematika, sains, dan humaniora (Wijanto et al., 2021). Kemampuan *Computational Thinking* juga termasuk salah satu keterampilan yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan perkembangan di era digitalisasi (Masfingatini & Maharani, 2019). *Computational thinking* merupakan proses

pemecahan masalah yang dilakukan oleh siswa dengan menggunakan logika secara sistematis (Wing, 2014).

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di Indonesia telah mengembangkan kurikulum untuk pemulihan pembelajaran yang mencakup *computational thinking* sebagai salah satu kompetensi yang perlu dikuasai oleh siswa (Kemendikbudristek, 2021). Selain itu, sebuah penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana guru biologi memandang pelaksanaan pembelajaran berbasis *computational thinking* di Sekolah Menengah Atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar guru memiliki persepsi positif tentang metode *computational thinking* dan percaya bahwa hal itu dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah siswa (Sari et al., 2022). Menurut penelitian Aziz (2021), diketahui bahwa kemampuan berpikir komputasi atau *Computational Thinking* (CT) dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengatasi permasalahan logika dengan baik. Selain itu, CT merupakan keterampilan yang sangat penting untuk membantu individu dalam menyelesaikan masalah sehari-hari di era abad ke-21 (Jamalludin et al., 2022). Siswa pada abad 21 dituntut untuk memiliki kemampuan berpikir dalam memecahkan masalah secara kreatif dan kritis, memahami konten materi yang dipelajari dengan baik (*content knowledge*), serta memiliki kompetensi sosial dan emosional untuk dapat

sukses dalam kehidupan yang semakin kompleks (Tim Olimpiade Komputer Indonesia, 2018).

Kemampuan pemecahan masalah harus dimiliki oleh siswa sebagaimana tuntutan dari pengimplementasian kurikulum 2013. Pemecahan masalah membutuhkan metode berpikir yang dapat mendorong siswa menyelesaikan permasalahan secara sistematis. Metode *computational thinking* merupakan suatu kemampuan berpikir inovatif dalam mengidentifikasi fenomena kehidupan untuk memberikan berbagai solusi praktis dari masalah yang dikaji, sehingga relevan digunakan dalam pemecahan masalah (Fajri et al., 2019). Keterampilan berfikir komputasi, melatih siswa untuk menghasilkan strategi dalam penyelesaian masalah atau menemukan solusi sendiri yang mereka anggap paling efektif tetapi tidak keluar dari kaidah atau ranah yang menjadi acuan dasar konsep (Yahya & Vitalocca, 2022). *Computational thinking* melibatkan kemampuan untuk mengabstraksi atau menggeneralisasi masalah dan solusi, mengidentifikasi elemen-elemen penting dan mengabaikan detail yang tidak perlu.

Computational thinking memiliki empat tahapan pola berpikir dengan pendekatan *problem solving*. Tahapan *computational thinking* terdiri atas 4 tahapan yaitu: dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Rangkaian pola berpikir tersebut dapat digunakan dalam pemecahan masalah dengan representasi yang tepat, penalaran

di berbagai tingkatan abstraksi, dan pengembangan cara penyelesaian secara otomatis. *Computational thinking* tidak mengharuskan siswa menjadi seorang *software engineer*, namun menjadikan siswa memiliki kemampuan menentukan strategi atau trik dalam memecahkan suatu permasalahan dengan berpikir secara logis, kreatif, kritis, dan mampu menguasai pemrograman (Rizki Amalia & Yanti, 2022). Oleh karena itu, *computational thinking* penting diimplementasikan pada mata pelajaran apapun termasuk mata pelajaran biologi guna untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.

Berpikir komputasional melibatkan pemecahan masalah kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola, mengidentifikasi pola, dan mengembangkan algoritma untuk menyelesaikannya. Penyisipan *computational thinking* dalam pendidikan Biologi dapat mengembangkan keterampilan siswa dalam pemecahan masalah dalam berbagai konteks (Qin, 2014). Bidang Biologi melibatkan pengumpulan dan analisis data dalam jumlah besar. Berpikir komputasional dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan dalam analisis data, pemodelan, dan simulasi, yang penting dalam penelitian biologi modern (Peters-Burton et al., 2022).

Realitas di lapangan menunjukkan proses pembelajaran Biologi di sekolah belum menekankan pada kemampuan berpikir komputasional. Berpikir komputasional belum diterapkan pada pelajaran Biologi karena guru biologi belum

mengetahui atau memahami tentang metode *computational thinking*, serta belum banyak tersedia instrumen terbaru yang didesain untuk mengukur kemampuan berpikir komputasional, terutama pada pelajaran Biologi. Selaras dengan penelitian terdahulu ditemukan fakta bahwa guru Biologi di Kecamatan Kayen belum banyak mengenal pembelajaran berbasis komputasi atau *computational thinking*. Fakta tersebut dibuktikan berdasarkan 51,9% persepsi guru Biologi se Kecamatan Kayen memperoleh kriteria cukup. Faktor kriteria cukup pada persepsi guru dikarenakan kurangnya implementasi penerapan pada pembelajaran sehingga guru biologi di Sekolah Menengah Atas se-kecamatan Kayen belum mendapatkan konsep *computational thinking* secara luas (Sari et al., 2022).

Salah satu cara untuk meningkatkan kemampuan berpikir komputasi siswa adalah dengan memberikan soal-soal latihan dalam pembelajaran sehari-hari dengan meningkatkan tingkat kesulitan secara bertahap (Sari et al., 2022). Soal bermuatan *computational thinking* tidak banyak dikembangkan oleh guru, khususnya pada pelajaran biologi. Sebagian besar guru menggunakan soal dari buku teks atau buku kerja (LKS), sehingga berimplikasi pada perbaikan proses pembelajaran yang menyebabkan hasil belajar kurang optimal (Rubinstein & Chor, 2014). Guru berperan penting dalam mengupayakan perbaikan kualitas sistem penilaian. Sistem penilaian dikatakan efektif apabila dilakukan sesuai dengan prosedur yang tepat, salah

satunya menggunakan instrumen yang sesuai dan dapat mengukur kemampuan yang dimiliki oleh siswa. Instrumen penilaian terdapat dua jenis yaitu instrumen penilain tes tertulis dan non test. Instrumen penilaian tes tertulis digunakan untuk mengukur kognitif siswa, sedangkan instrumen penilaian non tes digunakan untuk mengukur afektif dan psikomotorik siswa (Irawati et al., 2018).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi MAN Demak, didapatkan informasi bahwa guru tersebut belum pernah mendengar tentang *computational thinking* dan terdapat juga yang sudah mengetahui, namun belum pernah menerapkannya dalam proses pembelajaran maupun menyusun soal-soal materi biologi yang bermuatan *computational thinking*. Alasan guru biologi belum memahami tentang berpikir komputasional yaitu masih belum banyak tersedia sumber rujukan mengenai penerapan *computational thinking* dalam penyusunan soal biologi. Guru biologi berpendapat bahwa penyusunan instrumen tes bermuatan *computational thinking* mampu memberikan dorongan kepada siswa untuk berlatih dalam menyelesaikan permasalahan secara terstruktur, setelah diberikan pemaparan secara singkat tentang *computational thinking*. Gover (2017) berpendapat, selain digunakan untuk mengukur kemampuan siswa, penilaian kemampuan berpikir komputasional juga diperlukan untuk menunjukkan perbedaan tingkat pemahaman siswa. Pengukuran hasil belajar oleh guru

terhadap siswa perlu disusun, diuji dan divalidasi dalam berbagai konteks, baik secara formatif maupun sumatif (Grover, 2017).

Berdasarkan uraian di atas, kemampuan berpikir komputasional dalam penyelesaian masalah sangat penting dikuasai oleh siswa. Pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi, bertujuan untuk mengenalkan dan melatih berpikir komputasional kepada siswa serta sebagai sumber rujukan guru dalam menyusun soal-soal biologi bermuatan *computational thinking*, yang dapat digunakan untuk mengukur ketercapaian belajar siswa. Penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* Pada Materi Biologi Semester 1 Kelas XII SMA/Sederajat” perlu dilakukan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Guru biologi di MAN Demak belum pernah menerapkan *computational thinking* dalam proses pembelajaran
2. Belum adanya soal yang bermuatan *computational thinking* di MAN Demak
3. Siswa belum pernah diberi latihan soal-soal materi biologi yang bermuatan *computational thinking*

C. Pembatasan Masalah

Cakupan permasalahan pada penelitian perlu adanya pembatasan sebagai fokus penelitian, batasan-batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan dalam bentuk soal-soal materi biologi bermuatan *computational thinking*.
2. Butir soal yang dikembangkan pada penelitian dan pengembangan ini terbatas pada materi metabolisme sel dan materi genetik.
3. Butir soal bermuatan *computational thinking* disusun dalam bentuk pilihan ganda dan *essay*.
4. Banyaknya soal yang disusun yaitu 20 butir soal (10 soal materi metabolisme sel dan 10 soal materi genetik) disesuaikan dengan indikator bermuatan *computational thinking* yang telah disusun.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka masalah pada penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut.

1. Bagaimana desain pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester 1 kelas XII SMA/Sederajat?

2. Bagaimana kelayakan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester 1 kelas XII SMA/Sederajat?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Melakukan pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi Semester 1 Kelas XII SMA/Sederajat
2. Melakukan uji kelayakan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester 1 kelas XII SMA/Sederajat

F. Manfaat Pengembangan

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu.

1. Manfaat Teoritis
 - a. Kontribusi terhadap perkembangan bidang pembelajaran biologi dengan memperluas pemahaman tentang pentingnya integrasi elemen-elemen *computational thinking* dalam proses pembelajaran.
 - b. Mendorong penelitian lebih lanjut dalam mengungkap hubungan antara kemampuan komputasi siswa dengan pemahaman mereka tentang materi biologi, sehingga

dapat memberikan dasar ilmiah untuk perbaikan kurikulum dan metode pengajaran di masa depan.

- c. Memperkaya literatur akademik dengan adanya instrumen tes tertulis yang baru dan inovatif untuk mengukur kemampuan komputasi siswa dalam konteks pembelajaran biologi.
- d. Mendukung pengembangan model evaluasi yang holistik dalam pendidikan, dengan mempertimbangkan aspek-aspek penting seperti pemikiran komputasional dalam memecahkan permasalahan

2. Manfaat Praktis

a. Bagi siswa

Memfasilitasi latihan dan simulasi yang relevan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir komputasi mereka, sehingga meningkatkan kemampuan problem solving atau pemecahan masalah di bidang biologi.

b. Bagi guru

Memberikan panduan bagi guru-guru atau pendidik lainnya untuk merancang aktivitas pembelajaran yang mendorong perkembangan kemampuan komputasi siswa secara efektif di bidang biologi. Serta menyediakan sumber rujukan instrumen tes bermuatan *computational thinking* yang valid dan

reliabel guna mengukur tingkat pemahaman siswa terhadap konsep-konsep bermuatan *computational thinking* dalam konteks materi biologi.

c. Bagi peneliti

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk mengadakan penelitian relevan yang lebih lanjut dan mendalam.

G. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian pengembangan ini adalah.

1. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan merujuk pada Kompetensi Dasar 3.2 & 4.2 (materi metabolisme sel) dan Kompetensi Dasar 3.3 & 4.3 (substansi materi genetik) kurikulum 2013 revisi 2018
2. Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* berupa pilihan ganda dan *essay*
3. Butir soal pilihan ganda terdiri atas 18 butir soal, dan butir soal *essay* terdiri atas 2 soal

H. Asumsi Pengembangan

Asumsi dalam pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* yang dilakukan oleh peneliti sebagai berikut.

1. Materi biologi yang termuat dalam instrumen tes tertulis yang dikembangkan adalah materi metabolisme sel (3.2 &4.2) dan materi substansi genetik (KD 3.3 & 4.3).
2. Validator ahli instrumen tes tertulis adalah dosen biologi UIN Walisongo Semarang yang memiliki pengetahuan tentang materi biologi dan metode berpikir komputasional.
3. Kualitas instrumen dapat dikembangkan dengan berbagai masukan atau komentar dari para ahli yaitu: validator instrumen tes yang akan diterapkan dalam pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* ini yaitu dosen yang memiliki pengetahuan tentang materi biologi dan *computational thinking*.

BAB II

LANDASAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Instrumen Tes Tertulis

a. Pengertian Instrumen Tes Tertulis

Instrumen adalah sebuah perangkat yang memenuhi standar akademik dan digunakan untuk melakukan pengukuran serta mengumpulkan data pada suatu variabel (Sutiyono, 2015). Instrumen dalam konteks penelitian juga berfungsi sebagai alat pengumpul data yang digunakan untuk mendapatkan informasi dalam kegiatan penelitian (Sutiyono, 2015). Instrumen dalam konteks pendidikan, dapat diartikan sebagai alat pengukur prestasi belajar siswa, faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar serta hubungannya dengan hasil tersebut, perkembangan prestasi belajar siswa, keberhasilan proses pembelajaran, dan pencapaian suatu program (Widyanto, 2018). Instrumen digunakan untuk mengukur berbagai aspek dalam pendidikan seperti prestasi belajar siswa, faktor-faktor yang mempengaruhinya, dan kesuksesan proses pembelajaran secara umum. Menurut penelitian Eka Vasia Anggis (2023), bahwa guru tidak hanya

mentransfer pengetahuan saja melainkan juga membimbing, mengarahkan siswa agar dapat mengkonstruksi pengetahuan yang didapat sampai adanya refleksi diri bagi siswa setelah pembelajaran (Vasia Anggis, 2023).

Instrumen dalam konteks pembelajaran, memiliki fokus utama untuk mengumpulkan data tentang kemajuan siswa dalam pemahaman dan penguasaan materi yang telah diajarkan. Kegiatan ini dilakukan melalui evaluasi sebagai momen untuk mengetahui perkembangan siswa. Selain itu, evaluasi juga digunakan untuk menilai keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran dengan mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan (Sutiyono, 2015). Secara garis besar, instrumen dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu tes dan non-tes. Instrumen tes memiliki tujuan untuk mengukur performa secara maksimal, sedangkan instrumen non-tes cenderung mengukur performa dalam cara yang lebih khas atau tipikal (Widyanto, 2018).

Tes adalah sebuah alat atau prosedur yang terdiri dari serangkaian pertanyaan, digunakan untuk mengukur keterampilan, pengetahuan, bakat, atau kemampuan seseorang (Chansyanah, 2018). Sebagai alat pengukur dengan standar objektif yang dapat

diterapkan secara umum, tes mampu membandingkan kondisi fisiologis dan psikologis individu. Tes juga dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana pengetahuan individu tentang materi pelajaran yang terbatas pada tingkat tertentu. Oleh karena itu, tes dianggap sebagai alat ukur dalam dunia pendidikan untuk menilai keberhasilan individu berdasarkan penguasaan mereka terhadap materi pembelajaran dalam jenjang pendidikan tertentu (Ali hamzah, 2014). Tes merupakan salah satu cara untuk mengukur kemampuan dan pencapaian individu dalam konteks pendidikan.

b. Jenis-Jenis Tes

Tes merupakan instrumen evaluasi yang paling umum digunakan dalam dunia pendidikan, sebagai alat ukur untuk domain kognitif. Jika dilihat dari bentuk jawaban siswa, maka tes dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu tes tertulis, tes lisan, dan tes perbuatan. Tes tertulis ada dua bentuk, yaitu bentuk uraian (*essay*) dan bentuk objektif (*objective*) (Rahman & Nasryah, 2019).

Jenis tes berdasarkan bentuk dan jenisnya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu tes uraian dan tes objektif. Tes uraian terdiri dari serangkaian soal yang berupa tugas atau pertanyaan yang mengharuskan siswa untuk menyusun jawaban mereka sendiri

(Widyanto, 2018). Tes uraian ini menuntut kemampuan siswa dalam berpikir tingkat tinggi karena pertanyaan-pertanyaannya dirancang untuk memecahkan masalah, menganalisis situasi, membandingkan informasi, menyajikan hubungan antara konsep-konsep, serta menarik kesimpulan (Asrul et al., 2015). Tes uraian melibatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan analitis untuk menjawab pertanyaan dengan cara mereka sendiri.

Jenis tes selanjutnya adalah tes objektif, disebut tes objektif karena pemeriksaannya dilakukan secara seragam terhadap semua peserta yang menjalani tes tersebut. Tes objektif terdiri dari sejumlah pertanyaan atau soal (*items*) yang harus dijawab dengan memilih salah satu jawaban yang benar sesuai dengan opsi jawaban yang tersedia. Tes objektif juga dikenal sebagai tes jawaban pendek. Terdapat beberapa bentuk dalam tes objektif, antara lain bentuk melengkapi (*completion test*), pilihan ganda (*multiple choice*), menjodohkan (*matching*), dan bentuk pilihan benar-salah (*true-false*) (Asrul et al., 2015). Tes objektif menggunakan berbagai jenis format untuk menguji pengetahuan dan pemahaman siswa dengan memberikan opsi jawaban yang dapat dipilih. Berikut uraian bentuk-bentuk tes objektif.

1) Tes Objektif Bentuk Melengkapi (*Completion Test*)

Bentuk melengkapi merupakan salah satu jenis tes objektif yang mirip dengan bentuk isian singkat atau *fill in*. Perbedaan antara keduanya terletak pada unit bahan yang diuji. Pada bentuk *fill in*, bahan yang diujikan adalah satu kesatuan, sedangkan pada bentuk melengkapi (*completion test*), bahan yang diuji bukan satu kesatuan. Kelebihan dari *completion test* adalah teknik penyusunannya sangat mudah, lebih hemat tempat dalam penggunaan kertas, variasi bahan uji yang dapat disajikan, serta kemampuannya untuk mengukur berbagai macam kompetensi. Namun, kelemahannya adalah tes ini cenderung hanya menggali daya ingat atau hafalan belaka dan ada kemungkinan bahwa butir-butir soal pada *completion test* kurang relevan (Asrul et al., 2015).

2) Tes Objektif Bentuk Pilihan Ganda (*Multiple Choice Test*)

Tes pilihan ganda merupakan salah satu jenis tes objektif yang sangat umum digunakan dalam mengukur hasil selama proses pembelajaran, seperti Ujian Nasional (UN). Dalam

tes ini, peserta diberikan berbagai pilihan jawaban dan hanya satu di antaranya yang benar atau paling benar (Asrul et al., 2015). Tes objektif dengan format pilihan ganda memenuhi kriteria sebagai tes yang baik karena memiliki objektivitas, reliabilitas, serta mampu membedakan kemampuan siswa dengan tingkat keahlian yang berbeda (Widyanto, 2018). Maka dari itu, guru sering kali menggunakan tes objektif pilihan ganda sebagai alat penilaian untuk mengukur kemampuan siswa. Tes ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka terhadap materi pelajaran secara lebih objektif dan dapat diandalkan.

3) Tes Objektif Bentuk Menjodohkan (*Matching*)

Tes menjodohkan adalah salah satu jenis tes objektif yang menggunakan metode pencocokan atau penyesuaian jawaban. Pada tes ini, siswa diminta untuk menghubungkan dua bagian yang saling berhubungan atau mencocokkan jawaban dengan pandangan yang tepat (Asrul et al., 2015). Kelebihan dari tes ini adalah pembuatannya mudah dan hasilnya dapat dinilai dengan cepat serta objektif. Namun,

terdapat kelemahan dalam penggunaan tes menjodohkan yaitu karena adanya pilihan jawaban yang sudah disediakan, kemampuan interpretasi siswa tidak dapat diukur secara menyeluruh. Selain itu, karena jawaban pada tes ini biasanya singkat dan telah diberikan opsi sebelumnya, hal tersebut juga bisa membatasi kesempatan siswa untuk menunjukkan pemahaman mendalam mereka tentang materi ujian (Annisa, 2022).

4) Tes Objektif Bentuk Isian (*Fill in*)

Tes isian adalah jenis tes yang mengharuskan siswa untuk mengisi kalimat pernyataan, ungkapan, atau kalimat pendek sebagai jawaban atas kalimat yang tidak lengkap atau tanggapan terhadap suatu pernyataan serta asosiasi yang harus dilakukan (Annisa, 2022). Kelebihan dari tes ini adalah memungkinkan siswa untuk menunjukkan pemahaman mereka secara spesifik melalui pengisian ruang kosong. Namun, terdapat kelemahan dalam menggunakan tes bentuk isian ini dimana kemampuan siswa dalam menyampaikan ide-ide kompleks mungkin tidak bisa diukur dengan baik karena batasan jumlah kata atau ruang kosong yang tersedia.

Selain itu, penilaian juga dapat menjadi subjektif jika kunci jawaban tidak ditentukan dengan jelas.

5) Tes Objektif Bentuk Benar-Salah (*True False*)

Tes bentuk "salah benar" adalah jenis tes di mana siswa diminta untuk menentukan apakah suatu pernyataan adalah benar atau salah. Tes ini digunakan untuk membedakan antara fakta dan pendapat, serta menguji kemampuan pengidentifikasian siswa (Annisa, 2022). Tes ini sangat berguna dalam mengukur kemampuan seseorang dalam mengenali kebenaran suatu pernyataan. Tes bentuk "salah benar", setiap pernyataan diberikan sebagai pilihan jawaban yang dapat dipilih sebagai benar atau salah. Siswa harus menggunakan pengetahuan dan pemahaman mereka tentang topik tersebut untuk memutuskan apakah pernyataan tersebut sesuai dengan fakta yang ada atau hanya sebuah pendapat subjektif.

2. *Computational Thinking*

a. Konsep *Computational Thinking*

Computational Thinking atau berpikir komputasi pertama kali diperkenalkan oleh Seymour Papert pada tahun 1980-an (Zahid, 2020). Konsep ini dikenal secara luas merupakan upaya yang telah dilakukan profesor

bidang ilmu komputer Jeanette M. Wing pada tahun 2006. *Computational Thinking* (CT) melibatkan kemampuan berpikir dalam merumuskan masalah dan mengekspresikan solusinya secara efektif, sehingga baik komputer, manusia, maupun mesin dapat bekerja dengan baik (Wing, 2017). *Computational Thinking* (berpikir komputasional) merupakan proses berpikir (atau keterampilan berpikir manusia) dengan menggunakan pendekatan analitik dan algoritmik dalam merumuskan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah. Pada sistem pendidikan, berpikir secara komputasi merupakan sebuah perangkat atau metode untuk pemecahan masalah dengan menjabarkan pokok permasalahan dan menentukan solusi terbaik seperti cara kerja ilmu komputer (Barr et al., 2011). Selaras dengan pernyataan Maharani, dkk. (2019) bahwa kemampuan berpikir komputasi merupakan kemampuan penting siswa di abad ke-21, karena dalam prosesnya, pemecahan masalah tidak hanya fokus pada penyelesaian masalah tetapi lebih fokus pada bagaimana cara menyelesaikannya (Maharani et al., 2019).

Computational Thinking merupakan sebuah cara memahami dan menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan teknik dan konsep ilmu

komputer seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma yang dipandang banyak ahli sebagai salah satu kemampuan yang banyak menopang dimensi pendidikan pada abad 21. Keterampilan berpikir kritis di abad 21 penting dimiliki oleh siswa karena memungkinkan mereka untuk mengembangkan sikap sosial, ilmiah dan memecahkan masalah praktis (Astutik & Wijayanti, 2020). Siswa dalam *Computational Thinking* diarahkan untuk memiliki keterampilan berpikir kritis, kreatif, komunikatif serta keterampilan untuk berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah. Selain itu, *Computational Thinking* juga mengasah pengetahuan logis, matematis, mekanis yang dikombinasikan dengan pengetahuan modern mengenai teknologi, digitalisasi, maupun komputerisasi dan bahkan membentuk karakter percaya diri, berpikiran terbuka, toleran serta peka terhadap lingkungan (Kalelioglu, 2018).

Penerapan berpikir komputasi tidak terbatas pada kegiatan yang berkaitan dengan komputer, melainkan juga dapat diterapkan dalam berbagai subjek studi lainnya. Beberapa disiplin ilmu telah mengintegrasikan konsep berpikir komputasi ke dalam pembelajaran mereka. Berikut ini adalah beberapa

subjek studi yang telah mengadopsi konsep berpikir komputasi (Mulyanto et al., 2020).

1) STEM

Penerapan pemikiran komputasi dapat diintegrasikan dalam mata pelajaran Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM). Namun, tidak semua guru memiliki kompetensi dalam hal ini, dan tidak semua murid tertarik dengan konsep tersebut. Oleh karena itu, penting untuk membawa pemikiran komputasi ke dalam kelas STEM dengan cara yang realistis dan relevan bagi siswa. Salah satu contoh implementasinya adalah melalui penggunaan kerangka kerja C3 stem, yang dirancang khusus untuk mengatasi tantangan dalam pemecahan masalah di bidang STEM. Kerangka kerja ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan belajar yang menarik bagi siswa, di mana mereka dapat mengaplikasikan pemikiran komputasi untuk memecahkan masalah dunia nyata dalam konteks STEM. Sebagai contoh, dalam penggunaan kerangka kerja C3 stem, siswa dapat menerapkan konsep-konsep fisika seperti kecepatan dan akselerasi dalam menganalisis arus lalu lintas dan perilaku mengemudi. Mereka akan

dihadapkan pada tantangan berbasis realitas yang berkaitan dengan domain lalu lintas.

2) Etika

Pemikiran komputasi tidak hanya terbatas pada bidang STEM atau ilmu komputer, tetapi juga dapat diterapkan dalam studi etika. Seoane-Pardo telah mengembangkan "moral machine" dan pemrograman pengambilan keputusan dalam kelas etika, yang memungkinkan siswa untuk membuat keputusan logis dalam situasi ekstrem ketika bekerja dengan pemrograman mobil. Melalui berbagai pendekatan etis, siswa diminta untuk mengembangkan skema pengambilan keputusan yang lebih etis agar mesin dapat merespons dengan benar. Dalam proses mengembangkan skema logis ini, secara tidak langsung siswa juga terlibat dalam berpikir secara komputasi.

3) Sains

Pada tahun 2010, diselenggarakan sebuah lokakarya selama tiga hari yang berjudul "computational thinking for sciences" yang ditujukan untuk siswa sekolah menengah atas dan guru sains. Tujuan dari lokakarya tersebut adalah untuk mendalami hubungan antara ilmu

komputer, ilmu alam, dan matematika. Materi yang diajarkan dalam lokakarya mencakup pemikiran komputasi, simulasi, biologi, kimia fisika, probabilitas, matematika, karir dalam ilmu komputasi, dan rencana pelajaran untuk guru. Selain itu, para ilmuwan juga telah membuat kursus yang dirancang untuk memperkenalkan pemikiran komputasi dalam bidang sains. Kursus tersebut dikembangkan oleh fakultas ilmu komputer bekerja sama dengan departemen fisika, kimia, dan bioinformatika. Dalam kursus ini, siswa diperkenalkan dengan konsep alat komputasi dalam Fisika dan Bioinformatika menggunakan bahasa pemrograman Python.

4) Sains Biologi

Pada tahun 2009, sebuah kursus dikembangkan dengan tujuan mengajarkan Bioinformatika kepada mahasiswa biologi. Kursus tersebut bertujuan untuk meningkatkan keterampilan komputasi kuantitatif dan kritis bagi siswa dalam bidang biologi. Selanjutnya, pada tahun 2014, ada juga kursus yang disebut "Computational Approaches for Life Scientist". Kursus ini dirancang untuk mengatasi

kesenjangan antara pemikiran komputasi dan siswa dalam ilmu kehidupan.

5) Jurnalistik

Pada tahun 2010, ada sebuah program jurnalisme interaktif yang dirancang khusus untuk siswa sekolah menengah dan guru mereka, yang berlangsung selama musim panas dan setelah jam sekolah. Siswa dan guru yang berasal dari berbagai bidang seperti seni, teknologi, dan bimbingan kerja sama untuk melakukan wawancara dan mengembangkan cerita baru. Hasil kerja mereka dikumpulkan dalam bentuk teks, video, dan animasi prosedural menggunakan platform Scratch, yang membentuk sebuah paket cerita yang interaktif.

6) Musik

Pada tahun 2010, terdapat kursus “sound thinking” yang dikembangkan untuk mendorong pemikiran komputasi kepada siswa seni. Siswa dalam kursus ini pertama kali diekspos ke halaman web yang dibuat menggunakan HTML dan JavaScript API dan menanamkan file musik ke halaman web mereka dibuat. Siswa bermigrasi dari menggunakan HTML dan JavaScript ke awal yang tampaknya kuat dalam mendorong konsep

pemikiran komputasi siswa. Menggunakan Scratch untuk membuat musik, siswa dapat belajar banyak konsep komputasi termasuk loop, inisialisasi, variabel, mengubah variabel secara algoritmik, modularisasi dan pemrosesan acara

b. Indikator *Computational Thinking*

Berpikir komputasi dalam konteks pendidikan dapat memberikan panduan tentang bagaimana seseorang dapat memecahkan masalah dengan efektif. Indikator berpikir komputasi terdapat banyak yang telah dikembangkan dan diterima dalam masyarakat. Beberapa lembaga memiliki definisi dan indikator sendiri terkait hal ini. Dalam penelitian ini, menggunakan indikator yang diterbitkan oleh BBC (*British Broadcasting Corporation*), yang mencakup langkah-langkah sebagai berikut (Jamalludin et al., 2022):

- 1) *Decomposition* (Dekomposisi): merupakan langkah penting dalam memecahkan masalah yang kompleks atau besar dengan membaginya menjadi beberapa bagian yang lebih sederhana dan dapat diatasi secara terpisah.
- 2) *Pattern Recognition* (Pengenalan Pola): melibatkan kemampuan untuk mencari atau mengenali pola tertentu atau kesamaan antara

masalah-masalah yang berbeda. Kemampuan ini memungkinkan seseorang untuk mengidentifikasi strategi atau pendekatan yang telah terbukti berhasil dalam situasi serupa.

- 3) Abstraksi: fokus pada informasi yang penting dan relevan, serta mengabaikan beberapa detail yang tidak relevan. Hal ini membantu dalam menyederhanakan masalah dan memfokuskan pada inti permasalahan.
- 4) Algoritma: melibatkan pembuatan langkah-langkah solusi yang terstruktur dan sistematis dari suatu masalah. Dalam konteks berpikir komputasi, algoritma merupakan serangkaian instruksi yang dapat diikuti untuk mencapai tujuan tertentu.

Indikator *computational thinking* terdapat 4 indikator yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma. Sebagai berikut penjabaran indikator *computational thinking* pada tabel 2.1 (Supiarmino et al., 2021).

Tabel 2. 1 Indikator *Computational Thinking*

No.	Indikator Berpikir Komputasional	Sub-Indikator
1.	Dekomposisi	Siswa dapat mengidentifikasi dan menguraikan terkait

No.	Indikator Berpikir Komputasional	Sub-Indikator
2.	Pengenalan pola	informasi yang diketahui dan ditanyakan dari permasalahan yang diberikan. Siswa dapat menemukan pola serupa ataupun berbeda yang kemudian digunakan untuk membangun penyelesaian terhadap masalah.
3.	Abstraksi	Siswa dapat menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah.
4.	Berpikir algoritma	Siswa dapat menjabarkan langkah-langkah logis sistematis yang digunakan menemukan solusi penyelesaian terhadap masalah yang diberikan.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian ini memiliki beberapa acuan peneliti terdahulu yang berhubungan dengan pengembangan instrumen penilaian tes, antara lain.

1. Penelitian yang dilakukan oleh Agnes Firdatun Nisa' (2022) tentang "Analisis Kemampuan *Computational Thinking* Siswa SMA/MA Pada Materi Vektor Ditinjau Dari Perbedaan Gender". Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan

Computational Thinking siswa kelas X MIPA MA NU 04 Al Ma'arif Boja masih tergolong rendah dengan persentase 52%. Terdapat perbedaan kemampuan *Computational Thinking* antara siswa laki-laki dan perempuan berdasarkan hasil uji hipotesis dengan perolehan $0,26 > \alpha$ menunjukkan bahwa secara keseluruhan, kemampuan siswa perempuan lebih tinggi daripada siswa laki-laki. Perbedaan penelitian terletak pada penggunaan metode penelitian, penelitian terdahulu menggunakan metode penelitian campuran, sedangkan penelitian ini menggunakan metode penelitian R&D (Research and Development) dengan menggunakan model 4D.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Yusriyyah Febriani Putri (2022) tentang "*Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Komputasional Matematis Siswa SMP*". Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir komputasional matematis siswa secara keseluruhan masih tergolong rendah dengan rata-rata sebesar 48,44 dalam skala 0-100. Perbedaan penelitian terletak pada muatan materi dan jenjang pendidikan subjek penelitian. Penelitian terdahulu menggunakan materi matematika untuk tingkat SMP, sedangkan penelitian yang ini menggunakan muatan materi biologi untuk tingkat SMA/ sederajat.
3. Penelitian yang dilakukan oleh M. Gunawan Supiarmo (2021) tentang "*Transformasi Proses Berpikir*

Komputasional Siswa Sekolah Menengah Atas pada Pemecahan Masalah Matematika Melalui Refleksi". Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun siswa dapat memahami masalah dengan segera, mereka membutuhkan refleksi untuk merencanakan, menyusun strategi, dan memperbaiki kesalahan selain menyelesaikan algoritma yang tidak lengkap. Perbedaan terletak pada muatan materi, metode penelitian serta subjek penelitian. Penelitian terdahulu menggunakan materi matematika untuk tingkat SMP, sedangkan penelitian ini menggunakan muatan materi biologi untuk tingkat SMA/ sederajat dengan menggunakan metode penelitian R&D (Research and Development) dengan menggunakan model 4D.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fadhilah Nur Sa'diyah, Sitti Mania, dan Suharti, tahun 2020 tentang *"Pengembangan Instrumen Tes untuk Mengukur Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa"*. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan instrumen tes untuk mengukur kemampuan berpikir komputasi siswa pada pokok bahasan pola bilangan dan barisan di SMP Negeri 2 Sungguminasa yang memenuhi kriteria valid dan praktis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa instrumen tes untuk mengukur kemampuan berpikir komputasi pada materi pola bilangan dan barisan di SMP Negeri 2 Sungguminasa memenuhi kriteria kevalidan dan kepraktisan. Perbedaan penelitian

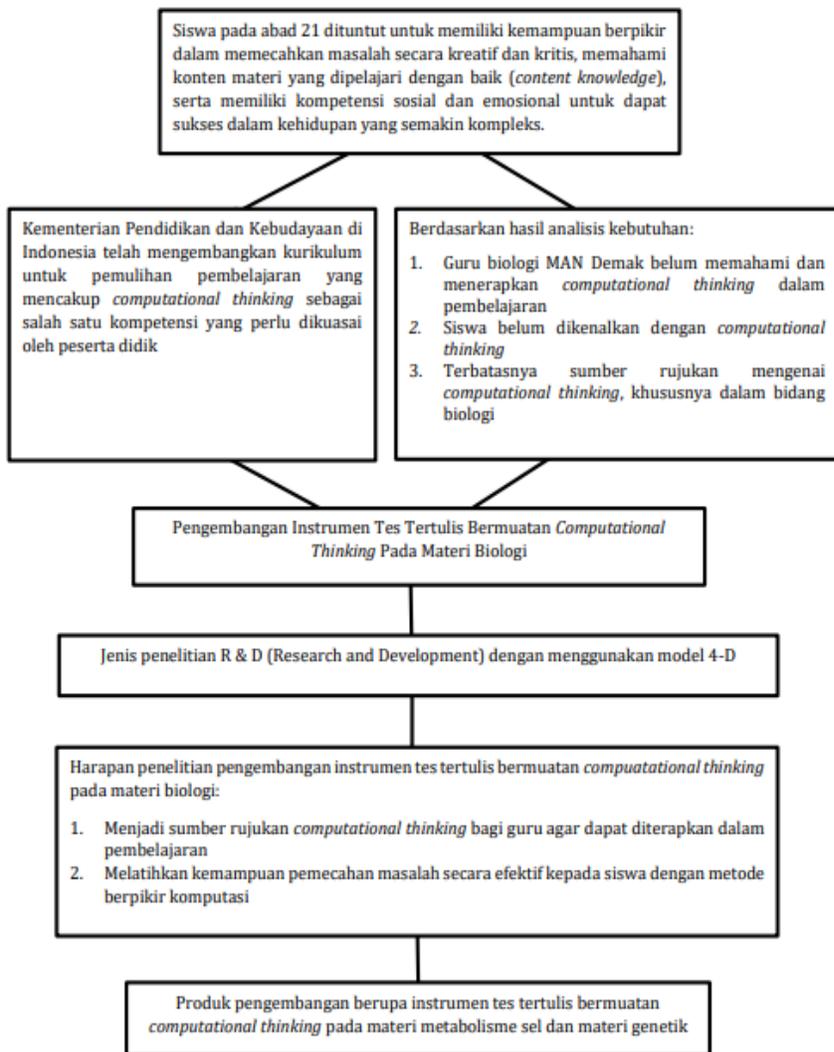
terletak pada muatan materi dan jenjang pendidikan subjek penelitian. Penelitian terdahulu menggunakan materi matematika untuk tingkat SMP, sedangkan penelitian ini menggunakan muatan materi biologi untuk tingkat SMA/ sederajat.

5. Penelitian yang dilakukan oleh Nurul Izatul, Yenita Roza, dan Maimunah (2022) tentang *“Computational Thinking Process of High School Students in Solving Sequences and Series Problems”*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa yang berkemampuan tinggi berada dalam kategori sangat baik pada indikator dekomposisi (87,5%) dan abstraksi (97,5%), kategori baik pada indikator berpikir algoritma (65%) dan kategori cukup pada indikator pengenalan pola (50%). Siswa berkemampuan sedang dalam kategori baik pada indikator abstraksi (62%), kategori cukup pada indikator dekomposisi (51,5%), kategori rendah pada indikator pengenalan pola (33,5%) dan berpikir algoritma (39%). Siswa berkemampuan rendah berada dalam kategori rendah untuk tiga indikator yaitu dekomposisi (38,3%), abstraksi (33,3%), berpikir algoritma (21,7%), dan kategori sangat rendah pada pengenalan pola (11,67%). Perbedaan dari penelitian ini terletak pada tempat penelitian dan mata pelajaran yang diujikan.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Jamaludin, Imam Muddakir, dan Sri Wahyuni (2022) tentang “Analisis Keterampilan Berpikir Komputasi Siswa SMP Berbasis Pondok Pesantren pada Pembelajaran IPA”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir komputasi siswa masih tergolong rendah dengan persentase 40% rendah, 27% sedang 33% siswa memiliki kemampuan baik. Perbedaan penelitian terletak pada kegiatan penelitian yang dilakukan. Pada penelitian dilakukan pengukuran tingkat kemampuan berpikir komputasi siswa, sedangkan penelitian yang akan dilakukan hanya mengembangkan soal dan menguji cobakan kelayakan soal yang telah dikembangkan tanpa ada pengukuran.

C. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir pada penelitian dengan judul “Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* pada Materi Biologi Semester 1 Kelas XII SMA/ sederajat” dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan

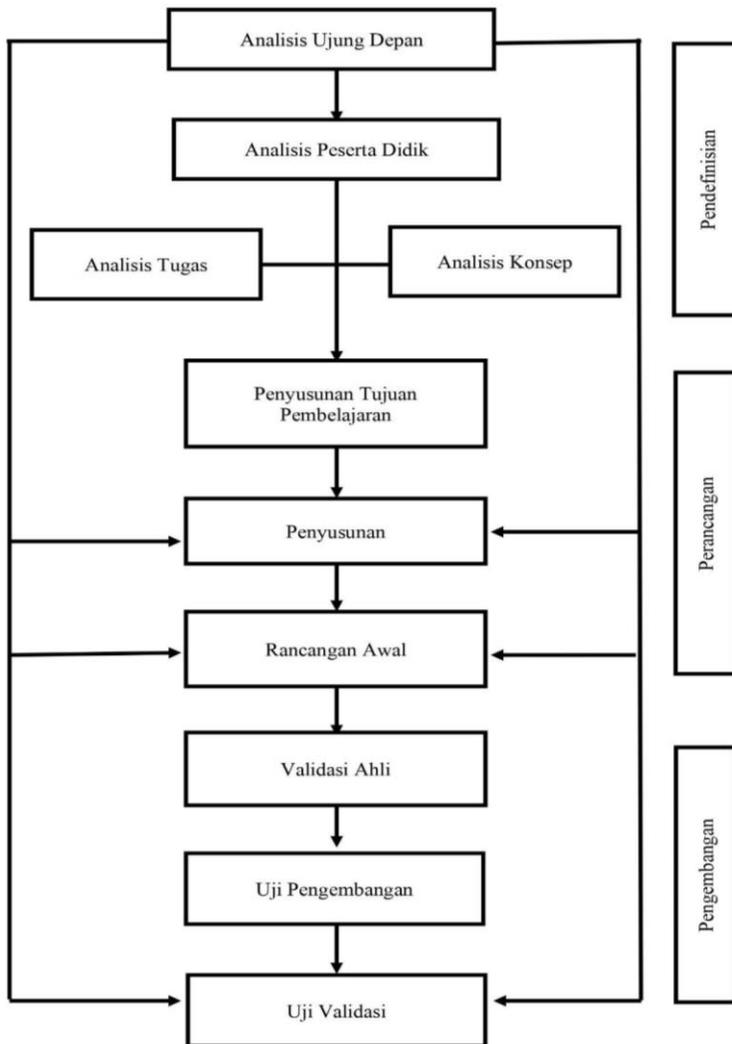
Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R & D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan atau memvalidasi produk-produk yang digunakan dalam pendidikan dan pembelajaran. Metode penelitian ini digunakan pada bidang ilmu alam dan teknik. Dilakukan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan dan untuk menguji keefektifan produk yang dihasilkan supaya dapat berfungsi di masyarakat luas, diperlukan penelitian untuk menguji keefektifan produk tersebut. Penelitian dan pengembangan bersifat *longitudinal* (bertahap dan bisa *multi-years*). Metode penelitian yang cocok untuk menguji dan menghasilkan produk adalah penelitian dan pengembangan (Neolaka, 2014).

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan untuk menghasilkan produk berupa instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester 1 kelas XII SMA/Sederajat. Model pengembangan ini mengikuti desain yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974) yaitu model pengembangan 4D (*four-D*). Penggunaan model pengembangan

4D dalam penelitian ini, tentunya dilandasi dengan tahapan pengembangan yang dibutuhkan dalam penelitian. Model pengembangan 4D terdiri atas 4 tahapan, yaitu; *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran) (Winaryati et al., 2021).

B. Prosedur Pengembangan

Prosedur pengembangan model 4D dimodifikasi menjadi 3D sebagai desain sistem pembelajaran sebagai berikut pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Modifikasi Model Pengembangan 4D menjadi 3D (Sundusiyah, 2022)

Prosedur pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester 1 kelas XII SMA/Sederajat dalam penelitian ini terdapat 4 tahapan, adapun penjelasan tahapannya sebagai berikut.

1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan pada penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4D adalah *define* (pendefinisian). Tujuan dari tahap pendefinisian adalah menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran diawali dengan analisis tujuan dari batasan materi yang dikembangkan perangkatnya. Tahap ini ini meliputi 5 langkah pokok, yaitu: (a) analisis ujung depan, (b) analisis karakteristik siswa, (c) analisis tugas, (d) analisis konsep, (e) perumusan tujuan pembelajaran (Khoiri, 2015). Berikut 5 tahapan kegiatan yang dilakukan pada studi pendahuluan atau tahap pendefinisian.

a. Analisis ujung depan (*Front-end Analysis*)

Tahapan awal penelitian dan pengembangan ini yaitu analisis ujung depan untuk mendefinisikan dan mengamati masalah dasar yang dihadapi siswa dalam pembelajaran biologi. Analisis ujung depan bertujuan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam pembelajaran biologi. Hasil dari analisis ujung depan ini menjadi suatu gambaran yang

memudahkan dalam menentukan proses pengembangan instrumen tes. Identifikasi masalah dilakukan melalui wawancara Guru Biologi MA Negeri Demak dan pengisian angket analisis kebutuhan oleh guru Biologi MA Negeri Demak. Wawancara dilakukan untuk mengetahui sistem pembelajaran yang telah diterapkan, penyusunan soal yang telah dilakukan, kurikulum yang diterapkan, karakteristik siswa saat pembelajaran dan pengetahuan siswa tentang *computational thinking*. Tujuannya untuk mengetahui manfaat produk yang dikembangkan oleh peneliti khususnya pada bidang pendidikan.

b. Analisis karakteristik Siswa (*Learner Analysis*)

Tahapan analisis karakteristik siswa merupakan kajian tentang karakteristik siswa yang sesuai dengan perancangan perangkat pembelajaran. Karakteristik siswa yang dimaksud adalah pengetahuan biologi dan kemampuan akademik. Begitupun penyusunan soal-soal yang digunakan sebagai latihan-latihan siswa untuk mengetahui tingkat pemahaman materi yang telah diajarkan, harus disesuaikan dengan kebutuhan siswa. Analisis ini dilakukan bertujuan untuk memahami karakteristik siswa.

c. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Analisis tugas dilakukan untuk menentukan materi yang digunakan pada bahan ajar. Tahap ini, dilakukan analisis standar kompetensi dan kompetensi dasar pada materi metabolisme sel dan materi genetik berdasarkan materi yang telah dipelajari oleh siswa. Penentuan materi dilakukan bertujuan agar siswa dapat menerima dan memahami materi tersebut.

d. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Tahap analisis konsep dilakukan analisis pada materi pokok, standar kompetensi, kompetensi dasar, serta indikator pencapaian dari materi biologi yang disisipkan dalam instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking*. Analisis terhadap empat hal ini penting karena untuk mengidentifikasi dan mengetahui secara pasti konsep pokok dari materi yang disisipkan dalam penyusunan soal-soal yang dikembangkan. Mengembangkan ide konten yang digunakan untuk memenuhi kompetensi dasar dan kriteria kompetensi adalah tujuan dari fase analisis.

e. Perumusan Tujuan (*Specifying Instructional Objectives*)

Tahap perumusan tujuan dilakukan untuk menentukan indikator pencapaian pembelajaran yang disesuaikan dengan analisis konsep dan analisis

kurikulum 2013 revisi 2018, agar sesuai dengan tujuan awal pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking*.

2. Pengembangan Prototipe

Model pengembangan prototipe pada penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan 4D sebagai berikut.

a. *Design* (perancangan)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang instrumen tes yang dikembangkan yaitu butir soal bermuatan *computational thinking*. Fokus utama pada tahap ini terbagi menjadi 4 jenis kegiatan yang dilakukan sebagai berikut.

- 1) Perancangan diawali dengan mengidentifikasi KI dan KD pada materi yang dijadikan bahan pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking*.
- 2) Penetapan indikator pembelajaran yang sesuai dengan kompetensi dasar KD 3.2 & 4.2 serta KD 3.3. & 4.3 pada materi metabolisme sel dan substansi materi genetik kelas XII SMA/Sederajat.
- 3) Penyusunan kisi-kisi soal dan membuat indikator soal bermuatan *computational thinking*, berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran

- 4) Pemilihan format, bertujuan untuk penentuan format perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

b. *Develop* (pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap merealisasikan apa yang telah disusun dalam tahap perancangan agar menjadi sebuah produk. Kisi-kisi instrumen tes tertulis yang telah dirancang pada tahap perancangan, pada tahap ini direalisasikan menjadi sebuah soal bermuatan *computational thinking* sesuai dengan indikator soal yang telah disusun. Selanjutnya dibentuk lembar tes dan dibuatkan rubrik penskoran sesuai jumlah soal yang telah disusun. Tahap pengembangan ini, penyusunan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi draft awal selesai dibuat. Tahapan selanjutnya memvalidasi produk dan menguji kelayakan produk.

1) Validasi produk

Validasi instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi bertujuan untuk menilai kelayakan dari rancangan produk. Validator ahli yang memvalidasi soal yang telah dikembangkan yaitu ahli yang memiliki pemahaman tentang materi biologi dan *computational thinking*. Uji validitas dilakukan

dengan menggunakan instrumen lembar validasi yang berisi kriteria penilaian tertentu berdasarkan aspek materi maupun muatan *computational thinking*. Selain memberikan penilaian, validator juga memberikan komentar dan masukan sebagai bahan perbaikan produk agar lebih baik. Produk yang sudah divalidasi oleh para ahli, selanjutnya dilakukan revisi sesuai dengan komentar dan masukan dari para ahli.

2) Revisi produk

Produk yang sudah divalidasi oleh para ahli, selanjutnya dilakukan perbaikan produk awal sesuai dengan komentar dan masukan dari para ahli. Setelah revisi produk dilakukan, dihasilkan produk akhir yang dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran.

3) Uji coba produk

Peneliti melakukan tahap uji coba produk menggunakan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi, setelah melalui tahap validasi ahli dan perbaikan produk. Uji coba produk yang dilakukan peneliti hanya menggunakan 1 kelas yaitu siswa kelas XII MIPA 1 MA Negeri Demak. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive*

sampling. Sampel yang dipilih yaitu kelas yang telah mempelajari materi metabolisme sel dan materi genetik, kelas unggulan karena soal yang diujikan termasuk ke dalam soal HOTS, dan atas rekomendasi guru biologi.

C. Subjek Penelitian

Subjek penelitian yang mendukung pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Ahli Materi Biologi dan *Computational Thinking*

Ahli materi biologi dan *computational thinking* yaitu pihak yang berkompeten dalam bidang biologi dan *computational thinking*. Ahli materi biologi dan *computational thinking* berperan dalam memvalidasi soal yang telah dikembangkan yang ditinjau dari aspek materi (kesesuaian dengan indikator *computational thinking*, indikator soal, kelogisan pilihan jawaban dari aspek materi biologi dan hanya terdapat satu kunci jawaban), aspek konstruksi soal (kejelasan, efektivitas, dan ketegasan dalam penyusunan soal), dan aspek bahasa (penggunaan bahasa sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia dan terbebas dari kalimat ambigu).

2. Guru Biologi MAN Demak

Guru biologi MAN Demak merupakan informan yang sangat membantu memberikan informasi-informasi penting

agar dapat terlaksananya penelitian ini. Guru biologi membantu dari tahap analisis kebutuhan awal, analisis karakter siswa hingga tahap uji coba produk.

3. Subjek Uji Coba

Subjek uji coba pada penelitian ini yaitu siswa kelas XII MIPA 1 MAN Demak dengan menggunakan satu kelas.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara, dokumentasi, angket dan lembar tes. Penjelasan macam-macam teknik pengumpulan data yang digunakan peneliti sebagai berikut.

1. Teknik Wawancara

Wawancara merupakan suatu cara untuk mengumpulkan data dan memperoleh informasi langsung dari sumbernya. Kegiatan wawancara pada penelitian ini, dilakukan pada saat analisis kebutuhan (pra-riset) dengan Guru Biologi di MAN Demak. Kegiatan wawancara bertujuan untuk mengetahui proses pembelajaran biologi, penggunaan bahan dan media ajar, penerapan metode dan model pembelajaran, evaluasi pembelajaran siswa, teknik penyusunan soal dan lain sebagainya. Hasil dari kegiatan wawancara digunakan peneliti untuk memutuskan solusi apa yang tepat untuk mengatasi permasalahan

pembelajaran yang terjadi di sekolah tersebut dan sebagai dasar alasan penelitian dilakukan oleh peneliti.

2. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dalam penelitian ini digunakan sebagai penunjang teknik wawancara. Dokumentasi yang dihasilkan berupa foto pada saat melakukan wawancara di MAN Demak dengan guru mata pelajaran Biologi dan pendokumentasian saat dilakukan uji coba produk. Data yang dihasilkan dari teknik dokumentasi selain photo yaitu berkas-berkas penting dari sekolah yang dibutuhkan dalam penelitian diantaranya; soal-soal materi metabolisme sel dan materi genetik yang pernah diberikan kepada siswa, dan nilai-nilai siswa kelas XII MIPA 1 MAN Demak.

3. Teknik Angket (Kuesioner)

Teknik pengumpulan data dengan penggunaan angket atau kuesioner dilakukan dengan cara menyajikan serangkaian pertanyaan atau pernyataan yang telah ditentukan untuk dijawab oleh responden. Angket/kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

- a) Lembar Validasi Produk, bertujuan untuk mengetahui penilaian validator, saran dan masukan terhadap instrumen tes tertulis pada pelajaran biologi yang dikembangkan, sehingga dapat dinyatakan valid/layak untuk digunakan.

- b) Angket guru, angket guru diberikan kepada guru pelajaran biologi di MA Negeri Demak. Angket guru disebar pada saat dilakukan analisis kebutuhan di MAN Demak. Penyebaran angket guru bertujuan untuk mengetahui sistem dan metode pembelajaran di MAN Demak, yang mana akan digunakan peneliti sebagai dasar penelitian.
- c) Angket Respon Siswa, kepraktisan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* diketahui dengan angket respon siswa. Angket respon siswa bertujuan untuk mengetahui respon siswa terhadap produk yang peneliti kembangkan.

4. Lembar Tes Tertulis

Lembar tes tertulis berisi soal-soal materi metabolisme sel dan materi genetik bermuatan *computational thinking* disusun untuk melatih kemampuan pemecahan masalah dengan menggunakan metode berpikir komputasional. Instrumen tes tertulis diberikan setelah siswa mendapatkan materi metabolisme sel dan materi genetik.

E. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kevalidan/kelayakan dari produk hasil pengembangan yaitu instrumen penilaian tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada pelajaran biologi. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah

analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif. Data kualitatif didapatkan dari hasil wawancara guru biologi, angket kebutuhan guru, dan validasi instrumen. Sedangkan data kuantitatif didapatkan dari skor hasil analisis kevalidan pakar, analisis kevalidan butir soal, analisis reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya pembeda. Teknik analisis data kuantitatif dijabarkan sebagai berikut:

1. Analisis Validasi Isi Instrumen Tes Tertulis

Analisa data kevalidan dilakukan berdasarkan hasil uji validasi soal oleh ahli muatan materi biologi dan *computational thinking*. Uji validasi ahli dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar validasi yang berisi kriteria penilaian yang sesuai dengan indikator menurut BSNP dan disusun dengan skala penilaian 1-4. Adapun tabel skala angketnya disajikan pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3. 1 Skala Angket Lembar Validasi

Kriteria Penilaian	Skor
Sangat Sesuai	4
Sesuai	3
Tidak Sesuai	2
Sangat Tidak Sesuai	1

Besarnya validitas instrumen tes tertulis dihitung menggunakan rumus validitas Aiken's V sebagai berikut (Azwar, 2017):

$$V = \frac{s}{[n(c-1)]}$$

Keterangan:

v = indeks validitas isi

s = $r - l_o$

l_o = skor penilaian terendah

C = skor penilaian tertinggi

r = skor dari validator

n = jumlah validator

Nilai V yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dengan kriteria validitas pada **Tabel 3.3** berikut:

Tabel 3.2 Kriteria Kevalidan Aiken's V

No.	Indeks	Kategori Kelayakan
1.	0,80 - 1,00	Sangat valid
2.	0,60 - 0,79	Valid
3.	0,40 - 0,59	Cukup valid
4.	0,20 - 0,39	Kurang valid
5.	<0,19	Sangat kurang valid

(Utari et al., 2020).

2. Analisis Uji Coba Produk oleh Siswa

Uji coba produk dilakukan oleh kelas XII MIPA 1 MAN Demak dengan menggunakan satu kelas. Pada uji coba ini siswa diminta untuk mengerjakan soal berupa pilihan ganda dan *essay*. Skor yang diperoleh oleh siswa dianalisis untuk

mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda.

a. Validitas empiris

Validitas empiris merupakan kevalidan butir soal didasarkan pada hasil uji coba atau hasil analisis yang diperoleh atas dasar pengamatan lapangan. Suatu butir instrumen akan memiliki validitas yang baik, jika skor pada butir tersebut ikut berkontribusi terhadap skor total hasil pengukuran (Bulkani, 2021). Rumus yang digunakan untuk menguji validitas empiris adalah rumus korelasi product moment sebagaimana ditulis oleh Glass & Hopkins (1984) sebagai berikut (Bulkani, 2021).

$$r = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\}\{N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r : koefisien butir yang diuji terhadap skor total

N: skor butir instrumen yang di uji validitasnya

X : skor total dari keseluruhan butir instrumen

Y : jumlah peserta tes

Butir instrumen dikatakan valid apabila r hitung > r tabel pada taraf signifikansi dan derajat bebas tertentu. Jika diperoleh r hitung ≤ r tabel, maka butir soal tersebut dianggap tidak valid (Bulkani, 2021).

b. Reliabilitas

Reliabilitas instrumen tes mengacu pada kestabilan atau ketetapan hasil tes yang dihasilkan. Jika hasil tes tidak berubah-ubah atau tetap konsisten dari waktu ke waktu, maka instrumen tes tersebut dapat dikatakan reliabel. Salah satu teknik yang digunakan untuk menguji reliabilitas instrumen tes adalah menggunakan *Alpha Cronbach*, sebagai berikut rumus yang dapat digunakan uji reliabilitas soal (Ananda & Fadhli, 2018):

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = reliabilitas tes secara keseluruhan

k = banyaknya butir soal

1 = bilangan konstan

$\sum S_i^2$ = jumlah varians skor dari tiap butir soal

Nilai *cronbach's alpha* dapat diinterpretasikan dengan kriteria reliabilitas yang biasanya digunakan sebagai berikut (Bulkani, 2021):

Tabel 3.3 Kriteria Reliabilitas Butir Soal

No.	Koefisien Reliabilitas	Penafsiran
1.	< 0,200	Derajat reliabilitas sangat rendah
2.	0,200 – 0,399	Derajat reliabilitas rendah

3.	0,400 – 0,599	Derajat reliabilitas sedang
4.	0,60 – 0,799	Derajat reliabilitas tinggi
5.	0,800 – 1,000	Derajat reliabilitas sangat tinggi

c. Tingkat Kesukaran

Asumsi yang digunakan untuk mendapatkan kualitas soal yang baik, selain memenuhi validitas dan reliabilitas, adalah dengan mencapai keseimbangan dalam tingkat kesukaran soal. Keseimbangan yang dimaksud mencakup adanya variasi soal yang mencakup tingkat kesulitan yang mudah, sedang, dan sulit secara proporsional. Evaluasi tingkat kesulitan soal didasarkan pada kemampuan siswa dalam menjawab, bukan dari perspektif guru sebagai pembuat soal. Penentuan proporsi dan kriteria soal yang termasuk dalam kategori mudah, sedang, dan sukar merupakan hal penting dalam melakukan analisis tingkat kesukaran soal (Yadnyawati, 2019).

Penentuan tingkat kesukaran soal pilihan ganda dapat dilakukan dengan cara menggunakan rumus sebagai berikut (Yadnyawati, 2019):

$$I = \frac{B}{N}$$

Keterangan:

I = indeks kesulitan untuk setiap butir soal

B = banyaknya siswa yang menjawab benar setiap butir soal

N = banyaknya siswa yang memberikan jawaban pada soal yang dimaksudkan

Ketercapaian uji tingkat kesukaran butir soal yaitu semakin besar indeks yang dicapai, maka semakin mudah tingkat kesukaran soal tersebut. Sebaliknya, semakin kecil indeks yang dicapai, maka semakin sulit soal tersebut. Kriteria indeks kesukaran soal yaitu sebagai berikut (Yadnyawati, 2019):

Tabel 3.4 Kriteria Indeks Kesukaran Butir Soal

No.	Indeks Kesukaran	Kriteria
1.	0,00 - 0,30	Soal sukar
2.	0,31 - 0,70	Soal sedang
3.	0,71 - 1,00	Soal mudah

d. Daya Beda

Analisis daya beda soal untuk mengetahui kemampuan butir-butir soal dalam membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah. Jika soal diberikan kepada siswa yang berkemampuan tinggi (memahami materi), hasilnya menunjukkan prestasi yang tinggi, sementara jika diberikan kepada siswa yang berkemampuan rendah (tidak memahami materi),

hasilnya rendah, maka tes tersebut dianggap memiliki daya pembeda yang baik. Sebaliknya, tes dikatakan tidak memiliki daya pembeda jika hasilnya tidak mampu membedakan antara siswa berkemampuan tinggi dan siswa berkemampuan rendah. Misalnya, jika tes tersebut menghasilkan skor rendah pada siswa berkemampuan tinggi dan skor yang lebih tinggi pada siswa berkemampuan rendah, atau jika hasilnya sama untuk kedua kategori siswa tersebut. Tes yang tidak memiliki daya pembeda, tidak akan memberikan gambaran yang sesuai dengan kemampuan sebenarnya dari siswa. Penting untuk menjaga daya pembeda dalam pengembangan instrumen tes, agar dapat memberikan informasi yang akurat tentang kemampuan siswa (Yadnyawati, 2019).

Penentuan daya beda butir soal dapat dilakukan dengan cara menggunakan rumus sebagai berikut (Yadnyawati, 2019):

$$DB = SR - ST$$

Keterangan:

DB = Indeks daya beda

SR = Proporsi siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan rendah

ST = Proporsi siswa yang menjawab benar pada kelompok siswa yang mempunyai kemampuan tinggi

Kriteria indeks pada uji daya beda soal, semakin besar daya beda yang dimiliki soal, maka semakin baik soal tersebut, dan semakin kecil angka daya pembeda soal, maka soal tersebut semakin tidak memiliki daya pembeda. Berikut kriteria daya pembeda (Sudjono, 2013).

Tabel 3.5 Kriteria Indeks Daya Pembeda Butir Soal

No.	IDP	Interpretasi
1.	Tanda negative	Tidak ada daya pembeda
2.	$0,00 \leq D < 0,20$	Lemah
3.	$0,21 \leq D < 0,40$	Cukup
4.	$0,41 \leq D < 0,70$	Baik
5.	$0,71 \leq D \leq 1,00$	Sangat Baik

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Hasil Pengembangan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan sebuah produk pengembangan berupa instrumen tes bermuatan *computational thinking*. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan 4-D (*four-D*), terdiri atas 4 (empat) tahapan yaitu tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Penelitian ini dilakukan hanya sampai tahap *develop* (pengembangan). Berikut penjelasan tahapan pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi (materi metabolisme sel dan materi genetik).

1. Tahap Define (pendefinisian)

Tahap pendefinisian diawali dengan melakukan studi pendahuluan di MA Negeri Demak. Studi pendahuluan dilakukan bertujuan untuk menemukan permasalahan dasar yang terjadi pada pembelajaran biologi dan analisis kebutuhan siswa. Berikut 5 (lima) tahapan kegiatan yang dilakukan pada tahap studi pendahuluan atau tahap pendefinisian.

a. Analisis Ujung Depan (*Front-end Analysis*)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu melakukan penyebaran angket analisis kebutuhan kepada

guru biologi MAN Demak dan dilakukan kegiatan wawancara dengan guru biologi MAN Demak. Kegiatan wawancara dengan guru biologi menghasilkan sebuah informasi mengenai pengetahuan guru biologi tentang metode berpikir komputasional, kurikulum yang diterapkan, dan instrumen tes yang biasa diberikan kepada siswa. Hasil wawancara didapatkan informasi bahwa guru biologi MAN Demak belum mengetahui tentang metode berpikir komputasional dan ada juga yang sekedar mengetahui tentang metode berpikir komputasional. Namun, seluruh guru biologi MAN Demak belum pernah menerapkan dan mengenalkan metode berpikir komputasional kepada siswa dalam pembelajaran. Kurikulum yang digunakan di kelas XII MAN Demak masih menggunakan kurikulum 2013 revisi 2018. Instrumen tes yang diberikan kepada siswa biasanya diambil dari LKS atau buku teks, dan terkadang membuat instrumen tes sendiri namun bentuk butir soalnya masih sederhana dan tidak terlalu rumit. Informasi yang didapatkan dari kegiatan ini menghasilkan permasalahan dan kebutuhan yang menunjang penelitian pengembangan ini dilakukan. Hasil angket analisis kebutuhan kepada guru biologi dapat dilihat pada **lampiran 2**.

b. Analisis Karakteristik Siswa (*Learner Analysis*)

Hasil dari observasi awal, siswa belum pernah dikenalkan dengan metode berpikir komputasional. Siswa telah mempelajari materi metabolisme sel dan materi genetik. Pembelajaran biasanya dilakukan dengan metode ceramah, sesekali ditayangkan video, diskusi kelompok dan ada juga materi yang dipraktikumkan. Siswa merasa belajar biologi tidak terlalu menyenangkan karena harus banyak membaca. Evaluasi pembelajaran biasanya dilakukan dengan ulangan harian, namun tidak semua materi dilakukan ulangan harian dan mengisi soal-soal yang terdapat pada LKS atau buku teks. Evaluasi pembelajaran biasanya dilakukan dengan tes tertulis, menggunakan quiziz atau terkadang dilakukan tes lisan juga agar siswa belajar dengan sungguh-sungguh. Butir soal yang diberikan kepada siswa sesuai dengan materi yang telah dipelajari, dan butir soal yang diberikan kepada siswa tidak terlalu sulit serta jawabannya pun tidak terlalu mengecoh.

c. Analisis Tugas (*Task Analysis*)

Kegiatan yang telah dilakukan pada analisis tugas yaitu mengidentifikasi dan menentukan materi yang akan digunakan dalam pengembangan instrumen tes. Materi yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini, materi biologi yang telah dipelajari oleh siswa. Materi yang

digunakan dalam pengembangan instrumen tes bermuatan *computational thinking* adalah materi metabolisme sel (KD. 3.2 & KD 4.2) dan materi genetik (KD. 3.3 & KD 3.4) semester 1 kelas XII MIPA.

d. Analisis Konsep (*Concept Analysis*)

Analisis konsep berisi tentang tahapan dalam penentuan konsep materi yang akan digunakan dalam pengembangan instrumen tes. Kegiatan yang dilakukan pada analisis konsep yaitu mengkaji kompetensi dasar (KD) sesuai kurikulum 2013 revisi 2018 yang digunakan oleh kelas XII MAN Demak. Berikut perumusan IPK dari KD 3.2 dan 3.3 pelajaran biologi kelas XII MIPA semester 1 dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Analisis KD dan Perumusan IPK

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
KD Pengetahuan				
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Dimensi Pengetahuan: Konseptual Tingkat Proses Berpikir: Menjelaskan (C2)	Proses Berpikir dan Dimensi Pengetahuan: Mengidentifikasi (C2 = Konseptual) = Menjelaskan (C2 = Konseptual)	Metabolisme Sel: Enzim <ul style="list-style-type: none"> • Komponen enzim • Sifat enzim • Cara kerja enzim Katabolisme Karbohidrat <ul style="list-style-type: none"> • Respirasi aerob • Respirasi anaerob 	IPK Penunjang 3.2.1 Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme 3.2.2 Menjelaskan konsep katabolisme karbohidrat 3.2.3 Menjelaskan

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
			<p>Anabolisme</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fotosintesis ● Kemosintesis 	<p>konsep anabolisme</p> <p>3.2.4 Menjelaskan perbedaan katabolisme dan anabolisme</p> <p>IPK Kunci</p> <p>3.2.5 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup</p> <p>3.2.6 Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya</p> <p>3.2.7 Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya</p>

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
KD Keterampilan				
4.2	Tingkat	Langkah Proses		IPK Penunjang
Menyusun laporan hasil percobaan tentang mekanisme kerja enzim, fotosintesis, dan respirasi anaerob	Proses Keterampilan: Menyusun (P6)	Keterampilan: Melakukan (P2) Menyusun (P6)		4.2.1 Melakukan percobaan mekanisme kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob
				IPK Kunci
				4.2.2 Menyusun laporan hasil percobaan cara kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob
				IPK Pengayaan
				4.2.3 Memaparkan secara lisan laporan hasil percobaan cara kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
KD Pengetahuan				
3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	Dimensi Pengetahuan: Prosedural Tingkat Proses Berpikir: Menganalisis (C4)	Proses Berpikir dan Dimensi Pengetahuan: Menjelaskan (C2 = Konseptual) Mengidentifikasi (C2 = Konseptual) Menganalisis (C4 = Prosedural)	Materi Genetik <ul style="list-style-type: none"> • Gen, DNA, Kromosom • Sintesis protein dan pembentukan sifat makhluk hidup 	IPK Penunjang 3.3.1 Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan komponen dari gen, kromosom serta DNA 3.3.2 Menjelaskan tentang replikasi DNA 3.3.3 Menjelaskan kerja enzim RNA Polimerase pada proses replikasi. 3.3.4 Menjelaskan tahapan sintesis protein 3.3.5 Menentukan rantai asam amino (protein) yang terbentuk sebagai hasil ekspresi gen 3.3.6 Menentukan

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
				<p>urutan basa nitrogen penyusun DNA maupun RNA yang terlibat pada pembentukan suatu protein</p>
				<p>IPK Kunci 3.3.7 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup</p> <p>3.3.8 Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)</p>
KD Keterampilan				
4.3 Merumuskan urutan proses	Tingkat Kompetensi Proses Keterampilan:	Langkah Proses Keterampilan:		<p>IPK Penunjang 4.3.1 Mensimulasika</p>

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA-Protein)	Merumuskan (P5)	n (P3) Merumuskan (P5) Menyajikan (P5)		<p>n susunan nukleotida menjadi untaian DNA dalam Gen</p> <p>4.3.2 Mensimulasikan proses replikasi, transkripsi, dan translasi dalam sintesis protein</p> <p>IPK Kunci 4.3.3 Merumuskan urutan proses sintesis protein serta peran DNA, gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat dengan teliti dan tekun secara berkelompok</p> <p>4.3.5 Menyajikan hasil perumusan urutan proses sintesis protein serta peran DNA,</p>

KD	Tingkat Kompetensi KD	Proses Berpikir dan Keterampilan	Materi dan Sub Materi	IPK
				<p>gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat dalam bentuk karya tulis ilmiah secara berkelompok</p> <p>IPK Pengayaan 4.3.6 Memaparkan secara lisan hasil perumusan urutan proses sintesis protein serta peran DNA, gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat secara berkelompok</p>

Tabel 4.1 menyajikan tentang hasil analisis KD pengetahuan 3.2 & KD keterampilan 4.2 dan KD pengetahuan 3.3 & 4.3 KD keterampilan serta perumusan IPK (indeks pencapaian kompetensi). Indikator pencapaian kompetensi merupakan perilaku yang dapat diobservasi untuk menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar tertentu yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran. Selaras dengan penelitian Anisha Yuniar Pratiwi, dkk. bahwa indikator pencapaian kompetensi merupakan penanda ketercapaian suatu kompetensi dasar yang ditandai oleh perubahan perilaku yang dapat diobservasi (Pratiwi et al., 2022). IPK dikategorikan menjadi tiga bagian yaitu indikator penunjang (indikator yang membantu siswa memahami indikator kunci), indikator kunci (indikator yang memenuhi kriteria urgensi, keterkaitan, relevansi, keterpakaian, serta indikator yang memiliki sasaran untuk mengukur ketercapaian standar minimal dari KD), dan IPK penunjang (indikator yang memiliki tuntutan kompetensi yang melebihi dari tuntutan kompetensi standar minimal KD) (Ariyana et al., 2018).

e. Perumusan Tujuan (*Specifying Instructional Objectives*)

Kegiatan yang dilakukan pada perumusan tujuan yaitu merumuskan tujuan pembelajaran sesuai dengan

KD yang digunakan dalam penelitian pengembangan. Berikut tujuan pembelajaran materi metabolisme sel dan materi genetik yang menunjang pengembangan instrumen tes bermuatan *computational thinking* dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tujuan Pembelajaran

KD	Tujuan Pembelajaran
3.2 & 4.2 Materi Metabolisme Sel Setelah mempelajari bab Metabolisme sel diharapkan siswa dapat.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme 2. Menjelaskan konsep katabolisme karbohidrat 3. Menjelaskan konsep anabolisme 4. Menjelaskan perbedaan katabolisme dan anabolisme 5. Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup 6. Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya 7. Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya 8. Melakukan percobaan mekanisme kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob 9. Menyusun laporan hasil percobaan cara kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob 10. Memaparkan secara lisan laporan hasil percobaan cara kerja enzim, fotosintesis (percobaan ingenhousz) dan respirasi anaerob
3.3 & 4.3 Substansi Materi Genetik Setelah mempelajari bab Substansi Materi Genetik diharapkan siswa dapat.	

KD	Tujuan Pembelajaran
1.	Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan komponen dari gen, kromosom serta DNA
2.	Menjelaskan tentang replikasi DNA
3.	Menjelaskan kerja enzim RNA Polimerase pada proses replikasi.
4.	Menjelaskan tahapan sintesis protein
5.	Menentukan rantai asam amino (protein) yang terbentuk sebagai hasil ekspresi gen
6.	Menentukan urutan basa nitrogen penyusun DNA maupun RNA yang terlibat pada pembentukan suatu protein
7.	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup
8.	Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)
9.	Mensimulasikan susunan nukleotida menjadi untaian DNA dalam Gen
10.	Mensimulasikan proses replikasi, transkripsi, dan translasi dalam sintesis protein
11.	Merumuskan urutan proses sintesis protein serta peran DNA, gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat dengan teliti dan tekun secara berkelompok
12.	Menyajikan hasil perumusan urutan proses sintesis protein serta peran DNA, gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat dalam bentuk karya tulis ilmiah secara berkelompok
13.	Memaparkan secara lisan hasil perumusan urutan proses sintesis protein serta peran DNA, gen dan kromosom dalam proses pewarisan sifat secara berkelompok

2. Tahap Design (perancangan)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap perancangan yaitu merancang pengembangan instrumen tes bermuatan *computational thinking*. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada tahap ini sebagai berikut.

- a. Perancangan diawali dengan mengidentifikasi KD 3.2 & 4.2 (materi metabolisme sel) dan KD 3.3 & 4.3 (substansi materi genetik), dilanjutkan dengan perumusan IPK dapat dilihat pada **Tabel 4.2**. Selanjutnya, dilakukan penyusunan kisi-kisi instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi dapat dilihat pada **gambar 4.1** kisi-kisi pertama sebelum produk divalidasi, gambar 4.2 kisi-kisi revisi 1 setelah produk divalidasi oleh ahli, dan gambar 4.3 kisi-kisi final setelah produk divalidasi oleh ahli sebagai berikut.

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Menjelaskan konsep katabolisme karbohidrat	Disajikan teks metabolisme sel, siswa dapat menentukan pernyataan tentang contoh peristiwa katabolisme secara tepat	C3	1
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob fermentasi	Disajikan teks katabolisme, siswa dapat menganalisis tiga hasil penting dari peristiwa glikolisis pada proses respirasi secara tepat	C4	5
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis	Disajikan gambar kloroplas, siswa dapat menganalisis tempat berlangsungnya proses fotosintesis dan fiksasi CO ₂ pada bagian gambar yang ditunjuk secara tepat	C4	9
	Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang	Menjelaskan konsep anabolisme	Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan	C3	2	

Gambar 4.1 Kisi-kisi Produk Awal Sebelum Revisi

Kisi-kisi produk awal masih memiliki level kognitif LOTS yaitu C3, sehingga terlalu mudah untuk butir soal bermuatan *computational thinking*. Butir soal bermuatan *computational thinking* termasuk kedalam soal yang memiliki level kognitif HOTS. Berpikir komputasional termasuk kedalam jenis *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) yang membantu siswa dalam memecahkan masalah dan meningkatkan prestasi siswa (Supiarmo et al., 2021).

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan teks metabolisme sel: enzim, siswa dapat menganalisis contoh peristiwa yang sesuai dengan salah satu sifat enzim	C4	1	PG
				Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan tabel hasil percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel hasil percobaan	C4	2	PG
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis	Disajikan pernyataan, siswa dapat menganalisis peristiwa pada pernyataan dengan menentukan proses metabolisme sel yang terjadi secara tepat	C4	4	PG

Gambar 4.2 Kisi-kisi Revisi 1 Setelah Produk Divalidasi oleh Ahli

Kisi-kisi revisi 1 diatas merupakan hasil perbaikan kisi-kisi produk awal. Namun, kisi-kisi diatas juga mengalami perbaikan kembali karena dalam penyusunan butir soal bermuatan *computational thinking* masih terdapat kekeliruan dalam menyisipkan indikator CT.

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan pernyataan aktivitas enzim lipase, siswa dapat menganalisis sifat enzim yang tergambar dari pernyataan tersebut secara tepat	C4	1	PG
				Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan tabel hasil percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel hasil percobaan	C4	2	PG
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan pernyataan tentang fotosintesis, siswa dapat menganalisis reaksi yang sesuai dengan pernyataan secara tepat	C4	4	PG

Gambar 4.3 Kisi-kisi Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking Final* Setelah Revisi 2

Kisi-kisi instrumen tes tertulis bermuatan computational thinking pada gambar 4.3 merupakan kisi-kisi final setelah dilakukan perbaikan sesuai dengan perbaikan produk hasil validasi oleh ahli. Kisi-kisi instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 3**.

- b. Rancangan penyusunan format dilakukan bertujuan untuk menentukan konten-konten yang akan dimuat pada instrumen tes tertulis yang dikembangkan. Beberapa konten tersebut meliputi: instrumen tes yang dikembangkan pada materi metabolisme sel dan substansi genetik, butir soal bermuatan indikator CT (dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan

algoritma), butir soal bermuatan *computational thinking* dikemas dalam bentuk lembar tes dan kunci jawaban soal.

3. Tahap Develop (pengembangan)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pengembangan yaitu dilakukan pembuatan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi sesuai dengan yang telah dilakukan pada tahap perancangan. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini sebagai berikut.

a. Pengembangan Produk Awal

Kegiatan pengembangan produk awal, dilakukan pembuatan butir soal bermuatan *computational thinking* sesuai dengan kisi-kisi dan indikator soal yang telah disusun pada tahap perancangan. Butir soal yang dikembangkan terdiri atas 20 soal pilihan ganda sebelum divalidasi oleh ahli. Butir soal yang telah dikembangkan bermuatan indikator CT dekomposisi dapat dilihat pada gambar 4.4, butir soal bermuatan indikator CT pengenalan pola dapat dilihat pada gambar 4.5, butir soal bermuatan indikator CT abstraksi dapat dilihat pada gambar 4.6, dan butir soal bermuatan indikator CT algoritma dapat dilihat pada gambar 4.7 sebagai berikut.

KARTU SOAL PILIHAN GANDA	
<p style="text-align: center;">IDENTITAS</p>	
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	
KD	NOMOR SOAL
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	1
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	KUNCI JAWABAN
Dekomposisi	A
INDIKATOR SOAL	
Disajikan teks metabolisme sel, siswa dapat menentukan pernyataan tentang contoh peristiwa katabolisme secara tepat	
SARAN PERBAIKAN	
<p style="text-align: center;">BUTIR SOAL</p>	
Berdasarkan teks metabolisme sel, metabolisme terdapat dua macam yaitu katabolisme dan anabolisme. Tentukan pernyataan yang tepat mengenai katabolisme! A. Enzim ptialin pada air liur memecah karbohidrat menjadi glukosa yang lebih kecil dan sederhana. B. Proses pembentukan energi pada proses fotosintesis C. Pembentukan dan pertumbuhan tulang serta peningkatan massa otot D. Sintesis atau pembuatan protein berlangsung didalam ribosom E. Sintesis lemak dari karbohidrat dan protein	

Gambar 4.4 Butir Soal Bermuatan Indikator CT Dekomposisi

KARTU SOAL PILIHAN GANDA	
<p style="text-align: center;">IDENTITAS</p>	
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	
KD	NOMOR SOAL
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	2
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	KUNCI JAWABAN
Pengenalan Pola	C
INDIKATOR SOAL	
Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan proses metabolisme sel yang terjadi secara tepat	
SARAN PERBAIKAN	
<p style="text-align: center;">BUTIR SOAL</p>	
Berdasarkan teks metabolisme sel, terdapat sebuah peristiwa tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa. Identifikasilah proses metabolisme sel yang terjadi! A. Katabolisme B. Dekomposisi C. Anabolisme D. Disimilasi E. Respirasi Anaerob	

Gambar 4.5 Butir Soal Bermuatan Indikator CT Pengenalan Pola

KARTU SOAL PILIHAN GANDA																																												
IDENTITAS		BUTIR SOAL																																										
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA		Berdasarkan teks metabolisme sel, suhu dan pH dapat mempengaruhi kerja enzim. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.																																										
KD	NOMOR SOAL	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Enzim katalase + H₂O₂</th> <th colspan="3">Percobaan I</th> <th colspan="3">Percobaan II</th> </tr> <tr> <th>Suhu</th> <th>Gelembung</th> <th>Nyala Api</th> <th>pH</th> <th>Gelembung</th> <th>Nyala Api</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>80°C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>37°C</td> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>7</td> <td>+++</td> <td>+++</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7°C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>14</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35°C</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>8</td> <td>++</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II			Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api	1	80°C	-	-	4	-	-	2	37°C	+++	+++	7	+++	+++	3	7°C	-	-	14	-	-	4	35°C	+	+	8	++	-
Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I				Percobaan II																																							
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api																																						
1	80°C	-	-	4	-	-																																						
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++																																						
3	7°C	-	-	14	-	-																																						
4	35°C	+	+	8	++	-																																						
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	3																																											
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	KUNCI JAWABAN																																											
Abstraksi	D																																											
INDIKATOR SOAL		<p>Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!</p> <p>A. Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah</p> <p>B. Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa</p> <p>C. Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi</p> <p>D. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral</p> <p>E. Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan</p>																																										
Disajikan tabel percobaan enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel percobaan enzim katalase secara tepat																																												
SARAN PERBAIKAN																																												

Gambar 4.6 Butir Soal Bermuatan Indikator CT Abstraksi

KARTU SOAL PILIHAN GANDA			
IDENTITAS		BUTIR SOAL	
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA		Berdasarkan pada teks metabolisme sel, laju metabolisme sel dipengaruhi oleh enzim. Perhatikan pernyataan-pernyataan dibawah ini!	
KD	NOMOR SOAL	<ol style="list-style-type: none"> Enzim bekerja secara spesifik Enzim mengubah produk akhir yang dibentuk Enzim merupakan protein Enzim diperlukan dalam jumlah banyak Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit Enzim bekerja searah tidak secara bolak-balik 	
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	4	Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas, tentukan pernyataan yang tepat terkait sifat-sifat enzim!	
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	KUNCI JAWABAN	<ol style="list-style-type: none"> 1, 2, dan 3 4, 5, dan 6 2, 4, dan 6 1, 3, dan 4 1, 3, dan 5 	
Algoritma	E		
INDIKATOR SOAL			
Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan sifat-sifat enzim secara tepat			
SARAN PERBAIKAN			

Gambar 4.7 Butir Soal Bermuatan Indikator CT Algoritma

Instrumen tes bermuatan *computational thinking* pada materi biologi terdiri atas 20 pilihan ganda yaitu 5 butir soal bermuatan indikator CT dekomposisi, 5 butir soal bermuatan indikator CT pengenalan pola, 5 butir soal bermuatan indikator CT abstraksi, dan 5 butir bermuatan indikator CT algoritma. Instrumen tes bermuatan *computational thinking* atau produk awal sebelum divalidasi oleh ahli secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 5**.

b. Validasi Produk

Validasi produk dilakukan oleh tim ahli yang berkompeten dalam bidang biologi dan *computational thinking*. Validator instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada penelitian dan pengembangan ini adalah 3 dosen biologi UIN Walisongo Semarang. Penilaian kualitas produk pengembangan yang dilakukan oleh validator ahli menggunakan instrumen penilaian yaitu lembar validasi yang berisi aspek materi, aspek konstruksi soal dan aspek bahasa. Lembar validasi dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Aspek-aspek Lembar Validasi

Aspek Penilaian	
Aspek Materi	
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal
3	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban
Aspek Konstruksi Soal	
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban
7	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi
8	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda
Aspek Bahasa	
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu

Skor skala penilaian pada validasi produk yaitu rentang 1-4 (1; tidak setuju, 2; kurang setuju, 3; setuju dan 4; sangat setuju). Form atau lembar penilaian validasi ahli dapat dilihat pada **lampiran 4**. Produk pengembangan atau instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada tahap validasi ahli selain diberi nilai, diberi juga komentar dan masukan oleh ahli untuk bahan perbaikan produk. Saran dan komentar dari validator dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Saran Perbaikan Produk

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
Dwime Ayudewandari Pranatami, M.Sc.	Kisi-kisi tes	Kisi-kisi diperbaiki sesuai dengan soal yang harus diperbaiki yaitu disisipkan tabel penerjemahan kodon menjadi asam amino
	Butir Soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teks metabolisme, tambahkan informasi mengenai sifat enzim sebagai biokatalisator 2. Butir soal nomor 1, typo pada kata peristiwa 3. Butir soal nomor 1, opsi jawaban baiknya menggambarkan sifat enzim yang lain, misal; menurunkan energi aktivasi, bekerja bolak-balik 4. Butir soal nomor 2, tabel percobaan enzim katalase diurutkan sesuai suhu/pH dari yang terkecil ke terbesar atau sebaliknya 5. Butir soal nomor 6 & 7, lengkapi bagian akhir gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis yaitu $ADP + Pi \rightarrow ATP$ 6. Butir soal nomor 13, lebih baik lagi jika gambarnya menerangkan pasangan ikatan hidrogen 7. Butir soal nomor 17, nampaknya sulit untuk

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
		<p>anak SMA menghafal asam amino hasil translasi kecuali ditambahkan tabel perubahannya</p> <p>8. Butir soal nomor 19, point A nampaknya perlu ditambahkan tabel kodon menjadi asam amino karena biasanya anak SMA tidak menghafal semua asam amino</p>
	Kunci jawaban	Kunci jawaban diperbaiki sesuai dengan soal yang harus diperbaiki
	Kisi-kisi tes	-
Eko Purnomo, M.si.	Butir soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Butir soal nomor 6, redaksi pertanyaan gambar di atas perbaiki dengan tersebut 2. Butir soal nomor 7, redaksi pertanyaan gambar di atas perbaiki dengan tersebut. Pada butir soal ini juga perlu ditambahkan kata pembeda dengan pertanyaan nomor 6 3. Butir soal nomor 11, redaksi pertanyaan gambar di atas perbaiki dengan tersebut 4. Butir soal nomor 13, redaksi pertanyaan ditambahkan pada gambar berikut 5. Butir soal nomor 15,

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
Arifah Purnamaningrum, M.Sc.		ditambahkan kata sintesis protein
	Kunci jawaban	Kunci jawaban diperbaiki sesuai dengan soal yang harus diperbaiki
	Kisi-kisi tes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diperhatikan lagi level kognitif untuk soal bermuatan <i>computational thinking</i> 2. Perbaiki kembali kisi-kisi karena terdapat perubahan pada soal
	Butir soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisi total 2. Perhatikan kembali penerapan indikator CT dalam seluruh soal baik indikator dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma
	Kunci jawaban	<ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat kekeliruan di kunci jawaban tentang DNA sense atau antisense pada butir soal no. 16 2. Kunci jawaban revisi total karena banyak butir soal yang harus direvisi
	Kisi-kisi tes	<ol style="list-style-type: none"> 1. Butir soal nomor 4, belum sesuai dengan level kognitif C4 2. Kisi-kisi diperbaiki kembali sesuai dengan soal karena masih terdapat beberapa soal yang perlu diperbaiki
	Butir soal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teks metabolisme,

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
		<p>sebaiknya teks ini tidak perlu disertakan, karena isi teks tidak berpengaruh terhadap materi soal. Ada tidaknya teks, siswa dapat mengerjakan soal</p> <p>2. Identitas diganti SMA/Sederajat</p> <p>3. Butir soal nomor 1, perhatikan kembali penerapan indikator dekomposisi</p> <p>4. Butir soal nomor 2, redaksi disesuaikan karena teks metabolisme dihapuskan</p> <p>5. Butir soal nomor 3, redaksi disesuaikan karena teks metabolisme dihapuskan</p> <p>6. Butir soal nomor 4, belum sesuai dengan level kognitif C4. Soal belum sesuai dengan indikator dekomposisi. Saran; untuk pilihan gandanya disajikan sebuah tabel yang berisi bahan, proses, produk pada proses anabolisme fotosintesis. Siswa akan diminta untuk menguraikan proses fotosintesis yang kompleks menjadi beberapa potongan proses atau tahapan-tahapan</p> <p>7. Butir soal nomor 6, tulisan</p>

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
		<p>pada gambar harap diperjelas, diganti gambarnya kalau bisa buat sendiri agar beda dengan soal. Molekul NADH sebaiknya “dirahasiakan” identitasnya (molekul diganti jadi molekul x)</p>
	8.	<p>Butir soal nomor 7, tulisan pada gambar harap diperjelas, diganti gambarnya kalau bisa buat sendiri agar beda dengan soal. Molekul FADH₂ sebaiknya “dirahasiakan” identitasnya (molekul diganti jadi molekul y). Untuk membedakan dengan soal nomor 6, pertanyaannya dibedakan jika molekul y yang masuk pada rantai transpor elektron akan ada 3 elektron yang ditransfer</p>
	9.	<p>Butir soal nomor 8, sebaiknya disajikan beberapa penggalan gambar reaksi pada respirasi aerob secara acak, kemudian siswa diminta untuk menentukan urutan yang tepat untuk menghasilkan berapa molekul produk. Sehingga</p>

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
		soal akan memuat indikator CT; algoritma adanya urutan atau langkah-langkah untuk menghasilkan produk untuk memecahkan masalah
		10. Butir soal nomor 9, belum sesuai dengan indikator CT pengenalan pola. Sebaiknya diganti saja dengan menyajikan kasus misal kemosintesis pada bakteri
		11. Butir soal nomor 11, belum sesuai dengan indikator dekomposisi. Sajikan permasalahan kompleks yang dapat diselesaikan pemecahannya dengan diuraikan menjadi beberapa proses sederhana
		12. Butir soal nomor 12, penyebutan kasus konsisten <i>sister chromatid</i> . Ditambahkan dengan kasus pada kromosom
		13. Butir soal nomor 13, bentuk sama tapi bedakan warna antara A, G, C, T. Sajikan dulu gambar A, G, C, T dengan warna yang berbeda-beda. Kemudian pada pilihan jawaban, sajikan gambarnya saja dan

Validator	Instrumen	Saran Perbaikan
		<p>warnanya tanpa diberi keterangan A, G, C, T. Siswa mengidentifikasinya dari warnannya saja</p> <p>14. Butir soal nomor 15, belum sesuai dengan indikator abstraksi</p> <p>15. Butir soal nomor 16, kata sepotong diganti fragmen. Ditambahkan ujung 5' dan 3' pada fragmen molekul DNA</p> <p>16. Butir soal nomor 19, point b diganti saja menjadi urutan basa nitrogen pada DNA jangan tRNA</p> <p>17. Butir soal nomor 20, instruksi soal sebaiknya diganti dengan memasukkan data yang tersaji sesuai dengan gambar, agar sesuai dengan indikator algoritma</p>
	Kunci jawaban	Kunci jawaban diperbaiki kembali sesuai dengan soal karena masih terdapat beberapa soal yang harus diperbaiki

Berdasarkan penilaian validator didapatkan penilaian secara umum, pada produk awal instrumen tes tidak layak digunakan karena masih banyak yang

harus diperbaiki dan penerapan indikator CT pada soal belum tepat. Kemudian, produk setelah diperbaiki mendapatkan penilaian instrumen tes baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi. Instrumen tes diperbaiki hingga sudah tidak ada yang perlu diperbaiki kembali. Penilaian validator secara umum dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

Tabel 4. 5 Penilaian Secara Umum dari Validator

Validator	Penilaian Validator
Dwimei Ayudewardari Pranatami, M.Sc.	Instrumen tes tergolong baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi
Eko Purnomo, M.si.	Instrumen tes tergolong baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi
Arifah Purnamaningrum, M.Sc.	Instrumen tes tergolong kurang baik, dan belum dapat digunakan karena masih banyak revisi
	Instrumen tes tergolong baik dan dapat digunakan dengan sedikit revisi

c. Revisi Produk

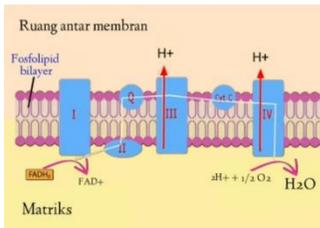
Kegiatan revisi produk dilakukan setelah produk divalidasi atau dinilai oleh tim validator. Produk harus diperbaiki sesuai dengan komentar dan masukan tim validator agar produk menjadi lebih baik dan tepat. Berikut hasil perbaikan atau revisi dijelaskan pada tabel 4.6 dan butir soal hasil perbaikan secara lengkapnya dapat dilihat pada **lampiran 5**.

Tabel 4. 6 Hasil Perbaikan Produk

Butir Soal Revisi 1	Butir Soal Hasil Perbaikan (<i>Final Product</i>)																				
Perhatikan pernyataan dibawah ini!	Perhatikan pernyataan berikut!																				
Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa.	Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan. Manakah reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan diatas!																				
Tentukan proses metabolisme sel yang terjadi sesuai dengan pernyataan diatas!	<table border="1"> <tbody> <tr> <td data-bbox="523 609 583 738">A.</td> <td data-bbox="589 609 740 738">Senyawa air (H₂O) + oksigen (O₂)</td> <td data-bbox="746 609 884 673">Fotosintesis</td> <td data-bbox="890 609 1025 641">Glukosa</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 771 583 803">B.</td> <td data-bbox="589 738 740 836">Enzim RuBisCO</td> <td data-bbox="746 738 884 836">Fiksasi CO₂ pada tanaman C₃</td> <td data-bbox="890 738 1025 836">Asam 5-fosfoglisarat atau PGA</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 885 583 966">C.</td> <td data-bbox="589 836 740 966">Senyawa air (H₂O) + karbondioksida (CO₂)</td> <td data-bbox="746 836 884 901">Fotosintesis</td> <td data-bbox="890 836 1025 933">Karbohidrat sederhana (C₆H₁₂O₆)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 982 583 1015">D.</td> <td data-bbox="589 966 740 998">H₂O</td> <td data-bbox="746 966 884 998">Fotolisis</td> <td data-bbox="890 966 1025 1031">Karbondioksida (CO₂)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="523 1047 583 1079">E.</td> <td data-bbox="589 1031 740 1096">Molekul glukosa</td> <td data-bbox="746 1031 884 1063">Glikolisis</td> <td data-bbox="890 1031 1025 1096">2 Asam piruvat</td> </tr> </tbody> </table>	A.	Senyawa air (H ₂ O) + oksigen (O ₂)	Fotosintesis	Glukosa	B.	Enzim RuBisCO	Fiksasi CO ₂ pada tanaman C ₃	Asam 5-fosfoglisarat atau PGA	C.	Senyawa air (H ₂ O) + karbondioksida (CO ₂)	Fotosintesis	Karbohidrat sederhana (C ₆ H ₁₂ O ₆)	D.	H ₂ O	Fotolisis	Karbondioksida (CO ₂)	E.	Molekul glukosa	Glikolisis	2 Asam piruvat
A.	Senyawa air (H ₂ O) + oksigen (O ₂)	Fotosintesis	Glukosa																		
B.	Enzim RuBisCO	Fiksasi CO ₂ pada tanaman C ₃	Asam 5-fosfoglisarat atau PGA																		
C.	Senyawa air (H ₂ O) + karbondioksida (CO ₂)	Fotosintesis	Karbohidrat sederhana (C ₆ H ₁₂ O ₆)																		
D.	H ₂ O	Fotolisis	Karbondioksida (CO ₂)																		
E.	Molekul glukosa	Glikolisis	2 Asam piruvat																		
Perbaikan pada butir soal di atas yaitu penyisipan metode berpikir komputasional pada indikator dekomposisi. Butir soal sebelumnya masih terdapat kekeliruan dalam menerapkan konsep indikator dekomposisi. Indikator dekomposisi dalam penerapannya menyajikan terlebih dahulu suatu permasalahan yang kompleks kemudian penyelesaiannya dengan menguraikan masalah kompleks tersebut menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana.																					

Butir Soal Revisi 1**Butir Soal Hasil Perbaikan (Final Product)**

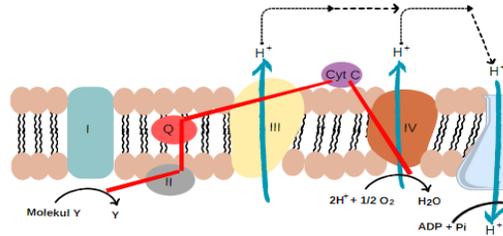
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan $FADH_2$ pada proses tersebut!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 6 ATP

Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Jika 3 molekul Y memasuki rantai transpor elektron, berapakah jumlah ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul Y ke rantai transpor elektron?

- A. 2 ATP
- B. 6 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 4 ATP

Perbaikan pada butir soal di atas yaitu memperjelas desain gambar sesuai dengan masukan dari tim validator, menambahkan bagian akhir proses transpor elektron dan kemiosmosis yaitu $ADP + Pi \rightarrow ATP$, dan menyamakan molekul $FADH_2$ menjadi molekul y untuk mengecoh siswa. Pada butir soal ini disisipkan metode berpikir komputasional yaitu indikator abstraksi. Penerapan indikator abstraksi yaitu memfokuskan pada pokok permasalahan/ informasi yang penting dan menyikrkan informasi yang tidak penting, sehingga informasi yang penting tersebut dapat digunakan dalam penyelesaian masalah.

d. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilakukan kepada siswa kelas XII MIPA 1 MAN Demak. Uji coba produk dilaksanakan dengan memberikan instrumen tes tertulis yang telah dikembangkan. Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* yang diujicobakan telah melalui tahap validasi oleh ahli dan tahap revisi atau perbaikan sesuai dengan komentar dan masukan dari tim validator. Jumlah peserta yang mengikuti uji coba yaitu sebanyak 35 siswa. Uji coba dilakukan dengan menyebarkan lembar tes yang terdiri atas 18 soal pilihan ganda dan 2 soal *essay*. Lembar tes uji coba produk dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut dan secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 6**.

Instrumen Tes Tertulis Bermuatan Computational Thinking Pada Materi Biologi

Nama:	Asal Sekolah:
Kelas:	Hari/Tanggal:
Petunjuk umum:	
1) Bacalah doa sebelum mengerjakan soal 2) Bacalah soal dengan teliti 3) Pilihlah jawaban yang tepat 4) Jumlah soal sebanyak 20 butir terdiri atas 18 butir (soal pilihan ganda), dan 2 butir esai 5) Waktu untuk mengerjakan adalah 100 menit 6) Kerjakan soal dengan jujur	

- Perhatikan pernyataan berikut!
Enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak.
Berdasarkan pernyataan diatas, manakah sifat enzim yang sesuai dengan pernyataan tersebut?
 - Enzim memiliki sifat dapat bekerja secara bolak-balik
 - Enzim memiliki sifat tidak tahan panas
 - Enzim bekerja secara sefesifik
 - Enzim dibutuhkan dalam jumlah sedikit
 - Enzim merupakan biokatalisator yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia
- Aktifitas enzim dapat dipengaruhi oleh suhu dan pH. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.

Enzim katalase + H ₂ O ₂ :	Percobaan I			Percobaan II		
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api
1	80°C	-	-	4	-	-
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++
3	35°C	+	+	8	++	-
4	7°C	-	-	14	-	-

Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!

- Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah
- Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa
- Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi
- Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral
- Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan

Gambar 4.8 Lembar Tes Uji Coba Produk

B. Analisis Data

Analisi hasil uji coba dilakukan pengolahan data hasil dari nilai validasi produk oleh ahli dan hasil dari uji coba produk kepada siswa. Penelitian dan pengembangan perangkat pembelajaran berupa instrumen tes tertulis bermuatan

computational thinking pada materi biologi semester I SMA/ sederajat yaitu materi metabolisme dan materi genetik ini menggunakan analisis data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif didapatkan dari hasil wawancara dengan guru biologi, angket analisis kebutuhan serta komentar dan masukan dari tim validator. Data kuantitatif didapatkan dari skor penilaian tim validator, dan skor yang diperoleh siswa saat uji coba produk. Analisis data kuantitatif pada penelitian dan pengembangan ini disajikan sebagai berikut.

1. Analisis Data Validasi Instrumen Tes Tertulis oleh Ahli

Produk perangkat pembelajaran yang dikembangkan berupa instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking*. Kelayakan dari instrumen tes tertulis yang dikembangkan dapat diketahui dengan uji validitas instrumen tes tertulis oleh tim validator terlebih dahulu sebelum diujicobakan kepada siswa. Skor penilaian yang diperoleh dari tim validator instrumen tes tertulis dianalisis menggunakan rumus Aiken's V. Alat yang digunakan untuk analisis data validasi oleh ahli adalah *Microsoft Excel 2019*. Skor hasil validasi instrumen tes tertulis oleh tim validator dari aspek materi, konstruksi soal, dan bahasa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Validasi Aspek Materi Instrumen Tes Tertulis

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,78	Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,78	Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
2	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,78	Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
3	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	1,00	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan	1,00	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	logis ditinjau dari segi materi		
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
4	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
5	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,78	Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
6	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
7	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
8	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	1,00	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
9	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	indikator soal		
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
10	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	1,00	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	1,00	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
11	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	1,00	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	Sangat Valid
13	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	1,00	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
14	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	1,00	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Pola, Abstraksi, dan Algoritma		
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator		Sangat Valid
	<i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	
16	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	1,00	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator		Sangat Valid
	<i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	0,89	
17	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator		Sangat Valid
18	<i>computational thinking</i> , yaitu	1,00	

Butir Soal	Indikator Aspek Materi	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma		
	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	1,00	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	0,89	Sangat Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
19	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	1,00	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	-	Sangat Kurang Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	-	Sangat Kurang Valid
	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1,00	Sangat Valid
20	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	0,89	Sangat Valid
	Pilihan jawaban homogen dan logis ditinjau dari segi materi	-	Sangat Kurang Valid
	Hanya terdapat satu kunci jawaban	-	Sangat Kurang Valid

Tabel 4.7 menunjukkan hasil validasi instrumen tes tertulis dari segi aspek materi yang terdiri atas 4 indikator seperti pada tabel. Indikator aspek materi dalam perhitungannya dikodekan menjadi indikator “abcd” untuk memudahkan perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator. Perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator dari aspek materi secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 9**. Berdasarkan tabel 4.8 diketahui bahwa hasil validasi tim validator pada aspek materi secara keseluruhan 20 (dua puluh) butir soal memiliki kriteria sangat valid di setiap indikator aspek materi, kecuali pada butir soal 19 (sembilan belas) dan 20 (dua puluh) pada indikator c d aspek materi memiliki kriteria sangat kurang valid karena dua butir soal tersebut berbentuk *essay* sehingga tidak termasuk dalam kedua indikator c d serta tidak diberi nilai pada validasi. Kriteria sangat valid yang diperoleh berjumlah 72 (tujuh puluh dua) indikator dari 20 (dua puluh) butir soal, kriteria valid yang diperoleh berjumlah 4 (empat) indikator dari 20 (dua puluh) butir soal, dan kriteria sangat tidak valid 4 (empat) indikator dari 2 (dua) butir soal. Validasi instrumen tes tertulis aspek konstruksi soal dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Validasi Aspek Konstruksi Soal

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
1	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,78	Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
2	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
3	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
4	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
6	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
7	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,67	Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
8	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
9	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	1,00	Sangat Valid
10	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
11	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,78	Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
12	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,78	Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
13	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	dan berfungsi		
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
14	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
15	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
16	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari	1,00	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	pernyataan yang bersifat negatif ganda		
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,78	Valid
17	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,78	Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,78	Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
18	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1,00	Sangat Valid
19	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	0,78	Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	1,00	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Konstruksi Soal	Indeks Validitas Isi	Kriteria
20	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	0,89	Sangat Valid
	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	0,89	Sangat Valid
	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	1,00	Sangat Valid
	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	0,89	Sangat Valid

Tabel 4.8 menunjukkan hasil validasi instrumen tes tertulis dari segi aspek konstruksi soal yang terdiri atas 4 indikator seperti pada tabel. Indikator aspek konstruksi soal dalam perhitungannya dikodekan menjadi indikator “efgh” untuk memudahkan perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator. Perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator dari aspek konstruksi soal secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 9**. Berdasarkan tabel 4.8 diketahui bahwa hasil validasi tim validator pada aspek konstruksi soal secara keseluruhan 20 (dua puluh) butir soal memiliki kriteria sangat valid di setiap indikator aspek konstruksi soal. Kriteria sangat valid yang diperoleh berjumlah 67 (enam puluh tujuh) indikator dari 20 (dua puluh) butir soal, dan kriteria valid yang diperoleh berjumlah 13 (tiga belas) indikator dari 20 (dua puluh) butir soal. Hasil validasi

instrumen tes tertulis aspek bahasa dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut.

Tabel 4. 9 Hasil Validasi Aspek Bahasa Instrumen Tes Tertulis

Butir Soal	Indikator Aspek Bahasa	Indeks Validitas Isi	Kriteria
1	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
2	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
3	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
4	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
5	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
6	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa	0,89	Sangat Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Bahasa	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	Indonesia		
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
7	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
8	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
9	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
11	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
12	Menggunakan bahasa yang	0,78	Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Bahasa	Indeks Validitas Isi	Kriteria
13	bebas dari kalimat ambigu		
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,67	Valid
14	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,89	Sangat Valid
15	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,67	Valid
16	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
17	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
18	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
19	Menggunakan bahasa yang	0,78	Valid

Butir Soal	Indikator Aspek Bahasa	Indeks Validitas Isi	Kriteria
	sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia		
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,89	Sangat Valid
20	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	0,78	Valid
	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	0,78	Valid

Tabel 4.9 menunjukkan hasil validasi instrumen tes tertulis dari segi aspek bahasa yang terdiri atas 2 indikator seperti pada tabel. Indikator aspek bahasa dalam perhitungannya dikodekan menjadi indikator “ij” untuk memudahkan perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator. Perhitungan skor hasil validasi oleh tim validator dari aspek bahasa secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 9**. Berdasarkan tabel 4.9 diketahui bahwa hasil validasi tim validator pada aspek bahasa secara keseluruhan 20 (dua puluh) butir soal memiliki kriteria sangat valid di setiap indikator aspek konstruksi soal. Kriteria sangat valid yang diperoleh berjumlah 21 (dua puluh satu) indikator dari 20 (dua puluh) butir soal, dan kriteria valid yang diperoleh berjumlah 19 (sembilan belas)

indikator dari 20 (dua puluh) butir soal. Hasil validitas isi instrumen tes tertulis dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.10 Hasil Validitas Isi oleh Tim Validator

Aspek	Indikator	V	Kriteria
Materi	abcd	0,89	Sangat Valid
Konstruksi Soal	efgh	0,91	Sangat Valid
Bahasa	ij	0,83	Sangat Valid
Rata-Rata Total		0,88	Sangat Valid

Tabel 4.10 menunjukkan hasil validitas isi oleh tim validator pada 3 aspek penilaian yaitu aspek materi, konstruksi soal, dan aspek bahasa. Berdasarkan tabel 4.10 hasil validitas isi didapatkan nilai hasil rata-rata total sebesar 0,88, berdasarkan kriteria validitas Aiken V, nilai tersebut termasuk kedalam kriteria sangat valid.

2. Analisis Hasil Uji Coba Produk oleh Siswa

Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* yang telah divalidasi oleh tim validator dan memenuhi kriteria sangat valid atau valid, maka instrumen tes tertulis tersebut dapat diujicobakan kepada siswa. Uji coba produk dilakukan di MAN Demak dengan menggunakan satu kelas yaitu XII MIPA 1 dengan jumlah 35 siswa. Skor yang diperoleh siswa pada uji coba produk, dianalisis dengan uji validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran dan daya beda.

a. Uji Validitas Empiris

Uji validitas empiris sebagai tolak ukur untuk memperoleh data yang valid setelah dilakukan uji coba produk. Perolehan data dilakukan dengan menganalisis jika r hitung $>$ r tabel maka soal valid. Sebaliknya, jika diperoleh r hitung \leq r tabel, maka butir soal tersebut dianggap tidak valid. Alat analisis uji validitas dibantu dengan menggunakan *SPSS Statistic 26*. Perolehan data uji validitas empiris dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Hasil Analisis Validitas Butir Soal Pilihan Ganda

Butir Soal	r Hitung	r Tabel	Kriteria Pengambilan Keputusan	Hasil
1	0,638			Valid
2	0,336			Valid
3	0,430			Valid
4	0,437			Valid
5	0,695	$\alpha =$	Jika r hitung $>$ r tabel maka soal valid. Jika diperoleh r hitung \leq r tabel, maka butir soal tersebut dianggap tidak valid	Valid
6	0,484	0,05		Valid
7	0,426			Valid
8	0,379	Jumla		Valid
9	0,006	h		Tidak Valid
10	0,313	respon		Tidak Valid
11	0,549	den =		Valid
12	0,737	35		Valid
13	0,525			Valid
14	0,311			Tidak Valid
15	0,388	0,334		Valid
16	0,297			Tidak Valid
17	0,081			Tidak Valid
18	0,426			Valid

Instrumen tes tertulis yang dikembangkan terdiri atas 2 (dua) bentuk butir soal yaitu pilihan ganda dan *essay*. Tabel 4.11 merupakan tabel hasil uji validitas butir soal pilihan ganda yang berjumlah 18 (delapan belas) butir soal. Tabel 4.11 menunjukkan bahwa butir soal yang memenuhi kriteria valid berjumlah 13 (tiga belas) butir soal pilihan ganda dan butir soal yang termasuk kriteria tidak valid berjumlah 5 (lima) butir soal.

Tabel 4.12 Hasil Analisis Uji Validitas Butir Soal *Essay*

Butir Soal	r Hitung	r Tabel	Kriteria Pengambilan Keputusan	Hasil
19	0,927	$\alpha = 0,05$	Jika $r \text{ hitung} \geq r \text{ tabel}$ maka soal valid. Jika diperoleh	Valid
20	0,892	Jumlah responden = 35 $0,334$	$r \text{ hitung} \leq r \text{ tabel}$, maka butir soal tersebut dianggap tidak valid	Valid

Tabel 4.12 merupakan hasil analisis uji validitas butir soal dalam bentuk *essay* dengan jumlah 2 (dua) butir soal. Hasil analisis uji validitas butir soal *essay* menunjukkan bahwa kedua soal tersebut memiliki kriteria butir soal valid. Secara keseluruhan dari 20 butir soal yang dikembangkan yang termasuk kriteria

valid berjumlah 15 butir soal, dan butir soal yang termasuk kriteria tidak valid berjumlah 5 butir soal.

b. Uji Reliabilitas

Skor perolehan siswa pada uji coba produk selain dianalisis menggunakan uji validitas, dilakukan analisis juga dengan uji reliabilitas. Uji reliabilitas guna mengetahui tingkat reliabel dari setiap butir soal setelah dilakukan uji coba produk. Alat analisis uji reliabilitas dibantu dengan menggunakan *SPSS Statistic 26*. Perolehan data analisis uji reliabilitas dapat dilihat pada gambar berikut.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.708	.717	18

Gambar 4.9 Hasil Analisis Reliabilitas Butir Soal Pilgan

Gambar 4.9 menunjukkan hasil analisis reliabilitas butir soal pilihan ganda. Gambar 4.9 didapatkan hasil bahwa Cronbach alpha $> 0,60$, maka butir soal pilihan ganda memiliki derajat reliabilitas tinggi.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.784	2

Gambar 4.10 Hasil Analisis Reliabilitas Butir Soal *Essay*

Gambar 4.10 menunjukkan hasil analisis reliabilitas butir soal *essay*. Gambar 4.10 didapatkan hasil bahwa Cronbach alpha > 0,60, maka butir soal *essay* memiliki derajat reliabilitas tinggi.

Berdasarkan gambar 4.9 dan gambar 4.10 menunjukkan bahwa instrumen tes tertulis yang telah dikembangkan, setiap butir soalnya memiliki derajat reliabilitas tinggi. Instrumen tes dikatakan baik dan benar apabila memiliki derajat keterandalan yang tinggi, artinya tes tersebut akan memberikan hasil yang sama apabila diberikan pada subjek sama dengan kondisi sama tetapi hal itu hanya bisa dilakukan terhadap hal-hal yang tidak mungkin berubah (Komarudin & Sarkadi, 2017).

c. Uji Tingkat Kesukaran

Analisis uji tingkat kesukaran dilakukan guna mengetahui tingkat kesukaran butir soal yang telah dikembangkan dan diujicobakan tergolong mudah,

sedang atau sukar. Alat analisis data uji kesukaran dibantu dengan menggunakan *SPSS Statistic 26*. Data perolehan analisis uji tingkat kesukaran dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal Pilihan Ganda

Butir Soal	Mean (SPSS Output)	Kriteria Pengambilan Keputusan	Tingkat Kesukaran
1	0,37		Sedang
2	0,83		Mudah
3	0,34		Sedang
4	0,40		Sedang
5	0,17		Sukar
6	0,26		Sukar
7	0,14		Sukar
8	0,49		Sedang
9	0,66	Interpretasikan dengan tabel indeks tingkat kesukaran	Sedang
10	0,54		Sedang
11	0,37		Sedang
12	0,29		Sukar
13	0,40		Sedang
14	0,20		Sukar
15	0,37		Sedang
16	0,29		Sukar
17	0,69		Sedang
18	0,14	Sukar	

Tabel 4.13 menunjukkan hasil analisis uji tingkat kesukaran butir soal pilihan ganda, hasil yang diperoleh untuk butir soal yang memiliki tingkat mudah berjumlah 1 (satu) butir soal, tingkat sedang berjumlah

10 (sepuluh) butir soal dan tingkat sukar berjumlah 7 (tujuh) butir soal.

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal *Essay*

Butir Soal	Mean (SPSS Output)	Kriteria Pengambilan Keputusan	Tingkat Kesukaran
19	0,19	Interpretasikan	Sukar
20	0,57	dengan tabel indeks tingkat kesukaran	Sedang

Tabel 4.14 menunjukkan hasil analisis uji tingkat kesukaran butir soal *essay*, hasil yang diperoleh untuk butir soal yang memiliki tingkat sedang berjumlah 1 (satu) butir soal dan tingkat sukar berjumlah 1 (satu) butir soal.

Butir soal yang baik merupakan butir soal yang memiliki tingkat kesukaran yang tidak terlalu mudah maupun terlalu sukar melainkan sedang saja. Soal yang terlalu mudah tidak merangsang siswa berpikir dalam menyelesaikan permasalahan, sedangkan soal yang terlalu sulit akan membuat siswa merasa putus asa dan tidak bersemangat dalam menyelesaikan permasalahan serta tidak berminat menyelesaikan permasalahannya karena diluar kemampuannya (Arikunto, 2010). Berdasarkan tabel 4.13 dan tabel 4.14 diketahui bahwa terdapat butir soal yang memiliki tingkat mudah berjumlah 1 (satu) butir soal, tingkat sedang berjumlah

11 (sebelas) butir soal dan tingkat sukar berjumlah 8 (delapan) butir soal.

d. Uji Daya Beda

Analisis uji daya beda dilakukan guna mengetahui kemampuan butir soal yang telah dikembangkan dan diujicobakan dalam membedakan siswa yang berkemampuan tinggi (menguasai metode berpikir komputasional) dengan siswa berkemampuan rendah (kurang menguasai metode berpikir komputasional). Alat analisis data uji daya beda dibantu dengan menggunakan *SPSS Statistic 26*. Perolehan data analisis uji daya beda butir soal dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Hasil Analisis Uji Daya Beda Butir Soal Pilihan Ganda

Butir Soal	DB	Kriteria	
		Pengambilan Keputusan	Kriteria
1	0,638		Baik
2	0,336		Cukup
3	0,430		Baik
4	0,437		Baik
5	0,695	Interpretasikan dengan tabel indeks daya beda	Baik
6	0,484		Baik
7	0,426		Baik
8	0,379		Cukup
9	0,006		Lemah
10	0,313		Cukup
11	0,549		Baik
12	0,737		Sangat Baik

Butir Soal	DB	Kriteria	
		Pengambilan Keputusan	Kriteria
13	0,525		Baik
14	0,311		Cukup
15	0,388		Cukup
16	0,297		Cukup
17	0,081		Lemah
18	0,426		Baik

Uji daya beda dikategorikan menjadi 5 kriteria yaitu sangat baik, baik, cukup baik, lemah, dan tidak terdapat daya pembeda. Hasil analisis uji daya beda butir soal *essay* dapat dilihat pada tabel 4.15. Tabel 4.15 menunjukkan bahwa daya pembeda yang dikategorikan sangat baik berjumlah 1 (satu) butir soal, kriteria baik berjumlah 9 (sepuluh) butir soal, kriteria cukup berjumlah 6 (enam) butir soal dan kriteria lemah berjumlah 2 (dua) butir soal.

Tabel 4. 16 Hasil Analisis Uji Daya Beda Butir Soal *Essay*

Butir Soal	DB	Kriteria	
		Pengambilan Keputusan	Kriteria
19	0,927	Interpretasikan dengan	Sangat Baik
20	0,892	tabel indeks daya beda	Sangat Baik

Hasil analisis uji daya beda butir soal dalam bentuk *essay* dapat dilihat pada tabel 4.16, didapatkan hasil bahwa 2 (dua) butir soal *essay* memiliki tingkat daya beda yang sangat baik. Butir soal yang memiliki tingkat

daya beda sangat baik berarti butir soal tersebut memiliki daya pembeda antara siswa berkemampuan tinggi dengan siswa berkemampuan rendah dalam menguasai metode berpikir komputasional.

Butir soal yang baik juga harus mampu membedakan antara siswa yang memiliki kemampuan tinggi (memahami materi) dengan siswa yang memiliki kemampuan rendah (tidak memahami materi) (Arikunto, 2010). Berdasarkan tabel 4.15 dan 4.16 hasil uji daya beda soal yaitu daya pembeda yang dikategorikan sangat baik berjumlah 3 (tiga) butir soal, kriteria baik berjumlah 9 (sembilan) butir soal, kriteria cukup berjumlah 6 (enam) butir soal dan kriteria lemah berjumlah 2 (dua) butir soal. Hasil dari analisis uji daya beda pada penelitian dan pengembangan ini masih terdapat butir soal yang termasuk kedalam kriteria cukup dan lemah daya pembeda, hal tersebut dapat disebabkan karena tingkat kesukaran butir soal yang sukar ataupun mudah sehingga tidak dapat membedakan siswa. Selain itu, dapat juga disebabkan siswa yang sudah lupa akan materi biologi yang termuat dalam butir soal, atau karena siswa malas memahami butir soal yang memerlukan tingkat pemahaman tinggi (HOTS) seperti butir soal yang bermuatan indikator CT.

C. Kajian Produk Akhir

Penelitian dan pengembangan instrumen tes tertulis ini menggunakan metode pengembangan 4-D yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*, akan tetapi pada penelitian dan pengembangan ini hanya sampai pada tahap *develop*. Pengembangan instrumen tes tertulis diawali dengan melakukan observasi atau analisis awal, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep, dan perumusan tujuan pembelajaran. Kegiatan selanjutnya dilakukan tahapan perancangan instrumen tes tertulis seperti merancang kisi-kisi butir soal, merancang format butir soal meliputi muatan materi, muatan indikator *computational thinking* dan penyajian instrumen tes tertulis. Tahap selanjutnya setelah dilakukan perancangan yaitu tahap pengembangan instrumen tes tertulis sesuai dengan yang telah dirancang pada tahap sebelumnya. Instrumen tes tertulis yang telah dikembangkan atau produk awal divalidasi oleh tim validator. Revisi produk awal dilakukan sesuai dengan komentar dan masukan dari tim validator. Produk akhir yang dihasilkan pada penelitian dan pengembangan ini adalah instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* yang berjumlah 20 (dua puluh) butir soal terdiri atas 18 (delapan belas) butir soal pilihan ganda dan 2 (dua soal) *essay*.

Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* yang telah dibuat pada penelitian dan pengembangan ini layak

digunakan setelah divalidasi oleh tim validator. Hasil validasi ahli pada aspek materi dihasilkan skor rata-rata sebesar 0,89 termasuk dalam kriteria sangat valid, aspek konstruksi soal dihasilkan skor rata-rata sebesar 0,91 termasuk dalam kriteria sangat valid, dan aspek bahasa dihasilkan skor rata-rata sebesar 0,83 termasuk dalam kriteria sangat valid. Hasil validitas isi dihasilkan skor rata-rata total sebesar 0,88 termasuk dalam kriteria sangat valid, berarti instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* layak digunakan setelah dilakukan revisi produk sesuai dengan komentar dan masukan dari tim validator. Selain itu, baik buruknya instrumen tes dapat ditinjau dari validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda (Solichin, 2017). Skor yang diperoleh dari hasil uji coba produk oleh siswa menunjukkan bahwa instrumen tes tertulis yang dikembangkan secara keseluruhan memiliki kriteria valid, memiliki derajat reliabilitas yang baik, butir soal yang memiliki tingkat kesukaran merata dan secara keseluruhan butir soal memiliki daya pembeda antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah meskipun masih terdapat beberapa butir soal yang memiliki daya pembeda cukup dan lemah. Berikut hasil produk akhir yaitu instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi dan produk akhir secara lengkap dapat dilihat pada **lampiran 5**.

1. Butir bermuatan indikator dekomposisi

Perhatikan pernyataan berikut!

Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan.

Manakah reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan diatas!

A.	Senyawa air (H_2O) + oksigen (O_2)	Fotosintesis	Glukosa
B.	Enzim RuBisCO	Fiksasi CO_2 pada tanaman C3	Asam 5-fosfogliserat atau PGA
C.	Senyawa air (H_2O) + karbondioksida (CO_2)	Fotosintesis	Karbohidrat sederhana ($C_6H_{12}O_6$)
D.	H_2O	Fotolisis	Karbondioksida (CO_2)
E.	Molekul glukosa	Glikolisis	2 Asam piruvat

Jawaban: C

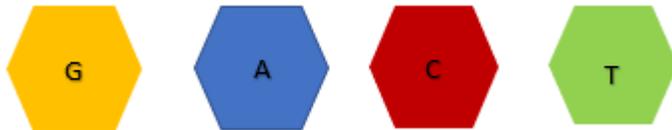
Fotosintesis adalah proses pengubahan senyawa air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2) dibantu oleh cahaya matahari yang diserap oleh klorofil sehingga menghasilkan karbohidrat sederhana yaitu senyawa glukosa atau gula ($C_6H_{12}O_6$). Glukosa yang dihasilkan selain digunakan langsung oleh tumbuhan juga akan disimpan dalam bentuk makanan (buah). Tidak hanya glukosa, dalam proses fotosintesis, tumbuhan juga menghasilkan oksigen (O_2) yang dibutuhkan manusia dan hewan.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan yang disajikan pada soal. Soal menyajikan pernyataan yang kompleks, siswa harus mampu menguraikannya menjadi penyelesaian yang lebih sederhana, dengan menemukan reaksi yang tepat sesuai pernyataan. Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan. Senyawa anorganik yang menjadi bahan pada proses fotosintesis yaitu senyawa air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2), dan senyawa organik sebagai produk yang dihasilkan pada fotosintesis adalah karbohidrat sederhana yaitu glukosa ($C_6H_{12}O_6$).

2. Butir soal bermuatan indikator pengenalan pola

Dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Perhatikan gambar polinukleotida berikut!



Kata Kunci: Warna

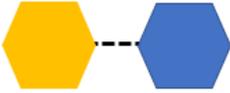
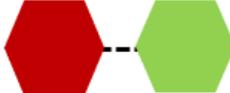
Kuning = G

Biru = A

Merah = C

Hijau = T

Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!

A.	
B.	
C.	
D.	
E.	

Jawaban: D

Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A selalu berpasangan dengan

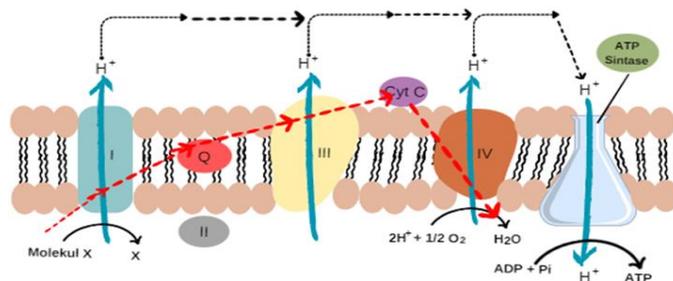
T, sedangkan C selalu berpasangan dengan G. Jadi, jawaban yang tepat D yaitu kuning = Guanin (G) berpasangan dengan merah = Sitosin (C).

Indikator *Computational Thinking*: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida struktur DNA *double helix*. Disajikan pada soal gambar polinukleotida dan kata kunci jawaban terdapat pada warna. Siswa harus memahami pola warna untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang disajikan pada soal. Kata kunci adalah warna; Kuning = G, Biru = A, Merah = C, Hijau = T. Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A (Biru) selalu berpasangan dengan T (Hijau), sedangkan C (Merah) selalu berpasangan dengan G (Kuning).

3. Butir soal bermuatan indikator abstraksi

Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis berikut!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Tentukan jumlah

ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul X ke rantai transpor elektron!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 6 ATP

Jawaban: C

Molekul X merupakan molekul NADH. Proses yang terjadi pada tahap transpor elektron diawali dari NADH yang akan diuraikan menjadi NAD^+ . Hal ini akan membuat elektron hasil dari reaksi, memasuki kompleks protein I, lalu dikirimkan ke ubiquinon (koenzim Q). Pada saat elektron melewati kompleks protein I, hal ini akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Elektron dari ubiquinon akan dibawa melewati kompleks protein III menuju sitokrom C (cyt C). Pada saat elektron melewati kompleks protein III, hal ini juga akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Kemudian, dari sitokrom C elektron akan dibawa ke matriks mitokondria melalui kompleks protein IV. Pada saat elektron melewati kompleks protein IV, maka akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Selanjutnya elektron akan diterima oleh molekul oksigen, lalu berikatan dengan 2 H^+ membentuk H_2O (air). Transpor

elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 3 H⁺ keluar menuju ruang antar membran. Ion H⁺ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H⁺ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 3 H⁺ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk berfokus pada molekul X dan jumlah ATP yang dihasilkan pada proses pengubahan molekul X menjadi ATP. Siswa harus mengetahui jenis molekul X, molekul X yaitu NADH. Perlu diketahui bahwa NADH merupakan energi yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, melainkan harus diubah terlebih dahulu menjadi ATP agar dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Pengubahan NADH menjadi ATP melalui proses transpor elektron dan kemiosmosis. Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 3 H⁺ keluar menuju ruang antar membran. Ion H⁺ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H⁺ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP

secara bersamaan, karena terdapat 3 H⁺ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

4. Butir soal bermuatan indikator algoritma

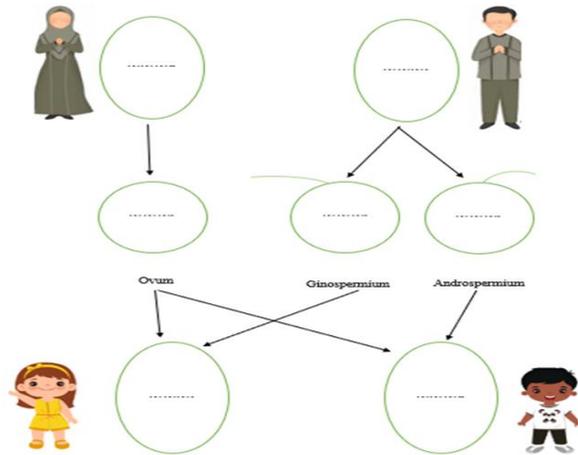
Perhatikan pernyataan berikut!

Manusia baik berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki mempunyai sepasang kromosom kelamin. Seorang perempuan normal mempunyai sepasang kromosom-X. Seorang laki-laki normal mempunyai sebuah kromosom-X dan sebuah kromosom-Y. Berhubung dengan itu formula kromosom untuk perempuan normal yaitu 46 XX, dan formula kromosom laki-laki normal yaitu 46 XY.

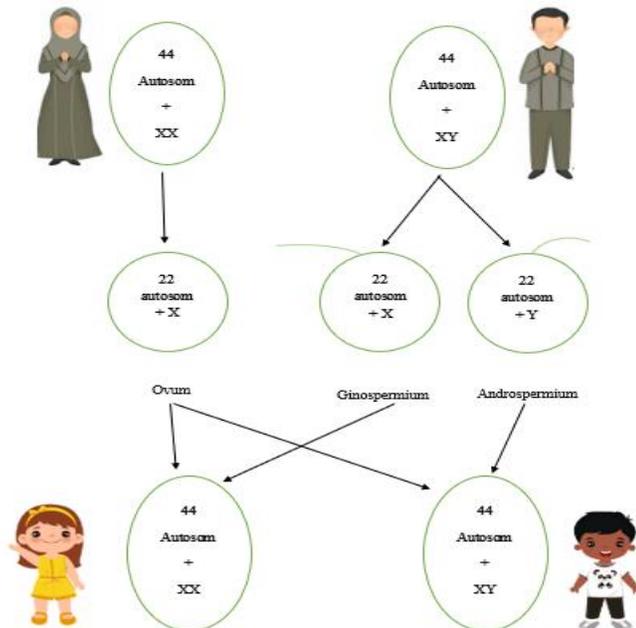
44 Autosom + XX	22 autosom + X	44 Autosom + XY	22 autosom + Y	44 Autosom + XX
22 autosom + X	46 Autosom + XY	22 Autosom XY	46 Autosom + XX	44 Autosom + XY

Pilihlah beberapa jawaban yang tepat pada tabel!

Lengkapilah skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%!



Jawaban:



Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, disajikan pernyataan dan tabel pilihan jawaban. Siswa diminta untuk menganalisa dan membuat skema tentang tahapan terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%. Sel telur (ovum) yang dimiliki seorang perempuan normal adalah haploid dan mengandung 22 autosom + sebuah kromosom-X. Sebaliknya, seorang laki-laki normal membentuk 2 macam spermatozoa, yaitu spermatozoa yang membawa 22 autosom + 1 kromosom-X (disebut gymnospermium) dan spermatozoa yang membawa 22 autosom + kromosom-Y (disebut androspermium). Jadi, secara teoritis, lahirnya anak perempuan dan laki-laki dalam keadaan normal mempunyai peluang sama besar, yaitu masing-masing 50%.

D. Keterbatasan Penelitian

Pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester I kelas XII SMA/ sederajat terdapat beberapa keterbatasan sebagai berikut.

1. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan pada penelitian dan pengembangan ini hanya bermuatan materi metabolisme sel dan materi genetik yang dipelajari kelas XII SMA/ sederajat pada semester I.
2. Subjek penelitian dalam penelitian ini dalam jumlah terbatas yaitu uji coba produk hanya dilakukan pada satu

kelas yaitu kelas XII MIPA 1 MAN Demak dengan jumlah 35 siswa. Sehingga, hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan pada kelompok subjek dengan jumlah yang besar.

3. Produk pengembangan pada penelitian ini belum digunakan untuk mengukur sesuatu pada siswa. Kegiatan yang telah dilakukan pada penelitian dan pengembangan ini hanya sebatas mengembangkan instrumen tes pada materi biologi, mengenalkan metode berpikir komputasional dan melatih metode berpikir komputasional kepada siswa dengan cara mengujicobakan butir soal bermuatan indikator *computational thinking* yang telah dikembangkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi semester I kelas XII SMA/ sederajat dengan menggunakan model pengembangan 4-D yaitu *define, design, develop, dan disseminate*. Namun, penelitian dan pengembangan ini terbatas pada tahap *develop* atau pengembangan. Materi biologi yang digunakan pada penelitian dan pengembangan ini yaitu metabolisme sel dan materi genetik. Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi dikembangkan dalam bentuk pilihan ganda (18 butir soal) dan *essay* (2 butir soal). Indikator *computational thinking* pada butir soal yang telah dikembangkan yaitu dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi, dan algoritma.
2. Kelayakan instrumen dapat disimpulkan sebagai berikut
 - a. Kualitas instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* berdasarkan penilaian tim validator pada aspek materi, konstruksi soal dan bahasa diperoleh hasil validitas isi dengan jumlah rata-

rata total sebesar 0,88. Berdasarkan kriteria validitas Aiken V, nilai validitas sebesar 0,88 termasuk kedalam kriteria sangat valid.

- b. Skor yang diperoleh siswa pada uji coba produk dilakukan pengujian validitas empiris, uji reliabilitas, uji tingkat kesukaran dan uji daya beda. Hasil uji validitas butir soal, diperoleh 15 (lima belas) butir soal yang mencapai kriteria valid dan diperoleh 5 (lima) butir soal yang termasuk kriteria tidak valid. Instrumen tes tertulis yang dikembangkan pada uji reliabilitas diperoleh hasil bahwa Cronbach alpha $> 0,60$, maka butir soal mencapai derajat reliabilitas tinggi. Hasil uji tingkat kesukaran menunjukkan bahwa terdapat tiga tingkat kesukaran yang berbeda yaitu: butir soal yang memiliki tingkat mudah berjumlah 1 (satu) butir soal, tingkat sedang berjumlah 11 (sebelas) butir soal dan tingkat sukar berjumlah 8 (delapan) butir soal. Dan hasil uji daya beda soal menunjukkan terdapat butir soal yang dikategorikan sangat baik berjumlah 3 (tiga) butir soal, kriteria baik berjumlah 9 (sembilan) butir soal, kriteria cukup berjumlah 6 (enam) butir soal dan kriteria lemah berjumlah 2 (dua) butir soal.
- c. Berdasarkan hasil validasi ahli, skor yang diperoleh dari uji validitas empiris, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan uji daya beda butir soal, secara keseluruhan

instrumen tes tertulis yang dikembangkan layak digunakan 15 butir soal dan tidak layak digunakan 5 butir soal dalam uji skala besar.

B. Saran

Saran pemanfaatan instrumen tertulis bermuatan *computational thinking* sebagai berikut.

1. Instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* dapat digunakan sebagai salah satu sarana untuk melatih metode berpikir seperti cara kerja komputer dalam menyelesaikan permasalahan yaitu sistematis.
2. Guru atau pengajar dapat menggunakan instrumen tes yang telah dikembangkan sebagai salah satu sumber rujukan dalam menerapkan metode berpikir komputasional pada proses pembelajaran
3. Guru dapat mengenalkan dan melatih metode berpikir komputasional kepada siswa salah satunya dengan memberikan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking* atau menyisipkan metode berpikir komputasional dalam kegiatan pembelajaran, agar siswa terlatih menyelesaikan permasalahan secara sistematis.
4. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan produk lebih lanjut, dapat dengan cara mengembangkan pada materi-materi lain agar lebih komprehensif. Pengembangan instrumen tes tertulis bermuatan *computational thinking*

pada penelitian dan pengembangan ini hanya memuat materi metabolisme sel dan materi genetik.

5. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan produk lebih lanjut, dapat menyisipkan metode berpikir komputasional dalam kegiatan pembelajaran lainnya dan dapat digunakan mengukur sesuatu kepada siswa, karena penelitian dan pengembangan ini hanya berfokus pada pengembangan instrumen tes, dan mengenalkan, serta melatih metode berpikir komputasional kepada siswa.
6. Bagi semua pihak yang ingin mengembangkan produk lebih lanjut selain bidang biologi, penggunaan metode berpikir komputasional dapat diterapkan pada semua bidang, baik dapat dikemas dalam bentuk instrumen tes seperti yang telah dikembangkan atau disisipkan dalam kegiatan pembelajaran lainnya.
7. Bagi peneliti yang akan melanjutkan penelitian ini, disarankan setiap bentuk soal yang disusun memiliki 4 indikator CT. Pada penelitian ini bentuk soal *essay* hanya memiliki indikator CT algoritma sehingga kurang maksimal dalam mengukur kemampuan CT siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R., & Fadhli, M. (2018). *Statistik Pendidikan (Teori Dan Praktik Dalam Pendidikan)*. Medan: CV Widya Puspita.
- Annisa, I. (2022). *Pengembangan Instrumen Tes Kemampuan Penalaran Kuantitatif untuk Siswa SMP/MTs*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Ariyana, Y., Pudjiastuti, A., Bestary, R., & Zamroni. (2018). Buku Pegangan Pembelajaran Berorientasi pada Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi. In *Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*.
- Astutik, F., & Wijayanti, E. (2020). Meta-Analysis: The Effect of Learning Methods on Students' Critical Thinking Skills in Biological Materials. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1), 429–437.
- Aziz, L. A. (2021). Analisis Kemampuan Computational Thinking Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika. *Media Pendidikan Matematika*, 9(1), 34–42.
- Azwar, S. 2017. *Reliabilitas dan Validitas*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Barr, Valerie, & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12. *ACM Inroads*, 2(1), 48–54.
- Bulkani. (2021). *Evaluasi Pembelajaran (Cetakan 1)*. Tulungagung:

Akademi Pustaka.

- Fajri, M., Yurniwati, & Utomo, E. (2019). Computational Thinking, Mathematical Thinking Berorientasi Gaya Kognitif Pada Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar. *Dinamika Sekolah Dasar*, 1(1), 1–18.
- Grover, S. (2017). Assessing Algorithmic and Computational Thinking in K-12 : Lessons from a Middle School Classroom. *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking, Educational Communications and Technology: Issues and Innovations. Issues and Innovations*, 270. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1>.
- Indonesia, T. O. K. (2018). *Buku Bebras 2018 SMA*. NBO Bebras Indonesia. <http://bebras.or.id>
- Irawati, H., Saifuddin, M. F., & Ma'rifah, D. R. (2018). Pengembangan Instrumen Tes Dan Non Tes Dalam Rangka Menyiapkan Penilaian Autentik Pada Kurikulum 2013 Di Smp/Mts Muhammadiyah Se-Kabupaten Bantul. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 503. <https://doi.org/10.12928/jp.v1i2.362>
- Jamalludin, Imam Muddakir, & Sri Wahyuni. (2022). Analisis Keterampilan Berpikir Komputasi Siswa SMP Berbasis Pondok Pesantren pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 12(2), 265–269. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.593>
- Kalelioglu, F. (2018). Characteristics of Studies Conducted on Computational Thinking: A Content Analysis.” In *Computational*

- Thinking in the STEM Disciplines Foundations and Research Highlights, edited by Myint Swe Khine. *Springer International Publishing*, 11–29.
- Kemendikbudristek. (2021). Kurikulum Untuk Pemulihan Pembelajaran. *Kajian Akademik*, 130.
- Khasanah, N. (2018). Memberdayakan Hight Order Thinking Skills (HOTS) Melalui Model Discovery Based Unity Of Sciences (DBUS). *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, 8(2), 215–224. <https://doi.org/10.21580/phen.2018.8.2.2944>
- Khoiri, N. (2015). Metodologi Penelitian Pendidikan Ragam, Model & Pendekatan. In *Prosedur Penelitian*.
- Komarudin, & Sarkadi. (2017). *Evaluasi Pembelajaran* (Cetakan 1). Jakarta: Laboratorium Sosial Politik UNJ.
- Maharani, S., Kholid, M. N., NicoPradana, L., & Nusantara, T. (2019). Problem Solving in the Context of Computational Thinking. *Infinty: Journal of Mathematics Education*, 8(2), 109–116.
- Masfingat, T., & Maharani, S. (2019). Computational thinking: Students on proving geometry theorem. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(9), 2216–2223.
- Mulyanto, A., Niwanputri, G. S., & Rusyda, Y. (2020). *Pembelajaran Computational Thinking Pada Pendidikan Dasar dan Menengah*. Institut Teknologi Bandung.
- Neolaka, A. (2014). *Metode Penelitian dan Statistik* (A. Kamsyach (ed.); Pertama). PT. Remaja Rosdakarya Offset.
- Peters-Burton, E., Rich, P. J., Kitsantas, A., Stehle, S. M., & Laclede, L.

- (2022). High school biology teachers' integration of computational thinking into data practices to support student investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, October 2022, 1353–1384. <https://doi.org/10.1002/tea.21834>
- Pratiwi, A. Y., Pristiwati, R., & Doyin, M. (2022). Analisis Keselarasan Komponen-Komponen RPP Kurikulum 2013 Kelas 1 Mata Pelajaran Bahasa Indonesia. *Profesi Keguruan UNNES*, 8(1), 54–66. <https://akhmadsudrajat.wordpress.com/links-sahabat/>
- Qin, H. (2014). Teaching computational thinking through bioinformatics to biology students. *SIGCSE'09 - Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, July, 188–191. <https://doi.org/10.1145/1508865.1508932>
- Rahman, A. A., & Nasryah, C. E. (2019). Evaluasi Pembelajaran. In *Uwais Inspirasi Indonesia*.
- Rizki Amalia, D., & Yanti, A. (2022). Implementasi Metode Computational Thinking Dan Implikasinya Terhadap Peningkatan Prestasi Siswa Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Masagi*, 1(1), 1–9. www.journal.stai-musaddadiyah.ac.id
- Rubinstein, A., & Chor, B. (2014). Computational Thinking in Life Science Education. *PLoS Computational Biology*, 10(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003897>
- Sari, F. K., Roshayanti, F., Rakhmawati, R., & Hayat, M. S. (2022). Persepsi Guru Biologi Terhadap Computational Thinking Pada

- Sekolah Menengah Atas Se Kecamatan Kayen. *Biogenesis*, 18(1), 68. <https://doi.org/10.31258/biogenesis.18.1.68-84>
- Skobelev, P. ., & Borovik, Y. (2017). On the Way From Industry 4 .0 To Industry 5.0. *International Scientific Journal "Industry 4.0,"* 2(6), 307–311.
<https://stumejournals.com/journals/i4/2017/6/307/pdf>
- Solichin, M. (2017). Analisis Daya Beda Soal, Taraf Kesukaran, Validitas Butir Tes, Interpretasi Hasil Tes dan Validitas Ramalan dalam Evaluasi Pendidikan. *Dirāsāt: Jurnal Manajemen & Pendidikan Islam*, 2(2), 192–213.
www.depdiknas.go.id/evaluasi-proses-
- Sundusiyah, A. (2022). Desain Petunjuk Praktikum Larutan Asam Basa Berbasis PBL (Problem Based Learning) Berorientasi Green Chemistry. In *eprints.walisongo.ac.id*. UIN Walisongo Semarang.
- Sudjono, A. (2013). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Press.
- Supiarmono, M. G., Turmudi, & Susanti, E. (2021). Proses Berpikir Komputasional Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pisa Konten Change and Relationship Berdasarkan Self-Regulated Learning. *Numeracy*, 8(1), 58–72.
<https://doi.org/10.46244/numeracy.v8i1.1378>
- Sutiyono, A. (2015). *Pengembangan Instrumen Evaluasi Belajar*. Semarang: Karya Abadi Jaya.
- Teknowijoyo, F., & Marpelina, L. (2022). Relevansi Industri 4.0 dan

- Society 5.0 Terhadap Pendidikan Di Indonesia. *Educatio*, 16(2), 173–184. <https://doi.org/10.29408/edc.v16i2.4492>
- Utari, R., Andayani, Y., & Savalas, L. R. T. (2020). Pengembangan Modul Kimia Berbasis Etnosains Dengan Mengangkat Kebiasaan Petani Garam. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(5), 478–481. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i5.2081>
- Vasia Anggis, E. (2023). Evaluasi Kriteria Penilaian Pembelajaran Biologi Berbasis Countenance. *Jurnal Penjaminan Mutu*, 9(01), 93–99. <https://doi.org/10.25078/jpm.v9i01.2226>
- Widyanto, J. (2018). *Evaluasi Pembelajaran*. Madiun: UNIPMA PRESS.
- Wijanto, M. C., Tan, R., Sujadi, S. F., Panca, B. S., Toba, H., Yulianti, D. T., Budi, S., Santoso, S., Widjaja, A., Nathasya, R. A., Kurniawati, G., & Karnalim, O. (2021). Implementasi Computational Thinking Melalui Pemrograman Visual dengan Kolaborasi Mata Pelajaran pada Siswa Menengah Atas. *Sendimas 2021 - Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(1), 50–55. <https://doi.org/10.21460/sendimasvi2021.v6i1.15>
- Winaryati, E., Munsarif, M., Mardiana, & Suwahono. (2021). *Cercular Model of RD & D* (S. Nahidloh (ed.)). Penerbit KBM Indonesia.
- Wing, J. M. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all *Influenza del pensiero computazionale nella ricerca e nell'educazione per tutti*. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Wing, J. M. (2014). Computational thinking benefits society. *Journal of*

Computing Sciences in Colleges, 24(6).

<https://doi.org/https://doi.org/10.1145/1227504>

Yadnyawati, I. A. G. (2019). *Evaluasi Pembelajaran* (I. K. Suda (ed.); Cetakan I). UNHI PRESS.

Yahya, M., & Vitalocca, D. (2022). *Penerapan Kombinasi Metode Computational Thinking dan Model Emergent Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Problem Solving Siswa SMK*. 762–774.

Zahid, M. Z. (2020). Telaah Kerangka Kerja PISA 2021 Era Integrasi Computational Thinking dalam Bidang Matematika. *Prisma, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 3(2020), 706–713.
<https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/37991/15997%0Ahttps://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>

Lampiran 1 Surat Telah Selesai Penelitian Skripsi



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
KANTOR KEMENTERIAN AGAMA KABUPATEN DEMAK
MADRASAH ALIYAH NEGERI DEMAK
Jalan Diponegoro Nomor 27, Demak 59571
Telepon (0291) 681219, Faksimile (0291) 681219
Laman www.mandemak.sch.id

SURAT KETERANGAN
NOMOR: *659* /Ma.11.21.01/TL.00/11/2023

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Drs. H. Syaefudin, M.Pd.
NIP : 196510151992031003
Jabatan : Kepala

dengan ini menerangkan bahwa

Nama : Siti Ropiah
NPM : 1908066094
Fakultas : Sains dan Teknologi
Prodi : Pendidikan Biologi
Perguruan Tinggi: UIN WALISONGO SEMARANG

Telah melaksanakan Riset di MAN Demak pada tanggal 18 – 23 November 2023 Dengan Judul "Pengembangan Instrumen Tes Tertulis Bermuatan *Computational Thinking* pada Materi Biologi Semester 1 kelas XII SMA/Sederajat".

Dasar surat kabag. TU Nomor: B.8313/Un.10.8/K/SP.01.08/11/2023 perihal Permohonan Izin Riset, tanggal 14 November 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

03 Oktober 2023
Kepala,

Syaefudin



Lampiran 2 Angket Analisis Kebutuhan Oleh Guru Biologi MAN Demak

**ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN TEST TERTULIS BERMUATAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA PELAJARAN BIOLOGI**

Perhatikan: Berilah tanda (✓) pada jawaban yang sesuai dengan Bapak/Ibu

No	Pertanyaan	YA	TIDAK
1	Apakah Bapak/Ibu selalu menyusun RPP/ perangkat ajar sebelum di laksanakannya pembelajaran?	✓	
2	Apakah Bapak/Ibu guru pernah mendengar mengenai berpikir komputasi atau <i>Computational Thinking</i> ?	✓	
3	Apakah Bapak/Ibu dalam pembelajaran menerapkan berfikir komputasi pada siswa?		✓
4	Menurut Bapak/Ibu apakah penting kemampuan berfikir komputasi diterapkan dalam pembelajaran biologi?	✓	
5	Menurut Bapak/Ibu apakah metode berpikir komputasi atau <i>Computational Thinking</i> dalam penyelesaian masalah dapat menunjang pembelajaran abad 21?	✓	
6	Apakah Bapak/Ibu setuju dengan diterapkannya metode berpikir komputasi/ <i>Computational Thinking</i> dapat mendorong siswa lebih sistematis dan berpikiran terbuka dalam menyelesaikan masalah yang ditemui?	✓	
7	Apakah Bapak/Ibu selalu melakukan evaluasi pemahaman kepada siswa setelah dilakukan kegiatan belajar mengajar di kelas?	✓	
8	Apakah evaluasi pemahaman dilakukan dengan memberikan soal/pertanyaan terkait materi yang telah di ajarkan?	✓	
9	Apakah Bapak/Ibu pernah membuat soal biologi yang bermuatan <i>Computational Thinking</i> ?		✓
10	Apakah soal-soal biologi yang telah disusun sebelumnya memuat indikator-indikator <i>Computational Thinking</i> (Dekomposisi, Abstraksi, Pengenalan Pola, dan Algoritma)?		✓
11	Menurut Bapak/Ibu menarik jika dilakukan pengembangan instrumen penilaian test tertulis bermuatan <i>Computational Thinking</i> pada pelajaran Biologi?	✓	

Guru Biologi MAN Demak

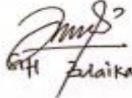
(Manik Esti W, SPd, M.Pd.)

**ANGKET ANALISIS KEBUTUHAN
PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENILAIAN TEST TERTULIS BERMUATAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA PELAJARAN BIOLOGI**

Penunjuk: Berilah tanda (✓) pada jawaban yang sesuai dengan Bapak/Ibu

No	Pertanyaan	YA	TIDAK
1	Apakah Bapak/Ibu selalu menyusun RPP/ perangkat ajar sebelum di laksanakannya pembelajaran?	✓	
2	Apakah Bapak/Ibu guru pernah mendengar mengenai berpikir komputasi atau <i>Computational Thinking</i> ?		✓
3	Apakah Bapak/Ibu dalam pembelajaran menerapkan berfikir komputasi pada siswa?		✓
4	Menurut Bapak/Ibu apakah penting kemampuan berfikir komputasi diterapkan dalam pembelajaran biologi?	✓	
5	Menurut Bapak/Ibu apakah metode berpikir komputasi atau <i>Computational Thinking</i> dalam penyelesaian masalah dapat menunjang pembelajaran abad 21?	✓	
6	Apakah Bapak/Ibu setuju dengan diterapkannya metode berpikir komputasi/ <i>Computational Thinking</i> dapat mendorong siswa lebih sistematis dan berpikiran terbuka dalam menyelesaikan masalah yang ditemui?	✓	
7	Apakah Bapak/Ibu selalu melakukan evaluasi pemahaman kepada siswa setelah dilakukan kegiatan belajar mengajar di kelas?	✓	
8	Apakah evaluasi pemahaman dilakukan dengan memberikan soal/pertanyaan terkait materi yang telah di ajarkan?	✓	
9	Apakah Bapak/Ibu pernah membuat soal biologi yang bermuatan <i>Computational Thinking</i> ?		✓
10	Apakah soal-soal biologi yang telah disusun sebelumnya memuat indikator-indikator <i>Computational Thinking</i> (Dekomposisi, Abstraksi, Pengenalan Pola, dan Algoritma)?		✓
11	Menurut Bapak/Ibu menarik jika dilakukan pengembangan instrumen penilaian test tertulis bermuatan <i>Computational Thinking</i> pada pelajaran Biologi?	✓	

Guru Biologi MAN Demak

()
Siti Zulaikah, S.Pd

Lampiran 3 Instrumen Tes Tertulis

Tabel Kisi-Kisi Produk Awal Sebelum Validasi

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Menjelaskan konsep katabolisme karbohidrat	Disajikan teks metabolisme sel, siswa dapat menentukan pernyataan tentang contoh peristiwa katabolisme secara tepat	C3	1
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses,	Disajikan teks katabolisme, siswa dapat menganalisis tiga hasil penting dari peristiwa glikolisis pada proses	C4	5

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
				tempat berlangsung dan hasilnya.	respirasi secara tepat		
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar kloroplas, siswa dapat menganalisis tempat berlangsungnya proses fotolisis dan fiksasi CO ₂ pada bagian gambar yang ditunjuk secara tepat	C4	9
		Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang	Menjelaskan konsep anabolisme	Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan proses	C3	2

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
			ditemukan dalam permasalahan yang diberikan		metabolisme sel yang terjadi secara tepat		
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar skema respirasi aerob pada teks katabolisme, siswa dapat menganalisis energi yang dihasilkan selama proses respirasi aerob secara tepat	C4	6
				Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme	Disajikan gambar mekanisme kerja enzim teori lock and key, siswa dapat	C3	8

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
					menentukan pernyataan yang sesuai dengan teori lock and key secara tepat		
		Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah	Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup.	Disajikan tabel percobaan enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel percobaan enzim katalase secara tepat	C4	3
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari	Disajikan gambar skema peristiwa dekarboksilasi	C4	7

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
				respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	oksidatif, siswa dapat menganalisis senyawa pada bagian yang ditunjuk secara tepat		
		Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah	Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme	Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan sifat-sifat enzim secara tepat	C3	4
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat	Disajikan pernyataan, siswa dapat mengurutkan tahapan reaksi gelap secara runtut dan tepat	C3	10

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
				berlangsung dan hasilnya			
3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan	Materi Genetik	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan komponen dari gen, kromosom serta DNA	Disajikan gambar kromosom, siswa dapat menentukan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya secara tepat	C3	11

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
sifat pada makhluk hidup				Menjelaskan tentang replikasi DNA	Disajikan gambar proses replikasi DNA, siswa dapat menganalisis proses replikasi DNA dimulai berdasarkan bagian gambar yang ditunjuk secara tepat	C4	15
		Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup	Disajikan teks kromosom dan strukturnya, siswa dapat menganalisis struktur kromosom yang memiliki peranan melindungi DNA dari	C4	12

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
					kerusakan dan berperan penting pada replikasi DNA secara tepat		
				Menentukan urutan basa nitrogen penyusun DNA maupun RNA yang terlibat pada pembentukan suatu protein	Disajikan skema rantai polinukleotida, siswa dapat menganalisis simbol fosfat, gula deoksiribosa, dan satu macam basa nitrogen secara berturut-turut dengan tepat	C4	14
		Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat	Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya	Disajikan data rantai DNA, siswa dapat memecahkan	C4	16

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
			model atau representasi dalam memecahkan masalah	dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein dengan mengubah dari sense ke kodon secara tepat		
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan data rantai antisense, siswa dapat memecahkan urutan basa nitrogen RNAd yang terbentuk pada proses transkripsi dengan mengubah dari	C4	17

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
					antisense ke kodon secara tepat		
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya, siswa dapat menganalisis urutan asam amino yang terbentuk secara tepat	C4	19
		Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip	Disajikan pernyataan, siswa dapat menentukan pernyataan tentang	C3	13

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal
			solusi dari suatu masalah	pewarisan sifat makhluk hidup	hubungan antara gen, DNA, dan kromosom secara tepat		
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan pernyataan, siswa dapat mengurutkan tahapan sintesis protein secara tepat	C3	18
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan gambar sepotong molekul DNA, siswa dapat menganalisis urutan rantai antisense DNA secara tepat	C4	20

Tabel Kisi-Kisi Revisi 1 Setelah Validasi oleh Ahli

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan teks metabolisme sel: enzim, siswa dapat menganalisis contoh peristiwa yang sesuai dengan salah satu sifat enzim	C4	1	PG
				Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	Disajikan tabel hasil percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase,	C4	2	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel hasil percobaan			
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan pernyataan, siswa dapat menganalisis peristiwa pada pernyataan dengan menentukan proses metabolisme sel yang terjadi secara tepat	C4	4	PG
		Pengenalan	Mengidentifikasi	Mengidentifikasi	Disajikan	C5	3	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
		Pola	asi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan	sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	gambar sisi aktif enzim, siswa dapat menentukan gambar dan pernyataan yang sesuai dengan teori <i>induced fit</i> secara tepat Disajikan gambar skema siklus krebs, siswa dapat menganalisis pola input dan output sesuai dengan skema siklus krebs secara tepat			
						C4	5	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar kloroplas, siswa dapat menganalisis tempat berlangsungnya proses fotolisis dan fiksasi CO ₂ pada bagian gambar yang ditunjuk secara tepat	C4	9	PG
		Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan	Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis	C4	6	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
			masalah	bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan NADH menjadi ATP secara tepat			
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan FADH ₂	C4	7	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					menjadi ATP secara tepat			
		Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah	Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar skema proses dekarboksilasi oksidatif, siswa dapat menganalisis senyawa yang ditunjuk pada gambar secara tepat	C4	8	PG
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses,	Disajikan pernyataan, siswa dapat membuat urutan kode tahapan reaksi gelap secara runtut	C6	10	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				tempat berlangsung dan hasilnya	dan tepat			
3.3	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	Materi Genetik	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan komponen dari gen, kromosom serta DNA	C4	11	PG
				Menjelaskan tentang replikasi DNA	Disajikan gambar dan pernyataan tentang proses	C4	14	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					replikasi DNA, siswa dapat menganalisis data proses replikasi DNA secara tepat			
		Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup	Disajikan teks kromosom dan strukturnya, siswa dapat menganalisis pola kromosom homolog dan sister chromatid secara tepat	C4	12	PG
				Menentukan urutan basa nitrogen	Disajikan pernyataan dan gambar	C5	13	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				penyusun DNA maupun RNA yang terlibat pada pembentukan suatu protein	struktur DNA double helix, siswa dapat mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat			
		Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah	Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan gambar proses translasi, siswa dapat menganalisis tahapan translasi yang terjadi pada gambar tersebut secara tepat	C4	15	PG
				Menganalisis urutan proses	Disajikan mRNA dan	C5	17	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	pernyataan terkait tahap inisiasi dari translasi, siswa dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan asam amino yang terbentuk dari kodon start secara tepat			
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian	Disajikan pernyataan, siswa dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan	C5	18	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				kode genetik (DNA-RNA Protein)	tentang banyaknya tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA secara tepat			
		Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup	Disajikan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya, siswa dapat membuat urutan asam amino yang terbentuk secara tepat	C6	16	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan tabel kode genetik, siswa dapat membuat urutan basa nitrogen pada mRNA dan basa nitrogen pada tRNA berdasarkan urutan asam amino yang diketahui secara tepat	C6	19	<i>Essay</i>
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik	Disajikan pernyataan tentang jenis kelamin dan kromosom, siswa dapat membuat	C6	20	<i>Essay</i>

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				(DNA-RNA Protein)	skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki masing-masing dengan peluang 50% secara tepat			

Tabel Kisi-Kisi Final Setelah Validasi oleh Ahli

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
3.2 Menjelaskan proses metabolisme	Metabolisme Sel: Enzim	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih	Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi	Disajikan pernyataan aktifitas enzim lipase,	C4	1	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
me sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup			sederhana sehingga mudah dipecahkan	enzimatis dalam makhluk hidup	siswa dapat menganalisis sifat enzim yang tergambar dari pernyataan tersebut secara tepat			
				Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	Disajikan tabel hasil percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan	C4	2	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					yang sesuai dengan tabel hasil percobaan			
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan pernyataan tentang fotosintesis, siswa dapat menganalisis reaksi yang sesuai dengan pernyataan secara tepat	C4	4	PG
		Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang	Mengidentifikasi sifat dan cara kerja enzim, proses katabolisme dan proses anabolisme	Disajikan gambar sisi aktif enzim, siswa dapat menentukan gambar dan pernyataan	C5	3	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
			ditemukan dalam permasalahan yang diberikan		yang sesuai dengan teori <i>induced fit</i> secara tepat			
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar skema siklus krebs, siswa dapat menganalisis pola input dan output sesuai dengan skema siklus krebs secara tepat	C4	5	PG
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis	Disajikan pernyataan kemiosmosis bakteri, siswa dapat menganalisis	C4	9	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	reaksi kemiosmosis bakteri secara tepat			
		Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah	Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan molekul NADH menjadi ATP secara tepat	C4	6	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
				Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari pengubahan molekul FADH ₂ menjadi ATP secara tepat	C4	7	PG
		Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk	Menjelaskan proses katabolisme yang terdiri dari respirasi aerob	Disajikan gambar potongan tahapan proses	C4	8	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
			mendapatkan solusi dari suatu masalah	dan respirasi anaerob/fermentasi menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	dekarboksilasi oksidatif, siswa dapat menganalisis urutan tahapan yang tepat			
				Menjelaskan proses anabolisme yang terdiri dari fotosintesis dan kemosintesis menyangkut bahan, proses, tempat berlangsung dan hasilnya	Disajikan pernyataan, siswa dapat membuat urutan kode tahapan reaksi gelap secara runtut dan tepat	C6	10	PG
3.3 Menganalisis	Materi Genetik	Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah	Mendeskripsikan struktur, sifat, fungsi dan	Disajikan pernyataan tentang	C4	11	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup			menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan	komponen dari gen, kromosom serta DNA	kromosom, siswa dapat menganalisis jumlah pasang kromosom autosom dan kromosom kelamin pada manusia secara tepat			
				Menjelaskan tentang replikasi DNA	Disajikan gambar dan pernyataan tentang proses replikasi DNA, siswa dapat menganalisis data proses replikasi DNA	C4	14	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					secara tepat			
		Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan	Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup	Disajikan pernyataan, siswa dapat menganalisis pola kromosom homolog dan kromatid bersaudara secara tepat	C4	12	PG
				Menentukan urutan basa nitrogen penyusun DNA maupun RNA yang terlibat pada pembentukan suatu protein	Disajikan pernyataan dan gambar polinukleotida, siswa dapat mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat	C5	13	PG
		Abstraksi	Menemukan	Menganalisis	Disajikan	C4	15	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
			objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah	urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	pernyataan tentang translasi, siswa dapat menganalisis gambar salah satu tahapan translasi secara tepat			
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan mRNA dan pernyataan terkait tahap inisiasi dari translasi, siswa dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan asam amino	C5	17	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					yang terbentuk dari kodon start secara tepat			
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan pernyataan, siswa dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan tentang banyaknya tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA secara tepat	C5	18	PG
		Algoritma	Menyusun urutan	Menganalisis hubungan	Disajikan gambar	C6	16	PG

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
			langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah	struktur dan fungsi gen, kromosom dan DNA dalam penerapan prinsip pewarisan sifat makhluk hidup	fragmen molekul DNA dan tabel kodon translasinya, siswa dapat membuat ururan asam amino yang terbentuk secara tepat			
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan tabel kode genetik, siswa dapat membuat urutan basa nitrogen pada mRNA dan basa nitrogen pada DNA berdasarkan	C6	19	<i>Essay</i>

KD	Materi	Indikator Computational Thinking	Deskripsi Indikator	IPK	Indikator Soal	Level Kognitif	Nomor Soal	Bentuk Soal
					urutan asam amino yang diketahui secara tepat			
				Menganalisis urutan proses sintesis protein dalam kaitannya dengan penyampaian kode genetik (DNA-RNA Protein)	Disajikan pernyataan tentang jenis kelamin dan kromosom, siswa dapat membuat skema tahapan terjadinya anak perempuan dan laki-laki masing-masing dengan peluang 50% secara tepat	C6	20	<i>Essay</i>

Lampiran 4 Lembar Hasil Validasi Instrumen Tes oleh Tim Validator
**Hasil Penilaian Validasi Ahli oleh Ibu Dwimei Ayudewardari
 Pranatami, M.Sc**

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

A. IDENTITAS

Nama Peneliti : Siti Ropiah
 Nama Validator : Dwimei Ayudewardari P.M.S.
 Instansi : UIN Waluyo Semarang
 Tanggal Pengisian : 03 November 2023

B. INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

1. Definisi Konseptual

Computational Thinking (berpikir komputasional) merupakan proses berpikir (atau keterampilan berpikir manusia) dengan menggunakan pendekatan analitik dan algoritmik dalam menemukan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah. Keterampilan berpikir komputasional peserta didik dapat diperoleh dengan cara memberikan soal-soal yang memiliki tingkat kesulitan bertahap dalam pembelajaran sehari-hari.

2. Definisi Operasional

Computational Thinking merupakan sebuah cara memahami dan menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan teknik dan konsep ilmu komputer seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma.

3. Indikator

Tabel Indikator *Computational Thinking* sebagai berikut:

Indikator <i>Computational Thinking</i>	Deskripsi Indikator
Dekomposisi	Menguruk data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan
Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan
Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah.
Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah.

C. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi yang sedang

dikembangkan. Kami ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang bersedia menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

D. PETUNJUK PENGISIAN

Bapak/ Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan menuliskan angka pada kolom dengan skala nilai sebagai berikut.

Keterangan skor skala penilaian:

- 1: tidak setuju
- 2: kurang setuju
- 3: setuju
- 4: sangat setuju

Bapak/ibu juga diminta menuliskan saran perbaikan soal pada kolom yang telah disediakan, juga dapat memberikan koreksi langsung berupa catatan atau koreksi pada soal yang dianggap belum tepat.

E. PENILAIAN

Isilah kolom berikut ini dengan skor skala penilaian 1-4 pada setiap butir soal, sesuai dengan petunjuk pengisian.

Aspek Penilaian	
Aspek Materi	
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban
Aspek Konstruksi Soal	
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban
7	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi
8	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda
Aspek Bahasa	
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu

ASPEK PENILAIAN		PENILAIAN																			
		NOMOR SOAL																			
Aspek Mاستر		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Soal yang disajikan dengan indikator computational thinking, yaitu Dekompresi, Penggabungan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	Flanya terlewat satu kunci jawaban	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Aspek Konstruksi Soal																					
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar instrumen tes tertulis bermuatan computational thinking pada materi biologi dinyatakan:

1. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
2. Cukup Baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Mohon diberikan tanda silang pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan bagi Bapak/Ibu.

3 3 November 2023

Validator



Dwimeil Ayudewardari Pranatami, M.Sc.

NIP: 199205022019032031

Teks untuk soal nomor 1 sampai 3

Metabolisme Sel: Enzim

Metabolisme merupakan serangkaian peristiwa reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam sel makhluk hidup. Melalui proses metabolisme makanan yang dimakan dapat diubah menjadi energi untuk kelangsungan hidup. Laju Metabolisme akan dipengaruhi oleh enzim sebagai biokatalisator. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam metabolisme tersebut akan dipengaruhi lajunya oleh protein khusus yang disebut enzim. Tanpa enzim laju metabolisme berlangsung lambat. Cara kerja enzim terdapat dua macam teori yaitu teori *lock and key*, dan teori *induced fit*. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, activator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat. Berikut tabel struktur dan sifat enzim.

Struktur Enzim	Sifat Enzim
Protein (apoenzim) Non protein (gugus prostetik), terdiri dari: 1. Kofaktor: Na, K, Cu, Zn, dan Fe 2. Koenzim: Vit B, koenzim A, FAD, dan NAD	1. Biokatalisator 2. Bekerja spesifik 3. Tidak tahan panas 4. Bekerja pada pH tertentu 5. Dapat bekerja bolak-balik 6. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit

SARAN PERBAIKAN

Tambahkan informasi mengenai sifat enzim sebagai Biokatalisator yaitu mempercepat reaksi agar tidak berakumulasi.

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	1
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Dekomposisi	Disajikan teks metabolisme sel: enzim, siswa dapat menganalisis contoh peristiwa yang sesuai dengan salah satu sifat enzim	A
BUTIR SOAL		
<p>Bedasarkan tabel struktur dan sifat enzim pada teks metabolisme sel: enzim, salah satu sifat enzim yaitu sebagai katalisator berbahan organik yang bekerja secara spesifik. Tentukan <u>pele</u> siswa yang sesuai dengan pernyataan tersebut!</p> <p>A. Enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa B. Enzim tripsinogen di usus halus berperan dalam menguraikan protein menjadi pepton C. Enzim lipase di hati berperan dalam mengubah lemak menjadi pepton D. Enzim tripsin di mulut berperan dalam mengubah protein menjadi glukosa E. Enzim amilase di mulut berperan dalam mengubah amilum menjadi glukosa, kemudian enzim amilase juga berperan dalam mengubah lemak menjadi gliserol</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>Opsi jawaban B hanya menggunakan sifat enzim yang lain misal: memusatkan energi sel. - Beranya tidak benar</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA																																															
IDENTITAS		KD		NOMOR SOAL																																											
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA		3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup		2																																											
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING		INDIKATOR SOAL		KUNCI JAWABAN																																											
Dekomposisi		Disajikan tabel hasil percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, siswa dapat menganalisis pernyataan yang sesuai dengan tabel hasil percobaan		D																																											
BUTIR SOAL																																															
<p>Berdasarkan teks metabolisme sel: enzim, suhu dan pH dapat mempengaruhi kerja enzim. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Enzim katalase + H₂O₂</th> <th colspan="3">Percobaan I</th> <th colspan="3">Percobaan II</th> </tr> <tr> <th>Suhu</th> <th>Gelembung</th> <th>Nyala Api</th> <th>pH</th> <th>Gelembung</th> <th>Nyala Api</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>80°C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>4</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>37°C</td> <td>+++</td> <td>+++</td> <td>7</td> <td>+++</td> <td>+++</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>7°C</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>14</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35°C</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>8</td> <td>++</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!</p> <p>A. Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah B. Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa C. Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi D. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral E. Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi keresakan</p>							Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II			Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api	1	80°C	-	-	4	-	-	2	37°C	+++	+++	7	+++	+++	3	7°C	-	-	14	-	-	4	35°C	+	+	8	++	-
Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II																																											
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api																																									
1	80°C	-	-	4	-	-																																									
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++																																									
3	7°C	-	-	14	-	-																																									
4	35°C	+	+	8	++	-																																									
SARAN PERBAIKAN																																															

Berdasarkan
suhu dan pH

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	6
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan NADH menjadi ATP secara tepat	C
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan NADH menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan NADH pada proses tersebut!		
<p>A. 4 ATP</p> <p>B. 2 ATP</p> <p>C. 3 ATP</p> <p>D. 5 ATP</p> <p>E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN	lempar lagi atau gambar	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	7
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan $FADH_2$ menjadi ATP secara tepat	B
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Bepakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan $FADH_2$ pada proses tersebut!		
<p>A. 4 ATP B. 2 ATP C. 3 ATP D. 5 ATP E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN	logis begini akhir gambar	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	13
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Pengenalan Pola	Disajikan pernyataan dan gambar struktur DNA double helix, siswa dapat mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat	D
BUTIR SOAL		
Berdasarkan teks struktur DNA untai ganda, dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!		
A.	A→G	
B.	C→T	
C.	G→T	
D.	G→C	
E.	T→T	
SARAN PERBAIKAN	lebih baik lagi jika gambarnya menunjukkan pasangan ikatan hidrogennya	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	17
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan mRNA dan pernyataan terkait tahap inisiasi dari translasi, siswa dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan asam amino yang terbentuk dari kodon start secara tepat	D
BUTIR SOAL		
Berdasarkan tabel kode genetik, perhatikan mRNA cetakan dibawah ini!		
<p>Pernyataan: Kodon start adalah UAC, dan asam amino yang dibawa tRNA adalah Tirosin. Berdasarkan mRNA dan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Tentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi secara sepat, jika terjadi kekeliruan pada pernyataan tersebut!</p> <p>A. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAG dan asam amino yang terbentuk adalah Glisin B. Pernyataan tidak sepenuhnya salah, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Alanin C. Pernyataan benar, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Tirosin D. Pernyataan salah, kodon start yaitu AUG dan asam amino yang terbentuk adalah Metionin E. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAU dan asam amino yang terbentuk adalah Asparagin</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>Umpama saja untuk awal saja ngambil. Asam amino kita baca terus dibantu tabel penulisan tabel penulisan.</p>	

Hasil Penilaian Validasi Ahli oleh Bapak Eko Purnomo, M.Si.

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

A. IDENTITAS

Nama Peneliti : Siti Ropiah
 Nama Validator : Eko Purnomo, M.Si
 Instansi : UIN Walisongo Semarang
 Tanggal Pengisian : 28 Oktober 2023

B. INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

1. Definisi Konseptual

Computational Thinking (berpikir komputasional) merupakan proses berpikir (atau keterampilan berpikir manusia) dengan menggunakan pendekatan analitis dan algoritmik dalam merumuskan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah. Keterampilan berpikir komputasional peserta didik dapat diupayakan dengan cara memberikan soal-soal yang memiliki tingkat kesulitan bertahap dalam pembelajaran sehari-hari.

2. Definisi Operasional

Computational Thinking merupakan sebuah cara memahami dan menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan teknik dan konsep ilmu komputer seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma.

3. Indikator

Tabel Indikator *Computational Thinking* sebagai berikut:

Indikator <i>Computational Thinking</i>	Deskripsi Indikator
Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan
Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan
Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah.
Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah.

C. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi yang sedang

dikembangkan. Kami ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang bersedia menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

D. PETUNJUK PENGISIAN

Bapak/ Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan memalikan angka pada kolom dengan skala nilai sebagai berikut.

Keterangan skor skala penilaian:

- 1: tidak setuju
- 2: kurang setuju
- 3: setuju
- 4: sangat setuju

Bapak/Ibu juga diminta menuliskan saran perbaikan soal pada kolom yang telah disediakan, juga dapat memberikan koreksi langsung berupa catatan atau koreksi pada soal yang dianggap belum tepat.

E. PENILAIAN

Isilah kolom berikut ini dengan skor skala penilaian 1-4 pada setiap butir soal, sesuai dengan petunjuk pengisian.

Aspek Penilaian	
Aspek Materi	
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban
Aspek Konstruksi Soal	
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban
7	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi
8	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda
Aspek Bahasa	
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu

ASPEK PENILAIAN		PENILAIAN																			
		NOMOR SOAL																			
Aspek Materi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator kompetensi/ahli/ahling, yaitu Dekomposisi, Penggunaan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tujukan dari segi materi	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Aspek Konstruksi Soal																					
5	Pokok soal diuraikan dengan jelas dan tegas	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar instrumen tes tertulis bermuatan computational thinking pada materi biologi dinyatakan:

1. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
2. Cukup Baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Mohon diberikan tanda silang pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan bagi Bapak/Ibu.

Samarang 28 Oktober 2023

Validator



Eko Purnomo, M.SI

NIP: 198604232019031006

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	6
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan NADH menjadi ATP secara tepat	C
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
<p>The diagram illustrates chemiosmosis in a mitochondrial membrane. It shows the inner mitochondrial membrane with several protein complexes. Electrons (e-) flow through the complexes, and protons (H+) are pumped from the matrix to the intermembrane space. This creates a proton gradient. ATP synthase uses the energy from the proton gradient to synthesize ATP from ADP and Pi in the matrix. The diagram is labeled 'Ruang antar membran' (intermembrane space) and 'Matriks' (matrix).</p>		
<p>Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan NADH menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan NADH pada proses tersebut!</p> <p>A. 4 ATP B. 2 ATP C. 3 ATP D. 5 ATP E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN		

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	7
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan $FADH_2$ menjadi ATP secara tepat	B
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
<p>Berdasarkan gambar ^{diatas} pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan $FADH_2$ pada proses tersebut!</p> <p>A. 4 ATP B. 2 ATP C. 3 ATP D. 5 ATP E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>harus ditambahkan kalimat "selain $NADH$," sehingga terlihat perubahan soal dengan soal no 6.</p>	

Hasil Penilaian Validasi Ahli oleh Ibu Arifah Purnamaningrum, M. Sc.

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

A. IDENTITAS

Nama Peneliti : Siti Rapih
 Nama Validator : Arifah Purnamaningrum, M.Sc.
 Instansi : UIN Walitalqma
 Tanggal Pengisian : 3 November 2023

B. INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

1. Definisi Konseptual

Computational Thinking (berpikir komputasional) merupakan proses berpikir (atau keterampilan berpikir manusia) dengan menggunakan pendekatan analitik dan algoritmik dalam merumuskan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah. Keterampilan berpikir komputasional peserta didik dapat diupayakan dengan cara memberikan soal-soal yang memiliki tingkat kesulitan bertahap dalam pembelajaran sehari-hari.

2. Definisi Operasional

Computational Thinking merupakan sebuah cara memahami dan menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan teknik dan konsep ilmu komputer seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma.

3. Indikator

Tabel Indikator *Computational Thinking* sebagai berikut:

Indikator <i>Computational Thinking</i>	Deskripsi Indikator
Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan
Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan
Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah.
Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah.

C. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Baps/ibu terhadap instrumen penilaian tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi yang sedang

dikembangkan. Kami ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang bersedia menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

D. PETUNJUK PENGISIAN

Bapak/Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan menuliskan angka pada kolom dengan skala nilai sebagai berikut.

Keterangan skor skala penilaian:

- 1: tidak setuju
- 2: kurang setuju
- 3: setuju
- 4: sangat setuju

Bapak/Ibu juga diminta menuliskan saran perbaikan soal pada kolom yang telah disediakan, juga dapat memberikan koreksi langsung berupa catatan atau koreksi pada soal yang dianggap belum tepat.

E. PENILAIAN

Isilah kolom berikut ini dengan skor skala penilaian 1-4 pada setiap butir soal, sesuai dengan petunjuk pengisian.

Aspek Penilaian	
Aspek Materi	
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban
Aspek Konstruksi Soal	
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban
7	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi
8	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda
Aspek Bahasa	
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu

ASPEK PENILAIAN		PENILAIAN																			
		NOMOR SOAL																			
Aspek Materi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator conceptual thinking, yaitu Dekomposisi, Pengalihan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	1	3	4	1	3	3	3	2	1	5	1	2	2	4	1	3	3	4	4	3
2	Soal yang disajikan sesuai indikator	3	4	4	3	3	4	4	3	2	4	2	3	3	4	1	3	3	4	4	2
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tingkat dan segi materi	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	1	4	3	3	-	-
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	1	4	3	4	-	-
Aspek Konstruksi Soal																					
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	3	4	1	3	3	3	3	3
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	3	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	1	4	3	4	4	3

ASPEK PENILAIAN		PENILAIAN																			
		NOMOR SOAL																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7	Gambar, grafik, tabel, arsitek, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	-	4	-	4	4	2	2	3	2	4	3	2	3	4	1	3	3	.	-	-
8	Pokok soal bebas dan pernyataan yang bersifat negatif ganda	3	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	1	4	3	4	4	2
Aspek Bahasa																					
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
10	Menggunakan bahasa yang bebas dan kalimat ambigu	3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	3	4	3	4	3	4	4	3

E. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar instrumen tes tertulis bermuatan computational thinking pada materi biologi dinyatakan:

1. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
2. Cukup Baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Mohon diberikan tanda silang pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan bagi Bapak/Ibu.

Semarang 3 November 2023

Validator



Arifah Purnamaningrum, M.Sc.

NIP: 198905222019032010

Teks untuk soal nomor 1 sampai 3

Metabolisme Sel: Enzim

Metabolisme merupakan serangkaian peristiwa reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam sel makhluk hidup. Melalui proses metabolisme makanan yang dimakan dapat diubah menjadi energi untuk kelangsungan hidup. Laju Metabolisme akan dipengaruhi oleh enzim sebagai biokatalisator. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam metabolisme tersebut akan dipengaruhi lajunya oleh protein khusus yang disebut enzim. Tanpa enzim laju metabolisme berlangsung lambat. Cara kerja enzim terdapat dua macam teori yaitu teori *lock and key*, dan teori *induced fit*. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, activator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat. Berikut tabel struktur dan sifat enzim.

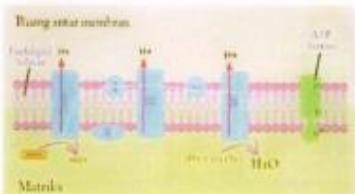
Struktur Enzim	Sifat Enzim
Protein (apoenzim) Non protein (gugus prostetik), terdiri dari: 1. Kofaktor: Na, K, Cu, Zn, dan Fe 2. Koenzim: Vit B, koenzim A, FAD, dan NAD	1. Biokatalisator 2. Bekerja spesifik 3. Tidak tahan panas 4. Bekerja pada pH tertentu 5. Dapat bekerja bolak-balik 6. Dibutuhkan dalam jumlah sedikit

SARAN PERBAIKAN

Sekarang teks ini tidak perlu diletakkan. Karena ini teks tidak berpengaruh terhadap materi soal. Ada / tidak soal efek ini, soal no. 1-3 tetap dapat dikerjakan oleh peserta didik.

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MA Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	1
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Dekomposisi	Disajikan teks metabolisme sel: enzim, siswa dapat menganalisis contoh peristiwa yang sesuai dengan salah satu sifat enzim	A
BUTIR SOAL		
<p>↳ Berdasarkan tabel struktur dan sifat enzim pada teks metabolisme sel: enzim, salah satu sifat enzim yaitu sebagai katalisator <u>berbahan organik</u> yang bekerja secara spesifik. Tentukan peristiwa yang sesuai dengan pernyataan tersebut!</p> <p style="margin-left: 20px;">↳ <i>berbahan organik</i></p> <p>A. Enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa</p> <p>B. Enzim tripsinogen di usus halus berperan dalam menguraikan protein menjadi pepton</p> <p>C. Enzim lipase di hati berperan dalam mengubah lemak menjadi pepton</p> <p>D. Enzim tripsin di mulut berperan dalam mengubah protein menjadi glukosa</p> <p>E. Enzim amilase di mulut berperan dalam mengubah amilum menjadi glukosa, kemudian enzim amilase juga berperan dalam mengubah lemak menjadi gliserol</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- Identitas → jenjang SMA / MA / sederajat -</p> <p>- redaksi soal disesuaikan</p>	

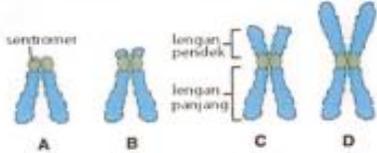
KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	4
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Dekomposisi	Disajikan pernyataan, siswa dapat menganalisis peristiwa pada pernyataan dengan menentukan proses metabolisme sel yang terjadi secara tepat	C
BUTIR SOAL		
<p>Perhatikan pernyataan dibawah ini!</p> <p>Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa.</p> <p>Tentukan proses metabolisme sel yang terjadi sesuai dengan pernyataan diatas!</p> <p>A. Katabolisme B. Glikolisis C. Anabolisme D. Disimiliasi E. Respirasi Anaerob</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- Soal belum sesuai dg level kognitif C4.</p> <p>- Soal belum sesuai dg indikator CT Dekomposisi</p> <p>Saran : Untuk pilihan gandanya disajikan sebuah tabel yg berisi bahan, proses, produk pada proses anabolisme fotosintesis, dan peserta didik akan diminta untuk menguraikan proses fotosintesis yg lengkap mengait beberapa tahapan proses / yg tahapan-tahapan</p> <p>maka redaksi soal juga perlu diperbaiki</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	6
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan NADH menjadi ATP secara tepat	C
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
 <p>Buang antar membran</p> <p>Matriks</p>		
<p>Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan NADH menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan NADH pada proses tersebut!</p> <p>A. 4 ATP B. 2 ATP C. 3 ATP D. 5 ATP E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- tuliskan pd gambar hanya 4perkelas, dgnat gambar agar bisa di hitung - molekul NADH sebanyak "dikawatikan" berakutanya. (asal dgnat molekul x). - sehingga proton dikik dit mengonasi pada setiap elektron ditransfer akan dihasilkan 1 ATP, maka</p> <p>Jika molekul NADH yg masuk pd rantai transpor Elektron akan ada 3 elektron yg ditransfer.</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatis dalam makhluk hidup	7
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis, siswa dapat menganalisis jumlah ATP yang dihasilkan dari perubahan $FADH_2$ menjadi ATP secara tepat	B
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!		
<p>Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan $FADH_2$ pada proses tersebut!</p> <p>A. 4 ATP B. 2 ATP C. 3 ATP D. 5 ATP E. 6 ATP</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- Tuliskan pada gambar hanya 3 perchain, bukan 4 perchain.</p> <p>- molekul $FADH_2$ itu dapat di perkecilkan menjadi molekul $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{4}$ molekul lain, sama seperti soal no. 6.</p> <p>= Satu rantai elektron jika yg masuk rantai transpor elektron adalah 2-3 molekul $\frac{1}{2}$ atau $\frac{1}{4}$ molekul lain.</p>	

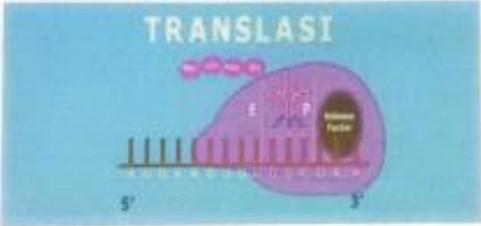
KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	B
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Algoritma	Disajikan gambar skema proses dekarboksilasi oksidatif, siswa dapat menganalisis senyawa yang ditunjuk pada gambar secara tepat	B
BUTIR SOAL		
<p>Berdasarkan pada teks katabolisme (dalam proses respirasi aerob salah satunya terjadi peristiwa dekarboksilasi oksidatif. Perhatikan gambar skema dibawah ini!</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Senyawa A dan B secara berturut-turut adalah.....</p> <p>A. A: asam amino; dan B: asam piruvat B. A: asam piruvat; dan B: asetil-KoA C. A: asetil-KoA; dan B: asam piruvat D. A: glukosa; dan B: asetil-KoA E. A: NADH; dan B: asam piruvat</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- sebaiknya disajikan beberapa gambar mengenai gambar reaksi-reaksi pada respirasi aerob secara acak, kemudian peserta didik diminta untuk menentukan urutan yg tepat untuk menghasilkan berupa molekul produk. Sehingga soal akan memuat indikator C1: Algoritma</p> <p>berapa titik? an / langkah? atau menghasiikan patok / memecahkan masalah.</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.2 Menjelaskan proses metabolisme sebagai reaksi enzimatik dalam makhluk hidup	9
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Pengenalan Pola	Disajikan gambar kloroplas, siswa dapat menganalisis tempat berlangsungnya proses fotosintesis dan fiksasi CO ₂ pada bagian gambar yang ditunjuk secara tepat	B
BUTIR SOAL		
<p>Proses fotosintesis yang terjadi di kloroplas berlangsung melalui dua tahap reaksi, yaitu tahap reaksi terang dan tahap reaksi gelap. Reaksi terang terjadi di tilakoid dan reaksi gelap terjadi di stroma. Perhatikan gambar kloroplas di bawah ini!</p>		
		
<p>Proses fotosintesis dan fiksasi CO₂ secara berturut-turut berlangsung pada bagian yang ditunjuk oleh nomor.....</p> <p>A. 1 dan 2 B. 4 dan 3 C. 6 dan 2 D. 2 dan 3 E. 4 dan 5</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>- belum sesuai indikator CT = pengenalan pola.</p> <p>- dapat dg yg kemosintesis juga. sajikan dasar awal kemosintesis pada bakteri, atau gambar pola hasil produk pd reaksi yg ada di fiksasi</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	11
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Dekomposisi	Disajikan gambar kromosom, siswa dapat menentukan pernyataan mengenai jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya secara tepat	C
BUTIR SOAL		
Perhatikan gambar kromosom dan strukturnya dibawah ini!		
 <p>Gambar diatas merupakan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya. Tentukan pernyataan yang tepat sesuai dengan gambar jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya!</p> <p>A. Kromosom B merupakan kromosom telosentrik karena sentromernya terletak hampir di ujung lengan kromosom</p> <p>B. Kromosom C merupakan kromosom akrosentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom</p> <p>C. Kromosom D merupakan kromosom metasentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom</p> <p>D. Kromosom D merupakan kromosom telosentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom</p> <p>E. Kromosom A merupakan submetasentrik karena sentromernya terletak pada bagian ujung lengan kromosom</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>Belum sesuai indikator - Dekomposisi</p> <p>-Sajikan permasalahan kompleks yg dit selesaikan pemecahannya & uraian dgn bahasa pener sebatana.</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	12
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Pengenalan Pola	Disajikan teks kromosom dan strukturnya, siswa dapat menganalisis pola kromosom homolog dan sister chromatid secara tepat	A
BUTIR SOAL		
Berdasarkan pernyataan pada teks kromosom, tentukan pola kromosom homolog dan <u>sister chromatid</u> secara tepat!		
A.	Kromosom Homolog 	Chromatid Sister 
B.	Kromosom Homolog 	Chromatid Sister 
C.	Kromosom Homolog 	Chromatid Sister 
D.	Kromosom Homolog 	Chromatid Sister 
E.	Kromosom Homolog 	Chromatid Sister 
SARAN PERBAIKAN	<ul style="list-style-type: none"> - Perlihatkan benar konstanta → sister chromatid. - Ditambah dg konstanta pd kromosom. 	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	13
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Pengenalan Pola	Disajikan pernyataan dan gambar struktur DNA double helix, siswa dapat mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat	D
BUTIR SOAL		
Berdasarkan teks struktur DNA untai ganda, dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!		
A.	A → G	
B.	C → T	
C.	G → T	
D.	G → C	
E.	T → T	
SARAN PERBAIKAN	<p>Bedakan warna dan bentuknya antara A, G, C, T. Sejalan dulu gambar A, gambar B, gambar C, gambar T, (masing-masing nukleotida) pada soal. Kemudian pd pilihan jawaban. Sejalan gambarnya saja, gambar struktur sedikit menyederhkan dengan menyederhkan warna pada bentuk yg berbeda.</p>	

KARTU SOAL PILIHAN GANDA		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	15
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Abstraksi	Disajikan gambar proses translasi, siswa dapat menganalisis tahapan translasi yang terjadi pada gambar tersebut secara tepat	B
BUTIR SOAL		
Berdasarkan tahapan sintesis protein, perhatikan gambar dibawah ini!		
		
Berdasarkan gambar diatas, apa yang akan terjadi pada tahap tersebut?		
<p>A. Terjadi tahap elongasi, asam amino yang lain akan dibawa pada rantai mRNA oleh tRNA dengan membawa antikodon</p> <p>B. Terjadi tahap terminasi, yang mana polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru</p> <p>C. Terjadi tahap inisiasi, kodon start pada utas mRNA bertemu dengan ribosom.</p> <p>D. RNA polimerase akan memisahkan untai DNA menjadi dua dengan cara bergerak dari terminator ke promotor</p> <p>E. Terjadi elongasi, RNA polimerase akan kembali berjalan menuju ke terminator dan akan membentuk mRNA</p>		
SARAN PERBAIKAN	<p>Harap Pak juga soal tidak selalu hanya indikator Abstraksi</p>	

KARTU SOAL ESSAI		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	19
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Algoritma	Disajikan tabel kode genetik, siswa dapat membuat urutan basa nitrogen pada mRNA dan basa nitrogen pada tRNA berdasarkan urutan asam amino yang diketahui secara tepat	-
BUTIR SOAL.		
<p>Berdasarkan tabel kode genetik asam amino, jika di dalam sel akan disintesis protein yang terdiri atas asam amino, sebagai berikut:</p> <p>Metionin Asam Glutamat Leusin Glisin Sistein Triptofan Valin Serin Arginin</p> <p>a. Buatlah urutan basa nitrogen pada mRNA!</p> <p>b. Buatlah urutan basa nitrogen pada tRNA!</p> <p><i>Sintesis</i> <i>diganti SPrin jadi (-)</i></p>		
<p>Jawaban:</p> <p>a. Urutan basa nitrogen pada mRNA 5'AUG→GAA→CUU→GGG→UGU→UGA→GUU→AGC→AGA3' mRNA adalah kodon yang dapat diterjemahkan menjadi asam amino</p> <p>b. Urutan basa nitrogen pada tRNA UAC→CUU→GAA→CCC→ACA→ACU→CAA→UCG→UCU tRNA adalah antikodon yang membawa asam amino yang sesuai dengan mRNA atau kodon</p>		
SARAN PERBAIKAN	point b : diganti menjadi DNA saja	

KARTU SOAL ESSAI		
IDENTITAS	KD	NOMOR SOAL
Jenjang: MAN Kelas: XII MIPA	3.3 Menganalisis hubungan struktur dan fungsi gen, DNA, kromosom dalam penerapan prinsip pewarisan sifat pada makhluk hidup	20
INDIKATOR COMPUTATIONAL THINKING	INDIKATOR SOAL	KUNCI JAWABAN
Algoritma	Disajikan pernyataan tentang jenis kelamin dan kromosom, siswa dapat membuat skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki masing-masing dengan peluang 50% secara tepat	-
BUTIR SOAL		
<p>Pengaturan Jenis Kelamin oleh Kromosom Manusia baik berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki mempunyai sepasang kromosom kelamin. Seorang perempuan normal mempunyai sepasang kromosom-X. Seorang laki-laki normal mempunyai sebuah kromosom-X dan sebuah kromosom-Y. Berhubung dengan itu formula kromosom untuk perempuan normal yaitu 46 XX, dan formula kromosom laki-laki normal yaitu 46 XY.</p> <p>Berdasarkan pernyataan diatas, buatlah skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal masing-masing dengan peluang 50%!</p>		
<p>Jawaban:</p>		

SARAN PERBAIKAN	Instruksi soal sebaiknya diganti dg : masukkan data yg teruji yg sesuai dg sumber.
-----------------	--

LEMBAR VALIDASI INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

A. IDENTITAS

Nama Peneliti : Siti Ropiah
 Nama Validator : Arifah Nurmaningrum, M.Sc.
 Instansi : UIN Walisongo
 Tanggal Pengisian : 20 November 2023

B. INSTRUMEN TES TERTULIS BERMUATAN *COMPUTATIONAL THINKING* PADA MATERI BIOLOGI

1. Definisi Konseptual

Computational Thinking (berpikir komputasional) merupakan proses berpikir (atau keterampilan berpikir manusia) dengan menggunakan pendekatan analitik dan algoritmik dalam merumuskan, menganalisis, dan menyelesaikan masalah. Keterampilan berpikir komputasional peserta didik dapat diupayakan dengan cara memberikan soal-soal yang memiliki tingkat kesulitan bertahap dalam pembelajaran sehari-hari.

2. Definisi Operasional

Computational Thinking merupakan sebuah cara memahami dan menyelesaikan masalah kompleks dengan menggunakan teknik dan konsep ilmu komputer seperti dekomposisi, pengenalan pola, abstraksi dan algoritma.

3. Indikator

Tabel Indikator *Computational Thinking* sebagai berikut:

Indikator <i>Computational Thinking</i>	Deskripsi Indikator
Dekomposisi	Menguraikan data dan masalah menjadi lebih sederhana sehingga mudah dipecahkan
Pengenalan Pola	Mengidentifikasi pola umum dari persamaan atau perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan
Abstraksi	Menemukan objek penting untuk membuat model atau representasi dalam memecahkan masalah.
Algoritma	Menyusun urutan langkah-langkah yang benar untuk mendapatkan solusi dari suatu masalah.

C. PENGANTAR

Lembar validasi ini digunakan untuk memperoleh penilaian Bapak/Ibu terhadap instrumen penilaian tes tertulis bermuatan *computational thinking* pada materi biologi yang sedang dikembangkan. Kami ucapkan terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu yang bersedia menjadi validator dan mengisi lembar validasi ini.

D. PETUNJUK PENGISIAN

Bapak/ Ibu dimohon untuk memberikan skor pada setiap butir pernyataan dengan menuliskan angka pada kolom dengan skala nilai sebagai berikut.

Keterangan skor skala penilaian:

- 1: tidak setuju
- 2: kurang setuju
- 3: setuju
- 4: sangat setuju

Bapak/ibu juga diminta menuliskan saran perbaikan soal pada kolom yang telah disediakan, juga dapat memberikan koreksi langsung berupa catatan atau koreksi pada soal yang dianggap belum tepat.

E. PENILAIAN

Isilah kolom berikut ini dengan skor skala penilaian 1-4 pada setiap butir soal, sesuai dengan petunjuk pengisian.

Aspek Penilaian	
Aspek Materi	
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban
Aspek Konstruksi Soal	
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban
7	Gambar, grafik, tabel, artikel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi
8	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda
Aspek Bahasa	
9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia
10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu

PENILAIAN		NOMOR SOAL																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ASPEK PENILAIAN																						
Aspek Materi																						
1	Soal yang disajikan sesuai dengan indikator <i>computational thinking</i> , yaitu Dekomposisi, Pengenalan Pola, Abstraksi, dan Algoritma	3	3	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	4	
2	Soal yang disajikan sesuai indikator soal	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	3	
3	Pilihan jawaban homogen dan logis di tinjau dari segi materi	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	-	
4	Hanya terdapat satu kunci jawaban	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	-	
Aspek Konstruksi Soal																						
5	Pokok soal dirumuskan dengan jelas dan tegas	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	
6	Pokok soal tidak memberi petunjuk kunci jawaban	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	

PENILAIAN		NOVOR SOAL																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ASPEK PENILAIAN	7	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi	3	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	4
			3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4
ASPEK PENILAIAN	8	Ploket soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3
			3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	4
Aspek Bahasa																					
ASPEK PENILAIAN	9	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3
			3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3
ASPEK PENILAIAN	10	Menggunakan bahasa yang bebas dari kalimat ambigu	3	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3
			3	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3

F. KESIMPULAN

Berdasarkan penilaian yang telah dilakukan, lembar instrumen tes tertulis bermuatan computational thinking pada materi biologi dinyatakan:

1. Baik, dapat digunakan tanpa revisi
2. Cukup Baik, dapat digunakan dengan sedikit revisi
3. Kurang baik, belum dapat digunakan karena masih banyak revisi

Mohon diberikan tanda silang pada nomor yang sesuai dengan kesimpulan bagi Bapak/Ibu.

Sempurung, 20 November 2023

Validator



Arifsh Purnamaningrum, M.Sc.

NIP: 198905222019032010

Lampiran 5 Draft Butir Soal

Draft Butir Soal Produk Awal

Teks Masalah untuk Soal Nomor 1-4

Metabolisme Sel

Metabolisme merupakan serangkaian peristiwa reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam sel makhluk hidup. Melalui proses metabolisme makanan yang dimakan dapat diubah menjadi energi untuk kelangsungan hidup. Semua makhluk hidup memerlukan energi untuk kelangsungan hidupnya. Kebutuhan energi setiap individu berbeda-beda, sesuai dengan aktivitas yang dilakukan, umur, atau jenis kelamin. Energi dapat diperoleh dari makanan yang dimakan melalui proses metabolisme di dalam tubuh. Laju Metabolisme akan dipengaruhi oleh enzim sebagai biokatalisator. Metabolisme dapat digolongkan menjadi dua yaitu proses pembongkaran yang disebut katabolisme dan proses penyusunan yang disebut anabolisme. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam metabolisme tersebut akan dipengaruhi lajunya oleh protein khusus yang disebut enzim. Tanpa enzim laju metabolisme berlangsung lambat. Enzim dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, activator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat.

1. Berdasarkan teks metabolisme sel, metabolisme terdapat dua macam yaitu katabolisme dan anabolisme. Tentukan pernyataan yang tepat mengenai katabolisme!
 - A. Enzim ptialin pada air liur memecah karbohidrat menjadi glukosa yang lebih kecil dan sederhana.

- B. Proses pembentukan energi pada proses fotosintesis
- C. Pembentukan dan pertumbuhan tulang serta peningkatan massa otot
- D. Sintesis atau pembuatan protein berlangsung di dalam ribosom
- E. Sintesis lemak dari karbohidrat dan protein

Jawaban: A

Contoh katabolisme yang tepat dalam kehidupan sehari-hari yaitu enzim ptialin pada air liur memecah karbohidrat menjadi glukosa yang lebih kecil dan sederhana.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan contoh peristiwa katabolisme dalam kehidupan sehari-hari secara tepat. Siswa dapat menyelesaikan permasalahan menjadi lebih sederhana, dengan cara memahami terlebih dahulu maksud dari katabolisme. Katabolisme merupakan proses pembongkaran, penguraian atau pemecahan molekul atau senyawa kompleks menjadi molekul atau senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim. Dari pilihan jawaban A sampai E yang termasuk kedalam contoh peristiwa pemecahan atau pembongkaran adalah enzim ptialin pada air liur memecah karbohidrat menjadi glukosa yang lebih kecil dan sederhana. Sedangkan pilihan B sampai E merupakan contoh dari peristiwa anabolisme.

2. Berdasarkan teks metabolisme sel, terdapat sebuah peristiwa tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan

oksigen serta senyawa glukosa. Identifikasilah proses metabolisme sel yang terjadi!

- A. Katabolisme
- B. Dekomposisi
- C. Anabolisme
- D. Disimilasi
- E. Respirasi Anaerob

Jawaban: C

Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa merupakan termasuk contoh dari peristiwa anabolisme.

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi pola salah satu peristiwa metabolisme sel. Siswa dapat mengidentifikasi pola dari peristiwa yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan. Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa merupakan termasuk contoh dari peristiwa anabolisme. Anabolisme adalah proses reaksi kimia yang terjadi dalam sel dan menyusun beberapa senyawa organik sederhana menjadi senyawa kimia yang lebih kompleks atau rumit. Energi yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis adalah sinar matahari. Perubahan energi fotosintesis, akan digunakan untuk mengikat senyawa sederhana dengan senyawa yang lebih kompleks. Proses anabolisme

terdapat tiga pola tahapan yang terjadi, yaitu produksi, aktivasi, dan penggabungan.

3. Berdasarkan teks metabolisme sel, suhu dan pH dapat mempengaruhi kerja enzim. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.

Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II		
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api
1	80°C	-	-	4	-	-
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++
3	7°C	-	-	14	-	-
4	35°C	+	+	8	++	-

Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!

- Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah
- Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa
- Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi
- Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral
- Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan

Jawaban: D

Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral (pH 7), hal tersebut dapat dilihat dari tabel hasil percobaan yaitu menghasilkan

banyak sekali gelembung dan api menyala. pH 7 bersifat netral, pH lebih dari 7 bersifat basa atau alkali, dan pH kurang dari 7 bersifat asam.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan pernyataan yang tepat sesuai dengan tabel hasil percobaan I dan II enzim katalase untuk dapat membuat representasi dalam memecahkan masalah. Berdasarkan percobaan I dan Percobaan II. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral. Pada pH yang terlalu asam dan suhu 80°C membuat enzim katalase mengalami denaturasi atau mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan sebagai katalis. Hal ini ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada suhu 7°C dan pH 14, enzim akan bersifat non aktif atau tidak dapat bekerja namun enzim tidak rusak. Hal ini juga ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada 35°C dan pH 8, enzim katalase dapat bekerja namun belum optimal hal ini dapat diketahui dari terbentuknya gelembung yang sedikit. Setiap enzim mempunyai pH optimum yang spesifik. Perubahan pH mengakibatkan sisi aktif enzim berubah sehingga dapat menghalangi terikatnya substrat pada enzim. Selain itu juga perubahan pH dapat mengakibatkan proses denaturasi pada enzim. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral sehingga dihasilkan gelembung lebih banyak dan nyala api yang paling terang.

4. Berdasarkan pada teks metabolisme sel, laju metabolisme sel dipengaruhi oleh enzim. Perhatikan pernyataan-pernyataan dibawah ini!
 - 1) Enzim bekerja secara spesifik
 - 2) Enzim mengubah produk akhir yang dibentuk
 - 3) Enzim merupakan protein

- 4) Enzim diperlukan dalam jumlah banyak
- 5) Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit
- 6) Enzim bekerja searah tidak secara bolak-balik

Berdasarkan pernyataan-pernyataan diatas, tentukan pernyataan yang tepat terkait sifat-sifat enzim!

- A. 1, 2, dan 3
- B. 4, 5, dan 6
- C. 2, 4, dan 6
- D. 1, 3, dan 4
- E. 1, 3, dan 5

Jawaban: E

(1) Enzim bekerja secara spesifik; enzim hanya mempengaruhi substrat tertentu saja.

(3) Enzim merupakan protein; enzim memiliki sifat seperti protein. Antara lain bekerja pada suhu optimum, umumnya pada suhu kamar. Enzim akan kehilangan aktivitasnya karena pH yang terlalu asam atau basa kuat, dan pelarut organik. Selain itu, panas yang terlalu tinggi akan membuat enzim terdenaturasi sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

(5) Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit; enzim berfungsi sebagai katalisator, enzim diperlukan dalam jumlah yang sedikit

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk dapat menyusun secara tepat sifat-sifat enzim sesuai pernyataan yang telah disajikan pada soal, guna untuk menemukan penyelesaian masalah yang tepat. Sebagai biokatalisator, enzim memiliki beberapa sifat antara lain:

- a. Enzim hanya mengubah kecepatan reaksi; enzim tidak mengubah produk akhir yang dibentuk atau mempengaruhi keseimbangan reaksi, hanya meningkatkan laju suatu reaksi.
- b. Enzim bekerja secara spesifik; enzim hanya mempengaruhi substrat tertentu saja.
- c. Enzim merupakan protein; enzim memiliki sifat seperti protein, antara lain bekerja pada suhu optimum, umumnya pada suhu kamar. Enzim akan kehilangan aktivitasnya karena pH yang terlalu asam atau basa kuat, dan pelarut organik. Selain itu, panas yang terlalu tinggi akan membuat enzim terdenaturasi sehingga tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya.
- d. Enzim diperlukan dalam jumlah sedikit; enzim berfungsi sebagai katalisator, enzim diperlukan dalam jumlah yang sedikit
- e. Enzim bekerja secara bolak-balik; reaksi-reaksi yang dikendalikan enzim dapat berbalik, artinya enzim tidak menentukan arah reaksi tetapi hanya mempercepat laju reaksi sehingga tercapai keseimbangan. Enzim dapat menguraikan suatu senyawa menjadi senyawa-senyawa lain.
- f. Enzim dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, activator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat.

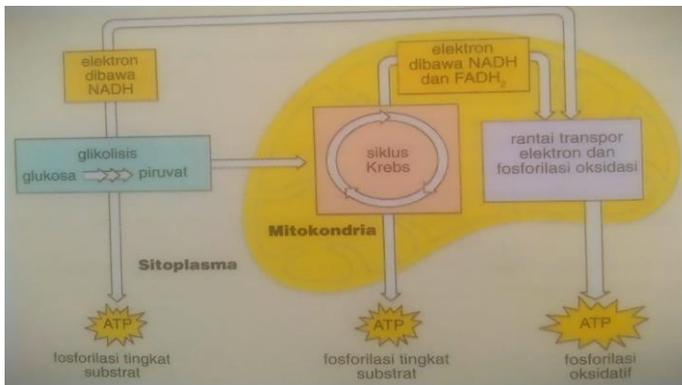
Teks Masalah untuk Soal Nomor 5-7

Katabolisme

Katabolisme atau disebut juga desimilasi merupakan rangkaian reaksi kimia yang berkaitan dengan proses pembongkaran, atau penguraian molekul/senyawa kompleks menjadi molekul/ senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan enzim. Penguraian senyawa ini menghasilkan

atau melepaskan energi berupa ATP yang tersimpan pada molekul dan biasa digunakan organisme untuk beraktivitas. Berdasarkan kebutuhan akan oksigen, katabolisme dibagi menjadi dua, yaitu: respirasi aerob dan respirasi anaerob.

Respirasi aerob adalah respirasi yang membutuhkan oksigen bebas dari udara untuk menghasilkan energi. Contoh respirasi aerob adalah Respirasi Sel. Respirasi termasuk ke dalam kelompok katabolisme karena didalamnya terjadi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, diikuti dengan pelepasan energi. Respirasi anaerob merupakan respirasi yang tidak menggunakan oksigen sebagai penerima akhir pada saat pembentukan ATP. Respirasi anaerob juga menggunakan glukosa sebagai substrat. Respirasi anaerob sering disebut juga fermentasi. Pada fermentasi, glukosa dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat, 2 NADH, dan terbentuk 2 ATP. Tetapi, fermentasi tidak bereaksi secara sempurna memecah glukosa menjadi karbondioksida dan air, serta ATP yang dihasilkan pun tidak sebesar ATP yang dihasilkan dari glikolisis. Berikut gambar skema respirasi aerob dan anaerob.



Sumber: Biology. Concepts & Connections. 2006

5. Berdasarkan teks katabolisme, pada tahap respirasi aerob terdapat peristiwa glikolisis. Tentukan tiga hasil dari peristiwa glikolisis pada proses respirasi secara tepat!
- A. Asam asetat, asam amino, dan ATP
 - B. Asam piruvat, asam amino, dan NADH
 - C. Asam piruvat, NADH, dan ATP
 - D. Asam laktat, NADH, dan ATP
 - E. Asam amino, asam piruvat, dan NADH

Jawaban: C

Tiga hasil penting dari peristiwa glikolisis pada proses respirasi adalah asam piruvat, NADH, dan ATP. Rumus cepat menghafal; Aspinat (asam piruvat, NADH, ATP).

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan hasil penting dari peristiwa glikolisis pada proses respirasi aerob. Siswa harus memahami terlebih dahulu peristiwa glikolisis, lalu menguraikan tahapan glikolisis hingga terbentuk hasil dari peristiwa glikolisis pada proses respirasi aerob, sehingga siswa dapat memecahkan masalah menjadi lebih sederhana. Glikolisis adalah peristiwa perubahan molekul glukosa (6 atom C) menjadi 2 molekul yang lebih sederhana, yaitu asam piruvat (3 atom C). Peristiwa glikolisis menunjukkan perubahan dari glukosa, kemudian makin berkurang kekompleksan molekulnya dan berakhir sebagai molekul asam piruvat. Produk penting glikolisis dari 1 molekul glukosa sebagai berikut.

- 1. 2 molekul asam piruvat
- 2. 2 molekul NADH sebagai sumber elektron berenergi tinggi
- 3. 2 molekul ATP

6. Berdasarkan gambar skema respirasi aerob pada teks katabolisme, identifikasilah energi yang dihasilkan selama proses respirasi aerob secara tepat!

A. Tabel 1

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + 2 NADH (2 x 3 ATP)	8 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP
Siklus krebs	2 ATP + 6 NADH (6 x 3 ATP) + 2 FADH ₂ (2 x 2 ATP)	24 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		38 ATP

B. Tabel 2

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + NADH (1 x 3 ATP)	5 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP
Siklus krebs	6 NADH (6 x 3 ATP) + 2 FADH ₂ (2 x 2 ATP)	22 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		33 ATP

C. Tabel 3

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + 2 NADH (2 x 3 ATP)	8 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP
Siklus krebs	2 ATP + 2 FADH ₂ (2 x 2 ATP)	6 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		20 ATP

D. Tabel 4

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	4 ATP + 2 NADH (2 x 3 ATP)	10 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP

Siklus krebs	2 ATP + 2 FADH ₂ (2 x 2 ATP)	6 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		22 ATP

E. Tabel 5

Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + 2 NADH (2 x 3 ATP)	8 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP
Siklus krebs	6 NADH (6 x 3 ATP)	18 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		32 ATP

Jawaban: A

Berdasarkan peristiwa glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, dan siklus krebs selama proses respirasi aerob dihasilkan sekitar 38 ATP dengan rincian sebagai berikut:

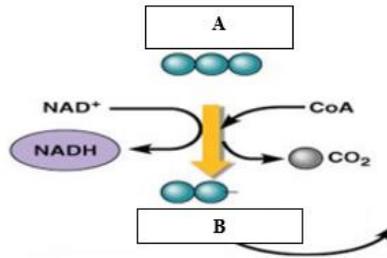
Proses	Masukan Energi	Hasil
Glikolisis	2 ATP + 2 NADH (2 x 3 ATP)	8 ATP
Dekarboksilasi oksidatif	2 NADH (2 x 3 ATP)	6 ATP
Siklus krebs	2 ATP + 6 NADH (6 x 3 ATP) + 2 FADH ₂ (2 x 2 ATP)	24 ATP
Jumlah energi yang dihasilkan		38 ATP

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi energi yang dihasilkan selama proses respirasi aerob berdasarkan setiap peristiwa yang telah terjadi selama proses respirasi aerob. Jumlah ATP yang dihasilkan selama proses respirasi aerob merupakan hasil dari peristiwa glikolisis, dekarboksilasi oksidatif, dan siklus krebs. Pada dasarnya, transpor elektron merupakan peristiwa pemindahan elektron dan ion hidrogen (H⁺). Elektron

tersebut dibawa oleh NADH dan FADH₂ dari suatu substrat ke substrat lain secara berantai disertai dengan pembentukan ATP melalui proses fosforilasi oksidatif. Setiap molekul NADH yang memasuki rantai transpor elektron akan menghasilkan 3 molekul ATP dan setiap molekul FADH₂ akan menghasilkan 2 molekul ATP. Jadi, jumlah keseluruhan ATP yang dihasilkan respirasi aerob adalah 38 ATP.

7. Berdasarkan pada teks katabolisme, dalam proses respirasi aerob salah satunya terjadi peristiwa dekarboksilasi oksidatif. Perhatikan gambar skema dibawah ini!

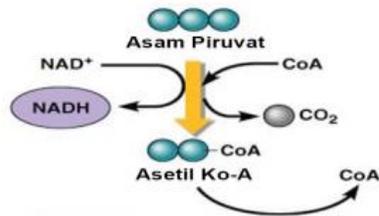


Senyawa A dan B secara berturut-turut adalah.....

- A. A: asam amino; dan B: asam piruvat
- B. A: asam piruvat; dan B: asetil-KoA
- C. A: asetil-KoA; dan B: asam piruvat
- D. A: glukosa; dan B: asetil-KoA
- E. A: NADH; dan B: asam piruvat

Jawaban: B

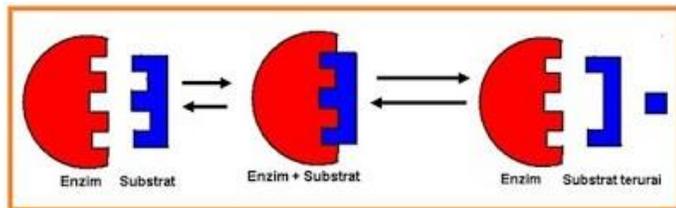
Senyawa A: asam piruvat; dan B: asetil-KoA. Berikut skema peristiwa dekarboksilasi oksidatif.



Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan senyawa A dan B secara tepat pada peristiwa dekarboksilasi oksidatif untuk membuat representasi dalam memecahkan masalah. Sebelum memasuki siklus krebs, asam piruvat terlebih dahulu mengalami dekarboksilasi oksidatif di dalam mitokondria. Pada peristiwa tersebut terjadi perubahan asam piruvat (molekul berkarbon 3) menjadi molekul asetil-KoA (molekul berkarbon 2) dengan menghasilkan 1 molekul NADH dan 1 molekul karbon dioksida (CO_2).

8. Cara kerja enzim dalam berikatan dengan substrat, ada 2 teori yang menjelaskan yaitu teori lock and key dan teori induced fit. Perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar diatas merupakan teori lock and key yang menganalogikan mekanisme kerja enzim seperti gembok dengan anak kunci. Identifikasi pernyataan dibawah ini yang sesuai dengan teori lock and key!

- A. Sisi aktif enzim mempunyai bentuk spesifik dan tidak fleksibel

- B. Sisi aktif enzim bersifat fleksibel terhadap substrat yang masuk
- C. Apabila substrat masuk ke dalam sisi aktif, maka bagian tersebut akan menyesuaikan bentuk substrat
- D. Sisi aktif dapat merombak substrat, sehingga substrat akan menyesuaikan bentuk sisi aktif
- E. Sisi aktif enzim masuk ke dalam substrat

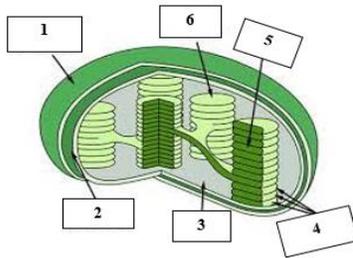
Jawaban: A

Teori lock and key menganalogikan mekanisme kerja enzim seperti gembok dengan anak kunci. Substrat masuk ke dalam sisi aktif enzim. Jadi, sisi aktif enzim seolah olah gembok dan substrat adalah anak kunci. Jadi, sisi aktif enzim mempunyai bentuk spesifik dan tidak bersifat fleksibel.

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi pola kerja enzim dengan menggunakan teori lock and key dari pernyataan-pernyataan pada pilihan jawaban soal ini. Menurut teori lock and key, bagian sisi aktif enzim mempunyai bentuk spesifik dan tidak bersifat fleksibel. Suatu enzim hanya dapat ditempati oleh substrat tertentu saja dan tidak dapat bekerja untuk bermacam-macam substrat.

9. Proses Fotosintesis yang terjadi di kloroplas berlangsung melalui dua tahap reaksi, yaitu tahap reaksi terang dan tahap reaksi gelap. Reaksi terang terjadi di grana dan reaksi gelap terjadi di stroma. Perhatikan gambar kloroplas di bawah ini!



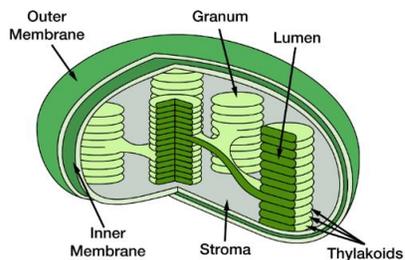
Proses fotolisis dan fiksasi CO_2 secara berturut-turut berlangsung pada bagian yang ditunjuk oleh nomor.....

- A. 1 dan 2
- B. 6 dan 3
- C. 6 dan 2
- D. 2 dan 3
- E. 4 dan 5

Jawaban: B

Proses fotolisis terjadi di grana pada bagian nomor 6, dan proses fiksasi CO_2 terjadi di stroma yang ditunjukkan bagian nomor 3.

Chloroplast



Sumber: edubio.com

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan tempat berlangsungnya proses fotolisis dan fiksasi CO_2 secara berturut-turut

dengan menunjukkan bagian nomor di gambar yang terdapat pada soal. Siswa harus menguraikan terlebih dahulu maksud dari proses fotolisis dan fiksasi CO₂ sehingga siswa akan lebih mudah memecahkan masalah menjadi lebih sederhana yaitu mengetahui tempat berlangsungnya kedua proses tersebut. Fotolisis merupakan salah satu tahapan dalam reaksi terang fotosintesis. Fotolisis adalah reaksi pemecahan air oleh cahaya yang menghasilkan 2 ion hidrogen dan 1 atom oksigen. Reaksi fotolisis terjadi di grana (tilakoid). Pada reaksi fotolisis, satu atom oksigen akan bergabung dengan atom oksigen lain membentuk O₂(oksigen). Sedangkan proses fiksasi CO₂ merupakan proses reaksi gelap fotosintesis yang terjadi di stroma. Pada reaksi gelap tidak terjadi proses penyerapan energi cahaya melainkan terjadi proses pengikatan (fiksasi) CO₂ yang akan dijadikan bahan untuk membentuk glukosa (C₆H₁₂O₆).

10. Friska membuat sebuah kode untuk memudahkan dalam memahami tahapan reaksi gelap. Namun, kode yang disusun oleh friska belum tersusun secara tepat tahapannya.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus pfosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e⁻ dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Susunlah secara runtut kode tahapan reaksi gelap yang telah dibuat oleh friska!

- A. T-H-G-I-F
- B. G-H-I-F-T
- C. H-I-G-F-T
- D. F-I-G-H-T
- E. F-I-G-T-H

Jawaban: D

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e⁻ dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk urutan kode tahapan reaksi gelap secara runtut untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan. Kode yang dibuat friska tersusun secara acak, maka dari itu siswa harus mengurutkannya secara tepat tahapan reaksi gelap.

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

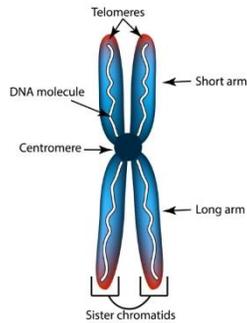
Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat. Molekul ini merupakan prekursor (bahan baku) untuk produk akhir menjadi molekul sukrosa yang merupakan karbohidrat untuk diangkut ke tempat penimbunan tepung pati yang merupakan karbohidrat yang tersimpan sebagai cadangan makanan

Teks Masalah untuk Soal Nomor 11-12

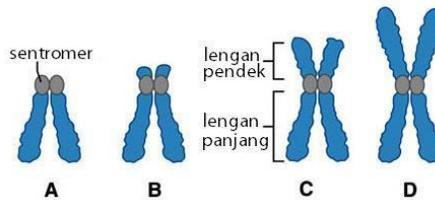
Kromosom dan Strukturnya

Kromosom pada sebagian besar eukariot mengandung dua struktur utama, yaitu sentromer dan telomer. Sentromer merupakan bagian kromosom yang menghubungkan dua kromatid (kromosom anak). Pada sentromer biasa menempel benang-benang spindel (spindel mikrotubula) selama pembelahan mitosis dan meiosis. Benang-benang spindel akan menggerakkan sentromer sekaligus kromosom menuju tempat yang sesuai. Telomer merupakan urutan DNA khusus yang dapat ditemukan pada bagian ujung kromosom. Telomer adalah bagian ujung kromosom yang berfungsi untuk menjaga agar antar kromosom tidak saling bergandengan. Selain itu telomer juga berfungsi untuk menjaga keutuhan genom (materi genetik) selama perkembangan sel. Gambar Kromosom dan strukturnya sebagai berikut:



Sumber: doktersehat.com

11. Berdasarkan teks kromosom dan strukturnya, perhatikan gambar kromosom dibawah ini!



Gambar diatas merupakan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya. Tentukan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya pada gambar B dan D secara tepat!

- A. Akrosentrik dan Metasentrik
- B. Metasentrik dan Telosentrik
- C. Akrosentrik dan Submetasentrik
- D. Telosentrik dan Submetasentrik
- E. Metasentrik dan Akrosentrik

Jawaban: A

Gambar B adalah Akrosentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak hampir di ujung lengan kromosom. Sedangkan gambar D adalah

Metasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom.

Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya pada gambar kromosom yang terdapat di soal. Siswa dapat menyelesaikan permasalahan menjadi sederhana, jika siswa dapat menguraikan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya sesuai dengan gambar pada soal.

Gambar A: Kromosom telosentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak pada bagian ujung lengan kromosom.

Gambar B: Kromosom akrosentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak hampir di ujung lengan kromosom.

Gambar C: Kromosom submetasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak hampir di tengah-tengah lengan kromosom

Gambar D: Kromosom metasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom.

Jadi, penyelesaian dari permasalahannya adalah Gambar B yaitu kromosom akrosentrik dan Gambar D yaitu kromosom metasentrik.

12. Berdasarkan teks kromosom dan strukturnya, identifikasilah struktur kromosom yang memiliki peranan melindungi DNA dari kerusakan dan berperan penting pada replikasi DNA dalam mempertahankan kestabilan kromosom pada setiap pembelahan sel!

- A. Sentromer
- B. Histon
- C. Kromatid
- D. Nukleosom

E. Telomer

Jawaban: E

Telomer mempunyai fungsi utama yaitu untuk melindungi DNA dari kerusakan dan juga berperan penting pada replikasi DNA sehingga telomer berperan dalam mempertahankan kestabilan kromosom pada setiap pembelahan sel. Telomer dipelihara keutuhannya oleh enzim telomerase yaitu Ribonucleoprotein DNA polymerase yang berperan dalam proses elongasi telomer di dalam sel eukariot.

Ketika sel bereplikasi, maka sel anak (*daughter cell*) akan menerima satu set gen yang lengkap sehingga sel anak hasil pembelahan tersebut memiliki kode genetik yang sama persis dengan sel inangnya. Bila ada beberapa unit gen yang hilang, maka sel tersebut akan mengalami gangguan fungsi dan bahkan bisa sampai mati. Ada satu daerah di bagian ujung kromosom (telomer) yang tidak di copy sehingga telomer akan bertambah pendek pada setiap sel anak, akibatnya akan mengancam kehidupan dan proses replikasi sel. Oleh karena itu pada telomer terdapat subunit DNA yang harus tetap dibuat copy nya agar panjang kromosom tetap dan sel dapat bertahan untuk terus mengalami mitosis.

Indikator Computational Thinking (CT): Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengenali peranan salah satu struktur kromosom dalam melindungi DNA dari kerusakan, dan berperan penting pada replikasi DNA dalam mempertahankan kestabilan kromosom pada setiap pembelahan sel. Kromosom memiliki dua struktur utama yaitu sentromer dan telomer. Sentromer mempunyai dua fungsi utama, yaitu sebagai tempat melekatnya kromatid saudara dan sebagai tempat perlekatan benang spindel pada saat pembelahan sel. Sedangkan telomer

mempunyai fungsi utama yaitu untuk melindungi DNA dari kerusakan dan juga berperan penting pada replikasi DNA sehingga telomer berperan dalam mempertahankan kestabilan kromosom pada setiap pembelahan sel. Jadi, penyelesaian masalahnya adalah telomer yang berperan dalam melindungi DNA dari kerusakan, dan berperan penting pada replikasi DNA dalam mempertahankan kestabilan kromosom pada setiap pembelahan sel.

13. Gen, DNA, dan kromosom adalah materi genetik karena bertanggungjawab terhadap pewarisan sifat-sifat genetik dari induk kepada keturunannya. Terdapat beberapa pernyataan berkaitan hubungan Gen, DNA, dan Kromosom sebagai berikut:

- 1) Gen bagian dari DNA karena segmen DNA membentuk gen. Gen terangkai membentuk kromosom. Kromosom adalah struktur padat yang terdiri dari dua komponen molekul, yaitu DNA dan protein.
- 2) Gen, DNA, dan Kromosom tidak memiliki hubungan dalam pewarisan sifat
- 3) DNA adalah molekul pembawa sifat. Gen menentukan sifat pada makhluk hidup. Kromosom adalah pembawa sifat keturunan pada makhluk hidup.
- 4) Gen, dan DNA mengandung informasi genetik, sedangkan kromosom tidak mengandung informasi genetik
- 5) DNA bagian dari kromosom karena segmen kromosom membentuk DNA. Kromosom terangkai membentuk gen. Gen adalah struktur padat yang terdiri dari dua komponen molekul, yaitu DNA dan protein.

Pernyataan mana sajakah yang benar berdasarkan hubungan antara Gen, DNA dan Kromosom!

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

Jawaban: C

(1) Gen bagian dari DNA karena segmen DNA membentuk gen. Gen terangkai membentuk kromosom. Kromosom adalah struktur padat yang terdiri dari dua komponen molekul, yaitu DNA dan protein.

(3) DNA adalah molekul pembawa sifat. Gen menentukan sifat pada makhluk hidup. Kromosom adalah pembawa sifat keturunan pada makhluk hidup.

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan pernyataan yang tepat terkait hubungan antar gen, DNA dan kromosom. Penyelesaian masalah dapat dilakukan, apabila siswa memahami hubungan antar gen, DNA, dan Kromosom.

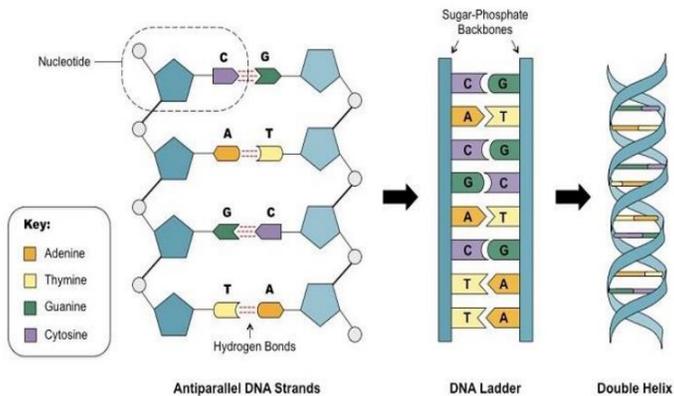
Hubungan gen, DNA, dan kromosom yaitu gen adalah bagian dari DNA karena segmen DNA membentuk gen. Selanjutnya gen-gen terangkai membentuk kromosom. Kromosom (eukariotik) terdiri dari DNA yang dirangkai secara bersambung membentuk spiral dan berasosiasi dengan protein. Kromosom adalah molekul asam nukleat yang mengandung sejumlah gen, serta pada struktur tertentu tersusun dari DNA dan protein histon dan protein lain yang lazim disebut sebagai nukleoprotein. DNA adalah molekul pembawa sifat. Gen menentukan sifat pada makhluk hidup. Kromosom adalah pembawa sifat keturunan pada makhluk hidup.

Teks Masalah untuk Soal Nomor 14

DNA

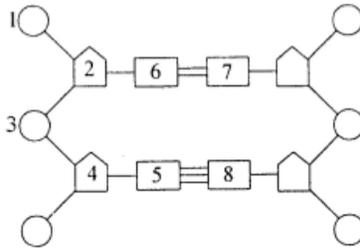
DNA berperan dalam pembawa informasi genetik dari satu generasi ke generasi lain. DNA merupakan polimer besar yang tersusun atas unit-unit nukleotida (polinukleotida). Sebuah nukleotida tersusun atas; gugus gula deoksiribosa (gula dengan lima atom karbon atau pentosa), gugus asam fosfat (fosfat terikat pada C kelima dari gula), dan gugus basa nitrogen (gugus ini terikat pada C pertama dari gula). Dikatakan 1 nukleotida, jika terdiri atas 1 fosfat, 1 Gula, dan 1 basa nitrogen yang tersusun secara berurutan.

Molekul gula terikat pada basa nitrogen yang tersusun atas basa purin dan basa pirimidin. Basa purin tersusun atas guanine (G) dan adenin (A), sedangkan basa pirimidin tersusun atas timin (T) dan sitosin atau Cytosine (C). Perhatikan gambar berikut!



Gambar: DNA dan Polinukleotida

14. Berdasarkan teks DNA, komponen penyusun nukleotida terdiri atas fosfat, gula deoksiribosa, dan satu macam basa nitrogen. Perhatikan skema rantai polinukleotida di bawah ini!



Berdasarkan skema di atas, tunjukkan simbol fosfat, gula deoksiribosa, dan satu macam basa nitrogen secara berturut-turut ditunjukkan pada bagian nomor.....

- A. 1, 2 dan 3
- B. 4, 1 dan 5
- C. 6, 2 dan 3
- D. 2, 3 dan 8
- E. 3, 4 dan 5

Jawaban: E

Fosfat, gula deoksiribosa, dan basa nitrogen berturut-turut dapat ditunjukkan pada nomor **1,2,6 dan 3,4,5**.

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

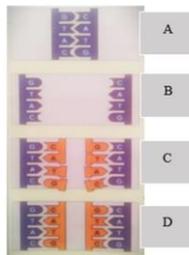
Pada soal ini, siswa diminta untuk mengenali pola dari simbol fosfat, gula deoksiribosa dan basa nitrogen secara berurutan. Nukleotida merupakan monomer yang menyusun asam nukleat (polinukleotida), yaitu DNA (asam deoksiribonukleat) dan RNA (asam ribonukleat). Satu nukleotida berturut-turut terdiri dari gugus fosfat, gula pentosa, dan basa nitrogen. Gula pentosa

pada DNA dikenal sebagai gula deoksiribosa. DNA memiliki struktur *double helix*, artinya DNA tersusun dari 2 pita polinukleotida yang berpasangan dan berpilin. Dalam satu pita, semua nukleotida saling berikatan melalui ikatan fosfodiester, yaitu ikatan 1 gugus fosfat dengan gula-gula pada 2 nukleotida. Ikatan ini membentuk tulang punggung dengan pola berulang berupa unit-unit gula-fosfat. Tulang punggung gula-fosfat berada di sebelah luar pita (fosfat paling terluar), sementara basa-basa bernitrogen saling berpasangan di dalam pita. Pada gambar, fosfat disimbolkan dengan lingkaran, gula pentosa disimbolkan dengan segi lima, dan basa nitrogen disimbolkan dengan persegi.

Teks Masalah untuk Soal Nomor 15

Replikasi DNA

Replikasi DNA diawali dengan terbukanya dua rantai polinukleotida yang masing-masing berfungsi sebagai cetakan. Untuk menyusun satu rantai pelengkap yang baru, enzim helikase membentuk gelembung-gelembung replikasi. Suatu protein pengikat rantai tunggal akan tetap menjaga agar kedua pita pada setiap gelembung terpisah. Jumlah gelembung replikasi pada makhluk hidup eukariot dapat mencapai ratusan sampai ribuan sepanjang molekul DNA. Berikut gambar tahapan replikasi DNA.



Gambar: Replikasi DNA

15. Berdasarkan gambar replikasi DNA pada teks replikasi DNA, pada bagian gambar manakah replikasi DNA di mulai?
- A. Gambar A
 - B. Gambar B
 - C. Gambar C
 - D. Gambar D
 - E. Gambar A dan C

Jawaban: B

Replikasi DNA diawali dengan terbukanya dua rantai polinukleotida yang masing-masing berfungsi sebagai cetakan.

Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan tahapan dimulai proses replikasi DNA berdasarkan gambar pada soal. Siswa dengan menguraikan tahapan replikasi DNA berdasarkan gambar pada soal, ia akan dengan mudah menemukan penyelesaian dari permasalahan.

Gambar A: Molekul induk DNA; dua rantai pasangan basa nukleotida komplementer.

Gambar B: Replikasi dimulai; masing-masing rantai terurai dan terpisah.

Gambar C: Tiap rantai lama berfungsi sebagai pola cetakan untuk penambahan basa menurut aturan pasangan basa.

Gambar D: Basa-basa yang menempatkan diri di setiap rantai lama bergabung menjadi rantai baru. Setiap molekul DNA; setengah lama dan setengah baru.

Jadi, penyelesaiannya adalah gambar B, yaitu replikasi DNA diawali dengan terbukanya dua rantai polinukleotida yang masing-masing berfungsi sebagai cetakan.

Teks Masalah untuk Soal Nomor 16-18

Sintesis Protein

Sintesis protein yaitu proses penyusunan asam-asam amino dengan membentuk rangkaian rantai polipeptida. Sintesis protein ini terjadi di dalam ribosom dan pengaturan sintesis protein dilakukan oleh gen (DNA) di dalam inti. 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- mRNA). Pembacaan oleh transkriptase dimulai dari tanda awal (promotor) sampai tanda akhir (terminator). 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. Namun, hanya mRNA yang akan diterjemahkan ke dalam protein.

Translasi berlangsung di sitoplasma, sehingga RNA harus dikeluarkan dari inti sel menuju sitoplasma. Dalam proses translasi, terjadi penerjemahan urutan kodon pada RNAd menjadi urutan asam amino pada ribosom, artinya 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 kode 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.

16. Berdasarkan teks sintesis protein, jika diketahui rantai DNA adalah UAA ATT GTA CGC, maka kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein adalah
- A. TUU AUU CAU CGC
 - B. TUU UAA CTU GCG
 - C. AUU UAA CAU GCG
 - D. TAA UAA GCG UAC
 - E. AUU AUU CAU CGC

Jawaban: C

Diketahui: Rantai DNA = Sense

Sense = UAA ATT GTA CGC

Ditanyakan: mRNA = Kodon?

Rumus: Berubah semuanya

A = U

T = A

C = G

G = C

Sense: UAA ATT GTA CGC

Kodon: AUU UAA CAU GCG

Jadi, kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein adalah AUU UAA CAU GCG

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein dengan diketahui sense atau rantai DNA nya. Pada soal ini ditanyakan mRNA atau sama dengan kodon, yang diketahui pada soal ini adalah rantai DNA atau sama dengan sense. Pengubahan dari kodon ke sense diubah keseluruhan. Jadi, kode genetik yang dibawa oleh mRNA pada sintesis protein adalah AUU UAA CAU GCG

17. Berdasarkan teks sintesis protein, jika diketahui rantai antisense yaitu AAT CGA GTA. Apabila terjadi proses transkripsi maka urutan basa nitrogen RNAd yang terbentuk adalah
- A. UUA GCT CAU
 - B. UUT CGA CAU
 - C. UUA GCA GUA
 - D. AAU CGA GUA
 - E. AAT CGA GTA

Jawaban: D

Diketahui: rantai antisense

Ditanyakan: kodon?

Rumus: tidak diubah semua, hanya T → U

Antisense: AAT CGA GTA

Kodon: AAU CGA GUA

Jadi, urutan basa nitrogen RNAd yang terbentuk adalah AAU CGA GUA

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan urutan basa nitrogen RNAd yang terbentuk pada proses transkripsi dengan diketahui rantai

antisense. Pada soal ini ditanyakan kodon dengan diketahui rantai antisense. Perubahan rantai antisense ke kodon hanya dilakukan pada T → U. Maka, urutan basa nitrogen RNAd yang terbentuk adalah AAU CGA GUA.

18. Berdasarkan teks sintesis protein, perhatikan pernyataan-pernyataan dibawah ini!

- 1) mRNA menerjemahkan kodon yang dibawa tRNA
- 2) DNA template yang ditranskripsikan membentuk RNA duta
- 3) tRNA meninggalkan DNA menuju ribosom.
- 4) mRNA keluar dari nukleus menuju ribosom
- 5) Kodon yang dibawa oleh RNA duta ditranslasi oleh tRNA yang membawa asam amino
- 6) Membentuk polipeptida

Berdasarkan pernyataan diatas, tentukan dan urutkanlah tahapan sintesis protein secara tepat!

- A. 2, 3, 1, dan 6
- B. 2, 4, 5, dan 6
- C. 1, 4, 5, dan 6
- D. 2, 4,3, dan 6
- E. 3, 6, 2, dan 5

Jawaban: B

Tahapan sintesis protein yaitu:

(2) DNA template yang ditranskripsikan membentuk RNA duta

(4) mRNA keluar dari nukleus menuju ribosom

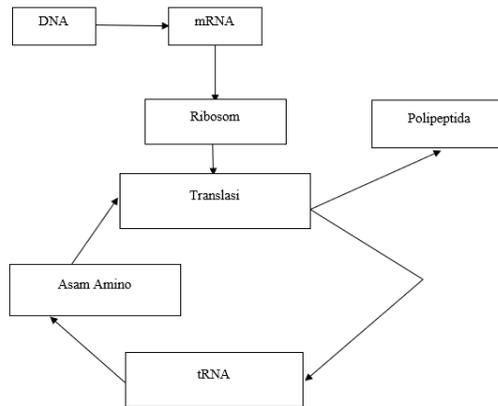
(5) Kodon yang dibawa oleh RNA duta ditranslasi oleh tRNA yang membawa asam amino

(6) Membentuk polipeptida

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan tahapan sintesis protein secara urut berdasarkan pernyataan yang telah disediakan pada soal. Tahapan sintesis diurutkan secara tepat berdasarkan pola yang telah ditemukan.

Tahapan sintesis protein sebagai berikut.



(2) DNA template yang ditranskripsikan membentuk RNA duta

(4) mRNA keluar dari nukleus menuju ribosom

(5) Kodon yang dibawa oleh RNA duta ditranslasi oleh tRNA yang membawa asam amino

(6) Membentuk polipeptida

Jadi, urutan tahapan sintesis protein yang tepat yaitu 2, 4, 5, dan 6

Teks Masalah untuk Soal Nomor 19-20

Kode Genetik

Kode genetik merupakan instruksi berupa kode-kode yang merumuskan jenis protein yang akan dibuat. Ciri khas protein ditentukan

oleh jumlah asam amino. Pada sandi genetic terdapat 20 macam asam amino. Sistem pengkodean seharusnya didasarkan pada kombinasi dari nukleotida yang ada. Pengkodean yang paling memungkinkan adalah setiap kodon merupakan kombinasi 3 nukleotida DNA sehingga akan diperoleh 64 kodon yang akan mencukupi untuk mengendalikan 20 asam amino. Berikut tabel kode genetik asam amino.

Basa No 1	Basa No 2				Basa No 3
	U	C	A	G	
U	UUU UUC	UCU UCC UCA UCG	UAU UAC	UGU UGC	U C A G
	UUA UUG	Ser	UAA UAG	UGA UGA	
	Leu		Stop	Trp	
C	CUU CUC CUA CUG	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	CGU CGC CGA CGG	U C A G
	Leu	Pro	His	Arg	
			Gln		
A	AUU AUC AUA	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC	AGU AGC	U C A G
	Ile	Thr	Asn	Ser	
			Lys	Arg	
AUG	Met atau start				
G	GUU GUC GUA GUG	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	GGU GGC GGA GGG	U C A G
	Val	Ala	Asp	Gly	
			Glu		

Keterangan:
 Ala = alanin Gln = glutamin Leu = leusin Ser = serin
 Arg = arginin Glu = asam glutamat Lys = lisin Thr = treonin
 Asn = asparagin Gly = glisin Met = metionin Trp = triptofan
 Asp = asam aspartat His = histidin Phe = fenil Tyr = tirosin
 Cys = sistein Ile = isoleusin Pro = prolin Val = valin

19. Berdasarkan teks kode genetik, perhatikan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya!



Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Berdasarkan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya, tentukan urutan asam amino yang terbentuk!

- A. A B C D E
- B. B C D A E
- C. C A B E D
- D. C A D E B
- E. B C D A E

Jawaban: C

Diketahui:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Ditanyakan:

Urutan asam amino yang terbentuk?

Penyelesaian:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan urutan asam amino yang terbentuk sesuai kode genetik yang tersedia secara tepat. Data yang

diketahui yaitu sense, maka siswa harus mengubah sense ke kodon terlebih dahulu agar dapat membentuk urutan asam amino.

Rumus:

A = U

T = A

C = G

G = C

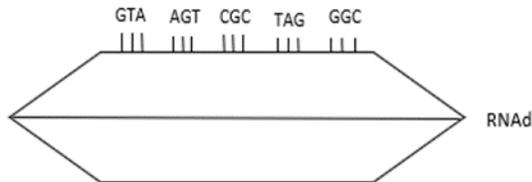
Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Kodon yang terbentuk dikonsultasikan dengan kode genetik pada tabel agar terbentuk urutan asam amino.

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

20. Berdasarkan teks kode genetik, perhatikan gambar sepotong molekul DNA berikut!



Berdasarkan gambar sepotong molekul DNA diatas, tentukan urutan rantai antisense DNA!

- A. CAT TCA GCG ATC CCG
- B. TUU UAA CTU GCG ATC
- C. AUU UAA CAU GCG CTG
- D. TAA UAA GCG UAC UTC
- E. CAT TCA CAU CGC AUG

Jawaban: A

Diketahui:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Ditanyakan:

Rantai antisense DNA?

Penyelesaian:

Konsep: Basa Nitrogen DNA terdiri atas Adenin, Guanin, Sitosin dan Timin.

Basa nitrogen DNA tidak memiliki Urasil

Rumus:

A = T

T = A

C = G

G = C

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Antisense: CAT TCA GCG ATC CCG

Jadi, urutan rantai antisense DNA adalah CAT TCA GCG ATC CCG

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menyelesaikan masalah berupa menentukan urutan rantai antisense DNA. Tahap penyelesaian masalah dalam menentukan urutan rantai antisense DNA, siswa harus memahami konsep bahwa basa nitrogen DNA terdiri atas Adenin, Guanin, Sitosin dan Timin, basa nitrogen DNA tidak memiliki Urasil. Data pada soal yang diketahui adalah sense. Tahapan penyelesaian yang harus dilakukan oleh siswa mengubah sense ke antisense DNA terlebih dahulu setelah memahami konsep, sehingga siswa akan mendapatkan urutan rantai antisense DNA

sebagai penyelesaian dari permasalahan. Jadi, didapatkan urutan rantai antisense DNA adalah CAT TCA GCG ATC CCG.

Draft Butir Soal Revisi 1

Teks untuk soal nomor 1 sampai 3

Metabolisme Sel: Enzim

Metabolisme merupakan rangkaian peristiwa reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam sel makhluk hidup. Melalui proses metabolisme makanan yang dimakan dapat diubah menjadi energi untuk kelangsungan hidup. Laju Metabolisme akan dipengaruhi oleh enzim sebagai biokatalisator. Enzim merupakan biokatalisator yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia. Reaksi-reaksi kimia yang terjadi dalam metabolisme tersebut akan dipengaruhi lajunya oleh protein khusus yang disebut enzim. Tanpa enzim laju metabolisme berlangsung lambat. Cara kerja enzim terdapat dua macam teori yaitu teori *lock and key*, dan teori *induced fit*. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja enzim adalah suhu, pH, activator (pengaktif), dan inhibitor (penghambat) serta konsentrasi substrat. Berikut tabel struktur dan sifat enzim.

Struktur Enzim	Sifat Enzim
Protein (apoenzim) Non protein (gugus prostetik), terdiri dari: Kofaktor: Na, K, Cu, Zn, dan Fe Koenzim: Vit B, koenzim A, FAD, dan NAD	Biokatalisator Bekerja spesifik Tidak tahan panas Bekerja pada pH tertentu Dapat bekerja bolak-balik Dibutuhkan dalam jumlah sedikit

1. Berdasarkan tabel struktur dan sifat enzim pada teks metabolisme sel: enzim, salah satu sifat enzim yaitu sebagai katalisator berbahan

organik yang bekerja secara spesifik. Tentukan peristiwa yang sesuai dengan pernyataan tersebut!

- A. Enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa
- B. Enzim amilase di mulut berperan dalam mengubah amilum menjadi glukosa, kemudian enzim amilase juga berperan dalam mengubah lemak menjadi gliserol
- C. Enzim lipase yang bisa mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak
- D. Enzim tripsinogen di usus halus berperan dalam menguraikan protein menjadi pepton
- E. Enzim katalase mengalami denaturasi pada suhu yang tinggi

Jawaban: A

Salah satu sifat enzim yaitu merupakan katalisator berbahan organik yang bekerja secara spesifik. Sifat enzim tersebut menunjukkan satu jenis enzim hanya dapat mengkatalisis/mempercepat satu jenis reaksi kimia. Misalnya enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa. Sedangkan, enzim yang berperan dalam menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol yaitu enzim lipase. Pilihan jawaban C tepat, enzim lipase berfungsi untuk menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol namun peristiwa tersebut menggambarkan sifat enzim yaitu bekerja secara bolak-balik. Jadi, jawaban yang paling tepat adalah pilihan jawaban A yaitu enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menguraikan salah satu sifat enzim yaitu bekerja secara spesifik dengan menganalisis peristiwa yang sesuai dengan sifat tersebut. Sifat enzim bekerja secara spesifik menunjukkan satu jenis enzim hanya dapat mengkatalisis/mempercepat satu jenis reaksi kimia. Misalnya enzim amilase di mulut hanya dapat mengkatalisis reaksi pemecahan amilum menjadi glukosa. Enzim amilase bekerja sesuai perannya mengubah amilum menjadi glukosa, tidak dapat menghidrolisis emulsi lemak menjadi asam lemak dan gliserol karena proses tersebut dilakukan oleh enzim lipase bukan enzim amilase.

2. Berdasarkan teks metabolisme sel: enzim, suhu dan pH dapat mempengaruhi kerja enzim. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.

Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II		
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api
1	80°C	-	-	4	-	-
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++
3	35°C	+	+	8	++	-
4	7°C	-	-	14	-	-

Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!

- Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah
- Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa
- Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi

- D. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral
- E. Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan

Jawaban: D

Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral (pH 7), hal tersebut dapat dilihat dari tabel hasil percobaan yaitu menghasilkan banyak sekali gelembung dan api menyala. pH 7 bersifat netral, pH lebih dari 7 bersifat basa atau alkali, dan pH kurang dari 7 bersifat asam.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan pernyataan yang tepat sesuai dengan tabel hasil percobaan I dan II enzim katalase secara tepat. Siswa harus dapat menguraikan masalah yang ditemukan pada soal ini, dengan cara menafsirkan tabel hasil percobaan I dan II agar dapat menemukan pernyataan yang tepat. Berdasarkan tabel hasil percobaan I dan percobaan II, enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral. Pada pH yang terlalu asam dan suhu 80°C membuat enzim katalase mengalami denaturasi atau mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan sebagai katalis. Hal ini ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada suhu 7°C dan pH 14, enzim akan bersifat non aktif atau tidak dapat bekerja namun enzim tidak rusak. Hal ini juga ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada 35°C dan pH 8, enzim katalase dapat bekerja namun belum optimal hal ini dapat diketahui dari terbentuknya gelembung yang sedikit. Setiap enzim mempunyai pH optimum yang spesifik. Perubahan pH mengakibatkan sisi aktif enzim berubah sehingga dapat menghalangi terikatnya substrat pada enzim. Selain itu juga perubahan pH dapat mengakibatkan proses denaturasi pada enzim. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral

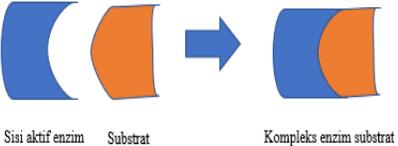
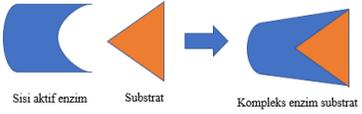
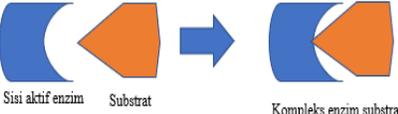
sehingga dihasilkan gelembung lebih banyak dan nyala api yang paling terang.

3. Berdasarkan teks metabolisme sel: enzim, jika diketahui sebuah sisi aktif enzim berbentuk seperti gambar di bawah ini.



Sisi aktif enzim

Tentukan pernyataan dan gambar yang sesuai dengan teori *induced fit*!

A.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Substrat sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim
B.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dapat berubah sesuai dengan bentuk substrat
C.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dan substrat keduanya sama-sama mempertahankan bentuk masing-

		masing
D.		Substrat dapat berubah sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim
E.		Sisi aktif enzim dan substrat keduanya mengalami perubahan bentuk

Jawaban: B

Gambar pada soal merupakan sisi aktif enzim. Pada gambar B terlihat sisi aktif dari enzim tidak sesuai dengan substratnya namun pada kompleks enzim substrat bagian sisi aktif enzim sesuai dengan dengan bentuk dari substrat. Hal ini dapat dikatakan bahwa bagian sisi aktif enzim mengalami perubahan. Perubahan sisi aktif enzim ini sesuai dengan teori *induced fit* yang menyatakan bahwa substrat akan menginduksi secara halus permukaan sisi aktif dari enzim sehingga sesuai dengan substratnya. Gambar pada soal ini menjelaskan mekanisme terbentuknya kompleks enzim substrat sesuai dengan teori *induced fit*.

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini disajikan gambar sisi aktif enzim, siswa diminta untuk menentukan pola dan pernyataan yang tepat sesuai dengan teori *induced fit*. Teori *induced fit* menyatakan bahwa substrat akan menginduksi secara halus permukaan sisi aktif dari enzim sehingga sesuai dengan substratnya. Siswa menentukan pola pada pilihan jawaban dan pernyataan yang tepat

sesuai dengan teori *induced fit*. Siswa harus dapat membuktikan kebenaran antara pola dan pernyataan yang sesuai teori *induced fit*.

4. Perhatikan pernyataan dibawah ini!

Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa.

Tentukan proses metabolisme sel yang terjadi sesuai dengan pernyataan diatas!

- A. Katabolisme
- B. Glikolisis
- C. Anabolisme
- D. Disimilasi
- E. Respirasi Anaerob

Jawaban: C

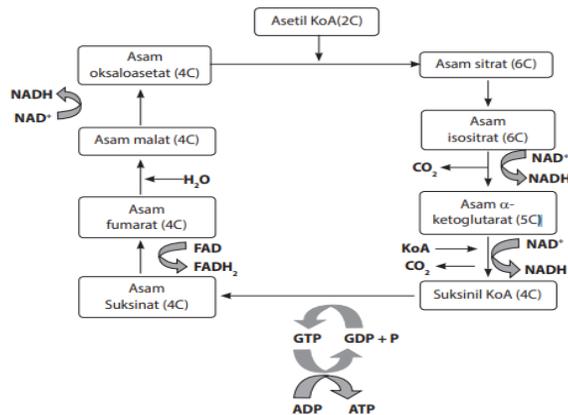
Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa merupakan termasuk contoh dari peristiwa anabolisme.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan salah satu peristiwa metabolisme sel. Siswa dapat menguraikan peristiwa yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan. Tumbuhan akan menggunakan cahaya matahari sebagai bahan bakarnya dalam proses memasak atau fotosintesis. Cahaya matahari akan diserap oleh klorofil yang ada pada daun untuk menghasilkan oksigen serta senyawa glukosa merupakan termasuk contoh

dari peristiwa anabolisme. Anabolisme adalah proses reaksi kimia yang terjadi dalam sel dan menyusun beberapa senyawa organik sederhana menjadi senyawa kimia yang lebih kompleks atau rumit. Energi yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis adalah sinar matahari. Perubahan energi fotosintesis, akan digunakan untuk mengikat senyawa sederhana dengan senyawa yang lebih kompleks. Proses anabolisme terdapat tiga pola tahapan yang terjadi, yaitu produksi, aktivasi, dan penggabungan.

5. Perhatikan skema proses siklus krebs dibawah ini!



Berdasarkan gambar skema siklus krebs, tentukan input dan output pada siklus krebs secara tepat!

A. Tabel 1

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO_2
2 $\text{ADP} + 2 \text{Pi}$	2 ATP
6 NAD^+	6 NADH
2 FAD	2 FADH_2

B. Tabel 2

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
2 ADP + Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

C. Tabel 3

Input	Output
4 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

D. Tabel 4

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

E. Tabel 5

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

Jawaban: A

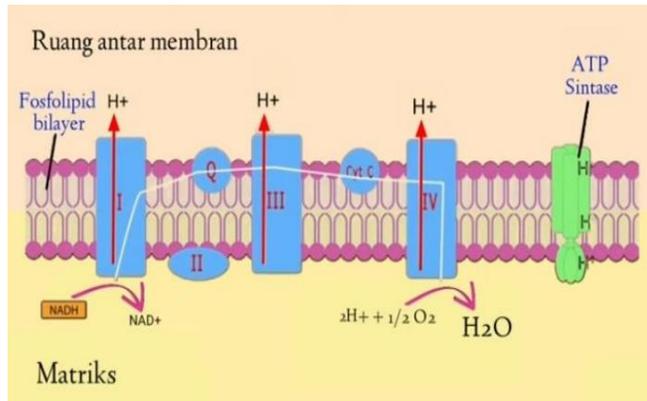
Berdasarkan skema siklus krebs diketahui input dan output pada siklus krebs sebagai berikut.

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan pola output dan input pada siklus krebs secara tepat. Penentuan input dan output pada siklus krebs, siswa harus memahami dan mengerti skema siklus krebs agar dapat memutuskan input dan output pada siklus krebs yang tepat. Siklus krebs dimulai ketika asetil KoA (2 atom C) berikatan dengan asam oksaloasetat (4 atom C) membentuk asam sitrat (6 atom C). Asam sitrat diubah menjadi asam isositrat. Asam isositrat (6 atom C) diubah menjadi asam α -ketoglutarat (5 atom C). Reaksi ini disertai pelepasan CO₂ dan pembentukan NADH. Asam α -ketoglutarat (5 atom C) diubah menjadi suksinil koA yang memiliki 4 atom C. Reaksi ini juga disertai pelepasan CO₂ dan pembentukan NADH. Suksinil koA yang terbentuk diubah menjadi asam suksinat (4 atom C). Reaksi ini menghasilkan GTP. Selanjutnya, GTP diubah menjadi ATP. Lalu, asam suksinat diubah menjadi asam fumarat disertai pembentukan FADH₂. Asam fumarat yang terbentuk diberi tambahan air agar berubah menjadi asam malat (4 atom C). Asam malat diubah menjadi asam oksaloasetat kembali disertai pembentukan NADH.

6. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan NADH menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan NADH pada proses tersebut!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 6 ATP

Jawaban: C

Proses yang terjadi pada tahap transpor elektron diawali dari NADH yang akan diuraikan menjadi NAD⁺. Hal ini akan membuat elektron hasil dari reaksi, memasuki kompleks protein I, lalu dikirimkan ke ubiquinon (koenzim Q). Pada saat elektron melewati kompleks protein I, hal ini akan memicu dipompanya ion H⁺ menuju ke ruang antar membran. Elektron dari ubiquinon akan dibawa melewati kompleks protein III menuju sitokrom C

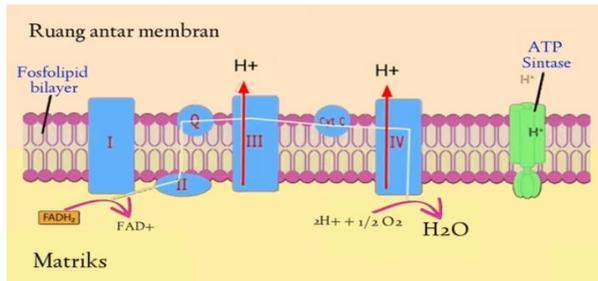
(cyt C). Pada saat elektron melewati kompleks protein III, hal ini juga akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Kemudian, dari sitokrom C elektron akan dibawa ke matriks mitokondria melalui kompleks protein IV. Pada saat elektron melewati kompleks protein IV, maka akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Selanjutnya elektron akan diterima oleh molekul oksigen, lalu berikatan dengan 2 H^+ membentuk H_2O (air). Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 3 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 3 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk berfokus pada jumlah ATP yang dihasilkan pada proses pengubahan NADH menjadi ATP. Perlu diketahui bahwa NADH merupakan energi yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, melainkan harus diubah terlebih dahulu menjadi ATP agar dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Pengubahan NADH menjadi ATP melalui proses transpor elektron dan kemiosmosis. Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 3 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 3 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka

dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

7. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi perubahan NADH menjadi ATP, terjadi juga perubahan FADH_2 menjadi ATP. Berapakah ATP yang terbentuk dari hasil perubahan FADH_2 pada proses tersebut!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 6 ATP

Jawaban: B

Proses yang terjadi pada tahap transpor elektron diawali dari FADH_2 yang akan diuraikan menjadi FAD^+ . Hal ini akan membuat elektron hasil dari reaksi, memasuki kompleks protein II, lalu dikirimkan ke ubiquinon (koenzim Q). Pada saat elektron melewati kompleks protein II, hal ini tidak memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Elektron dari ubiquinon akan dibawa melewati kompleks protein III menuju sitokrom C

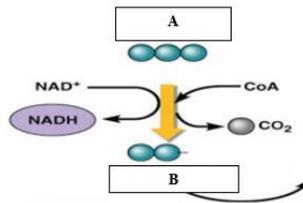
(cyt C). Pada saat elektron melewati kompleks protein III, hal ini juga akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Kemudian, dari sitokrom C elektron akan dibawa ke matriks mitokondria melalui kompleks protein IV. Pada saat elektron melewati kompleks protein IV, maka akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Selanjutnya elektron akan diterima oleh molekul oksigen, lalu berikatan dengan 2 H^+ membentuk H_2O (air). transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 2 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 2 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 2 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap $FADH_2$ menghasilkan 2 molekul ATP.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk berfokus pada jumlah ATP yang dihasilkan pada proses pengubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Perlu diketahui bahwa $FADH_2$ merupakan energi yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, melainkan harus diubah terlebih dahulu menjadi ATP agar dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Pengubahan $FADH_2$ menjadi ATP melalui proses transpor elektron dan kemiosmosis. Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 2 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 2 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka

dari itu, terbentuklah 2 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap FADH_2 menghasilkan 2 molekul ATP.

8. Berdasarkan pada teks katabolisme, dalam proses respirasi aerob salah satunya terjadi peristiwa dekarboksilasi oksidatif. Perhatikan gambar skema dibawah ini!

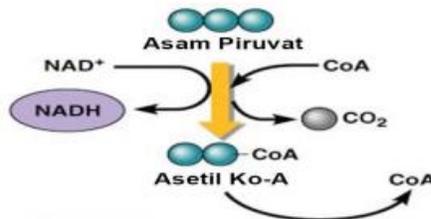


Senyawa A dan B secara berturut-turut adalah.....

- A: asam amino; dan B: asam piruvat
- A: asam piruvat; dan B: asetil-KoA
- A: asetil-KoA; dan B: asam piruvat
- A: glukosa; dan B: asetil-KoA
- A: NADH; dan B: asam piruvat

Jawaban: B

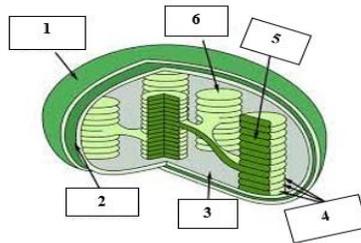
Senyawa A: asam piruvat; dan B: asetil-KoA. Berikut skema peristiwa dekarboksilasi oksidatif.



Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan senyawa A dan B secara tepat pada peristiwa dekarboksilasi oksidatif agar terbentuk tahapan dekarboksilasi oksidatif secara tepat. Sebelum memasuki siklus krebs, asam piruvat terlebih dahulu mengalami dekarboksilasi oksidatif di dalam mitokondria. Pada peristiwa tersebut terjadi perubahan asam piruvat (molekul berkarbon 3) menjadi molekul asetil-KoA (molekul berkarbon 2) dengan menghasilkan 1 molekul NADH dan 1 molekul karbon dioksida (CO_2).

9. Proses fotosintesis yang terjadi di kloroplas berlangsung melalui dua tahap reaksi, yaitu tahap reaksi terang dan tahap reaksi gelap. Reaksi terang terjadi di tilakoid dan reaksi gelap terjadi di stroma. Perhatikan gambar kloroplas di bawah ini!



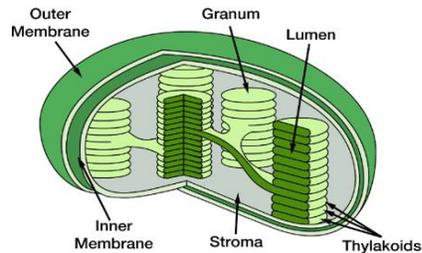
Proses fotolisis dan fiksasi CO_2 secara berturut-turut berlangsung pada bagian yang ditunjuk oleh nomor.....

- A. 1 dan 2
- B. 4 dan 3
- C. 6 dan 2
- D. 2 dan 3
- E. 4 dan 5

Jawaban: B

Proses fotolisis terjadi di tilakoid pada bagian nomor 4, dan proses fiksasi CO₂ terjadi di stroma yang ditunjukkan bagian nomor 3.

Chloroplast

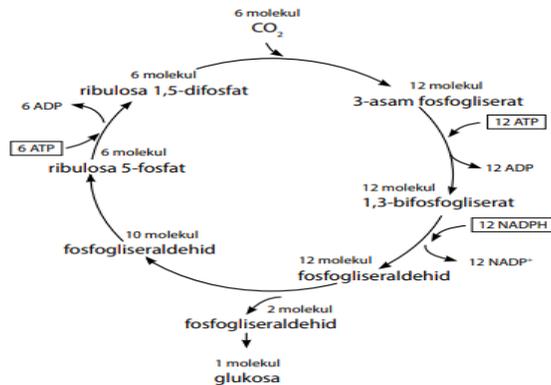


Sumber: edubio.com

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengenali tempat berlangsungnya proses fotolisis dan fiksasi CO₂ secara berturut-turut dengan menunjukkan bagian nomor di gambar kloroplas yang terdapat pada soal. Siswa harus memahami terlebih dahulu maksud dari proses fotolisis dan fiksasi CO₂, serta mengetahui bagian-bagian yang ditunjuk pada gambar. Siswa pun akan lebih mudah mengenali tempat berlangsungnya kedua proses tersebut. Fotolisis merupakan salah satu tahapan dalam reaksi terang fotosintesis. Fotolisis adalah reaksi pemecahan air oleh cahaya yang menghasilkan 2 ion hidrogen dan 1 atom oksigen. Reaksi fotolisis terjadi di tilakoid. Pada reaksi fotolisis, satu atom oksigen akan bergabung dengan atom oksigen lain membentuk O₂ (oksigen). Sedangkan proses fiksasi CO₂ merupakan proses reaksi gelap fotosintesis yang terjadi di stroma. Pada reaksi gelap tidak terjadi proses penyerapan energi cahaya melainkan terjadi proses pengikatan (fiksasi) CO₂ yang akan dijadikan bahan untuk membentuk glukosa (C₆H₁₂O₆).

10. Perhatikan skema reaksi gelap dibawah ini!



Friska membuat sebuah kode untuk memudahkan dalam memahami tahapan reaksi gelap. Namun, kode yang disusun oleh friska belum tersusun secara tepat tahapannya.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO_2 yang baru.

Susunlah secara runtut kode tahapan reaksi gelap yang telah dibuat oleh friska!

- A. T-H-G-I-F
- B. G-H-I-F-T
- C. H-I-G-F-T
- D. F-I-G-H-T
- E. F-I-G-T-H

Jawaban: D

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk membuat urutan kode tahapan reaksi gelap secara runtut untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan. Kode yang dibuat friska tersusun secara acak, maka dari itu siswa harus mengurutkannya secara tepat tahapan reaksi gelap.

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

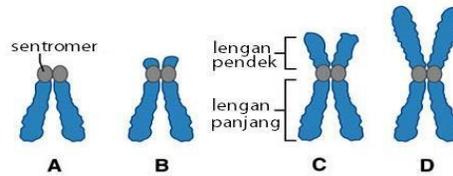
Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat. Molekul ini merupakan prekursor (bahan baku) untuk produk akhir menjadi molekul sukrosa yang merupakan karbohidrat untuk diangkut ke tempat penimbunan tepung pati yang merupakan karbohidrat yang tersimpan sebagai cadangan makanan

11. Perhatikan gambar kromosom dan strukturnya dibawah ini!



Gambar diatas merupakan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya. Tentukan pernyataan yang tepat sesuai dengan gambar jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya!

- A. Kromosom B merupakan kromosom telosentrik karena sentromernya terletak hampir di ujung lengan kromosom
- B. Kromosom C merupakan kromosom akrosentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom
- C. Kromosom D merupakan kromosom metasentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom
- D. Kromosom D merupakan kromosom telosentrik karena sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom
- E. Kromosom A merupakan submetasentrik karena sentromernya terletak pada bagian ujung lengan kromosom

Jawaban: C

Gambar D adalah Metasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom.

Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan data yang tepat mengenai jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya. Siswa dapat menyelesaikan permasalahan menjadi sederhana, jika siswa dapat menguraikan jenis kromosom berdasarkan letak sentromernya sesuai dengan gambar pada soal.

Gambar A: Kromosom telosentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak pada bagian ujung lengan kromosom.

Gambar B: Kromosom akrosentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak hampir di ujung lengan kromosom.

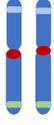
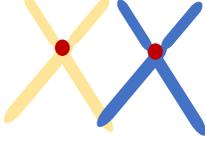
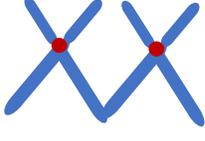
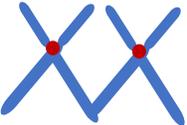
Gambar C: Kromosom submetasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak hampir di tengah-tengah lengan kromosom

Gambar D: Kromosom metasentrik, yaitu kromosom yang sentromernya terletak persis di tengah-tengah lengan kromosom.

*Teks soal nomor 12***Kromosom Homolog dan Kromatid Saudara**

Sel makhluk hidup yang berproduksi secara seksual mempunyai kromosom dalam susunan berpasangan. Kromosom yang demikian disebut kromosom homolog. Satu kromosom diwariskan oleh induk jantan dan satu kromosom pasangan atau homolognya diwariskan oleh induk betina. Dalam sel yang sama, setiap pasangan kromosom berbeda satu dengan yang lainnya.

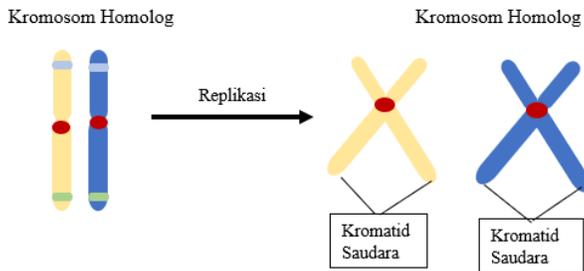
12. Berdasarkan pernyataan pada teks kromosom, tentukan pola kromosom homolog dan sister chromatid secara tepat!

A.	Kromosom Homolog 	<i>Chromatid Sister</i> 
B.	Kromosom Homolog 	<i>Chromatid Sister</i> 
C.	Kromosom Homolog 	<i>Chromatid Sister</i> 
D.	Kromosom Homolog 	<i>Chromatid Sister</i> 
E.	Kromosom Homolog 	<i>Chromatid Sister</i> 

Jawaban: A

Kromosom homolog adalah 2 kromosom berbeda secara fisik yang memiliki gen yang sama tetapi secara genetik tidak identik. Kromatid saudara adalah dua salinan dari *satu* kromosom sehingga identik secara genetik (mereka juga secara fisik melekat satu sama lain).

Pada gambar berikut, misalkan kromosom tunggal berwarna kuning adalah kromosom 1 yang diterima dari ibu, dan kromosom tunggal biru adalah kromosom 1 yang diterima dari ayah. Mereka adalah kromosom homolog: mereka memiliki kumpulan gen yang sama, namun alel untuk gen tersebut bisa berbeda (karena ibu dan ayah Anda tidak identik secara genetik). Ketika DNA direplikasi dalam fase S, setiap *kromosom* homolog akan disalin dan dua salinan yang identik secara genetik tetap melekat satu sama lain. Dua salinan identik secara genetik yang secara fisik melekat satu sama lain di sentromer dan terdiri dari satu kromosom yang diduplikasi, disebut kromatid saudara.

**Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola**

Pada soal ini, siswa diminta untuk menganalisis dalam penentuan pola kromosom homolog dan kromatid bersaudara secara tepat, berdasarkan pemaparan awal dari teks tentang kromosom homolog.

Teks untuk soal nomor 13

Struktur DNA Untai Ganda

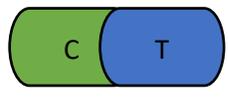
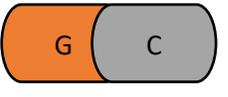
Replikasi sel berlangsung melalui proses transfer informasi genetik pada sel induk ke sel anak, setelah proses replikasi DNA kromosomal. Untai DNA terdiri dari 4 komponen penyusun yaitu: deoksiribonukleotida, masing-masing dATP, dCTP, dGTP, dan dTTP, yang sering ditulis dengan A = Adenin, C = Sitosin, G = Guanin, T = Timin, yang terikat satu dengan yang lain melalui ikatan fosfodiester. Dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Berikut gambar DNA *double helix*:



Sumber: National Human Genome Research Institute

13. Berdasarkan teks struktur DNA untai ganda, dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!

A.	A→G	
----	------------	--

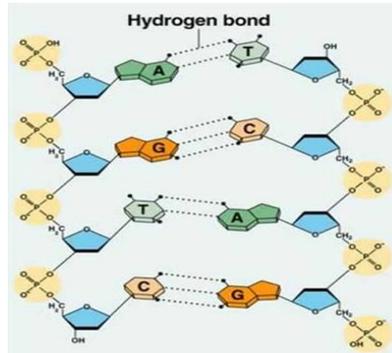
B.	$C \rightarrow T$	
C.	$G \rightarrow T$	
D.	$G \rightarrow C$	
E.	$T \rightarrow T$	

Jawaban: D

Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A selalu berpasangan dengan T, sedangkan C selalu berpasangan dengan G. Jadi, jawaban yang tepat D yaitu Guanin (G) berpasangan dengan Sitosin (C).

Indikator *Computational Thinking*: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida struktur DNA *double helix*. Dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A selalu berpasangan dengan T, sedangkan C selalu berpasangan dengan G. Selain itu, DNA untai ganda selalu berjalan anti paralel seperti yang dapat dilihat pada Gambar Struktur DNA double helix sebagai berikut:

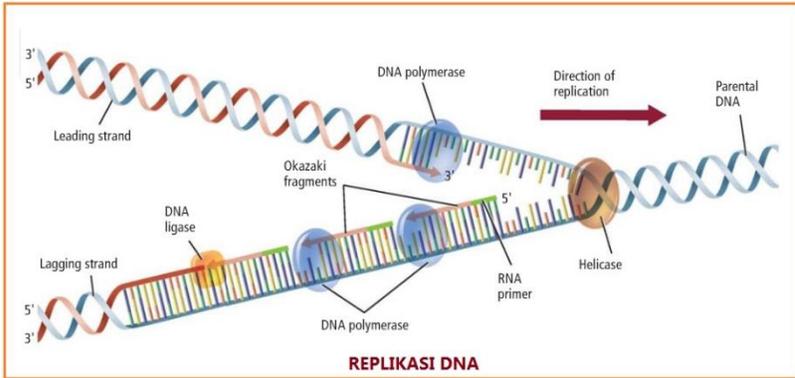


Gambar: Struktur DNA heliks ganda

Teks untuk soal nomor 14

Replikasi DNA

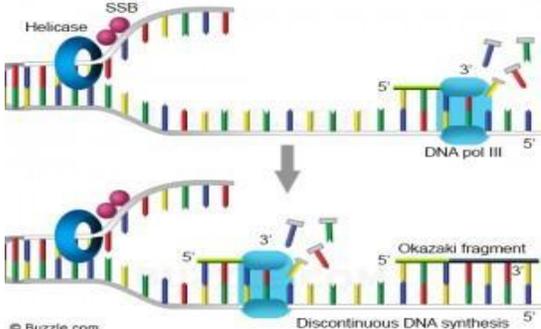
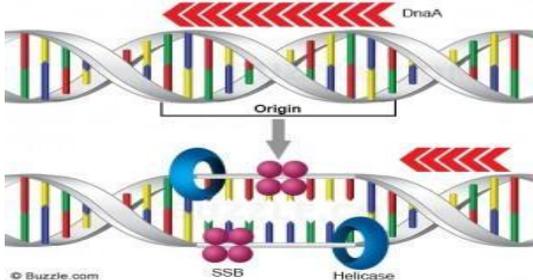
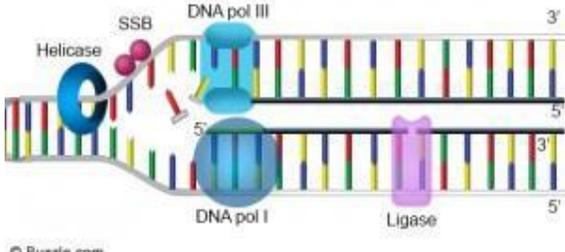
Replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Pada sel eukariotik, proses replikasi terjadi selama fase S (sintesis) selama siklus sel. DNA merupakan molekul hidup karena mampu melakukan penggandaan diri (replikasi). Hal tersebut disebut autokatalisis karena DNA mampu mensintesis dirinya sendiri. Replikasi merupakan peristiwa sintesis DNA. Replikasi DNA dapat terjadi dengan adanya sintesis rantai nukleotida baru dari rantai nukleotida lama. Prosesnya dengan menggunakan komplementasi pasangan basa untuk menghasilkan suatu molekul DNA baru yang sama dengan molekul DNA lama. Proses yang terjadi tersebut dipengaruhi oleh enzim helikase, enzim polimerase, dan ligase serta komponen lainnya. Berikut gambar tahapan proses replikasi DNA:



Sumber: edubio.com

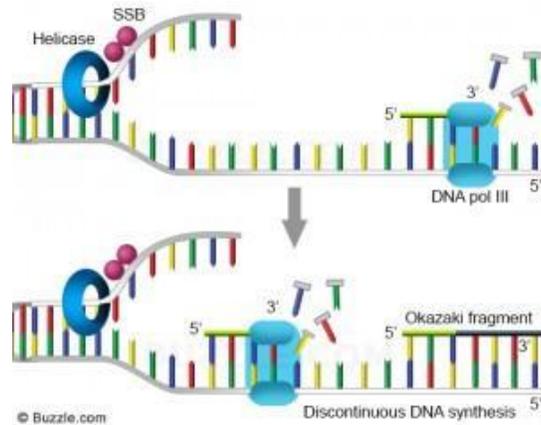
14. Berdasarkan teks proses replikasi, replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Tentukan data mana yang benar berdasarkan teks proses replikasi DNA?

<p>A.</p>		<p>Struktur DNA yang <i>double helix</i> diputuskan ikatannya oleh protein SSB (<i>Single Strand Binding</i>) membentuk DNA dengan untai tunggal</p>
<p>B.</p>		<p>Enzim ligase dalam menghilangkan celah/ menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>leading strand</i></p>

C.	 <p>© Buzzle.com</p>	Pembentukan <i>lagging strand</i> yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki
D.	 <p>© Buzzle.com</p>	Enzim Helikase menggabungkan untai tunggal menjadi <i>double helix</i>
E.	 <p>© Buzzle.com</p>	Enzim ligase berperan dalam memisahkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i>

Jawaban: C

(C) Pembentukan *lagging strand* yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki

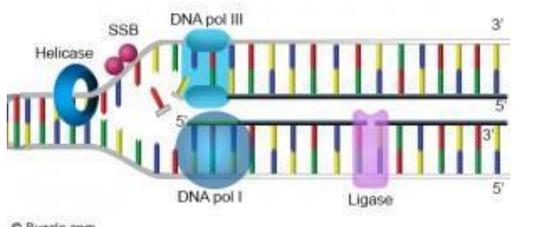
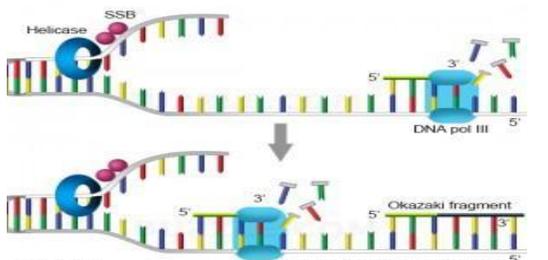
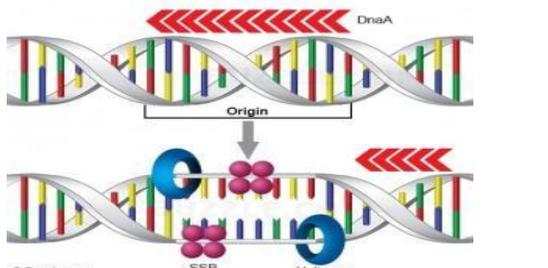
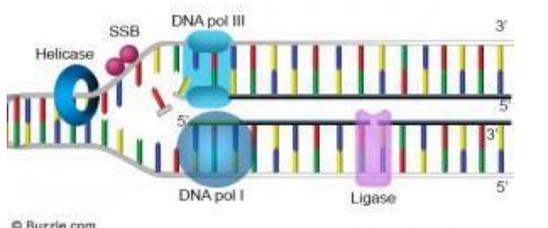


Pada untai berlawanan, DNA disintesis secara terputus dengan menghasilkan serangkaian fragmen kecil dari DNA baru dalam arah 5' → 3'. Fragmen ini disebut fragmen Okazaki, yang kemudian bergabung untuk membentuk sebuah rantai terus menerus nukleotida. Untai ini dikenal sebagai *lagging strand* (untai tertinggal).

Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk dapat menentukan data yang tepat untuk menyelesaikan masalah. Disajikan pernyataan-pernyataan terkait proses replikasi DNA, siswa dapat menentukan pernyataan yang tepat mengenai proses replikasi DNA.

A.		Struktur DNA yang <i>double helix</i> diputuskan ikatannya oleh enzim Helikase membentuk DNA dengan untai tunggal
----	--	---

<p>B.</p>	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase dalam menghilangkan celah/ menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i></p>
<p>C.</p>	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Pembentukan <i>lagging strand</i> yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki</p>
<p>D.</p>	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim Helikase memisahkan <i>double helix</i> menjadi untai tunggal</p>
<p>E.</p>	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase berperan dalam menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i></p>

Jadi, pernyataan yang tepat adalah pilihan C yaitu pembentukan *lagging strand* yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki.

Teks untuk soal nomor 15 sampai 19

Sintesis Protein

Pernahkah kita bertanya-tanya tentang mengapa tubuh kita harus membuat protein? Apakah fungsinya? Ya, ternyata protein memainkan peranan penting dalam tubuh kita. Protein dalam tubuh kita berperan untuk transportasi zat, pembentukan enzim, berperan dalam kekebalan tubuh dan masih banyak lagi. Proses pembuatan protein dalam tubuh kita disebut sintesis protein. Lalu, bagaimana proses terjadinya sintesis protein? Secara umum, sintesis protein terdiri dari 2 tahapan, Transkripsi dan translasi. Transkripsi merupakan proses pembuatan salinan mRNA, yang berasal dari DNA. Sedangkan translasi merupakan penerjemahan mRNA menjadi protein.

Kode 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. Sistem pengkodean seharusnya didasarkan pada kombinasi dari nukleotida yang ada. Pengkodean yang paling memungkinkan adalah setiap kodon merupakan kombinasi 3 nukleotida DNA sehingga akan diperoleh 64 kodon yang akan mencukupi untuk mengendalikan 20 asam amino. Berikut tabel kode genetik asam amino.

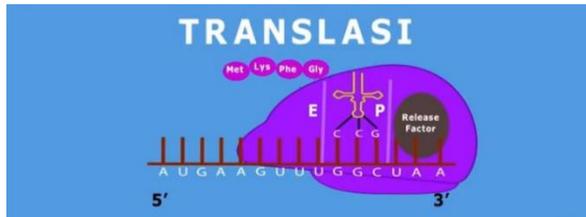
Basa No 1	Basa No 2				Basa No 3
	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } Ser UCC } UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } UAA } Stop UAG }	UGU } Cys UGC } UGA } Stop UGG } Trp	U C A G
C	CUU } Leu CUC } CUA } CUG }	CCU } Pro CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } Arg CGC } CGA } CGG }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

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2006

Keterangan:

Ala = alanin Gln = glutamin Leu = leusin Ser = serin
Arg = arginin Glu = asam glutamat Lys = lisin Thr = treonin
Asn = asparagin Gly = glisin Met = metionin Trp = triptofan
Asp = asam aspartat His = histidin Phe = fenil Tyr = tirosin
Cys = sistein Ile = isoleusin Pro = prolin Val = valin

15. Berdasarkan tahapan sintesis protein, perhatikan gambar dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, apa yang akan terjadi pada tahap tersebut?

- Terjadi tahap elongasi, asam amino yang lain akan dibawa pada rantai mRNA oleh tRNA dengan membawa antikodon
- Terjadi tahap terminasi, yang mana polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru
- Terjadi tahap inisiasi, kodon start pada utas mRNA bertemu dengan ribosom.
- RNA polimerase akan memisahkan untai DNA menjadi dua dengan cara bergerak dari terminator ke promoter
- Terjadi elongasi, RNA polimerase akan kembali berjalan menuju ke terminator dan akan membentuk mRNA

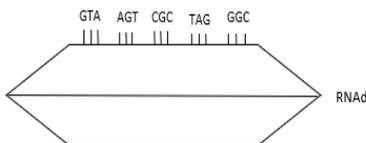
Jawaban: B

Tahap terminasi terjadi ketika salah satu dari 3 stop kodon berada di daerah A. Kodon stop ada 3 yaitu UAA, UAG, dan UGA. Kodon ini dikenali oleh protein sebagai *release factor*. Saat *release factor* memasuki daerah A, secara otomatis polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru. Polipeptida yang bebas dikenal sebagai protein. Jadi, pada gambar tersebut terjadi tahap terminasi, yang mana polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menganalisis tahapan yang terjadi pada gambar yang disajikan. Permasalahan yang disajikan pada soal ini, siswa diharuskan fokus pada salah satu tahap translasi yaitu terminasi agar menemukan penyelesaian yang tepat. Pada gambar menunjukkan bahwa stop kodon UAA atau biasa dikenal sebagai *release factor* berada di daerah A, maka saat *release factor* memasuki daerah A, secara otomatis polipeptida akan rilis dari ribosom. Ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru. Polipeptida yang bebas dikenal sebagai protein.

Berdasarkan teks sintesis protein, perhatikan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya!



Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

16. Berdasarkan gambar sepotong molekul DNA dan tabel kodon translasinya, tentukan urutan asam amino yang terbentuk!

- A. A B C D E
- B. B C D A E
- C. C A B E D
- D. C A D E B
- E. B C D A E

Jawaban: C

Diketahui:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Ditanyakan:

Urutan asam amino yang terbentuk?

Penyelesaian:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan urutan asam amino yang terbentuk sesuai kode genetik yang tersedia secara tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Data yang diketahui yaitu sense, maka siswa

harus mengubah sense ke kodon terlebih dahulu agar dapat membentuk urutan asam amino.

Rumus:

A = U

T = A

C = G

G = C

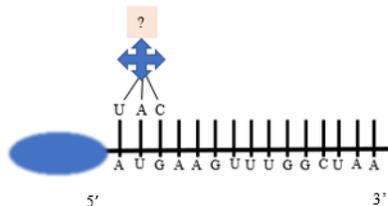
Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Kodon yang terbentuk dikonsultasikan dengan kode genetik pada tabel agar terbentuk urutan asam amino.

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

17. Berdasarkan tabel kode genetik pada teks sintesis protein, perhatikan mRNA cetakan dibawah ini!



Penyataan:

Kodon start adalah UAC, dan asam amino yang dibawa tRNA adalah Tirosin.

Berdasarkan mRNA dan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Tentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi secara tepat, jika terjadi kekeliruan pada pernyataan tersebut!

- A. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAG dan asam amino yang terbentuk adalah Glisin
- B. Pernyataan tidak sepenuhnya salah, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Alanin
- C. Pernyataan benar, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Tirosin
- D. Pernyataan salah, kodon start yaitu AUG dan asam amino yang terbentuk adalah Metionin
- E. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAU dan asam amino yang terbentuk adalah Asparagin

Jawaban: D

Tahap inisiasi dimulai saat ribosom sub unit kecil terikat pada mRNA. Ribosom sub unit kecil akan bergerak dari arah 5' ke arah 3'. Ketika sudah menemukan kodon AUG, tRNA yang membawa asam amino metionin dan antikodon UAC akan melekat pada mRNA. Jadi asam amino yang terbentuk pada kodon start adalah metionin.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi. Siswa diminta untuk hanya berfokus mencari asam amino yang terbentuk dari kodon start, dan untuk kodon-kodon lainnya diabaikan saja. Pernyataan salah karena UAC bukan kodon start melainkan antikodon yang akan melekat pada mRNA, sedangkan kodon start yaitu AUG, dari kodon AUG terbentuk asam amino metionin yang dibawa oleh tRNA. Cara untuk mengetahui asam amino yang terbentuk dapat menginterpretasikan kodon ke tabel kode genetik.

18. Berdasarkan teks sintesis protein, perhatikan pernyataan dibawah ini!

Pernyataan:

Jika diketahui dalam proses translasi, mRNA dengan panjang 90 nukleotida, maka jumlah banyaknya tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkannya adalah diperlukan 180 tRNA yang berbeda untuk menerjemahkan semua triplet kodon dalam mRNA tersebut.

Berdasarkan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Jika terjadi kekeliruan, tentukan berapa banyak tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat!

- A. Benar, 180 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida
- B. Salah, setiap triplet kodon terdiri dari 2 nukleotida, maka $90/2 = 45$ tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkannya
- C. Salah, untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA
- D. Tidak sepenuhnya salah, karena jumlah tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkan sebuah mRNA sebanding dengan panjang nukleotida dalam mRNA tersebut
- E. Salah, 90 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida

Jawaban: C

Berdasarkan pernyataan di atas, pernyataan tersebut tidak benar. Jumlah tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkan sebuah mRNA tidak sebanding dengan panjang nukleotida dalam mRNA tersebut. Dalam proses translasi, setiap triplet kodon pada mRNA akan dipasangkan dengan satu

tRNA yang sesuai. Namun, ada beberapa triplet kodon yang dapat dipasangkan dengan tRNA yang sama. Sebagai contoh, kodon AUG merupakan kodon start yang akan dipasangkan dengan tRNA Metionin. Jadi, tidak semua triplet kodon akan memerlukan tRNA yang berbeda.

Dalam kasus ini, mRNA memiliki panjang 90 nukleotida. Karena setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, kita dapat membagi panjang mRNA dengan 3 untuk mendapatkan jumlah triplet kodon. Jadi, jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA.

Jadi, jawabannya adalah 30 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat. Objek penting yang perlu diidentifikasi dalam soal ini adalah penentuan jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida. Siswa diharuskan memahami konsep tersebut, lalu siswa harus mampu membuat representasi yang tepat dalam bentuk perhitungan matematika untuk menyelesaikan masalah. Penggunaan indikator abstraksi dalam soal, siswa harus dapat memfokuskan perhatian pada informasi yang relevan, yaitu dalam proses translasi, setiap triplet kodon pada mRNA akan berpasangan dengan satu tRNA yang membawa asam amino yang sesuai. Setiap tRNA hanya dapat berikatan dengan satu jenis asam amino. Penentuan berapa banyak tRNA yang diperlukan secara tepat, perlu dilakukan perhitungan jumlah triplet kodon yang ada dalam mRNA tersebut. Setiap triplet kodon pada mRNA akan dipasangkan dengan

satu tRNA, maka jumlah tRNA yang diperlukan akan sama dengan jumlah triplet kodon dalam mRNA tersebut.

Dalam kasus ini, mRNA memiliki panjang 90 nukleotida. Karena setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, kita dapat membagi panjang mRNA dengan 3 untuk mendapatkan jumlah triplet kodon. Jadi, jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA.

19. Berdasarkan tabel kode genetik asam amino pada teks sintesis protein, jika di dalam sel akan disusun protein yang terdiri atas asam amino, sebagai berikut:

Metionin → Asam Glutamat → Leusin → Glisin → Sistein → Triptofan
→ Valin → Serin → Arginin

- Buatkan urutan basa nitrogen pada mRNA!
- Buatkan urutan basa nitrogen pada tRNA!

Jawaban:

- Urutan basa nitrogen pada mRNA

5'AUGGAA CUU GGG UGU UGA GUU AGC AGA3'

mRNA adalah kodon yang dapat diterjemahkan menjadi asam amino

- Urutan basa nitrogen pada tRNA

UAC CUU GAA CCC ACA ACU CAA UCG UCU

tRNA adalah antikodon yang membawa asam amino yang sesuai dengan mRNA atau kodon

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk membuat urutan basa nitrogen pada mRNA dan urutan basa nitrogen pada tRNA berdasarkan asam amino yang terbentuk. Cara untuk mengetahui urutan basa nitrogen pada mRNA yang

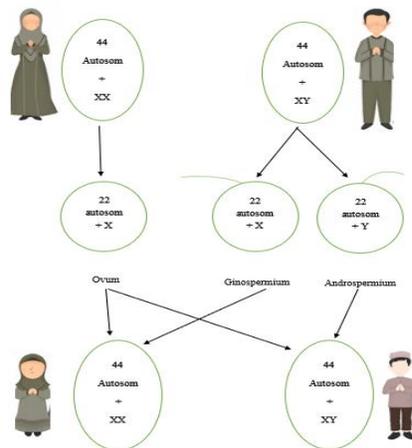
terbentuk dapat menginterpretasikan asam amino yang terbentuk ke tabel kode genetik. Jika sudah terbentuk urutan basa nitrogen mRNA, maka untuk membuat urutan basa nitrogen pada tRNA dengan cara mengubah kode mRNA yang sudah terbentuk dari A menjadi U, U menjadi A, G menjadi C, C menjadi G.

Pengaturan Jenis Kelamin oleh Kromosom

Manusia baik berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki mempunyai sepasang kromosom kelamin. Seorang perempuan normal mempunyai sepasang kromosom-X. Seorang laki-laki normal mempunyai sebuah kromosom-X dan sebuah kromosom-Y. Berhubung dengan itu formula kromosom untuk perempuan normal yaitu 46 XX, dan formula kromosom laki-laki normal yaitu 46 XY.

20. Berdasarkan pernyataan diatas, buatlah skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%!

Jawaban:



Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk membuat skema tentang terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%. Sel telur (ovum) yang dimiliki seorang perempuan normal adalah haploid dan mengandung 22 autosom + sebuah kromosom-X. Sebaliknya, seorang laki-laki normal membentuk 2 macam spermatozoa, yaitu spermatozoa yang membawa 22 autosom + 1 kromosom-X (disebut gymnospermium) dan spermatozoa yang membawa 22 autosom + kromosom-Y (disebut androspermium). Jadi, secara teoritis, lahirnya anak perempuan dan laki-laki dalam keadaan normal mempunyai peluang sama besar, yaitu masing-masing 50%.

Draft Butir Soal Final

1. Perhatikan pernyataan berikut!

Enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak.

Berdasarkan pernyataan diatas, manakah sifat enzim yang sesuai dengan pernyataan tersebut?

- A. Enzim memiliki sifat dapat bekerja secara bolak-balik
- B. Enzim memiliki sifat tidak tahan panas
- C. Enzim bekerja secara spesifik
- D. Enzim dibutuhkan dalam jumlah sedikit
- E. Enzim merupakan biokatalisator yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia

Jawaban: A

Enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak. Reaksi kimia tersebut menunjukkan bahwa enzim memiliki sifat dapat bekerja secara bolak-balik.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, disajikan pernyataan sebuah reaksi kimia dalam tubuh. Siswa diminta untuk menganalisis reaksi kimia tersebut, agar dapat mengetahui sifat enzim yang sesuai dengan reaksi kimia tersebut. Enzim memiliki sifat diantaranya sebagai biokatalisator, bekerja spesifik, tidak tahan panas, bekerja pada pH tertentu, dan dapat bekerja bolak-balik. Enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi

lemak. Reaksi kimia tersebut menunjukkan bahwa enzim memiliki sifat dapat bekerja secara bolak-balik.

2. Aktivitas enzim dapat dipengaruhi oleh suhu dan pH. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.

Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II		
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api
1	80°C	-	-	4	-	-
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++
3	35°C	+	+	8	++	-
4	7°C	-	-	14	-	-

Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!

- Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah
- Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa
- Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi
- Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral
- Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan

Jawaban: D

Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral (pH 7), hal tersebut dapat dilihat dari tabel hasil percobaan yaitu menghasilkan banyak sekali gelembung dan api menyala. pH 7 bersifat netral, pH lebih dari 7 bersifat basa atau alkali, dan pH kurang dari 7 bersifat asam.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan pernyataan yang tepat sesuai dengan tabel hasil percobaan I dan II enzim katalase secara tepat. Siswa harus dapat menguraikan masalah yang ditemukan pada soal ini, dengan cara menafsirkan tabel hasil percobaan I dan II agar dapat menemukan pernyataan yang tepat. Berdasarkan tabel hasil percobaan I dan percobaan II, enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral. Pada pH yang terlalu asam dan suhu 80°C membuat enzim katalase mengalami denaturasi atau mengalami kerusakan sehingga tidak dapat digunakan sebagai katalis. Hal ini ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada suhu 7°C dan pH 14, enzim akan bersifat non aktif atau tidak dapat bekerja namun enzim tidak rusak. Hal ini juga ditandai dengan tidak adanya gelembung dan nyala api. Pada 35°C dan pH 8, enzim katalase dapat bekerja namun belum optimal hal ini dapat diketahui dari terbentuknya gelembung yang sedikit. Setiap enzim mempunyai pH optimum yang spesifik. Perubahan pH mengakibatkan sisi aktif enzim berubah sehingga dapat menghalangi terikatnya substrat pada enzim. Selain itu juga perubahan pH dapat mengakibatkan proses denaturasi pada enzim. Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral sehingga dihasilkan gelembung lebih banyak dan nyala api yang paling terang.

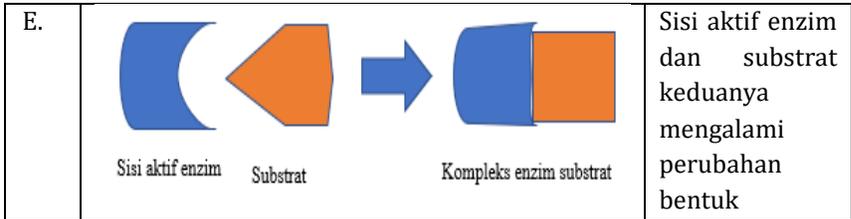
3. Cara kerja enzim terdapat dua macam teori yaitu teori *lock and key*, dan teori *induced fit*. Jika diketahui sebuah sisi aktif enzim berbentuk seperti gambar berikut.



Sisi aktif enzim

Tentukan pernyataan dan gambar yang sesuai dengan teori *induced fit!*

A.	<p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Substrat sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim
B.	<p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dapat berubah sesuai dengan bentuk substrat
C.	<p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dan substrat keduanya sama-sama mempertahankan bentuk masing-masing
D.	<p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Substrat dapat berubah sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim



Jawaban: B

Gambar pada soal merupakan sisi aktif enzim. Pada gambar B terlihat sisi aktif dari enzim tidak sesuai dengan substratnya namun pada kompleks enzim substrat bagian sisi aktif enzim sesuai dengan dengan bentuk dari substrat. Hal ini dapat dikatakan bahwa bagian sisi aktif enzim mengalami perubahan. Perubahan sisi aktif enzim ini sesuai dengan teori *induced fit* yang menyatakan bahwa substrat akan menginduksi secara halus permukaan sisi aktif dari enzim sehingga sesuai dengan substratnya. Gambar pada soal ini menjelaskan mekanisme terbentuknya kompleks enzim substrat sesuai dengan teori *induced fit*.

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini disajikan gambar sisi aktif enzim, siswa diminta untuk menentukan pola dan pernyataan yang tepat sesuai dengan teori *induced fit*. Teori *induced fit* menyatakan bahwa substrat akan menginduksi secara halus permukaan sisi aktif dari enzim sehingga sesuai dengan substratnya. Siswa menentukan pola pada pilihan jawaban dan pernyataan yang tepat sesuai dengan teori *induced fit*. Siswa harus dapat membuktikan kebenaran antara pola dan pernyataan yang sesuai teori *induced fit*.

4. Perhatikan pernyataan berikut!

Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan.

Manakah reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan diatas!

A.	Senyawa air (H_2O) + oksigen (O_2)	Fotosintesis	Glukosa
B.	Enzim RuBisCO	Fiksasi CO_2 pada tanaman C_3	Asam 5-fosfogliserat atau PGA
C.	Senyawa air (H_2O) + karbondioksida (CO_2)	Fotosintesis	Karbohidrat sederhana ($C_6H_{12}O_6$)
D.	H_2O	Fotolisis	Karbondioksida (CO_2)
E.	Molekul glukosa	Glikolisis	2 Asam piruvat

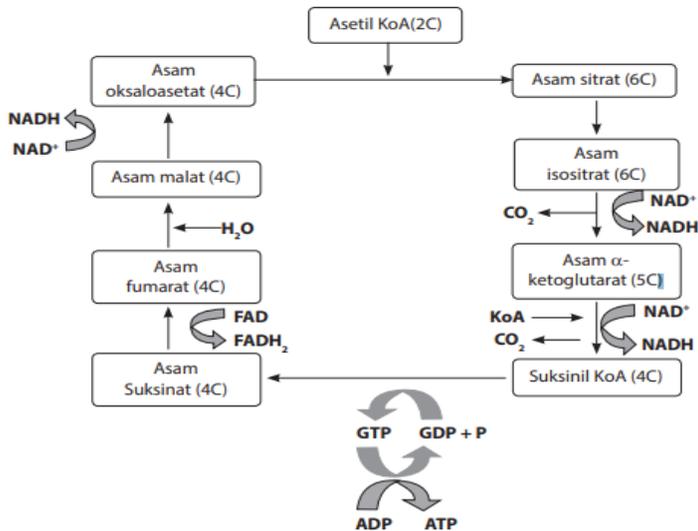
Jawaban: C

Fotosintesis adalah proses pengubahan senyawa air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2) dibantu oleh cahaya matahari yang diserap oleh klorofil sehingga menghasilkan karbohidrat sederhana yaitu senyawa glukosa atau gula ($C_6H_{12}O_6$). Glukosa yang dihasilkan selain digunakan langsung oleh tumbuhan juga akan disimpan dalam bentuk makanan (buah). Tidak hanya glukosa, dalam proses fotosintesis, tumbuhan juga menghasilkan oksigen (O_2) yang dibutuhkan manusia dan hewan.

Indikator Computational Thinking: Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menemukan reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan yang disajikan pada soal. Soal menyajikan pernyataan yang kompleks, siswa harus mampu menguraikannya menjadi penyelesaian yang lebih sederhana, dengan menemukan reaksi yang tepat sesuai pernyataan. Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses perubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan. Senyawa anorganik yang menjadi bahan pada proses fotosintesis yaitu senyawa air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2), dan senyawa organik sebagai produk yang dihasilkan pada fotosintesis adalah karbohidrat sederhana yaitu glukosa ($C_6H_{12}O_6$).

5. Perhatikan skema proses siklus krebs dibawah ini!



Berdasarkan gambar skema siklus krebs, tentukan input dan output pada siklus krebs secara tepat!

A. Tabel 1

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

B. Tabel 2

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
2 ADP + Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

C. Tabel 3

Input	Output
4 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

D. Tabel 4

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

E. Tabel 5

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

Jawaban: A

Berdasarkan skema siklus krebs diketahui input dan output pada siklus krebs sebagai berikut.

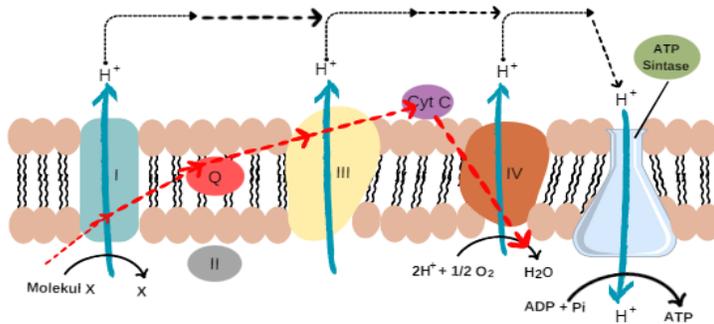
Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan pola output dan input pada siklus krebs secara tepat. Penentuan input dan output pada siklus krebs, siswa harus memahami dan mengerti skema siklus krebs agar dapat memutuskan input dan output pada siklus krebs yang tepat. Siklus krebs dimulai ketika asetil KoA (2 atom C) berikatan dengan asam oksaloasetat (4 atom C) membentuk asam sitrat (6 atom C). Asam sitrat diubah menjadi asam isositrat. Asam isositrat (6 atom C) diubah menjadi asam α -ketoglutarat (5 atom C). Reaksi ini disertai pelepasan CO₂ dan pembentukan NADH. Asam α -ketoglutarat (5 atom C) diubah menjadi suksinil koA yang memiliki 4 atom C. Reaksi ini juga disertai pelepasan CO₂ dan pembentukan NADH. Suksinil koA yang terbentuk diubah menjadi asam suksinat (4 atom C). Reaksi ini menghasilkan GTP. Selanjutnya, GTP diubah menjadi ATP. Lalu, asam suksinat diubah menjadi asam fumarat disertai pembentukan

FADH₂. Asam fumarat yang terbentuk diberi tambahan air agar berubah menjadi asam malat (4 atom C). Asam malat diubah menjadi asam oksaloasetat kembali disertai pembentukan NADH.

6. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis berikut!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Tentukan jumlah ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul X ke rantai transpor elektron!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 6 ATP

Jawaban: C

Molekul X merupakan molekul NADH. Proses yang terjadi pada tahap transpor elektron diawali dari NADH yang akan diuraikan menjadi NAD⁺. Hal ini akan membuat elektron hasil dari reaksi, memasuki kompleks protein I, lalu dikirimkan ke ubiquinon (koenzim Q). Pada saat elektron melewati kompleks protein I, hal ini akan memicu dipompanya ion H⁺ menuju ke ruang antar membran. Elektron dari ubiquinon akan dibawa

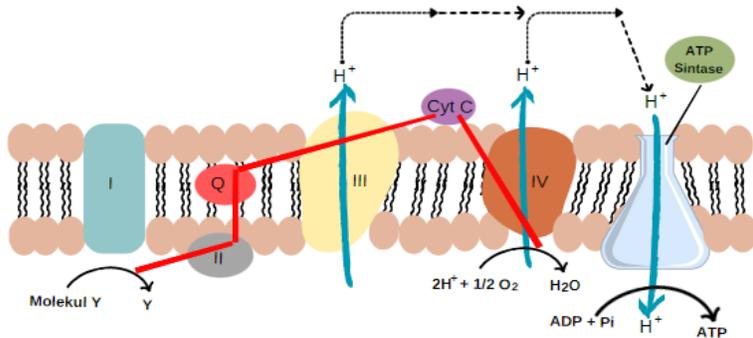
melewati kompleks protein III menuju sitokrom C (cyt C). Pada saat elektron melewati kompleks protein III, hal ini juga akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Kemudian, dari sitokrom C elektron akan dibawa ke matriks mitokondria melalui kompleks protein IV. Pada saat elektron melewati kompleks protein IV, maka akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Selanjutnya elektron akan diterima oleh molekul oksigen, lalu berikatan dengan 2 H^+ membentuk H_2O (air). Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu di pompanya 3 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 3 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk berfokus pada molekul X dan jumlah ATP yang dihasilkan pada proses pengubahan molekul X menjadi ATP. Siswa harus mengetahui jenis molekul X, molekul X yaitu NADH. Perlu diketahui bahwa NADH merupakan energi yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, melainkan harus diubah terlebih dahulu menjadi ATP agar dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Pengubahan NADH menjadi ATP melalui proses transpor elektron dan kemiosmosis. Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 3 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara

bersamaan, karena terdapat 3 H⁺ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 3 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap NADH menghasilkan 3 molekul ATP.

7. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Jika 3 molekul Y memasuki rantai transpor elektron, berapakah jumlah ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul Y ke rantai transpor elektron?

- A. 2 ATP
- B. 6 ATP
- C. 3 ATP
- D. 5 ATP
- E. 4 ATP

Jawaban: B

Molekul Y merupakan FADH₂. Proses yang terjadi pada tahap transpor elektron diawali dari FADH₂ yang akan diuraikan menjadi FAD⁺. Hal ini akan membuat elektron hasil dari reaksi, memasuki kompleks protein II, lalu

dikirimkan ke ubiquinon (koenzim Q). Pada saat elektron melewati kompleks protein II, hal ini tidak memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Elektron dari ubiquinon akan dibawa melewati kompleks protein III menuju sitokrom C (cyt C). Pada saat elektron melewati kompleks protein III, hal ini juga akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Kemudian, dari sitokrom C elektron akan dibawa ke matriks mitokondria melalui kompleks protein IV. Pada saat elektron melewati kompleks protein IV, maka akan memicu dipompanya ion H^+ menuju ke ruang antar membran. Selanjutnya elektron akan diterima oleh molekul oksigen, lalu berikatan dengan 2 H^+ membentuk H_2O (air). transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu di pompanya 2 H^+ keluar menuju ruang antar membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 2 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 2 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap $FADH_2$ menghasilkan 2 molekul ATP. Jika 3 molekul $FADH_2$ memasuki rantai transpor elektron, maka akan dihasilkan 6 molekul ATP.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk berfokus pada jumlah ATP yang dihasilkan pada proses pengubahan $FADH_2$ menjadi ATP. Perlu diketahui bahwa $FADH_2$ merupakan energi yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh tubuh, melainkan harus diubah terlebih dahulu menjadi ATP agar dapat dimanfaatkan oleh tubuh. Pengubahan $FADH_2$ menjadi ATP melalui proses transpor elektron dan kemiosmosis. Transpor elektron dari bermacam-macam protein memicu dipompanya 2 H^+ keluar menuju ruang antar

membran. Ion H^+ atau proton tersebut akan kembali menuju matriks mitokondria melalui enzim ATP sintase. Kemudian, ion H^+ yang melewati enzim ATP sintase akan memicu enzim tersebut membentuk ATP secara bersamaan, karena terdapat 2 H^+ yang memasuki ke bagian matriks. Maka dari itu, terbentuklah 2 molekul ATP, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap $FADH_2$ menghasilkan 2 molekul ATP. Jika terdapat 3 molekul $FADH_2$ memasuki rantai transpor elektron, maka akan dihasilkan 6 molekul ATP.

8. Berdasarkan pada teks katabolisme, dalam proses respirasi aerob salah satunya terjadi peristiwa dekarboksilasi oksidatif. Perhatikan potongan gambar berikut!



Susunlah secara tepat potongan gambar diatas hingga membentuk tahapan dekarboksilasi oksidatif!

- T-A-G-E-R
- E-G-R-A-T
- G-E-R-A-T
- T-R-E-A-G
- R-E-G-A-T

Jawaban: B

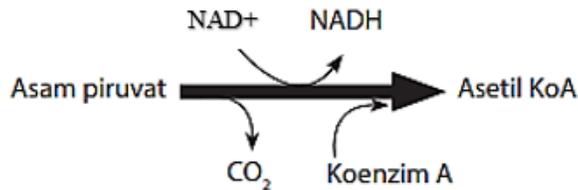
Susunan tahapan yang tepat adalah E-G-R-A-T. Tahapan dekarboksilasi oksidatif, sebagai berikut.

- Asam piruvat yang terbentuk pada tahap glikolisis akan melepaskan gugus karboksilat (COO^-). Gugus tersebut akan diubah menjadi CO_2 .

- 2) Sisa atom C dalam bentuk CH_3COO^- akan mentransfer kelebihan elektronnya pada molekul NAD^+ menjadi NADH . Untuk CH_3COO^- akan diubah menjadi asam asetat.
- 3) Asam asetat akan berikatan dengan koenzim A membentuk asetil koenzim A (asetil koA).

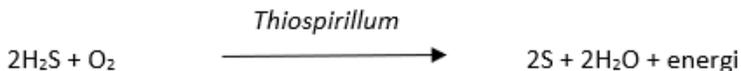
Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menyusun potongan gambar secara tepat hingga membentuk tahapan dekarboksilasi oksidatif. Susunan yang terbentuk adalah G-R-E-A-T. Berikut skema tahapan proses dekarboksilasi oksidatif.



9. Perhatikan narasi kemosintesis berikut!

Sebagian besar bakteri belerang salah satunya seperti *Thiospirillum* dapat ditemukan pada sumber mata air panas yang memiliki kandungan senyawa hidrogen sulfida. Kelompok bakteri ini mampu mengoksidasi logam sulfida menjadi sulfur dengan persamaan reaksi seperti berikut.



Berdasarkan pernyataan diatas, ketika cadangan *hydrogen sulfida* (H_2S) tersebut telah habis, endapan sulfur akan dioksidasi menjadi asam sulfat. Identifikasilah pola reaksi yang terbentuk secara tepat!

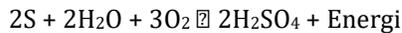
- A. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{HNO}_2 + \text{CO}_2 + \text{Energi}$
 B. $2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Energi}$
 C. $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Energi}$
 D. $\text{FeS} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS}_2 + \text{H}_2 + \text{Energi bebas}$
 E. $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$

Jawaban: B

Kemosintesis merupakan penyusunan senyawa organik dari reaksi kimia anorganik, yang dilakukan oleh organisme kemoautotrof. Bakteri belerang salah satunya seperti *Thiospirillum* dapat ditemukan pada sumber mata air panas yang memiliki kandungan senyawa hidrogen sulfida. Kelompok bakteri ini mampu mengoksidasi logam sulfida menjadi sulfur dengan persamaan reaksi seperti berikut.



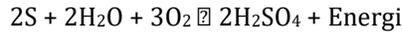
Ketika cadangan *hydrogen sulfida* (H_2S) tersebut telah habis, endapan sulfur (S) akan dioksidasi menjadi asam sulfat (H_2SO_4) dengan persamaan reaksi seperti berikut.



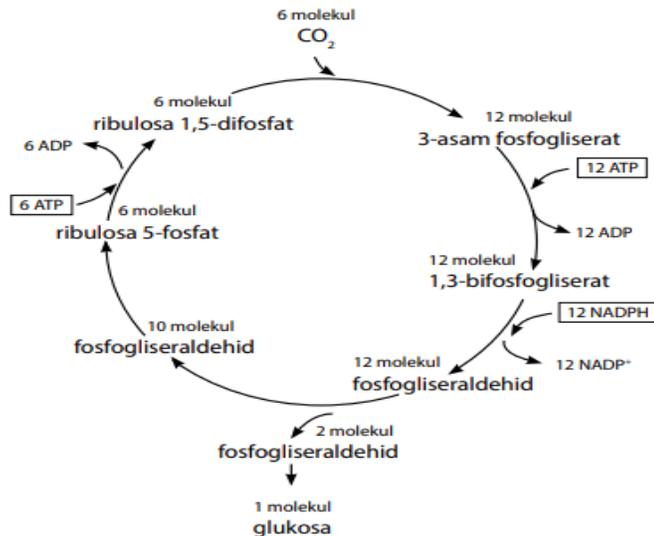
Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola

Pada soal ini, disajikan narasi kemosintesis bakteri belerang. Siswa diminta untuk mengidentifikasi pola reaksi kemosintesis bakteri yang tepat sesuai dengan pernyataan. Pada soal disajikan pilihan jawaban berupa reaksi-reaksi kemosintesis bakteri. Siswa harus dapat membedakan reaksi-reaksi tersebut, meskipun sama-sama reaksi kemosintesis tetapi berbeda bakteri yang berperan didalamnya. Pada narasi yang dibahas adalah kemosintesis bakteri belerang yaitu *Thiospirillum*. Bakteri belerang salah satunya seperti *Thiospirillum* dapat ditemukan pada sumber mata air panas yang memiliki

kandungan senyawa hidrogen sulfida. Kelompok bakteri ini mampu mengoksidasi logam sulfida menjadi sulfur. Ketika cadangan *hydrogen sulfida* (H_2S) tersebut telah habis, endapan sulfur (S) akan dioksidasi menjadi asam sulfat (H_2SO_4) dengan persamaan reaksi seperti berikut.



10. Perhatikan skema reaksi gelap dibawah ini!



Friska membuat sebuah kode untuk memudahkan dalam memahami tahapan reaksi gelap. Namun, kode yang disusun oleh friska belum tersusun secara tepat tahapannya.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e^- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfoglisaratdehid).

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Susunlah secara runtut kode tahapan reaksi gelap yang telah dibuat oleh friska!

- A. T-H-G-I-F
- B. G-H-I-F-T
- C. H-I-G-F-T
- D. F-I-G-H-T
- E. F-I-G-T-H

Jawaban: D

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus pfosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e⁻ dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk membuat urutan kode tahapan reaksi gelap secara runtut untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan. Kode yang dibuat friska tersusun secara acak, maka dari itu siswa harus mengurutkannya secara tepat tahapan reaksi gelap.

Reaksi gelap melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus pfosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e- dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO₂ yang baru.

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat. Molekul ini merupakan prekursor (bahan baku) untuk produk akhir menjadi molekul sukrosa yang merupakan karbohidrat untuk diangkut ke tempat penimbunan tepung pati yang merupakan karbohidrat yang tersimpan sebagai cadangan makanan.

11. Perhatikan pernyataan berikut!

Pada sel tubuh manusia terdapat 46 kromosom. Setiap makhluk hidup dibangun oleh sel tubuh (*somatis*) dan sel kelamin (*gamet*). Masing-masing sel tersebut disusun oleh dua macam kromosom, yaitu kromosom tubuh (*autosom*) dan kromosom kelamin (*gonosom*).

Berdasarkan pernyataan diatas, berapakah jumlah pasang kromosom *autosom* dan kromosom kelamin pada manusia?

- A. 44 pasang kromosom *autosom* dan 2 pasang kromosom kelamin
- B. 28 pasang kromosom *autosom* dan 2 pasang kromosom kelamin
- C. 22 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin
- D. 18 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin
- E. 31 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin

Jawaban: C

Jumlah pasang kromosom pada manusia terdapat 23 pasang. Keseluruhan jumlah kromosom pada sel tubuh manusia terdapat 46 kromosom yaitu 22 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin.

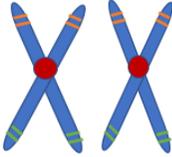
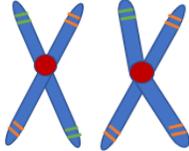
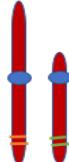
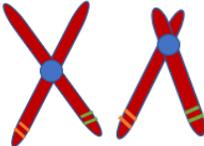
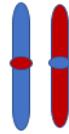
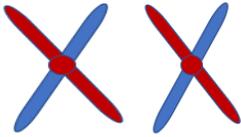
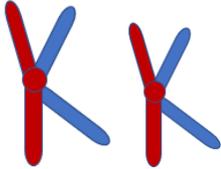
Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, disajikan pernyataan yang kompleks tentang jumlah kromosom pada manusia. Siswa diminta untuk menguraikan permasalahan yang disajikan agar mendapatkan penyelesaian yang lebih sederhana. Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan jumlah pasang kromosom *autosom* dan kromosom kelamin dengan keseluruhan kromosom yaitu 46 kromosom pada manusia. Pada manusia terdapat 22 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin.

12. Perhatikan pernyataan berikut!

Kromosom homolog dan *sister chromatid* adalah dua konsep penting dalam genetika dan pembelahan sel. Kromosom homolog memberikan dasar bagi keragaman genetik, sedangkan *sister chromatid* memastikan distribusi genetik yang akurat ke sel anak. Kromosom homolog terdiri dari kromosom ibu dan ayah, sedangkan *sister chromatid* terdiri dari kromosom ibu atau ayah.

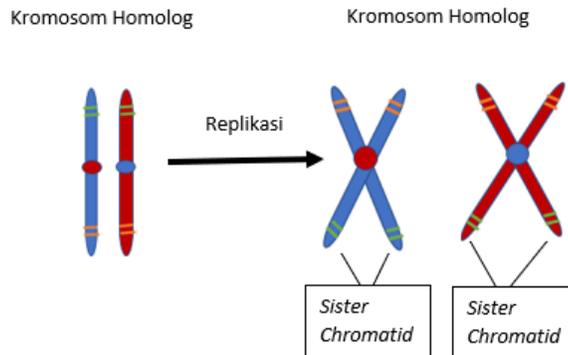
Berdasarkan pernyataan diatas, identifikasilah pola kromosom homolog dan *sister chromatid* secara tepat!

A.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
B.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
C.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
D.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
E.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 

Jawaban: A

Kromosom homolog adalah 2 kromosom berbeda secara fisik yang memiliki gen yang sama tetapi secara genetik tidak identik. *Sister Chromatid* adalah dua salinan dari *satu* kromosom sehingga identik secara genetik (mereka juga secara fisik melekat satu sama lain).

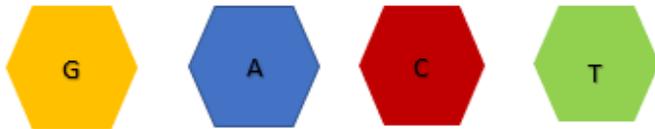
Pada gambar berikut, misalkan kromosom tunggal berwarna kuning adalah kromosom 1 yang diterima dari ibu, dan kromosom tunggal berwarna biru adalah kromosom 1 yang diterima dari ayah. Mereka adalah kromosom homolog: mereka memiliki kumpulan gen yang sama, namun alel untuk gen tersebut bisa berbeda (karena ibu dan ayah Anda tidak identik secara genetik). Ketika DNA direplikasi dalam fase S, setiap *kromosom* homolog akan disalin dan dua salinan yang identik secara genetik tetap melekat satu sama lain. Dua salinan identik secara genetik yang secara fisik melekat satu sama lain di sentromer dan terdiri dari satu kromosom yang diduplikasi, disebut *sister chromatid*.

**Indikator Computational Thinking: Pengenalan Pola**

Pada soal ini, disajikan pernyataan tentang kromosom homolog dan kromatid saudara. Siswa diminta untuk menganalisis dalam penentuan pola

kromosom homolog dan kromatid bersaudara secara tepat. Pada soal disajikan pilihan jawaban gambar kromosom, siswa harus dapat membedakan antara pilihan jawaban satu dengan yang lain untuk mendapatkan penyelesaian yang tepat. Kromosom homolog terdiri dari kromosom ibu dan ayah, sedangkan kromatid saudara terdiri dari kromosom ibu atau ayah.

13. Dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Perhatikan gambar polinukleotida berikut!



Kata Kunci: Warna

Kuning = G

Biru = A

Merah = C

Hijau = T

Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!

A.	
B.	

C.	
D.	
E.	

Jawaban: D

Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A selalu berpasangan dengan T, sedangkan C selalu berpasangan dengan G. Jadi, jawaban yang tepat D yaitu kuning = Guanin (G) berpasangan dengan merah = Sitosin (C).

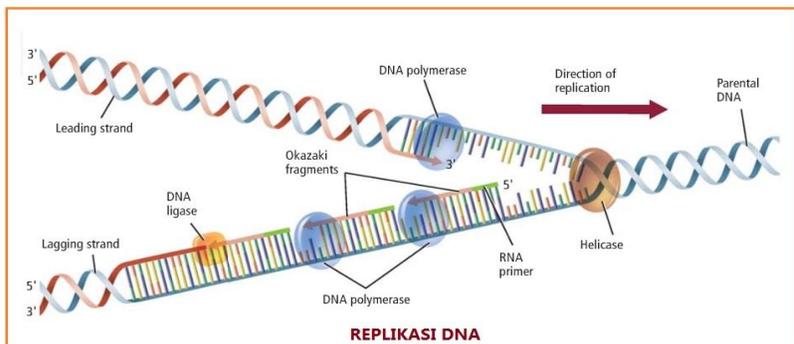
Indikator *Computational Thinking*: Pengenalan Pola

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengidentifikasi pola pasangan polinukleotida struktur DNA *double helix*. Disajikan pada soal gambar polinukleotida dan kata kunci jawaban terdapat pada warna. Siswa harus memahami pola warna untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang disajikan pada soal. Kata kunci adalah warna; Kuning = G, Biru = A, Merah = C, Hijau = T. Struktur heliks ganda DNA terdiri dari basa-basa DNA yang komplementer, dimana A (Biru) selalu berpasangan dengan T (Hijau), sedangkan C (Merah) selalu berpasangan dengan G (Kuning).

Teks untuk soal nomor 14

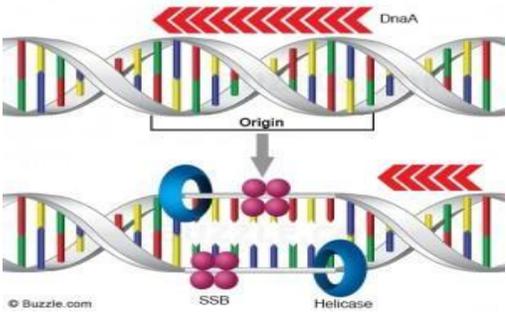
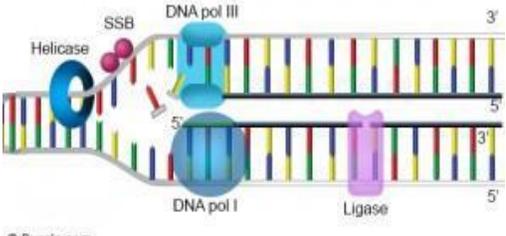
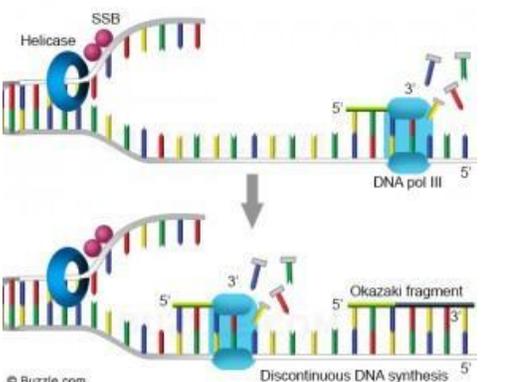
Replikasi DNA

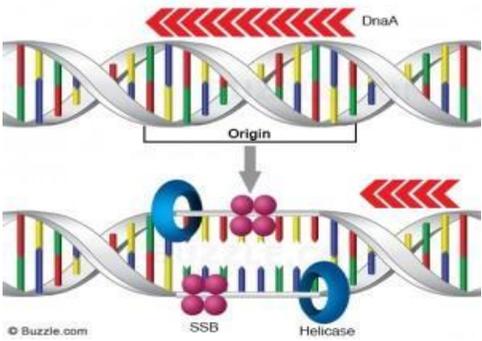
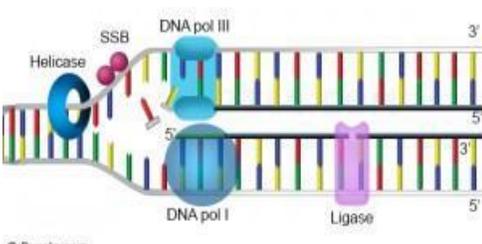
Replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Pada sel eukariotik, proses replikasi terjadi selama fase S (sintesis) selama siklus sel. DNA merupakan molekul hidup karena mampu melakukan penggandaan diri (replikasi). Hal tersebut disebut autokatalisis karena DNA mampu mensintesis dirinya sendiri. Replikasi merupakan peristiwa sintesis DNA. Replikasi DNA dapat terjadi dengan adanya sintesis rantai nukleotida baru dari rantai nukleotida lama. Prosesnya dengan menggunakan komplementasi pasangan basa untuk menghasilkan suatu molekul DNA baru yang sama dengan molekul DNA lama. Proses yang terjadi tersebut dipengaruhi oleh enzim helikase, enzim polimerase, dan ligase serta komponen lainnya. Berikut gambar tahapan proses replikasi DNA:



Sumber: edubio.com

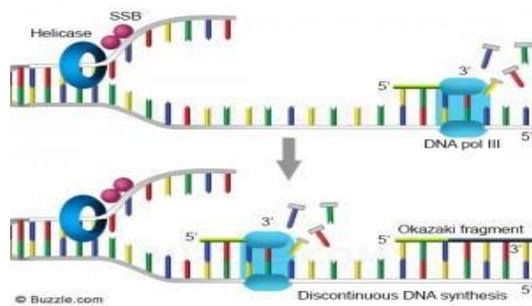
14. Berdasarkan teks proses replikasi, replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Tentukan data mana yang benar berdasarkan teks proses replikasi DNA?

A.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Struktur DNA yang <i>double helix</i> diputuskan ikatannya oleh protein SSB (<i>Single Strand Binding</i>) membentuk DNA dengan untai tunggal</p>
B.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase dalam menghilangkan celah/ menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>leading strand</i></p>
C.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Pembentukan <i>lagging strand</i> yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki</p>

D.	 <p>© Buzzle.com</p>	Enzim Helikase menggabungkan untai tunggal menjadi <i>double helix</i>
E.	 <p>© Buzzle.com</p>	Enzim ligase berperan dalam memisahkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i>

Jawaban: C

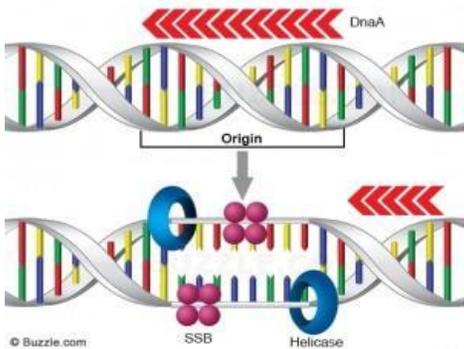
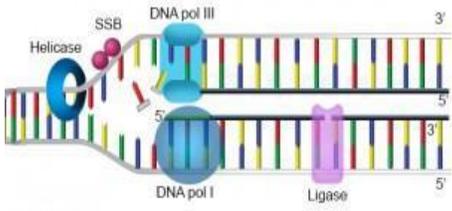
(C) Pembentukan *lagging strand* yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki

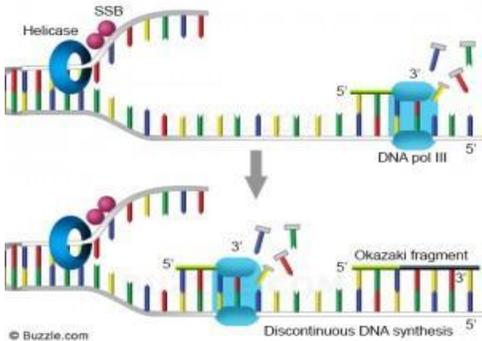
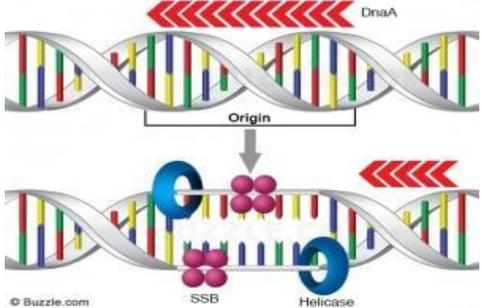
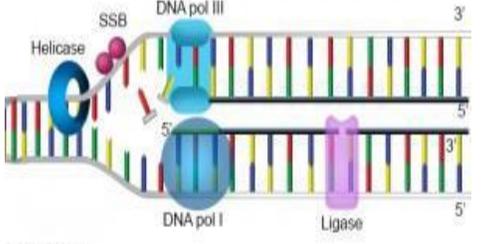


Pada untai berlawanan, DNA disintesis secara terputus dengan menghasilkan serangkaian fragmen kecil dari DNA baru dalam arah 5' → 3'. Fragmen ini disebut fragmen Okazaki, yang kemudian bergabung untuk membentuk sebuah rantai terus menerus nukleotida. Untai ini dikenal sebagai *lagging strand* (untai tertinggal).

Indikator Computational Thinking (CT): Dekomposisi

Pada soal ini, siswa diminta untuk dapat menentukan data yang tepat untuk menyelesaikan masalah. Disajikan pernyataan-pernyataan terkait proses replikasi DNA, siswa dapat menentukan pernyataan yang tepat mengenai proses replikasi DNA.

A.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Struktur DNA yang <i>double helix</i> diputuskan ikatannya oleh enzim Helikase membentuk DNA dengan untai tunggal</p>
B.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase dalam menghilangkan celah/ menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i></p>

C.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Pembentukan <i>lagging strand</i> yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki</p>
D.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim Helikase memisahkan <i>double helix</i> menjadi untai tunggal</p>
E.	 <p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase berperan dalam menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>lagging strand</i></p>

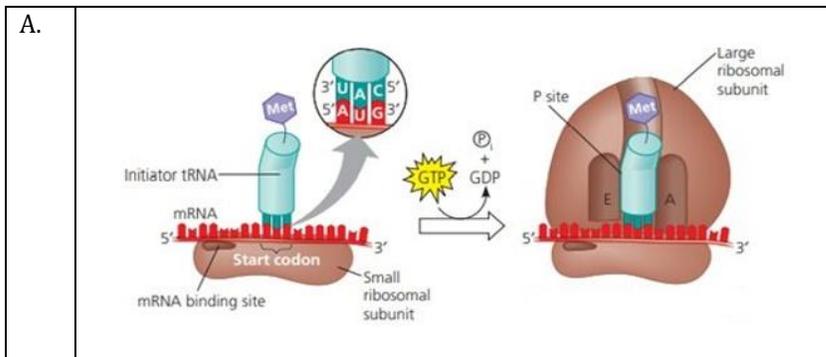
Jadi, pernyataan yang tepat adalah pilihan C yaitu pembentukan *lagging strand* yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki.

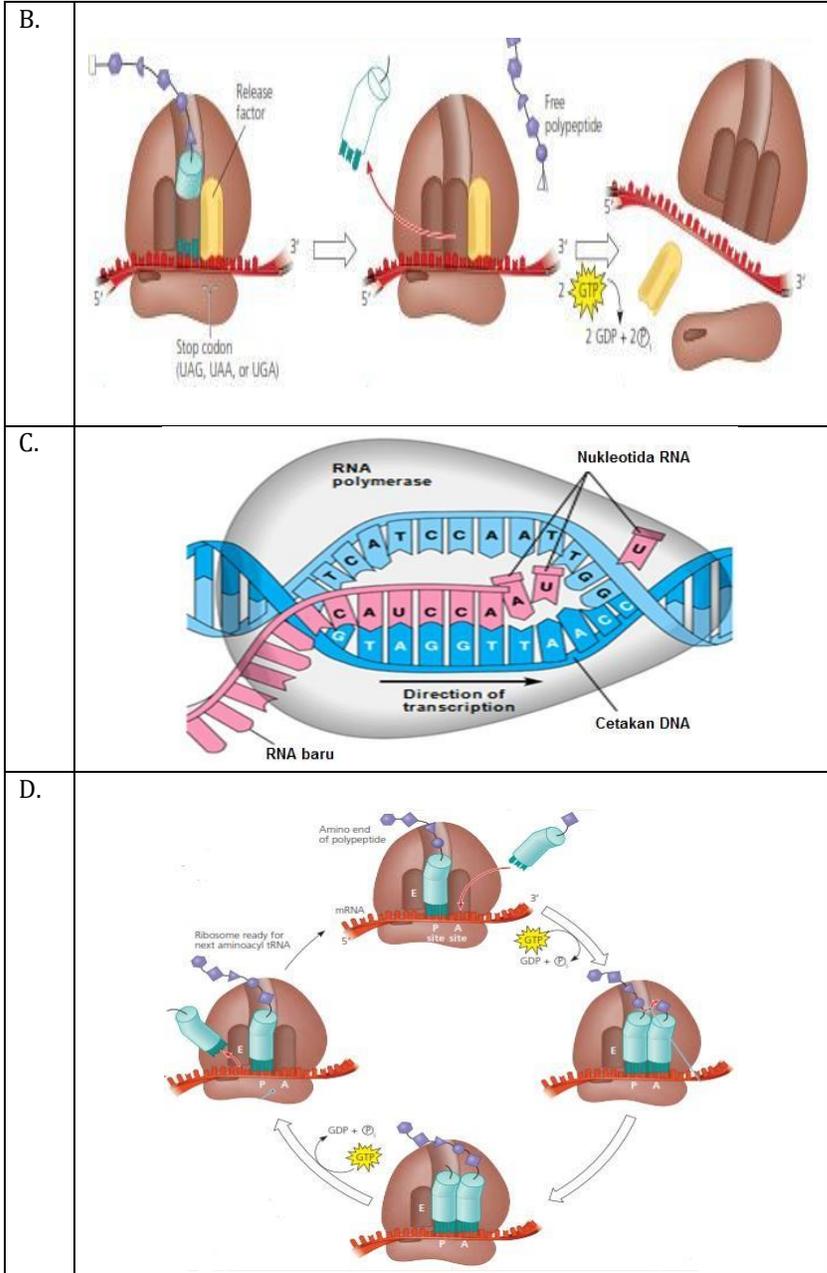
15. Perhatikan pernyataan berikut!

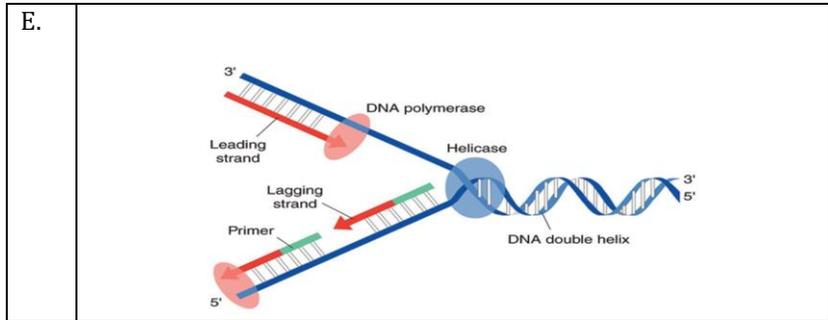
Translasi merupakan penerjemahan urutan kodon RNA menjadi urutan asam amino. Proses translasi terdiri atas tiga tahapan, yaitu.

- 1) Inisiasi; pada tahap ini kodon pertama mRNA yang bertemu dengan ribosom disebut kodon start.
- 2) Elongasi; pada tahap ini kodon yang dibawa mRNA akan diterjemahkan menjadi asam amino. Setelah itu, masing-masing asam amino akan digabungkan oleh tRNA (membawa asam amino untuk disusun menjadi protein). Gabungan dari asam amino tersebut akan membentuk rantai polipeptida.
- 3) Terminasi; proses translasi berakhir ketika salah satu kodon stop bertemu dengan ribosom.

Tentukan gambar yang menunjukkan terjadinya tahap terminasi pada proses translasi?

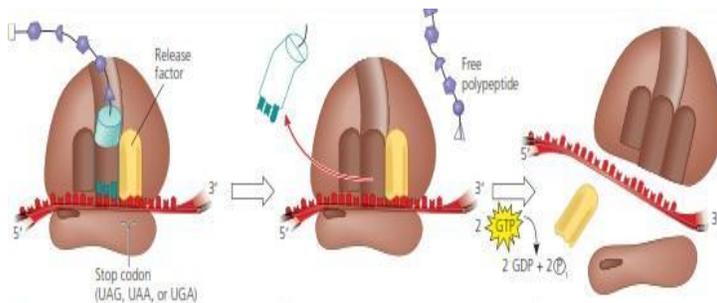






Jawaban: B

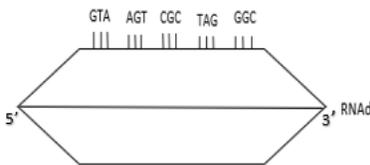
Terminasi merupakan tahapan terakhir pada proses translasi. Proses translasi berakhir ketika salah satu kodon stop bertemu dengan ribosom. Tahap terminasi terjadi ketika salah satu dari 3 stop kodon berada di daerah A. Kodon stop ada 3 yaitu UAA, UAG, dan UGA. Kodon ini dikenali oleh protein sebagai *release factor*. Saat *release factor* memasuki daerah A, secara otomatis polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru. Polipeptida yang bebas dikenal sebagai protein. Jadi, pada gambar tersebut terjadi tahap terminasi, yang mana polipeptida akan rilis dari ribosom dan ribosom akan terpisah, lalu bersiap untuk melakukan translasi yang baru. Berikut gambar tahapan terminasi pada proses translasi.



Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk menganalisis tahapan terminasi dengan menunjukkan gambar tahapan terminasi secara tepat pada pilihan jawaban. Disajikan pada soal pernyataan tentang proses translasi yang terdiri atas tiga tahapan yaitu inisiasi, elongasi dan terminasi. Siswa harus mampu membedakan informasi yang penting dan yang kurang penting untuk mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang disajikan. Siswa diharuskan memahami setiap gambar yang disajikan pada pilihan jawab, agar dapat menemukan gambar tahap terminasi yang tepat. (sajikan tabel dengan diberikan keterangan).

16. Perhatikan gambar fragmen molekul DNA berikut dan tabel kodon translasinya!



Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Berdasarkan gambar fragmen molekul DNA dan tabel kodon translasinya, tentukan urutan asam amino yang terbentuk!

- A. A B C D E
- B. B C D A E
- C. C A B E D
- D. C A D E B
- E. B C D A E

Jawaban: C

Diketahui:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Ditanyakan:

Urutan asam amino yang terbentuk?

Penyelesaian:

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk menentukan urutan asam amino yang terbentuk sesuai kode genetik yang tersedia secara tepat untuk menyelesaikan permasalahan. Data yang diketahui yaitu sense, maka siswa harus mengubah sense ke kodon terlebih dahulu agar dapat membentuk urutan asam amino.

Rumus:

A = U

T = A

C = G

G = C

Sense: GTA AGT CGC TAG GGC

Kodon: CAU UCA GCG AUC CCG

Kodon yang terbentuk dikonsultasikan dengan kode genetik pada tabel agar terbentuk urutan asam amino.

Asam amino yang terbentuk: C A B E D

17. Perhatikan tabel kode genetik berikut!

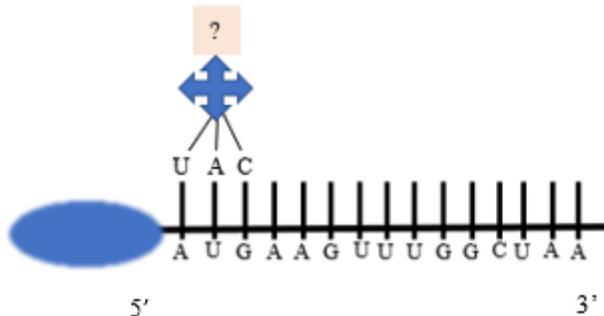
Basa No 1	Basa No 2				Basa No 3	
	U	C	A	G		
U	UUU } Phe	UCU } Ser	UAU } Tyr	UGU } Cys	U C A G	
	UUC } Leu		UCC } Ser	UAC } Tyr		UGC } Cys
	UUA } Leu		UCA } Ser	UAA } Stop		UGA } Stop
	UUG } Leu		UCG } Ser	UAG } Stop		UGA } Trp
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G	
	CUC } Leu		CCC } Pro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

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2008

Keterangan:

- | | | | |
|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| Ala = alanin | Gln = glutamin | Leu = leusin | Ser = serin |
| Arg = arginin | Glu = asam glutamat | Lys = lisin | Thr = treonin |
| Asn = asparagin | Gly = glisin | Met = metionin | Trp = triptofan |
| Asp = asam aspartat | His = histidin | Phe = fenil | Try = tirosin |
| Cys = sistein | Ile = isoleusin | Pro = prolin | Val = valin |

Berdasarkan tabel kode genetik, perhatikan mRNA berikut!



Pernyataan:

Kodon start adalah UAC, dan asam amino yang dibawa tRNA adalah Tirosin.

Berdasarkan mRNA dan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Tentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi secara tepat, jika terjadi kekeliruan pada pernyataan tersebut!

- A. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAG dan asam amino yang terbentuk adalah Glisin
- B. Pernyataan tidak sepenuhnya salah, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Alanin
- C. Pernyataan benar, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Tirosin
- D. Pernyataan salah, kodon start yaitu AUG dan asam amino yang terbentuk adalah Metionin
- E. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAU dan asam amino yang terbentuk adalah Asparagin

Jawaban: D

Tahap inisiasi dimulai saat ribosom sub unit kecil terikat pada mRNA. Ribosom sub unit kecil akan bergerak dari arah 5' ke arah 3'. Ketika sudah menemukan kodon AUG, tRNA yang membawa asam amino metionin dan antikodon UAC akan melekat pada mRNA. Jadi asam amino yang terbentuk pada kodon start adalah metionin.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi. Siswa diminta untuk hanya berfokus

mencari asam amino yang terbentuk dari kodon start, dan untuk kodon-kodon lainnya diabaikan saja. Pernyataan salah karena UAC bukan kodon start melainkan antikodon yang akan melekat pada mRNA, sedangkan kodon start yaitu AUG, dari kodon AUG terbentuk asam amino metionin yang dibawa oleh tRNA. Cara untuk mengetahui asam amino yang terbentuk dapat menginterpretasikan kodon ke tabel kode genetik.

18. Perhatikan pernyataan berikut!

Pernyataan:

Jika diketahui dalam proses translasi, mRNA dengan panjang 90 nukleotida, maka jumlah banyaknya tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkannya adalah diperlukan 180 tRNA yang berbeda untuk menerjemahkan semua triplet kodon dalam mRNA tersebut.

Berdasarkan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Jika terjadi kekeliruan, tentukan berapa banyak tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat!

- A. Benar, 180 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida
- B. Salah, setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, maka $90/3 = 30$ tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkannya
- C. Salah, untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA
- D. Tidak sepenuhnya salah, karena jumlah tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkan sebuah mRNA sebanding dengan panjang nukleotida dalam mRNA tersebut

- E. Salah, 90 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida

Jawaban: C

Berdasarkan pernyataan yang disajikan, pernyataan tersebut tidak benar. Jumlah tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkan sebuah mRNA tidak sebanding dengan panjang nukleotida dalam mRNA tersebut. Dalam proses translasi, setiap triplet kodon pada mRNA akan dipasangkan dengan satu tRNA yang sesuai. Namun, ada beberapa triplet kodon yang dapat dipasangkan dengan tRNA yang sama. Sebagai contoh, kodon AUG merupakan kodon start yang akan dipasangkan dengan tRNA Metionin. Jadi, tidak semua triplet kodon akan memerlukan tRNA yang berbeda.

Dalam kasus ini, mRNA memiliki panjang 90 nukleotida. Karena setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, kita dapat membagi panjang mRNA dengan 3 untuk mendapatkan jumlah triplet kodon. Jadi, jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA.

Jadi, jawabannya adalah 30 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida.

Indikator Computational Thinking: Abstraksi

Pada soal ini, siswa diminta untuk dapat mengevaluasi kebenaran pernyataan dan menentukan jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat. Objek penting yang perlu diidentifikasi dalam soal ini adalah penentuan jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida. Siswa diharuskan memahami konsep tersebut, lalu siswa harus mampu membuat representasi yang tepat dalam bentuk perhitungan matematika untuk menyelesaikan masalah. Penggunaan

indikator abstraksi dalam soal, siswa harus dapat memfokuskan perhatian pada informasi yang relevan, yaitu dalam proses translasi, setiap triplet kodon pada mRNA akan berpasangan dengan satu tRNA yang membawa asam amino yang sesuai. Setiap tRNA hanya dapat berikatan dengan satu jenis asam amino. Penentuan berapa banyak tRNA yang diperlukan secara tepat, perlu dilakukan perhitungan jumlah triplet kodon yang ada dalam mRNA tersebut. Setiap triplet kodon pada mRNA akan dipasangkan dengan satu tRNA, maka jumlah tRNA yang diperlukan akan sama dengan jumlah triplet kodon dalam mRNA tersebut.

Dalam kasus ini, mRNA memiliki panjang 90 nukleotida. Karena setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, kita dapat membagi panjang mRNA dengan 3 untuk mendapatkan jumlah triplet kodon. Jadi, jumlah tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA.

19. Perhatikan tabel kode genetik berikut!

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		GCA } Ala	GGA } Gly	
	GUG } Val		GCG } Ala	GGG } Gly	

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2005

Keterangan:

Ala = alanin
Arg = arginin
Asn = asparagin
Asp = asam aspartat
Cys = sistein

Gln = glutamin
Glu = asam glutamat
Gly = glisin
His = histidin
Ile = isoleusin

Leu = leusin
Lys = lisin
Met = metionin
Phe = fenil
Pro = prolin

Ser = serin
Thr = treonin
Trp = triptofan
Try = tirosin
Val = valin

Berdasarkan tabel kode genetik, jika di dalam sel akan disusun protein yang terdiri atas asam amino, sebagai berikut:

Metionin - Asam Glutamat - Leusin - Glisin - Sistein - Triptofan - Valin - Serin - Arginin

- a. Buatlah urutan basa nitrogen pada mRNA!
- b. Buatlah urutan basa nitrogen pada DNA!

Jawaban:

- a. Urutan basa nitrogen pada mRNA

5' AUG-GAA-CUU-GGG-UGU-UGA-GUU-AGC-AGA 3'

- b. Urutan basa nitrogen pada DNA

TAC-CTT-GAA-CCC-ACA-ACT-CAA-TCG-TCT

Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, siswa diminta untuk membuat urutan basa nitrogen pada mRNA dan urutan basa nitrogen pada DNA berdasarkan asam amino yang terbentuk. Cara untuk mengetahui urutan basa nitrogen pada mRNA yang terbentuk dapat menginterpretasikan asam amino yang terbentuk ke tabel kode genetik. Jika sudah terbentuk urutan basa nitrogen mRNA, maka untuk membuat urutan basa nitrogen pada DNA dengan cara mengubah kode mRNA yang sudah terbentuk dari A menjadi T, U menjadi A, G menjadi C, C menjadi G.

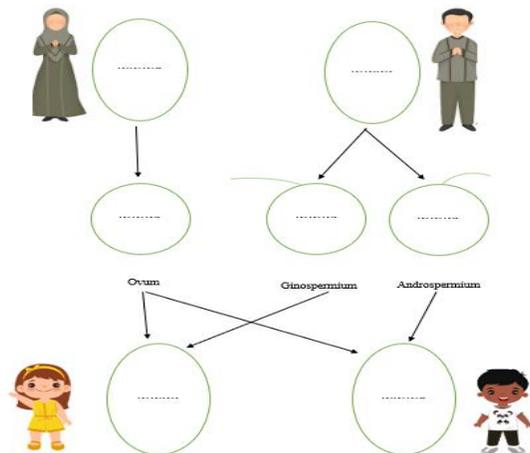
20. Perhatikan pernyataan berikut!

Manusia baik berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki mempunyai sepasang kromosom kelamin. Seorang perempuan normal mempunyai sepasang kromosom-X. Seorang laki-laki normal

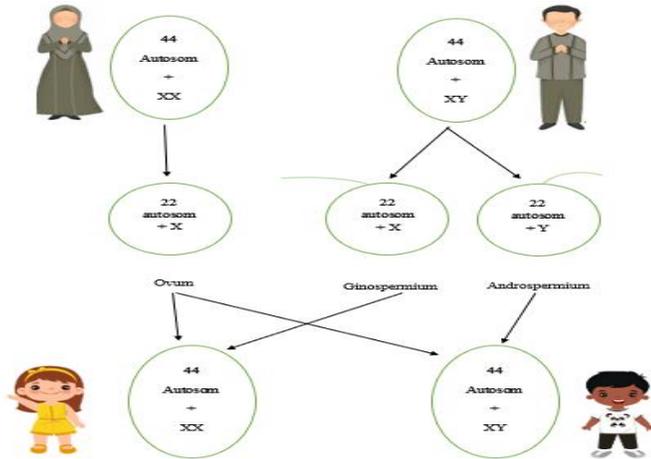
mempunyai sebuah kromosom-X dan sebuah kromosom-Y. Berhubung dengan itu formula kromosom untuk perempuan normal yaitu 46 XX, dan formula kromosom laki-laki normal yaitu 46 XY.

44 Autosom + XX	22 autosom + X	44 Autosom + XY	22 autosom + Y	44 Autosom + XX
22 autosom + X	46 Autosom + XY	22 Autosom XY	46 Autosom + XX	44 Autosom + XY

Pilihlah beberapa jawaban yang tepat pada tabel! Lengkapilah skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%!



Jawaban:



Indikator Computational Thinking: Algoritma

Pada soal ini, disajikan pernyataan dan tabel pilihan jawaban. Siswa diminta untuk menganalisis dan membuat skema tentang tahapan terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%. Sel telur (ovum) yang dimiliki seorang perempuan normal adalah haploid dan mengandung 22 autosom + sebuah kromosom-X. Sebaliknya, seorang laki-laki normal membentuk 2 macam spermatozoa, yaitu spermatozoa yang membawa 22 autosom + 1 kromosom-X (disebut ginospermium) dan spermatozoa yang membawa 22 autosom + kromosom-Y (disebut androspermium). Jadi, secara teoritis, lahirnya anak perempuan dan laki-laki dalam keadaan normal mempunyai peluang sama besar, yaitu masing-masing 50%.

Lampiran 6 Lembar Tes Tertulis Uji Coba Produk oleh Siswa

**Instrumen Tes Tertulis Bermuatan Computational Thinking Pada
Materi Biologi**

Nama:	Asal Sekolah:
Kelas:	Hari/Tanggal:
Petunjuk umum: 1) Bacalah doa sebelum mengerjakan soal 2) Bacalah soal dengan teliti 3) Pilihlah jawaban yang tepat 4) Jumlah soal sebanyak 20 butir terdiri atas 18 butir (soal pilihan ganda), dan 2 butir <i>Essay</i> 5) Waktu untuk mengerjakan adalah 100 menit 6) Kerjakan soal dengan jujur	

1. Perhatikan pernyataan berikut!

Enzim lipase dapat mengubah lemak menjadi asam lemak dan gliserol. Begitupun sebaliknya, lipase juga dapat menyatukan gliserol dan asam lemak menjadi lemak.

Berdasarkan pernyataan diatas, manakah sifat enzim yang sesuai dengan pernyataan tersebut?

- A. Enzim memiliki sifat dapat bekerja secara bolak-balik
- B. Enzim memiliki sifat tidak tahan panas
- C. Enzim bekerja secara spesifik
- D. Enzim dibutuhkan dalam jumlah sedikit
- E. Enzim merupakan biokatalisator yang artinya dapat mempercepat reaksi-reaksi biologi tanpa mengalami perubahan struktur kimia

2. Aktivitas enzim dapat dipengaruhi oleh suhu dan pH. Sekelompok siswa melakukan percobaan tentang pengaruh suhu dan pH terhadap

aktivitas enzim katalase, untuk membuktikan kebenarannya. Hasil percobaan yang mereka peroleh sebagai berikut.

Enzim katalase + H ₂ O ₂	Percobaan I			Percobaan II		
	Suhu	Gelembung	Nyala Api	pH	Gelembung	Nyala Api
1	80°C	-	-	4	-	-
2	37°C	+++	+++	7	+++	+++
3	35°C	+	+	8	++	-
4	7°C	-	-	14	-	-

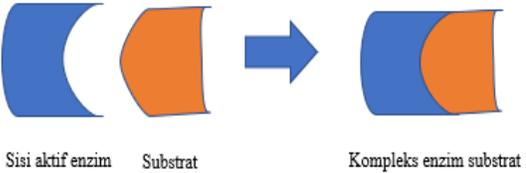
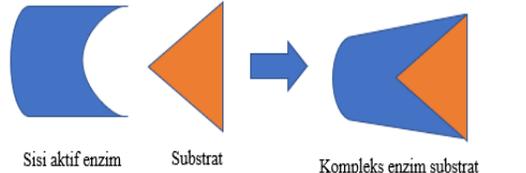
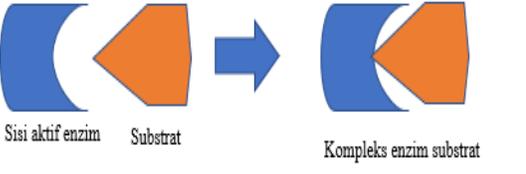
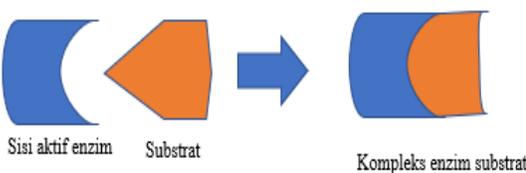
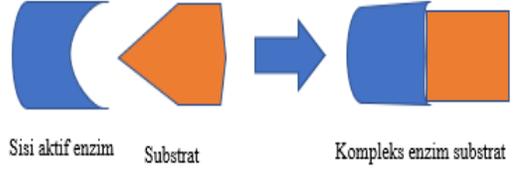
Tentukan pernyataan yang tepat berdasarkan hasil percobaan enzim katalase diatas!

- Enzim bekerja secara aktif pada suhu dan pH rendah
 - Enzim katalase bekerja efektif pada suhu di atas 37°C dan pH basa
 - Enzim katalase pada suhu 35°C dan pH 8 terjadi denaturasi
 - Enzim katalase bekerja optimal pada suhu 37°C dan pH netral
 - Enzim katalase bekerja aktif pada suhu 7°C dan pH basa, namun terjadi kerusakan
3. Cara kerja enzim terdapat dua macam teori yaitu teori *lock and key*, dan teori *induced fit*. Jika diketahui sebuah sisi aktif enzim berbentuk seperti gambar berikut.



Sisi aktif enzim

Tentukan pernyataan dan gambar yang sesuai dengan teori *induced fit*!

A.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Substrat sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim
B.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dapat berubah sesuai dengan bentuk substrat
C.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dan substrat keduanya sama-sama mempertahankan bentuk masing-masing
D.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Substrat dapat berubah sesuai dengan bentuk sisi aktif enzim
E.	 <p>Sisi aktif enzim Substrat Kompleks enzim substrat</p>	Sisi aktif enzim dan substrat keduanya mengalami perubahan bentuk

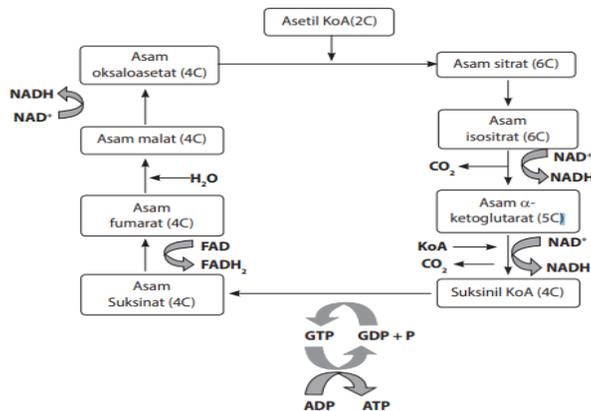
4. Perhatikan pernyataan berikut!

Fotosintesis adalah proses penyusunan atau pembentukan senyawa kompleks dari senyawa sederhana, dengan proses pengubahan senyawa anorganik menjadi senyawa organik yang dilakukan oleh tumbuhan.

Manakah reaksi yang tepat sesuai dengan pernyataan diatas!

A.	Senyawa air (H_2O) + oksigen (O_2)	Fotosintesis	Glukosa
B.	Enzim RuBisCO	Fiksasi CO_2 pada tanaman C3	Asam 5-fosfoglisarat atau PGA
C.	Senyawa air (H_2O) + karbondioksida (CO_2)	Fotosintesis	Karbohidrat sederhana ($C_6H_{12}O_6$)
D.	H_2O	Fotolisis	Karbondioksida (CO_2)
E.	Molekul glukosa	Glikolisis	2 Asam piruvat

5. Perhatikan skema proses siklus krebs dibawah ini!



Berdasarkan gambar skema siklus krebs, tentukan input dan output pada siklus krebs secara tepat!

A. Tabel 1

Input	Output
2 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

B. Tabel 2

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
2 ADP + Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

C. Tabel 3

Input	Output
4 gugus asetil	4 CO ₂
2 ADP + 2 Pi	2 ATP
3 NAD ⁺	6 NADH
2 FAD	2 FADH ₂

D. Tabel 4

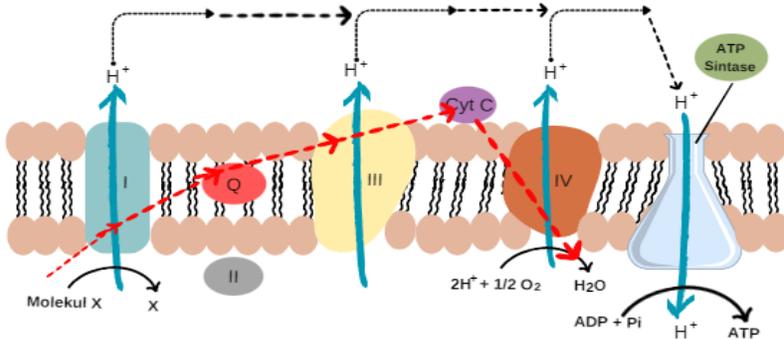
Input	Output
--------------	---------------

2 gugus asetil	4 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

E. Tabel 5

Input	Output
2 gugus asetil	2 CO ₂
ADP + Pi	2 ATP
6 NAD ⁺	6 NADH
4 FAD	2 FADH ₂

6. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis berikut!

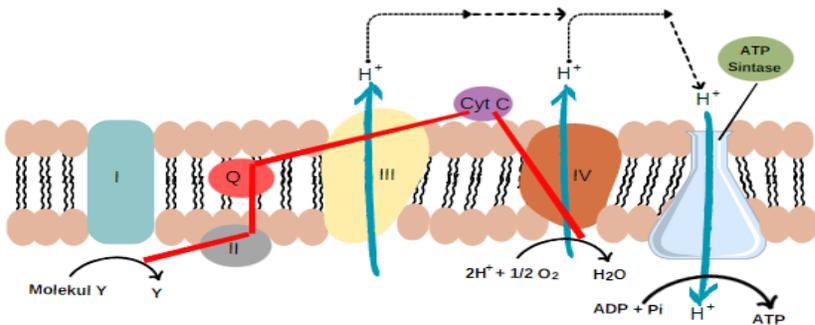


Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Tentukan jumlah ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul X ke rantai transpor elektron!

- A. 4 ATP
- B. 2 ATP
- C. 3 ATP

- D. 5 ATP
E. 6 ATP

7. Perhatikan gambar proses transpor elektron dan kemiosmosis dibawah ini!



Berdasarkan gambar diatas, pada proses transpor elektron dan kemiosmosis terjadi produksi ATP. Jika 3 molekul Y memasuki rantai transpor elektron, berapakah jumlah ATP yang dihasilkan oleh masuknya molekul Y ke rantai transpor elektron?

- A. 2 ATP
B. 6 ATP
C. 3 ATP
D. 5 ATP
E. 4 ATP
8. Berdasarkan pada teks katabolisme, dalam proses respirasi aerob salah satunya terjadi peristiwa dekarboksilasi oksidatif. Perhatikan potongan gambar berikut!



Susunlah secara tepat potongan gambar diatas hingga membentuk tahapan dekarboksilasi oksidatif!

- A. T-A-G-E-R
- B. E-G-R-A-T
- C. G-E-R-A-T
- D. T-R-E-A-G
- E. R-E-G-A-T

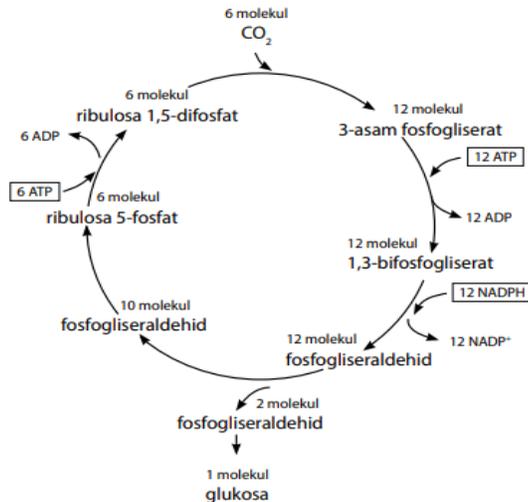
9. Perhatikan narasi kemosintesis berikut!

Sebagian besar bakteri belerang salah satunya seperti *Thiospirillum* dapat ditemukan pada sumber mata air panas yang memiliki kandungan senyawa hidrogen sulfida. Kelompok bakteri ini mampu mengoksidasi logam sulfida menjadi sulfur dengan persamaan reaksi seperti berikut.



Berdasarkan pernyataan diatas, ketika cadangan *hydrogen sulfida* (H_2S) tersebut telah habis, endapan sulfur akan dioksidasi menjadi asam sulfat. Identifikasilah pola reaksi yang terbentuk secara tepat!

- A. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{HNO}_2 + \text{CO}_2 + \text{Energi}$
 - B. $2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Energi}$
 - C. $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Energi}$
 - D. $\text{FeS} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS}_2 + \text{H}_2 + \text{Energi bebas}$
 - E. $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{S}$
10. Perhatikan skema reaksi gelap dibawah ini!



Friska membuat sebuah kode untuk memudahkan dalam memahami tahapan reaksi gelap. Namun, kode yang disusun oleh friska belum tersusun secara tepat tahapannya.

Kode I: Masing-masing PGA menerima gugus fosfat dari ATP dan menerima hidrogen serta e⁻ dari NADPH. Reaksi ini menghasilkan PGAL (fosfogliseraldehida).

Kode T: Dua PGAL lainnya akan berkondensasi menjadi glukosa 6 fosfat.

Kode F: Karbondioksida diikat oleh RuBp (Ribulosa bifosfat yang terdiri atas 5 karbon) menjadi senyawa 6 karbon yang labil.

Kode G: Tiap 6 molekul karbondioksida yang diikat dihasilkan 12 PGAL.

Kode H: Dari 12 PGAL, 10 molekul kembali ke tahap awal menjadi RuBp, dan seterusnya RuBP akan mengikat CO_2 yang baru.

Susunlah secara runtut kode tahapan reaksi gelap yang telah dibuat oleh friska!

- A. T-H-G-I-F
- B. G-H-I-F-T
- C. H-I-G-F-T
- D. F-I-G-H-T
- E. F-I-G-T-H

11. Perhatikan pernyataan berikut!

Pada sel tubuh manusia terdapat 46 kromosom. Setiap makhluk hidup dibangun oleh sel tubuh (*somatis*) dan sel kelamin (*gamet*). Masing-masing sel tersebut disusun oleh dua macam kromosom, yaitu kromosom tubuh (*autosom*) dan kromosom kelamin (*gonosom*).

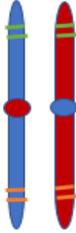
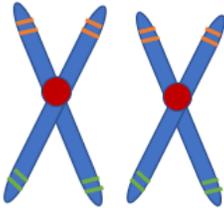
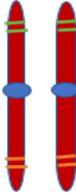
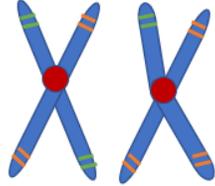
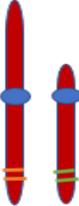
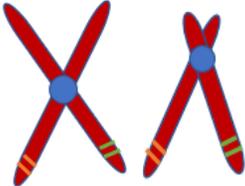
Berdasarkan pernyataan di atas, berapakah jumlah pasang kromosom *autosom* dan kromosom kelamin pada manusia?

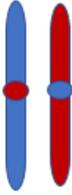
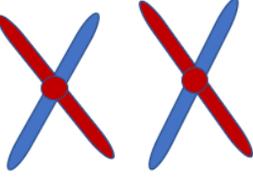
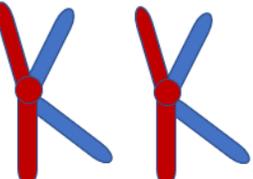
- A. 44 pasang kromosom *autosom* dan 2 pasang kromosom kelamin
- B. 28 pasang kromosom *autosom* dan 2 pasang kromosom kelamin
- C. 22 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin
- D. 18 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin
- E. 31 pasang kromosom *autosom* dan 1 pasang kromosom kelamin

12. Perhatikan pernyataan berikut!

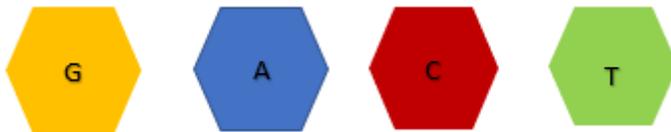
Kromosom homolog dan *sister chromatid* adalah dua konsep penting dalam genetika dan pembelahan sel. Kromosom homolog memberikan dasar bagi keragaman genetik, sedangkan *sister chromatid* memastikan distribusi genetik yang akurat ke sel anak. Kromosom homolog terdiri dari kromosom ibu dan ayah, sedangkan *sister chromatid* terdiri dari kromosom ibu atau ayah.

Berdasarkan pernyataan di atas, identifikasilah pola kromosom homolog dan *sister chromatid* secara tepat!

A.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
B.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
C.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 

D.	Kromosom Homolog 	<i>Sister Chromatid</i> 
E.	Kromosom Homolog 	<i>Sister chromatid</i> 

13. Dua untai DNA pada struktur heliks ganda diikat dengan ikatan hidrogen di antara masing-masing nukleotida yang berpasangan. Perhatikan gambar polinukleotida berikut!



Kata Kunci: Warna

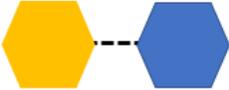
Kuning = G

Biru = A

Merah = C

Hijau = T

Identifikasi pola pasangan polinukleotida secara tepat!

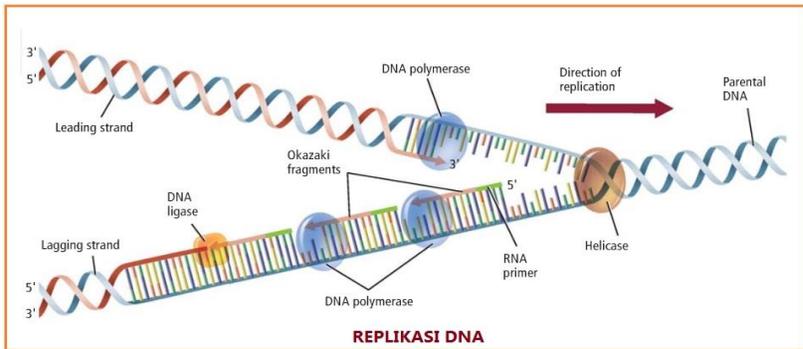
A.	
B.	
C.	
D.	
E.	

Teks untuk soal nomor 14

Replikasi DNA

Replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Pada sel eukariotik, proses replikasi terjadi selama fase S (sintesis) selama siklus sel. DNA merupakan molekul hidup karena mampu melakukan penggandaan diri (replikasi). Hal tersebut disebut autokatalisis karena DNA mampu mensintesis dirinya sendiri. Replikasi merupakan peristiwa sintesis DNA. Replikasi DNA dapat terjadi dengan adanya sintesis

rantai nukleotida baru dari rantai nukleotida lama. Prosesnya dengan menggunakan komplementasi pasangan basa untuk menghasilkan suatu molekul DNA baru yang sama dengan molekul DNA lama. Proses yang terjadi tersebut dipengaruhi oleh enzim helikase, enzim polimerase, dan ligase serta komponen lainnya. Berikut gambar tahapan proses replikasi DNA:

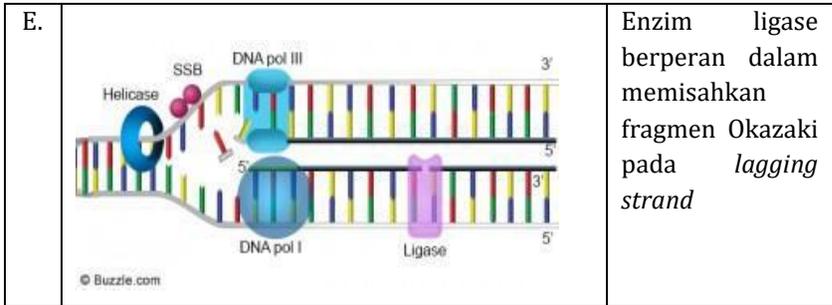


Sumber: edubio.com

14. Berdasarkan teks proses replikasi, replikasi DNA adalah proses perbanyakan atau penggandaan DNA untai ganda. Tentukan data mana yang benar berdasarkan teks proses replikasi DNA?

<p>The diagram shows a DNA double helix with an 'Origin' of replication. Red arrowheads labeled 'DnaA' are bound to the DNA. Below, blue rings labeled 'SSB' and 'Helicase' are shown unwinding the DNA strands.</p>	<p>Struktur DNA yang <i>double helix</i> diputuskan ikatannya oleh protein SSB (<i>Single Strand Binding</i>) membentuk DNA dengan untai tunggal</p>
--	--

<p>B.</p>	<p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim ligase dalam menghilangkan celah/ menghubungkan fragmen Okazaki pada <i>leading strand</i></p>
<p>C.</p>	<p>© Buzzle.com</p>	<p>Pembentukan <i>lagging strand</i> yang ditandai dengan adanya fragmen Okazaki</p>
<p>D.</p>	<p>© Buzzle.com</p>	<p>Enzim Helikase menggabungkan untaian tunggal menjadi <i>double helix</i></p>

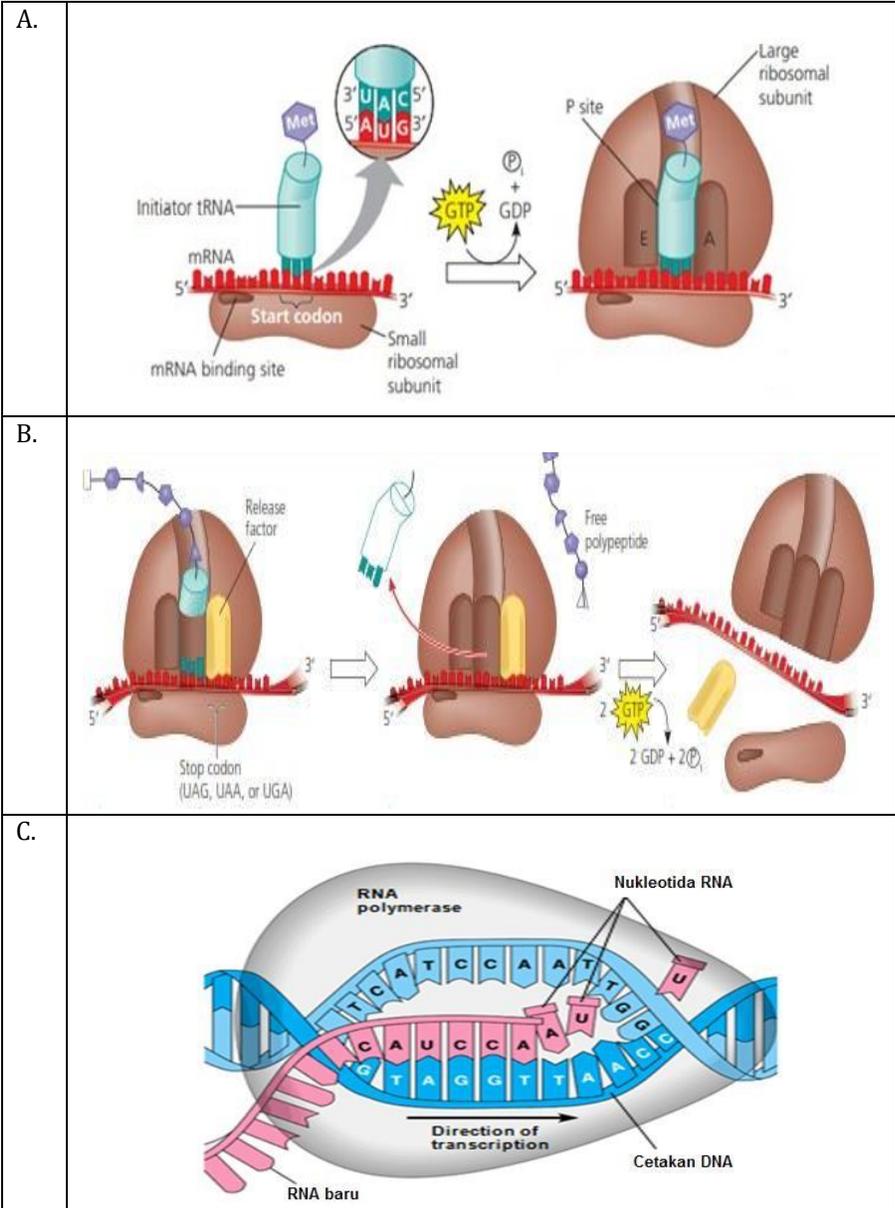


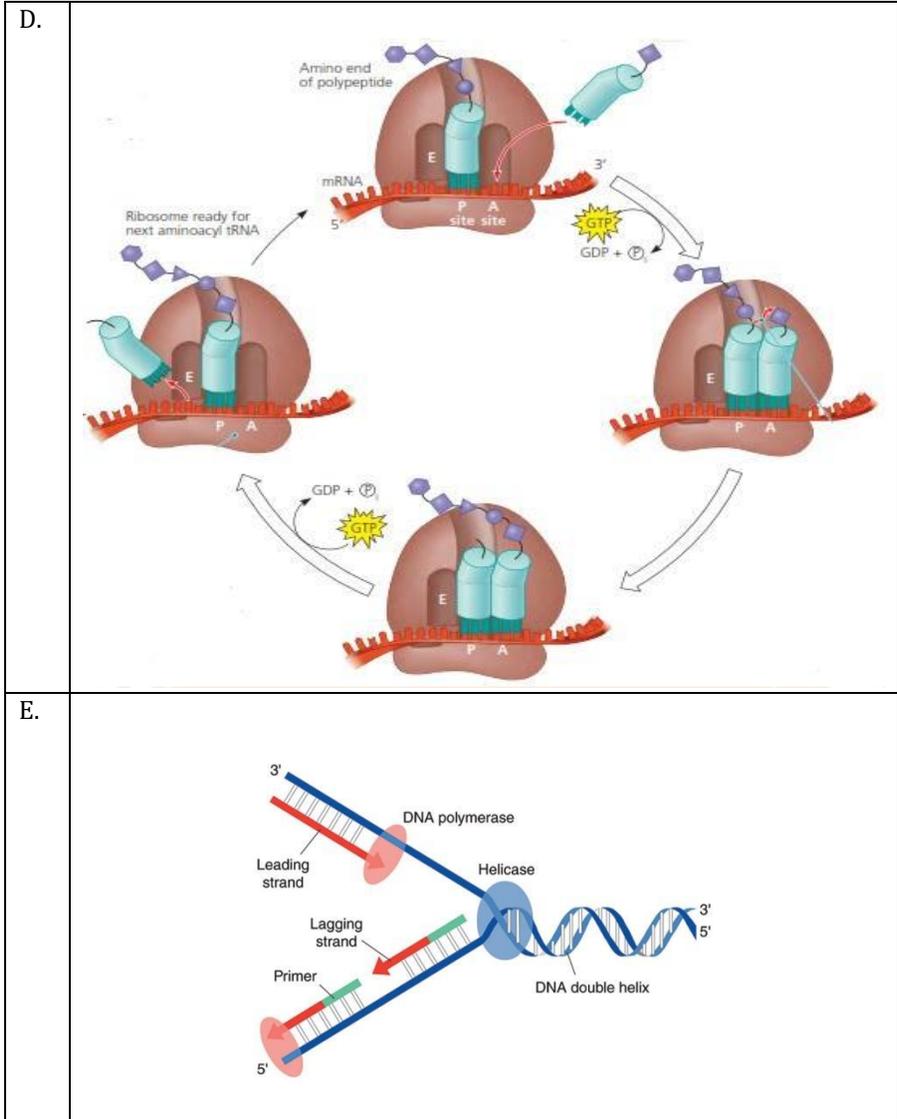
15. Perhatikan pernyataan berikut!

Translasi merupakan penerjemahan urutan kodon RNAd menjadi urutan asam amino. Proses translasi terdiri atas tiga tahapan, yaitu.

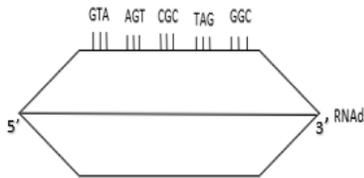
1. Inisiasi; pada tahap ini kodon pertama mRNA yang bertemu dengan ribosom disebut kodon start.
2. Elongasi; pada tahap ini kodon yang dibawa mRNA akan diterjemahkan menjadi asam amino. Setelah itu, masing-masing asam amino akan digabungkan oleh tRNA (membawa asam amino untuk disusun menjadi protein). Gabungan dari asam amino tersebut akan membentuk rantai polipeptida.
3. Terminasi; proses translasi berakhir ketika salah satu kodon stop bertemu dengan ribosom.

Tentukan gambar yang menunjukkan terjadinya tahap terminasi pada proses translasi?





16. Perhatikan gambar fragmen molekul DNA berikut dan tabel kodon translasinya!



Kode	Asam Amino
UCA	A
GCG	B
CAU	C
CCG	D
AUC	E

Berdasarkan gambar fragmen molekul DNA dan tabel kodon translasinya, tentukan urutan asam amino yang terbentuk!

- A. A B C D E
- B. B C D A E
- C. C A B E D
- D. C A D E B
- E. B C D A E

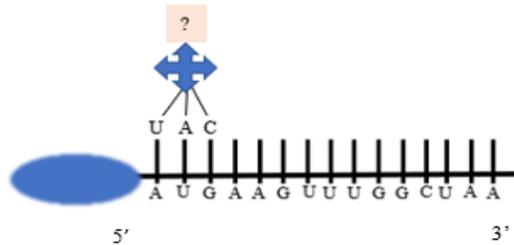
17. Perhatikan tabel kode genetik berikut!

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 } Leu	UCC } Ser	UAC } Tyr	UGC } Cys	
	UUA } Leu	UCA } Ser	UAA } Stop	UGA } Stop	
C	CUU } Leu	CCU } Pro	CAU } His	CGU } Arg	U C A G
	CUC } Leu	CCC } Pro	CAC } His	CGC } Arg	
	CUA } Leu	CCA } Pro	CAU } His	CGA } Arg	
	CUG } Leu	CCG } Pro	CAG } Gln	CGG } Arg	
A	AUU } Ile	ACU } Thr	AAU } Asn	AGU } Ser	U C A G
	AUC } Ile	ACC } Thr	AAC } Asn	AGC } Ser	
	AUA } Ile	ACA } Thr	AAA } Lys	AGA } Arg	
G	AUG } Met atau start	ACG } Thr	AAG } Lys	AGG } Arg	U C A G
	GUU } Val	GCU } Ala	GAU } Asp	GGU } Gly	
	GUC } Val	GCC } Ala	GAC } Asp	GGC } Gly	
	GUA } Val	GCA } Ala	GAA } Asp	OGA } Gly	
	GUG } Val	GCG } Ala	GAG } Glu	GGG } Gly	

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2005

Keterangan:
 Ala = alanin Gln = glutamin Leu = leusin Ser = serin
 Arg = arginin Glu = asam glutamat Lys = lisin Thr = treonin
 Asn = asparagin Gly = glisin Met = metiorin Trp = triptofan
 Asp = asam aspartat His = histidin Phe = fenil Try = tirosin
 Cys = sistein Ile = isoleusin Pro = prolin Val = valin

Berdasarkan tabel kode genetik, perhatikan mRNA berikut!

**Pernyataan:**

Kodon start adalah UAC, dan asam amino yang dibawa tRNA adalah Tirosin.

Berdasarkan mRNA dan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Tentukan jenis asam amino yang terbentuk untuk mengkode kodon start pada tahap inisiasi dari translasi secara tepat, jika terjadi kekeliruan pada pernyataan tersebut!

- A. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAG dan asam amino yang terbentuk adalah Glisin
 - B. Pernyataan tidak sepenuhnya salah, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Alanin
 - C. Pernyataan benar, kodon start yaitu UAC dan asam amino yang terbentuk adalah Tirosin
 - D. Pernyataan salah, kodon start yaitu AUG dan asam amino yang terbentuk adalah Metionin
 - E. Pernyataan salah, kodon start yaitu AAU dan asam amino yang terbentuk adalah Asparagin
18. Perhatikan pernyataan berikut!

Pernyataan:

Jika diketahui dalam proses translasi, mRNA dengan panjang 90 nukleotida, maka jumlah banyaknya tRNA yang dibutuhkan untuk

menerjemahkannya adalah diperlukan 180 tRNA yang berbeda untuk menerjemahkan semua triplet kodon dalam mRNA tersebut.

Berdasarkan pernyataan diatas, apakah sudah benar pernyataan tersebut? Jika terjadi kekeliruan, tentukan berapa banyak tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat!

- A. Benar, 180 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida
- B. Salah, setiap triplet kodon terdiri dari 3 nukleotida, maka $90/3 = 30$ tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkannya
- C. Salah, untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida secara tepat adalah $90/3 = 30$ tRNA
- D. Tidak sepenuhnya salah, karena jumlah tRNA yang dibutuhkan untuk menerjemahkan sebuah mRNA sebanding dengan panjang nukleotida dalam mRNA tersebut
- E. Salah, 90 tRNA yang diperlukan untuk menerjemahkan sebuah mRNA dengan panjang 90 nukleotida

19. Perhatikan tabel kode genetik berikut!

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

Sumber: Biology Concepts & Connections, 2005

Keterangan:
 Ala = alanin Gln = glutamin Leu = leusin Ser = serin
 Arg = arginin Glu = asam glutamat Lys = lisin Thr = treonin
 Asn = asparagin Gly = glisin Met = metionin Trp = triptofan
 Asp = asam aspartat His = histidin Phe = fenil Try = tirosin
 Cys = sistem Ile = isoleusin Pro = prolin Val = valin

Berdasarkan tabel kode genetik, jika di dalam sel akan disusun protein yang terdiri atas asam amino, sebagai berikut:

Metionin-Asam Glutamat-Leusin-Glisin-Sistein-Triptofan-Valin-Serin-Arginin

a. Buatlah urutan basa nitrogen pada mRNA!

Jawaban:

b. Buatlah urutan basa nitrogen pada DNA!

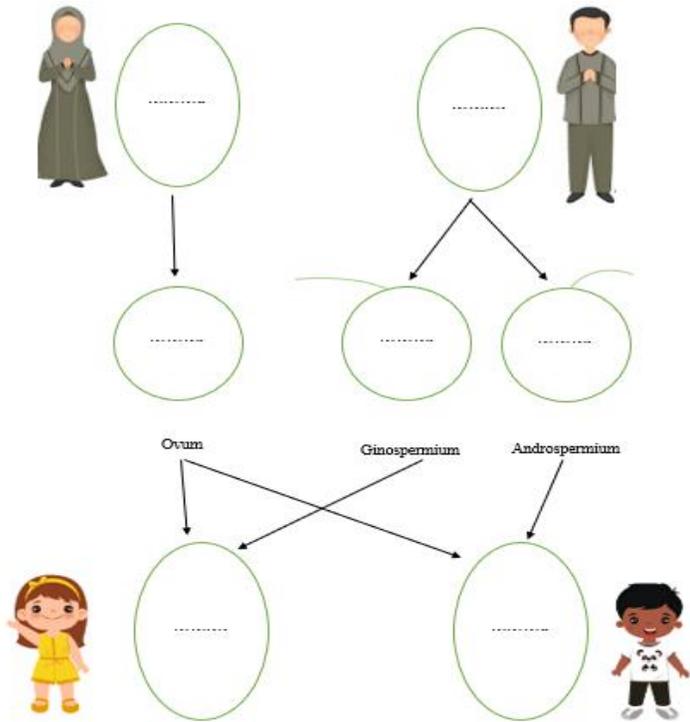
Jawaban:

20. Perhatikan pernyataan berikut!

Manusia baik berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki mempunyai sepasang kromosom kelamin. Seorang perempuan normal mempunyai sepasang kromosom-X. Seorang laki-laki normal mempunyai sebuah kromosom-X dan sebuah kromosom-Y. Berhubung dengan itu formula kromosom untuk perempuan normal yaitu 46 XX, dan formula kromosom laki-laki normal yaitu 46 XY.

44 Autosom + XX	22 autosom + X	44 Autosom + XY	22 autosom + Y	44 Autosom + XX
22 autosom + X	46 Autosom + XY	22 Autosom XY	46 Autosom + XX	44 Autosom + XY

Pilihlah beberapa jawaban yang tepat pada tabel! Lengkapilah skema terjadinya anak perempuan dan laki-laki normal, masing-masing dengan peluang 50%!



Lampiran 7 Skor Perolehan Siswa

Skor Perolehan Siswa pada Butir Soal Pilihan Ganda

KODE SISWA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	TOTAL	
R9	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
R10	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
R22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
R55	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R14	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
R7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
R32	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
R1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
R20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
R23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	3
R29	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
R6	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
R2	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	5
R17	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
R26	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	6
R27	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6
R4	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	7
R28	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7
R5	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	7
R33	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	8
R12	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	8
R31	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	8
R15	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	8
R8	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	9
R11	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	9
R18	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	9
R19	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	9
R3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	10
R16	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	11
R25	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	11
R21	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	11
R13	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	12
R30	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	12
R34	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	12
R24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	14
RHIT	0,638	0,336	0,450	0,437	0,695	0,494	0,426	0,379	0,066	0,313	0,590	0,737	0,525	0,311	0,398	0,297	0,081	0,426		

Skor Perolehan Siswa pada Butir Soal *Essay*

Nama Siswa	Butir 19	Butir 20	Total
R1	0	6	6
R2	2	5	7
R3	4	5	9
R4	3	8	11
R5	4	6	10
R6	0	4	4
R7	0	5	5
R8	0	6	6
R9	0	4	4
R10	3	6	9
R11	4	6	10
R12	4	5	9
R13	4	8	12
R14	0	4	4
R15	4	8	12
R16	5	8	13
R17	0	4	4
R18	0	6	6
R19	4	6	10
R20	0	3	3
R21	4	6	10
R22	0	4	4
R23	0	3	3
R24	5	10	15
R25	4	6	10
R26	0	4	4
R27	0	6	6
R28	3	5	8
R29	0	5	5
R30	0	4	4
R31	3	8	11
R32	4	8	12
R33	0	6	6
R34	3	5	8
R35	0	6	6
Mean	1,91	5,69	7,60
Skor maks	10	10	
TK	0,19	0,57	

Rubrik Penilaian Butir Soal

RUBRIK PENILAIAN KOGNITIF

No.	Tipe soal	Skor
1.	Pilihan ganda	10
2.	Pilihan ganda	10
3.	Pilihan ganda	10
4.	Pilihan ganda	10
5.	Pilihan ganda	10
6.	Pilihan ganda	10
7.	Pilihan ganda	10
8.	Pilihan ganda	10
9.	Pilihan ganda	10
10.	Pilihan ganda	10
11.	Pilihan ganda	10
12.	Pilihan ganda	10
13.	Pilihan ganda	10
14.	Pilihan ganda	10
15.	Pilihan ganda	10
16.	Pilihan ganda	10
17.	Pilihan ganda	10
18.	Pilihan ganda	10
Skor Maksimal		180

No.	Tipe soal	Skor
19.	Essay	10
20.	Essay	10
Skor Maksimal		20

Keterangan:

Pilgan: 80%

Essay: 20%

Pilgan = Skor Benar : Jumlah Skor Maksimal x 80

Essay = Skor Benar : Jumlah Skor Maksimal x 20

Nilai Siswa = Nilai Pilgan + Nilai Essay

Skor Total Perolehan Siswa pada Uji Coba Produk

No.	Nama Siswa	Skor Pilgan	Skor Essay	Nilai Total
1	Ahmad Ariq Aflah Ghony	13,3	6	19,3
2	Ahmad Saiful Ramadhani	22,2	7	29,2
3	Ais Mauliddiyah	44,4	9	53,4
4	Amanda Nabila rahma	31,1	11	42,1
5	Anisa ainurohmah	31,1	10	41,1
6	Annisaa Hasna Mahdy	22,2	4	26,2
7	Ariska meila Dina aprilia	13,3	5	18,3
8	Binta Safira najwatin	40,0	6	46
9	Cahaya awalia saharani	13,3	4	17,3
10	Dewi Sekar Arum	13,3	9	22,3
11	Fadilatun ni'mah	40,0	10	50
12	Hanim nazwa Nur Fadzilla	35,6	9	44,6
13	Himm'atul aliyah	53,3	12	65,3
14	Indri Mila Hasyim	13,3	4	17,3
15	Jamilatuzzahroh alfitriyani	35,6	12	47,6
16	Lilis Naila ulfa	48,9	13	61,9
17	Malihat us sa'diyah	22,2	4	26,2
18	Muhammad roghib alhasani	40,0	6	46
19	Mustofiatul khoiriyah	40,0	10	50
20	Nailal muna	13,3	3	16,3
21	Najla sharfina ainurozy	48,9	10	58,9
22	Naswa fatiha gama	13,3	4	17,3
23	Nafisa Zalianti	13,3	3	16,3
24	Nazala naswa Yaumil Fitri	62,2	15	77,2
25	Nilam mutiara jelita	48,9	10	58,9
26	Nimas Ayu Kinasih zulino	26,7	4	30,7

27	Nora Dwi Zakiah Rohmah	26,7	6	32,7
28	Ririn antaWinata	31,1	8	39,1
29	Rofigotun Nafia	17,8	5	22,8
30	Salsabila Asna	53,3	4	57,3
31	Salwa indah Agustin	35,6	11	46,6
32	Zaskia Firda Maulina	13,3	12	25,3
33	Tessa Amalia Fauziyah	35,6	6	41,6
34	Yusnia Candra Dewi	53,3	8	61,3
35	Zaim Ulil Hikam	13,3	6	19,3

Lampiran 8 Lembar Jawaban Siswa

13349 = 19,3

NAMA: Cahya Aswaha Saharani					ALAMAT SEKOLAH: MAN Demak						
KELAS: XII MIPA 1					ALOKASI WAKTU: Kamis, 23-8-2023						
NO.	PILIHAN JAWABAN					NO.	PILIHAN JAWABAN				
1	A	B	C	D	E	11	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E	12	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E	13	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E	14	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E	15	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E	16	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E	17	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E	18	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E	19	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E	20	A	B	C	D	E

JAWABAN NO. 19 ESSAI

X Jawaban sesuai benar selingkuh pada mDNA: 0

X Jawaban sesuai benar selingkuh pada dNA:

JAWABAN NO. 20 ESSAI

49+XX + 46+XY → 22+X + 22+XY

49+XX + 49+XY → 49+XX + 49+XY

62,2 + 15 = 77,2

NAMA: Nurulita Nurul Yulfi					ALAMAT SEKOLAH: MAN Demak						
KELAS: 12 IPA					ALOKASI WAKTU: Kamis, 23-8-2023						
NO.	PILIHAN JAWABAN					NO.	PILIHAN JAWABAN				
1	A	B	C	D	E	11	A	B	C	D	E
2	A	B	C	D	E	12	A	B	C	D	E
3	A	B	C	D	E	13	A	B	C	D	E
4	A	B	C	D	E	14	A	B	C	D	E
5	A	B	C	D	E	15	A	B	C	D	E
6	A	B	C	D	E	16	A	B	C	D	E
7	A	B	C	D	E	17	A	B	C	D	E
8	A	B	C	D	E	18	A	B	C	D	E
9	A	B	C	D	E	19	A	B	C	D	E
10	A	B	C	D	E	20	A	B	C	D	E

JAWABAN NO. 19 ESSAI

A. Jawaban sesuai benar selingkuh pada mDNA: AUG - GAR - LUA - GGC - UGC - UGG - GUA - UCA - CUA

B. Jawaban sesuai benar selingkuh pada dNA: ATG - GAR - CTT - GGC - TCT - TGG - GTA - TCA - CBT

JAWABAN NO. 20 ESSAI

44+XX + 44+XY → 22+X + 22+XY

44+XX + 49+XY → 44+XX + 49+XY

Lampiran 9 Analisis Data

Hasil Analisis Uji Validitas Isi Aspek Materi

No. Butir	Aspek Materi	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	n(c-1)	V	Ket.
		I	II	III							
1	1a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,899	Sangat Valid
	1b	3	4	3	2	3	2	7	9	0,778	Valid
	1c	4	4	3	2	3	2	7	9	0,778	Valid
	1d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
2	2a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	2b	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	2c	3	4	3	2	3	2	7	9	0,778	Valid
	2d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
3	3a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	3b	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	3c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	3d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
4	4a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	4d	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	4c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	4d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
5	5a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	5b	3	4	3	2	3	2	7	9	0,778	Valid
	5c	3	4	4	2	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	5d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
6	6a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	6b	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	6c	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	6d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
7	7a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	7b	4	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	7c	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	7d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
8	8a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	8b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	8c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	8d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
9	9a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	9b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	9c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	9d	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
10	10a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	10b	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	10c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	10d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
11	11a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	11b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	11c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	11d	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
12	12a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	12b	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	12c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	12d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
13	13a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	13b	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	13c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	13d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
14	14a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	14b	3	4	4	2	3	3	8	9	0,889	Sangat Valid
	14c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	14d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
15	15a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	15b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	15c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	15d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
16	16a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	16b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	16c	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	16d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
17	17a	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	17b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	17c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	17d	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
18	18a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	18b	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	18c	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	18d	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
19	19a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	19b	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	19c	-	-	-	-	-	-	0	9	-	Sangat Kurang Valid
	19d	-	-	-	-	-	-	0	9	-	Sangat Kurang Valid
20	20a	4	4	4	3	3	3	9	9	1,000	Sangat Valid
	20b	4	4	3	3	3	2	8	9	0,889	Sangat Valid
	20c	-	-	-	-	-	-	0	9	-	Sangat Kurang Valid
	20d	-	-	-	-	-	-	0	9	-	Sangat Kurang Valid

No. Butir	Aspek Materi	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	V	KET.
		I	II	III						
Butir 1-20	abcd	292	304	272	216	228	196	640	0,89	Sangat Valid

Hasil Analisis Uji Validitas Isi Aspek Konstruksi Soal

No. Butir	Aspek Konstruksi Soal	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	n(c-1)	V	Ket.
		I	II	III							
1	1e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	1f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	1g	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	1h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
2	2e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	2f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	2g	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	2h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
3	3e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	3f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	3g	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	3h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
4	4e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	4f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	4g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	4h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
5	5e	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	5f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	5g	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	5h	4	4	3	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
6	6e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	6f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	6g	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	6h	4	4	3	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
7	7e	3	3	3	2	2	2	6	9	0,67	Valid
	7f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	7g	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	7h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
8	8e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	8f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	8g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	8h	4	4	3	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
9	9e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	9f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	9g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	9h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
10	10e	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	10f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	10g	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	10h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
11	11e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	11f	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	11g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	11h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
12	12e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	12f	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	12g	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	12h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
13	13e	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	13f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	13g	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	13h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
14	14e	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	14f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	14g	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	14h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
15	15e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	15f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	15g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	15h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
16	16e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	16f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	16g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	16h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
17	17e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	17f	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	17g	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	17h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
18	18e	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	18f	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	18g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	18h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
19	19e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	19f	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	19g	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	19h	4	4	4	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
20	20e	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	20f	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid
	20g	4	4	3	3	3	3	9	9	1,00	Sangat Valid
	20h	4	4	3	3	3	2	8	9	0,89	Sangat Valid

No. Butir	Aspek Konstruksi Soal	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	V	Ket.
		I	II	III						
Butir 1-20	efgh	300	319	274	220	239	194	653	0,91	Sangat Valid

Hasil Analisis Uji Validitas Isi Aspek Bahasa

No. Butir	Aspek Bahasa	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	n(c-1)	V	Ket.
		I	II	III							
1	1i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	1j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
2	2i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	2j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
3	3i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	3j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
4	4i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	4j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
5	5i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	5j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
6	6i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	6j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
7	7i	3	3	4	2	2	3	7	9	0,78	Valid
	7j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
8	8i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	8j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
9	9i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	9j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
10	10i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	10j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
11	11i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	11j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
12	12i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	12j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
13	13i	3	3	3	2	2	2	6	9	0,67	Valid
	13j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
14	14i	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
	14j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
15	15i	3	3	3	2	2	2	6	9	0,67	Valid
	15j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
16	16i	3	3	4	2	2	3	7	9	0,78	Valid
	16j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
17	17i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	17j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
18	18i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	18j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
19	19i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	19j	3	4	4	2	3	3	8	9	0,89	Sangat Valid
20	20i	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid
	20j	3	4	3	2	3	2	7	9	0,78	Valid

No. Butir	Aspek Bahasa	Penilai			s1	s2	s3	$\sum S$	V	Ket.
		I	II	III						
Butir 1-20	ij	120	156	143	80	116	103	299	0,83	Sangat Valid

Hasil Analisis Uji Validitas Empiris Butir Soal Essay

Correlations

		Soal Nomor 19	Soal Nomor 20	Total Skor
Soal Nomor 19	Pearson Correlation	1	.657**	.927**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000
	N	35	35	35
Soal Nomor 20	Pearson Correlation	.657**	1	.892**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000
	N	35	35	35
Total Skor	Pearson Correlation	.927**	.892**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	
	N	35	35	35

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Hasil Analisis Uji Reliabilitas Butir Soal Pilihan dan Essay

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.708	.717	18

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.784	2

Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal Pilihan

Statistics

		Skor Nomor 1	Skor Nomor 2	Skor Nomor 3	Skor Nomor 4	Skor Nomor 5	Skor Nomor 6	Skor Nomor 7	Skor Nomor 8	Skor Nomor 9	Skor Nomor 10
N	Valid	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean		.37	.83	.34	.40	.17	.26	.14	.49	.66	.54

Skor Nomor 11	Skor Nomor 12	Skor Nomor 13	Skor Nomor 14	Skor Nomor 15	Skor Nomor 16	Skor Nomor 17	Skor Nomor 18
35	35	35	35	35	35	35	35
0	0	0	0	0	0	0	0
.37	.29	.40	.20	.37	.29	.69	.14

Hasil Analisis Uji Tingkat Kesukaran Butir Soal *Essay*

Statistics			
		Soal Nomor 19	Soal Nomor 20
N	Valid	35	35
	Missing	0	0
Mean		1,91	5,69
Maximum		10	10
Tingkat kesukaran		0,19	0,57

Lampiran 10 Dokumentasi

Dokumentasi Wawancara Guru Biologi



Gambar 1 Bu Siti Zulaikha



Gambar 2 Bu Nanik

Dokumentasi Uji Coba Produk



Gambar 3 Uji Coba Produk

Dokumentasi Draft Butir Soal dari Sekolah

NO 7 Metabolisme Sel

Transport elektron yang berlangsung di dalam mitokondria. Prosesnya akan berakhir setelah electron H⁺ bereaksi dengan oksigen yang berfungsi sebagai akseptor electron terakhir dan akan membentuk....

- A. CO²
- B. H₂O
- C. Asam piruvat
- D. FADH
- E. NADH

Gambar 4 Butir Soal Metabolisme Sel

NO 7 Materi Genetik

Tiga basa nitrogen yang terdapat pada rantai RNA disebut....

- A. Timin, guanin, sitosin
- B. Guanin, urasil, adenin
- C. Basa purin
- D. Kodon
- E. Antikodon

Gambar 5 Butir Soal Materi Genetik

RIWAYAT HIDUP**A. Identitas Diri**

Nama Lengkap : Siti Ropiah
Tempat & Tgl.Lahir : Kuningan, 14 Maret 2000
Alamat Rumah : Dusun Karang Sari, Desa Mekarsari, Kec.
Maleber, Kab. Kuningan
HP : 085724556391
E-mail :
sitiropiah_1908086094@student.walisongo.ac.id

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. MIS LKMD LEDUG
 - b. MTs Darul Mujahadah
 - c. MA Darul Mujahadah
 - d. UIN Walisongo Semarang
2. Pendidikan Non-Formal
 - a. Ponpes Darul Mujahadah

C. Prestasi Akademik

1. Juara 3 Lomba Microteaching Nasional

D. Karya Ilmiah

1. Sikap dan Pengetahuan Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang Terhadap Limbah Pangan (*Food Waste*). Publikasi di jurnal pengelolaan lingkungan berkelanjutan (<https://www.bkpsl.org/ojswp/index.php/jplb/article/view/177>)

Semarang, 19 Desember 2023

Siti Ropiah
NIM: 1908086094