



KEMENTERIAN
PENDIDIKAN
MALAYSIA

KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

Biologi

Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran

Tingkatan 4 dan 5



KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

Biologi

Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran

Tingkatan 4 dan 5

Bahagian Pembangunan Kurikulum

SEPTEMBER 2018

Terbitan 2018

© Kementerian Pendidikan Malaysia

Hak Cipta Terpelihara. Tidak dibenarkan mengeluarkan mana-mana bahagian artikel, ilustrasi dan isi kandungan buku ini dalam apa jua bentuk dan dengan cara apa jua sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau cara lain sebelum mendapat kebenaran bertulis daripada Pengarah, Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia, Aras 4-8, Blok E9, Parcel E, Kompleks Pentadbiran Kerajaan Persekutuan, 62604 Putrajaya.

KANDUNGAN

Rukun Negara.....	v
Falsafah Pendidikan Kebangsaan.....	vi
Definisi Kurikulum Kebangsaan.....	vii
Falsafah Pendidikan Sains Kebangsaan.....	vii
Kata Pengantar.....	ix
Pendahuluan.....	1
Matlamat.....	2
Objektif.....	2
Kerangka Kurikulum Standard Sekolah Menengah.....	3
Fokus.....	4
Fikrah Sains.....	4
Kemahiran Berfikir Kritis.....	5
Kemahiran Berfikir Kreatif.....	6
Strategi Berfikir.....	8
Kemahiran Saintifik.....	9
Kemahiran Manipulatif.....	11
Standard Proses Sains.....	13
Sikap Saintifik dan Nilai Murni.....	20

Kemahiran Abad Ke-21.....	21
Kemahiran Berfikir Aras Tinggi.....	22
Strategi Pengajaran dan Pembelajaran	23
Elemen Merentas Kurikulum	29
Pentaksiran Bilik Darjah.....	33
Organisasi Kandungan.....	41
Standard Kandungan, Standard Pembelajaran dan Standard Prestasi Tingkatan 4	
Asas Biologi.....	44
Fisiologi Manusia dan Haiwan.....	83
Standard Kandungan, Standard Pembelajaran dan Standard Prestasi Tingkatan 5	
Fisiologi Tumbuhan Berbunga.....	129
Ekosistem dan Kelestarian Alam Sekitar.....	159
Pewarisan dan Teknologi Genetik.....	179
Lampiran.....	194
Panel Penggubal.....	198
Penghargaan.....	200



RUKUN NEGARA

BAHAWASANYA Negara kita Malaysia mendukung cita-cita hendak:
Mencapai perpaduan yang lebih erat dalam kalangan seluruh masyarakatnya;
Memelihara satu cara hidup demokratik;
Mencipta satu masyarakat yang adil di mana kemakmuran negara
akan dapat dinikmati bersama secara adil dan saksama;
Menjamin satu cara liberal terhadap tradisi-tradisi
kebudayaannya yang kaya dan berbagai corak;
Membina satu masyarakat progresif yang akan menggunakan
sains dan teknologi moden;

MAKA KAMI, rakyat Malaysia, berikrar akan menumpukan seluruh tenaga dan usaha kami untuk mencapai cita-cita tersebut berdasarkan atas prinsip-prinsip yang berikut:

**KEPERCAYAAN KEPADA TUHAN
KESETIAAN KEPADA RAJA DAN NEGARA
KELUHURAN PERLEMBAGAAN
KEDAULATAN UNDANG-UNDANG
KESOPANAN DAN KESUSILAAAN**

FALSAFAH PENDIDIKAN KEBANGSAAN

“Pendidikan di Malaysia adalah suatu usaha berterusan ke arah lebih memperkembangkan potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu untuk melahirkan insan yang seimbang dan harmonis dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani, berdasarkan kepercayaan dan kepatuhan kepada Tuhan. Usaha ini adalah bertujuan untuk melahirkan warganegara Malaysia yang berilmu pengetahuan, berketerampilan, berakhlak mulia, bertanggungjawab dan berkeupayaan mencapai kesejahteraan diri serta memberikan sumbangan terhadap keharmonian dan kemakmuran keluarga, masyarakat dan negara”

Sumber: Akta Pendidikan 1996 (Akta 550)

DEFINISI KURIKULUM KEBANGSAAN

3. Kurikulum Kebangsaan

(1) Kurikulum Kebangsaan ialah suatu program pendidikan yang termasuk kurikulum dan kegiatan kokurikulum yang merangkumi semua pengetahuan, kemahiran, norma, nilai, unsur kebudayaan dan kepercayaan untuk membantu perkembangan seseorang murid dengan sepenuhnya dari segi jasmani, rohani, mental dan emosi serta untuk menanam dan mempertingkatkan nilai moral yang diingini dan untuk menyampaikan pengetahuan.

Sumber: Peraturan-Peraturan Pendidikan (Kurikulum Kebangsaan) 1997

[PU(A)531/97.]

FALSAFAH PENDIDIKAN SAINS KEBANGSAAN

Selaras dengan Falsafah Pendidikan Kebangsaan, pendidikan sains di Malaysia memupuk budaya Sains dan Teknologi dengan memberi tumpuan kepada perkembangan individu yang kompetitif, dinamik, tangkas dan berdaya tahan serta dapat menguasai ilmu sains dan keterampilan teknologi.

Sumber: Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI)

KATA PENGANTAR

Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) yang dilaksanakan secara berperingkat mulai tahun 2017 akan menggantikan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) yang mula dilaksanakan pada tahun 1989. KSSM digubal bagi memenuhi keperluan dasar baharu di bawah Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 agar kualiti kurikulum yang dilaksanakan di sekolah menengah setanding dengan standard antarabangsa. Kurikulum berasaskan standard yang menjadi amalan antarabangsa telah dijelmakan dalam KSSM menerusi penggubalan Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) untuk semua mata pelajaran yang terdiri daripada Standard Kandungan, Standard Pembelajaran dan Standard Prestasi.

Usaha memasukkan standard pentaksiran di dalam dokumen kurikulum telah mengubah lanskap sejarah sejak Kurikulum Kebangsaan dilaksanakan di bawah Sistem Pendidikan Kebangsaan. Menerusinya murid dapat ditaksir secara berterusan untuk mengenal pasti tahap penguasaan mereka dalam sesuatu mata pelajaran, serta membolehkan guru membuat tindakan susulan bagi mempertingkatkan pencapaian murid.

DSKP yang dihasilkan juga telah menyepadukan enam tunjang Kerangka KSSM, mengintegrasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai, serta memasukkan secara eksplisit Kemahiran abad ke-21 dan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT). Penyepaduan tersebut dilakukan untuk melahirkan insan seimbang dan harmonis dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani sebagaimana tuntutan Falsafah Pendidikan Kebangsaan.

Bagi menjayakan pelaksanaan KSSM, pengajaran dan pembelajaran guru perlu memberi penekanan kepada KBAT dengan memberi fokus kepada pendekatan Pembelajaran Berasaskan Inkuiri dan Pembelajaran Berasaskan Projek, supaya murid dapat menguasai kemahiran yang diperlukan dalam abad ke-21.

Kementerian Pendidikan Malaysia merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penggubalan KSSM. Semoga pelaksanaan KSSM akan mencapai hasrat dan matlamat Sistem Pendidikan Kebangsaan.

Dr. MOHAMED BIN ABU BAKAR
Timbalan Pengarah
Bahagian Pembangunan Kurikulum
Kementerian Pendidikan Malaysia

PENDAHULUAN

Pendidikan di Malaysia seperti yang termaktub dalam Falsafah Pendidikan Kebangsaan adalah satu usaha berterusan untuk memperkembangkan lagi potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu supaya dapat melahirkan insan yang seimbang, dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani. Standard kurikulum Sains sekolah rendah dan menengah dibangunkan untuk membentuk insan yang dihasratkan.

Malaysia ke arah status negara maju, perlu mewujudkan masyarakat yang saintifik, progresif, berdaya cipta dan berpandangan jauh di samping memanfaatkan teknologi terkini. Masyarakat yang diaspirasikan turut menjadi penyumbang kepada pembentukan peradaban sains dan teknologi masa hadapan. Bagi mencapai hasrat ini, kita perlu membentuk warganegara kritis, kreatif, inovatif dan berketerampilan serta membudayakan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM).

Kurikulum sains kebangsaan merangkumi kurikulum mata pelajaran sains teras dan mata pelajaran sains elektif. Mata pelajaran sains teras ditawarkan di sekolah rendah, menengah rendah dan menengah atas. Manakala mata pelajaran sains elektif yang terdiri daripada Biologi, Fizik, Kimia dan Sains Tambahan ditawarkan di peringkat menengah atas.

Mata pelajaran Sains Teras peringkat menengah direka bentuk untuk membangunkan murid berliterasi sains, berkemahiran berfikir aras tinggi serta berupaya mengaplikasikan pengetahuan sains bagi membuat keputusan dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan sebenar.

Mata pelajaran Sains Elektif pula tertumpu kepada memperkasakan dan memperkukuhkan pengetahuan dan kemahiran murid terhadap STEM supaya dapat melanjutkan pelajaran ke peringkat yang lebih tinggi di samping meneruskan pembelajaran sepanjang hayat. Golongan murid ini dihasratkan akan menceburi kerjaya dalam bidang STEM serta dapat memainkan peranan aktif dalam pembangunan masyarakat mahupun negara.

Murid yang mengikuti KSSM Biologi akan mempunyai pengetahuan dan kemahiran dalam bidang biologi bagi membolehkan mereka menyelesaikan masalah dan membuat keputusan dalam kehidupan seharian berlandaskan sikap saintifik dan nilai murni, serta dapat meneruskan pendidikan lanjutan dan menceburi kerjaya dalam bidang biologi. KSSM Biologi berhasrat membangunkan individu yang berbudaya STEM, dinamik, berdaya maju, adil dan bertanggungjawab terhadap masyarakat dan alam sekitar.

MATLAMAT

KSSM Biologi bermatlamat untuk memberi pengalaman pembelajaran bagi murid melibatkan diri dalam proses memahami konsep biologi, membangunkan kemahiran, strategi dan pengaplikasian biologi dengan sikap dan nilai saintifik serta memahami kesan perkembangan sains dan teknologi dalam masyarakat dimana murid boleh berkomunikasi dan membuat keputusan berdasarkan bukti saintifik, serta menjadikan murid sebagai pelajar sepanjang hayat dalam menyediakan mereka untuk meneruskan pendidikan lanjutan dan kerjaya dalam bidang STEM.

OBJEKTIF

KSSM Biologi bertujuan membolehkan murid mencapai objektif berikut:

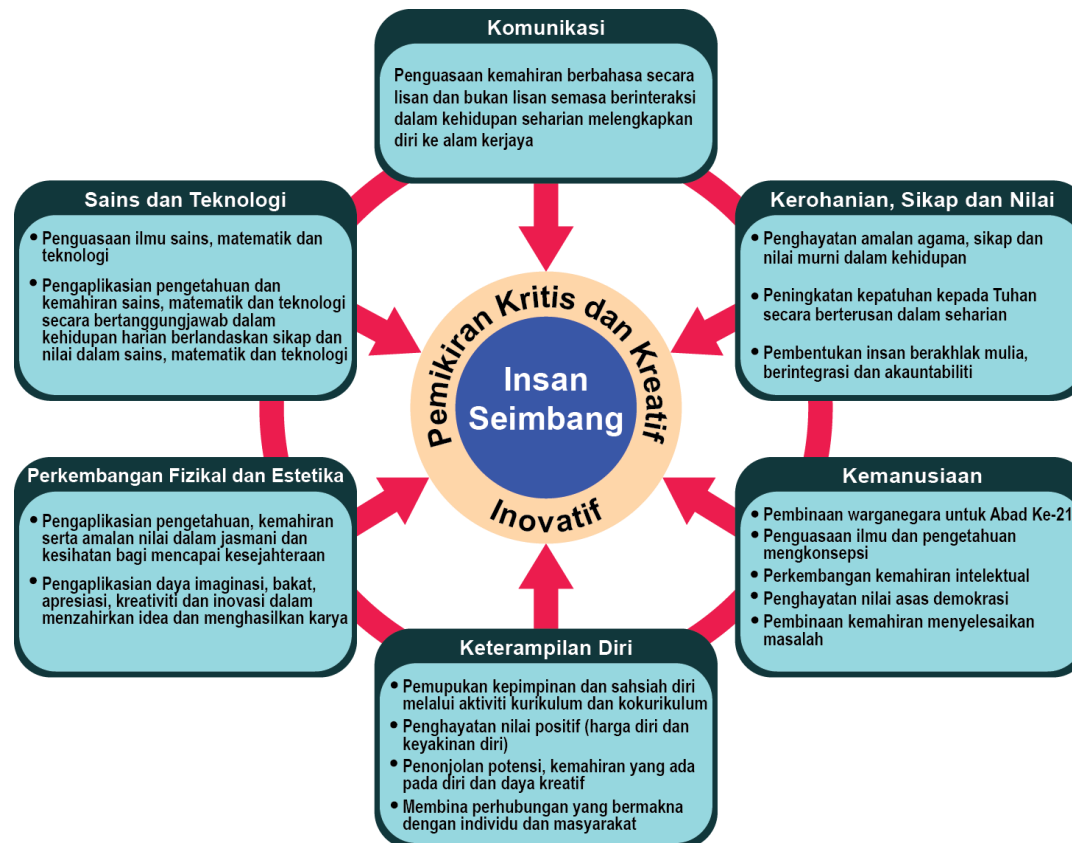
1. Mengukuhkan minat dan kecenderungan dalam Biologi.
2. Membangunkan pengetahuan, kemahiran, nilai dan sikap saintifik dalam biologi melalui penyiasatan saintifik.
3. Meningkatkan keupayaan untuk berfikir secara logik, rasional, kritis dan kreatif melalui proses pemahaman dan pengaplikasian biologi dalam membuat keputusan dan menyelesaikan masalah.

4. Mengenal bahasa biologi dan melengkapkan murid dengan kemahiran dalam menyampaikan idea-idea biologi dalam konteks yang berkaitan.
5. Menerima dan mengakui sifat evolusi dan/ atau sifat sementara pengetahuan biologi.
6. Membangunkan minda berfikiran terbuka, objektif dan proaktif.
7. Menyedari implikasi sosial, ekonomi, alam sekitar dan teknologi biologi, dan prihatin terhadap alam sekitar dan masyarakat.
8. Menghargai dan mengaplikasi pengetahuan biologi dalam membantu menjelaskan fenomena alam dan menyelesaikan masalah sebenar dalam dunia yang sentiasa berubah.

KERANGKA KURIKULUM STANDARD SEKOLAH MENENGAH

Kurikulum Biologi dibina berasaskan enam tunjang, iaitu Komunikasi; Kerohanian, Sikap dan Nilai; Kemanusiaan; Keterampilan Diri; Perkembangan Fizikal dan Estetika; serta Sains dan Teknologi. Enam tunjang tersebut merupakan domain utama yang menyokong antara satu sama lain dan disepadukan dengan pemikiran kritis, kreatif dan inovatif.

Kesepaduan ini bertujuan membangunkan modal insan yang menghayati nilai-nilai murni berteraskan keagamaan, berpengetahuan, berketerampilan, berpemikiran kritis dan kreatif serta inovatif sebagaimana yang digambarkan dalam Rajah 1. Kurikulum Biologi digubal berdasarkan enam tunjang Kerangka KSSM.



Rajah 1: Kerangka Kurikulum Standard Sekolah Menengah

FOKUS

KSSM Biologi berfokus kepada pembelajaran berfikir yang melibatkan tiga domain iaitu pengetahuan, kemahiran dan nilai. Ketiga-tiga domain ini diperolehi murid melalui pendekatan inkuiri bagi menghasilkan individu yang berfikir sains (Rajah 2). Pendekatan inkuiri merangkumi pembelajaran berpusatkan murid, pembelajaran kontekstual, pembelajaran berasaskan projek, pembelajaran masteri serta strategi dan kaedah yang berkaitan.

KSSM Biologi juga berhasrat untuk menyediakan murid yang akan menghadapi era pembangunan teknologi yang pesat dan pelbagai cabaran abad ke-21. Golongan murid yang melalui kurikulum ini bakal menjadi sumber tenaga manusia dalam bidang sains dan teknologi yang akan menyumbang kepada pembangunan negara.

Fikrah Sains

Fikrah menurut Kamus Dewan membawa pengertian yang sama dengan daya berfikir dan pemikiran. Dalam konteks kurikulum sains, fikrah sains merujuk kualiti murid yang dihasratkan setelah melalui sistem pendidikan sains kebangsaan. Murid yang berfikir sains merupakan murid yang boleh memahami idea sains dan berupaya berkomunikasi menggunakan bahasa saintifik, boleh

menilai serta mengaplikasikan secara bertanggungjawab pengetahuan dan kemahiran saintifik dalam kehidupan harian yang melibatkan sains dan teknologi berlandaskan sikap dan nilai murni. Fikrah sains juga berhasrat menghasilkan individu yang berpengetahuan, berkemahiran, kreatif dan kritis serta boleh berkomunikasi dan berkolaborasi untuk memenuhi keperluan abad ke-21, di mana kemampuan negara amat bergantung kepada modal insan yang mampu menjana idea dan menyelesaikan masalah dengan berkesan.

Pembelajaran Berfikir

Pembelajaran berfikir adalah satu proses pemerolehan dan penguasaan kemahiran dan ilmu pengetahuan yang dapat membangunkan minda murid ke tahap optimum.

Fikrah sains boleh dicapai melalui pembelajaran berfikir yang melibatkan murid secara aktif dalam proses PdP sains. Dalam proses ini aktiviti pembelajaran berfikir yang dirancang oleh guru perlu dapat mencungkil minda murid dan mendorong mereka berfikir, mengkonsepsikan dan menyelesaikan masalah serta membuat keputusan dengan bijak. Justeru itu, kemahiran berfikir harus diamalkan dan dibudayakan dalam kalangan murid.



Rajah 2: Kerangka Konsep Kurikulum Biologi

Kemahiran Berfikir Kritis

Kemahiran berfikir kritis adalah kebolehan untuk menilai sesuatu idea secara logik dan rasional untuk membuat pertimbangan yang wajar dengan menggunakan alasan dan bukti yang munasabah.

Penerangan ringkas tentang setiap kemahiran berfikir kritis adalah seperti dalam Jadual 1.

Jadual 1: Kemahiran Berfikir Kritis

KEMAHIRAN BERFIKIR KRITIS	PENERANGAN
Mencirikan	Mengenal pasti kriteria seperti ciri, sifat, kualiti dan unsur sesuatu konsep atau objek.
Membandingkan dan membezakan	Mencari persamaan dan perbezaan berdasarkan kriteria seperti ciri, sifat, kualiti dan unsur sesuatu objek atau peristiwa.
Mengumpulkan dan mengelaskan	Mengasingkan dan mengumpulkan objek atau fenomena kepada kumpulan masing-masing berdasarkan kriteria tertentu seperti ciri atau sifat. Pengumpulan ini adalah berdasarkan ciri atau sifat sepunya.
Membuat urutan	Menyusun objek dan maklumat mengikut tertib berdasarkan kualiti atau kuantiti ciri atau sifatnya seperti saiz, masa, bentuk atau bilangan.

KEMAHIRAN BERFIKIR KRITIS	PENERANGAN
Menyusun mengikut keutamaan	Menyusun objek atau maklumat mengikut tertib berdasarkan kepentingan atau keutamaan.
Menganalisis	Mencerakinkan maklumat kepada bahagian kecil untuk memahami dengan lebih mendalam berkenaan serta hubung kait antara bahagian.
Mengesan Kecondongan	Mengesan pandangan atau pendapat yang berpihak kepada atau menentang sesuatu.
Menilai	Membuat pertimbangan dan keputusan menggunakan pengetahuan, pengalaman, kemahiran, dan nilai serta memberi justifikasi.
Membuat kesimpulan	Membuat pernyataan tentang hasil sesuatu kajian yang berdasarkan kepada sesuatu hipotesis.

Kemahiran Berfikir Kreatif

Kemahiran berfikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan atau mencipta sesuatu yang baharu dan bernilai dengan menggunakan daya imaginasi secara asli serta berfikir tidak mengikut kelaziman. Penerangan ringkas tentang setiap kemahiran berfikir kreatif adalah seperti dalam Jadual 2.

Jadual 2: Kemahiran Berfikir Kreatif

KEMAHIRAN BERFIKIR KREATIF	PENERANGAN
Menjanakan idea	Menghasilkan idea yang berkaitan dengan sesuatu perkara.
Menghubungkaitkan	Membuat perkaitan dalam sesuatu keadaan atau peristiwa untuk mencari sesuatu struktur atau corak hubungan.
Membuat inferens	Menggunakan pengumpulan data dan pengalaman lalu untuk membuat kesimpulan dan menerangkan sesuatu peristiwa.

KEMAHIRAN BERFIKIR KREATIF	PENERANGAN
Meramalkan	Membuat jangkaan tentang sesuatu peristiwa berdasarkan pemerhatian dan pengalaman yang lalu atau data yang boleh dipercayai.
Mengitlakkan	Membuat pernyataan umum terhadap sesuatu perkara untuk keseluruhan kumpulan berdasarkan pemerhatian ke atas sampel atau beberapa maklumat daripada kumpulan itu.
Membuat gambaran mental	Membuat tanggapan atau membayangkan sesuatu idea, konsep, keadaan atau gagasan dalam minda atau fikiran.
Mensintesisiskan	Menggabungkan unsur yang berasingan untuk menghasilkan satu gambaran menyeluruh dalam bentuk seperti pernyataan, lukisan dan artifak.

KEMAHIRAN BERFIKIR KREATIF	PENERANGAN
Membuat hipotesis	Membuat sesuatu pernyataan umum tentang hubungan antara pemboleh ubah yang dimanipulasi dan pemboleh ubah yang bergerak balas untuk menerangkan sesuatu peristiwa atau pemerhatian. Pernyataan ini boleh diuji untuk membuktikan kesahihannya.
Menganalogikan	Membentuk kefahaman tentang sesuatu konsep yang kompleks atau abstrak secara mengaitkan konsep itu dengan konsep yang mudah atau maujud yang mempunyai ciri yang serupa.
Mereka cipta	Menghasilkan sesuatu yang baru atau melakukan pengubahsuaian kepada sesuatu yang sedia ada untuk mengatasi masalah secara terancang.

Strategi Berfikir

Strategi berfikir merupakan cara berfikir yang berstruktur dan berfokus untuk menyelesaikan masalah. Penerangan tentang setiap strategi berfikir adalah seperti dalam Jadual 3.

Jadual 3: Strategi Berfikir

STRATEGI BERFIKIR	PENERANGAN
Mengkonsepsikan	Membuat pengitlakan ke arah membina pengertian, konsep atau model berdasarkan ciri spesifik sepunya yang saling berhubung kait.
Membuat keputusan	Memilih satu alternatif penyelesaian yang terbaik daripada beberapa alternatif berdasarkan kriteria tertentu bagi mencapai matlamat yang ditetapkan.
Menyelesaikan masalah	Mencari penyelesaian yang tepat secara terancang terhadap situasi yang tidak pasti atau mencabar ataupun kesulitan yang tidak dijangkakan.

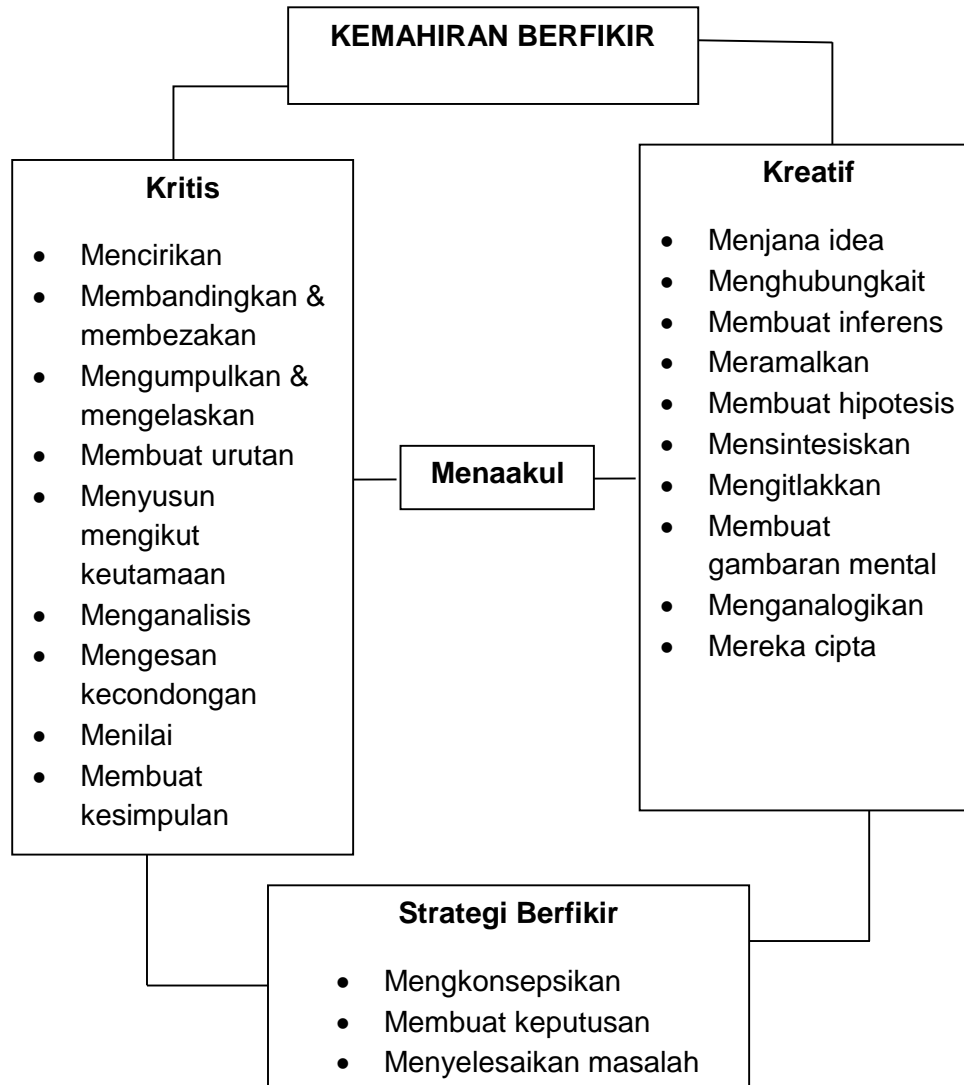
Selain daripada kemahiran berfikir dan strategi berfikir yang tersebut, kemahiran menaakul merupakan satu lagi kemahiran

yang diutamakan. **Kemahiran menaakul** ialah kemahiran yang digunakan untuk membuat pertimbangan secara logik, rasional, adil dan saksama. Penguasaan kemahiran berfikir kritis dan kreatif serta strategi berfikir menjadi lebih mudah jika seseorang itu berkebolehan membuat penaakulan secara induktif dan deduktif. Rajah 3 memberi gambaran keseluruhan tentang kemahiran berfikir dan strategi berfikir.

Penguasaan kemahiran berfikir dan strategi berfikir (KBSB) melalui PdP sains boleh dikembangkan melalui peringkat berikut:

1. KBSB diperkenalkan.
2. KBSB dipraktikkan dengan bimbingan guru.
3. KBSB dipraktikkan tanpa bimbingan guru.
4. KBSB diaplikasikan ke situasi baru dan diperkembangkan dengan bimbingan guru.
5. KBSB digunakan bersama dengan kemahiran yang lain untuk mencapai tugas berfikir.

Penerangan lanjut tentang peringkat penerapan KBSB dalam sains diberi dalam Buku Panduan Penerapan Kemahiran Berfikir dan Strategi Berfikir dalam PdP Sains (Pusat Pembangunan Kurikulum, 1999).



Rajah 3: Model KBSB dalam Biologi

Kemahiran Saintifik

Biologi mengutamakan kaedah inkuiri dan penyelesaian masalah. Dalam proses inkuiri dan menyelesaikan masalah, kemahiran saintifik dan kemahiran berfikir digunakan. Kemahiran saintifik merupakan kemahiran yang penting untuk menjalankan sebarang aktiviti mengikut kaedah saintifik seperti menjalankan eksperimen dan projek.

Kemahiran saintifik terdiri daripada kemahiran proses sains dan kemahiran manipulatif.

Kemahiran Proses Sains

Kemahiran Proses Sains (KPS) ialah kemahiran yang diperlukan untuk mencari jawapan kepada sesuatu masalah atau membuat keputusan secara bersistem. Ia merupakan satu proses mental yang menggalakkan pemikiran secara kreatif, analitis dan sistematik. Penguasaan kemahiran proses sains bersama dengan sikap dan pengetahuan yang sesuai menjamin keupayaan murid untuk berfikir secara berkesan. Penerangan tentang setiap kemahiran proses sains diberi dalam Jadual 4.

Jadual 4: Kemahiran Proses Sains

KEMAHIRAN PROSES SAINS	PENERANGAN
Memerhatikan	Menggunakan deria penglihatan, pendengaran, sentuhan, rasa atau bau untuk mengumpulkan maklumat tentang objek dan fenomena.
Mengelaskan	Melalui pemerhatian, mengumpulkan objek atau fenomena berdasarkan persamaan dan perbezaan.
Mengukur dan menggunakan nombor	Membuat pemerhatian secara kuantitatif dengan menggunakan nombor dan alat berunit piawai. Pengukuran menjadikan pemerhatian lebih jitu.
Membuat inferens	Menggunakan pengumpulan data dan pengalaman lalu untuk membuat kesimpulan dan menerangkan sesuatu peristiwa.

KEMAHIRAN PROSES SAINS	PENERANGAN
Meramalkan	Membuat jangkaan tentang sesuatu peristiwa berdasarkan pemerhatian dan pengalaman yang lalu atau data yang boleh dipercayai.
Berkomunikasi	Menggunakan perkataan atau simbol grafik seperti jadual, graf, rajah atau model untuk menerangkan tindakan, objek atau peristiwa.
Menggunakan perhubungan ruang dan masa	Memperihalkan perubahan parameter dengan masa. Contohnya lokasi, arah, bentuk, saiz, isipadu, berat dan jisim.
Mentafsir data	Memberi penerangan yang rasional tentang objek, peristiwa atau pola daripada data yang dikumpulkan.
Mendefinisi secara operasi	Memberi tafsiran tentang sesuatu konsep dengan menyatakan perkara yang dilakukan dan diperhatikan.

KEMAHIRAN PROSES SAINS	PENERANGAN
Mengawal pemboleh ubah	Mengenalpasti pemboleh ubah dimanipulasikan, pemboleh ubah bergerak balas dan pemboleh ubah yang dimalarkan. Dalam sesuatu penyiasatan satu pembolehubah dimanipulasikan untuk memerhatikan hubungannya dengan pemboleh ubah yang bergerak balas. Pada masa yang sama pemboleh ubah yang lain dimalarkan.
Membuat hipotesis	Membuat sesuatu pernyataan umum tentang hubungan antara pemboleh ubah yang dimanipulasi dan pemboleh ubah yang bergerak balas untuk menerangkan sesuatu peristiwa atau pemerhatian. Pernyataan ini boleh diuji untuk membuktikan kesahihannya.
Mengeksperimen	Merancang dan menjalankan aktiviti untuk menguji sesuatu hipotesis, mengumpulkan data, mentafsirkan data sehingga mendapat rumusan daripada aktiviti itu.

Kemahiran Manipulatif

Kemahiran manipulatif merupakan kemahiran psikomotor dalam penyiasatan sains yang membolehkan murid:

- Menggunakan dan mengendalikan peralatan sains dan bahan dengan betul.
- Mengendalikan spesimen dengan betul dan cermat.
- Melakar spesimen, bahan dan peralatan sains dengan tepat.
- Membersihkan peralatan sains dengan cara yang betul.
- Menyimpan peralatan sains dan bahan dengan betul dan selamat.

Perkaitan antara Kemahiran Proses Sains dan Kemahiran Berfikir

Untuk menguasai kemahiran proses sains, seseorang perlu juga menguasai kemahiran berfikir yang berkaitan. Kemahiran berfikir yang berkaitan dengan setiap kemahiran proses sains adalah seperti Jadual 5.

Jadual 5: Perkaitan Antara Kemahiran Proses Sains dan Kemahiran Berfikir

KEMAHIRAN PROSES SAINS	PENERANGAN
Memerhatikan	Mencirikan Membandingkan dan membezakan Menghubungkaitkan
Mengelaskan	Mencirikan Membandingkan dan membezakan Mengumpulkan dan mengelaskan
Mengukur dan menggunakan nombor	Menghubungkaitkan Membandingkan dan membezakan
Membuat inferens	Menghubungkaitkan Membandingkan dan membezakan Menganalisis Membuat inferens
Meramalkan	Menghubungkaitkan Membuat gambaran mental
Menggunakan perhubungan ruang dan masa	Membuat urutan Menyusun mengikut keutamaan
Mentafsir data	Membandingkan dan membezakan Menganalisis Mengesakan kecondongan

KEMAHIRAN PROSES SAINS	PENERANGAN
Mentafsir data	Membuat kesimpulan Mengitlakkan Menilai
Mendefinisi secara operasi	Menghubungkaitkan Menganalogikan Membuat gambaran mental Menganalisis
Mengawal pemboleh ubah	Mencirikan Membandingkan dan membezakan Menghubungkaitkan Menganalisis
Membuat hipotesis	Mencirikan Menghubungkaitkan Membandingkan dan membezakan Menjana idea Membuat hipotesis Meramalkan Mensintesiskan
Mengeksperimen	Semua kemahiran berfikir
Berkomunikasi	Semua kemahiran berfikir

Pengajaran dan Pembelajaran yang Berteraskan Kemahiran Berfikir dan Kemahiran Saintifik

Kurikulum Biologi ini menekankan pembelajaran berfikir yang berteraskan kemahiran berfikir dan kemahiran saintifik. Dalam kurikulum ini, Standard Pembelajaran (SP) yang dihasratkan ditulis secara mengintegrasikan pemerolehan pengetahuan dengan penguasaan kemahiran iaitu kemahiran berfikir dan kemahiran saintifik. Dalam PdP, guru perlu menitikberatkan penguasaan kemahiran bersama dengan pemerolehan pengetahuan, di samping penerapan nilai murni dan sikap saintifik.

Pelaksanaan KPS dalam KSSM Biologi secara eksklusif telah mencakupi kemahiran yang dihasratkan dalam abad ke-21 dan secara tidak langsung telah menggalakkan dan membangunkan kemahiran berfikir aras tinggi murid.

Standard Kemahiran Proses Sains

Standard Kemahiran proses sains bagi setiap tahap persekolahan merupakan cadangan umum yang mesti dicapai oleh murid. Setiap pernyataan merujuk kepada standard minimum yang perlu dikuasai mengikut tahap persekolahan dan tahap perkembangan operasi kognitif murid. Kemahiran proses sains di peringkat sekolah rendah dinyatakan secara eksplisit sebagai standard pembelajaran yang mesti dikuasai sebagai asas sebelum melanjutkan pengajian di peringkat menengah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.

Jadual 6: Standard Kemahiran Proses Sains

BIL	KEMAHIRAN PROSES SAINS	TAHAP 1 (TAHUN 1 – 3)	TAHAP 2 (TAHUN 4 – 6)	TAHAP 3 (TINGKATAN 1 – 3)	TAHAP 4 (TINGKATAN 4 – 5)
1	Memerhati	Menggunakan anggota dan semua deria yang terlibat untuk membuat pemerhatian tentang fenomena atau perubahan yang berlaku.	Menggunakan semua deria yang terlibat untuk membuat pemerhatian secara kualitatif dan kuantitatif dengan alat yang sesuai bagi menerangkan fenomena atau perubahan yang berlaku.	<ul style="list-style-type: none"> Membuat pemerhatian kualitatif dan kuantitatif yang tepat dan relevan untuk mengenal pasti pola atau urutan ke atas objek atau fenomena. Mahir menggunakan peralatan kompleks dan sesuai untuk membuat pemerhatian. 	<ul style="list-style-type: none"> Membuat pemerhatian kualitatif dan kuantitatif untuk membuat generalisasi berdasarkan pola atau urutan ke atas objek atau fenomena. Mengemukakan dapatan hasil pemerhatian lanjutan ke atas objek atau fenomena secara analitis dan spesifik.
2	Mengelas	Mengumpulkan/ mengasingkan evidens/data/ objek/fenomena berdasarkan ciri-ciri yang diperhatikan.	Membandingkan/ mengenal pasti persamaan dan perbezaan berdasarkan kategori yang diberi berdasarkan ciri sepunya.	Membandingkan/ mengenal pasti persamaan dan perbezaan untuk menentukan kriteria pemilihan kategori bagi evidens/data/ objek/fenomena yang dikaji.	Mengenal pasti ciri yang digunakan untuk mengasing, mengumpul, memilih dan menjelaskan dengan lebih terperinci tentang objek atau fenomena yang dikaji.

BIL	KEMAHIRAN PROSES SAINS	TAHAP 1 (TAHUN 1 – 3)	TAHAP 2 (TAHUN 4 – 6)	TAHAP 3 (TINGKATAN 1 – 3)	TAHAP 4 (TINGKATAN 4 – 5)
3	Mengukur dan menggunakan nombor	Mengukur dengan menggunakan alat dan unit piawai yang betul.	Mengukur dengan menggunakan alat dan unit piawai dengan teknik yang betul.	<ul style="list-style-type: none"> Mengukur dengan menggunakan alat, unit piawai, teknik serta merekod secara betul sistematik dan lengkap. Menukarkan unit kuantiti asas dengan betul Menggunakan unit terbitan yang betul. 	<ul style="list-style-type: none"> Menunjuk cara untuk mengukur dengan menggunakan alat dan unit piawai dengan teknik yang betul serta merekod dalam jadual secara sistematik dan lengkap. Menggunakan unit terbitan yang lebih kompleks dengan betul.
4	Membuat inferens	Menyatakan satu penerangan yang munasabah bagi satu pemerhatian.	Membuat kesimpulan awal yang munasabah bagi satu pemerhatian dengan menggunakan maklumat yang diperoleh.	Membuat lebih dari satu kesimpulan awal yang munasabah bagi satu peristiwa atau pemerhatian dengan menggunakan maklumat yang diperoleh.	<ul style="list-style-type: none"> Menjana pelbagai kemungkinan bagi menjelaskan situasi yang kompleks. Menjelaskan hubungkait atau pola antara pembolehubah yang diperhatikan dengan ukuran yang dibuat untuk sesuatu penyiasatan.
5	Meramal	Memerihalkan satu kemungkinan bagi satu peristiwa atau data.	Membuat satu jangkaan yang munasabah tentang suatu peristiwa	Murid boleh membuat analisis trend/ aliran/ perkembangan yang mudah berdasarkan data	<ul style="list-style-type: none"> Murid boleh membuat analisis trend/ aliran/ perkembangan yang mudah berdasarkan

BIL	KEMAHIRAN PROSES SAINS	TAHAP 1 (TAHUN 1 – 3)	TAHAP 2 (TAHUN 4 – 6)	TAHAP 3 (TINGKATAN 1 – 3)	TAHAP 4 (TINGKATAN 4 – 5)
			berdasarkan pemerhatian, pengalaman lalu atau data.	yang diperoleh untuk meramalkan keadaan masa depan objek atau fenomena.	data yang diperoleh untuk meramalkan keadaan masa depan sesuatu objek atau fenomena. <ul style="list-style-type: none"> Ramalan yang dibuat juga boleh diuji.
6	Berkomunikasi	Merekod maklumat atau idea dalam sebarang bentuk.	Merekod maklumat atau idea dalam bentuk yang sesuai dan mempersembahkan maklumat atau idea tersebut secara sistematik.	Berupaya mempersembahkan hasil eksperimen atau data pemerhatian dalam pelbagai bentuk seperti grafik mudah, gambar atau jadual.	Berupaya mempersembahkan hasil eksperimen atau data pemerhatian dalam pelbagai bentuk menggunakan grafik gambar atau jadual yang lebih kompleks untuk menunjukkan hubungan antara pola yang berkaitan.
7	Menggunakan perhubungan ruang dan masa	(Tidak dinyatakan secara eksplisit sebagai Standard Pembelajaran)	Menyusun kejadian suatu fenomena atau peristiwa mengikut kronologi berdasarkan masa.	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun kejadian suatu fenomena atau peristiwa mengikut kronologi berdasarkan masa. Menginterpretasi dan menerangkan maksud bagi hubungan matematik. 	Menggunakan, menganalisis dan menginterpretasi nombor dan hubungan numerik dengan cekap semasa menyelesaikan masalah dan menjalankan penyiasatan.

BIL	KEMAHIRAN PROSES SAINS	TAHAP 1 (TAHUN 1 – 3)	TAHAP 2 (TAHUN 4 – 6)	TAHAP 3 (TINGKATAN 1 – 3)	TAHAP 4 (TINGKATAN 4 – 5)
8	Mentafsir data	(Tidak dinyatakan secara eksplisit sebagai Standard Pembelajaran)	Memilih idea yang relevan tentang objek, peristiwa atau pola yang terdapat pada data untuk membuat satu penerangan.	Memberi penerangan secara rasional dengan membuat intrapolasi atau ekstrapolasi daripada data yang dikumpulkan.	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis data dan mencadangkan penambahbaikan. • Mengesan dan menjelaskan anomali dalam set data yang diperoleh.
9	Mendefinisi secara operasi		Memerihalkan satu tafsiran tentang apa yang dilakukan dan diperhatikan bagi satu situasi mengikut aspek yang ditentukan.	Memerihalkan satu tafsiran yang paling sesuai tentang suatu konsep dengan menyatakan apa yang dilakukan dan diperhatikan bagi satu situasi.	Menjelaskan tafsiran yang dibuat tentang pemilihan peralatan atau kaedah tentang apa yang diperhatikan.
10	Mengawal pembolehubah		Menentukan pemboleh ubah bergerak balas dan dimalarkan setelah pemboleh ubah dimanipulasi ditentukan dalam suatu penyiasatan.	Menentukan semua jenis pembolehubah iaitu pembolehubah bergerak balas, pembolehubah dimanipulasi dan pembolehubah yang dimalarkan.	Menukarkan pemboleh ubah yang dimalarkan kepada pemboleh ubah dimanipulasi dan menyatakan pemboleh ubah bergerak balas yang baharu.
11	Membuat hipotesis		Membuat suatu pernyataan umum yang boleh diuji tentang hubungan antara	Membuat suatu perhubungan antara pemboleh ubah dimanipulasi dan	Menerangkan satu hasil penyiasatan yang dijangka daripada penyiasatan saintifik yang direka.

BIL	KEMAHIRAN PROSES SAINS	TAHAP 1 (TAHUN 1 – 3)	TAHAP 2 (TAHUN 4 – 6)	TAHAP 3 (TINGKATAN 1 – 3)	TAHAP 4 (TINGKATAN 4 – 5)
			pemboleh ubah dalam suatu penyiasatan.	pemboleh ubah bergerak balas bagi membuat hipotesis yang boleh diuji.	
12	Mengeksperimen		Menjalankan eksperimen, mengumpul data, mentafsir data serta membuat rumusan untuk membuktikan hipotesis dan membuat laporan.	Menjalankan eksperimen, membina hipotesis, mereka kaedah dan menentukan alat radas yang sesuai, mengumpul data, membuat analisa, membuat kesimpulan dan menulis laporan.	Mencetuskan persoalan baru dan merancang satu eksperimen untuk menguji hipotesis baru daripada persoalan yang dicetuskan.

Sikap Saintifik dan Nilai Murni

Pengalaman pembelajaran sains boleh memupuk sikap dan nilai positif dalam diri murid. Sikap dan nilai positif yang dipupuk adalah seperti berikut:

1. Minat dan sifat ingin tahu tentang alam sekitar.
 - Bertanya kepada guru, rakan atau orang lain.
 - Membuat bacaan sendiri.
 - Mengumpul bahan atau spesimen bagi tujuan kajian.
 - Menjalankan kajian sendiri.
2. Jujur dan tepat dalam merekod dan mengesahkan data.
 - Memerihal dan merekod apa yang sebenarnya diperhatikan.
 - Maklumat yang direkod tidak dipengaruhi oleh perasaan atau khayalan.
 - Menjelaskan pemerhatian secara rasional.
 - Mendokumentasikan sumber maklumat yang digunakan.
3. Luwes dan berfikiran terbuka.
 - Menerima pendapat orang lain.
 - Boleh mengubah pendirian kerana bukti yang menyakinkan.
 - Tidak prejudis.
4. Rajin dan tabah dalam menjalankan atau menceburi sesuatu perkara.
 - Tidak berputus asa.
 - Sedia mengulangi eksperimen.
 - Bersungguh-sungguh menjalankan sesuatu perkara.
 - Bersedia menerima kritikan dan cabaran.
 - Berusaha mengatasi masalah dan cabaran.
5. Sistematik, yakin dan beretika.
 - Menjalankan aktiviti dengan teratur, tertib serta mengikut masa yang sesuai.
 - Menyusun alat dan bahan dengan teratur.
 - Yakin dengan kerja yang dilakukan.
 - Berani dan bersedia mencuba sesuatu.
 - Berani mempertahankan sesuatu perkara yang dilakukan.
6. Bekerjasama.
 - Membantu rakan dan guru.
 - Bersama-sama menjalankan aktiviti dan eksperimen.
 - Tidak mementingkan diri sendiri.
 - Adil dan saksama.

7. Bertanggungjawab ke atas keselamatan diri dan rakan-rakan serta alam sekitar.
 - Menjaga keselamatan diri dan rakan-rakan.
 - Memelihara dan memulihara alam sekitar.
8. Ikram.
 - Menyayangi semua hidupan.
 - Berhemah tinggi dan hormat-menghormati.
9. Menghargai sumbangan sains dan teknologi.
 - Menggunakan hasil ciptaan sains dan teknologi dengan baik.
 - Menggunakan kemudahan awam hasil ciptaan sains dan teknologi dengan bertanggungjawab.
10. Mensyukuri nikmat yang dikurniakan Tuhan.
 - Sentiasa berpuas hati dengan pemberian Tuhan.
 - Menggunakan pemberian Tuhan dengan sebaik-baiknya.
 - Bersyukur kepada Tuhan.
11. Menghargai dan mengamalkan kehidupan yang bersih dan sihat.
 - Menjaga kebersihan dan kesihatan diri.
 - Sentiasa peka kepada kebersihan diri dan alam sekitar.

12. Menyedari bahawa sains merupakan salah satu cara untuk memahami alam.
 - Menyatakan cara bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan masalah.
 - Menyatakan implikasi menggunakan sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu.
 - Berkomunikasi menggunakan bahasa saintifik yang betul.

Penerapan sikap saintifik dan nilai murni secara umum berlaku mengikut peringkat berikut:

- Menyedari dan memahami kepentingan dan keperluan sikap saintifik dan nilai murni.
- Memberi perhatian kepada sikap dan nilai murni.
- Menghayati dan mengamalkan sikap saintifik dan nilai murni.

Perancangan yang rapi adalah diperlukan untuk mengoptimumkan penerapan sikap saintifik dan nilai murni semasa PdP. Guru perlu meneliti Standard Pembelajaran (SP), termasuk Standard Prestasi (SPi) bagi menerapkan sikap saintifik dan nilai murni sebelum memulakan PdP.

KEMAHIRAN ABAD KE-21

Satu daripada hasrat KSSM adalah untuk melahirkan murid yang mempunyai Kemahiran abad ke-21 dengan memberi fokus kepada kemahiran berfikir serta kemahiran hidup dan kerjaya yang berteraskan amalan nilai murni. Kemahiran abad ke-21 bermatlamat untuk melahirkan murid yang mempunyai ciri-ciri yang dinyatakan dalam profil murid seperti dalam Jadual 7 supaya berupaya bersaing di peringkat global. Penguasaan Standard Kandungan (SK) dan Standard Pembelajaran (SP) dalam kurikulum Biologi menyumbang kepada pemerolehan Kemahiran abad ke-21 dalam kalangan murid.

Jadual 7: Profil Murid

PROFIL MURID	PENERANGAN
Berdaya Tahan	Mereka mampu menghadapi dan mengatasi kesukaran, mengatasi cabaran dengan kebijaksanaan, keyakinan, toleransi, dan empati.
Mahir Berkomunikasi	Mereka menyuarakan dan meluahkan fikiran, idea dan maklumat dengan yakin dan kreatif secara lisan dan bertulis, menggunakan pelbagai media dan teknologi.
Pemikir	Mereka berfikir secara kritikal, kreatif dan inovatif; mampu untuk menangani

PROFIL MURID	PENERANGAN
	masalah yang kompleks dan membuat keputusan yang beretika. Mereka berfikir tentang pembelajaran dan diri mereka sebagai murid. Mereka menjana soalan dan bersifat terbuka kepada perspektif, nilai dan tradisi individu dan masyarakat lain. Mereka berkeyakinan dan kreatif dalam menangani bidang pembelajaran yang baru.
Kerja Sepasukan	Mereka boleh bekerjasama secara berkesan dan harmoni dengan orang lain. Mereka menggalas tanggungjawab bersama serta menghormati dan menghargai sumbangan yang diberikan oleh setiap ahli pasukan. Mereka memperoleh kemahiran interpersonal melalui aktiviti kolaboratif, dan ini menjadikan mereka pemimpin dan ahli pasukan yang lebih baik.
Bersifat Ingin Tahu	Mereka membangunkan rasa ingin tahu semula jadi untuk meneroka strategi dan idea baharu. Mereka mempelajari kemahiran yang diperlukan untuk menjalankan inkuiri dan penyelidikan, serta menunjukkan sifat berdikari dalam pembelajaran. Mereka menikmati pengalaman pembelajaran sepanjang hayat secara berterusan.

PROFIL MURID	PENERANGAN
Berprinsip	Mereka berintegriti dan jujur, kesamarataan, adil dan menghormati maruah individu, kumpulan dan komuniti. Mereka bertanggungjawab atas tindakan, akibat tindakan serta keputusan mereka.
Bermaklumat	Mereka mendapatkan pengetahuan dan membentuk pemahaman yang luas dan seimbang merentasi pelbagai disiplin pengetahuan. Mereka meneroka pengetahuan dengan cekap dan berkesan dalam konteks isu tempatan dan global. Mereka memahami isu-isu etika/ undang-undang berkaitan maklumat yang diperoleh.
Penyayang/ Prihatin	Mereka menunjukkan empati, belas kasihan dan rasa hormat terhadap keperluan dan perasaan orang lain. Mereka komited untuk berkhidmat kepada masyarakat dan memastikan kelestarian alam sekitar.
Patriotik	Mereka mempamerkan kasih sayang, sokongan dan rasa hormat terhadap negara.

KEMAHIRAN BERFIKIR ARAS TINGGI

KBAT dinyatakan dalam kurikulum secara eksplisit supaya guru dapat menterjemahkan dalam pengajaran dan pembelajaran bagi merangsang pemikiran berstruktur dan berfokus dalam kalangan murid. Penerangan KBAT adalah berfokus kepada empat tahap pemikiran seperti Jadual 8.

Jadual 8: Tahap pemikiran dalam KBAT

TAHAP PEMIKIRAN	PENERANGAN
Mengaplikasi	Menggunakan pengetahuan, kemahiran, dan nilai dalam situasi berlainan untuk melaksanakan sesuatu perkara.
Menganalisis	Mencerakinkan maklumat kepada bahagian kecil untuk memahami dengan lebih mendalam serta hubung kait antara bahagian berkenaan.
Menilai	Membuat pertimbangan dan keputusan menggunakan pengetahuan, pengalaman, kemahiran dan nilai serta memberi justifikasi.
Mencipta	Menghasilkan idea, produk atau kaedah yang kreatif dan inovatif.

KBAT ialah keupayaan untuk mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam membuat penaaakulan dan refleksi bagi menyelesaikan masalah, membuat keputusan, berinovasi dan berupaya mencipta sesuatu. KBAT merangkumi kemahiran berfikir kritis, kreatif dan menaakul serta strategi berfikir.

Kemahiran berfikir kritis adalah kebolehan untuk menilai sesuatu idea secara logik dan rasional untuk membuat pertimbangan yang wajar dengan menggunakan alasan dan bukti yang munasabah.

Kemahiran berfikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan atau mencipta sesuatu yang baharu dan bernilai dengan menggunakan daya imaginasi secara asli serta tidak berfikir mengikut kelaziman.

Kemahiran menaakul adalah keupayaan individu membuat pertimbangan dan penilaian secara logik dan rasional.

Strategi berfikir merupakan cara berfikir yang berstruktur dan berfokus untuk menyelesaikan masalah.

KBAT boleh diaplikasi dalam bilik darjah melalui aktiviti berbentuk menaakul, pembelajaran inkuiri, penyelesaian masalah dan projek. Guru dan murid perlu menggunakan alat berfikir seperti peta pemikiran dan peta minda serta penyoalan aras tinggi untuk menggalakkan murid berfikir.

STRATEGI PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN

Strategi PdP dalam kurikulum sains mengutamakan pembelajaran berfikir. Pelaksanaan pembelajaran berfikir boleh menggunakan pelbagai pendekatan pembelajaran seperti inkuiri, pembelajaran kontekstual, berasaskan masalah atau projek dan pembelajaran STEM. Aktiviti yang dirancang dalam pembelajaran berfikir mesti dapat mencetuskan pemikiran kritis dan kreatif murid dan bukan berbentuk rutin. Murid perlu sedar secara eksplisit kemahiran berfikir dan strategi berfikir yang digunakan dalam pembelajaran.

Soalan atau masalah beraras tinggi diajukan kepada murid untuk diselesaikan menggunakan daya kreatif dan kritis mereka. Murid dilibatkan secara aktif dalam PdP yang mengintegrasikan pemerolehan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan penerapan nilai murni serta sikap saintifik.

Berikut merupakan beberapa pendekatan pembelajaran yang boleh dilaksanakan oleh guru di dalam bilik darjah.

Pembelajaran Inkuiri

Inkuiri merupakan pendekatan yang mementingkan pembelajaran melalui pengalaman. Inkuiri secara am bermaksud mencari maklumat, menyoal dan menyiasat sesuatu fenomena yang berlaku di sekeliling. Penemuan merupakan sifat utama inkuiri. Pembelajaran secara penemuan berlaku apabila konsep dan prinsip utama dikaji dan ditemui oleh murid sendiri. Murid melalui aktiviti seperti eksperimen akan menyiasat sesuatu fenomena dan mencapai kesimpulan sendiri. Guru kemudian membimbing murid untuk memahami konsep sains melalui hasil inkuiri tersebut. Kemahiran berfikir dan kemahiran saintifik dikembangkan semasa proses inkuiri ini. Namun demikian, perlu diingat bahawa pendekatan inkuiri tidak sesuai digunakan dalam semua situasi PdP. Beberapa konsep dan prinsip lebih sesuai didedahkan secara langsung oleh guru atau melalui inkuiri terbimbing.

Konstruktivisme

Konstruktivisme adalah satu fahaman yang mencadangkan murid belajar sesuatu apabila mereka membina pemahaman mereka sendiri. Antara unsur penting dalam konstruktivisme ialah:

- Guru mengambil kira pengetahuan sedia ada murid.
- Pembelajaran adalah hasil usaha murid itu sendiri.

- Pembelajaran berlaku apabila murid menghubungkan idea asal dengan idea baru bagi menstrukturkan semula idea mereka.
- Murid berpeluang bekerjasama, berkongsi idea dan pengalaman serta membuat refleksi.

Pembelajaran Kontekstual

Pembelajaran kontekstual adalah pembelajaran yang dikaitkan dengan kehidupan murid. Dalam konteks ini murid tidak belajar secara teori sahaja tetapi dapat menghargai kerelevanan pembelajaran sains dengan kehidupan mereka. Pendekatan kontekstual digunakan di mana murid belajar secara menyiasat seperti dalam pendekatan inkuiri penemuan.

Pembelajaran Masteri

Pembelajaran masteri merupakan satu pendekatan yang memastikan semua murid menguasai objektif pembelajaran yang ditetapkan. Pendekatan ini berpegang kepada prinsip bahawa setiap murid mampu belajar jika diberi peluang. Peluang perlu diberi kepada murid untuk belajar mengikut kadarnya, tindakan pengayaan dan pemulihan perlu dijadikan sebahagian daripada proses PdP.

Pembelajaran Berasaskan Masalah/ Projek

Pembelajaran berasaskan masalah/ projek (PBL) adalah pedagogi berpusatkan murid di mana murid belajar melalui pengalaman menyelesaikan isu/ masalah yang terkandung dalam bahan pencetus yang disediakan guru atau projek yang diberikan guru. Guru boleh menyediakan isu/ masalah atau projek dari pelbagai sumber seperti akhbar, majalah, jurnal, buku, buku teks, dan kartun, video, televisyen, filem dan lain-lain dengan sedikit pengubahsuaian untuk memenuhi kehendak PdP.

Masalah dunia sebenar atau projek relevan digunakan sebagai wadah untuk menggalakkan murid belajar tentang konsep dan prinsip yang dihasratkan oleh guru. PBL dapat menggalakkan pembangunan kemahiran berfikir kritis, kebolehan menyelesaikan masalah, dan kemahiran komunikasi.

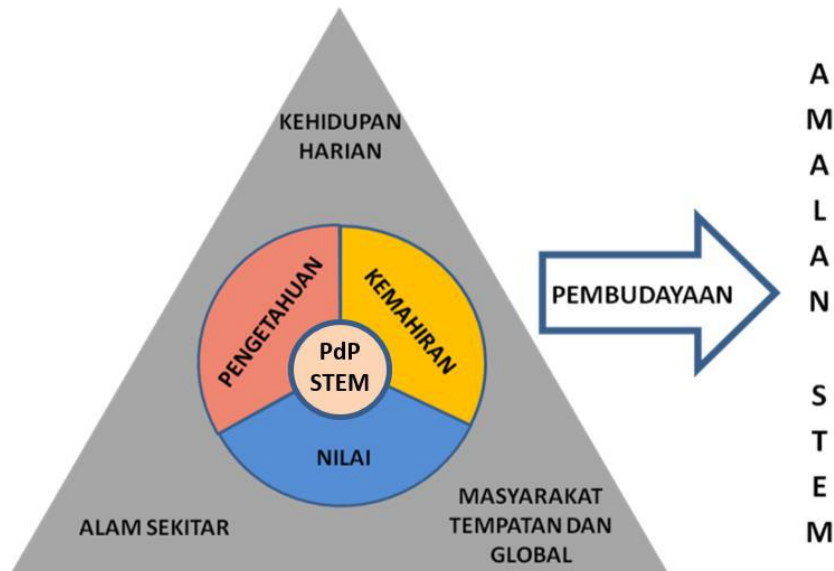
PBL memberi peluang murid bekerja dalam satu pasukan, berkolaborasi mencari dan menilai bahan-bahan penyelidikan, menganalisis data, membuat wajaran dan keputusan serta memupuk sifat pelajar sepanjang hayat dalam kalangan murid.

Bagi memastikan PBL berkesan, masalah yang disediakan harus;

- mendorong murid untuk memahami konsep dengan jelas dan mendalam.
- mengkehendaki murid membuat keputusan yang wajar dan mempertahankannya.
- memenuhi standard kandungan/ pembelajaran yang hendak dicapai dan berkaitan dengan pengetahuan terdahulu/ sedia ada.
- mempunyai tahap kerumitan yang bersesuaian bagi memastikan murid dapat bekerjasama untuk menyelesaikannya.
- terbuka dan menarik untuk memotivasikan dan meningkatkan minat murid menyelesaikannya.

Pendekatan STEM

Pendekatan STEM memberi murid peluang dan ruang untuk mengintegrasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai dalam bidang sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik. Murid mengaplikasikan pengetahuan, kemahiran dan nilai STEM melalui inkuiri, penyelesaian harian, alam sekitar dan masyarakat tempatan serta global seperti dalam Rajah 4.



Rajah 4: STEM sebagai Pendekatan Pengajaran dan Pembelajaran

PdP STEM yang kontekstual dan autentik dapat menggalakkan pembelajaran mendalam dalam kalangan murid. Murid boleh bekerja secara berpasukan atau secara individu mengikut kemampuan murid ke arah membudayakan amalan STEM seperti berikut:

1. Menyoal dan mengenal pasti masalah.
2. Membangunkan dan menggunakan model.
3. Merancang dan menjalankan penyiasatan.

4. Menganalisis dan menginterpretasi data.
5. Menggunakan pemikiran matematik dan pemikiran komputasional.
6. Membina penjelasan dan mereka bentuk penyelesaian.
7. Melibatkan diri dalam perbahasan dan perbincangan berdasarkan eviden.
8. Mendapatkan maklumat, menilai dan berkomunikasi tentang maklumat tersebut.

Pemikiran komputasional adalah proses kognitif yang terlibat dalam merumuskan masalah dan penyelesaiannya supaya penyelesaian ini dapat diwakili dalam bentuk yang boleh dilaksanakan oleh manusia dan/ atau komputer secara efektif. Pemikiran komputasional membantu murid menyusun, menganalisis dan mempersembahkan data atau idea secara logik dan sistematik supaya masalah yang kompleks dapat diselesaikan dengan mudah.

Aktiviti PdP yang pelbagai dapat meningkatkan minat murid terhadap sains. Pembelajaran sains yang kurang menarik tidak memotivasikan murid untuk belajar dan seterusnya mempengaruhi pencapaian murid. Penentuan aktiviti PdP seharusnya berdasarkan kandungan kurikulum, kebolehan dan kepelbagaian jenis kecerdasan murid serta sumber dan prasarana yang ada.

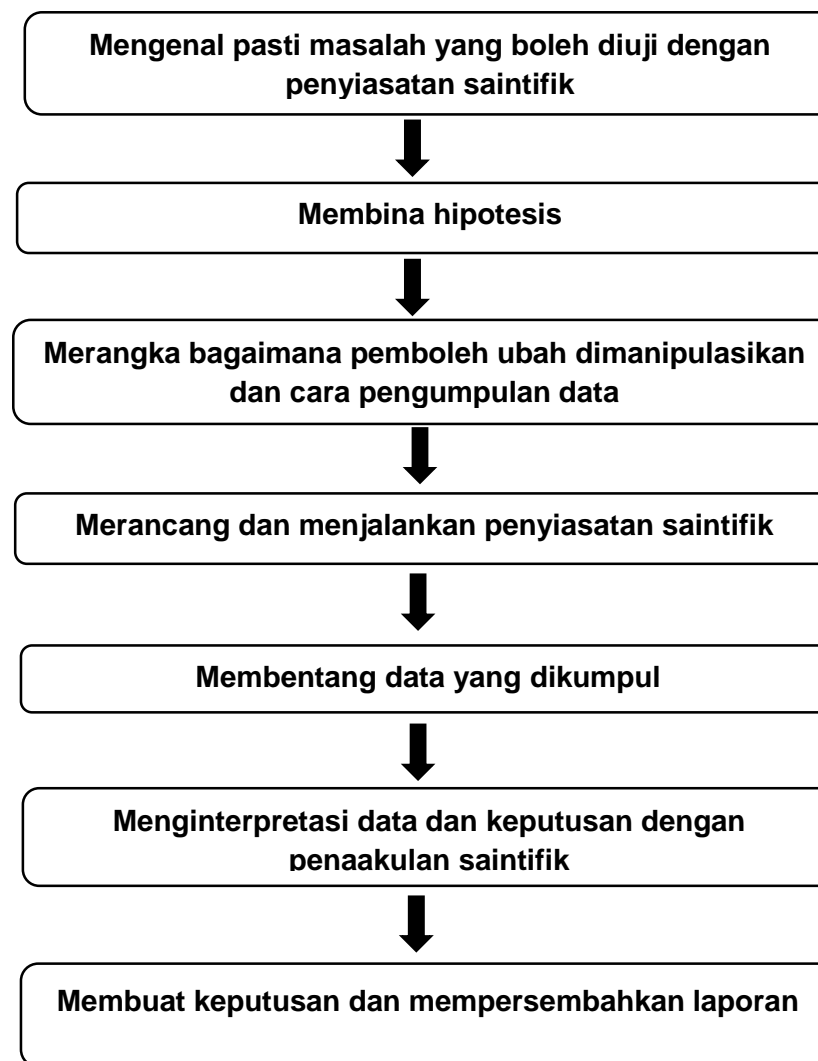
Beberapa aktiviti PdP yang digalakkan dalam sains adalah seperti berikut:

Penyiasatan Saintifik/ Eksperimen

Aktiviti penyiasatan saintifik/ eksperimen lazim dijalankan dalam pembelajaran sains. Murid menguji hipotesis melalui penyiasatan untuk menemui konsep dan prinsip sains tertentu secara saintifik. Menjalankan penyiasatan saintifik/ eksperimen menggalakkan murid menggunakan kemahiran berfikir, kemahiran saintifik dan kemahiran manipulatif.

Langkah yang diikuti secara penyiasatan saintifik/ eksperimen adalah seperti dalam Rajah 5.

Dalam pelaksanaan kurikulum Sains, adalah dicadangkan selain daripada penyiasatan saintifik/ eksperimen yang dibimbing oleh guru, murid diberi peluang untuk merekabentuk penyiasatan saintifik/ eksperimen, iaitu mereka sendiri yang merangka cara penyiasatan saintifik/ eksperimen yang berkenaan dilakukan, data yang boleh diukur dan bagaimana menganalisis data serta bagaimana membentangkan hasil penyiasatan saintifik/ eksperimen mereka.



Rajah 5: Langkah menjalankan penyiasatan saintifik/ eksperimen

Simulasi

Aktiviti yang dijalankan menyerupai yang sebenarnya. Contoh simulasi yang utama ialah main peranan, permainan dan penggunaan model. Dalam main peranan, murid melakonkan sesuatu peranan secara spontan berdasarkan beberapa syarat yang telah ditentukan. Permainan pula mempunyai peraturan yang harus dipatuhi. Murid bermain untuk mempelajari sesuatu prinsip ataupun untuk memahami proses untuk membuat keputusan. Model boleh digunakan untuk mewakili objek atau keadaan sebenar. Murid dapat membayangkan situasi tersebut dan seterusnya memahami konsep dan prinsip yang dipelajari.

Projek

Aktiviti yang dijalankan oleh individu atau sekumpulan murid untuk mencapai sesuatu tujuan tertentu. Projek mengambil masa yang panjang serta menjangkau waktu pembelajaran yang formal untuk dilengkapkan. Hasil projek dalam bentuk laporan, artifak atau lain-lain perlu dibentangkan kepada guru dan murid lain. Kerja projek menggalakkan perkembangan kemahiran penyelesaian masalah, kemahiran pengurusan masa dan pembelajaran sendiri.

Lawatan dan Penggunaan Sumber Luar

Pembelajaran sains tidak hanya terhad di sekolah sahaja. Pembelajaran sains boleh melalui lawatan ke tempat seperti zoo, muzium, pusat sains, institut penyelidikan, paya bakau dan kilang. Lawatan ke tempat-tempat sedemikian boleh menjadikan pembelajaran lebih berkesan, menyeronokkan dan bermakna. Untuk mengoptimalkan pembelajaran melalui lawatan, ia mesti dirancang secara rapi. Murid perlu menjalankan aktiviti atau melaksanakan tugas semasa lawatan. Perbincangan selepas lawatan perlu diadakan.

Pengaplikasian Teknologi

Teknologi merupakan alat yang amat berkesan dan mempunyai potensi yang tinggi untuk meningkatkan minat dalam pembelajaran sains. Melalui penggunaan teknologi seperti televisyen, radio, video, komputer dan internet, PdP sains boleh menjadi lebih menarik dan berkesan. Simulasi dan animasi berkomputer merupakan alat yang berkesan untuk menjelaskan PdP yang abstrak atau konsep sains yang sukar. Simulasi dan animasi berkomputer juga boleh dipersembahkan dalam bentuk perisian atau melalui laman web. Perkakasan aplikasi seperti *word processers*, perisian persembahan grafik (*graphic presentation software*) dan hamparan elektronik (*electronic spreadsheets*) adalah merupakan satu alat yang bernilai untuk menganalisis dan

mempersalahkan data. Penggunaan teknologi lain seperti *data loggers* dan antara muka berkomputer dalam eksperimen dan projek dapat membantu PdP sains berkesan.

Pengurusan aktiviti dan interaksi dua hala yang baik antara guru-murid dan murid-murid dalam PdP di dalam dan di luar bilik darjah dapat membangunkan kemahiran berfikir mereka ke aras yang lebih tinggi.

ELEMEN MERENTAS KURIKULUM

Elemen Merentas Kurikulum (EMK) ialah unsur nilai tambah yang diterapkan dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) selain yang ditetapkan dalam standard kandungan. Elemen-elemen ini diterapkan bertujuan mengukuhkan kemahiran dan keterampilan modal insan yang dihasratkan serta dapat menangani cabaran semasa dan masa hadapan. Elemen-elemen di dalam EMK adalah seperti berikut:

1. Bahasa

- Penggunaan bahasa pengantar yang betul perlu dititikberatkan dalam semua mata pelajaran.
- Semasa PdP bagi setiap mata pelajaran, aspek sebutan, struktur ayat, tatabahasa, istilah dan laras bahasa perlu diberi penekanan bagi membantu murid menyusun idea dan berkomunikasi secara berkesan.

2. Kelestarian Alam Sekitar

- Kesedaran mencintai dan menyayangi alam sekitar dalam jiwa murid perlu dipupuk melalui PdP semua mata pelajaran.
- Pengetahuan dan kesedaran terhadap kepentingan alam sekitar dalam membentuk etika murid untuk menghargai alam.

3. Nilai Murni

- Nilai murni diberi penekanan dalam semua mata pelajaran supaya murid sedar akan kepentingan dan mengamalkannya.
- Nilai murni merangkumi aspek kerohanian, kemanusiaan dan kewarganegaraan yang menjadi amalan dalam kehidupan harian.

4. Sains Dan Teknologi

- Menambahkan minat terhadap sains dan teknologi dapat meningkatkan literasi sains serta teknologi dalam kalangan murid.
- Penggunaan teknologi dalam pengajaran dapat membantu serta menyumbang kepada pembelajaran yang lebih cekap dan berkesan.
- Pengintegrasian Sains dan Teknologi dalam PdP merangkumi empat perkara iaitu:
- Pengetahuan sains dan teknologi (fakta, prinsip, konsep yang berkaitan dengan sains dan teknologi);
- Kemahiran saintifik (proses pemikiran dan kemahiran manipulatif tertentu);
- Sikap saintifik (seperti ketepatan, kejujuran, keselamatan); dan
- Penggunaan teknologi dalam aktiviti PdP.

5. Patriotisme

- Semangat patriotik dapat dipupuk melalui semua mata pelajaran, aktiviti kokurikulum dan khidmat masyarakat.
- Semangat patriotik dapat melahirkan murid yang mempunyai semangat cintakan negara dan berbangga sebagai rakyat Malaysia.

6. Kreativiti Dan Inovasi

- Kreativiti adalah kebolehan menggunakan imaginasi untuk mengumpul, mencerna dan menjana idea atau mencipta sesuatu yang baharu atau asli melalui ilham atau gabungan idea yang ada.
- Inovasi merupakan pengaplikasian kreativiti melalui ubah suaian, membaiki dan mempraktikkan idea.
- Kreativiti dan inovasi saling bergandingan dan perlu untuk memastikan pembangunan modal insan yang mampu menghadapi cabaran abad ke-21.
- Elemen kreativiti dan inovasi perlu diintegrasikan dalam PdP.

7. Keusahawanan

- Penerapan elemen keusahawanan bertujuan membentuk ciri-ciri dan amalan keusahawanan sehingga menjadi satu budaya dalam kalangan murid.
- Ciri keusahawanan boleh diterapkan dalam PdP melalui aktiviti yang mampu memupuk sikap seperti rajin, jujur, amanah dan bertanggungjawab serta membangunkan minda kreatif dan inovatif untuk memacu idea ke pasaran.

8. Teknologi Maklumat dan Komunikasi

- Penerapan elemen Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK) dalam PdP memastikan murid dapat mengaplikasi dan mengukuhkan pengetahuan dan kemahiran asas TMK yang dipelajari.
- Pengaplikasian TMK bukan sahaja mendorong murid menjadi kreatif malah menjadikan PdP lebih menarik dan menyeronokkan serta meningkatkan kualiti pembelajaran.
- TMK diintegrasikan mengikut kesesuaian topik yang hendak diajar dan sebagai pengupaya bagi meningkatkan lagi kefahaman murid terhadap kandungan mata pelajaran.
- Salah satu penekanan dalam TMK adalah pemikiran komputasional yang boleh diaplikasikan dalam semua mata pelajaran. Pemikiran komputasional merupakan satu

kemahiran untuk menggunakan konsep penaakulan logik, algoritma, leraian, pengecaman corak, peniskalaan dan penilaian dalam proses menyelesaikan masalah berbantuan komputer.

9. Kelestarian Global

- Elemen Kelestarian Global bermatlamat melahirkan murid berdaya fikir lestari yang bersikap responsif terhadap persekitaran dalam kehidupan harian dengan mengaplikasi pengetahuan, kemahiran dan nilai yang diperolehi melalui elemen Penggunaan dan Pengeluaran Lestari, Kewarganegaraan Global dan Perpaduan.
- Elemen Kelestarian Global penting dalam menyediakan murid bagi menghadapi cabaran dan isu semasa di peringkat tempatan, negara dan global.
- Elemen ini diajar secara langsung dan secara sisipan dalam mata pelajaran yang berkaitan.

10. Pendidikan Kewangan

- Penerapan elemen Pendidikan Kewangan bertujuan membentuk generasi masa hadapan yang berkeupayaan membuat keputusan kewangan yang bijak, mengamalkan pengurusan kewangan yang beretika serta berkemahiran menguruskan hal ehwal kewangan secara bertanggungjawab.
- Elemen Pendidikan Kewangan boleh diterapkan dalam PdP secara langsung ataupun secara sisipan. Penerapan secara langsung adalah melalui tajuk-tajuk seperti Wang yang mengandungi elemen kewangan secara eksplisit seperti pengiraan faedah mudah dan faedah kompaun. Penerapan secara sisipan pula diintegrasikan melalui tajuk-tajuk lain merentas kurikulum. Pendedahan kepada pengurusan kewangan dalam kehidupan sebenar adalah penting bagi menyediakan murid dengan pengetahuan, kemahiran dan nilai yang dapat diaplikasikan secara berkesan dan bermakna.

PENTAKSIRAN BILIK DARJAH

Pentaksiran Bilik Darjah (PBD) merupakan proses mendapatkan maklumat tentang perkembangan murid yang dirancang, dilaksana dan dilapor oleh guru yang berkenaan. Proses ini berlaku berterusan bagi membolehkan guru menentukan tahap penguasaan murid.

PBD boleh dilaksanakan oleh guru secara formatif dan sumatif. Pentaksiran secara formatif dilaksanakan seiring dengan proses PdP, manakala pentaksiran secara sumatif dilaksanakan pada akhir sesuatu unit pembelajaran, penggal, semester atau tahun. Guru perlulah merancang, membina item atau instrumen pentaksiran, mentadbir, memeriksa, merekod dan melapor tahap penguasaan yang diajar berdasarkan DSKP.

Dalam usaha memastikan pentaksiran membantu meningkatkan keupayaan dan penguasaan murid, guru haruslah melaksanakan pentaksiran yang mempunyai ciri berikut:

- Menggunakan pelbagai kaedah pentaksiran seperti pemerhatian, lisan dan penulisan.
- Menggunakan pelbagai strategi pentaksiran yang boleh dilaksanakan oleh guru dan murid.
- Mengambil kira pelbagai aras pengetahuan dan kemahiran yang dipelajari.

- Membolehkan murid mempamerkan pelbagai keupayaan pembelajaran.
- Mentaksir tahap penguasaan murid berdasarkan Standard Pembelajaran dan Standard Prestasi.
- Mengambil tindakan susulan bagi tujuan pemulihan dan pengukuhan.

Standard Prestasi Biologi

Pentaksiran Bilik Darjah bagi Biologi dilaksanakan bersandarkan tiga domain utama iaitu pengetahuan, kemahiran dan nilai. Pengetahuan dan kemahiran proses sains yang diintegrasikan dalam sesuatu bidang ditaksir berdasarkan Standard Prestasi (SPi) yang disertakan. Ia bertujuan melihat sejauhmana murid memahami bidang tertentu secara holistik. Manakala pelaksanaan pentaksiran bagi penguasaan kemahiran saintifik boleh dijalankan secara berterusan, berkala atau berkelompok sepanjang tahun. Oleh itu adalah penting bagi guru menggunakan pertimbangan profesional dalam menentukan tahap penguasaan murid. Terdapat 6 tahap penguasaan dengan tafsiran umum seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 9.

Jadual 9: Tafsiran Umum Tahap Penguasaan Pengintegrasian Pengetahuan dan Kemahiran Proses Sains Bagi KSSM Biologi.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains.
2	Memahami pengetahuan dan kemahiran sains serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan dan kemahiran sains untuk melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan dan kemahiran sains dalam konteks penyelesaian masalah .
5	Menilai pengetahuan dan kemahiran sains dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan satu tugas dalam situasi baru secara kreatif dan inovatif.

Guru boleh merujuk Lampiran 1 bagi memahami hubungan antara kata kerja utama setiap Tahap Penguasaan dalam Standard Prestasi dengan kata kerja dalam Standard Pembelajaran dengan contoh-contoh aktiviti murid yang boleh dilaksanakan.

Semua penyiasatan/ eksperimen/ aktiviti yang disenaraikan bagi setiap tema dalam Jadual 10a dan 10b **WAJIB** dilaksanakan. Penyiasatan/ eksperimen/ aktiviti dijalankan menggunakan pendekatan inkuiri.

Jadual 10a: Senarai Penyiasatan/ Eksperimen/ Aktiviti bagi KSSM Biologi Tingkatan 4

TEMA	PENYIASATAN/ EKSPERIMEN/ AKTIVITI
ASAS BIOLOGI	1.4.1 Mereka bentuk eksperimen untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan kaedah penyiasatan saintifik.
	2.1.1 Menyediakan slaid sel haiwan dan sel tumbuhan.
	3.2.2 Menjalankan eksperimen untuk mengkaji pergerakan bahan merentasi membran telap memilih dengan menggunakan: <ul style="list-style-type: none"> (i) tiub Visking. (ii) osmometer ringkas.

TEMA	PENYIASATAN/ EKSPERIMEN/ AKTIVITI
	3.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan larutan yang berlainan kepekatan terhadap sel haiwan dan sel tumbuhan.
	3.4.1 Mengeksperimen untuk menentukan kepekatan sap sel tisu tumbuhan.
	5.2.9 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan suhu dan pH terhadap aktiviti enzim amilase dan pepsin.
	7.2.3 Mengeksperimen untuk mengkaji proses respirasi aerob.
	7.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji fermentasi yis.
FISIOLOGI MANUSIA DAN HAIWAN	9.2.5 Mengeksperimen untuk mengkaji pencernaan kanji, protein dan lipid dalam sampel makanan.
	9.6.1 Mengeksperimen untuk mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan .
	9.6.2 Mengeksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau sayur-sayuran.

TEMA	PENYIASATAN/ EKSPERIMEN/ AKTIVITI
	13.2.5 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan pengambilan isipadu air yang berbeza terhadap pembentukan air kencing.

Jadual 10b: Senarai Penyiasatan/ Eksperimen/ Aktiviti bagi KSSM Biologi Tingkatan 5

TEMA	PENYIASATAN/ EKSPERIMEN/ AKTIVITI
FISIOLOGI TUMBUHAN BERBUNGA	16.2.3 Mengeksperimen untuk mengenal pasti zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam radikel anak benih.
	16.3.3 Mengeksperimen untuk mengkaji lengkung pertumbuhan dalam tumbuhan.
	17.2.3 Mengeksperimen untuk membandingkan taburan stoma pada epidermis atas dan epidermis bawah daun monokotiledon dan daun eudikot.
	17.3.3 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan faktor persekitaran

TEMA	PENYIASATAN/ EKSPERIMEN/ AKTIVITI
	terhadap kadar transpirasi dengan menggunakan potometer.
	17.4.8 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan faktor persekitaran terhadap kadar fotosintesis.
	19.4.3 Mengeksperimen untuk mengkaji keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawalan: (i) pencemaran air. (ii) pencemaran tanah.
	20.3.2 Mengeksperimen untuk membandingkan kesan pemasakan buah dengan kehadiran fitohormon.
EKOSISTEM DAN KELESTARIAN ALAM SEKITAR	25.1.3 Mengeksperimen untuk membanding tahap keperluan oksigen biokimia(BOD) dalam sampel air yang berbeza menggunakan larutan metilena biru.
PEWARISAN DAN TEKNOLOGI GENETIK	27.2.2 Mengeksperimen untuk mengkaji variasi selanjur dan variasi tak selanjur dalam manusia seperti ketegangan dan cap jari.

Pelaporan pentaksiran kemahiran saintifik dilaksanakan dua kali dalam setahun. Jadual 11 boleh dijadikan panduan guru dalam membuat pertimbangan profesional.

Jadual 11: Tafsiran Umum Tahap Penguasaan Kemahiran Saintifik bagi KSSM Biologi

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	<ul style="list-style-type: none"> merancang strategi dan prosedur yang kurang tepat dalam penyiasatan saintifik. menggunakan bahan dan peralatan sains yang kurang sesuai untuk menjalankan penyiasatan saintifik. tiada data dikumpul dan direkodkan. tiada penerangan atau penerangan sukar difahami.
2	<ul style="list-style-type: none"> merancang strategi dan prosedur yang betul dalam penyiasatan saintifik dengan bimbingan. menggunakan bahan dan peralatan sains yang sesuai. mengumpul dan merekod data yang tidak lengkap atau tidak relevan. membuat interpretasi dan kesimpulan yang tidak bersandar kepada data yang dikumpul.
3	<ul style="list-style-type: none"> merancang dan melaksanakan strategi dan prosedur yang betul dalam penyiasatan saintifik dengan bimbingan. menggunakan bahan dan peralatan sains yang sesuai dan betul.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
	<ul style="list-style-type: none"> • mengumpul dan merekodkan data yang relevan. • mengorganisasikan data dalam bentuk numerikal atau visual dengan sedikit ralat. • membuat interpretasi dan kesimpulan yang bersandar kepada data yang dikumpul. • menulis laporan penyiasatan saintifik yang kurang lengkap.
4	<ul style="list-style-type: none"> • merancang dan melaksanakan strategi dan prosedur yang betul dalam penyiasatan saintifik. • mengendali dan menggunakan bahan dan peralatan sains yang sesuai dan betul untuk mendapatkan keputusan yang jitu. • mengumpul data yang relevan dan merekodkan dalam format yang sesuai. • mengorganisasikan data dalam bentuk numerikal atau visual dengan tiada ralat. • membuat interpretasi data dan kesimpulan yang tepat dengan tujuan penyiasatan. • menulis laporan penyiasatan saintifik yang lengkap.
5	<ul style="list-style-type: none"> • menjalankan penyiasatan saintifik dan menulis laporan yang lengkap. • mengumpul, mengorganisasikan dan mempersembahkan data dalam bentuk numerikal atau visual dengan baik. • menginterpretasi data dan kesimpulan yang tepat dengan penaaakulan saintifik.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
	<ul style="list-style-type: none"> • mengenal pasti trend, pola dan hubungan data.
6	<ul style="list-style-type: none"> • menjustifikasikan dapatan penyiasatan dengan mengaitkan teori, prinsip dan hukum sains dalam membuat pelaporan. • menilai dan mencadangkan penambahbaikan kepada kaedah penyiasatan dan kaedah inkuiri lanjutan apabila perlu. • membincangkan kesahan data dan mencadangkan penambahbaikan kaedah pengumpulan data.

Pentaksiran sikap saintifik dan nilai murni boleh dilaksanakan sepanjang tahun. Jadual 12 boleh dijadikan panduan guru dalam membuat pertimbangan profesional.

Jadual 12: Tafsiran Umum Tahap Penguasaan Sikap Saintifik dan Nilai Murni

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	<ul style="list-style-type: none"> • menyatakan cara bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan masalah. • menyatakan implikasi menggunakan sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu tertentu. • menggunakan bahasa saintifik untuk berkomunikasi. • mendokumentasikan sumber maklumat yang digunakan.
2	<ul style="list-style-type: none"> • menyatakan cara bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan masalah. • menyatakan implikasi menggunakan sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu tertentu. • menggunakan bahasa saintifik untuk berkomunikasi. • mendokumentasikan sumber maklumat yang digunakan.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
3	<ul style="list-style-type: none"> • menyatakan cara bagaimana sains digunakan untuk menyelesaikan masalah menyatakan implikasi menggunakan sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu tertentu. • menggunakan bahasa saintifik yang terhad untuk berkomunikasi. • mendokumentasikan sedikit sumber maklumat yang digunakan.
4	<ul style="list-style-type: none"> • menentukan bagaimana sains digunakan untuk menangani masalah atau isu tertentu. • menentukan implikasi menggunakan sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu tertentu. • selalu menggunakan bahasa saintifik yang mencukupi untuk berkomunikasi. • mendokumentasikan sebahagian daripada sumber maklumat yang digunakan.
5	<ul style="list-style-type: none"> • merumuskan bagaimana sains digunakan untuk menangani masalah atau isu tertentu. • merumus implikasi sesuatu masalah atau isu tertentu. • sentiasa menggunakan bahasa saintifik untuk berkomunikasi dengan baik. • mendokumentasikan hampir kesemua sumber maklumat yang digunakan.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
6	<ul style="list-style-type: none"> • merumuskan bagaimana sains digunakan untuk menangani masalah atau isu tertentu. • membincang dan menganalisis implikasi sains untuk menyelesaikan sesuatu masalah atau isu tertentu. • sentiasa menggunakan bahasa saintifik secara konsisten untuk berkomunikasi dengan jelas dan tepat. • mendokumentasikan sumber maklumat dengan lengkap. • menjadi contoh kepada murid lain.

Tahap Penguasaan Keseluruhan

Tahap Penguasaan Keseluruhan KSSM Biologi perlu ditentukan pada setiap akhir tahun. Tahap Penguasaan Keseluruhan ini merangkumi aspek pengetahuan, kemahiran dan nilai. Guru perlu mentaksir murid secara kolektif dan holistik dengan melihat semua aspek semasa proses pembelajaran. Guru hendaklah menggunakan pertimbangan profesional dalam semua proses pentaksiran, khususnya dalam menentukan tahap penguasaan keseluruhan. Pertimbangan profesional boleh dilakukan berdasarkan pengetahuan dan pengalaman guru, interaksi guru bersama murid serta perbincangan bersama rakan sejawat satu

panitia. Jadual 13 menunjukkan pernyataan tahap penguasaan keseluruhan KSSM Biologi.

Jadual 13: Pernyataan Tahap Penguasaan Keseluruhan KSSM Biologi

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1 (Tahu)	Murid tahu perkara asas atau boleh melakukan kemahiran asas atau memberi respons terhadap perkara yang asas dalam bidang biologi.
2 (Tahu dan faham)	Murid menunjukkan kefahaman dengan menjelaskan sesuatu perkara yang dipelajari dalam bentuk komunikasi dalam bidang biologi.
3 (Tahu, faham dan boleh buat)	Murid menggunakan pengetahuan untuk melaksanakan sesuatu kemahiran pada suatu situasi dalam bidang biologi.

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
4 (Tahu, faham dan boleh buat dengan beradab)	Murid menggunakan pengetahuan dan melaksanakan sesuatu kemahiran dengan beradab iaitu mengikut prosedur atau secara analitik dan sistematik dalam bidang biologi.
5 (Tahu, faham dan boleh buat dengan beradab terpuji)	Murid menggunakan pengetahuan dan melaksanakan sesuatu kemahiran pada situasi baharu dengan mengikut prosedur atau secara sistematik serta tekak dan bersikap positif dalam bidang biologi.
6 (Tahu, faham dan boleh buat dengan beradab mithali)	Murid berupaya menggunakan pengetahuan dan kemahiran sedia ada untuk digunakan pada situasi baharu secara sistematik, bersikap positif, kreatif dan inovatif dalam penghasilan idea baharu serta boleh dicontohi dalam bidang biologi.

ORGANISASI KANDUNGAN

KSSM Biologi Tingkatan 4 dan Tingkatan 5 disusun di bawah lima tema iaitu Asas Biologi, Fisiologi Manusia dan Haiwan, Fisiologi Tumbuhan Berbunga, Ekosistem dan Kelestarian, serta Pewarisan dan Teknologi Genetik. Setiap tema dibahagikan kepada beberapa bidang pembelajaran seperti di Jadual 14 dan Jadual 15.

Jadual 14: Tema dan Bidang dalam KSSM Biologi Tingkatan 4

Tema	Bidang Pembelajaran
Asas Biologi	1.0 Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal
	2.0 Biologi Sel dan Organisasi Sel
	3.0 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma
	4.0 Komposisi Kimia dalam Sel
	5.0 Metabolisme dan Enzim
	6.0 Pembahagian sel
	7.0 Respirasi Sel
Fisiologi Manusia dan Haiwan	8.0 Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan
	9.0 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia
	10.0 Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan
	11.0 Keimunan Manusia
	12.0 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia
	13.0 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia

Tema	Bidang Pembelajaran
	14.0 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan
	15.0 Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan

Jadual 15: Tema dan Bidang dalam KSSM Biologi Tingkatan 5

Tema	Bidang Pembelajaran
Fisiologi Tumbuhan Berbunga	16.0 Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan
	17.0 Struktur dan Fungsi Daun
	18.0 Nutrisi dalam Tumbuhan
	19.0 Pengangkutan dalam Tumbuhan
	20.0 Gerak Balas dalam Tumbuhan
	21.0 Pembiakan Seks dalam Tumbuhan Berbunga
	22.0 Penyesuaian Tumbuhan pada Habitat Berlainan
Ekosistem dan Kelestarian Alam Sekitar	23.0 Biodiversiti
	24.0 Ekosistem
	25.0 Kelestarian Alam Sekitar
Pewarisan dan Teknologi Genetik	26.0 Pewarisan
	27.0 Variasi
	28.0 Kejuruteraan Genetik dan Bioteknologi

Pelaksanaan bagi KSSM Biologi adalah mengikut Surat Pekeliling Ikhtisas yang berkuatkuasa sekarang iaitu minima 96 jam setahun.

Bidang Pembelajaran bagi setiap tema diperincikan melalui Standard Kandungan (SK) dan Standard Pembelajaran (SP). SK mempunyai satu atau lebih SP yang dikonsepsikan berdasarkan bidang pembelajaran tertentu.

PdP perlu dirancang secara holistik dan bersepadu bagi membolehkan beberapa SP dicapai bergantung kepada kesesuaian dan kepayaan murid. Guru perlu meneliti SK, SP dan SPi yang berkenaan dalam merancang aktiviti PdP. Guru perlu merancang aktiviti yang dapat melibatkan murid secara aktif bagi menjana pemikiran secara analitis, kritis, inovatif dan kreatif. Teknologi digunakan sebagai wahana untuk melaksanakan PdP. Pelaksanaan PdP yang berasaskan aktiviti, penyiasatan dan eksperimen hendaklah dijalankan bagi mengukuhkan kefahaman murid.

KSSM Biologi memberi fokus kepada penguasaan ilmu pengetahuan, kemahiran dan nilai yang sesuai dengan tahap kebolehan murid. Setiap bidang mempunyai SK, SP dan SPi ditunjukkan dalam Jadual 16. Lajur Catatan memperincikan skop bagi SK dan SP. Ia juga merangkumi cadangan aktiviti yang harus

dilaksanakan dan/ atau nota yang berkaitan dengan SP dan batasan terhadap SP.

Jadual 16: Tafsiran Standard Kandungan, Standard Pembelajaran dan Standard Prestasi

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	STANDARD PRESTASI
Pernyataan spesifik tentang perkara yang murid patut ketahui dan boleh lakukan dalam suatu tempoh persekolahan merangkumi aspek pengetahuan, kemahiran dan nilai.	Suatu penetapan kriteria atau indikator kualiti pembelajaran dan pencapaian yang boleh diukur bagi setiap standard kandungan.	Suatu set kriteria umum yang menunjukkan tahap-tahap prestasi yang perlu murid pamerkan sebagai tanda bahawa sesuatu perkara itu telah dikuasai murid.

Dalam menyediakan aktiviti dan persekitaran pembelajaran yang sesuai dan relevan dengan kebolehan serta minat murid, guru perlu menggunakan kreativiti dan kebijaksanaan mereka. Senarai aktiviti yang dicadangkan bukanlah sesuatu yang mutlak. Guru disarankan menggunakan sumber yang pelbagai seperti buku dan internet dalam menyediakan aktiviti PdP bersesuaian dengan keupayaan dan minat murid mereka.

Standard Kandungan,
Standard Pembelajaran
dan Standard Prestasi
Tingkatan 4

TEMA

ASAS BIOLOGI

BIDANG PEMBELAJARAN

1.0 Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal

2.0 Biologi Sel dan Organisasi Sel

3.0 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma

4.0 Komposisi Kimia dalam Sel

5.0 Metabolisme dan Enzim

6.0 Pembahagian Sel

7.0 Respirasi Sel

Tema 1 :

ASAS BIOLOGI

Tema ini bertujuan untuk memberi kefahaman sains tentang biologi melalui pemerolehan pengetahuan biologi secara penyiasatan saintifik dengan kaedah inkuiri. Tema ini merangkumi kefahaman mengenai bidang dan kerjaya dalam biologi. Tema ini memberi fokus tentang sel sebagai unit sains hidupan, peranan membran plasma dalam fisiologi sel, komposisi kimia dalam sel, pembahagian sel dan respirasi sel.

Bidang Pembelajaran:

- 1.0 Pengenalan kepada Biologi dan Peraturan Makmal
 - 1.1 Bidang Biologi dan Kerjaya
 - 1.2 Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal Biologi
 - 1.3 Berkomunikasi dalam Biologi
 - 1.4 Penyiasatan Saintifik dalam Biologi
- 2.0 Biologi Sel dan Organisasi Sel
 - 2.1 Struktur dan Fungsi Sel
 - 2.2 Proses Hidup Organisma Unisel
 - 2.3 Proses Hidup Organisma Multisel
 - 2.4 Aras Organisasi
- 3.0 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma
 - 3.1 Struktur Membran Plasma
 - 3.2 Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma
 - 3.3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Organisma Hidup
 - 3.4 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Kehidupan Harian
- 4.0 Komposisi Kimia dalam Sel
 - 4.1 Air
 - 4.2 Karbohidrat
 - 4.3 Protein
 - 4.4 Lipid
 - 4.5 Asid Nukleik

- 5.0 Metabolisme dan Enzim
 - 5.1 Metabolisme
 - 5.2 Enzim
 - 5.3 Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian

- 6.0 Pembahagian Sel
 - 6.1 Pembahagian Sel
 - 6.2 Kitar Sel dan Mitosis
 - 6.3 Meiosis
 - 6.4 Isu Pembahagian Sel Terhadap Kesihatan Manusia

- 7.0 Respirasi Sel
 - 7.1 Penghasilan Tenaga melalui Respirasi Sel
 - 7.2 Respirasi Aerob
 - 7.3 Fermentasi

1.0 PENGENALAN KEPADA BIOLOGI DAN PERATURAN MAKMAL

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
1.1 Bidang Biologi dan Kerjaya	Murid boleh: 1.1.1 Menyatakan maksud biologi. 1.1.2 Menyenaikan bidang kajian biologi, kerjaya dan kemajuan dalam bidang berkaitan. 1.1.3 Menjana idea tentang perkembangan bidang biologi dan sumbangan teknologi biologi kepada manusia. 1.1.4 Memberikan contoh kerjaya yang berkaitan dengan bidang biologi.	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan multimedia/ poster mengenai bidang kajian biologi (botani, ekologi dan lain-lain) dan kemajuan yang berkaitan dengan bidang biologi (bioteknologi, nanobioteknologi, bioinformatik dan lain-lain).</p> <p>Mencari maklumat dan membuat poster/ persembahan multimedia/ pameran berkaitan sumbangan ahli biologi, perkembangan teknologi biologi dalam kehidupan harian.</p> <p>Menjalankan aktiviti main peranan kerjaya dalam bidang biologi terkini.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
1.2 Keselamatan dan Peraturan dalam Makmal Biologi	<p>Murid boleh:</p> <p>1.2.1 Menjelaskan peralatan perlindungan diri dan fungsinya.</p> <p>1.2.2 Mengenal pasti dan mewajarkan bahan yang boleh dibuang ke dalam sinki.</p> <p>1.2.3 Mengenal pasti dan mewajarkan bahan yang tidak boleh dibuang ke dalam sinki.</p>	<p>Nota: Penekanan diberi kepada fungsi sarung tangan, baju dan kasut makmal, cecair pencuci mata, topeng muka, pencuci tangan, kebuk wasap, kabinet aliran lamina, kabinet keselamatan biologi, stesen pancuran kecemasan dan lain-lain.</p> <p>Nota: Kategori bahan yang boleh dibuang dalam sinki adalah seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) bahan yang mempunyai nilai pH antara 5 dan 9. (ii) cecair atau larutan dengan kepekatan rendah dan tidak berbahaya. <p>Nota: Kategori bahan yang tidak boleh dibuang dalam sinki adalah seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sisa pepejal (bahan kimia, kaca, getah). (ii) bahan yang mempunyai nilai pH yang kurang daripada 5 dan lebih daripada 9. (iii) pelarut organik. (iv) bahan kimia (asid, gris, minyak, cat minyak, hidrogen peroksida). (v) bahan toksik. (vi) logam berat. (vii) bahan sisa organik (mikroorganisma, bangkai). (viii) bahan buangan radioaktif. (ix) bahan meruap. (x) bahan reaktif.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>1.2.4 Memerihalkan kaedah mengurus bahan sisa biologi.</p> <p>1.2.5 Berkomunikasi mengenai langkah-langkah mengurus kemalangan dalam makmal.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan multimedia mengenai bahan-bahan sisa biologi serta mengenal pasti Prosedur Operasi Piawai untuk mengurus bahan sisa tersebut.</p> <p>Nota: Penekanan diberi kepada kemalangan yang melibatkan tumpahan bahan kimia dan merkuri*.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mencari maklumat tentang langkah mengurus kemalangan dalam makmal yang ditetapkan oleh agensi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Malaysian Biosafety and Biosecurity Association (MBBA). (ii) National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). <p>Langkah-langkah mengurus tumpahan bahan kimia dan merkuri adalah seperti berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) maklumkan kepada guru/ pembantu makmal. (ii) jadikan tempat tumpahan kawasan larangan. (iii) sekat tumpahan bahan kimia daripada merebak dengan menggunakan pasir (tabur serbuk sulfur untuk menutupi tumpahan merkuri*). (iv) kaut tumpahan bahan kimia. (v) buang dengan selamat . <p>*Hubungi pihak bomba untuk tumpahan merkuri.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	1.2.6 Merumuskan amalan-amalan dalam makmal biologi.	<p>Nota: Membincangkan keselamatan makmal biologi berkenaan dengan etika pakaian, simbol keselamatan, peraturan keselamatan makmal, bantuan kecemasan, langkah keselamatan berhubung kebakaran, pengendalian barangan kaca dan bahan kimia, spesimen hidup dan lain-lain.</p> <p>Membincangkan kepentingan mengamalkan sikap saintifik dan nilai murni semasa menjalankan penyiasatan secara saintifik.</p>
1.3 Berkomunikasi dalam Biologi	<p>Murid boleh:</p> <p>1.3.1 Berkomunikasi tentang data eksperimen dengan membina jadual berdasarkan data daripada eksperimen yang dijalankan.</p>	<p>Nota: Tajuk-tajuk dalam jadual mesti mengandungi pemboleh ubah dimanipulasikan dan pemboleh ubah bergerak balas berserta unit yang sesuai.</p> <p>Contoh dalam jadual: Suhu/ °C atau Suhu (°C).</p> <p>Nilai berangka tidak boleh ditulis dalam bentuk pecahan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>1.3.2 Melukis graf yang sesuai berdasarkan data daripada eksperimen yang dijalankan.</p> <p>1.3.3 Melakarkan lukisan biologi berdasarkan pemerhatian yang dibuat.</p>	<p>Nota: Pemboleh ubah bergerak balas diwakili oleh paksi menegak (paksi-y) dan pemboleh ubah dimanipulasikan diwakili oleh paksi mendatar (paksi-x).</p> <p>Skala pada paksi harus seragam.</p> <p>Tanda titik dengan simbol yang sesuai seperti 'x'.</p> <p>Kaedah melukis graf garis, carta bar dan histogram perlu dibincangkan.</p> <p>Tajuk untuk graf: "Graf (pemboleh ubah bergerak balas) melawan (pemboleh ubah dimanipulasikan)".</p> <p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang penggunaan mikroskop cahaya semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Ciri-ciri lukisan biologi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) besar dan tepat dengan menggunakan pensel yang tajam. (ii) tidak berlorek secara artistik. (iii) garis yang dilukis perlu jelas dan tidak terputus-putus. (iv) berlabel (garis label lurus dan tidak bersilang). (v) bertajuk. <p>Lukisan pelan dan lukisan terperinci perlu dibincangkan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	1.3.4 Mengenal pasti satah badan, keratan dan istilah arah dalam organisma.	<p>Nota: Satah badan terdiri daripada satah frontal, satah sagital dan satah melintang.</p> <p>Keratan termasuk keratan rentas/ melintang dan membujur.</p> <p>Arah merujuk kepada anterior, posterior, superior, inferior, dorsal, ventral dan lateral.</p>
1.4 Penyasatan Saintifik dalam Biologi	Murid boleh: 1.4.1 Mereka bentuk eksperimen untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan kaedah penyasatan saintifik.	<p>Nota: Penekanan diberikan kepada kaedah pemerolehan pengetahuan biologi secara saintifik melalui penyasatan yang sistematik.</p> <p>Penekanan diberikan kepada kemahiran proses sains.</p>

STANDARD PRESTASI

PENGENALAN KEPADA BIOLOGI DAN PERATURAN MAKMAL

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal.
2	Memahami pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pengenalan kepada biologi dan peraturan makmal dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

2.0 BIOLOGI SEL DAN ORGANISASI SEL

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
2.1 Struktur dan Fungsi Sel	Murid boleh: 2.1.1 Menyediakan slaid sel haiwan dan sel tumbuhan. 2.1.2 Mengenal pasti struktur sel haiwan dan sel tumbuhan berdasarkan pemerhatian menerusi mikroskop cahaya. 2.1.3 Menganalisis komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan seperti yang dilihat pada mikrograf.	<p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang sel haiwan dan sel tumbuhan semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Cadangan aktiviti: 1. Menyediakan slaid sel haiwan dan sel tumbuhan. 2. Memerhati, melukis dan melabel gambarajah sel haiwan dan sel tumbuhan: membran plasma, sitoplasma, dinding sel, vakuol dan nukleus dengan menggunakan mikroskop cahaya.</p> <p>Sel haiwan: sel pipi manusia dan sel darah ayam. Sel tumbuhan: sel epidermis bawang, sel daun <i>Hydrilla</i> sp., sel epidermis tumbuhan bakung (<i>spider lily</i>) dan lain-lain.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan multimedia tentang komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan seperti yang dilihat pada mikrograf.</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) dinding sel. (ii) membran plasma. (iii) sitoplasma.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>2.1.4 Menyatakan fungsi utama komponen dalam sel haiwan dan sel tumbuhan seperti yang dilihat pada mikrograf.</p> <p>2.1.5 Membanding dan membezakan komponen antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.</p>	<p>(iv) nukleus dan membran nukleus. (v) mitokondrion. (vi) jalinan endoplasma kasar. (vii) jalinan endoplasma licin. (viii) jasad Golgi. (ix) lisosom. (x) ribosom. (xi) sentriol. (xii) kloroplas. (xiii) vakuol.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membina penyusun grafik/ jadual untuk membanding dan membezakan komponen antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.</p>
2.2 Proses Hidup Organisma Unisel	<p>Murid boleh:</p> <p>2.2.1 Mengkonsepsikan proses hidup organisma unisel seperti <i>Amoeba</i> sp. dan <i>Paramecium</i> sp..</p> <p>2.2.2 Mengitlak proses hidup organisma unisel seperti yang dilihat menerusi mikroskop cahaya.</p>	<p>Nota: Proses-proses hidup: respirasi, nutrisi, pergerakan, pembiakan, pertumbuhan, perkumuhan dan gerak balas.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul dan membincangkan maklumat dengan persembahan multimedia proses hidup dalam <i>Amoeba</i> sp. dan <i>Paramecium</i> sp..</p> <p>Menjalankan eksperimen dengan menggunakan mikroskop cahaya untuk mengkaji proses hidup organisma unisel.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
2.3 Proses Hidup Organisma Multisel	<p>Murid boleh:</p> <p>2.3.1 Menghubung kait keunikan struktur sel khusus dengan fungsi sel dalam organisma multisel.</p> <p>2.3.2 Mengenal pasti sel khusus dalam organisma multisel.</p> <p>2.3.3 Mencerakinkan kepadatan organel tertentu dengan fungsi sel khusus dalam organisma multisel.</p>	<p>Nota: Sel khusus: sel epitelium, sel otot, sel saraf, sel darah merah, sel darah putih, sel sperma, sel mesofil, salur xilem, elemen tiub tapis, sel akar rambut dan sel pengawal.</p> <p>Cadangan aktiviti: Memerhatikan slaid tersedia tisu haiwan dan tisu tumbuhan menerusi mikroskop cahaya.</p> <p>Mengumpul maklumat dan membuat persembahan multimedia untuk menerangkan kepentingan pengkhususan sel dalam haiwan dan tumbuhan multisel.</p> <p>Nota: Contoh-contoh berikut akan dibincangkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) kepadatan mitokondrion dengan fungsi sel sperma, sel otot dan sel meristem. (ii) kepadatan kloroplas dengan fungsi sel mesofil palisad dan sel mesofil berspan. (iii) kepadatan jalinan endoplasma kasar dan jasad Golgi dengan fungsi sel pankreas dan sel goblet. (iv) kepadatan jalinan endoplasma licin dan jasad Golgi dengan fungsi sel hati.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	2.3.4 Menghuraikan kesan kekurangan, ketiadaan atau kegagalan fungsi suatu organel bagi sel tertentu dalam organisma multisel.	<p>Nota: Beri contoh kesan kekurangan, ketiadaan atau kegagalan fungsi suatu organel bagi sel tertentu seperti lisosom, mitokondrion, kloroplas dan ribosom.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat berkaitan kekurangan, ketiadaan atau kegagalan fungsi suatu organel dalam organisma multisel seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) penyakit Tay-Sachs. (ii) disfungsi mitokondrion.
2.4 Aras Organisasi	Murid boleh: 2.4.1 Membuat urutan aras organisasi dalam organisma multisel. 2.4.2 Mengenal pasti sel, tisu atau organ dalam suatu sistem organ. 2.4.3 Berkomunikasi tentang sistem organ dengan fungsi utamanya dalam organisma multisel.	<p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang aras organisasi dalam organisma multisel semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Sistem organ yang terlibat adalah sistem respirasi, sistem pencernaan, sistem peredaran, sistem limfa, sistem saraf, sistem integumen, sistem endokrin, sistem rangka, sistem otot, sistem urinari dan sistem pembiakan.</p>

STANDARD PRESTASI

BIOLOGI SEL DAN ORGANISASI SEL

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai biologi sel dan organisasi sel.
2	Memahami biologi sel dan organisasi sel serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai biologi sel dan organisasi sel untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai biologi dan organisasi sel dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai biologi sel dan organisasi sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan biologi sel dan organisasi sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

3.0 PERGERAKAN BAHAN MERENTASI MEMBRAN PLASMA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
3.1 Struktur Membran Plasma	<p>Murid boleh:</p> <p>3.1.1 Mewajarkan keperluan pergerakan bahan merentasi membran plasma.</p> <p>3.1.2 Memerihalkan komponen membran plasma dan fungsinya berdasarkan model mozek bendalir.</p> <p>3.1.3 Melukis dan melabelkan komponen membran plasma berdasarkan model mozek bendalir.</p> <p>3.1.4 Menghuraikan ketelapan membran plasma.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan kumpulan dan mengumpul maklumat tentang bahan-bahan keperluan sel dan bahan-bahan buangan daripada sel.</p> <p>Nota: Penekanan diberikan kepada:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) dwilapisan fosfolipid. (ii) kolesterol. (iii) protein liang. (iv) protein pembawa. (v) glikoprotein. (vi) glikolipid. <p>Cadangan aktiviti: Membuat kajian tentang sejarah perkembangan model membran plasma.</p> <p>Cadangan aktiviti: Melukis model membran plasma dengan komponen yang berkaitan.</p> <p>Nota: Membincangkan ciri dan sifat dwilapisan fosfolipid.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
<p>3.2 Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma</p>	<p>Murid boleh:</p> <p>3.2.1 Menyatakan ciri bahan yang dapat merentasi membran plasma dari aspek:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) saiz molekul. (ii) kekutuban molekul. (iii) cas ion. <p>3.2.2 Menjalankan eksperimen untuk mengkaji pergerakan bahan merentasi membran telap memilih dengan menggunakan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) tiub Visking. (ii) osmometer ringkas. <p>3.2.3 Menghuraikan dengan contoh pergerakan bahan merentasi membran plasma:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengangkutan pasif. (ii) pengangkutan aktif. <p>3.2.4 Membanding dan membezakan antara pengangkutan pasif dengan pengangkutan aktif.</p>	<p>Nota: Menjalankan eksperimen untuk menunjukkan bahawa molekul kecil (contoh: glukosa) dapat merentasi membran telap memilih manakala molekul besar (contoh: kanji) tidak dapat merentasi membran telap memilih.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji pergerakan bahan merentasi tiub Visking dengan menggunakan osmometer ringkas.</p> <p>Mereka bentuk osmometer ringkas.</p> <p>Nota: Konsep keupayaan air digunakan dalam osmosis.</p> <p>Jenis-jenis pengangkutan pasif:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) resapan ringkas. (ii) osmosis. (iii) resapan berbantu.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
<p>3.3 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Organisma Hidup</p>	<p>Murid boleh:</p> <p>3.3.1 Menjelaskan dengan contoh proses pengangkutan pasif dalam organisma.</p> <p>3.3.2 Menjelaskan dengan contoh proses pengangkutan aktif dalam organisma.</p> <p>3.3.3 Mendefinisikan larutan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) hipotonik. (ii) hipertonic. (iii) isotonic. 	<p>Nota: Penekanan diberi kepada pengangkutan pasif dalam organisma seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pertukaran gas antara alveolus dan kapilari darah. (ii) penyerapan semula air dalam ginjal. (iii) penyerapan air oleh sel akar rambut tumbuhan. (iv) penyerapan fruktosa dalam vilus. <p>Cadangan aktiviti: Membincangkan protein pembawa yang terlibat dalam pengangkutan aktif seperti pam natrium-kalium dan pam proton.</p> <p>Contoh proses pengangkutan aktif dalam organisma:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) penyerapan glukosa dan asid amino dalam vilus. (ii) penyerapan semula glukosa dalam ginjal. (iii) pengangkutan sukrosa dari daun hijau ke tisu floem. (iv) penyerapan ion mineral oleh sel akar rambut tumbuhan. <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk menunjukkan proses osmosis dengan menggunakan tiub Visking, membran telur atau tisu tumbuhan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>3.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan larutan yang berlainan kepekatan terhadap sel haiwan dan sel tumbuhan.</p> <p>3.3.5 Berkomunikasi tentang kesan larutan hipotonik, hipertonic dan isotonic terhadap sel berdasarkan pergerakan molekul air:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sel haiwan. (ii) sel tumbuhan. 	<p>Nota: Istilah 'normal', 'mengecut' dan 'meletus' digunakan untuk menunjukkan keadaan sel haiwan. Fenomena yang terlibat adalah krenasi dan hemolisis/ lisis.</p> <p>Istilah 'segah' dan 'flacid' digunakan untuk menunjukkan keadaan sel tumbuhan. Fenomena yang terlibat adalah plasmolisis dan deplasmolisis.</p> <p>Cadangan aktiviti: Melukis dan melabel:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sel tumbuhan yang mengalami plasmolisis dan deplasmolisis. (ii) sel darah merah haiwan (contoh: darah ayam) yang mengalami hemolisis dan krenasi.
<p>3.4 Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma dalam Kehidupan Harian</p>	<p>Murid boleh:</p> <p>3.4.1 Mengeksperimen untuk menentukan kepekatan sap sel tisu tumbuhan.</p> <p>3.4.2 Menghubung kait kepekatan sap sel suatu tisu tumbuhan dengan fenomena kelayuan tumbuhan.</p> <p>3.4.3 Menghuraikan dengan contoh aplikasi konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam kehidupan harian.</p>	<p>Nota: Membincangkan kepekatan sap sel suatu tisu tumbuhan dengan fenomena kelayuan tumbuhan</p> <p>Nota: Contoh aplikasi konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam kehidupan harian:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) minuman isotonic bagi atlet.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	3.4.4 Berkomunikasi tentang proses osmosis berbalik dalam penulenan air.	<p>(ii) minuman penghidratan semula bagi pesakit cirit-birit.</p> <p>(iii) larutan <i>saline</i> dalam bidang perubatan.</p> <p>(iv) liposom dalam bidang perubatan, kosmetik dan lain-lain.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengaplikasikan konsep pergerakan bahan merentasi membran plasma untuk menghasilkan produk makanan dengan menggunakan bahan mentah tempatan dan memasarkan produk tersebut di peringkat sekolah:</p> <p>(i) pengawetan telur yang berwarna-warni. (ii) pisang salai pelbagai perisa. (iii) kobis yang berwarna. (iv) jeruk buah-buahan dan sayur-sayuran. (v) ikan masin.</p> <p>Mengumpul dan membincangkan maklumat mengenai penggunaan baja berlebihan yang menyebabkan kelayuan tumbuhan.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat mengenai osmosis berbalik melalui pelbagai media dan membuat persembahan.</p>

STANDARD PRESTASI

PERGERAKAN BAHAN MERENTASI MEMBRAN PLASMA

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pergerakan bahan merentasi membran plasma.
2	Memahami pergerakan bahan merentasi membran plasma serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai pergerakan bahan merentasi membran plasma untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pergerakan bahan merentasi membran plasma dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

4.0 KOMPOSISI KIMIA DALAM SEL

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
4.1 Air	Murid boleh: 4.1.1 Memerihalkan sifat molekul air. 4.1.2 Menghubung kait sifat air dengan kepentingannya dalam sel.	<p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang sifat air semasa di Tingkatan 2.</p> <p>Sifat-sifat air yang dibincangkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) kekutuban. (ii) muatan haba tentu air. (iii) daya lekitan. (iv) daya lekatan.
4.2 Karbohidrat	Murid boleh: 4.2.1 Menyenaraikan unsur dalam karbohidrat. 4.2.2 Menjelaskan jenis karbohidrat: <ul style="list-style-type: none"> (i) monosakarida. (ii) disakarida. (iii) polisakarida. 	<p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang kelas makanan dan ujian makanan semasa di Tingkatan 2.</p> <p>Struktur molekul yang terperinci tidak perlu dibincangkan.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan dan pembentangan tentang perkara berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) unsur dalam karbohidrat. (ii) jenis karbohidrat iaitu monosakarida (glukosa, fruktosa, galaktosa), disakarida (maltosa, sukrosa dan laktosa) dan polisakarida (kanji, glikogen dan selulosa). <p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk eksperimen untuk menentukan kehadiran gula penurun dan gula bukan penurun (sukrosa).</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>4.2.3 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian: (i) disakarida. (ii) polisakarida.</p> <p>4.2.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian disakarida.</p> <p>4.2.5 Mewajarkan kepentingan karbohidrat dalam sel.</p>	<p>Nota: Glukosa adalah monomer polisakarida.</p> <p>Hanya penerangan ringkas tentang tindak balas kondensasi dan hidrolisis diperlukan.</p>
4.3 Protein	<p>Murid boleh:</p> <p>4.3.1 Menyenaraikan unsur-unsur dalam protein.</p> <p>4.3.2 Mengkonsepsikan pembentukan dan penguraian dipeptida dan polipeptida.</p> <p>4.3.3 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian dipeptida.</p> <p>4.3.4 Mewajarkan kepentingan protein dalam sel.</p>	<p>Nota: Asid amino adalah monomer kepada polipeptida.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membentangkan tentang perkara berikut: (i) unsur dalam protein seperti karbon, hidrogen, oksigen, sulfur, nitrogen dan fosforus. (ii) pembentukan dan penguraian dipeptida dan polipeptida.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
4.4 Lipid	<p>Murid boleh:</p> <p>4.4.1 Menyenaraikan unsur dalam lipid.</p> <p>4.4.2 Menjelaskan jenis lipid yang utama.</p> <p>4.4.3 Memerihalkan pembentukan dan penguraian trigliserida.</p> <p>4.4.4 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan bagi pembentukan dan penguraian trigliserida.</p> <p>4.4.5 Mewajarkan kepentingan lipid dalam sel dan organisma multisel.</p>	<p>Nota: Jenis lipid: (i) lemak. (ii) lilin. (iii) fosfolipid. (iv) steroid (kolesterol, testosteron, estrogen dan progesteron).</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan dan pembentangan tentang: (i) unsur dalam lipid. (ii) komponen dalam trigliserida. (iii) pembentukan dan penguraian trigliserida.</p> <p>Membina alat berfikir (contoh: peta minda, peta pokok) untuk membandingkan lemak tepu dengan lemak tak tepu.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
4.5 Asid nukleik	<p>Murid boleh:</p> <p>4.5.1 Menyenaraikan unsur dalam asid nukleik.</p> <p>4.5.2 Menerangkan struktur nukleotida: (i) gula bes bernitrogen. (ii) ribosa atau gula deoksiribosa. (iii) fosfat.</p> <p>4.5.3 Menghuraikan struktur polinukleotida: (i) asid deoksiribonukleik (DNA). (ii) asid ribonukleik (RNA).</p> <p>4.5.4 Mewajarkan kepentingan asid nukleik dalam sel: (i) pembawa maklumat pewarisan. (ii) penghasilan protein.</p> <p>4.5.5 Memerihalkan pembentukan kromosom daripada DNA dan protein.</p>	<p>Nota: Nukleotida adalah monomer kepada polinukleotida.</p> <p>Cadangan aktiviti: Melukis struktur molekul DNA dalam keadaan tidak berpintal.</p> <p>Membina model DNA.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menyediakan simulasi komputer/ tayangan multimedia untuk menerangkan struktur asid nukleik.</p>

STANDARD PRESTASI
KOMPOSISI KIMIA DALAM SEL

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai komposisi kimia dalam sel.
2	Memahami komposisi kimia dalam sel serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai komposisi kimia dalam sel untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai komposisi kimia dalam sel dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai komposisi kimia dalam sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan komposisi kimia dalam sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

5.0 METABOLISME DAN ENZIM

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
5.1 Metabolisme	Murid boleh: 5.1.1 Mendefinisikan metabolisme. 5.1.2 Menyatakan jenis metabolisme dalam sel: (i) anabolisme. (ii) katabolisme.	
5.2 Enzim	Murid boleh: 5.2.1 Mendefinisikan enzim. 5.2.2 Menaakul keperluan enzim dalam metabolisme. 5.2.3 Memerihalkan penamaan enzim dengan penambahan –ase pada substrat. 5.2.4 Mencirikan sifat umum enzim.	<p>Nota: Murid mempunyai pengetahuan sedia ada tentang asas enzim semasa di Tingkatan 2. Penekanan diberikan bahawa bukan semua enzim disintesis daripada protein.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membentangkan tentang penamaan enzim secara konvensional dan berdasarkan <i>International of Biochemistry and Molecular Biology</i> (IUBMB).</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>5.2.5 Berkomunikasi tentang penglibatan organel khusus dalam penghasilan: (i) enzim intrasel. (ii) enzim ekstrasel.</p> <p>5.2.6 Menerangkan mekanisme tindakan enzim dengan menggunakan hipotesis 'mangga dan kunci'.</p> <p>5.2.7 Mentafsir rajah tenaga untuk menerangkan mekanisme tindakan enzim.</p> <p>5.2.8 Menghubung kait mekanisme tindakan enzim dengan perubahan faktor berikut: (i) suhu. (ii) pH. (iii) kepekatan substrat. (iv) kepekatan enzim.</p> <p>5.2.9 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan suhu dan pH terhadap aktiviti enzim amilase dan pepsin.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan persembahan multimedia tentang penghasilan enzim intrasel dan ekstrasel.</p> <p>Nota: Penerangan berkaitan dengan kesan perubahan suhu adalah berdasarkan tenaga kinetik, perubahan struktur, frekuensi pelanggaran berkesan dan penyahhasilan. Penerangan berkaitan dengan kesan perubahan pH adalah berdasarkan perubahan struktur and penyahhasilan.</p> <p>Nota: Enzim katalase daripada hati (ayam) atau ubi kentang juga boleh digunakan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
5.3 Aplikasi Enzim dalam Kehidupan Harian	Murid boleh: 5.3.1 Menjelaskan dengan contoh aplikasi enzim dalam kehidupan harian.	Cadangan aktiviti: Membincangkan penggunaan teknologi immobilisasi enzim dalam industri. Contoh penggunaan enzim adalah seperti bio detergen, pemprosesan ikan, penghasilan produk kulit, perubatan, susu bebas laktosa dan jus buah-buahan.

STANDARD PRESTASI
METABOLISME DAN ENZIM

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai metabolisme dan enzim.
2	Memahami metabolisme dan enzim serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai metabolisme dan enzim dalam kehidupan harian untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai metabolisme dan enzim dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai kesan pengetahuan mengenai metabolisme dan enzim dalam kehidupan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan metabolisme dan enzim dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan tugas/ aktiviti dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

6.0 PEMBAHAGIAN SEL

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
6.1 Pembahagian Sel	Murid boleh: 6.1.1 Memerihalkan: (i) kariokinesis (pembahagian nukleus). (ii) sitokinesis (pembahagian sitoplasma). 6.1.2 Memerihalkan haploid, diploid, kromatin, kromosom homolog, kromosom paternal dan kromosom maternal.	Nota: Mencirikan secara ringkas peristiwa yang berlaku dalam pembahagian nukleus dan pembahagian sitoplasma.
6.2 Kitar Sel dan Mitosis	Murid boleh: 6.2.1 Memerihalkan fasa dalam kitar sel. (i) interfasa. (ii) fasa G ₁ . (iii) fasa S. (iv) fasa G ₂ . (v) fasa M. (vi) mitosis. (vii) sitokinesis. 6.2.2 Menyusun peringkat mitosis mengikut urutan.	Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat melakukan simulasi tentang mitosis. Nota: Mencirikan peristiwa yang berlaku dalam setiap peringkat proses mitosis. Cadangan aktiviti: Melukis dan melabel peringkat mitosis mengikut urutan (Profasa, Metafasa, Anafasa dan Telofasa).

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>6.2.3 Berkomunikasi tentang struktur sel dalam setiap peringkat mitosis dan sitokinesis melalui lukisan berlabel.</p> <p>6.2.4 Membanding dan membezakan mitosis dan sitokinesis antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.</p> <p>6.2.5 Membincangkan keperluan mitosis dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) perkembangan embrio. (ii) pertumbuhan organisma. (iii) penyembuhan luka pada kulit. (iv) penjanaan semula. (v) pembiakan aseks. 	<p>Memerhati slaid tersedia setiap peringkat mitosis menerusi mikroskop cahaya.</p> <p>Mereka bentuk model 3 matra peringkat mitosis.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membuat ilustrasi dengan menggunakan multimedia untuk membezakan sitokinesis antara sel haiwan dengan sel tumbuhan.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul, mentafsir dan mempersembahkan maklumat tentang aplikasi mitosis dalam bidang pertanian dan perubatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengkulturan tisu. (ii) pengkulturan daging. (iii) terapi sel stem. <p>Mengadakan lawatan untuk mengkaji kultur tisu di:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Institut Penyelidikan Perhutanan Malaysia (FRIM). (ii) Majlis Minyak Sawit Malaysia (MPOC). (iii) Institut Penyelidikan Dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI). (iv) Lembaga Getah Malaysia (MRB). (v) Pusat pengajian tinggi.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
6.3 Meiosis	<p>Murid boleh:</p> <p>6.3.1 Menyatakan pengertian meiosis.</p> <p>6.3.2 Mengenal pasti jenis sel yang menjalankan meiosis.</p> <p>6.3.3 Menyatakan keperluan meiosis dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pembentukan gamet (gametogenesis). (ii) menghasilkan variasi genetik. (iii) mengekalkan bilangan kromosom diploid dari generasi ke generasi. <p>6.3.4 Menerangkan peringkat-peringkat dalam meiosis mengikut urutan yang betul:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) meiosis i. (ii) meiosis ii. <p>6.3.5 Melukis dan melabel struktur sel dalam setiap peringkat meiosis I, meiosis II dan sitokinesis.</p> <p>6.3.6 Membanding dan membezakan antara meiosis dengan mitosis.</p>	<p>Nota: Mendefinisikan meiosis.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membincangkan keperluan meiosis.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan pelbagai aktiviti simulasi untuk menerangkan perubahan yang berlaku pada setiap peringkat meiosis I dan meiosis II.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membina alat berfikir untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) membanding dan membezakan antara meiosis I dengan meiosis II. (ii) membanding dan membezakan antara meiosis dengan mitosis.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
6.4 Isu Pembahagian Sel Terhadap Kesihatan Manusia	Murid boleh: 6.4.1 Menghuraikan kesan ketidaknormalan mitosis terhadap kesihatan manusia: (i) tumor. (ii) kanser. 6.4.2 Menilai kesan ketidaknormalan meiosis terhadap individu: (i) sindrom Down.	<p>Cadangan aktiviti: Membuat kajian tentang penyakit seperti tumor dan kanser yang diakibatkan oleh mitosis yang tidak terkawal.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membincangkan dengan contoh gangguan yang berpunca daripada ketidaknormalan meiosis.</p>

STANDARD PRESTASI

PEMBAHAGIAN SEL

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pembahagian sel.
2	Memahami pembahagian sel serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi konsep pembahagian sel dalam kehidupan harian untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pembahagian sel dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam dalam kehidupan.
5	Menilai pengetahuan mengenai kesan pembahagian sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan suatu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pembahagian sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan satu tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

7.0 RESPIRASI SEL

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
7.1 Penghasilan Tenaga melalui Respirasi Sel	Murid boleh: 7.1.1 Mewajarkan keperluan tenaga dalam proses metabolisme. 7.1.2 Mengenal pasti substrat utama dalam penghasilan tenaga. 7.1.3 Menyenaraikan jenis respirasi sel: (i) respirasi aerob. (ii) respirasi anaerob. (iii) fermentasi.	Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan kumpulan tentang keperluan tenaga dalam proses metabolisme. Nota: Glukosa merupakan substrat utama bagi respirasi sel yang dihasilkan melalui: (i) proses pencernaan karbohidrat dalam manusia dan haiwan. (ii) proses fotosintesis dalam tumbuhan.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
7.2 Respirasi Aerob	Murid boleh: 7.2.1 Mengkonsepsikan penghasilan tenaga daripada glukosa semasa respirasi aerob dalam sel. 7.2.2 Menulis persamaan perkataan bagi respirasi aerob dalam sel. 7.2.3 Mengeksperimen untuk mengkaji proses respirasi aerob.	Nota: Penerangan termasuk penguraian glukosa (glikolisis) yang berlaku dalam sitoplasma dan penghasilan karbon dioksida serta ATP dalam mitokondrion.
7.3 Fermentasi	Murid boleh: 7.3.1 Menyatakan faktor yang menyebabkan fermentasi berlaku dalam sel.	Nota: Fermentasi berlaku di dalam sel otot manusia, bakteria tertentu, yis dan tumbuhan. Cadangan aktiviti: Mengkaji proses fermentasi dengan menggunakan <i>Lactobacillus</i> . Mengaplikasi konsep fermentasi untuk menghasilkan produk makanan dan memasarkan produk tersebut di peringkat sekolah. Murid boleh menjalankan aktiviti ini sebagai aktiviti ko-kurikulum.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>7.3.2 Menjelaskan dengan contoh penghasilan tenaga daripada glukosa semasa fermentasi dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sel otot manusia. (ii) <i>Lactobacillus</i>. (iii) yis. (iv) tumbuhan seperti padi. <p>7.3.3 Menulis dan menerangkan persamaan perkataan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) fermentasi asid laktik. (ii) fermentasi alkohol. <p>7.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji fermentasi yis.</p> <p>7.3.5 Membanding dan membezakan antara respirasi aerob dengan fermentasi.</p>	

STANDARD PRESTASI

RESPIRASI SEL

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai respirasi sel.
2	Memahami respirasi sel serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai resprasi sel untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai respirasi sel dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai respirasi sel dalam konteks peyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan suatu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan sains respirasi sel dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

TEMA

FISIOLOGI MANUSIA DAN HAIWAN

BIDANG PEMBELAJARAN

- 8.0 Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan**
- 9.0 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia**
- 10.0 Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan**
- 11.0 Keimunan Manusia**
- 12.0 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia**
- 13.0 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia**
- 14.0 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan**
- 15.0 Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan**

Tema 2:

FISIOLOGI MANUSIA DAN HAIWAN

Tema ini bertujuan untuk memberikan kefahaman tentang proses fisiologi yang berlaku dalam manusia dan haiwan. Manusia dan haiwan menjalankan proses fisiologi iaitu respirasi, nutrisi, kepekaan, perkumuhan, pergerakan, pembiakan dan pertumbuhan. Tema ini akan memberikan penekanan kepada kefahaman tentang fungsi organ dalam setiap proses fisiologi. Kefahaman tentang tema ini akan menyumbang pengetahuan tentang penjagaan diri dan perkembangan sains dan teknologi.

Bidang Pembelajaran:

- 8.0 Sistem Respirasi dalam Manusia dan Haiwan
 - 8.1 Jenis Sistem Respirasi
 - 8.2 Mekanisme Pernafasan
 - 8.3 Pertukaran Gas dalam Manusia
 - 8.4 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Respirasi Manusia

- 9.0 Nutrisi dan Sistem Pencernaan Manusia
 - 9.1 Sistem Pencernaan
 - 9.2 Pencernaan
 - 9.3 Penyerapan
 - 9.4 Asimilasi
 - 9.5 Penyahinjaan
 - 9.6 Gizi Seimbang
 - 9.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan

- 10.0 Pengangkutan dalam Manusia dan Haiwan
 - 10.1 Jenis Sistem Peredaran
 - 10.2 Sistem Peredaran Manusia
 - 10.3 Mekanisme Denyutan Jantung
 - 10.4 Mekanisme Pembekuan Darah
 - 10.5 Kumpulan Darah Manusia
 - 10.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Darah Manusia
 - 10.7 Sistem Limfa Manusia
 - 10.8 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia

- 11.0 Keimunan Manusia
 - 11.1 Pertahanan Badan
 - 11.2 Tindakan Antibodi
 - 11.3 Jenis Keimunan
 - 11.4 Isu Kesihatan Berkaitan Keimunan

- 12.0 Koordinasi dan Gerak Balas dalam Manusia
 - 12.1 Koordinasi dan Gerak Balas
 - 12.2 Sistem Saraf
 - 12.3 Neuron dan Sinaps
 - 12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal
 - 12.5 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf
 - 12.6 Sistem Endokrin
 - 12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin

- 13.0 Homeostasis dan Sistem Urinari Manusia
 - 13.1 Homeostasis
 - 13.2 Sistem Urinari
 - 13.3 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Urinari

- 14.0 Sokongan dan Pergerakan dalam Manusia dan Haiwan
 - 14.1 Jenis Rangka
 - 14.2 Sistem Otot Rangka Manusia
 - 14.3 Mekanisme Pergerakan dan Gerak alih.
 - 14.4 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Otot Rangka Manusia

- 15.0 Pembiakan Seks, Perkembangan dan Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan
 - 15.1 Sistem Pembiakan Manusia
 - 15.2 Gametogenesis Manusia
 - 15.3 Kitar Haid
 - 15.4 Perkembangan Fetus Manusia
 - 15.5 Pembentukan Kembar
 - 15.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pembiakan Manusia
 - 15.7 Pertumbuhan dalam Manusia dan Haiwan

8.0 SISTEM RESPIRASI DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
8.1 Jenis Sistem Respirasi	<p>Murid boleh:</p> <p>8.1.1 Mengenal pasti struktur respirasi dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) serangga. (ii) ikan. (iii) amfibia. (iv) manusia. <p>8.1.2 Memerihalkan penyesuaian struktur respirasi dan fungsinya dalam pertukaran gas bagi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) haiwan. (ii) manusia. <p>8.1.3 Membanding dan membezakan antara struktur respirasi manusia dengan haiwan.</p>	<p>Nota: Murid telah mempelajari organ respirasi dan pernafasan manusia semasa di Tingkatan 3.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji kesan pertambahan jumlah luas permukaan terhadap kadar resapan sebagai analogi dalam pertukaran gas.</p> <p>Menjalankan ekspeimen untuk mengkaji struktur respirasi dalam haiwan.</p> <p>Cadangan aktiviti : Membina alat berfikir untuk membandingkan struktur respirasi manusia dan haiwan.</p>
8.2 Mekanisme Pernafasan	<p>Murid boleh:</p> <p>8.2.1 Membanding dan membezakan antara mekanisme pernafasan dalam manusia dengan haiwan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membina model untuk menunjukkan tindakan otot diafragma semasa pernafasan dalam manusia.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
		Mereka bentuk model untuk menunjukkan tindakan antagonistik otot interkosta semasa pernafasan dalam manusia.
8.3 Pertukaran Gas dalam Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>8.3.1 Berkomunikasi tentang respirasi luar dan respirasi dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pertukaran gas antara paru dengan darah. (ii) pengangkutan gas respirasi dari paru ke tisu. (iii) pertukaran gas antara darah dengan tisu. (iv) pengangkutan gas respirasi dari tisu ke paru. 	<p>Nota: Murid telah mempelajari pengangkutan oksigen dalam manusia semasa di Tingkatan 3.</p> <p>Konsep tekanan separa oksigen dan tekanan separa karbon dioksida digunakan dalam penerangan pertukaran gas.</p>
8.4 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Respirasi Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>8.4.1 Bercerita tentang kesan <i>Chronic Obstructive Pulmonary Disease</i> (COPD) terhadap sistem respirasi manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) asma. (ii) bronkitis kronik. (iii) emfisema. 	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti pembentangan tentang COPD.</p>

STANDARD PRESTASI

SISTEM RESPIRASI DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai sistem respirasi dalam manusia dan haiwan.
2	Memahami sistem respirasi dalam manusia dan haiwan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai sistem respirasi dalam manusia dan haiwan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai sistem respirasi dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai sistem respirasi dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan suatu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan sistem respirasi dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

9.0 NUTRISI DAN SISTEM PENCERNAAN MANUSIA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
9.1 Sistem Pencernaan	Murid boleh: 9.1.1 Mengenal pasti struktur sistem pencernaan manusia.	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan kepada sistem pencernaan manusia semasa di Tingkatan 1. Struktur sistem pencernaan manusia yang akan dibincangkan: Mulut, kelenjar liur, esofagus, perut, hati, pundi hempedu, pankreas, usus kecil dan usus besar.</p> <p>Cadangan aktiviti: Melukis dan melabel struktur kelenjar liur, kelenjar gaster dan kelenjar usus yang diperhatikan pada slaid tersedia dengan menggunakan mikroskop cahaya.</p>
9.2 Pencernaan	Murid boleh: 9.2.1 Memerihalkan jenis pencernaan: (i) pencernaan fizikal. (ii) pencernaan kimia. 9.2.2 Mencerakinkan proses dan hasil pencernaan karbohidrat dalam mulut.	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan kepada pencernaan fizikal dan pencernaan kimia dalam manusia semasa di Tingkatan 1. Pencernaan fizikal: pengunyahan dan peristalsis. Pencernaan kimia: tindakan enzim.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>9.2.3 Mencerakinkan proses dan hasil pencernaan protein dalam perut.</p> <p>9.2.4 Memerihalkan pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil.</p> <p>9.2.5 Mengeksperimen untuk mengkaji pencernaan kanji, protein dan lipid dalam sampel makanan.</p>	<p>Nota: Sel-sel pada kelenjar gaster: (i) sel utama (merembeskan pepsinogen). (ii) sel parietal (merembeskan asid hidroklorik). (iii) sel goblet (merembeskan mukus).</p> <p>Nota: Memberi penekanan tentang pencernaan karbohidrat, protein dan lipid dalam usus kecil. (i) hati: menghasilkan hempedu. (ii) pundi hempedu: menyimpan dan merembeskan hempedu. (iii) pankreas: merembeskan tripsin, amilase pankreas dan lipase. (iv) ileum: merembeskan mukus, maltase, sukrase, laktase, lipase dan erepsin.</p>
9.3 Penyerapan	<p>Murid boleh:</p> <p>9.3.1 Mengenal pasti struktur vilus dalam ileum.</p>	<p>Nota: Penekanan diberikan kepada struktur vilus dalam ileum: (i) sel epitelium. (ii) sel goblet. (iii) kapilari darah. (iv) lakteal. (v) kelenjar usus.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	9.3.2 Berkomunikasi tentang penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna.	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan kepada penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Penekanan diberikan kepada penyesuaian ileum dan vilus dalam penyerapan makanan tercerna:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) fruktosa secara resapan berbantu. (ii) glukosa dan galaktosa secara pengangkutan aktif. (iii) asid amino secara pengangkutan aktif. (iv) vitamin secara pengangkutan aktif. (v) air secara osmosis. (vi) asid lemak dan gliserol secara resapan ringkas. <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang penyerapan alkohol dan penyerapan dadah dan membentangkannya.</p>
9.4 Asimilasi	Murid boleh: 9.4.1 Memerihalkan peranan sistem peredaran dalam asimilasi makanan tercerna. 9.4.2 Membincangkan fungsi hati dalam asimilasi makanan tercerna: <ul style="list-style-type: none"> (i) metabolisme makanan tercerna (karbohidrat dan protein). (ii) penyimpanan nutrien. (iii) penyahtoksinan. 	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan menerangkan tentang asimilasi lipid.</p> <p>Menjalankan kajian ilimiah tentang pelbagai fungsi hati dan menghasilkan buku skrap.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
9.5 Penyahatinjaan	Murid boleh: 9.5.1 Menerangkan fungsi usus besar: (i) penyerapan air dan vitamin. (ii) pembentukan tinja.	Nota: Murid telah diperkenalkan kepada penyahatinjaan semasa di Tingkatan 1. Menekankan penghasilan vitamin oleh mikroorganisma dan penyerapan oleh usus besar.
9.6 Gizi Seimbang	Murid boleh: 9.6.1 Mengeksperimen untuk mengkaji nilai tenaga dalam sampel makanan . 9.6.2 Mengeksperimen untuk menentukan kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau jus sayur-sayuran. 9.6.3 Mewajarkan pengubahsuaian diet bagi individu yang: (i) mengalami obesiti. (ii) menghidap penyakit tertentu: - diabetes mellitus. - kardiovaskular. - kanser.	Nota : Murid telah diperkenalkan kepada gizi seimbang semasa di Tingkatan 1. Cadangan aktiviti: Mengkaji kesan suhu terhadap kandungan vitamin C dalam jus buah-buahan atau jus sayur-sayuran dengan menjalankan eksperimen. Nota: Murid telah diperkenalkan kepada kepentingan gizi seimbang dan faktor-faktor yang mempengaruhi keperluan tenaga individu semasa di Tingkatan 1. Cadangan aktiviti: Merancang hidangan berdasarkan Pinggan Sihat Malaysia (<i>Malaysian Healthy Plate</i>) untuk individu yang berbeza.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
9.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pencernaan dan Tabiat Pemakanan	Murid boleh: 9.7.1 Meramalkan kesan mengubahsuai organ pencernaan terhadap kesihatan manusia. 9.7.2 Merangkakan isu-isu kesihatan berkaitan penyahtinjaan. 9.7.3 Menghubungkan isu kesihatan yang berkaitan tabiat pemakanan.	<p>Cadangan aktiviti: Membincangkan isu kesihatan yang berkaitan dengan penyahtinjaan.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membuat kajian kes tentang isu kesihatan yang berkaitan tabiat pemakanan.</p> <p>Contoh isu kesihatan yang berkaitan tabiat pemakanan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) diabetes jenis 2. (ii) obesiti. (iii) gastritis. (iv) refluks asid. (v) dismorfia otot. (vi) anoreksia nervosa. (vii) bulimia nervosa. (viii) <i>pica</i>.

**STANDARD PRESTASI
NUTRISI DAN SISTEM PENCERNAAN MANUSIA**

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai nutrisi dan sistem pencernaan manusia.
2	Memahami nutrisi dan sistem pencernaan manusia serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai nutrisi dan sistem pencernaan manusia untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai nutrisi dan sistem pencernaan manusia dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai nutrisi dan sistem pencernaan manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan nutrisi dan sistem pencernaan manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

10.0 PENGANGKUTAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
10.1 Jenis Sistem Peredaran	<p>Murid boleh:</p> <p>10.1.1 Mewajarkan keperluan sistem pengangkutan dalam organisma multisel kompleks.</p> <p>10.1.2 Mengenal pasti bahan yang diangkut oleh sistem pengangkutan: (i) bahan keperluan sel. (ii) bahan buangan sel.</p> <p>10.1.3 Mengkonsepsikan jenis sistem peredaran dalam organisma multisel: (i) terbuka. (ii) tertutup.</p> <p>10.1.4 Membanding dan membezakan antara sistem peredaran dalam organisma multisel: (i) serangga. (ii) ikan. (iii) amfibia. (iv) manusia.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan perubahan nisbah jumlah luas permukaan / isipadu (JLP/I) terhadap kadar resapan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
10.2 Sistem Peredaran Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>10.2.1 Memerihalkan komponen sistem peredaran manusia: (i) jantung. (ii) salur darah. (iii) darah.</p> <p>10.2.2 Menerangkan komposisi darah: (i) plasma. (ii) sel darah.</p> <p>10.2.3 Membanding dan membezakan antara jenis salur darah: (i) arteri. (ii) vena. (iii) kapilari.</p>	<p>Nota: Murid telah mempelajari peredaran darah manusia semasa di Tingkatan 3. Memberi penekanan kepada jenis salur darah: (i) arteri. (ii) arteriol. (iii) kapilari. (iv) venul. (v) vena.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>10.2.4 Melabel struktur jantung manusia dan salur darah berkaitan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) aorta. (ii) vena kava. (iii) arteri pulmonari dan vena pulmonari. (iv) arteri koronari dan vena koronari. (v) injap sabit. (vi) injap bikuspid dan injap trikuspid. (vii) septum. <p>10.2.5 Memerihalkan fungsi bahagian jantung.</p>	
10.3 Mekanisme Denyutan Jantung	<p>Murid boleh:</p> <p>10.3.1 Memerihalkan mekanisme denyutan jantung manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) nodus sinoatrium (perentak jantung). (ii) nodus atrioventrikel. (iii) berkas His. (iv) gentian Purkinje. <p>10.3.2 Berkomunikasi tentang daya yang menyebabkan peredaran darah dalam manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengepaman jantung. (ii) pengecutan otot rangka. 	<p>Cadangan aktiviti: Penghasilan bunyi “lub-dub” oleh jantung dibincangkan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
10.4 Mekanisme Pembekuan Darah	Murid boleh: 10.4.1 Mewajarkan keperluan mekanisme pembekuan darah. 10.4.2 Memerihalkan mekanisme pembekuan darah. 10.4.3 Memerihalkan isu kesihatan yang berkaitan dengan pembekuan darah: (i) trombosis. (ii) embolisme. (iii) hemofilia.	Cadangan aktiviti: Menonton tayangan video mekanisme pembekuan darah. Cadangan aktiviti: Mengumpulkan dan menyampaikan maklumat tentang trombosis, embolisme dan hemofilia.
10.5 Kumpulan Darah Manusia	Murid boleh: 10.5.1 Memerihalkan kumpulan darah ABO. 10.5.2 Menghubung kait kumpulan darah ABO dengan pendermaan darah. 10.5.3 Memerihalkan faktor Rhesus. 10.5.4 Menaakul faktor Rhesus yang tidak sepadan terhadap kehamilan.	Nota: Penekanan diberi kepada antigen A, antigen B, antibodi anti-A dan antibodi anti-B. Nota: Antigen D dan antibodi anti-D dibincangkan.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
10.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Peredaran Manusia	Murid boleh: 10.6.1 Mewajarkan keperluan sistem peredaran yang sihat. 10.6.2 Berkomunikasi tentang penyakit kardiovaskular.	Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian kes tentang amalan untuk menjaga sistem peredaran. Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membincangkan tentang rawatan kegagalan fungsi jantung. Contoh penyakit kardiovaskular: (i) arteriosklerosis. (ii) aterosklerosis. (iii) hipertensi. (iv) angina. (v) penginfarkan miokardium. (vi) strok.
10.7 Sistem Limfa Manusia	Murid boleh: 10.7.1 Mensintesis proses pembentukan bendalir tisu dan limfa. 10.7.2 Membanding dan membezakan antara kandungan limfa dengan: (i) bendalir tisu. (ii) darah. 10.7.3 Menghuraikan komponen sistem limfa: (i) limfa. (ii) kapilari limfa. (iii) salur limfa. (iv) nodus limfa. (v) organ limfa.	Nota: Organ limfa: limpa, tonsil, kelenjar timus, apendiks dan sum-sum tulang.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	10.7.4 Mewajarkan keperluan sistem limfa: <ul style="list-style-type: none"> (i) pelengkap kepada sistem peredaran darah. (ii) pengangkutan bahan larut lemak. (iii) pertahanan badan. 	
10.8 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Limfa Manusia	Murid boleh: 10.8.1 Memerihalkan isu kesihatan berkaitan sistem limfa.	Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membincangkan punca yang menyebabkan edema: <ul style="list-style-type: none"> (i) filariasis. (ii) jangkitan parasit. (iii) kekurangan protein plasma. (iv) kehamilan. (v) pesakit terlantar untuk tempoh yang lama.

STANDARD PRESTASI

PENGANGKUTAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pengangkutan dalam manusia dan haiwan.
2	Memahami pengangkutan dalam manusia dan haiwan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai pengangkutan dalam manusia dan haiwan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pengangkutan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pengangkutan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pengangkutan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

11.0 KEIMUNAN MANUSIA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
11.1 Pertahanan Badan	Murid boleh: 11.1.1 Mendefinisikan: (i) keimunan. (ii) antigen. (iii) antibodi. 11.1.2 Memerihalkan tiga barisan pertahanan manusia: (i) barisan pertahanan pertama. - fizikal. - kimia. (ii) barisan pertahanan kedua. - demam. - keradangan. - fagositosis. (iii) barisan pertahanan ketiga. - antibodi. - sel memori.	Nota: Murid telah diperkenalkan ketiga-tiga barisan pertahanan badan manusia semasa di Tingkatan 2. Cadangan aktiviti: Mereka bentuk permainan untuk menunjukkan tindak balas antigen-antibodi.
11.2 Tindakan Antibodi	Murid boleh: 11.2.1 Menjelaskan tindakan antibodi terhadap antigen asing: (i) peneutralan. (ii) pengaglutinan. (iii) pemendakan. (iv) pengopsoninan. (v) penguraian.	

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
11.3 Jenis Keimunan	Murid boleh: 11.3.1 Berkomunikasi tentang jenis-jenis keimunan: (i) keimunan pasif. (ii) keimunan aktif. 11.3.2 Membanding dan membezakan antara keimunan pasif dengan keimunan aktif.	
11.4 Isu Kesihatan Berkaitan Keimunan Manusia	Murid boleh: 11.4.1 Memerihalkan isu kesihatan berkaitan <i>Acquired Immuno Deficiency Syndrome (AIDS)</i> .	Cadangan aktiviti: Membuat kajian ilmiah tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan keimunan manusia: (i) <i>Systemic Lupus Erythematosus (SLE)</i> . (ii) alahan.

STANDARD PRESTASI

KEIMUNAN MANUSIA

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai keimunan dalam manusia.
2	Memahami keimunan dalam manusia dan dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai keimunan dalam manusia untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai keimunan dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai keimunan dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan keimunan dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

12.0 KOORDINASI DAN GERAK BALAS DALAM MANUSIA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.1 Koordinasi dan Gerak Balas	<p>Murid boleh:</p> <p>12.1.1 Membuat urutan dan memerihalkan komponen dalam koordinasi manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) rangsangan. (ii) reseptor. (iii) pusat integrasi. (iv) efektor. (v) gerak balas. <p>12.1.2 Mengenal pasti dan memerihalkan rangsangan luar dan rangsangan dalam.</p> <p>12.1.3 Menyenaraikan jenis reseptor deria berdasarkan rangsangan yang terlibat:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) kemoreseptor. (ii) mekanoreseptor. (iii) fotoreseptor. (iv) termoreseptor. (v) baroreseptor. (vi) nosireseptor. <p>12.1.4 Mewajarkan keperluan bergerak balas terhadap rangsangan luar dan rangsangan dalam.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti main peranan untuk menerangkan koordinasi dan gerak balas.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.2 Sistem Saraf	<p>Murid boleh:</p> <p>12.2.1 Membina carta organisasi dan menerangkan struktur sistem saraf manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sistem saraf pusat. <ul style="list-style-type: none"> - otak. - saraf tunjang. (ii) sistem saraf periferi. <ul style="list-style-type: none"> - reseptor deria. - saraf kranium. - saraf spina. <p>12.2.2 Menerangkan fungsi bahagian sistem saraf pusat dalam koordinasi dan gerak balas:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) otak. <ul style="list-style-type: none"> - serebrum. - serebelum. - medula oblongata. - hipotalamus. - kelenjar pituitari. (ii) saraf tunjang. <p>12.2.3 Berkomunikasi tentang fungsi bahagian sistem saraf periferi dalam koordinasi dan gerak balas.</p>	<p>Nota: Sistem saraf periferi terdiri daripada sistem saraf soma dan sistem saraf autonomi.</p> <p>Nota: Sistem saraf periferi yang dibincangkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sistem saraf soma. (ii) sistem saraf autonomi.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.3 Neuron dan Sinaps	Murid boleh: 12.3.1 Melukis dan melabel struktur neuron deria dan neuron motor: (i) dendrit. (ii) akson. (iii) badan sel. (iv) salut mielin. (v) nodus Ranvier. 12.3.2 Mencerakinkan fungsi setiap jenis neuron dalam penghantaran impuls. 12.3.3 Menjelaskan struktur sinaps dan fungsinya. 12.3.4 Menerangkan penghantaran impuls merentasi sinaps.	Nota: Penekanan diberikan kepada neuron deria, neuron geganti dan neuron motor. Cadangan aktiviti: Mereka bentuk model simulasi koordinasi saraf dengan menggunakan litar elektrik.
12.4 Tindakan Terkawal dan Tindakan Luar Kawal	Murid boleh: 12.4.1 Membanding dan membezakan antara tindakan terkawal dengan tindakan luar kawal. 12.4.2 Memerihalkan tindakan refleks yang melibatkan: (i) dua neuron. (ii) tiga neuron. 12.4.3 Melukis arka refleks.	Nota: Bincangkan tentang refleks spina sahaja.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.5 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Saraf Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>12.5.1 Berkomunikasi tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.</p> <p>12.5.2 Memerihalkan kesan penyalahgunaan dadah dan alkohol terhadap koordinasi dan gerak balas manusia.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membuat kajian tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) sklerosis berganda. (ii) Alzheimer. (iii) Parkinson. (iv) Lou Gehrig/ <i>Amyotrophic Lateral Sclerosis</i>(ALS). (v) <i>Attention-Deficit Hyperactivity Disorder</i> (ADHD). (vi) autisme. (vii) lumpuh otak (<i>cerebral palsy</i>). (viii) epilepsi. <p>Membuat kajian tentang kaedah tradisional (akupunktur dan lain-lain) dalam rawatan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem saraf.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.6 Sistem Endokrin	<p>Murid boleh:</p> <p>12.6.1 Menyatakan peranan kelenjar endokrin dalam manusia.</p> <p>12.6.2 Mengenal pasti dan melabel kelenjar endokrin dalam manusia.</p> <p>12.6.3 Mencerakinkan fungsi hormon yang dirembeskan oleh setiap jenis kelenjar endokrin:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) hipotalamus. <ul style="list-style-type: none"> - hormon perembes gonadotrofin (GnRH). (ii) lobus anterior pituitari. <ul style="list-style-type: none"> - hormon pertumbuhan (GH). - hormon perangsang folikel (FSH). - hormon peluteinan (LH). - hormon perangsang tiroid (TSH). - hormon adrenokortikotrof (ACTH). 	<p>Nota: Memberi penekanan kepada kelenjar endokrin dalam manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) hipotalamus. (ii) pituitari. (iii) tiroid. (iv) pankreas. (v) adrenal. (vi) ovari. (vii) testis.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>(iii) lobus posterior pituitari. - hormon oksitosin. - hormon antidiuresis (ADH).</p> <p>(iv) tiroid. - hormon tiroksina.</p> <p>(v) pankreas. - hormon insulin. - hormon glukagon.</p> <p>(vi) adrenal. - hormon adrenalina. - hormon aldosteron.</p> <p>(vii) ovari. - hormon estrogen. - hormon progesteron.</p> <p>(viii) testis. - hormon testosteron.</p> <p>12.6.4 Membincangkan penglibatan sistem saraf dan sistem endokrin dalam situasi cemas.</p> <p>12.6.5 Membanding dan membezakan antara sistem saraf dengan sistem endokrin.</p>	<p>Nota: Contoh situasi cemas: teruja, takut atau stress.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
12.7 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Endokrin Manusia	Murid boleh: 12.7.1 Meramalkan kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia.	Nota: Contoh kesan ketidakseimbangan hormon terhadap kesihatan manusia adalah: (i) kekerdilan. (ii) keergasian. (iii) hipertirodisme. (iv) hipotiroidisme. (v) diabetes mellitus. (vi) diabetes insipidus.

STANDARD PRESTASI

KOORDINASI DAN GERAK BALAS DALAM MANUSIA

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai koordinasi dan gerak balas dalam manusia.
2	Memahami koordinasi dan gerak balas dalam manusia serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai koordinasi dan gerak balas dalam manusia untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai koordinasi dan gerak balas dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai koordinasi dan gerak balas dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan koordinasi dan gerak balas dalam manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

13.0 HOMEOSTASIS DAN SISTEM URINARI MANUSIA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
13.1 Homeostasis	Murid boleh: 13.1.1 Menerangkan maksud homeostasis. 13.1.2 Mewajarkan keperluan untuk mengekalkan faktor fizikal dan faktor kimia persekitaran dalam. 13.1.3 Memerihalkan penglibatan pelbagai jenis sistem organ untuk mengekalkan persekitaran dalam yang optimum. 13.1.4 Mengaplikasikan pengetahuan tentang konsep homeostasis dalam pengawalan: (i) suhu badan. (ii) aras gula darah. (iii) tekanan separa karbon dioksida. (iv) tekanan darah.	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan dengan konsep homeostasis dalam manusia semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Nota: Pengawalan tekanan separa karbon dioksida dalam darah dihubungkan dengan pusat kawalan respirasi dan pusat kawalan kardiovaskular.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
13.2 Sistem Urinari	<p>Murid boleh:</p> <p>13.2.1 Mengenal pasti struktur dan fungsi ginjal.</p> <p>13.2.2 Melukis, melabel dan menerangkan struktur nefron dan tubul pengumpul.</p> <p>13.2.3 Memerihalkan proses pembentukan air kencing: (i) ultraturasan. (ii) penyerapan semula. (iii) rembesan.</p> <p>13.2.4 Mensintesiskan konsep homeostasis dengan konsep suap balik negatif dalam pengosmokawalaturan.</p> <p>13.2.5 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan pengambilan isipadu air yang berbeza terhadap pembentukan air kencing.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membina model: (i) ginjal. (ii) nefron. (iii) tubul pengumpul.</p> <p>Nota: Penekanan diberikan kepada bahan yang diserap semula: air, glukosa, asid amino dan garam.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membincangkan tentang hemodialisis.</p> <p>Menjalankan aktiviti bagi menjana dana untuk pusat hemodialisis.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
13.3 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Urinari	Murid boleh: 13.3.1 Memerihalkan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari.	Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan multimedia tentang isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem urinari seperti batu karang.

STANDARD PRESTASI

HOMEOSTASIS DAN SISTEM URINARI MANUSIA

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai homeostasis dan sistem urinari manusia.
2	Memahami homeostasis dan sistem urinari manusia serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai homeostasis dan sistem urinari manusia untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai homeostasis dan sistem urinari manusia dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai homeostasis dan sistem urinari manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan homeostasis dan sistem urinari manusia dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

14. SOKONGAN DAN PERGERAKAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
14.1 Jenis Rangka	Murid boleh: 14.1.1 Menyenaraikan jenis rangka dalam manusia dan haiwan: (i) rangka hidrostatik. (ii) rangka luar. (iii) rangka dalam. 14.1.2 Mewajarkan keperluan rangka pada manusia dan haiwan.	Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti sumbangsaran untuk menerangkan kepentingan rangka pada manusia dan haiwan.
14.2 Sistem Otot Rangka Manusia	Murid boleh: 14.2.1 Mengenal pasti tulang yang membentuk sistem rangka manusia: (i) rangka paksi. (ii) rangka apendaj. 14.2.2 Mencirikan jenis vertebra dalam tulang belakang: (i) vertebra serviks (termasuk atlas dan axis). (ii) vertebra toraks. (iii) vertebra lumbar. (iv) vertebra sakrum. (v) vertebra kaudal.	Cadangan aktiviti: Meneliti model rangka manusia untuk mengenal pasti tulang yang membentuk sistem rangka manusia.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	14.2.3 Membanding dan membezakan antara jenis vertebra.	
	14.2.4 Menyatakan jenis sendi dalam sistem rangka manusia: (i) sendi tidak bergerak. (ii) sendi bergerak sedikit. (iii) sendi bebas bergerak.	<p>Nota: Membincangkan contoh sendi bebas bergerak seperti sendi engsel dan sendi lesung.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan pembelahan kepak ayam untuk memerhatikan struktur tulang, rawan, otot rangka, tendon dan ligamen.</p>
	14.2.5 Melukis, melabel dan menerangkan struktur sendi engsel lengan manusia: (i) tulang. (ii) rawan. (iii) otot rangka. (iv) tendon. (v) ligamen. (vi) membran sinovia. (vii) bendalir sinovia.	
14.3 Mekanisme Pergerakan dan Gerakalih	<p>Murid boleh:</p> <p>14.3.1 Menerangkan mekanisme pergerakan pada: (i) lengan manusia. (ii) kaki manusia(berjalan).</p> <p>14.3.2 Memerihalkan secara ringkas mekanisme gerak alih haiwan.</p>	<p>Nota: Penekanan diberi kepada konsep otot antagonis.</p> <p>Nota: Contoh haiwan yang perlu diberi penekanan adalah: (i) cacing tanah. (ii) ikan. (iii) belalang (melompat). (iv) burung (penerbangan).</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
		Mereka cipta model yang menunjukkan mekanisme pergerakan haiwan.
14.4 Isu Kesihatan Sistem Otot Rangka Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>14.4.1 Memerihalkan isu kesihatan yang berkaitan dengan sistem otot rangka manusia:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) osteoporosis. (ii) osteomalasia. (iii) rikets. (iv) artritis. (v) skoliosis. <p>14.4.2 Mewajarkan amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian ilmiah tentang rawatan bagi membantu individu yang mengalami isu kesihatan berkaitan sistem otot rangka.</p> <p>Membina alat bantu berjalan bagi individu yang mengalami kecederaan otot atau sakit sendi.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membincangkan kesan penggunaan peranti elektronik terhadap postur badan.</p> <p>Amalan untuk menjaga kesihatan sistem otot rangka:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) senaman. (ii) pengambilan gizi seimbang. (iii) postur badan yang betul. (iv) pakaian yang sesuai.

STANDARD PRESTASI

SOKONGAN DAN PERGERAKAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan.
2	Memahami sokongan dan pergerakan dan haiwan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan sokongan dan pergerakan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

15.0 PEMBIAKAN SEKS, PERKEMBANGAN DAN PERTUMBUHAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
15.1 Sistem Pembiakan Manusia	Murid boleh: 15.1.1 Mencirikan anatomi: (i) sistem pembiakan lelaki. (ii) sistem pembiakan wanita.	Nota: Murid telah diperkenalkan kepada sistem pembiakan manusia semasa di Tingkatan 1.
15.2 Gametogenesis Manusia	Murid boleh: 15.2.1 Mewajarkan keperluan gametogenesis. 15.2.2 Memerihalkan pembentukan gamet: (i) spermatogenesis. (ii) oogenesis. 15.2.3 Mengenal pasti struktur: (i) sperma. - kepala. - bahagian tengah. - ekor. (ii) folikel Graaf. - oosit sekunder. - sel folikel. 15.2.4 Membanding dan membezakan antara spermatogenesis dengan oogenesis.	Nota: Hormon dalam spermatogenesis: FSH, LH dan testosteron. Hormon dalam oogenesis: FSH, LH dan estrogen.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
15.3 Kitar Haid	<p>Murid boleh:</p> <p>15.3.1 Menganalisis perubahan aras hormon yang terlibat semasa:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) haid. (ii) perkembangan folikel. (iii) penebalan endometrium. (iv) ovulasi. (v) pembentukan korpus luteum. <p>15.3.2 Menghubung kait perubahan aras hormon yang terlibat dengan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) kehamilan. (ii) keguguran. <p>15.3.3 Menyatakan maksud sindrom prahaid dan sindrom putus haid.</p>	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan kepada kitar haid semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Hormon-hormon yang dibincangkan: FSH, LH dan estrogen.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menentukan hari ovulasi sekiranya kitar haid bukan 28 hari (tidak teratur).</p> <p>Cadangan aktiviti: Membincangkan sindrom andropaus.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
15.4 Perkembangan Fetus Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>15.4.1 Menghuraikan proses persenyawaan dan pembentukan zigot.</p> <p>15.4.2 Membuat urutan dan menerangkan perkembangan awal embrio sehingga penempelan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) embrio dua sel. (ii) morula. (iii) blastosista. <p>15.4.3 Menerangkan peranan hormon gonadotropin korion manusia (HCG) pada peringkat awal kehamilan.</p> <p>15.4.4 Berkomunikasi tentang peranan struktur berikut dalam perkembangan fetus:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) plasenta. (ii) tali pusat. <p>15.4.5 Mewajarkan keperluan sistem peredaran darah fetus dan sistem peredaran darah ibu yang berasingan.</p>	<p>Nota: Murid telah diperkenalkan kepada persenyawaan dan kehamilan semasa di Tingkatan 1.</p> <p>Nota: Murid telah mempelajari kepentingan dan fungsi plasenta dan tali pusat semasa di Tingkatan 1.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
15.5 Pembentukan Kembar	Murid boleh: 15.5.1 Memerihalkan proses pembentukan kembar: (i) kembar seiras. (ii) kembar tak seiras. 15.5.2 Membanding dan membezakan antara kembar seiras dengan kembar tak seiras. 15.5.3 Menghubung kait pembahagian sel dengan pembentukan kembar Siam.	Cadangan aktiviti: Mencari maklumat tentang pembentukan kembar Siam, cara hidup kembar Siam dan pembedahan yang boleh dilakukan.
15.6 Isu Kesihatan Berkaitan Sistem Pemiakan Manusia	Murid boleh: 15.6.1 Menyatakan maksud kemandulan. 15.6.2 Berkomunikasi tentang punca kemandulan manusia.	Nota: Murid telah diperkenalkan kepada kemandulan dan pencegahan kehamilan semasa di Tingkatan 1. Cadangan aktiviti: Membahaskan kebaikan dan keburukan sumbangan sains dan teknologi dalam pembiakan manusia.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
15.7 Pertumbuhan Dalam Manusia dan Haiwan	<p>Murid boleh:</p> <p>15.7.1 Menerangkan maksud pertumbuhan organisma.</p> <p>15.7.2 Menentukan parameter untuk mengukur pertumbuhan manusia dan haiwan.</p> <p>15.7.3 Memerihalkan pertumbuhan serangga: (i) metamorfosis lengkap. (ii) metamorfosis tidak lengkap.</p> <p>15.7.4 Menganalisis fasa pertumbuhan dalam lengkung pertumbuhan sigmoid manusia dan haiwan.</p> <p>15.7.5 Mencerakinkan lengkung pertumbuhan berbentuk tangga bagi haiwan berangka luar.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan projek untuk mengkaji metamorfosis serangga.</p> <p>Nota: Fasa-fasa dalam lengkung pertumbuhan sigmoid: (i) fasa permulaan. (ii) fasa pertumbuhan pesat. (iii) fasa pertumbuhan perlahan. (iv) fasa matang. (v) fasa penuaan. (vi) fasa kematian.</p>

STANDARD PRESTASI

PEMBIAKAN SEKS, PERKEMBANGAN DAN PERTUMBUHAN DALAM MANUSIA DAN HAIWAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan
2	Memahami pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pembiakan seks, perkembangan dan pertumbuhan dalam manusia dan haiwan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

Standard Kandungan,
Standard Pembelajaran
dan Standard Prestasi
Tingkatan 5

TEMA

FISIOLOGI TUMBUHAN BERBUNGA

BIDANG PEMBELAJARAN

16.0 Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan

17.0 Struktur dan Fungsi Daun

18.0 Nutrisi dalam Tumbuhan

19.0 Pengangkutan dalam Tumbuhan

20.0 Gerak Balas dalam Tumbuhan

21.0 Pembiakan Seks dalam Tumbuhan Berbunga

22.0 Penyesuaian Tumbuhan pada Habitat

Tema 3:

FISIOLOGI TUMBUHAN BERBUNGA

Tema ini bertujuan untuk memberi kefahaman tentang proses-proses fisiologi dalam tumbuhan. Tema ini memperkenalkan organisasi tisu, pertumbuhan, struktur dan fungsi daun, nutrisi, pengangkutan, gerak balas, pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga dan penyesuaian tumbuhan pada habitat berlainan.

Bidang Pembelajaran:

- 16.0 Organisasi Tisu Tumbuhan dan Pertumbuhan
 - 16.1 Organisasi Tisu Tumbuhan
 - 16.2 Tisu Meristem dan Pertumbuhan
 - 16.3 Lengkung Pertumbuhan

- 17.0 Struktur dan Fungsi Daun
 - 17.1 Struktur Daun
 - 17.2 Organ Utama Pertukaran Gas
 - 17.3 Organ Utama Transpirasi
 - 17.4 Organ Utama Fotosintesis
 - 17.5 Titik Pampasan

- 18.0 Nutrisi dalam Tumbuhan
 - 18.1 Nutrien Tak Organik Utama
 - 18.2 Organ Pengambilan Air dan Garam Mineral
 - 18.3 Kepelbagaian dalam Nutrisi Tumbuhan

- 19.0 Pengangkutan dalam Tumbuhan
 - 19.1 Tisu Vaskular
 - 19.2 Pengangkutan Air dan Garam Mineral
 - 19.3 Translokasi
 - 19.4 Fitoremediasi

- 20.0 Gerak Balas dalam Tumbuhan
 - 20.1 Jenis Gerak Balas
 - 20.2 Fitohormon
 - 20.3 Aplikasi Fitohormon dalam Pertanian

- 21.0 Pembiakan Seks dalam Tumbuhan Berbunga
 - 21.1 Struktur Bunga
 - 21.2 Pembentukan Debunga dan Pundi Embrio
 - 21.3 Pendebungaan dan Persenyawaan
 - 21.4 Perkembangan Biji Benih dan Buah
 - 21.5 Kepentingan Biji Benih untuk Kemandirian

- 22.0 Penyesuaian Tumbuhan pada Habitat Berlainan
 - 22.1 Penyesuaian Tumbuhan

16.0 ORGANISASI TISU TUMBUHAN DAN PERTUMBUHAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
16.1 Organisasi Tisu Tumbuhan	<p>Murid boleh:</p> <p>16.1.1 Berkomunikasi tentang jenis tisu tumbuhan dan fungsi utamanya.</p>	<p>Nota:</p> <p>Jenis tisu:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) tisu meristem. (ii) tisu kekal. <ul style="list-style-type: none"> - epidermis - asas - vaskular <p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Mengumpul maklumat dan membentangkan dapatan tentang kegunaan tisu tumbuhan dalam kehidupan seharian.</p>
16.2 Tisu Meristem dan Pertumbuhan	<p>Murid boleh:</p> <p>16.2.1 Mengenal pasti jenis dan bahagian dan tisu yang terlibat dalam pertumbuhan.</p> <p>16.2.2 Menghuraikan kedudukan zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam pucuk dan akar.</p>	<p>Nota:</p> <p>Jenis tisu meristem:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) meristem apeks (hujung pucuk dan hujung akar). (ii) meristem lateral (kambium vaskular dan kambium gabus).

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>16.2.3 Mengenal pasti zon pembahagian sel, zon pemanjangan sel dan zon pembezaan sel dalam radikel anak benih.</p> <p>16.2.4 Memerihalkan jenis pertumbuhan: (i) primer. (ii) sekunder.</p> <p>16.2.5 Mewajarkan kepentingan pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder.</p> <p>16.2.6 Membanding dan membezakan antara pertumbuhan primer dengan pertumbuhan sekunder dalam tumbuhan eudikot.</p> <p>16.2.7 Menilai kepentingan tumbuhan yang mengalami pertumbuhan sekunder dari segi ekonomi.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menyediakan slaid mikroskop: (i) zon pembahagian sel. (ii) zon pemanjangan sel. (iii) zon pembezaan sel.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat kepentingan pertumbuhan primer dari segi ketinggian, sokongan dan pengangkutan dan keperluan pertumbuhan sekunder untuk menambahkan sokongan dan pengangkutan.</p> <p>Mengumpul maklumat tentang jenis tumbuhan monokotiledon yang mengalami pertumbuhan sekunder anomali dan membentangkan hasil kajian.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang jenis dan kegunaan kayu balak di Malaysia dari agensi seperti: (i) Jabatan Perhutanan Semenanjung Malaysia/ Sabah/ Sarawak. (ii) Lembaga Perindustrian Kayu Malaysia (MTIB).</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
16.3 Lengkung Pertumbuhan	<p>Murid boleh:</p> <p>16.3.1 Memerihalkan jenis tumbuhan berdasarkan kitar hidup.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang: (i) tumbuhan semusim. (ii) tumbuhan dwimusim. (iii) tumbuhan saka.</p> <p>Mengenal pasti jenis tumbuhan di sekitar sekolah berdasarkan kitar hidup.</p>
	<p>16.3.2 Mencerakinkan lengkung pertumbuhan: (i) tumbuhan semusim. (ii) tumbuhan dwimusim. (iii) tumbuhan saka.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang lengkung pertumbuhan.</p>
	<p>16.3.3 Mengeksperimen untuk mengkaji lengkung pertumbuhan dalam tumbuhan.</p>	<p>Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan bunyi terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan.</p> <p>Mereka bentuk sebuah auksanometer untuk mengukur kadar pemanjangan tumbuhan.</p>

STANDARD PRESTASI

ORGANISASI TISU TUMBUHAN DAN PERTUMBUHAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan.
2	Memahami organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan organisasi tisu tumbuhan dan pertumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

17.0 STRUKTUR DAN FUNGSI DAUN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
17.1 Struktur Daun	<p>Murid boleh:</p> <p>17.1.1 Memerihalkan struktur luar daun: (i) lamina. (ii) petiol.</p> <p>17.1.2 Mengenal pasti struktur dalaman lamina daun: (i) epidermis atas. (ii) mesofil palisad. (iii) mesofil berspan. (iv) epidermis bawah. (v) berkas vaskular.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul dan menyediakan herbarium mengikut struktur daun.</p> <p>Cadangan aktiviti: Melukis dan melabel rajah keratan rentas daun seperti yang dilihat menerusi mikroskop cahaya.</p> <p>Memerhatikan slaid mikroskop tersedia keratan rentas daun monokotiledon dan eudikot.</p>
17.2 Organ Utama Pertukaran Gas	<p>Murid boleh:</p> <p>17.2.1 Mewajarkan keperluan pertukaran gas dalam tumbuhan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menyediakan slaid mikroskop untuk memerhati dan menghuraikan keadaan sel pengawal pada tumbuhan bakung (<i>spider lily</i>) atau tumbuhan lain.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>17.2.2 Menjelaskan mekanisme pembukaan dan penutupan stoma berdasarkan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengambilan ion kalium. (ii) perubahan kepekatan sukrosa. <p>17.2.3 Mengeksperimen untuk membandingkan taburan stoma pada epidermis atas dan epidermis bawah daun monokotiledon dan daun eudikot.</p> <p>17.2.4 Meramalkan kesan kekurangan air dalam tumbuhan terhadap pembukaan dan penutupan stoma.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk model untuk menghubungkan mekanisme pembukaan dan penutupan stoma dengan pengambilan ion kalium dan perubahan kepekatan sukrosa.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk neraca mikro untuk membandingkan kehilangan air daripada epidermis atas dan epidermis bawah daun.</p>
17.3 Organ Utama Transpirasi	<p>Murid boleh:</p> <p>17.3.1 Mewajarkan keperluan transpirasi dalam tumbuhan.</p> <p>17.3.2 Memerihalkan faktor persekitaran yang mempengaruhi kadar transpirasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) keamatan cahaya. (ii) suhu. (iii) pergerakan udara. (iv) kelembapan relatif udara. 	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk menentukan kadar transpirasi dalam tumbuhan.</p> <p>Mengumpul dan mentafsir data kesan keamatan cahaya suhu pergerakan udara dan kelembapan relatif udara terhadap kadar transpirasi.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	17.3.3 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan faktor persekitaran terhadap kadar transpirasi dengan menggunakan potometer.	Cadangan aktiviti: Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan tahap pencemaran, kedudukan daun dan lokasi tumbuhan terhadap kadar transpirasi dalam tumbuhan.
17.4 Organ Utama Fotosintesis	Murid boleh: 17.4.1 Mewajarkan keperluan fotosintesis dalam tumbuhan. 17.4.2 Menghubung kait penyesuaian struktur dalaman daun dengan fotosintesis. 17.4.3 Mengenal pasti struktur kloroplas: (i) granum. (ii) tilakoid. (iii) stroma. 17.4.4 Menghubung kait tindak balas bersandarkan cahaya dan tindak balas tidak bersandarkan cahaya dalam fotosintesis.	Cadangan aktiviti: Perbincangan dalam kumpulan dan membuat persembahan multimedia tentang sejarah ringkas penemuan fotosintesis. Menjalankan kajian penyesuaian tumbuhan untuk mengoptimumkan fotosintesis: (i) susunan mozek daun. (ii) orientasi daun eudikot. Menjalankan penyiasatan untuk mengasingkan pigmen fotosintesis dalam daun dengan menggunakan kromatografi kertas.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>17.4.5 Menulis persamaan kimia bagi mewakili proses fotosintesis.</p> <p>17.4.6 Membanding dan membezakan antara tindak balas berdasarkan cahaya dengan tindak balas tidak berdasarkan cahaya dalam fotosintesis.</p> <p>17.4.7 Menerangkan faktor persekitaran yang mempengaruhi kadar fotosintesis: (i) keamatan cahaya. (ii) suhu. (iii) kepekatan karbon dioksida.</p> <p>17.4.8 Mengeksperimen untuk mengkaji kesan faktor persekitaran terhadap kadar fotosintesis.</p> <p>17.4.9 Menganalisis kesan perubahan keamatan cahaya dan warna cahaya terhadap kadar fotosintesis.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan untuk mengumpul maklumat tentang tindak balas berdasarkan cahaya dan tindak balas tidak berdasarkan cahaya dalam fotosintesis dari aspek: (i) bahan yang diperlukan. (ii) tapak tindak balas. (iii) hasil tindak balas.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk sebuah rumah hijau yang boleh digunakan di dalam bangunan.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mereka bentuk eksperimen untuk mengenal pasti warna cahaya yang terbaik untuk memaksimumkan kadar fotosintesis dalam tumbuhan akuatik.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menyediakan kertas cadangan tentang cara meningkatkan hasil pertanian berdasarkan faktor yang mempengaruhi kadar fotosintesis dalam negara empat musim.</p>
17.5 Titik Pampasan	<p>Murid boleh:</p> <p>17.5.1 Memerihalkan titik pampasan.</p>	

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>17.5.2 Membanding dan membezakan antara fotosintesis dengan respirasi sel dalam tumbuhan.</p> <p>17.5.3 Menganalisis keamatan cahaya dan pencapaian titik pampasan dengan menggunakan graf.</p> <p>17.5.4 Meramalkan kesan kadar fotosintesis dan kadar respirasi sel yang kekal pada titik pampasan terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan perbincangan tentang pencapaian titik pampasan dalam tumbuhan terdedah kepada cahaya dan tumbuhan teduh.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian untuk mengesahkan ramalan kesan kadar fotosintesis dan kadar respirasi sel yang kekal pada titik pampasan terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan.</p>

STANDARD PRESTASI

STRUKTUR DAN FUNGSI DAUN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai struktur dan fungsi daun.
2	Memahami struktur dan fungsi daun serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai struktur dan fungsi daun untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai struktur dan fungsi daun dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai struktur dan fungsi daun dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan struktur dan fungsi daun dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

18.0 NUTRISI DALAM TUMBUHAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
18.1 Nutrien Tak Organik Utama	<p>Murid boleh:</p> <p>18.1.1 Mengenal pasti makronutrien dan mikronutrien yang diperlukan oleh tumbuhan.</p> <p>18.1.2 Mewajarkan kepentingan makronutrien dan mikronutrien dalam tumbuhan.</p>	<p>Nota: Nutrien tak organik yang utama untuk tumbuhan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Makronutrien (karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, kalium, kalsium, magnesium, fosforus dan sulfur). (ii) Mikronutrien (klorin, besi, mangan, boron, zink, kuprum, nikel dan molibdenum). <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji kesan nisbah makronutrien terhadap pertumbuhan dalam tumbuhan.</p> <p>Mengeksperimen untuk menyiasat kesan nisbah Nitrogen: Fosforus: Kalium (N:P:K) yang dikenalpasti terhadap pertumbuhan tanaman yang dikenal pasti. (Contoh: Jagung</p>
18.2 Organ Pengambilan Air dan Garam Mineral	<p>Murid boleh:</p> <p>18.2.1 Memerihalkan struktur akar dalam pengambilan air dan garam mineral.</p> <p>18.2.2 Mewajarkan penyesuaian akar untuk pengambilan air dan garam mineral.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Memerhati slaid mikroskop tersedia keratan rentas akar monokotiledon dan akar eudikot.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
18.3 Kepelbagaian dalam Nutrisi Tumbuhan	Murid boleh: 18.3.1 Menerangkan penyesuaian nutrisi dalam tumbuhan.	Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang tumbuhan: (i) karnivor. (ii) parasit. (iii) epifit. Menjalankan kajian lapangan tentang kesan perubahan habitat terhadap pertumbuhan tumbuhan: (i) karnivor. (ii) parasit. (iii) epifit.

STANDARD PRESTASI

NUTRISI DALAM TUMBUHAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai nutrisi dalam tumbuhan.
2	Memahami nutrisi dalam tumbuhan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai nutrisi dalam tumbuhan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai nutrisi dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai nutrisi dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan nutrisi dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

19.0 PENGANGKUTAN DALAM TUMBUHAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
19.1 Tisu Vaskular	<p>Murid boleh:</p> <p>19.1.1 Mewajarkan keperluan pengangkutan dalam tumbuhan.</p> <p>19.1.2 Menghubung kait penyesuaian struktur salur xilem dan trakeid dengan pengangkutan air dan garam mineral.</p> <p>19.1.3 Menghubung kait penyesuaian struktur tiub tapis dan sel rakan dengan pengangkutan bahan organik.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti untuk memerhatikan struktur xilem dalam keratan membujur batang saderi.</p> <p>Mengkaji peranan tisu xilem dalam pengangkutan air dan garam mineral dalam batang tumbuhan herba.</p>
19.2 Pengangkutan Air dan Garam Mineral	<p>Murid boleh:</p> <p>19.2.1 Menghuraikan faktor yang terlibat dalam laluan air dan garam mineral dari tanah ke daun:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) tekanan akar. (ii) tindakan kapilari. (iii) tarikan transpirasi. 	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji kesan tekanan akar terhadap pengangkutan air.</p> <p>Menjalankan eksperimen untuk mengkaji kesan tarikan transpirasi terhadap pengangkutan air.</p> <p>Menghasilkan bunga aneka warna dengan mengaplikasikan konsep pengangkutan air dalam xilem dan memasarkan produk tersebut di sekolah.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>19.2.2 Menerangkan gutasi dalam tumbuhan.</p> <p>19.2.3 Membanding dan membezakan antara gutasi dengan transpirasi dalam tumbuhan.</p> <p>19.2.4 Meramalkan keadaan tumbuhan yang tidak menjalankan transpirasi dan gutasi.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menonton video dan menggunakan alat berfikir untuk membanding dan membezakan antara gutasi dengan transpirasi.</p>
19.3 Translokasi	<p>Murid boleh:</p> <p>19.3.1 Mendefinisikan translokasi.</p> <p>19.3.2 Mewajarkan keperluan translokasi dalam tumbuhan.</p> <p>19.3.3 Memerihalkan laluan translokasi dalam tumbuhan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji peranan tisu floem dalam pengangkutan bahan organik.</p> <p>Nota: Laluan translokasi dari daun hijau ke organ lain seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) akar. (ii) pucuk. (iii) batang. (iv) buah.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
19.4 Fitoremediasi	<p>Murid boleh:</p> <p>19.4.1 Mendefinisikan fitoremediasi.</p> <p>19.4.2 Menerangkan penggunaan fitoremediasi dalam kehidupan.</p> <p>19.4.3 Mengeksperimen untuk mengkaji keberkesanan tumbuhan fitoremediasi dalam pengawalan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pencemaran air. (ii) pencemaran tanah. 	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat berkaitan fitoremediasi.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengeksperimen untuk mengenal pasti tumbuhan akuatik fitoremediasi yang paling berkesan.</p>

STANDARD PRESTASI

PENGANGKUTAN DALAM TUMBUHAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pengangkutan dalam tumbuhan.
2	Memahami pengangkutan dalam tumbuhan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai pengangkutan dalam tumbuhan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pengangkutan dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pengangkutan dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pengangkutan dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

20.0 GERAK BALAS DALAM TUMBUHAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
20.1 Jenis Gerak Balas	Murid boleh: 20.1.1 Memerihalkan jenis gerak balas tumbuhan: (i) tropisme. (ii) nasti.	Cadangan aktiviti: Membanding dan membezakan gerak balas tropisme dan gerakbalas nasti dalam tumbuhan menggunakan alat berfikir.
20.2 Fitohormon	Murid boleh: 20.2.1 Memerihalkan fitohormon. 20.2.2 Menyatakan fungsi fitohormon: (i) auksin. (ii) giberelin. (iii) sitokinin. (iv) asid absisik. (v) etilena. 20.2.3 Membuat inferens tentang kesan auksin terhadap gerak balas pertumbuhan. 20.2.4 Menerangkan peranan auksin dalam gerak balas tumbuhan. (i) fototropisme. (ii) geotropisme.	Cadangan aktiviti: Membuat kajian tentang sejarah penemuan fitohormon dan membentangkan hasil kajian Mengumpul maklumat tentang: (i) fungsi fitohormon. (ii) kesan auksin terhadap gerak balas pertumbuhan. (iii) peranan auksin dalam gerak balas tumbuhan. Cadangan aktiviti: Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji gerak balas radikal dan pucuk anak benih terhadap tarikan graviti.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
20.3 Aplikasi Fitohormon dalam Pertanian	<p>Murid boleh:</p> <p>20.3.1 Mewajarkan penggunaan fitohormon dalam pertanian.</p> <p>20.3.2 Mengeksperimen untuk membandingkan kesan pemasakan buah dengan kehadiran fitohormon.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menyediakan hormon penggalak akar tumbuhan.</p> <p>Membuat kajian tentang kesan nisbah auksin:sitokinin terhadap pertumbuhan tumbuhan dalam kultur tisu dan membentangkan hasil kajian.</p>

STANDARD PRESTASI

GERAK BALAS DALAM TUMBUHAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai gerak balas dalam tumbuhan.
2	Memahami gerak balas dalam tumbuhan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai gerak balas dalam tumbuhan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai gerak balas dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai gerak balas dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan gerak balas dalam tumbuhan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

21.0 PEMBIAKAN SEKS DALAM TUMBUHAN BERBUNGA

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
21.1 Struktur Bunga	<p>Murid boleh:</p> <p>21.1.1 Mengenal pasti struktur bunga.</p> <p>21.1.2 Membanding dan membezakan struktur jantan dengan struktur betina dalam bunga.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membuat pembelahan bunga, melukis dan melabel struktur dan fungsi pedunkel, sepal, petal, karpel (stigma, stil, ovari) dan stamen (filamen dan anter).</p>
21.2 Pembentukan Debunga dan Pundi Embrio	<p>Murid boleh:</p> <p>21.2.1 Menghuraikan pembentukan debunga di dalam anter.</p> <p>21.2.2 Menghuraikan pembentukan pundi embrio di dalam ovul.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menyedia dan memerhatikan slaid mikroskop serta memerihalkan bentuk butir debunga pelbagai tumbuhan menerusi mikroskop cahaya.</p> <p>Membina alat berfikir yang menunjukkan peringkat pembentukan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) debunga daripada sel induk debunga. (ii) pundi embrio daripada sel induk pundi embrio.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
21.3 Pendebungaan dan Persenyawaan	<p>Murid boleh:</p> <p>21.3.1 Memerihalkan pendebungaan.</p> <p>21.3.2 Menghuraikan pembentukan tiub debunga dan pembentukan gamet jantan.</p> <p>21.3.3 Menerangkan persenyawaan ganda dua dalam pembentukan zigot diploid dan pembentukan nukleus triploid.</p> <p>21.3.4 Mewajarkan kepentingan persenyawaan ganda dua dalam kemandirian tumbuhan berbunga.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti untuk memerhati percambahan debunga dan pembentukan tiub debunga dalam larutan gula menerusi mikroskop cahaya.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menerangkan persenyawaan ganda dua menggunakan alat berfikir yang merangkumi: (i) pembentukan dua nukleus jantan daripada nukleus penjana. (ii) pembentukan nukleus endosperma triploid. (iii) pembentukan zigot.</p>
21.4 Perkembangan Biji Benih dan Buah	<p>Murid boleh:</p> <p>21.4.1 Menghuraikan persenyawaan ganda dua dengan perkembangan biji benih dan buah.</p>	

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>21.4.2 Menghubung kait struktur biji benih dengan ovul.</p> <p>21.4.3 Menghubung kait struktur buah dengan ovari.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Memerhati struktur buah seperti mangga dan kekacang serta menghubungkaitkan struktur bunga dengan buah: (i) biji benih daripada ovul. (ii) kulit biji benih daripada lapisan integumen. (iii) buah daripada ovari.</p> <p>Membuat persembahan multimedia tentang perkembangan buah daripada bunga.</p> <p>Mengumpul spesimen untuk mengkaji jenis buah-buahan: (i) buah ringkas. (ii) buah agregat. (iii) buah berganda. (iv) buah aksesori.</p>
21.5 Kepentingan Biji Benih untuk Kemandirian	<p>Murid boleh:</p> <p>21.5.1 Mewajarkan kepentingan biji benih untuk kemandirian tumbuhan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan tentang tindakan manusia terhadap penghasilan biji benih tumbuhan. Contoh: tetakan pada batang pokok.</p>

STANDARD PRESTASI

PEMBIAKAN SEKS DALAM TUMBUHAN BERBUNGA

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga.
2	Memahami pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pembiakan seks dalam tumbuhan berbunga dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

22.0 PENYESUAIAN TUMBUHAN PADA HABITAT

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
22.1 Penyesuaian Tumbuhan	<p>Murid boleh:</p> <p>22.1.1 Mengelaskan tumbuhan berdasarkan habitat.</p> <p>22.1.2 Menerangkan ciri penyesuaian hidrofit, halofit dan xerofit dari aspek:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengambilan air dan garam mineral. (ii) pertukaran gas. (iii) sokongan. (iv) fotosintesis. 	<p>Nota: Pengelasan tumbuhan berdasarkan habitat:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) mesofit. (ii) hidrofit. (iii) halofit. (iv) xerofit. <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat tentang tumbuhan berdasarkan habitat.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengadakan lawatan ke taman botani/ taman herba/ taman pertanian untuk memerhatikan ciri penyesuaian tumbuhan pada habitat yang berbeza.</p> <p>Menjalankan kajian kes tentang ciri penyesuaian suatu tumbuhan dalam keadaan cuaca yang berbeza.</p>

STANDARD PRESTASI

PENYESUAIAN TUMBUHAN PADA HABITAT

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai penyesuaian tumbuhan pada habitat.
2	Memahami penyesuaian tumbuhan pada habitat serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai penyesuaian tumbuhan pada habitat untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai penyesuaian tumbuhan pada habitat dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai penyesuaian tumbuhan pada habitat dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan penyesuaian tumbuhan pada habitat dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

TEMA

EKOSISTEM DAN KELESTARIAN ALAM SEKITAR

BIDANG PEMBELAJARAN

23.0 Biodiversiti

24.0 Ekosistem

25.0 Kelestarian Alam Sekitar

Tema 4:

EKOSISTEM DAN KELESTARIAN ALAM SEKITAR

Tema ini bertujuan untuk memberikan kefahaman tentang biodiversiti, ekosistem dan kelestarian alam sekitar. Tema ini juga merangkumi kajian biodiversiti, ekologi populasi, amalan dalam pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan ekosistem di samping menekankan aplikasi teknologi hijau.

Bidang Pembelajaran:

- 23.0 Biodiversiti
 - 23.1 Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma
 - 23.2 Biodiversiti
 - 23.3 Mikroorganisma dan Virus

- 24.0 Ekosistem
 - 24.1 Komuniti dan Ekosistem
 - 24.2 Ekologi Populasi

- 25.0 Kelestarian Alam Sekitar
 - 25.1 Ancaman Alam Sekitar
 - 25.2 Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar
 - 25.3 Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem
 - 25.4 Teknologi Hijau

23.0 BIODIVERSITI

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
23.1 Sistem Pengelasan dan Penamaan Organisma	<p>Murid boleh:</p> <p>23.1.1 Menerangkan keperluan sistem pengelasan dan penamaan organisma.</p> <p>23.1.2 Memerihalkan pengelasan organisma secara heirarki dalam enam alam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Archaeobacteria. (ii) Eubacteria. (iii) Protista. (iv) Fungi. (v) Plantae. (vi) Animalia. <p>23.1.3 Memerihalkan ciri utama organisma dalam setiap alam.</p>	<p>Nota: Hierarki Takson pengelasan organisma dari alam ke Spesies.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membentangkan ciri utama organisma dalam setiap Alam.</p> <p>Nota: Contoh organisma dalam setiap alam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Archaeobacteria: Bakteria sulfur. (ii) Eubacteria: <i>Thermus aquaticus</i> (Taq). (iii) Protista: Protozoa, alga dan kulapuk lendir. (iv) Fungi: Yis dan kulat multisel (cendawan).

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>23.1.4 Memerihalkan penamaan organisma mengikut Sistem Penamaan Binomial.</p> <p>23.1.5 Membina kekunci dikotomi untuk mengelaskan organisma.</p>	<p>(v) Plantae: tumbuhan tanpa biji benih dan tumbuhan berbiji benih. (vi) Animalia: invertebrata dan vertebrata.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mencari maklumat dan membuat pembentangan tentang sejarah sistem pengelasan organisma.</p> <p>Menjalankan kajian lapangan di sekitar sekolah untuk menamakan tumbuhan mengikut Sistem Penamaan Binomial.</p>
23.2 Biodiversiti	<p>Murid boleh:</p> <p>23.2.1 Mensintesiskan konsep biodiversiti berdasarkan diversiti: (i) ekosistem. (ii) spesies. (iii) genetik.</p> <p>23.2.2 Memerihalkan maksud pokok filogeni.</p> <p>23.2.3 Mewajarkan kepentingan biodiversiti terhadap alam sekitar dan manusia.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian lapangan di taman botani/ taman pertanian dan membuat pembentangan tentang diversiti spesies <i>in situ</i>.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membina pokok filogeni setiap alam.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membincangkan kesan biodiversiti terancam terhadap alam sekitar dan manusia.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
23.3 Mikroorganisma dan Virus	<p>Murid boleh:</p> <p>23.3.1 Mengenal pasti ciri utama mikroorganisma dan virus:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) bakteria. (ii) protozoa. (iii) alga. (iv) kulat. (v) virus. <p>23.3.2 Memerihalkan peranan mikroorganisma dalam kitar nitrogen.</p> <p>23.3.3 Memerihalkan peranan mikroorganisma sebagai:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pengeluar. (ii) pengurai. (iii) simbion. (iv) parasit. <p>23.3.4 Mendefinisikan istilah:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) patogen. (ii) vektor. 	<p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Membahaskan status virus sebagai benda bukan hidup.</p> <p>Menyedia dan memerhati slaid mikroskop bakteria (yogurt), kulat (yis) dan alga (spirogyra).</p> <p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Menjalankan aktiviti untuk mengkaji kesan bakteria pengikat nitrogen dalam tumbuhan.</p> <p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Mereka bentuk alat perangkap/ penghalau vektor yang mesra alam.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	23.3.5 Memerihalkan kesan patogen terhadap kesihatan manusia.	Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang penyakit yang disebabkan oleh patogen: (i) virus (contoh: <i>Human papilloma virus</i>) (ii) bakteria (contoh: <i>Salmonella</i> sp.) (iii) protozoa (contoh: <i>Plasmodium</i> sp.). (iv) kulat (contoh: <i>Tinea</i> sp.).

STANDARD PRESTASI

BIODIVERSITI

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai biodiversiti.
2	Memahami biodiversiti serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai biodiversiti untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai biodiversiti dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai biodiversiti dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan biodiversiti dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

24.0 EKOSISTEM

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
24.1 Komuniti dan Ekosistem	<p>Murid boleh:</p> <p>24.1.1 Mendefinisikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) spesies. (ii) populasi. (iii) komuniti. (iv) habitat. (v) nic. (vi) ekosistem. <p>24.1.2 Mengenal pasti komponen biosis dan komponen abiosis dalam ekosistem.</p> <p>24.1.3 Memerihalkan nutrisi autotrof dan nutrisi heterotrof.</p>	<p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Mengumpul maklumat tentang komponen biosis dan abiosis.</p> <p>Mengenal pasti komponen biosis dan komponen abiosis di sekitar padang atau kolam sekolah.</p> <p>Nota:</p> <p>Jenis nutirisi autotrof:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) fotoautotrof. (ii) kemoautotrof. <p>Jenis nutirisi heterotrof:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) saprotrof. (ii) holozoik. (iii) parasit.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>24.1.4 Berkomunikasi tentang komponen biosis mengikut aras trof.</p> <p>24.1.5 Memerihalkan pengaliran tenaga dalam rantai makanan.</p> <p>24.1.6 Memerihalkan piramid ekologi: (i) piramid bilangan. (ii) piramid biojisim. (iii) piramid tenaga.</p> <p>24.1.7 Mencerakinkan jenis interaksi antara komponen biosis: (i) parasitisme. (ii) komensalisme. (iii) mutualisme. (iv) saprofitisme. (v) persaingan. (vi) pemangsaan.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengelaskan komponen biosis kepada 3 kumpulan: (i) pengeluar. (ii) pengguna. (iii) pengurai.</p> <p>Membina rantai makanan dan siratan makanan untuk komponen biosis di padang atau kolam sekolah.</p> <p>Melukis, melabel dan membincangkan piramid bilangan dan piramid biojisim yang songsang.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menganalisis interaksi antara organisma daripada video yang ditonton.</p> <p>Mengeksperimen untuk mengkaji kesan persaingan intraspesies dan persaingan interspesies antara organisma.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>24.1.9 Menerangkan ekosistem paya bakau dari aspek:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) komponen biosis. (ii) komponen abiosis. (iii) penyesuaian pokok bakau. (iv) pengkolonian dan sesaran. (v) kepentingan ekosistem paya bakau. 	<p>Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian dan membuat pembentangan tentang kepentingan ekosistem paya bakau seperti dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) industri arang kayu. (ii) industri desa (contoh penghasilan atap nipah, kerang, udang, ketam dan gula enau).
24.2 Ekologi Populasi	<p>Murid boleh:</p> <p>24.2.1 Menghuraikan faktor yang mempengaruhi taburan populasi.</p> <p>24.2.2 Menganalisis data untuk menganggarkan saiz populasi organisma yang menggunakan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) teknik persampelan kuadrat. (ii) teknik tangkap-tanda-lepas-tangkap semula. 	<p>Nota: Parameter yang terlibat dalam persampelan kuadrat:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) frekuensi. (ii) kepadatan. (iii) litupan. <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan kajian lapangan untuk menganggarkan saiz populasi tumbuhan di padang sekolah.</p> <p>Menjalankan kajian lapangan untuk menganggarkan saiz populasi haiwan.</p> <p>Menjalankan kajian lapangan untuk mengkaji kesan komponen abiosis terhadap populasi suatu organisma.</p>

STANDARD PRESTASI

EKOSISTEM

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai ekosistem.
2	Memahami ekosistem serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai ekosistem untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai ekosistem dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai ekosistem dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran biologi dalam ekosistem dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

25.0 KELESTARIAN ALAM SEKITAR

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
25.1 Ancaman Alam Sekitar	<p>Murid boleh:</p> <p>25.1.1 Menghuraikan maksud kelestarian alam sekitar.</p> <p>25.1.2 Menganalisis ancaman alam sekitar:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) perubahan iklim. (ii) penyahutan. (iii) pencemaran. (iv) kehilangan biodiversiti. (v) ledakan pertumbuhan populasi manusia. (vi) pemanasan global. (vii) eutrofikasi. (viii) pemanasan global. 	<p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Membincangkan tentang ancaman perubahan iklim terhadap manusia dan alam sekitar.</p> <p>Merangkakan langkah penyelesaian kepada masalah akibat penyahutan.</p> <p>Mereka bentuk eksperimen untuk mengkaji kesan pH air/ suhu terhadap percambahan biji benih.</p> <p>Mengumpul maklumat berkaitan pencemaran udara, cahaya, bunyi terhadap manusia dan hidupan liar.</p> <p>Membuat kajian dan membentangkan dapatan tentang perkembangan tahunan iklim tahunan dalam Persidangan Perubahan Iklim Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (COP).</p> <p>Menjalankan perbincangan tentang keperluan pembangunan dan kepentingan usaha melestarikan alam sekitar.</p> <p>Mengkaji impak ledakan pertumbuhan populasi manusia ke atas alam sekitar.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	25.1.3 Mengeksperimen untuk membanding tahap keperluan oksigen biokimia(BOD) dalam sampel air yang berbeza.	Menyediakan pelan tindakan strategi bagi mengurangkan tahap pencemaran udara dan air di sekitar sekolah untuk sepuluh tahun akan datang.
25.2 Pemeliharaan, Pemuliharaan dan Pemulihan Ekosistem	<p>Murid boleh:</p> <p>25.2.1 Mendefinisikan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pemeliharaan ekosistem. (ii) pemuliharaan ekosistem. (iii) pemulihan ekosistem. <p>25.2.2 Mewajarkan keperluan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) pemeliharaan ekosistem. (ii) pemuliharaan ekosistem. (iii) pemulihan ekosistem. 	<p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Menjalankan aktiviti sumbangsaran bersama-sama pihak luar untuk mencadangkan langkah-langkah pemeliharaan, pemuliharaan dan pemulihan berkaitan alam sekitar kawasan setempat.</p> <p>Nota:</p> <p>Pemuliharaan <i>in situ</i> dan <i>ex situ</i> serta pemulihan ekosistem.</p> <p>Cadangan aktiviti:</p> <p>Menjalankan projek mini untuk memulih ekosistem paya bakau.</p> <p>Mencari maklumat daripada Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara (PERHILITAN) dan membentangkan dapatan tentang organisma yang dilindungi dan dilindungi sepenuhnya di Malaysia.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
25.3 Amalan dalam Melestarikan Alam Sekitar	<p>25.3.1 Menjana idea berkaitan amalan yang menyumbang kepada kelestarian alam.</p> <p>25.3.2 Membincangkan status sekuriti makanan di Malaysia.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membincangkan inisiatif dalam menangani isu-isu kelestarian alam.</p> <p>Menjalankan kajian tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs). (ii) usaha pihak berkuasa tempatan dalam menyokong Agenda Tempatan 21. <p>Membina model sebuah bandar berlandaskan objektif SDGs.</p> <p>Menjalankan aktiviti/ kempen penanaman pokok di sekolah/ kawasan perumahan.</p> <p>Mengamalkan amalan membeli barangan yang mempunyai logo produk lestari.</p> <p>Menjalankan <i>upcycle</i> bahan sisa.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang langkah-langkah untuk meningkatkan sekuriti makanan global.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
25.4 Teknologi Hijau	<p>25.4.1 Mendefinisikan teknologi hijau.</p> <p>25.4.2 Mewajarkan penggunaan teknologi hijau dalam melestarikan alam.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mencari maklumat dan membentangkan dapatan tentang empat tunggak dasar Teknologi Hijau Negara:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) tenaga. (ii) alam sekitar. (iii) ekonomi. (iv) sosial. <p>Cadangan aktiviti: Membina dinding hijau (<i>green wall</i>) atau taman vertikal menggunakan bahan buangan pepejal di sekolah.</p> <p>Mengitar semula sisa dapur dan makanan yang sudah melepasi tarikh luput untuk menghasilkan baja semula jadi atau penggalak pertumbuhan tanaman.</p> <p>Menghasilkan eko-enzim daripada sisa buah-buahan untuk digunakan sebagai agen pembersih.</p> <p>Menghasilkan baja foliar daripada sisa dapur untuk digunakan sebagai penggalak sayur-sayuran.</p> <p>Menghasilkan tepung daripada kulit pisang untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan plastisin semulajadi.</p> <p>Menghasilkan biogas dari sisa pepejal organik.</p> <p>Merangka satu pelan tindakan untuk mengatasi isu keperluan tenaga dan tanggungjawab sosial di dalam mengekalkan kelestarian alam sekitar di kawasan setempat.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	25.4.3 Berkomunikasi tentang aplikasi sains sosial untuk menyelesaikan masalah dan cabaran alam sekitar.	Cadangan aktiviti: Pembelajaran berasaskan masalah: Menjalankan kajian bersama penduduk untuk mengenal pasti dan menyelesaikan isu alam sekitar tempatan.

STANDARD PRESTASI

KELESTARIAN ALAM

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai kelestarian alam.
2	Memahami kelestarian alam serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai kelestarian alam dalam konteks penyelesaian masalah yang melibatkan isu alam.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai kelestarian alam dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
5	Menilai pengetahuan mengenai kelestarian alam dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka bentuk dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan kelestarian alam dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan satu tugas dalam situasi baru secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

TEMA

PEWARISAN DAN TEKNOLOGI GENETIK

BIDANG PEMBELAJARAN

26.0 Pewarisan

27.0 Variasi

28.0 Kejuruteraan Genetik dan Bioteknologi

Tema 5:

PEWARISAN DAN TEKNOLOGI GENETIK

Tema ini bertujuan untuk memberikan kefahaman tentang pewarisan, variasi dan teknologi genetik dalam kehidupan. Faktor genetik dan faktor persekitaran memainkan peranan dalam mewujudkan variasi dalam sesuatu spesies. Tema ini juga menekankan aplikasi pengetahuan genetik dalam bidang kejuruteraan genetik dan bioteknologi.

Bidang Pembelajaran:

- 26.0 Pewarisan
 - 26.1 Pewarisan Monohibrid
 - 26.2 Pewarisan Dihibrid
 - 26.3 Gen dan Alel
 - 26.4 Pewarisan Manusia

- 27.0 Variasi
 - 27.1 Jenis dan Faktor Variasi
 - 27.2 Variasi dalam Manusia
 - 27.3 Mutasi

- 28.0 Teknologi Genetik
 - 28.1 Kejuruteraan Genetik
 - 28.2 Bioteknologi

26.0 PEWARISAN

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
26.1 Pewarisan Monohibrid	<p>Murid boleh:</p> <p>26.1.1 Menghuraikan maksud kacukan monohibrid.</p> <p>26.1.2 Menerangkan kacukan monohibrid berdasarkan eksperimen Mendel.</p> <p>26.1.3 Membezakan istilah yang berhubung dengan pewarisan:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) gen dan alel. (ii) ciri dan trait. (iii) fenotip dan genotip. (iv) alel dominan dan alel resesif. (v) trait dominan dan trait resesif. (vi) homozigot dan heterozigot. (vii) baka tulen dan hibrid. (viii) generasi induk dan generasi filial. <p>26.1.4 Membina rajah kacukan pewarisan monohibrid.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat persembahan tentang sejarah penemuan Hukum Mendel.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan aktiviti untuk menggambarkan kacukan monohibrid dengan menggunakan butang/ kacang berwarna.</p> <p>Mempersembahkan analogi untuk menggambarkan kacukan monohibrid.</p> <p>Membina rajah skema untuk menunjukkan perhubungan antara gen, trait, ciri, alel, genotip, homozigot, heterozigot dan fenotip.</p> <p>Nota: Rajah kacukan pewarisan monohibrid merangkumi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) fenotip dan genotip generasi induk. (ii) meiosis. (iii) gamet. (iv) persenyawaan. (v) genotip dan fenotip generasi filial. (vi) nisbah genotip dan nisbah fenotip generasi filial.

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>26.1.5 Menentukan nisbah genotip dan nisbah fenotip bagi generasi filial dalam kacukan monohibrid.</p> <p>26.1.6 Memerihalkan Hukum Mendel I.</p>	<p>Nota: Genotip dan fenotip generasi filial boleh diwakili dengan menggunakan segiempat Punnett.</p>
26.2 Pewarisan Dhibrid	<p>Murid boleh:</p> <p>26.2.1 Menghuraikan maksud pewarisan kacukan dhibrid.</p> <p>26.2.2 Menerangkan kacukan dhibrid berdasarkan eksperimen Mendel.</p> <p>26.2.3 Membina rajah kacukan pewarisan dhibrid.</p> <p>26.2.4 Menentukan nisbah genotip dan nisbah fenotip bagi generasi filial dalam kacukan dhibrid.</p> <p>26.2.5 Memerihalkan Hukum Mendel II.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul maklumat dan membuat pembentangan tentang pewarisan Hukum Mendel II.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
26.3 Gen dan Alel	<p>Murid boleh:</p> <p>26.3.1 Menghuraikan maksud lokus.</p> <p>26.3.2 Menghubung kait alel dan lokus dengan gen pada kromosom.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membuat analogi untuk menghubungkan kait alel, lokus dengan gen pada kromosom.</p>
26.5 Pewarisan Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>26.4.1 Mengenal pasti jenis kromosom manusia: (i) autosom. (ii) kromosom seks.</p> <p>26.4.2 Menganalisis dan menghuraikan kariotip manusia.</p> <p>26.4.3 Memadankan kromosom paternal dan kromosom maternal dalam lukisan/ mikrograf kromosom manusia untuk membina kariotip lengkap seseorang individu.</p>	<p>Nota: Kariotip lelaki, kariotip perempuan serta kariotip individu yang mempunyai bilangan kromosom yang berbeza dibincangkan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>26.4.4 Memerihalkan Hukum Mendel dengan pewarisan manusia.</p> <p>26.4.5 Menganalisis pewarisan manusia dengan membina rajah kacukan pewarisan.</p> <p>26.4.6 Menganalisis pewarisan manusia dengan mengkaji pedigri keluarga.</p>	<p>Nota: Contoh pewarisan manusia adalah seperti berikut: (i) kumpulan darah ABO. (ii) faktor Rhesus (Rh). (iii) talasemia. (iv) kebolehan menggulung lidah. (v) bentuk lekapan cuping telinga. (vi) jantina. (vii) ciri terangkai seks (buta warna, hemofilia).</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan ujian Ishihara untuk mengenal pasti pewarisan buta warna dalam murid.</p> <p>Membina rajah kacukan untuk menentukan nisbah genotip dan nisbah fenotip.</p> <p>Cadangan aktiviti: Membina pedigri keluarga berdasarkan maklumat fenotip dan genotip ahli keluarga.</p>

STANDARD PRESTASI

PEWARISAN

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali tentang pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai pewarisan.
2	Memahami pewarisan serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai pewarisan untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai pewarisan dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan mengenai pewarisan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan pewarisan dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan aktiviti/ tugas dalam situasi baharu secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

27.0 VARIASI

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
27.1 Jenis dan Faktor Variasi	<p>Murid boleh:</p> <p>27.1.1 Menghuraikan maksud variasi.</p> <p>27.1.2 Mewajarkan keperluan variasi untuk kemandirian spesies.</p> <p>27.1.3 Memerihalkan jenis variasi: (i) variasi selanjar. (ii) variasi tak selanjar.</p> <p>27.1.4 Membanding dan membezakan antara variasi selanjar dengan variasi tak selanjar.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membuat refleksi tentang pernyataan “<i>It is not the strongest of the species that survives, nor the most intelligent that survives. It is the one that is most adaptable to change...</i>”. -Charles Darwin</p> <p>Mengumpul maklumat dan membentangkan dapatan tentang variasi dalam pelbagai haiwan dan tumbuhan.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	<p>27.1.5 Menghubung kait punca variasi dengan jenis variasi:</p> <p>(i) faktor genetik.</p> <ul style="list-style-type: none"> - pindah silang - penyusunan bebas kromosom - persenyawaan rawak - mutasi. <p>(ii) faktor persekitaran.</p> <ul style="list-style-type: none"> - suhu - cahaya - pH <p>27.1.6 Memerihalkan variasi yang berpunca daripada interaksi antara faktor genetik dengan faktor persekitaran.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mengumpul dan membentangkan maklumat tentang kesan faktor persekitaran dalam penentuan jantina reptilia dan ikan tertentu.</p>
27.2 Variasi dalam Manusia	<p>Murid boleh:</p> <p>27.2.1 Menghubung kait jenis variasi dengan pewarisan manusia.</p> <p>27.2.2 Mengeksperimen untuk mengkaji variasi selanjat dan variasi tak selanjat dalam manusia dalam manusia.</p>	<p>Nota: Contoh variasi selanjat: ketinggian, berat badan. Contoh variasi tak selanjat: pola cap jari.</p> <p>Cadangan aktiviti: Menjalankan eksperimen untuk mengkaji tahap kepekaan lidah manusia terhadap larutan PTC (<i>phenylthiocarbamide</i>).</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
27.3 Mutasi	<p>Murid boleh:</p> <p>27.3.1 Menghuraikan maksud:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) mutagen. (ii) mutasi. (iii) mutan. 	
	<p>27.3.2 Memerihalkan jenis mutagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) agen fizikal. (ii) agen kimia. (iii) agen biologi. <p>27.3.3 Menghuraikan jenis mutasi dengan contoh:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) mutasi gen. (ii) mutasi kromosom. 	<p>Cadangan aktiviti: Membangunkan video/ komik tentang asal usul adiwira mutan yang murid ilhamkan.</p> <p>Nota: Contoh mutasi gen: anemia sel sabit dan albinisme. Contoh mutasi kromosom: sindrom Down, sindrom <i>cri du chat</i>, sindrom Turner, sindrom Klinefelter dan sindrom Jacob.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul dan membentangkan maklumat tentang pewarisan hemofilia dalam kalangan masyarakat.</p>
	<p>27.3.4 Menghubung kait mutasi sel soma dan sel gamet dengan variasi.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Membuat kajian dan membentangkan impak peristiwa seperti:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) kemalangan nuklear di Fukushima dan Chenobyl. (ii) penggunaan agen oren semasa Perang Vietnam.

**STANDARD PRESTASI
VARIASI**

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai variasi.
2	Memahami variasi serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasikan pengetahuan mengenai variasi dalam kehidupan harian untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan mengenai variasi dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai kesan pengetahuan mengenai variasi dalam kehidupan harian dan dalam industry dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas.
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan variasi dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan satu tugas dalam situasi baru secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

28.0 TEKNOLOGI GENETIK

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
28.1 Kejuruteraan Genetik	<p>Murid boleh:</p> <p>28.1.1 Menghuraikan maksud: (i) kejuruteraan genetik. (ii) organisma terubahsuai genetik (<i>genetically modified organism-GMO</i>).</p> <p>28.1.2 Menerangkan aplikasi kejuruteraan genetik dalam penghasilan: (i) organisma terubahsuai genetik (GMO). (ii) makanan terubahsuai genetik (GMF). (iii) insulin.</p>	<p>Nota: Contoh GMF: padi, kelapa sawit, nenas, jagung dan kacang soya yang dihasilkan dengan teknologi kejuruteraan genetik.</p> <p>Cadangan aktiviti: Mengumpul dan membentangkan maklumat tentang GMO dan GMF yang sudah dihasilkan.</p> <p>Membahaskan kebaikan dan keburukan penghasilan GMO dan GMF.</p>
28.2 Bioteknologi	<p>Murid boleh:</p> <p>28.2.1 Menghuraikan maksud bioteknologi.</p>	<p>Cadangan aktiviti: Mencari maklumat dan membuat pembentangan tentang pengelasan bidang bioteknologi.</p> <p>Lawatan ke organisasi seperti FRIM, MPOC, MARDI, MRB dan pusat pengajian tinggi untuk mengumpul maklumat berkaitan Bioteknologi kuning.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	28.2.2 Memerihalkan aplikasi bioteknologi dalam kehidupan.	<p>Nota: Contoh aplikasi bioteknologi:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) terapi gen. (ii) pemprofilan DNA. (iii) penghasilan tumbuhan bertoleransi herbisid/ serangga perosak. (iv) pembersihan tumpahan minyak. (v) penghasilan metabolit mikrob. (vi) nanobioteknologi. (vii) bioinformatik. <p>Cadangan aktiviti: Merancang pelan keusahawanan bagi menjalankan satu projek pengaplikasian bioteknologi dalam penghasilan sesuatu produk.</p> <p>Membincangkan terapi gen Teknologi <i>Clustered Regularly Interspace Short Palindromic Repeats</i> (CRISPR).</p> <p>Mereka bentuk produk yang menggunakan bahan murah, bahan terbuang dan terbiodegradasi untuk mengatasi masalah tumpahan minyak di ekosistem akuatik.</p>

STANDARD KANDUNGAN	STANDARD PEMBELAJARAN	CATATAN
	28.2.3 Mewajarkan kepentingan bioteknologi dalam kehidupan.	Cadangan aktiviti: Membahaskan kesan bioteknologi terhadap manusia, haiwan dan alam sekitar. Membincangkan penggunaan kecerdasan buatan (<i>artificial intelligence</i>) berkaitan bidang biologi dalam era Revolusi Industri 4.0 (IR 4.0).

**STANDARD PRESTASI
TEKNOLOGI GENETIK**

TAHAP PENGUASAAN	TAFSIRAN
1	Mengingat kembali pengetahuan dan kemahiran asas sains mengenai teknologi genetik.
2	Memahami teknologi genetik serta dapat menjelaskan kefahaman tersebut.
3	Mengaplikasi pengetahuan mengenai teknologi genetik dalam kehidupan harian untuk menerangkan kejadian atau fenomena alam dan melaksanakan tugas mudah.
4	Menganalisis pengetahuan konsep teknologi genetik dalam konteks penyelesaian masalah mengenai kejadian atau fenomena alam.
5	Menilai pengetahuan kesan teknologi genetik dalam kehidupan harian dan dalam industri dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan untuk melaksanakan satu tugas
6	Mereka cipta dengan menggunakan pengetahuan dan kemahiran sains berkaitan teknologi genetik dalam konteks penyelesaian masalah dan membuat keputusan atau dalam melaksanakan satu tugas dalam situasi baru secara kreatif dan inovatif dengan mengambil kira nilai sosial/ ekonomi/ budaya masyarakat.

Lampiran 1

HUBUNGAN ANTARA KATA KERJA SETIAP TAHAP PENGUASAAN DALAM STANDARD PRESTASI DENGAN KATA KERJA DALAM STANDARD PEMBELAJARAN DENGAN CONTOH-CONTOH AKTIVITI MURID

Kata Kerja Utama Standard Prestasi		Kata Kerja Standard Pembelajaran	Contoh-Contoh Aktiviti Murid
Tahap Penguasaan	Kata Kerja		
1	<p>Mengingat kembali</p> <p>(Mengingat kembali atau mengenal pasti maklumat yang spesifik)</p>	<p>Mengecam</p> <p>Mengulang</p> <p>Menyenaraikan</p> <p>Mengenal pasti</p> <p>Menamakan</p> <p>Menyatakan</p> <p>Memberitahu</p> <p>dan lain-lain</p>	<p>Kuiz</p> <p>Definisi</p> <p>Fakta</p> <p>Lembaran Kerja</p> <p>Ujian</p> <p>Label</p> <p>Senarai</p> <p>Buku Kerja</p> <p>Penghasilan semula</p>
2	<p>Memahami</p> <p>(Menterjemahkan bahan atau idea daripada satu bentuk ke bentuk lain; mentafsir bahan atau idea, menganggar trend)</p>	<p>Menjelaskan</p> <p>Memberi contoh</p> <p>Meringkaskan</p> <p>Menterjemah</p> <p>Memilih</p> <p>Menerangkan</p> <p>dan lain-lain</p>	<p>Hafalan</p> <p>Ringkasan</p> <p>Pengumpulan</p> <p>Penerangan</p> <p>Tunjuk dan terangkan</p> <p>Contoh</p> <p>Kuiz</p> <p>Label</p> <p>Senarai</p> <p>Rangka kerja</p>

Kata Kerja Utama Standard Prestasi		Kata Kerja Standard Pembelajaran	Contoh-Contoh Aktiviti Murid
Tahap Penguasaan	Kata Kerja		
3	<p>Mengaplikasikan</p> <p>(Menggunakan pengetahuan, kemahiran, dan nilai dalam situasi berlainan untuk melaksanakan sesuatu perkara)</p>	Menunjukkan Menyesuaikan Menggunakan Menggambarkan Membina Melengkapkan Memeriksa Mengelaskan Menunjuk cara Melukis Melakar Meramal Menyediakan Menghasilkan Mengguna pakai Melaksana Melakonan dan lain-lain	Ilustrasi Simulasi Mengukir Demonstrasi Persembahan Temu bual Pertunjukan Diari Jurnal
4	<p>Menganalisis</p> <p>(Mencerakinkan maklumat kepada bahagian kecil untuk memahami dengan lebih mendalam serta hubung kait antara bahagian berkenaan)</p>	Mencerakin Membezakan Memeriksa Membanding Mengesan Menyiasat Mengkategorikan Memaparkan	Soal selidik Data Abstrak Laporan Graf Senarai semak Carta Garis panduan

Kata Kerja Utama Standard Prestasi		Kata Kerja Standard Pembelajaran	Contoh-Contoh Aktiviti Murid
Tahap Penguasaan	Kata Kerja		
		Menilai Menguji Meramal Membuat inferens Mentafsir dan lain-lain	
5	Menilai (Membuat pertimbangan dan keputusan menggunakan pengetahuan, pengalaman, kemahiran dan nilai serta memberi justifikasi)	Mempertimbangkan Memilih Membuat keputusan Memberi alasan Membahas Mengesahkan Mencadangkan Mentaksir Membuat kesimpulan Mempertahankan Menyokong Menentukan keutamaan Meramal Membuat justifikasi dan lain-lain	Bahas Forum Laporan Penilaian Penyiasatan Keputusan Kesimpulan Ucapan

Kata Kerja Utama Standard Prestasi		Kata Kerja Standard Pembelajaran	Contoh-Contoh Aktiviti Murid
Tahap Penguasaan	Kata Kerja		
6	<p>Mereka cipta</p> <p>(Menghasilkan idea atau produk atau kaedah yang kreatif dan inovatif)</p>	Menaik taraf Menggubah Merancang Membina Mencadangkan Menjana Membangun Menyediakan Menyusun semula Menggabungkan Memasang Merumuskan Menghasilkan Mereka bentuk Melakar dan lain-lain	Filem Cerita Projek Pelan Permainan Lagu Hasil Media Iklan Lukisan

Catatan: Satu kata kerja yang boleh dikategorikan pada Tahap Penguasaan yang berbeza berdasarkan konteks penentuan Standard Pembelajaran.

PANEL PENGGUBAL

1. Dr. Rusilawati binti Othman Bahagian Pembangunan Kurikulum
2. Zainon binti Abd. Majid Bahagian Pembangunan Kurikulum
3. Lanita binti Md. Yusof Bahagian Pembangunan Kurikulum
4. Anandan a/l Kanniapan Bahagian Pembangunan Kurikulum
5. Prof. Madya Dr. Mai Shihah binti Abdullah UPSI, Tanjong Malim, Perak
6. Dr. Nor Hayati binti Alwi UPM, Serdang, Selangor
7. Dr. Nagendranlingan Ratnavadivel UPSI, Tanjong Malim, Perak
8. Prof. Madya Dr. Nooraain binti Hashim UiTM, Shah Alam, Selangor
9. Dr. Ho Chin Men UiTM, Shah Alam, Selangor
10. Dr. Marzuki bin Hashim MARDI, Kuala Lumpur
11. Dr. Nagalingam a/l Karuppiah IPGM, KPM
12. Dr. Shah Jahan bin Assanarkutty Kolej Matrikulasi, Johor
13. Suziela binti Md Tahir IPG Kampus Perempuan Melayu, Melaka
14. Rogayah binti Tambi IPGK Raja Melewar, Negeri Sembilan
15. Fatimah binti Abdullah SMK King George V, Negeri Sembilan
16. Lee Bee Suan SMK Menglembu, Perak
17. Lim Mui Lee SMK Damansara Jaya, Selangor
18. Mahadiah binti Muda SM Sains Puteri, Kuala Lumpur
19. Majidah binti Muhammad SMK Menerong, Terengganu
20. Mardiana binti Yusof SM Sains Hulu Selangor, Selangor
21. Maryam Rabi'ah Poni binti Ahmad Shan SMK Taman Mutiara Rini, Johor

- | | |
|----------------------------------|---|
| 22. Nik Rahayu binti Nik Mustapa | Victoria Institution, Kuala Lumpur |
| 23. Noor Zehan binti Ahmad | SMK Jalan Empat Seksyen 4, Selangor |
| 24. Nurul Uyun binti Abdullah | SM Sains Kuala Selangor, Selangor |
| 25. Ong Wei Siang | Kolej Tingkatan Enam Seri Putera, Perak |
| 26. Radziah binti Mohd Yamin | SMK Bukit Saujana , Negeri Sembilan |
| 27. Rama Letchumy Athimoolam | SM Sains Alam Shah, Kuala Lumpur |
| 28. Roziah binti Ayub | SMK Gunung Rapat, Perak |
| 29. Suresh Kumar a/l Joseph | SMK Ulu Kinta, Perak |

PENGHARGAAN**Penasihat**

- | | | |
|---------------------------|---|--------------------------|
| Dr. Mohamed bin Abu Bakar | - | Timbalan Pengarah |
| Datin Dr. Ng Soo Boon | - | Timbalan Pengarah (STEM) |

Penasihat Editorial

- | | | |
|----------------------------------|---|--------------|
| Mohamed Zaki bin Abd. Ghani | - | Ketua Sektor |
| Haji Naza Idris bin Saadon | - | Ketua Sektor |
| Mahyudin bin Ahmad | - | Ketua Sektor |
| Dr. Rusilawati binti Othman | - | Ketua Sektor |
| Mohd Faudzan bin Hamzah | - | Ketua Sektor |
| Fazlinah binti Said | - | Ketua Sektor |
| Mohamed Salim bin Taufix Rashidi | - | Ketua Sektor |
| Haji Sofian Azmi bin Tajul Arus | - | Ketua Sektor |
| Paizah binti Zakaria | - | Ketua Sektor |
| Hajah Norashikin binti Hashim | - | Ketua Sektor |

Penyelaras Teknikal Penerbitan dan Spesifikasi

Saripah Faridah Binti Syed Khalid
Nur Fadia Binti Mohamed Radzuan
Mohamad Zaiful bin Zainal Abidin

Pereka Grafik

Siti Zulikha Binti Zelkepli

PANEL PENGUBAL

1.	Dr. Rusilawati binti Othman	Bahagian Pembangunan Kurikulum
2.	Zainon binti Abd. Majid	Bahagian Pembangunan Kurikulum
3.	Lanita binti Md. Yusof	Bahagian Pembangunan Kurikulum
4.	Anandan a/l Kanniapan	Bahagian Pembangunan Kurikulum
5.	Prof. Madya Dr. Mai Shihah binti Abdullah	UPSI, Tanjong Malim, Perak
6.	Dr. Nor Hayati binti Alwi	UPM, Serdang, Selangor
7.	Dr. Nagendranlingan Ratnavadivel	UPSI, Tanjong Malim, Perak
8.	Prof. Madya Dr. Nooraain binti Hashim	UiTM, Shah Alam, Selangor
9.	Dr. Ho Chin Men	UiTM, Shah Alam, Selangor
10.	Dr. Marzuki bin Hashim	MARDI, Kuala Lumpur
11.	Dr. Nagalingam a/l Karuppiyah	IPGM, KPM
12.	Dr. Shah Jahan bin Assanarkutty	Kolej Matrikulasi, Johor
13.	Suziela binti Md Tahir	IPG Kampus Perempuan Melayu, Melaka
14.	Rogayah binti Tambi	IPGK Raja Melewar, Negeri Sembilan
15.	Fatimah binti Abdullah	SMK King George V, Negeri Sembilan
16.	Lee Bee Suan	SMK Menglembu, Perak
17.	Lim Mui Lee	SMK Damansara Jaya, Selangor
18.	Mahadiah binti Muda	SM Sains Puteri, Kuala Lumpur
19.	Majidah binti Muhammad	SMK Menerong, Terengganu
20.	Mardiana binti Yusof	SM Sains Hulu Selangor, Selangor
21.	Maryam Rabi'ah Poni binti Ahmad Shan	SMK Taman Mutiara Rini, Johor

- | | |
|----------------------------------|---|
| 22. Nik Rahayu binti Nik Mustapa | Victoria Institution, Kuala Lumpur |
| 23. Noor Zehan binti Ahmad | SMK Jalan Empat Seksyen 4, Selangor |
| 24. Nurul Uyun binti Abdullah | SM Sains Kuala Selangor, Selangor |
| 25. Ong Wei Siang | Kolej Tingkatan Enam Seri Putera, Perak |
| 26. Radziah binti Mohd Yamin | SMK Bukit Saujana , Negeri Sembilan |
| 27. Rama Letchumy Athimoolam | SM Sains Alam Shah, Kuala Lumpur |
| 28. Roziah binti Ayub | SMK Gunung Rapat, Perak |
| 29. Suresh Kumar a/l Joseph | SMK Ulu Kinta, Perak |

PENGHARGAAN**Penasihat**

- | | |
|---------------------------|-----------------------------------|
| Shazali bin Ahmad | - Pengarah |
| Datin Dr. Ng Soo Boon | - Timbalan Pengarah (STEM) |
| Dr. Mohamed bin Abu Bakar | - Timbalan Pengarah (Kemanusiaan) |

Penasihat Editorial

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| Mohamed Zaki bin Abd. Ghani | - Ketua Sektor |
| Haji Naza Idris bin Saadon | - Ketua Sektor |
| Mahyudin bin Ahmad | - Ketua Sektor |
| Dr. Rusilawati binti Othman | - Ketua Sektor |
| Mohd Faudzan bin Hamzah | - Ketua Sektor |
| Fazlinah binti Said | - Ketua Sektor |
| Mohamed Salim bin Taufix Rashidi | - Ketua Sektor |
| Haji Sofian Azmi bin Tajul Arus | - Ketua Sektor |
| Paizah binti Zakaria | - Ketua Sektor |
| Hajah Norashikin binti Hashim | - Ketua Sektor |

Penyelaras Teknikal Penerbitan dan Spesifikasi

Saripah Faridah Binti Syed Khalid
Nur Fadia Binti Mohamed Radzuan
Mohamad Zaiful bin Zainal Abidin

Pereka Grafik

Siti Zulikha Binti Zelkepli

**Bahagian Pembangunan Kurikulum
Kementerian Pendidikan Malaysia**

Aras 4-8 Blok E9, Kompleks Kerajaan Parcel E,
62604 Putrajaya.

Tel: 03-8884 2000 Fax: 03-8888 9917

<http://bpk.moe.gov.my>