KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2023

Panduan Guru

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Edisi Revisi

Niken Resminingpuri Krisdianti
Ayuk Ratna Puspaningsih
Elizabeth Tjahjadarmawan

SMA/MA KELAS X

Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia
Dilindungi Undang-Undang

Penafian: Buku ini disiapkan oleh Pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)

Penulis
Niken Resminingpuri Krisdianti
Ayuk Ratna Puspaningsih
Elizabeth Tjahjadarmawan

Penelaah
Anna Permanasari
Wahyu Srigutomo
Ari Widodo

Penyelia/Penyelaras
Supriyatno
Lenny Puspita Ekawaty
Anggraeni Dian Permatasari
Galuh Ayu Mungkashi

Kontributor
Remigius Gunawan Susilowarno
Wahyudi Prasetianto
Aditiya Nugraha

Ilustrator
Yul Chaidir
Fajar Aditama

Editor
Harris Syamsi Yulianto

Editor Visual
Is Yuniarto Nafawi

Desainer
Harris Syamsi Yulianto

Penerbit
Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh:
Pusat Perbukuan
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan
https://buku.kemdikbud.go.id

Edisi Revisi, 2023
ISBN 978-623-118-464-1 (no.jil.lengkap PDF)
ISBN 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10pt, Apache License.
xvi, 240 hlm.: 17,6 × 25 cm.

Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku berkaitan erat dengan kurikulum. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada kurikulum yang berlaku, yaitu Kurikulum Merdeka.

Salah satu bentuk dukungan terhadap implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan ialah mengembangkan buku teks utama yang terdiri atas buku siswa dan panduan guru. Buku ini merupakan sumber belajar utama dalam pembelajaran bagi siswa dan menjadi salah satu referensi atau inspirasi bagi guru dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Keberadaan buku teks utama ini diharapkan menjadi fondasi dalam membentuk Profil Pelajar Pancasila yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan yang Maha Esa, dan berakhlak mulia; berkebinekaan global, berjiwa gotong royong, mandiri, kritis, dan kreatif.

Buku teks utama, sebagai salah satu sarana membangun dan meningkatkan budaya literasi masyarakat Indonesia, perlu mendapatkan perhatian khusus. Pemerintah perlu menyiapkan buku teks utama yang mengikuti perkembangan zaman untuk semua mata pelajaran wajib dan mata pelajaran peminatan, termasuk Pendidikan Khusus. Sehubungan dengan hal itu, Pusat Perbukuan merevisi dan menerbitkan buku-buku teks utama berdasarkan Capaian Pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkolaborasi dalam upaya menghadirkan buku teks utama ini. Kami berharap buku ini dapat menjadi landasan dalam memperkuat ketahanan budaya bangsa, membentuk mentalitas maju, modern, dan berkarakter bagi seluruh generasi penerus. Semoga buku teks utama ini dapat menjadi tonggak perubahan yang menginspirasi, membimbing, dan mengangkat kualitas pendidikan kita ke puncak keunggulan.

Jakarta, Desember 2023
Kepala Pusat Perbukuan,

Supriyatno, S.Pd., M.A.

Prakata

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas izin dan karunia-Nya, buku panduan guru mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Kelas X edisi revisi ini dapat selesai tepat waktu. Buku ini digunakan oleh guru pengajar IPA (Fisika, Kimia, dan Biologi) kelas X jenjang SMA/MA sebagai panduan dalam merancang pembelajaran yang sesuai dengan Buku Siswa IPA SMA/MA Kelas X. Buku ini terdiri atas dua bagian utama, yaitu panduan umum dan panduan khusus.

Panduan umum memuat informasi terkait pentingnya pembelajaran IPA dalam pencapaian kompetensi dan Profil Pelajar Pancasila, contoh inspirasi TP, ATP, strategi pembelajaran, dan asesmen, penjelasan komponen buku siswa, serta skema mata pelajaran. Berbeda dengan panduan umum, panduan khusus disesuaikan dengan bab yang ada pada buku siswa, yakni terdapat 8 bab panduan khusus. Panduan khusus memberikan informasi singkat terkait materi pada buku siswa, inspirasi apersepsi yang dapat dilakukan guru, konsep esensial dan keterampilan prasyarat, inspirasi penilaian awal, panduan pelaksanaan pembelajaran, panduan pengayaan dan remedial, inspirasi interaksi guru dengan orang tua, inspirasi asesmen yang dapat dilakukan, serta kunci jawaban pada buku siswa.

Adapun keunggulan dari buku guru ini, yaitu (1) isinya telah disesuaikan dengan revisi buku siswa berdasarkan perubahan CP, (2) panduan yang diberikan merupakan inspirasi yang dapat dikembangkan sesuai kebutuhan guru di lapangan sehingga mendorong terciptanya iklim merdeka belajar, (3) perencanaan pembelajaran sudah mengikuti panduan pembelajaran dan asesmen, serta (4) sajiannya sistematis sehingga mudah dipahami.

Akhir kata, penulis berharap semoga buku ini dapat memberikan kontribusi bagi guru dalam merencanakan pembelajaran sehingga menciptakan iklim merdeka belajar dalam proses pembelajaran di kelas. Penulis menantikan masukan dari pembaca untuk penyempurnaan isi buku pada masa mendatang.

Jakarta, Desember 2023

Tim Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar iii
Prakata iv
Daftar Isi v
Daftar Tabel ix
Petunjuk Penggunaan Buku x

Panduan Umum 1
A. Pendahuluan 2
B. Capaian Pembelajaran 8
C. Strategi Pembelajaran 15
D. Asesmen 16
E. Penjelasan Komponen Buku Siswa 18
F. Skema Pembelajaran 20

Bab I Panduan Khusus Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah 31
A. Pendahuluan 32
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 33
C. Penyajian Materi Esensial 34
D. Apersepsi 36
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 37
F. Panduan Pembelajaran 38
G. Pengayaan dan Remedial 51
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 51
I. Asesmen/Penilaian 52
J. Kunci Jawaban 54
K. Refleksi 64
L. Sumber Belajar Utama 64

Bab II Panduan Khusus Virus dan Peranannya 65
A. Pendahuluan 66
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 66
C. Penyajian Materi Esensial 67
D. Apersepsi 68
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 68

F. Panduan Pembelajaran 69
G. Pengayaan dan Remedial 72
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 73
I. Asesmen/Penilaian 73
J. Kunci Jawaban 76
K. Refleksi 80
L. Sumber Belajar Utama 80

Bab III Panduan Khusus Struktur Atom Fakta di Balik Materi 81
A. Pendahuluan 82
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 83
C. Penyajian Materi Esensial 83
D. Apersepsi 84
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 85
F. Panduan Pembelajaran 85
G. Pengayaan dan Remedial 87
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 87
I. Asesmen/Penilaian 87
J. Kunci Jawaban 91
K. Refleksi 107
L. Sumber Belajar Utama 108

Bab IV Panduan Khusus Hukum Dasar Kimia di Sekitar Kita 109
A. Pendahuluan 110
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 111
C. Penyajian Materi Esensial 111
D. Apersepsi 112
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 112
F. Panduan Pembelajaran 113
G. Pengayaan dan Remedial 115
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 115
I. Asesmen/Penilaian 115
J. Kunci Jawaban 118
K. Refleksi 129
L. Sumber Belajar Utama 129

Bab V Panduan Khusus Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030 131
A. Pendahuluan 132
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 133
C. Penyajian Materi Esensial 134
D. Apersepsi 134
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 135
F. Panduan Pembelajaran 135
G. Pengayaan dan Remedial 137
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 138
I. Asesmen/Penilaian 138
J. Kunci Jawaban 141
K. Refleksi 155
L. Sumber Belajar Utama 155

Bab VI Panduan Khusus Keanekaragaman Makhluk Hidup, Interaksi, dan Peranannya di Alam 157
A. Pendahuluan 158
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 159
C. Penyajian Materi Esensial 159
D. Apersepsi 160
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 161
F. Panduan Pembelajaran 162
G. Pengayaan dan Remedial 166
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 166
I. Asesmen/Penilaian 167
J. Kunci Jawaban 170
K. Refleksi 175
L. Sumber Belajar Utama 176

Bab VII Panduan Khusus Energi Terbarukan 177
A. Pendahuluan 178
B. Konsep Keterampilan Prasyarat 179
C. Penyajian Materi Esensial 180
D. Apersepsi 181
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 181
F. Panduan Pembelajaran 182
G. Pengayaan dan Remedial 191

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 192
I. Asesmen/Penilaian 192
J. Kunci Jawaban 194
K. Refleksi 199
L. Sumber Belajar Utama 200

Bab VIII Panduan Khusus Perubahan Iklim 201
A. Pendahuluan 202
B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat 203
C. Penyajian Materi Esensial 203
D. Apersepsi 204
E. Penilaian Sebelum Pembelajaran 204
F. Panduan Pembelajaran 205
G. Pengayaan dan Remedial 208
H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat 208
I. Asesmen/Penilaian 208
J. Kunci Jawaban 211
K. Refleksi 214
L. Sumber Belajar Utama 214

Glosarium 215
Daftar Pustaka 223
Indeks 226
Pelaku Perbukuan 231

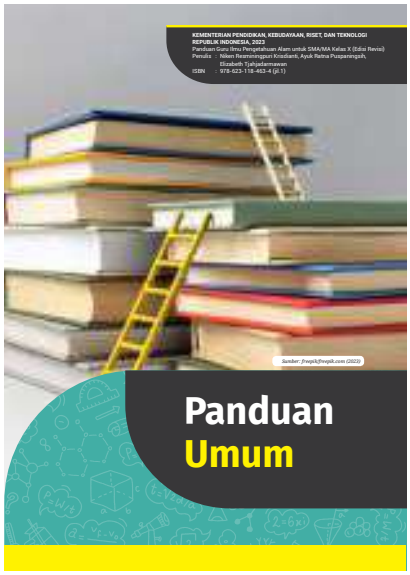
Daftar Tabel

Tabel 1. Distribusi Dimensi Profil Pelajar Pancasila dalam Proses Pembelajaran IPA Fase E 3
Tabel 2. Capaian Pembelajaran IPA Fase E 9
Tabel 3. Skema Pembelajaran IPA Fase E 20
Tabel 1.1 Pemetaan TP, KKTP, dan Aktivitas Kelas 39
Tabel 1.2 Asesmen pada Buku Siswa 52
Tabel 1.3 Contoh Rubrik Penilaian Kegiatan Praktik 53
Tabel 2.1 Asesmen pada Buku Siswa 73
Tabel 2.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 2.1 74
Tabel 2.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek 74
Tabel 3.1 Asesmen pada Buku Siswa 88
Tabel 3.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 3.4, 3.6, dan Ayo Cek Pemahaman 89
Tabel 3.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek 89
Tabel 4.1 Asesmen pada Buku Siswa 116
Tabel 4.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Ayo Berlatih, Aktivitas 4.5, dan Ayo Cek Pemahaman 116
Tabel 4.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek 117
Tabel 5.1 Asesmen pada Buku Siswa 138
Tabel 5.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 5.3 dan Ayo Cek Pemahaman 139
Tabel 5.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek pada Model *Project-Based Learning* 140
Tabel 6.1 Asesmen pada Buku Siswa 167
Tabel 6.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 6.1 168
Tabel 6.3 Contoh Rubrik Unjuk Kerja 168
Tabel 6.4 Contoh Rubrik Penilaian Proyek 169
Tabel 7.1 Pemetaan TP, KKTP, dan Aktivitas Pembelajaran 183
Tabel 7.2 Contoh Aktivitas Pembelajaran dengan Pendekatan STEM 188
Tabel 7.3 Contoh Aktivitas Pembelajaran dengan *Model Research-Based Learning* 190
Tabel 7.4 Asesmen pada Buku Siswa 192
Tabel 7.5 Contoh Rubrik Penilaian Aktivitas 7.1 193
Tabel 8.1 Asesmen pada Buku Siswa 209
Tabel 8.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Ayo Cek Pemahaman 209
Tabel 8.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek 210

Petunjuk Penggunaan Buku

Buku panduan guru dirancang untuk memandu guru dalam merencanakan dan melaksanakan proses pembelajaran berdasarkan Buku Siswa Ilmu Pengetahuan Alam kelas X. Buku ini secara umum terdiri atas dua bagian utama, yaitu panduan umum dan delapan bab panduan khusus.

A. Bagian-Bagian dalam Panduan Umum



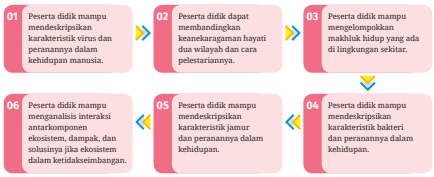
Kover Bab
Berisi judul dan gambar yang berkaitan dengan isi bab.

Tabel 2. Capaian Pembelajaran IPA Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman IPA	• Peserta didik memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang memengaruhi; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan. • Peserta didik memahami sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; energi alternatif dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi. • Peserta didik memahami struktur dan sifat atom serta kaitannya dengan tabel periodik; reaksi kimia dan hukum-hukum dasar kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari. • Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.
Keterampilan Proses	**Mengamati** Peserta didik mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memerhatikan karakteristik dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.

TP yang disusun berdasarkan CP:

- Peserta didik memahami **proses klasifikasi makhluk hidup**;
- Peserta didik memahami **peranan virus;**
- Peserta didik memahami **bakteri dan jamur dalam kehidupan**;
- Peserta didik memahami **ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang memengaruhi**; dan
- Peserta didik memahami **pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan**.



Gambar 4. Contoh ATP Alternatif Biologi

CP, TP, dan ATP
Berisi CP versi terbaru serta inspirasi TP dan ATP.

C. Strategi Pembelajaran

Berdasarkan karakteristik mata pelajaran IPA fase E, materi IPA dapat disampaikan secara terpisah, terbagi atas mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi. Kemudian, setelah seluruh materi selesai disampaikan, seluruh materi ditutup dengan materi terapan terintegrasi yang mengangkat sebuah masalah atau isu lingkungan, yaitu perubahan iklim.

Strategi Pembelajaran
Menjelaskan tentang inspirasi strategi pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru dalam melaksanakan proses pembelajaran berdasarkan aktivitas dan materi pada Buku Siswa.

Asesmen
Berisi contoh inspirasi asesmen yang dapat dilakukan oleh guru berdasarkan aktivitas pada Buku Siswa.

D. Asesmen

Menurut Kepmen 262/M/2022 halaman 67, asesmen atau penilaian merupakan proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik. Prinsip asesmen adalah sebagai berikut.

- Asesmen merupakan bagian terpadu dari proses pembelajaran, fasilitasi pembelajaran, dan penyediaan informasi yang holistik, sebagai umpan balik untuk pendidik, peserta didik, dan orang tua/wali agar dapat memandu mereka dalam menentukan strategi pembelajaran selanjutnya.

E. Penjelasan Komponen Buku siswa

Untuk mendapatkan pengalaman belajar sesuai dengan fase perkembangannya, Buku Siswa disusun sedemikian rupa, sehingga materi dan aktivitas yang tersedia dalam Buku Siswa dapat mendukung peserta didik dalam menguasai kompetensi yang diharapkan. Tujuan akhirnya, peserta didik diharapkan dapat mencapai CP.

Materi pada Buku Siswa ditampilkan dalam bentuk teks dan gambar. Gambar-gambar dilengkapi pada setiap bagian materi untuk mendukung konsep yang akan dipelajari peserta didik. Dengan adanya kombinasi ini, peserta didik diharapkan lebih tertarik, menyenangi, dan dimudahkan dalam pembelajaran IPA. Secara umum, terdapat lima bagian utama yang tersedia dalam Buku Siswa.

Komponen Buku Siswa
Memberikan gambaran tentang apa saja komponen yang ada pada Buku Siswa dan penjelasan terkait komponen tersebut.

Skema Pembelajaran
Berisi inspirasi skema pembelajaran di setiap bab pada Buku Siswa yang terdiri atas tujuan, alokasi waktu, aktivitas pembelajaran, aktivitas alternatif, sumber belajar, dan asesmen.

F. Skema Pembelajaran

Tabel 3. Skema Pembelajaran IPA Fase E

Bab	No.	Aspek	Keterangan
1	1.	Tujuan pembelajaran	Peserta didik mampu mengaplikasikan prinsip sistem pengukuran dalam penyelidikan ilmiah.
		Alokasi waktu	33 JP (jam pelajaran)
		Kata kunci	Alat ukur, angka penting, besaran, ketidakpastian pengukuran, satuan
		Pokok materi	• Macam-macam alat ukur • Besaran, satuan, dimensi, dan notasi ilmiah • Penggunaan berbagai macam alat ukur • Aturan angka penting • Faktor penyebab kesalahan pengukuran • Penentuan nilai rata-rata dan nilai

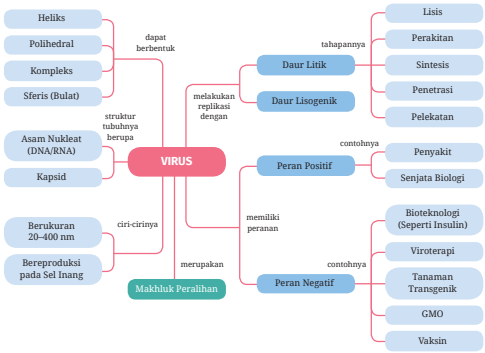
B. Bagian-Bagian dalam Panduan Khusus

Kover Bab
Berisi judul bab dan gambar yang berkaitan dengan materi bab di Buku Siswa.

A. Pendahuluan

Virus merupakan topik kedua yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Saat ini, virus adalah topik yang sangat menarik untuk dipelajari karena permasalahannya dihadapi langsung pada masa pandemi lalu. Topik ini berkaitan dengan Bab 1, yaitu pengukuran, ketika peserta didik harus memahami ukuran dari suatu virus dan cara melakukan kerja ilmiah dalam mengamati virus. Bab ini juga berkaitan dengan Bab 5 Kimia Hijau, ketika membahas pencegahan penyebaran virus secara kimiawi.

Subbab pada topik virus disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya. Contohnya, sebelum memahami cara virus bereproduksi, peserta didik harus memahami ciri dan struktur virus terlebih dahulu. Adapun peta konsep terkait bab ini ditunjukkan oleh gambar berikut.



Pengantar Bab
Berisi penjelasan umum isi bab pada Buku Siswa dan peta konsep.

Konsep dan Keterampilan Prasyarat
Menjelaskan apa saja konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik sebelum mempelajari bab pada Buku Siswa.

C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Pada bab ini disisipkan kembali tabel periodik unsur untuk mengingat lambang atom unsur-unsur sebagai materi prasyarat. Memahami kembali pengertian unsur, lalu hubungan unsur dengan atom dan molekul juga diulas kembali pada bab ini sebagai materi prasyarat. Ciri-ciri dan jenis reaksi kimia, serta persamaan reaksi kimia yang sudah pernah diulas pada bab 4 juga disinggung kembali pada bab ini untuk menguatkan materi prasyarat. Aktivitas yang dilakukan untuk mengulang materi prasyarat adalah dengan membaca bagian materi-materi tadi pada bab ini kemudian dilanjutkan dengan tanya jawab. Hal ini diharapkan dapat mendorong peserta didik memperkuat konsep materi tersebut.

Catatan:
Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci sistem pengukuran pada kerja ilmiah:

1. Mengukur adalah membandingkan ukuran antara suatu benda yang belum diketahui nilainya dengan alat ukur standar yang sesuai.
2. Mendapatkan hasil pengukuran yang presisi dan akurat sangat penting.
   a. Presisi merupakan seberapa dekat nilai pengukuran satu sama lain. Pada dasarnya, seberapa presisi suatu hasil pengukuran dapat dilihat dari berapa banyak tempat desimal pada hasil pengukuran yang didapatkan.
   b. Akurasi adalah seberapa dekat nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya.

Penyajian Materi Esensial
Berisi materi-materi esensial yang harus dikuasi oleh peserta didik pada bab di Buku Siswa.

Apersepsi
Berisi inspirasi apersepsi yang dapat digunakan oleh guru ketika mengawali proses pembelajaran pada suatu bab di Buku Siswa.

D. Apersepsi

Apersepsi dapat dilakukan dengan beberapa alternatif berikut ini.

1. Menggunakan kasus awal yang disajikan pada bagian awal buku.
   a. Mengarahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks keselamatan transportasi kaitannya dengan pengukuran.
      - Alternatif pengamatan 1: Peserta didik dapat mengamati kasus pembuka yang tersedia di halaman awal bab Buku Siswa.
      - Alternatif pengamatan 2: Peserta didik dapat membaca tautan berita yang diberikan guru mengenai keselamatan transportasi.
   b. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang telah didapatkan dari cuplikan berita tersebut,
   c. Berikan juga kesempatan pada peserta didik untuk bertanya mengenai hal-hal yang berkaitan dengan berita tersebut,

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi struktur atom dan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Asesmen awal dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti tes tulis atau tanya jawab terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik. Contoh asesmen awal struktur atom berupa tes isian sebagai berikut.

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!
1. Apakah unsur? Berikan beberapa contoh unsur!
2. Bagaimana unsur dibentuk?

Penilaian Sebelum Pembelajaran
Berisi inspirasi asesmen awal yang dapat dilakukan oleh guru sebelum melaksanakan pembelajaran pada bab di Buku Siswa.

Panduan Pembelajaran
Berisi panduan terkait alokasi waktu, pelaksanaan aktivitas pembelajaran pada Buku Siswa, inspirasi model/metode

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 10 jam pelajaran (JP). Meskipun demikian, guru dapat menyesuaikannya dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi tetap harus mengingat agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah melakukan telaah struktur virus (Aktivitas 2.1), replikasi virus (Aktivitas 2.2), peranan virus (Aktivitas 2.3), pencegahan virus (Aktivitas 2.4), dan proyek. Pada akhir setiap aktivitas pada bab ini, guru dapat menambahkan kegiatan untuk melatih keterampilan peserta didik dalam berkomunikasi seperti dengan menyusun laporan dan mempresentasikan hasil telaah yang dilakukan.

pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru, serta kemungkinan miskonsepsi yang muncul pada peserta didik.

G. Pengayaan dan Remedial

Untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Materi pengayaan teori atom mekanika kuantum yang menerangkan posisi atom pada kulit, subkulit, orbital, dan spin sebagai lanjutan teori atom Niels Bohr dapat diberikan. Materi pengayaan menghitung massa atom rata-rata dari campuran isotop unsur-unsur yang ada di alam juga dapat diberikan sebagai materi pengayaan. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat dilakukan program remedial. Program remedial ini dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi dalam pembelajaran ulang kemudian diakhiri dengan penugasan. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

Pengayaan dan Remedial
Berisi panduan dalam melaksanakan pengayaan dan remedial.

Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat
Berisi contoh inspirasi interaksi yang terjadi antara guru dengan orang tua/wali dalam berkolaborasi sepanjang proses pembelajaran.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait pentingnya materi kimia hijau yang dipelajari anaknya sehingga anak memiliki pola pikir dan tanggung jawab dalam melestarikan lingkungan. Guru juga menyampaikan kepada orang tua terkait penugasan proyek yang dilakukan anaknya. Kebutuhan ketersediaan kuota agar dapat terkoneksi internet dan pengawasan terhadap anak-anak saat menggunakan internet perlu disampaikan. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh KKTP untuk bab ini dapat dilihat pada Tabel 1.1. Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 1.2 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis Asesmen	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Penugasan Aktivitas 1.1, 1.2, 1.5, dan 1.6
	Non-Tes	Penilaian kinerja pada Aktivitas 1.3 dan 1.4, serta proses diskusi dan presentasi
Sumatif	Tes	Latihan soal terpadu, Ayo Cek Pemahaman, dan Proyek Akhir Bab
	Non-Tes	Proyek Akhir Bab

Asesmen
Menjelaskan pelaksanaan asesmen berdasarkan aktivitas pada buku panduan serta inspirasi asesmen yang dapat dilakukan oleh guru.

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 1.1

(a) Neraca Tiga Lengan Kegunaan: untuk mengukur massa benda/zat.	**(b) Meteran** Kegunaan: untuk mengukur panjang.
(c) Stopwatch Kegunaan: untuk mengukur waktu.	**(d) Termometer** Kegunaan: untuk mengukur suhu tubuh.
(e) Avometer Kegunaan: untuk mengukur kuat arus dan tegangan listrik	**(f) Luxmeter** Kegunaan: untuk mengukur intensitas cahaya.
(g) Jangka sorong Kegunaan: untuk mengukur diameter, panjang, dan tebal benda.	**(h) Speedometer** Kegunaan: untuk mengukur kelajuan kendaraan bermotor.
(i) Tensimeter Kegunaan: untuk mengukur tekanan darah.	**(j) Gelas berukuran** Kegunaan: untuk mengukur volume bahan masakan.
(k) Mikrometer sekrup Kegunaan: untuk mengukur diameter benda.	**(l) Pengukur tekanan ban** Kegunaan: untuk mengukur tekanan udara dalam ban.

Kunci Jawaban
Berisi kunci jawaban pada bagian aktivitas, ayo berlatih, dan ayo cek pemahaman pada Buku Siswa.

TUT WURI HANDAYANI

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Panduan Umum

A. Pendahuluan

Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) menyediakan pengalaman belajar untuk memahami cara kerja alam semesta dan kontribusi IPA terhadap keberlangsungan kehidupan melalui pendekatan-pendekatan empiris yang dapat dipertanggungjawabkan. Pemahaman IPA ini dapat mendorong peserta didik untuk mengeksplorasi hal-hal yang belum diketahui, menginvestigasi fenomena-fenomena, membuat prediksi, dan memecahkan berbagai permasalahan sains yang pada akhirnya terkait dengan sosial, ekonomi, dan kemanusiaan. Pemahaman peserta didik terhadap IPA menjadi dasar dalam melakukan aksi nyata untuk berkontribusi positif pada pengembangan diri dan lingkungannya.

Pada Kurikulum Merdeka, IPA menjadi mata pelajaran tersendiri pada fase D dan E. Hal tersebut bertujuan memberikan kesempatan yang lebih luas pada peserta didik untuk mempelajari topik-topik dalam bidang keilmuan fisika, kimia, biologi, serta bumi dan antariksa. Pembelajaran IPA melatih sikap ilmiah antara lain keingintahuan yang tinggi, berpikir kritis, analitis, terbuka, jujur, bertanggung jawab, objektif, tidak mudah putus asa, tekun, solutif, sistematis, dan mampu mengambil kesimpulan yang tepat.

Ilmu Pengetahuan Alam berperan sangat besar dalam kehidupan peserta didik sehingga mereka dapat menjaga keselamatan diri, orang lain, dan alam, mencari potensi-potensi yang terpendam dari alam, baik yang terbarukan maupun yang tidak terbarukan, serta membantu manusia mengambil keputusan dalam menyelesaikan masalah.

Mata pelajaran IPA merupakan sarana yang strategis dalam mengembangkan Profil Pelajar Pancasila. Peserta didik membangun iman dan takwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia melalui pemahamannya terhadap alam semesta ciptaan Tuhan. Selanjutnya, pendekatan saintifik dapat meningkatkan kemampuan bernalar kritis dan kreatif dalam memproses dan mengelola informasi, baik kualitatif maupun kuantitatif secara objektif, membangun keterkaitan antara berbagai informasi, melakukan analisis, evaluasi, menarik kesimpulan, dan menerapkan hal yang dipelajari dalam situasi baru. Mata pelajaran IPA juga memfasilitasi peserta didik untuk mandiri dan mampu berkolaborasi, serta dapat menggali potensi yang dimiliki Indonesia dan mengidentifikasi masalah yang ada di sekitarnya dalam perspektif global.

Dengan mempelajari IPA, peserta didik dapat mengembangkan ketertarikan dan rasa ingin tahu sehingga peserta didik terpacu untuk mengkaji fenomena yang ada di sekitar manusia, memahami bagaimana sistem alam semesta bekerja, memberikan dampak timbal balik bagi kehidupan manusia, dan memahami kontribusi IPA dalam keberlangsungan kehidupan; berperan aktif dalam memelihara, menjaga, melestarikan lingkungan alam, mengelola sumber daya alam dan lingkungan dengan bijak; melakukan kerja ilmiah dan menumbuhkan sikap ilmiah; dan mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsep-konsep di dalam IPA sehingga dapat berkontribusi dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan dirinya dan lingkungan di sekitarnya dalam perspektif global.

Buku Panduan Guru ini disusun bertujuan memberikan arahan kepada guru dalam menggunakan Buku Siswa tanpa mendikte, tetapi memberi keleluasaan, disesuaikan dengan kesiapan guru, fasilitas belajar, lingkungan belajar, kebutuhan, dan minat siswa dalam belajar.

Pada buku panduan ini disampaikan Profil Pelajar Pancasila yang sesuai dengan taraf perkembangan peserta didik dan mendukung pencapaian Capaian Pembelajaran. Pada bagian ini, disertakan tabel distribusi dimensi Profil Pelajar Pancasila untuk setiap bab yang terdapat di dalam Buku Siswa.

Tabel 1. Distribusi Dimensi Profil Pelajar Pancasila dalam Proses Pembelajaran IPA Fase E

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
1.	Bernalar kritis	Memperoleh dan memproses informasi dan gagasan	Mengidentifikasi, mengklarifikasi, dan mengolah informasi dan gagasan	**Bab 1:** • Aktivitas 1.1 • Aktivitas 1.2 • Aktivitas 1.3 • Ayo Berlatih • Aktivitas 1.5 • Proyek Akhir Bab • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
				Bab 2: • Aktivitas 2.2 • Aktivitas 2.3 • Aktivitas 2.4 • Ayo Cek Pemahaman • Proyek **Bab 3:** • Aktivitas 3.1 • Aktivitas 3.2 • Aktivitas 3.4 • Aktivitas 3.7 • Aktivitas 3.8 • Aktivitas 3.9 • Aktivitas 3.10 • Aktivitas 3.11 • Aktivitas 3.12 • Aktivitas 3.13 • Ayo Berlatih • Ayo Cek Pemahaman • Proyek Akhir Bab **Bab 4:** • Aktivitas 4.2 • Aktivitas 4.3 • Aktivitas 4.4 • Aktivitas 4.5 • Ayo Berlatih • Ayo Cek Pemahaman • Proyek Akhir Bab **Bab 5:** • Aktivitas 5.3, 5.4 • Ayo Cek Pemahaman • Proyek

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
				Bab 6: • Aktivitas 6.2 • Ayo Cek Pemahaman • Proyek **Bab 7:** • Aktivitas 7.1 • Aktivitas 7.2 • Aktivitas 7.3 • Aktivitas 7.4 • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan **Bab 8:** • Proyek
			Mengajukan pertanyaan	**Bab 1:** • Proyek Akhir Bab • Pengayaan **Bab 6:** • Aktivitas 6.7 **Bab 7:** • Pengayaan
2.	Kreatif	• Menghasilkan gagasan yang orisinal • Menghasilkan karya dan tindakan yang orisinal • Memiliki keluwesan berpikir dalam mencari alternatif solusi permasalahan	Bereksperimen dengan berbagai pilihan secara kreatif untuk memodifikasi gagasan sesuai dengan perubahan situasi.	**Bab 1:** • Aktivitas 1.3 • Proyek Akhir Bab • Pengayaan **Bab 2:** • Proyek **Bab 3:** • Aktivitas 3.3 • Aktivitas 3.5 **Bab 4:** • Aktivitas 4.4

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
				Bab 6: • Proyek **Bab 7:** • Pengayaan
3.	Mandiri	Pemahaman diri dan situasi yang dihadapi	Mengembangkan refleksi diri	**Bab 1:** • Refleksi **Bab 3:** • Aktivitas 3.6 • Refleksi **Bab 4:** • Aktivitas 4.1 • Refleksi **Bab 5:** • Refleksi **Bab 7:** • Aktivitas 7.5 • Refleksi
		Regulasi diri	Menunjukkan inisiatif dan bekerja secara mandiri	**Bab 1:** • Aktivitas 1.1 • Aktivitas 1.2 • Aktivitas 1.3 • Aktivitas 1.4 • Aktivitas 1.5 • Aktivitas 1.6 • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan **Bab 2:** – **Bab 3:** • Pengayaan **Bab 4:** • Pengayaan **Bab 5:** • Pengayaan

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
				Bab 6: • Ayo Berlatih • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan **Bab 7:** • Aktivitas 7.1 • Aktivitas 7.2 • Aktivitas 7.3 • Aktivitas 7.4 • Aktivitas 7.5 • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan **Bab 8:** • Pengayaan
			Mengembangkan pengendalian dan disiplin diri	**Bab 1:** • Aktivitas 1.4 • Aktivitas 1.5 • Proyek Akhir Bab • Pengayaan **Bab 6:** • Aktivitas 6.1 • Aktivitas 6.3 • Aktivitas 6.4 • Aktivitas 6.5 • Aktivitas 6.6 • Aktivitas 6.7 • Aktivitas 6.8 **Bab 7:** • Pengayaan
4.	Bergotong royong	Kolaborasi	Kerja sama	**Bab 1:** • Aktivitas 1.5 • Proyek Akhir Bab • Pengayaan

No.	Dimensi	Elemen	Sub-elemen	Implementasi
				Bab 5: • Proyek akhir bab **Bab 6:** • Aktivitas 6.1 • Aktivitas 6.3 • Aktivitas 6.4 • Aktivitas 6.5 • Aktivitas 6.6 • Aktivitas 6.7 • Aktivitas 6.8 • Proyek akhir bab **Bab 7:** • Pengayaan
5	Beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia	Akhlak kepada alam	Menjaga lingkungan alam sekitar	**Bab 5:** • Aktivitas 5.1 • Aktivitas 5.2 • Aktivitas 5.3 • Aktivitas 5.5 • Proyek akhir bab **Bab 7:** • Aktivitas 7.1 • Aktivitas 7.2 • Aktivitas 7.3 • Aktivitas 7.4 • Aktivitas 7.5 • Ayo Cek Pemahaman • Pengayaan **Bab 8:** • Proyek

B. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran (CP) adalah kompetensi pembelajaran yang harus dicapai peserta didik pada setiap fase, dimulai dari fase pondasi pada PAUD. Kelas X adalah fase E.

1. Capaian Pembelajaran IPA Fase E

Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami sistem pengukuran, energi alternatif, ekosistem, bioteknologi, keanekaragaman hayati, struktur atom, reaksi kimia, hukum-hukum dasar kimia, dan perubahan iklim sehingga responsif dan dapat berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah pada isu-isu lokal dan global. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*/SDGs)

Ada dua elemen utama dalam pendidikan IPA, yakni pemahaman IPA dan keterampilan proses. Dalam melaksanakan pembelajaran, elemen keterampilan proses adalah cara yang dilakukan untuk memperoleh pemahaman IPA sehingga kedua elemen ini disampaikan dalam satu kesatuan yang utuh dan tidak diturunkan menjadi tujuan pembelajaran terpisah.

Tabel 2. Capaian Pembelajaran IPA Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pemahaman IPA	• Peserta didik memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang memengaruhi; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan. • Peserta didik memahami sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; energi alternatif dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi. • Peserta didik memahami struktur dan sifat atom serta kaitannya dengan tabel periodik; reaksi kimia dan hukum-hukum dasar kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari. • Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.
Keterampilan Proses	**Mengamati** Peserta didik mengamati fenomena ilmiah dan mencatat hasil pengamatannya dengan memerhatikan karakteristik dari objek yang diamati untuk memunculkan pertanyaan yang akan diselidiki.

Elemen	Capaian Pembelajaran
	Mempertanyakan dan memprediksi Peserta didik mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi. **Merencanakan dan melakukan penyelidikan** Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memerhatikan kaidah ilmiah. **Memproses, menganalisis data dan informasi** Peserta didik menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat berdasarkan data penyelidikan dengan menggunakan referensi rujukan yang sesuai serta menyimpulkan hasil penyelidikan. **Mengevaluasi dan refleksi** Peserta didik mengidentifikasi sumber ketidakpastian dan kemungkinan penjelasan alternatif dalam rangka mengevaluasi kesimpulan, serta menjelaskan cara spesifik untuk meningkatkan kualitas data. Menganalisis validitas informasi dan mengevaluasi pendekatan yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam penyelidikan. **Mengomunikasikan hasil** Peserta didik mengomunikasikan hasil penyelidikan secara sistematis dan utuh, ditunjang dengan argumen ilmiah berdasarkan referensi sesuai konteks penyelidikan.

2. Tujuan Pembelajaran (TP)

Terdapat tiga cara dalam merumuskan TP berdasarkan buku panduan pembelajaran dan asesmen. Perumusan TP dapat dilakukan dengan cara:

- pertama, mengambil kalimat langsung pada CP,
- kedua, memetakan kompetensi dan ruang lingkup CP, serta
- ketiga, lintas elemen.

Penyusunan TP

Guru dapat menggunakan cara apa pun dalam menyusun TP selama TP terdiri atas minimal komponen kompetensi dan ruang lingkup materi dan seluruh TP merepresentasikan pencapaian CP.

Salah satu contoh penyusunan TP yang paling sederhana, yaitu menggunakan cara pertama, **mengambil kalimat langsung pada CP**. Berikut ini merupakan cara penyusunan TP dengan mengambil kalimat langsung pada CP.

Kalimat yang tertera pada CP:

- Peserta didik memahami proses klasifikasi makhluk hidup; peranan virus, bakteri dan jamur dalam kehidupan; ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang memengaruhi; dan pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
- Peserta didik memahami sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; energi alternatif dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi.
- Peserta didik memahami struktur dan sifat atom serta kaitannya dengan tabel periodik; reaksi kimia dan hukum-hukum dasar kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari.
- Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.

Tandai **konten materi ajar** dan **kata kerja umum** yang yang tertera pada kalimat CP, kemudian susunlah menjadi TP.

TP yang disusun berdasarkan CP:

- Peserta didik memahami **proses klasifikasi makhluk hidup**;
- Peserta didik memahami **peranan virus;**
- Peserta didik memahami **bakteri dan jamur dalam kehidupan**;
- Peserta didik memahami **ekosistem dan interaksi antarkomponen serta faktor yang memengaruhi**; dan
- Peserta didik memahami **pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan**.

- Peserta didik memahami **sistem pengukuran dalam kerja ilmiah**;
- Peserta didik memahami **energi alternatif dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi**.
- Peserta didik memahami **struktur dan sifat atom serta kaitannya dengan tabel periodik**;
- Peserta didik memahami **hukum-hukum dasar kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari**.
- Peserta didik memahami **reaksi kimia dan kimia hijau serta perannya dalam kehidupan sehari-hari.**
- Peserta didik menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan **perubahan iklim**.

3. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

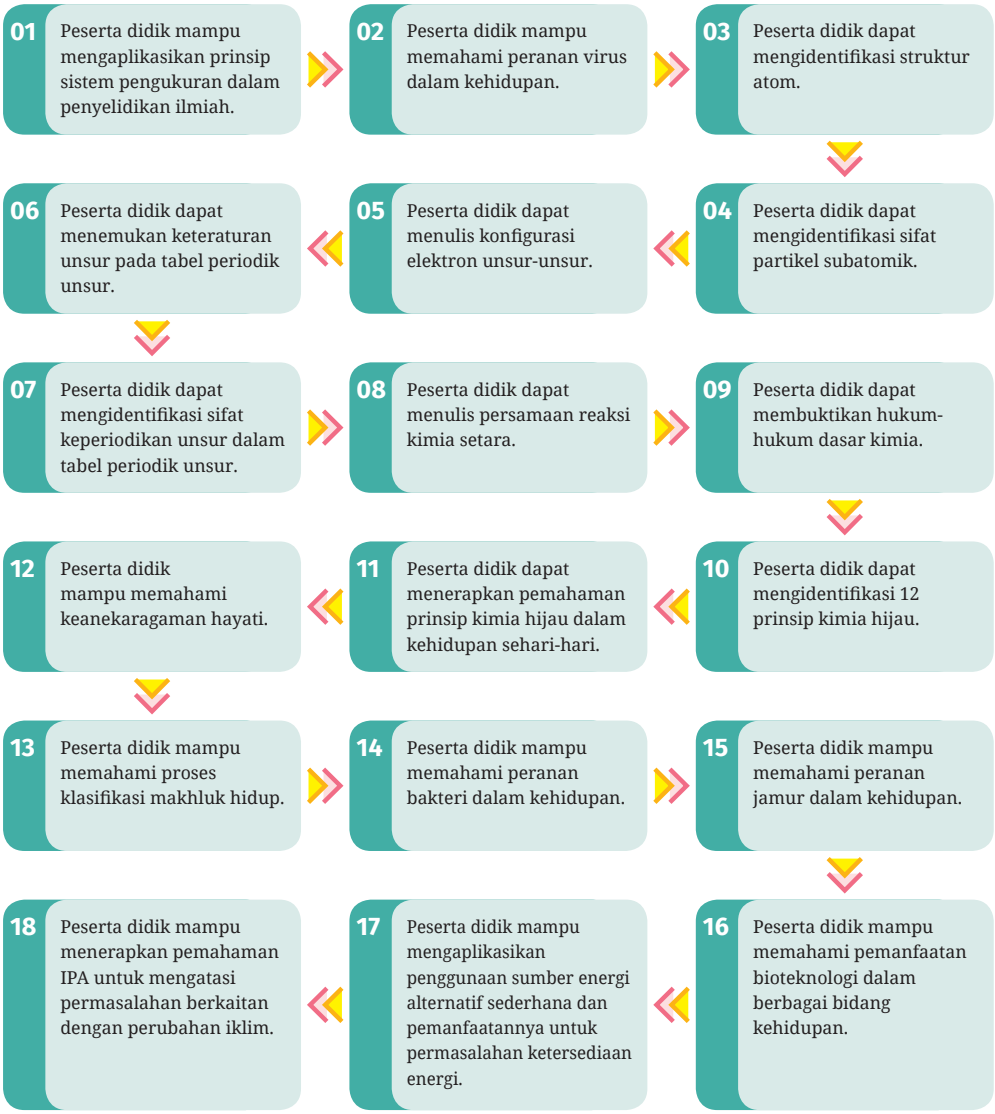
Setelah menyusun TP, ATP dibuat dengan cara mengurutkan TP sesuai dengan urutan penyajian materi yang akan diberikan di kelas. Terdapat beberapa pertimbangan dalam membuat urutan TP, yaitu sebagai berikut.

- Urutan TP disusun mulai dari materi prasyarat ke materi selanjutnya,
- Urutan TP disusun berdasarkan kompleksitas materi, mulai dari materi yang sederhana hingga materi yang kompleks,
- Urutan TP disusun mulai dari materi yang konkret hingga materi yang abstrak,
- Urutan TP disusun berdasarkan tingkatan kompetensi, mulai dari tingkatan kompetensi bawah hingga tingkatan kompetensi atas.

Pengurutan TP

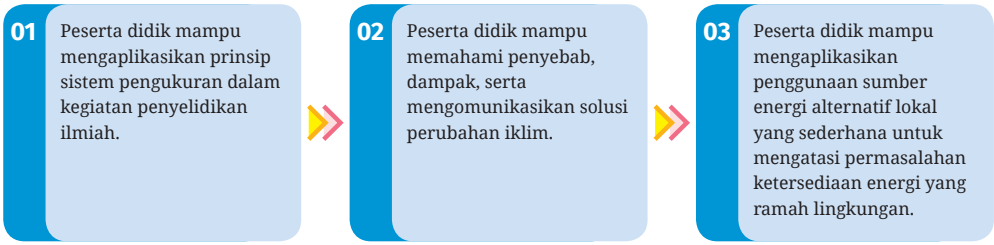
Guru dapat menggunakan strategi apa pun dalam mengurutkan TP.

Salah satu contoh penyusunan ATP yang paling sederhana adalah urutan penyusunan TP mulai dari materi prasyarat ke materi selanjutnya. Berikut adalah salah satu contoh inspirasi ATP dari TP yang telah dikembangkan.

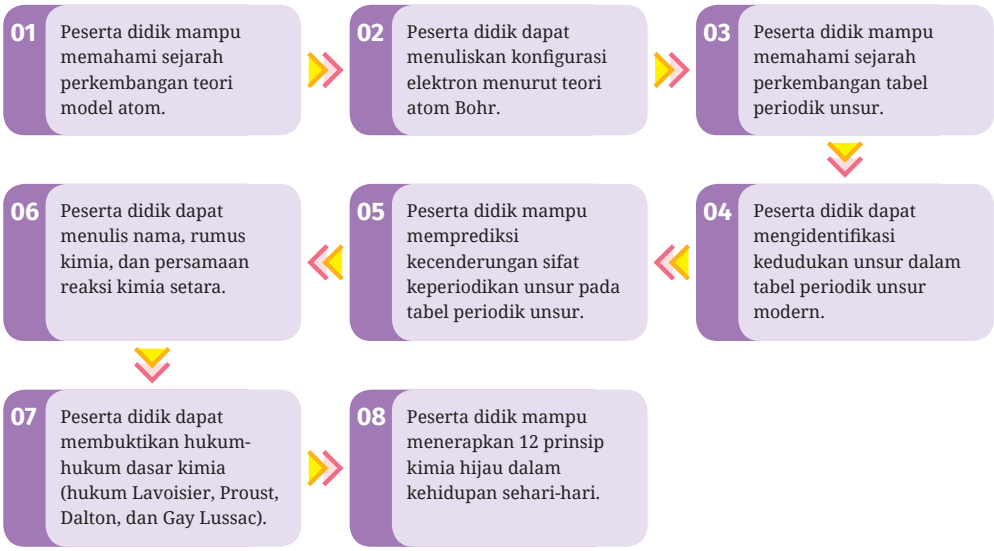


Gambar 1. Contoh ATP IPA Fase E

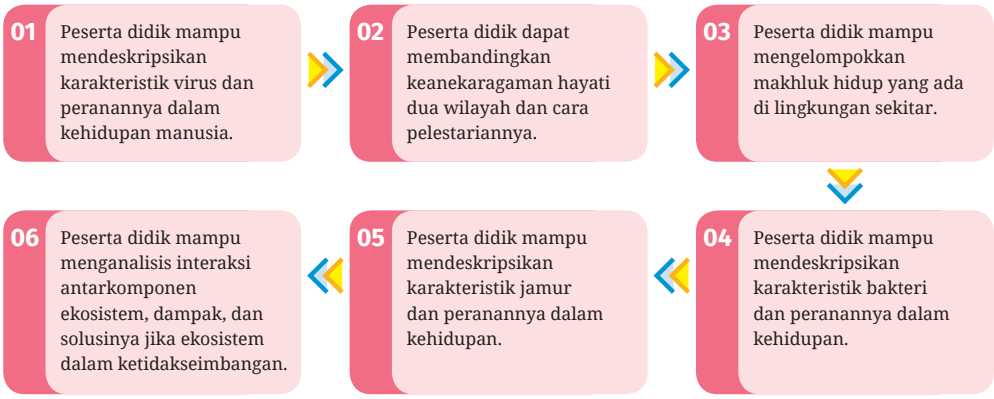
Selain itu, IPA pada fase E dapat juga diajarkan terpisah dengan ATP yang berbeda-beda di tiap-tiap mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi. Berikut adalah contoh ATP alternatif pada tiap-tiap mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi.



Gambar 2. Contoh ATP Alternatif Fisika



Gambar 3. Contoh ATP Alternatif Kimia



Gambar 4. Contoh ATP Alternatif Biologi

Catatan:

Keseluruhan ATP yang ditampilkan dalam buku ini adalah contoh ATP yang diharapkan dapat menjadi insiprasi bagi guru. Dengan demikian, guru dapat mengembangkan ATP sesuai dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing.

4. Karakteristik Mata Pelajaran IPA Fase D dan Fase E

IPA pada fase D diajarkan secara terpadu, sedangkan pada fase E dapat diajarkan tersendiri melalui mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi ataupun terpadu seperti fase D. Materi IPA yang diajarkan terpadu pada fase E dilaksanakan dengan *unit of inquiry*, yaitu sebuah proyek untuk menyelesaikan sebuah masalah atau isu lingkungan dari berbagai sudut pandang, baik itu fisika, kimia, dan biologi.

C. Strategi Pembelajaran

Berdasarkan karakteristik mata pelajaran IPA fase E, materi IPA dapat disampaikan secara terpisah, terbagi atas mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi. Kemudian, setelah seluruh materi selesai disampaikan, seluruh materi ditutup dengan materi terapan terintegrasi yang mengangkat sebuah masalah atau isu lingkungan, yaitu perubahan iklim.

Strategi pembelajaran adalah cara-cara yang akan digunakan dalam menyampaikan materi pelajaran. Strategi pembelajaran berupa perencanaan model pembelajaran yang digunakan, materi pelajaran, dan sumber daya yang digunakan dalam upaya mencapai tujuan pembelajaran. Kegiatan pembelajaran yang direncanakan perlu mempertimbangkan kondisi sekolah, lingkungan sekitar sekolah, dan karakteristik siswa.

Tujuan strategi pembelajaran bergantung pada model pembelajaran yang akan diterapkan di kelas. Terdapat beberapa alternatif model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pengajaran IPA fase E, yaitu model *project based learning* untuk melakukan aktivitas proyek di setiap bab dan juga model pembelajaran inkuiri pada saat melaksanakan aktivitas. Penggunaan model *think pair share* (TPR) pada kegiatan pembelajaran dapat mendorong peserta didik menjadi lebih aktif dalam belajar. Model *problem based learning* dapat menjadi pilihan

pada aktivitas pembelajaran. Mengawali pembelajaran dengan isu-isu dan masalah yang sedang populer dalam masyarakat dapat meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran IPA.

Ada beberapa alternatif pilihan metode yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran IPA fase E, yaitu metode diskusi dan tanya jawab saat melakukan aktivitas menelaah artikel atau gambar dan metode eksperimen untuk melakukan beberapa aktivitas di Buku Siswa. Metode demonstrasi dengan melakukan eksperimen juga dapat dilakukan jika alat dan bahan percobaan terbatas. Guru memberikan kesempatan kepada setiap kelompok secara bergiliran untuk memeragakan percobaan di depan kelas. Kelompok lain memberi tanggapan berupa pertanyaan, penjelasan, dan lainnya dalam diskusi kelas. Penggunaan metode resitasi dapat menjadi pilihan saat fasilitas alat dan bahan percobaan belum memadai. Guru memberikan tayangan melalui video kemudian siswa membuat ringkasan, diagram, dari tayangan percobaan yang sudah ditonton. Metode pembelajaran ini dapat diterapkan pada saat penyampaian materi dan pelaksanaan aktivitas-aktivitas yang tersedia dalam Buku Siswa.

Menentukan metode pembelajaran

Metode atau model yang disampaikan di buku ini adalah contoh inspirasi proses pembelajaran di kelas. Guru dapat menggunakan metode/model yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan.

D. Asesmen

Menurut Kepmen 262/M/2022 halaman 67, asesmen atau penilaian merupakan proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik. Prinsip asesmen adalah sebagai berikut.

- Asesmen merupakan bagian terpadu dari proses pembelajaran, fasilitasi pembelajaran, dan penyediaan informasi yang holistik, sebagai umpan balik untuk pendidik, peserta didik, dan orang tua/wali agar dapat memandu mereka dalam menentukan strategi pembelajaran selanjutnya.
- Asesmen dirancang dan dilakukan sesuai dengan fungsi asesmen tersebut, dengan keleluasaan untuk menentukan teknik dan waktu pelaksanaan asesmen agar efektif mencapai tujuan pembelajaran.

- Asesmen dirancang secara adil, proporsional, valid, dan dapat dipercaya (*reliable*) untuk menjelaskan kemajuan belajar, menentukan keputusan tentang langkah, dan sebagai dasar untuk menyusun program pembelajaran yang sesuai selanjutnya.
- Laporan kemajuan belajar dan pencapaian peserta didik bersifat sederhana dan informatif, memberikan informasi yang bermanfaat tentang karakter dan kompetensi yang dicapai, serta strategi tindak lanjut; dan
- Hasil asesmen digunakan oleh peserta didik, pendidik, tenaga kependidikan, dan orang tua/wali sebagai bahan refleksi untuk meningkatkan mutu pembelajaran.

Terdapat tiga jenis penilaian yang digunakan dalam proses pembelajaran, yaitu sebagai berikut.

1. Asesmen Awal

Asesmen awal digunakan di awal sebelum pembelajaran dilakukan untuk mengukur sejauh mana pemahaman peserta didik terkait materi prasyarat dan juga pengetahuan awal terkait materi yang akan diajarkan yang dimiliki oleh peserta didik. Hasil asesmen awal ini dijadikan sebagai pedoman dalam menentukan aktivitas pembelajaran yang akan dilakukan. Asesmen awal dapat dilakukan dengan tes ataupun tanya jawab dan wawancara.

2. Asesmen Formatif

Asesmen formatif dilakukan sepanjang proses pembelajaran untuk melihat sejauh mana perkembangan pemahaman peserta didik dan dijadikan pedoman dalam merefleksikan proses pembelajaran yang sedang berlangsung sehingga dapat dijadikan acuan perbaikan aktivitas pembelajaran selanjutnya. Dalam melaksanakan asesmen formatif, hal utama yang harus dilakukan guru adalah memberikan umpan balik kepada peserta didik sebagai bagian dari upaya meningkatkan potensi yang dimiliki oleh peserta didik.

3. Asesmen Sumatif

Asesmen sumatif dilakukan pada akhir pembelajaran untuk melihat sejauh mana ketercapaian KKTP. Bentuk asesmen sumatif yang disarankan sesuai dengan aktivitas buku siswa dapat berupa tes, proyek, unjuk kerja dan laporan.

Menentukan jenis asesmen

Satuan pendidikan dan pendidik memiliki keleluasaan untuk menentukan jenis, teknik, bentuk instrumen, dan waktu pelaksanaan asesmen berdasarkan karakteristik tujuan pembelajaran.

E. Penjelasan Komponen Buku siswa

Untuk mendapatkan pengalaman belajar sesuai dengan fase perkembangannya, Buku Siswa disusun sedemikian rupa, sehingga materi dan aktivitas yang tersedia dalam Buku Siswa dapat mendukung peserta didik dalam menguasai kompetensi yang diharapkan. Tujuan akhirnya, peserta didik diharapkan dapat mencapai CP.

Materi pada Buku Siswa ditampilkan dalam bentuk teks dan gambar. Gambar-gambar dilengkapi pada setiap bagian materi untuk mendukung konsep yang akan dipelajari peserta didik. Dengan adanya kombinasi ini, peserta didik diharapkan lebih tertarik, menyenangi, dan dimudahkan dalam pembelajaran IPA. Secara umum, terdapat lima bagian utama yang tersedia dalam Buku Siswa.

- Pertama, halaman judul, berisi tujuan pembelajaran, gambar terkait materi pada bab yang akan dipelajari, pertanyaan pemantik, dan apersepsi.
- Kedua, bagian isi yang mencakup materi, aktivitas pembelajaran, dan intisari pembelajaran.
- Ketiga, refleksi yang mengajak peserta didik untuk melakukan refleksi terhadap proses belajarnya pada topik tersebut.
- Keempat, penilaian yang mencakup berbagai bentuk penilaian dan juga mengarah pada soal-soal AKM.
- Kelima, pengayaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan peserta didik mengenai materi pada topik tersebut.

Setiap bab pada Buku Siswa, terdiri atas beberapa fitur yang dapat membantu peserta didik dalam mencapai capaian pembelajaran pada Fase E. Fitur-fitur ini memiliki peran yang spesifik selama proses pembelajaran. Berikut adalah fitur-fitur yang ada dalam Buku Siswa dan penjelasannya.

- **Tujuan Pembelajaran**
  Mencakup keseluruhan tujuan pembelajaran yang akan dicapai dalam bab tersebut.
- **Aktivitas**
  Fitur ini merupakan kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta didik, meliputi: pemerolehan dan penelaahan informasi dari artikel, pengamatan sederhana di lingkungan sekitar, menyimak video, dan praktikum sederhana. Ajakan pada fitur ini diberi kata "*Ayo*" diikuti jenis aktivitasnya, misalnya ayo amati, ayo cari, ayo temukan, ayo hubungkan, ayo identifikasi, dan ayo buat.
- **Ayo berlatih**
  Pada fitur ini ditampilkan beragam jenis pertanyaan yang berkaitan dengan materi pada subbab atau bab tersebut. Pertanyaan-pertanyaan yang dimunculkan tidak hanya untuk mengakses pengetahuan peserta didik tetapi juga tentang keterampilan proses.
- **Fakta Sains**
  Informasi tambahan terkait biografi ilmuwan pencetus teori, hukum, percobaan ilmiah, sejarah perkembangan teori, hukum, aplikasi materi dalam kehidupan sehari-hari, atau informasi lain yang mendukung materi yang sedang dibahas.
- **Intisari**
  Ringkasan tentang konsep kunci materi pada tiap-tiap bab yang ditampilkan dalam bentuk pernyataan.
- **Ayo Berefleksi**
  Kegiatan peserta didik untuk berpikir secara mendalam terkait materi yang sudah dipelajari dan mengidentifikasi kekurangannya serta manfaat dan sikap peserta didik setelah mempelajari materi tersebut.
- **Proyek**
  Proyek mulai diperkenalkan, baik di awal bab maupun akhir bab. Kegiatannya dilakukan seiring dengan pelaksanaan pembelajaran materi bab tersebut. Proyek ini merupakan aktivitas siswa untuk menemukan masalah hingga memberikan solusi permasalahan melalui sebuah proyek yang berkaitan dengan materi pada bab tersebut.

- **Ayo Cek Pemahaman**
  Fitur ini merupakan tes pada akhir bab untuk menguji pemahaman peserta didik terhadap topik dan keterampilan prosesnya. Jenis soal yang diberikan beraneka ragam dan menyerupai soal-soal AKM.
- **Pengayaan**
  Pengayaan merupakan fitur akhir bab yang berisi informasi tambahan terkait materi yang sudah dipelajari. Pengayaan disajikan agar wawasan peserta didik bertambah tentang topik tersebut.

F. Skema Pembelajaran

Tabel 3. Skema Pembelajaran IPA Fase E

Bab	No.	Aspek	Keterangan
1	1.	Tujuan pembelajaran	Peserta didik mampu mengaplikasikan prinsip sistem pengukuran dalam penyelidikan ilmiah.
		Alokasi waktu	33 JP (jam pelajaran)
		Kata kunci	Alat ukur, angka penting, besaran, ketidakpastian pengukuran, satuan
		Pokok materi	• Macam-macam alat ukur • Besaran, satuan, dimensi, dan notasi ilmiah • Penggunaan berbagai macam alat ukur • Aturan angka penting • Faktor penyebab kesalahan pengukuran • Penentuan nilai rata-rata dan nilai ketidakpastian pengukuran berulang
		Aktivitas pembelajaran	Melakukan aktivitas berdasarkan urutan kegiatan pada Buku Siswa
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Problem based learning*: melakukan aktivitas analisa masalah berkaitan dengan pengukuran yang terjadi di sekitar lingkungan tempat tinggal peserta didik, hingga memberikan gagasan pemecahan masalah berdasarkan pemahamannya mengenai pengukuran.

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Sumber belajar	Buku yang dapat dijadikan referensi bagi guru maupun peserta didik adalah sebagai berikut. • Halliday, D., Resnick, and R., Walker, J. 2004. *Fundamentals of Physics, 7th Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc. • Hewitt, Paul G. 2015. *Conceptual Physics, 12th Edition*. US: Pearson Education, Inc. • Sang, D., Jones, G., Chadha, G., and Woodside, R. 2010. *Cambridge International AS and A Level Coursebook*. Second Edition Physics. UK: Cambridge University Press.
		Asesmen	Formatif: berbagai aktivitas yang tersedia pada Buku Siswa Sumatif: Ayo Cek Pemahamanmu, Proyek Akhir Bab
2	1	Tujuan pembelajaran	• Peserta didik mampu memahami peranan virus dalam kehidupan. • Peserta didik mampu memahami pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
		Alokasi waktu	10 JP
		Kata kunci	Virus, replikasi, vaksin
		Pokok materi	• Ciri-ciri virus • Struktur virus • Replikasi Virus • Peranan Virus • Virus dalam bioteknologi
		Aktivitas pembelajaran	Melakukan telaah struktur virus (Aktivitas 2.1), telaah replikasi virus (Aktivitas 2.2), telaah peranan virus (Aktivitas 2.3), telaah pencegahan virus (Aktivitas 2.4), dan proyek
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*think, pair, share*
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga. https://www.who.int/

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Asesmen	Formatif: tes pada Aktivitas, Ayo Berlatih, dan penugasan Aktivitas 2.1, 2.2, 2.3, dan 2.4 Sumatif: Tes pada Aktivitas, Ayo Cek Pemahamanmu, dan Proyek
3	1	Tujuan pembelajaran	Peserta didik dapat memahami struktur dan sifat atom serta kaitannya dengan tabel periodik.
		Alokasi waktu	16 JP
		Kata kunci	Struktur atom, jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, keelektronegatifan
		Pokok materi	• Atom • Partikel subatomik (proton, elektron, neutron) • Ion • Isotop • Konfigurasi elektron • Elektron valensi • Golongan dan periode • Tabel periodik unsur • Jari-jari atom • Energi ionisasi • Afinitas elektron • Keelektronegatifan
		Aktivitas pembelajaran	• Mengamati percobaan listrik statis (Aktivitas 3.1) sebagai pengantar mempelajari struktur atom dan sifatnya • Membuktikan teori atom Dalton (Aktivitas 3.2) • Mengidentifikasi partikel subatomik (Aktivitas 3.3, 3.4, 3.5, Ayo Berlatih Subbab D) • Mengidentifikasi partikel subatomik dalam isotop (Ayo Berlatih). • Pengantar memahami teori atom Niels Bohr melalui menyimak tayangan spektrum garis (Aktivitas 3.6, 3.7). • Menulis konfigurasi elektron dan menentukan elektron valensi (Ayo Berlatih Subbab E). • Menemukan keteraturan unsur dalam satu golongan dan periode (Aktivitas 3.8, 3.9).

Bab	No.	Aspek	Keterangan
			• Mengidentifikasi kecenderungan sifat periodik unsur dalam satu golongan dan satu periode (Aktivitas 3.10 s.d. 3.13). • Proyek akhir bab adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari pada bab itu.
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Jigsaw*
		Sumber belajar	• Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti, Jilid 1, Edisi ke-3*. Jakarta: Erlangga. • Kotz, J.C., *et al.* 2023. *Chemistry and Chemical Reactivity, 11th edition*. Boston: Cengage. • Tro, Nivaldo J. 2015. *Chemistry: Structure and Properties, 2nd edition*. US: Pearson. • Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd edition*. Boston: McGraw-Hill.
		Asesmen	Formatif • Aktivitas 3.3, 3.8 s.d. 3.13 • Ayo Berlatih Sumatif • Ayo Cek Pemahamanmu • Proyek Akhir Bab
4	1	Tujuan Pembelajaran	Peserta didik dapat memahami hukum-hukum dasar kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari.
		Alokasi waktu	16 JP
		Kata kunci	Persamaan reaksi kimia, hukum Lavoisier, hukum Proust, hukum Dalton, hukum Gay Lussac
		Pokok materi	• Persamaan reaksi kimia setara • Hukum dasar kimia (Lavoisier, Proust, Dalton, Gay Lussac)

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Aktivitas pembelajaran	• Aktivitas 4.1: Mengamati empat ciri-ciri dari jenis reaksi kimia yang ada dalam kehidupan sehari-hari, yaitu pembakaran, perkaratan, pembusukan, dan pengendapan. Aktivitas ini adalah pengantar pengenalan jenis reaksi kimia dan persamaan reaksi kimia setara. • Aktivitas 4.2: Melakukan percobaan membakar logam pita magnesium untuk membuktikan teori pembakaran logam yang menyanggah teori flogiston. • Aktivitas 4.3: Membedakan teori flogiston dan percobaan Lavoisier bahwa pembakaran logam memerlukan gas oksigen sehingga massa logam justru bertambah. • Aktivitas 4.4: Melakukan percobaan balon ajaib untuk membuktikan bahwa massa zat sesudah reaksi sama dengan massa zat sebelum reaksi (hukum Lavoisier). • Ayo Berlatih Subbab B: Membuktikan hukum Proust, Dalton, dan Gay Lussac melalui perhitungan. • Aktivitas 4.5: Menerapkan hukum dasar kimia melalui perhitungan untuk menyelesaikan kasus dalam kehidupan sehari-hari. • Proyek akhir bab adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari pada bab itu.
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Think Pair Share* (TPS)
		Sumber belajar	• Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti, Jilid 1, Edisi ke-3*. Jakarta: Erlangga. • Kotz, J.C., *et al.* 2023. *Chemistry and Chemical Reactivity, 11th edition*. Boston: Cengage. • Tro, Nivaldo J. 2015. *Chemistry: Structure and Properties, 2nd edition*. US: Pearson. • Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd edition*. Boston: McGraw-Hill.

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Asesmen	Formatif • Aktivitas 4.3, 4.4, 4.6 s.d. 4.10 • Ayo Berlatih Sumatif • Ayo Cek Pemahamanmu • Proyek Akhir Bab
5	1	Tujuan pembelajaran	Peserta didik dapat memahami reaksi kimia serta perannya dalam kehidupan sehari-hari.
		Alokasi waktu	10 JP
		Kata kunci	Proses kimia, prinsip kimia hijau, pelestarian lingkungan
		Pokok materi	• Pengertian kimia hijau • Proses dan persamaan reaksi kimia (hijau) dalam kehidupan sehari-hari • 12 Prinsip Kimia Hijau
		Aktivitas pembelajaran	• Aktivitas 5.1: Menelaah bacaan terkait arti dan pentingnya kimia hijau. • Aktivitas 5.2: Menelusuri informasi terkait permasalahan yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau serta menyarankan solusinya. Pada aktivitas ini belum menuliskan persamaan reaksi kimia setara. • Ayo Berlatih Subbab C: Latihan menyetarakan persamaan reaksi kimia. • Aktivitas 5.3: Mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau dan solusinya. Pada aktivitas ini disertai dengan menulis persamaan reaksi kimia setara dari proses kimia yang tidak mendukung prinsip kimia hijau. • Aktivitas 5.4: Menelusuri informasi terkait B30 dalam mendukung prinsip kimia hijau. • Aktivitas 5.5: Mengamati keadaan lingkungan sekitar (rumah, sekolah) yang kurang mendukung prinsip kimia hijau, kemudian menyarankan solusi berupa kegiatannya.

Bab	No.	Aspek	Keterangan
			• Proyek akhir bab adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari pada bab itu.
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Problem Based Learning* (PBL)
		Sumber belajar	• Kotz, J.C., *et al.* 2023. *Chemistry and Chemical Reactivity, 11th edition*. Boston: Cengage. • Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd edition*. Boston: McGraw-Hill. • https://www.epa.gov/greenchemistry/basics-green-chemistry • https://sdgs.un.org/2030agenda
		Asesmen	Formatif • Aktivitas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 Sumatif • Ayo Berlatih • Ayo Cek Pemahaman • Proyek Akhir Bab
6	1	Tujuan pembelajaran	• Peserta didik mampu memahami keanekaragaman hayati. • Peserta didik mampu memahami pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
		Alokasi waktu	8 JP
		Kata kunci	keanekaragaman hayati tingkat gen, tingkat jenis, tingkat ekosistem, keanekaragaman hayati Indonesia
		Pokok materi	• Tingkatan keanekaragaman hayati • Keanekaragaman hayati Indonesia • Peranan keanekaragaman hayati • Pelestarian keanekaragaman hayati dengan bioteknologi
		Aktivitas pembelajaran	Mengamati keanekaragaman hayati (Aktivitas 6.1) dan menelaah artikel pemanfaatan bioteknologi dalam pelestarian keanekaragaman hayati (Aktivitas 6.2)

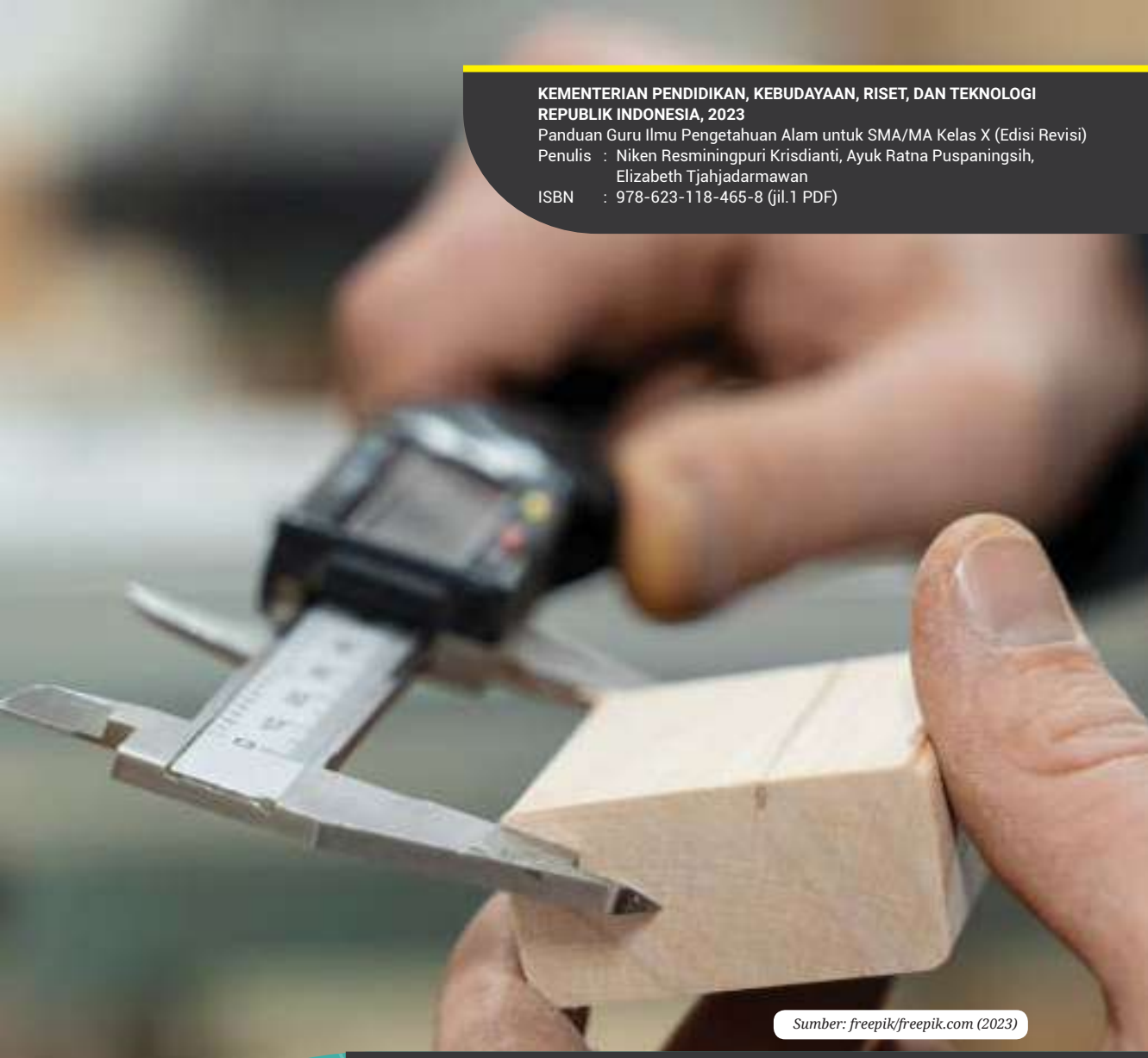
Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Aktivitas pembelajaran alternatif	Proyek
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
		Asesmen	Formatif: penugasan Aktivitas 6.1 dan 6.2 Sumatif: Tes pada aktivitas Ayo Berlatih
	2	Tujuan Pembelajaran	Peserta didik mampu memahami proses klasifikasi makhluk hidup.
		Alokasi waktu	6 JP
		Kata kunci	Klasifikasi, lima kingdom
		Pokok materi	Klasifikasi makhluk hidup lima kingdom
		Aktivitas pembelajaran	Mengelompokkan makhluk hidup (Aktivitas 6.3) dan mengobservasi contoh kingdom (Aktivitas 6.4)
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Jigsaw* untuk lima kingdom
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
		Asesmen	Formatif: penugasan Aktivitas 6.3 dan laporan Aktivitas 6.4 Sumatif: Tes pada aktivitas Ayo Berlatih
	3	Tujuan Pembelajaran	• Peserta didik mampu memahami peranan bakteri dalam kehidupan. • Peserta didik mampu memahami pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
		Alokasi waktu	6 JP
		Kata kunci	Bakteri, struktur tubuh, peranan
		Pokok materi	• Ciri-ciri bakteri • Struktur bakteri • Peranan bakteri termasuk dalam bioteknologi
		Aktivitas pembelajaran	Mengokulasi bakteri dan mengamati di bawah mikroskop (Aktivitas 6.5)

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Aktivitas pembelajaran alternatif	Demonstrasi atau mengamati gambar atau proyek replika bakteri
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
		Asesmen	Formatif: laporan Aktivitas 6.5 Sumatif: Tes pada aktivitas Ayo Berlatih
	4	Tujuan Pembelajaran	• Peserta didik mampu memahami peranan jamur dalam kehidupan. • Peserta didik mampu memahami pemanfaatan bioteknologi dalam berbagai bidang kehidupan.
		Alokasi waktu	8 JP
		Kata kunci	Fungi, struktur tubuh, peranan
		Pokok materi	• Ciri-ciri jamur • Peranan jamur termasuk dalam bioteknologi
		Aktivitas pembelajaran	Mengobservasi jamur (aktivitas 6.6) dan meng-identifikasi faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan jamur (Aktivitas 6.7)
		Aktivitas pembelajaran alternatif	Proyek produksi makanan dari jamur
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
		Asesmen	Formatif: laporan Aktivitas 6.6 Sumatif: proyek Aktivitas 6.7
	5	Tujuan Pembelajaran	Peserta didik mampu memahami ekosistem dan interaksi antarkomponen ekosistem serta faktor yang memengaruhi.
		Alokasi waktu	6 JP
		Kata kunci	Ekosistem, interaksi
		Pokok materi	• Ekosistem • Komponen ekosistem • Interaksi antarkomponen

Bab	No.	Aspek	Keterangan
		Aktivitas pembelajaran	Melakukan pengamatan komponen ekosistem (Aktivitas 6.8)
		Aktivitas pembelajaran alternatif	Membandingkan komponen dan interaksi pada dua ekosistem
		Sumber belajar	Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.
		Asesmen	Formatif: laporan Aktivitas 6.8 Sumatif: proyek dan aktivitas Ayo Berlatih
7	1	Tujuan Pembelajaran	Peserta didik mampu mengaplikasikan menggunaan sumber energi alternatif sederhana dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi.
		Alokasi waktu	33 JP
		Kata kunci	Daya, energi, hukum kekekalan energi, konversi energi, sumber energi
		Pokok materi	• Masalah ketersediaan energi listrik • Energi dan konversi energi • Macam-macam sumber energi • Dampak eksplorasi dan penggunaan energi • Energi terbarukan sebagai solusi • Gaya hidup hemat energi
		Aktivitas pembelajaran	Melakukan aktivitas berdasarkan urutan kegiatan pada Buku Siswa.
		Aktivitas pembelajaran alternatif	*Research Based Learning*: mengklarifikasi dan mengidentifikasi isu, pertanyaan, tantangan, dan teka-teki berkaitan dengan masalah ketersediaan energi yang telah terjadi, hingga membuat produk pemanfaatan sumber energi alternatif.
		Sumber belajar	Buku yang dapat dijadikan referensi bagi guru maupun siswa adalah sebagai berikut. • Sang, D., Jones, G., Chadha, G., and Woodside, R. 2010. *Cambridge International AS and A Level Coursebook, Second Edition Physics*. UK: Cambridge University Press.

Bab	No.	Aspek	Keterangan
			• https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/publications/chapter7.pdf • https://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/mitigation/Resource_materials/Greenhouse_Gas_Mitigation_Assessment_Guidebook_1995/chap09.pdf
		Asesmen	Formatif: aktivitas-aktivitas yang tersedia di buku Sumatif: Ayo Cek Pemahaman
8	1	Tujuan pembelajaran	Peserta didik mampu menerapkan pemahaman IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.
		Alokasi waktu	10 JP
		Kata kunci	Kenaikan kadar CO_2, efek rumah kaca, kenaikan suhu bumi, pemanasan global, perubahan iklim
		Pokok materi	Perubahan iklim
		Aktivitas pembelajaran	Proyek mengobservasi penyebab, dampak, dan menentukan solusi perubahan iklim kemudian mengampanyekan di media sosial.
		Aktivitas pembelajaran alternatif	• Melakukan kunjungan ke rumah kaca untuk merasakan efek rumah kaca. • Melakukan studi literatur terkait penyebab dan dampak dari perubahan iklim.
		Sumber belajar	Schneider, S.H., A. Rosencranz, and J.O. Niles. 2002. *Climate Change Policy: A Survey*. Washington DC: Island Press.
		Asesmen	Formatif: Ayo Berlatih Sumatif: Proyek dan Ayo Cek Pemahamanmu

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)



Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Bab I

Panduan Khusus
Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah

A. Pendahuluan

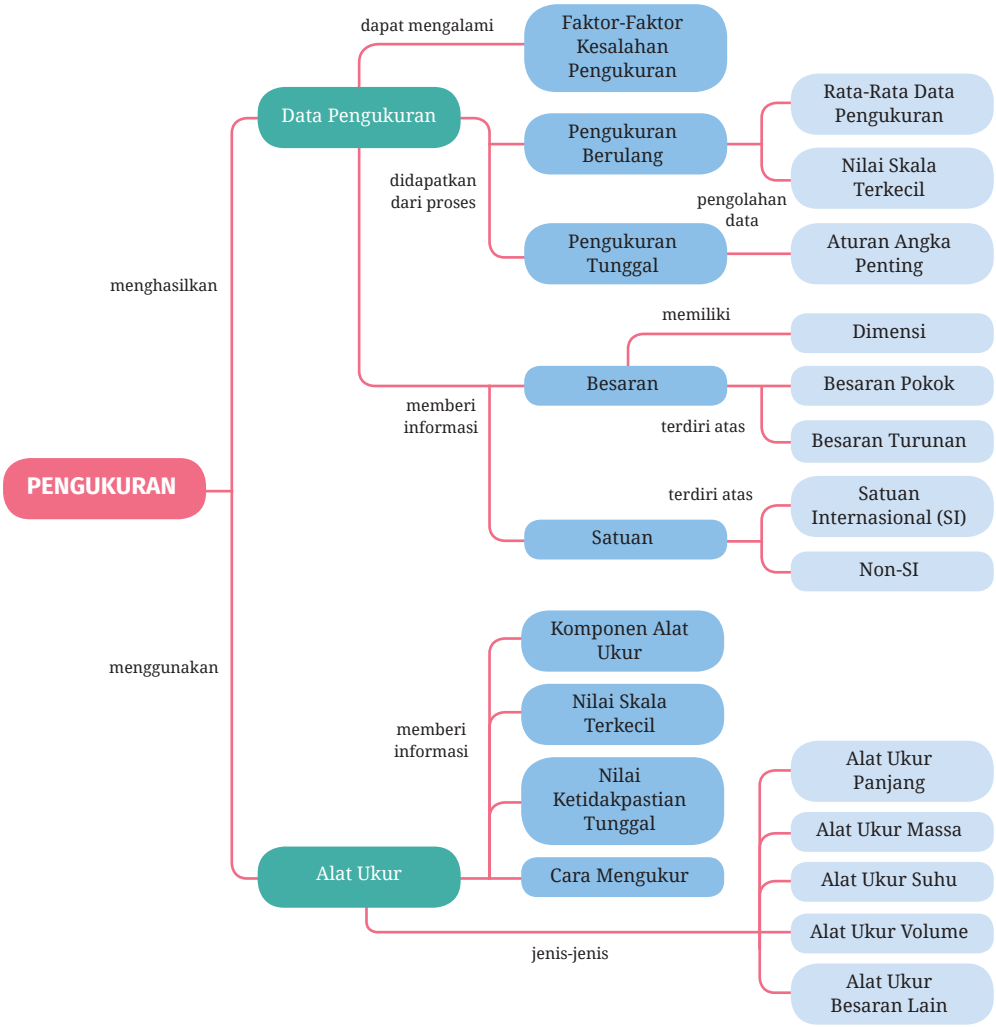
Pengukuran merupakan dasar pengetahuan dan keterampilan dari segala kegiatan ilmiah pada berbagai bidang keilmuan, khususnya IPA, sehingga topik ini menjadi topik pembuka pada rumpun mata pelajaran IPA kelas X. Setelah mempelajari Bab 1, peserta didik dapat menggunakan pengetahuan dan keterampilan mengukur untuk kegiatan ilmiah pada bab-bab selanjutnya, pada mata pelajaran fisika, kimia, dan biologi. Subbab pada topik pengukuran disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya, misalnya peserta didik perlu memahami hakikat ilmu sains dan metode ilmiah yang sudah dipelajari sebelumnya pada fase D.

Setelah mempelajari Bab 1, peserta didik diharapkan dapat:

1. Mengklasifikasikan macam-macam alat ukur berdasarkan besaran yang diukur.
2. Mengukur dengan menggunakan alat ukur yang sesuai.
3. Melakukan pengolahan data hasil pengukuran dengan menggunakan aturan angka penting.
4. Menuliskan hasil pengukuran dengan menggunakan aturan penulisan notasi ilmiah.
5. Menentukan nilai ketidakpastian pada pengukuran berulang.
6. Merancang percobaan untuk menyelidiki suatu kasus terkait pengukuran.

Seluruh materi Bab 1 dapat disampaikan dengan alokasi waktu 24–30 jam pelajaran (JP). Kisaran alokasi waktu penyampaian materi tersebut bergantung dengan kondisi aktual satuan pendidikan. Guru perlu memerhatikan keragaman kondisi, potensi, kemampuan individu siswa, dan dinamika kelas.

Berikut ini merupakan peta konsep dari materi sistem pengukuran dalam kerja ilmiah.



B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari sistem pengukuran dalam kerja ilmiah adalah hakikat ilmu sains dan metode ilmiah, dan pengukuran yang sebelumnya telah dipelajari pada Fase D. Dengan demikian, ada baiknya materi prasyarat diulas terlebih dahulu sebelum melangkah pada materi sistem pengukuran dalam kerja ilmiah. Pembahasan materi prasyarat dapat dilakukan dengan cara mengajak peserta didik mengingat kembali konsep prasyarat tersebut secara lisan, memberikan bahan materi terkait materi prasyarat dalam beragam bentuk media, seperti video, gambar, dan lain-lain, serta memberikan ulasan bacaan singkat mengenai materi prasyarat.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci sistem pengukuran pada kerja ilmiah:

1. Mengukur adalah membandingkan ukuran antara suatu benda yang belum diketahui nilainya dengan alat ukur standar yang sesuai.
2. Mendapatkan hasil pengukuran yang presisi dan akurat sangat penting.
   a. Presisi merupakan seberapa dekat nilai pengukuran satu sama lain. Pada dasarnya, seberapa presisi suatu hasil pengukuran dapat dilihat dari berapa banyak tempat desimal pada hasil pengukuran yang didapatkan.
   b. Akurasi adalah seberapa dekat nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya.
3. Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dalam satuan tertentu. Contohnya termasuk panjang, massa, waktu, dan sebagainya. Besaran terdiri atas besaran pokok dan besaran turunan.
4. Hasil pengukuran memberikan dua informasi, yaitu angka yang mengindikasikan besaran kuantitas dan mengindikasikan standar.
   Contoh: hasil pengukuran diameter koin adalah 2 cm. 2 adalah besarnya ukuran koin, dengan besarannya adalah diameter (besaran panjang). Sentimeter (cm) merupakan standar atau acuan (satuan) dari kuantitas tersebut. Hasil pengukuran tersebut memberikan pengertian bahwa diameter koin adalah dua kali lipat dari standar 1 cm.
5. Satuan harus memiliki karakteristik berikut.
   a. Satuan harus mempertahankan standar skala konsisten, tidak berubah-ubah terhadap berjalannya waktu dan berubahnya tempat.
   b. Satuan harus dapat diterima semua orang (universal).
   c. Satuan harus dapat terdefinisi dengan baik dan jelas.
   d. Satuan harus mudah dibandingkan dengan satuan lain dari besaran yang sama.
   e. Ukuran pada satu skala satuan harus tetap sehingga kuantitas yang diukur dengan satuan tersebut tidak boleh terlalu kecil atau terlalu besar.
6. Setiap pengukuran yang dilakukan tidak luput dari kesalahan pengukuran. Berikut ini merupakan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kesalahan pengukuran:

a. Kesalahan umum merupakan kesalahan pengukuran yang terjadi akibat pengguna alat ukur yang kurang terampil dan kurang teliti.
b. Kesalahan sistematis terdiri atas:
   - Kesalahan titik nol adalah kesalahan pengukuran yang terjadi akibat keadaan awal alat ukur tidak dalam keadaan nol.
   - Kesalahan kalibrasi adalah kesalahan pembubuhan skala pada alat ukur.
   - Kesalahan paralaks adalah kesalahan pengukuran akibat arah pandang pembacaan skala pada alat ukur.
   - Kelelahan alat merupakan kesalahan pengukuran yang terjadi akibat alat sudah dipakai dalam jangka waktu lama.
c. Kesalahan acak merupakan kesalahan pengukuran yang disebabkan oleh adanya fluktuasi-fluktuasi halus pada pengukuran, contoh adanya gerak Brown partikel udara mengganggu pembacaan skala pada alat ukur berjarum, fluktuasi tegangan listrik PLN atau baterai pada alat ukur digital, *noise*, dan lain-lain.

7. Data pengukuran dapat disajikan dalam bentuk grafik. Berikut ini merupakan langkah-langkah membuat grafik berdasarkan data pengukuran:
   a. Mengidentifikasi variabel bebas dan variabel terikat dari kegiatan praktikum.
   b. Memilih skala yang sesuai berdasarkan data hasil pengukuran.
   c. Membuat diagram kartesius dengan pengaturan sebagai berikut.
      - Sumbu x atau horizontal merupakan variabel bebas.
      - Sumbu y atau vertikal merupakan variabel terikat.
   d. Memberi keterangan nama besaran yang diukur beserta satuannya pada masing-masing sumbu x dan y.
   e. Memplot masing-masing titik data.
   f. Membuat kurva garis berdasarkan titik data. Garis kurva yang dibuat harus melewati sebanyak mungkin titik data. Jika terdapat titik-titik data yang menyimpang dari bentuk garis lurus, jangan hubungkan titik-titik tersebut, tapi gambar kurva dengan pendekatan yang sebaik mungkin hingga membentuk kurva dengan bentuk yang dapat didefinisikan.
   g. Memberi judul grafik dengan jelas. Judul grafik memberikan informasi tujuan grafik, mencakup variabel bebas dan variabel terikat.

D. Apersepsi

Apersepsi dapat dilakukan dengan beberapa alternatif berikut ini.

1. Menggunakan kasus awal yang disajikan pada bagian awal buku.
   a. Mengarahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks keselamatan transportasi kaitannya dengan pengukuran.
      - Alternatif pengamatan 1: Peserta didik dapat mengamati kasus pembuka yang tersedia di halaman awal bab Buku Siswa.
      - Alternatif pengamatan 2: Peserta didik dapat membaca tautan berita yang diberikan guru mengenai keselamatan transportasi.
   b. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang telah didapatkan dari cuplikan berita tersebut,
   c. Berikan juga kesempatan pada peserta didik untuk bertanya mengenai hal-hal yang berkaitan dengan berita tersebut,
   d. Poin b dan c dapat dilaksanakan secara tertulis pada buku latihan peserta didik dan/atau secara lisan.
   e. Sebagai pengantar, sebelum masuk ke dalam materi pembelajaran, guru dapat memberikan pertanyaan kepada peserta didik:

      "Salah satu faktor yang menyebabkan kecelakaan tersebut adalah ukuran baut yang kurang sesuai dari ukuran yang seharusnya, bagaimana pemahaman tentang pengukuran dapat mencegah terjadinya kecelakaan yang serupa?"

2. Menggunakan masalah yang sedang populer dalam masyarakat berkaitan dengan pengukuran.
   a. Guru menyediakan teks bacaan berupa berita tentang masalah pengukuran dan/atau peserta didik mencari dan menggali berita terkait pengukuran.
   b. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk memberikan pendapatnya:

      "Bagaimana kebermanfaatan pengetahuan tentang pengukuran terhadap masalah dalam berita tersebut?"

3. Menggunakan topik yang berkaitan dengan diri peserta didik dan ketertarikan peserta didik.

a. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk melihat contoh-contoh gambar alat ukur yang tersedia di buku.
b. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk membagikan hal-hal yang menjadi ketertarikannya (cita-cita, hobi, dan lain-lain) kepada teman-teman sekelasnya, kemudian kaitkan dengan materi pengukuran. Guru dapat menanyakan hal-hal berikut.

   1)` Pertanyaan terkait ketertarikan peserta didik, misalnya:
      - Pertanyaan 1: "Apa cita-citamu di masa depanmu?"
      - Pertanyaan 2: "Apa hobimu?"

   2) Instruksi lanjutan:
      - Lanjutan pertanyaan 1 secara lisan: "Coba bagikan apa yang menjadi cita-citamu di masa depan kepada teman-temanmu. Menurutmu, bagaimana kebermanfaatan pengetahuan tentang pengukuran terhadap profesi yang kamu cita-citakan?"
      - Lanjutkan pertanyaan 1 secara tertulis: "Jelaskanlah kebermanfaatan pengetahuan tentang pengukuran terhadap profesi yang kamu cita-citakan."
      - Lanjutan pertanyaan 2 secara lisan: "Coba bagikan apa hobimu. Menurutmu, bagaimana kebermanfaatan pengetahuan tentang pengukuran dalam menunjang hobimu?"
      - Lanjutan pertanyaan 2 secara lisan: "Jelaskanlah kebermanfaatan pengetahuan tentang pengukuran terhadap hobimu?"

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran bertujuan untuk mengukur penguasaan materi prasyarat (jika ada), dan mengetahui kemampuan awal peserta didik terhadap materi (pengetahuan, keterampilan, sikap) yang akan dipelajari.

Berikut ini merupakan alternatif contoh penilaian sebelum pembelajaran:

Contoh penilaian sebelum pembelajaran

Pertanyaan 1: Bagaimana kesan dan perasaanmu selama mempelajari IPA selama SMP?

Pertanyaan 2: Selama mempelajari IPA di SMP, pengalaman praktikum apa yang paling berkesan? Alat ukur apa saja yang telah kamu gunakan dalam praktikum tersebut? Ceritakanlah pengalamanmu mengenai praktikum yang kamu lakukan saat SMP.

Pertanyaan 1 digunakan untuk menggali informasi ranah sikap (afektif) dilihat dari minat peserta didik terhadap pelajaran IPA, sementara pertanyaan 2 digunakan untuk menggali informasi ranah kognitif dan psikomotor peserta didik melalui pengalaman belajar pada fase sebelumnya. Hasil penilaian ini digunakan sebagai bahan untuk merancang strategi pembelajaran yang tepat sesuai kebutuhan peserta didik (diferensiasi).

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan untuk pembelajaran sistem pengukuran dalam kerja ilmiah adalah 24–33 JP. Alokasi waktu pembelajaran bergantung pada metode pembelajaran dan kondisi satuan pendidikan masing-masing, namun guru perlu memastikan bahwa seluruh materi pokok penting dapat dikuasai oleh peserta didik.

Tujuan pembelajaran (TP) untuk bab ini adalah mengaplikasikan prinsip sistem pengukuran dalam penyelidikan ilmiah. Tujuan pembelajaran ini diuraikan lebih lanjut ke dalam kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) atau indikator pencapaian tujuan pembelajaran pada setiap submateri. KKTP atau indikator pada setiap submateri harus memuat aspek pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan capaian pembelajaran (CP). Aktivitas dan model pembelajaran dapat ditentukan berdasarkan KKTP yang telah disusun. Berikut ini merupakan contoh pemetaan TP, KKTP, dan aktivitas kelas pada Buku Siswa.

Tabel 1.1 Pemetaan TP, KKTP, dan Aktivitas Kelas

Tujuan Pembelajaran (TP)	Submateri	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	Aktivitas
Mengaplikasikan prinsip sistem pengukuran dalam penyelidikan ilmiah	Macam-macam alat ukur	Peserta didik dapat menjelaskan kegunaan berbagai alat ukur pada berbagai bidang dalam kehidupan sehari-hari.	Aktivitas 1.1
	Besaran, satuan, dimensi, dan notasi ilmiah	Peserta didik dapat mengidentifikasi besaran dan satuan dari alat ukur.	Aktivitas 1.2
		Peserta didik dapat menentukan dimensi dari besaran dan satuan pada alat ukur.	
		Peserta didik dapat menerapkan penggunaan notasi ilmiah pada pengolahan data.	Proyek Akhir Bab dan latihan soal terpadu
		Peserta didik dapat menerapkan penggunaan nama awalan satuan pada pengolahan data.	
		Peserta didik dapat menerapkan konversi satuan pada pengolahan data.	
	Penggunaan berbagai macam alat ukur	Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan macam-macam alat ukur panjang.	Aktivitas 1.3 dan 1.4
		Peserta didik dapat membaca alat ukur panjang.	

Tujuan Pembelajaran (TP)	Submateri	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	Aktivitas
	Aturan angka penting	Peserta didik dapat menerapkan aturan perkalian dan pembagian angka penting pada pengolahan data.	Ayo Berlatih Subbab C
		Peserta didik dapat menerapkan aturan pertambahan dan pengurangan angka penting pada pengolahan data.	
	Faktor penyebab kesalahan pengukuran	Peserta didik dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kesalahan pengukuran.	Aktivitas 1.5 dan Ayo Cek Pemahaman
	Penentuan nilai rata-rata dan nilai ketidakpastian pengukuran berulang	Peserta didik dapat menentukan nilai rata-rata data hasil pengukuran berulang.	Aktivitas 1.5 dan Proyek Akhir Bab
		Peserta didik dapat menentukan nilai ketidakpastian data hasil pengukuran berulang.	
	Penerapan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah	Peserta didik dapat menyusun rencana percobaan untuk mengetahui nilai massa jenis benda tak beraturan.	Proyek Akhir Bab
		Peserta didik dapat menyusun laporan percobaan untuk mengetahui nilai massa jenis benda tak beraturan.	

Pada fase D, peserta didik telah menerima materi mengenai metode ilmiah dan beberapa alat ukur yang digunakan pada laboratorium sekolah, sehingga guru berperan sebagai fasilitator untuk:

1. Menuntun peserta didik dalam mengingat kembali materi yang telah didapatkan.
2. Memberi penguatan konsep.
3. Memberi tuntunan dalam berbagai aktivitas yang dapat memperluas wawasan peserta didik.
4. Memberi konfirmasi materi berdasarkan seluruh aktivitas yang telah dilakukan oleh peserta didik.

Terdapat beberapa alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan pada materi ini adalah *problem-based learning*, *project-based learning*, dan inkuiri terbimbing.

Aktivitas pembelajaran dapat dilaksanakan dengan beberapa alternatif aktivitas, yaitu:

1. Macam-Macam Alat Ukur

Pada fase E, materi macam-macam alat ukur merupakan lanjutan dari materi fase D. Tidak hanya sebatas mempelajari alat ukur yang digunakan pada laboratorium sekolah saja, tetapi peserta didik diajak mengeksplorasi berbagai macam alat ukur yang biasa digunakan dalam kehidupan sehari-hari pada berbagai bidang. Penyampaian materi ini dapat dilakukan dengan berbagai aktivitas, karena peserta didik sudah memiliki dasar pengetahuan pada fase sebelumnya.

Pelaksanaan aktivitas pembelajaran submateri ini, secara sederhana dapat dilakukan dengan mengerjakan Aktivitas 1.1. Peserta didik diminta untuk melihat gambar-gambar alat ukur yang tersedia. Guru menuntun peserta didik untuk menuliskan nama-nama alat ukur yang peserta didik ketahui beserta fungsinya terlebih dahulu, dan menuliskan gambar alat ukur mana yang kurang familiar bagi peserta didik. Setelah selesai, peserta didik membahas bersama-sama alat ukur dan fungsinya pada Aktivitas 1.1 dan guru memberi konfirmasi jawaban.

Aktivitas submateri ini dapat dikerjakan dalam berbagai bentuk permainan, seperti teka-teki silang, permainan kartu, dan permainan lainnya. Contoh permainan kartu tentang macam-macam alat ukur adalah kuartet tentang alat

ukur pada berbagai bidang kehidupan, tebak fungsi alat ukur pada gambar di kartu, dan bentuk permainan lainnya. Dengan aktivitas pembelajaran yang dikemas dalam bentuk permainan, peserta didik dapat aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran, sehingga wawasan peserta didik mengenai alat ukur meningkat.

Catatan:

Jika aktivitas diberikan dalam bentuk permainan, guru perlu terus memantau dan mengingatkan peserta didik tentang pentingnya menjaga ketertiban, kenyamanan, dan keamanan kelas.

2. Besaran, Satuan, Dimensi, dan Notasi Ilmiah

Pada fase D, peserta didik telah mendapatkan pemahaman dasar mengenai besaran, satuan, dan notasi ilmiah. Guru perlu mengulas kembali mengenai besaran pokok dan besaran turunan, serta satuan internasional (SI) dan satuan non-SI. Pada fase E, peserta didik diberikan pemahaman tambahan mengenai dimensi. Materi dimulai dari memberi pemahaman tentang peran dimensi pada besaran-besaran pokok. Guru dapat menjelaskan terlebih dahulu bahwa terdapat besaran-besaran yang memiliki satuan yang sama, tetapi namanya berbeda-beda. Setelah itu, guru dapat memperkenalkan materi dimensi besaran pokok.

Contoh:

Panjang, lebar, tinggi, diameter, jari-jari, jarak, dan perpindahan merupakan contoh besaran yang bisa memiliki satuan yang sama (meter, sentimeter, kilometer, dan lain-lain). Besaran-besaran tersebut masuk ke dalam kategori besaran pokok panjang. Kemudian, besaran-besaran tersebut diberi kode [L] sebagai besaran pokok panjang. Kode ini disebut sebagai dimensi.

Setelah peserta didik diperkenalkan dengan dimensi besaran pokok, guru dapat memperkenalkan peranan dimensi untuk mengidentifikasi berbagai besaran turunan. Guru dapat menggunakan pengetahuan yang telah didapatkan peserta didik pada fase D untuk memberi contoh.

Contoh:

Langkah 1: Demonstrasikan suatu besaran yang mudah diketahui oleh peserta didik, misal tunjukkan selembar kertas dan tanyakan bagaimana cara peserta didik menentukan luas permukaan kertas tersebut. Kemudian, peserta didik akan menjawab, "luas permukaan kertas dapat ditentukan dengan mengalikan panjang kertas dengan lebar kertas".

Langkah 2: Tuliskan persamaan yang disebutkan oleh peserta didik di papan tulis, kemudian ajak peserta didik untuk mengidentifikasi setiap besaran pada persamaan tersebut, misalnya:

$$A = p \times l$$

Berdasarkan jenis besarannya, A merupakan besaran turunan, p besaran pokok panjang, dan l juga besaran pokok panjang.

Tanyakan kepada peserta didik, “apakah dimensi dari besaran pokok panjang?”

Minta peserta didik mencoba untuk menyubstitusikan dimensi tersebut pada p dan l, sehingga didapatkan:

$$A = [\mathrm{L}] \times [\mathrm{L}]$$

Berdasarkan operasi bilangan pangkat yang telah dipelajari dalam pelajaran matematika, maka dapat diketahui bahwa dimensi luas permukaan kertas A adalah:

$$\mathrm{A} = [\mathrm{L}]^2$$

Satuan dari luas permukaan kertas dalam SI adalah m^2.

Setelah peserta didik memahami penerapan dimensi pada besaran turunan, guru dapat memberi latihan untuk menganalisis beberapa persamaan besaran turunan yang pernah didapatkan di SMP, seperti volume, kecepatan, percepatan, massa jenis, gaya, daya, dan usaha.

Aktivitas lanjutan pada materi ini dapat diintegrasikan dengan pengetahuan peserta didik mengenai berbagai macam alat ukur, seperti pada Aktivitas 1.2. Alternatif aktivitas lainnya yang dapat dilakukan peserta didik adalah mengidentifikasi besaran, satuan, dan dimensi dari alat ukur yang digunakan

pada berbagai bidang kehidupan dengan model pembelajaran kooperatif. Penyajian materi dengan cara seperti ini dapat meningkatkan keterlibatan dan minat peserta didik dalam pembelajaran IPA, serta meningkatkan wawasan mengenai berbagai macam alat ukur.

Berikut ini merupakan beberapa aktivitas yang disarankan untuk meningkatkan wawasan peserta didik tentang berbagai macam alat ukur.

a. Proyek Eksplorasi tentang Alat Ukur

Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil beranggotakan 3–4 orang. Setiap kelompok peserta didik diminta untuk membahas berbagai alat ukur yang digunakan pada suatu bidang tertentu, misalnya pada bidang logistik, kesehatan, dan transportasi. Peserta didik mengidentifikasi fungsi alat ukur (besaran yang diukur dengan menggunakan alat tersebut), satuan pada alat ukur, satuan SI dari alat ukur, dan dimensi dari satuan alat ukur. Informasi alat dapat ditelusuri melalui internet. Setelah itu, kelompok peserta didik mempresentasikan hasil penelusurannya kepada teman-teman sekelasnya. Alternatif kegiatan yang cocok dengan proyek ini salah satunya adalah model pembelajaran kooperatif tipe *two stay two stray*.

b. *Board Games*

Permainan kartu, yang sebelumnya telah dilakukan sebagai pengembangan Aktivitas 1.1, dapat dilanjutkan kegiatannya dengan mengidentifikasi fungsi alat ukur (besaran yang diukur dengan menggunakan alat ukur), satuan pada alat ukur, satuan SI dari alat ukur, dan dimensi dari satuan alat ukur tersebut.

c. Kunjungan Laboratorium

Alternatif kegiatan pembelajaran untuk materi alat ukur adalah kunjungan laboratorium di luar sekolah, misalnya laboratorium universitas dan laboratorium lembaga penelitian. Peserta didik dapat melihat alat ukur secara langsung di lingkungan praktis. Peserta didik diberi penugasan untuk membuat daftar alat ukur yang ada di laboratorium dan mengidentifikasi fungsi alat ukur (besaran yang diukur dengan menggunakan alat ukur), satuan pada alat ukur, satuan SI dari alat ukur, dan dimensi dari satuan alat ukur tersebut.

d. Kunjungan Lapangan

Alternatif kegiatan pembelajaran untuk mempelajari alat ukur tidak harus selalu di laboratorium, peserta didik dapat mencari alat ukur apa saja yang digunakan di berbagai bidang secara berkelompok.

Contoh instruksi:

Guru memberi instruksi seperti berikut ini.

"Pilihlah satu tempat umum yang terdapat alat ukur. Identifikasi alat ukur yang tersedia pada tempat tersebut."

Contoh pilihan peserta didik:

Tempat yang diamati: puskesmas
Alat ukur dan alat berukuran yang ditemukan peserta didik:

- Timbangan badan
- Tensimeter
- *Syringe*

Selanjutnya, peserta didik diminta untuk mengidentifikasi besaran, satuan pada alat, satuan dalam SI, dan dimensi dari alat-alat tersebut.

Catatan:

Untuk aktivitas luar sekolah, guru perlu selalu mengingatkan untuk menjaga ketertiban, kenyamanan, dan keamanan lingkungan yang dikunjungi, serta mengikuti arahan dan aturan setempat.

3. Penggunaan Berbagai Macam Alat Ukur

Alat ukur yang dibahas secara mendalam pada materi ini adalah mikrometer sekrup, jangka sorong, dan neraca massa. Sebelumnya, materi tentang alat ukur tersebut telah diberikan pada fase D, tetapi belum secara detail, sehingga materi ini disajikan dalam bentuk Aktivitas 1.3 dengan dibimbing oleh guru. Dalam pengerjaan Aktivitas 1.3, guru disarankan untuk melakukan demonstrasi

cara penggunaanya pula. Alternatif lainnya adalah demonstrasi menggunakan simulator alat ukur pada tautan berikut ini.

Simulator jangka sorong:

https://buku.kemdikbud.go.id/s/SM

Simulator mikrometer sekrup:

https://buku.kemdikbud.go.id/s/SVM

Setelah itu, kegiatan ini dilanjutkan dengan Aktivitas 1.4, yaitu mengukur benda dengan penggaris, jangka sorong, dan mikrometer sekrup. Aktivitas 1.4 dapat dilakukan secara berkelompok dengan anggota sekitar 3–4 orang.

Catatan:

Selama kegiatan Aktivitas 1.4, guru perlu mengingatkan peserta didik untuk hati-hati dalam menggunakan alat ukur dan tetap menjaga ketertiban selama pengerjaan Aktivitas 1.4.

Guru perlu memerhatikan secara khusus miskonsepsi yang sering terjadi pada peserta didik, yaitu pembacaan skala utama bergeser/tidak mengacu pada nol skala nonius, skala nonius tidak dikalikan dengan 0,01, dan satuan jangka sorong dan mikrometer sekrup tidak tepat.

4. Aturan Angka Penting

Salah satu alternatif cara penyampaian materi tentang aturan angka penting adalah model pembelajaran *problem-based learning*. Guru dapat memulainya dengan mengarahkan peserta didik pada masalah. Masalah yang perlu diselesaikan peserta didik dapat disampaikan dengan menggunakan metode demonstrasi. Guru perlu membawa salah satu alat ukur panjang untuk mendemonstrasikan pengukuran sekaligus mengingatkan peserta didik kembali tentang materi yang

telah dipelajari sebelumnya. Alternatif lainnya, jika alat ukur tidak tersedia, guru dapat menggunakan alat ukur virtual atau menggunakan gambar contoh hasil pengukuran. Guru dapat meminta salah satu perwakilan peserta didik untuk melakukan demonstrasi.

Contoh:

Guru menunjukkan benda yang akan diukur, misalnya koin. Guru meminta salah satu peserta didik untuk mengukur diameter koin tersebut.

Setelah itu, guru meminta seluruh peserta didik untuk menentukan luas permukaan koin. Peserta didik diperkenankan menggunakan kalkulator. Setelah itu, beberapa peserta didik diminta untuk menuliskan hasil perhitungannya di papan tulis. Kemungkinan masalah yang terjadi adalah:

1. Peserta didik menuliskan hasil perhitungan dengan jumlah pembulatan angka di belakang koma yang berbeda-beda.
2. Peserta didik menuliskan angka hasil pembulatan yang berbeda.
3. Peserta didik menuliskan seluruh angka hasil hitungan yang muncul pada kalkulator.

Guru menyampaikan kesimpulan masalah:

"Menentukan luas koin merupakan salah satu contoh pengolahan data hasil pengukuran. Namun, dapat dilihat bahwa hasil pengolahan data dituliskan dengan cara yang berbeda-beda oleh beberapa peserta didik. Pertanyaannya, bagaimana seharusnya hasil pengolahan data tersebut dilaporkan? Bagaimana aturan pembulatan hasil perhitungan agar tidak menuliskan seluruh angkanya?"

Setelah peserta didik diberi penjelasan mengenai masalah, guru dapat mengorganisasikan peserta didik untuk belajar. Peserta didik diarahkan untuk membentuk kelompok 3–4 orang. Kemudian, peserta didik diminta untuk terlebih dahulu membaca materi tentang aturan angka penting pada buku peserta didik secara individu. Setelah membaca, peserta didik diminta untuk mendiskusikan beberapa hal mengenai aturan angka penting.

Contoh instruksi diskusi kelompok:

Secara individu, bacalah materi mengenai aturan angka penting pada buku peserta didik. Setelah itu, diskusikan mengenai hal-hal berikut.

4. Bagaimana suatu angka dikatakan angka penting dan angka tidak penting?
5. Bagaimana suatu angka dikatakan angka pasti dan angka taksiran?
6. Bagaimana cara melakukan operasi penjumlahan dan pengurangan angka penting?
7. Bagaimana cara melakukan operasi perkalian dan pembagian angka penting?

Selama proses diskusi berlangsung, guru perlu memantau dan membimbing proses penyelidikan individu maupun kelompok. Guru perlu menanyakan pada bagian mana yang sulit untuk dipahami, kemudian guru perlu memberi petunjuk.

Setelah diskusi selesai, guru dapat meminta peserta didik untuk mendemonstrasikan cara menggunakan aturan angka penting secara berkelompok. Guru terlebih dahulu memberi satu contoh cara mendemonstrasikannya.

Contoh demonstrasi:

Guru mengukur dua batang lidi, satu batang lidi diukur dengan penggaris dan batang lidi lainnya diukur menggunakan jangka sorong. Kemudian, dua batang lidi tersebut digabungkan dengan perekat. Untuk mengetahui panjang dua batang lidi setelah digabungkan, dapat menggunakan aturan penjumlahan angka penting.

Contoh instruksi demonstrasi penggunaan aturan angka penting pada operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian:

"Setelah kalian melakukan diskusi mengenai aturan operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian angka penting, demonstrasikanlah contohnya. Gunakanlah alat dan bahan yang tersedia di sekitar kalian untuk mendemonstrasikannya. Kemudian, presentasikanlah pada teman-teman kalian."

Setelah peserta didik mempresentasikan dan mendemonstrasikan hasil diskusinya, guru memberi konfirmasi materi sebagai perbaikan hal-hal yang kurang tepat dan penguatan konsep. Untuk mengetahui pemahaman peserta didik secara individu, peserta didik dapat mengerjakan Ayo Berlatih pada akhir Subbab C.

5. Faktor Penyebab Kesalahan Pengukuran, Penentuan Nilai Rata-Rata, dan Nilai Ketidakpastian Pengukuran Berulang

Alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan dalam penyampaian materi ini adalah model pembelajaran *problem-based learning*. Pengarahan peserta didik pada masalah dapat dilakukan dengan aktivitas permainan.

Estafet Pengukuran

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. Jangka sorong (sebanyak jumlah baris dalam kelas)
2. Objek ukur (sebanyak jumlah baris dalam kelas)
3. Spidol atau kapur papan tulis (sebanyak jumlah baris dalam kelas)
4. Satu buah tas kain atau kantong plastik hitam
5. ¼ bagian kertas A4 sejumlah peserta didik
6. Alat tulis

Langkah dan aturan permainan:

1. Perwakilan peserta didik pada setiap baris mengambil undian sebuah objek ukur yang dimasukkan dalam tas kain atau kantong plastik hitam, sebuah jangka sorong, dan ¼ bagian kertas A4 sejumlah anggota barisan.
2. Guru menjelaskan aturan permainan:
   a. Setelah mengukur objek ukur dengan menggunakan jangka sorong, tidak boleh disebut atau dibacakan, tidak boleh ada teman satu tim mengetahui hasil pengukuran, langsung menuliskannya pada kertas tersedia.
   b. Menggulung kertas setelah hasil pengukuran dituliskan.
   c. Setelah seluruh anggota selesai melakukan langkah a dan b, dua orang peserta didik mengumpulkan seluruh kertas dan menuliskan seluruh hasil pengukuran pada papan tulis.

d. Kelompok yang paling terakhir selesai menuliskan seluruh hasil pengukuran pada papan tulis akan diberi tugas khusus (mendemonstrasikan pengolahan data pengukuran berulang dibimbing oleh guru).

3. Jika seluruh peserta didik siap, permainan dimulai.

Setelah permainan selesai dan seluruh hasil pengukuran dituliskan pada papan tulis. Peserta didik diminta untuk mengamati data tersebut dan menjelaskan masalah apa yang mereka temukan. Kemungkinan masalah yang terjadi adalah hasil pengukuran setiap peserta didik dalam satu kelompok berbeda-beda, padahal alat ukur dan objek yang diukur sama.

Guru dapat memberikan pertanyaan pemantik untuk materi faktor penyebab kesalahan pengukuran, misalnya "Mengapa hasil pengukuran setiap peserta didik dalam satu kelompok berbeda-beda, padahal alat ukur dan objek yang diukur sama?". Peserta didik diminta untuk mengerjakan Aktivitas 1.5 dan mendiskusikannya bersama teman sekelompok. Setelah selesai, perwakilan peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil pekerjaan kelompok pada Aktivitas 1.5.

Setelah diskusi Aktivitas 1.5 selesai, peserta didik diminta kembali mengamati data. Untuk masuk pada materi penentuan nilai rata-rata dan nilai ketidakpastian pengukuran berulang, guru dapat memberi pertanyaan pemantik, misalnya "Dengan nilai hasil pengukuran sebanyak itu, bagaimana kesimpulan nilai besaran benda yang diukur? Bagaimana cara mengetahui berapa nilai *error* hasil pengukuran?".

Peserta didik diminta untuk terlebih dahulu membaca materi nilai ketidakpastian pengukuran dan mendiskusikannya. Setelah diskusi selesai, peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil diskusi, kemudian guru memberikan konfirmasi penjelasan materi mengenai penentuan nilai rata-rata dan nilai ketidakpastian pengukuran berulang. Kelompok peserta didik yang kalah dari permainan mendemonstrasikan cara menentukan nilai rata-rata dan nilai ketidakpastian pengukuran berulang dengan dibimbing oleh guru.

6. Penerapan Sistem Pengukuran dalam Kerja Ilmiah

Setelah seluruh materi selesai, peserta didik mengaplikasikan seluruh pengetahuan yang telah didapat selama mempelajari materi sistem pengukuran dalam kegiatan ilmiah pada proyek inkuiri terbimbing dengan langkah-langkah mengikuti Proyek Akhir Bab.

G. Pengayaan dan Remedial

Apabila peserta didik sudah mencapai KKTP, peserta didik dapat mempelajari materi dan aktivitas lanjutan mengenai pengukuran pada bidang biologi dan kimia. Materi pengayaan pada bab ini adalah pengukuran pada bidang kimia. Materi pengayaan tersebut membahas tentang pengenalan alat-alat ukur yang sering digunakan pada kerja ilmiah atau praktikum pada bidang kimia, yaitu alat ukur suhu dan volume. Aktivitas pengayaan yang tersedia adalah penggunaan alat ukur pada bidang biologi dan kimia.

Adapun bagi peserta didik yang di bawah rata-rata, strategi pembelajaran alternatif perlu disiapkan bagi peserta didik yang akan mengikuti remedial untuk menjamin ketercapaian tujuan pembelajaran. Alternatif strategi yang dapat dilakukan bagi peserta didik yang masih belum memenuhi KKTP adalah membuat lembar perbaikan untuk tugas dan tes, dan memberi soal baru yang sejenis pada bagian indikator yang belum memenuhi syarat, misal dengan format berikut.

Lembar remedial

1. Bagian mana yang sebelumnya dijawab kurang tepat?
2. Bagaimana jawaban yang benar?
3. Cobalah kerjakan kembali soal berikut ini!

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas pada kegiatan praktikum Aktivitas 1.4 dan Proyek Akhir Bab, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses

penyiapan bahan. Jika pada Aktivitas 1.1 dan 1.2 dimodifikasi dengan kunjungan laboratorium atau lapangan, guru perlu melakukan koordinasi dengan berbagai pihak terkait, guna menunjang pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik.

Dalam proses penyelesaian tugas-tugas aktivitas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh KKTP untuk bab ini dapat dilihat pada Tabel 1.1. Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 1.2 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis Asesmen	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Penugasan Aktivitas 1.1, 1.2, 1.5, dan 1.6
	Non-Tes	Penilaian kinerja pada Aktivitas 1.3 dan 1.4, serta proses diskusi dan presentasi
Sumatif	Tes	Latihan soal terpadu, Ayo Cek Pemahaman, dan Proyek Akhir Bab
	Non-Tes	Proyek Akhir Bab

Catatan:

Penilaian dalam tabel adalah contoh. Guru dapat memodifikasi penilaian disesuaikan dengan kondisi masing-masing sekolah. Remedial dapat dilakukan dengan pemberian tugas atau pembelajaran ulang yang diakhiri dengan tes. Tes remedial yang disusun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang belum tuntas pada masing-masing peserta didik.

Tabel 1.3 Contoh Rubrik Penilaian Kegiatan Praktik

No.	Aspek	Penskoran	Skor
1.	**Perencanaan** Menjawab sebelas pertanyaan arahan dari guru.	9–11 jawaban tepat	4
		6–8 jawaban tepat	3
		3–5 jawaban tepat	2
		1–2 jawaban tepat	1
2.	**Proses pelaksanaan proyek** • Kelengkapan alat dan bahan • Kerapian dalam pelaksanaan • Penggunaan alat ukur yang tepat • Kerja sama kelompok	4 poin terpenuhi	4
		3 poin terpenuhi	3
		2 poin terpenuhi	2
		2 poin terpenuhi	1
3.	**Laporan praktikum** Kelengkapan laporan (terdapat sembilan bagian yang dilaporkan)	8–9 bagian	4
		6–7 bagian	3
		3–5 bagian	2
		1–2 bagian	1
4	**Presentasi** • Penggunaan bahasa yang baik dan benar • Penyampaiannya mudah dipahami • Penggunaan media yang menarik • Kekompakan tim	4 poin terpenuhi	4
		3 poin terpenuhi	3
		2 poin terpenuhi	2
		2 poin terpenuhi	1

Nilai Akhir = (Total Nilai : 4) × 25

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, hasil produk dan presentasi.

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 1.1

(a) Neraca Tiga Lengan Kegunaan: untuk mengukur massa benda/zat.	**(b) Meteran** Kegunaan: untuk mengukur panjang.
(c) Stopwatch Kegunaan: untuk mengukur waktu.	**(d) Termometer** Kegunaan: untuk mengukur suhu tubuh.
(e) Avometer Kegunaan: untuk mengukur kuat arus dan tegangan listrik	**(f) Luxmeter** Kegunaan: untuk mengukur intensitas cahaya.
(g) Jangka sorong Kegunaan: untuk mengukur diameter, panjang, dan tebal benda.	**(h) Speedometer** Kegunaan: untuk mengukur kelajuan kendaraan bermotor.
(i) Tensimeter Kegunaan: untuk mengukur tekanan darah.	**(j) Gelas berukuran** Kegunaan: untuk mengukur volume bahan masakan.
(k) Mikrometer sekrup Kegunaan: untuk mengukur diameter benda.	**(l) Pengukur tekanan ban** Kegunaan: untuk mengukur tekanan udara dalam ban.

2. Aktivitas 1.2

	Nama Alat Ukur	Besaran yang Diukur	Jenis Besaran*	Satuan pada Alat	Satuan dalam SI	Dimensi
(a)	Neraca empat lengan	Massa	Besaran Pokok	gram	kilogram	[M]
(b)	Meteran	Panjang	Besaran pokok	cm	m	[L]
(c)	Stopwatch	Waktu	Besaran pokok	sekon	sekon	[T]
(d)	Termometer	Suhu	Besaran pokok	celsius	kelvin	[θ]

	Nama Alat Ukur	Besaran yang Diukur	Jenis Besaran*	Satuan pada Alat	Satuan dalam SI	Dimensi
(e)	Avometer (pilih satu besaran)	Kuat arus listrik	Besaran pokok	ampere	ampere	[I]
		Tegangan listrik	Besaran turunan	volt	volt	$[M][L]^2[T]^3[I]^{-1}$
(f)	Luxmeter	Intensitas cahaya	Besaran pokok	lux	candela	[J]
(g)	Jangka sorong	Panjang	Besaran pokok	cm	m	[L]
(h)	Speedometer	Kelajuan	Besaran turunan	km/jam	m/s	$[L][T]^{-1}$
(i)	Tensimeter	Tekanan	Besaran turunan	mmHg	Pa	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$
(j)	Gelas berukuran	Volume	Besaran turunan	ml	m^3	$[L]^3$
(k)	Mikrometer sekrup	Panjang	Besaran pokok	mm	m	[L]
(l)	*Tire pressure gauge*	Tekanan	Besaran turunan	psi	Pa	$[M][L]^{-1}[T]^{-2}$

3. Aktivitas 1.3

a. Jangka Sorong

1. Komponen-komponen jangka sorong
   (1) Rahang dalam: mengukur tebal dan diameter luar benda
   (2) Rahang luar: mengukur diameter dalam benda
   (3) Pengukur kedalaman (*depth probe*): mengukur kedalaman benda
   (4) Skala utama cm: mengukur skala utama (satuan cm)
   (5) Skala utama inci: mengukur skala utama (satuan inci)
   (6) Skala nonius inci: mengukur skala nonius (satuan inci)
   (7) Skala nonius 0,1 mm: mengukur skala nonius (satuan inci)
   (8) Pengunci: mengunci alat ukur
2. Nilai Skala Terkecil (NST) skala utama 0,1 mm; dan skala nonius 0,01 cm.
3. Nilai ketidakpastian pengukuran tunggal 0,005 cm.

4. Cara menggunakan jangka sorong
   (1) Menjepit benda antara rahang tetap dan geser.
   (2) Mengunci hasil pengukuran.
   (3) Menetapkan nol skala nonius sebagai acuan pengukurannya.
   (4) Lihat satu ukuran skala utama yang berada tepat pada nol skala nonius, hasil pembacaan merupakan nilai skala utama.
   (5) Skala nonius yang berimpit/segaris dengan skala utama merupakan nilai skala nonius.
   (6) Menjumlahkan nilai skala utama dengan 0,01 × nilai skala nonius.
5. SU = 2,00 cm, SN = 1 × 0,01 = 0,01 cm, HP = 2,01 cm
6. Hasil pengukuran = (2,01 ± 0,005) cm

b. Mikrometer Sekrup

1. Komponen-komponen mikrometer sekrup
   (1) Landasan (*anvil*): sebagai penahan benda
   (2) Poros (*spindle*): menjepit benda yang diukur
   (3) Bingkai (*frame*): penghubung landasan dengan komponen lainnya
   (4) Kunci (*lock*): mengunci poros agar tidak bergeser
   (5) Selubung dalam (*sleeve*) – lintasan selubung luar dan tempat skala utama, dan skala utama: mengukur skala utama
   (6) Skala nonius: mengukur skala nonius
   (7) Selubung luar (*thimble*): tempat skala nonius yang dapat berputar dan bergeser
   (8) Roda bergerigi (*ratchet*): membatasi pergeseran poros (*spindle*) berlebih terhadap benda
2. NST skala utama 0,5 mm, NST skala nonius 0,01 mm
3. Nilai ketidakpastian pengukuran tunggal 0,05 mm
4. Cara menggunakan mikrometer sekrup:
   (1) Menjepit benda antara rahang tetap dan geser.
   (2) Mengunci hasil pengukuran.
   (3) Menetapkan nol skala nonius sebagai acuan pengukurannya.
   (4) Lihat satu ukuran skala utama yang berada tepat pada nol skala nonius, hasil pembacaan merupakan nilai skala utama.

(5) Skala nonius yang berimpit/segaris dengan skala utama merupakan nilai skala nonius.
(6) Menjumlahkan nilai skala utama dengan 0,01 × nilai skala nonius.

5. SU = 7,00 mm, SN = 25 × 0,01 mm, HP = 7,25 mm
6. Hasil pengukuran = (7,25 ± 0,005) mm

c. Neraca Empat Lengan

1. Komponen-komponen pada neraca empat lengan sebagai neraca non-digital
   (1) Tombol kalibrasi: pemutar yang berfungsi untuk mengkalibrasi (*re-zero*) neraca.
   (2) Tempat beban: tempat meletakkan beban yang diukur massanya.
   (3) Pemberat atau anting: beban yang tergantung pada lengan neraca berfungsi sebagai penunjuk hasil pengukuran.
   (4) Lengan neraca: pelat logam yang dibubuhkan skala dengan ukuran tertentu.
   (5) Garis kesetimbangan: penentu kesetimbangan dalam proses penimbangan.
2. Nilai skala terkecil (NST) alat ukur adalah 0,1 gram.
3. Nilai ketidakpastian pengukuran adalah 0,05 gram.
4. Hasil pengukuran = 0 g + 30 g + 7 g + 0,2 g = 37,2 g
5. (37,2 ± 0,05) gram
6. Neraca digital:
   a. Neraca digital lebih praktis digunakan, sementara neraca non-digital membutuhkan waktu hingga setimbang agar dapat membaca hasil ukurnya.
   b. Terdapat beberapa macam neraca digital dengan berbagai macam batas ukur yang berbeda-beda tergantung kebutuhannya, misalnya skala terkecil 0,01 gram dan 300 gram.
   c. Neraca digital bergantung pada baterai.
   d. Cara mengukur dengan neraca digital:
      - Mempersiapkan alat dan zat yang akan ditimbang, seperti sendok, kaca arloji, dan kertas isap.
      - Memeriksa keadaan awal neraca, meliputi pemeriksaan kebersihan neraca, kedataran, dan kesetimbangan neraca.

- Memastikan bahwa timbangan berada pada keadaan nol dengan menekan tombol *tare*.
- Meletakkan zat yang ditimbang pada tempatnya.
- Membaca dan mencatat hasil pengukuran pada layar.
- Setelah penimbangan selesai, mengembalikan neraca digital dalam keadaan nol seperti semula.

4. Aktivitas 1.4

Jawaban bergantung pada hasil pengukuran diameter tutup botol, kemudian luas permukaan bagian atas tutup botol ditentukan dengan persamaan berikut.

Luas lingkaran = $\frac{1}{4}\pi d^2$

Hasil pengolahan data tersebut dibulatkan dengan aturan angka penting dan dikonversikan ke dalam satuan SI.

5. Ayo Berlatih

1) Jumlah angka penting dari hasil pengukuran perlu diketahui, karena menunjukkan seberapa presisi hasil pengukuran tersebut.
2) Jika suatu hasil pengukuran bernilai terlalu besar atau terlalu kecil, maka harus dituliskan dengan notasi ilmiah atau awalan satuan.
3) Penjumlahan batang kayu = 12,7$\underline{5}$ cm + 7,$\underline{5}$ cm = 20,$\underline{25}$ cm
   - Angka yang diberi garis bawah adalah angka taksiran.
   - Hasil penjumlahan mengandung dua angka taksiran, sehingga hasilnya harus dibulatkan hingga satu angka taksiran.
   - Maka, hasil penjumlahan adalah 20,$\underline{3}$ cm.
4) Menentukan luas pelat aluminium:
   - Luas pelat aluminium = 15,32 cm × 10,2 cm = 156,264 cm^2
     Panjang pelat 15,32 cm memiliki empat angka penting dan lebar pelat memiliki tiga angka penting. Angka penting terkecil hasil pengukuran adalah tiga angka penting. Maka, hasil pengolahan data dibulatkan menjadi tiga angka penting, yaitu 156 cm^2.
   - Dalam satuan SI, luas pelat aluminium tersebut adalah 156×10^{-6} m^2 atau $1{,}56 \times 10^{-4}$ m^2.

5) Menentukan luas permukaan atas tutup botol:

$$\text{Luas} = \frac{1}{4}\pi d^2$$
$$= \frac{1}{4}(3{,}14)(22{,}25)^2$$
$$= 388{,}6240625 \text{ cm}^2$$

Berdasarkan aturan pembulatan angka penting, luas permukaan atas tutup botol adalah 388,6 cm^2.

Dalam satuan SI, luas permukaan atas tutup botol adalah $388{,}6 \times 10^{-6}$ $m^2 = 3{,}886 \times 10^{-4}$ m^2.

6. Aktivitas 1.5

Faktor-faktor kesalahan pengukuran:

1) Ketidakpastian random/acak, disebabkan oleh tidak stabilnya kondisi pengukuran, antara lain:
   - Tegangan listrik yang fluktuatif,
   - Gangguan kebisingan atau noise dari lingkungan sekitar atau alat,
   - Gangguan jarum alat ukur yang disebabkan fenomena gerak Brown.

2) Keterbatasan pengamat, terjadi akibat keterbatasan keterampilan dari pengamatnya. Perkembangan teknologi berpengaruh pula pada kecanggihan alat ukur, dampaknya pengguna memerlukan keterampilan lebih untuk menggunakan alat ukur tersebut.

3) Kesalahan sistematis, yaitu kesalahan yang berkaitan dengan alat ukurnya, misalnya:
   - Kesalahan titik nol merupakan kesalahan akibat jarum penunjuk alat ukur tidak tepat di titik nol saat pengukuran.
   - Kesalahan kalibrasi merupakan kesalahan saat pembuatan alat ukur dengan kondisi kurang tepatnya penulisan skala pada alat ukur.
   - Kesalahan pengukuran karena pelemahan komponen alat, misalnya pegas yang melar akibat jangka waktu pemakaian yang lama, komponen alat yang berkarat, dan lain-lain.

7. Proyek Akhir Bab

1) Massa jenis baut berdasarkan referensi adalah 7.850 kg/m^3. Untuk mengetahui jenis bahan baut/membuktikan bahwa baut tersebut

bahannya adalah baja, kita dapat mencari nilai massa jenisnya dengan cara membagi massa dengan volume:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

2) Massa dan volume
3) Alat ukur massa adalah neraca massa, dan alat ukur volume dapat menggunakan gelas berukuran yang diberi air. Selisih volume air sebelum dan sesudah baut dicelupkan merupakan volume bautnya. Untuk mengetahui selisih volume air, dapat menggunakan pipet volumetrik.
4) Variabel bebasnya adalah massa baut.
5) Variabel kontrolnya adalah volume baut. Baut-baut dipilih berukuran sama untuk mengupayakan nilai volume baut relatif sama. Terdapat tiga jenis baut yang digunakan, dilihat dari warnanya.
6) Variabel terikatnya adalah massa jenis baut.
7) Variabel bebasnya adalah massa baut. Variabel kontrolnya adalah volume baut. Variabel terikatnya adalah massa jenis baut.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

I. Judul Praktikum : .....

II. Tujuan Praktikum : .....

III. Dasar Teori
Susunlah dasar pengetahuan dan persamaan yang dibutuhkan dalam bentuk paragraf.

IV. Alat dan Bahan
Sebutkanlah alat dan bahan yang digunakan selama praktikum beserta jumlahnya.

V. Prosedur Praktikum
Susunlah langkah-langkah yang dilakukan selama pelaksanaan praktikum.

VI. Tabel Pengamatan
Buatlah tabel berikut sebanyak tiga buah untuk tiga jenis baut yang berbeda.

No.	Jenis Baut	Massa Baut (g)	Volume Awal Air (ml)	Volume Akhir Air (ml)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

VII. Tabel Pengolahan Data

Buatlah format tabel berikut sebanyak tiga buah untuk tiga jenis baut yang berbeda. Gunakan kalkulator saintifik untuk mengolah data.

Jenis baut: .....

No.	Massa Baut ($\times 10^{-3}$ kg)	Volume Awal Air V_0 ($\times 10^{-6}$ m^3)	Volume Akhir Air V_t ($\times 10^{-6}$ m^3)	Volume Benda $V = V_t - V_0$ ($\times 10^{-6}$ m^3)	Massa Jenis Baut ρ ($\times 10^3$ kg/m^3)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Rata-rata massa jenis baut					

Nilai ketidakpastian pengukuran berulang:

No.	ρ ($\times 10^3$ kg/m^3)		ρ^2 ($\times 10^6$ kg^2/m^6)	
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
	$\Sigma\rho$		$y = \Sigma(\rho^2)$	
	$x = (\Sigma\rho)^2$			

Keterangan:

- x merupakan kuadrat nilai hasil penjumlahan seluruh massa jenis baut.
- y merupakan penjumlahan seluruh nilai hasil kuadrat massa jenis baut.
- Banyaknya data (N) = 5

Nilai ketidakpastian pengukuran berulang:

$\Delta\rho = \frac{1}{\sqrt{N}}\sqrt{\frac{N\sum_{i=1}^{N}\rho^2 - \left(\sum_{i=1}^{N}\rho\right)^2}{N-1}}$ disederhanakan menjadi: $\Delta\rho = \frac{1}{\sqrt{N}}\sqrt{\frac{N.y - x}{N-1}}$	Lakukan perhitungan $\Delta\rho$ dengan menggunakan kalkulator saintifik.
Hasil Pengukuran = ...	

VIII. Analisis Data

1. Carilah informasi/tabel nilai massa jenis berbagai macam bahan logam.
2. Bandingkan dengan nilai massa jenis hasil pengolahan data yang kalian dapatkan. Apakah ada nilai massa jenis hasil pengolahan data yang mendekati nilai massa jenis pada tabel soal nomor 1?
3. Mengapa terjadi perbedaan nilai pengukuran dengan nilai massa jenis pada tabel soal nomor 1?
4. Perhatikan nilai ketidakpastian pengukuran berulang yang telah kalian hitung. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya kesalahan pengukuran selama praktikum?

IX. Kesimpulan

Baut mana yang sebaiknya digunakan untuk roda truk agar tidak patah menahan beban truk dan muatannya?

8. Ayo Cek Pemahaman

I. 1. B
2. C
3. E
4. A
5. C

II. 1) Kesalahan pengukuran yang disebutkan pada paragraf ketiga. Kalimat ketiga termasuk dalam kesalahan pengukuran akibat kesalahan sistematik.
Alasan: karatan termasuk dalam kelelahan alat, merupakan kesalahan sistematik.

2) Kesalahan pengukuran yang disebutkan pada paragraf ketiga. Kalimat pertama termasuk dalam kesalahan pengukuran akibat kesalahan sistematik.
Alasan: timbangan yang diakali dapat termasuk dalam kategori kesalahan kalibrasi karena ketidaksesuaian titik nol.

3) Pada paragraf ketiga kalimat ketiga disebutkan bahwa kesalahan akibat faktor karatan menyebabkan keseimbangan berubah melewati batas toleransi dengan selisih sebesar 20 gram untuk timbangan 5 kilogram, artinya persentase ketidakpastian relatifnya adalah 0,40%.
Alasan: $\frac{4}{1.000} \times 100\% = 0,4\%$

4) Seseorang membeli telur sebanyak 5 kg dengan harga per kilogramnya Rp24.000,00. Telur tersebut ditimbang dengan menggunakan timbangan yang berkarat seperti yang dijelaskan pada soal nomor 2. Maka, kerugian yang ditanggung pembeli akibat kesalahan pengukuran tersebut adalah Rp480,00.
Alasan: 0,4% × 5 kg × Rp24.000,00 = Rp480,00

5) Kalian adalah seorang pedagang sukses yang telah memahami konsep pengukuran dalam fisika. Bagaimana kalian harus bersikap?
Contoh jawaban: Dengan menerapkan prinsip fisika pada pengukuran untuk berdagang saya menjadi pedagang yang jujur dan amanah.

K. Refleksi

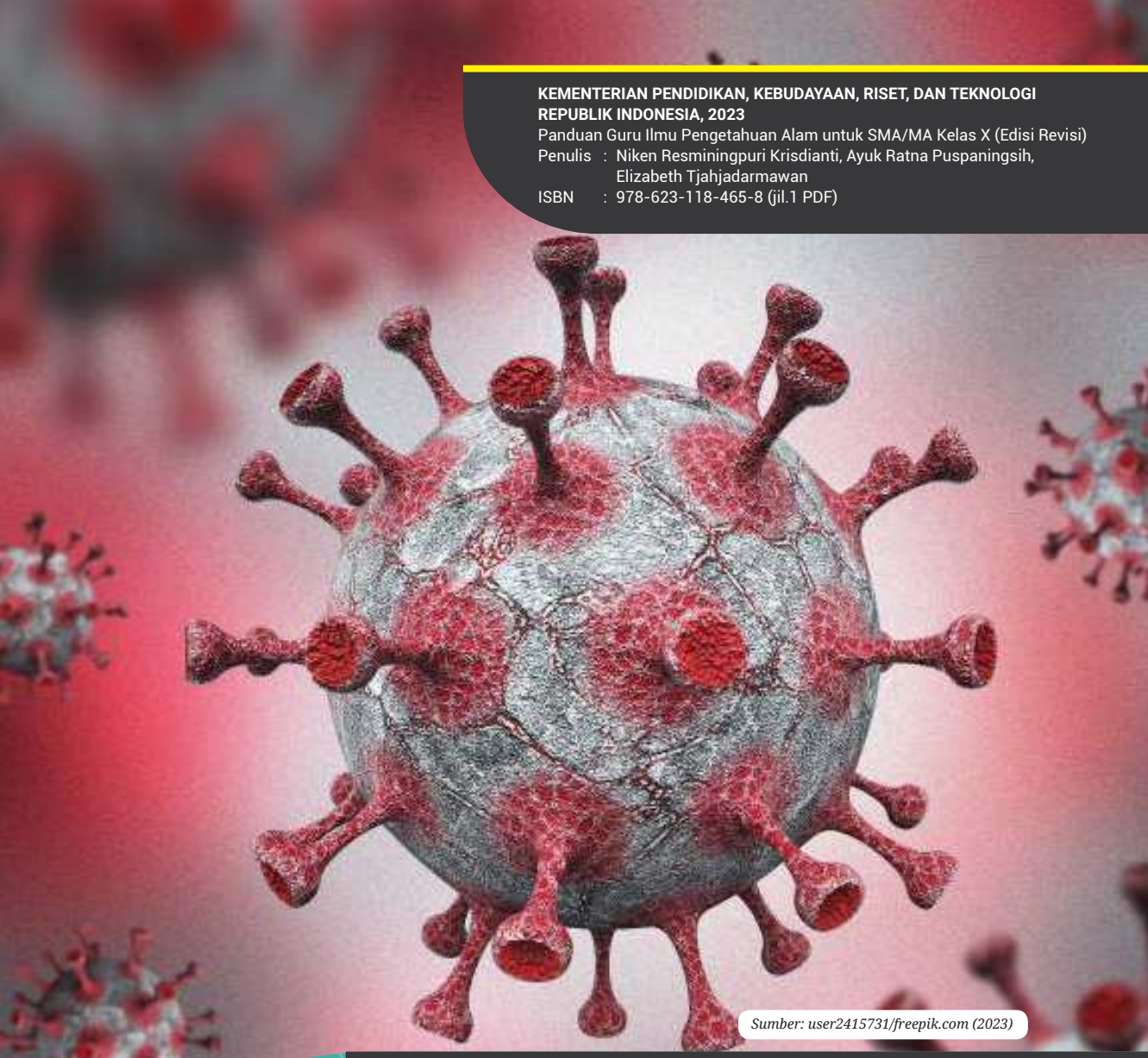
Selain dilaksanakan oleh peserta didik, refleksi juga perlu dilakukan oleh guru. Refleksi bermanfaat untuk pengembangan diri dan peningkatan kualitas pembelajaran bagi guru. Refleksi yang dilakukan oleh guru akan efektif apabila dilakukan secara rutin dan didokumentasikan dalam bentuk jurnal pribadi. Hal-hal yang dapat diperhatikan kegiatan refleksi proses pembelajaran adalah materi pembelajaran beserta kebermanfaatannya yang disampaikan, metode pembelajaran, kendala selama proses pembelajaran, dan penanganan pada berbagai kelompok peserta didik. Proses refleksi ini akan lebih optimal, apabila guru melakukan diskusi dengan teman sejawat terkait evaluasi proses pembelajaran, baik yang telah dilakukan maupun telah dilakukan. Tanpa kegiatan refleksi, kegiatan pembelajaran akan berlangsung tanpa tujuan yang bermakna bagi guru dan peserta didik. Hasil evaluasi tersebut dapat menjadi acuan dalam pembuatan rencana kegiatan pembelajaran untuk selanjutnya. Data dari hasil proses refleksi dapat digunakan oleh guru untuk membuat keputusan tentang rencana pembelajaran selanjutnya dan memberi pendampingan khusus bagi peserta didik yang memerlukannya.

L. Sumber Belajar Utama

Beberapa sumber referensi yang dapat digunakan bagi guru antara lain:

1. Halliday, D., Resnick, R., and Walker, J. 2004. *Fundamentals of Physics, 7th Edition*. New York: John Wiley & Sons Inc.
2. Hewitt, Paul G. 2015. *Conceptual Physics, 12th Edition*. US: Pearson Education, Inc.
3. Sang, D., Jones, G., Chadha, G., and Woodside, R. 2010. *Cambridge International AS and A Level Coursebook, 2nd Edition Physics*. UK: Cambridge University Press.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)



Sumber: user2415731/freepik.com (2023)

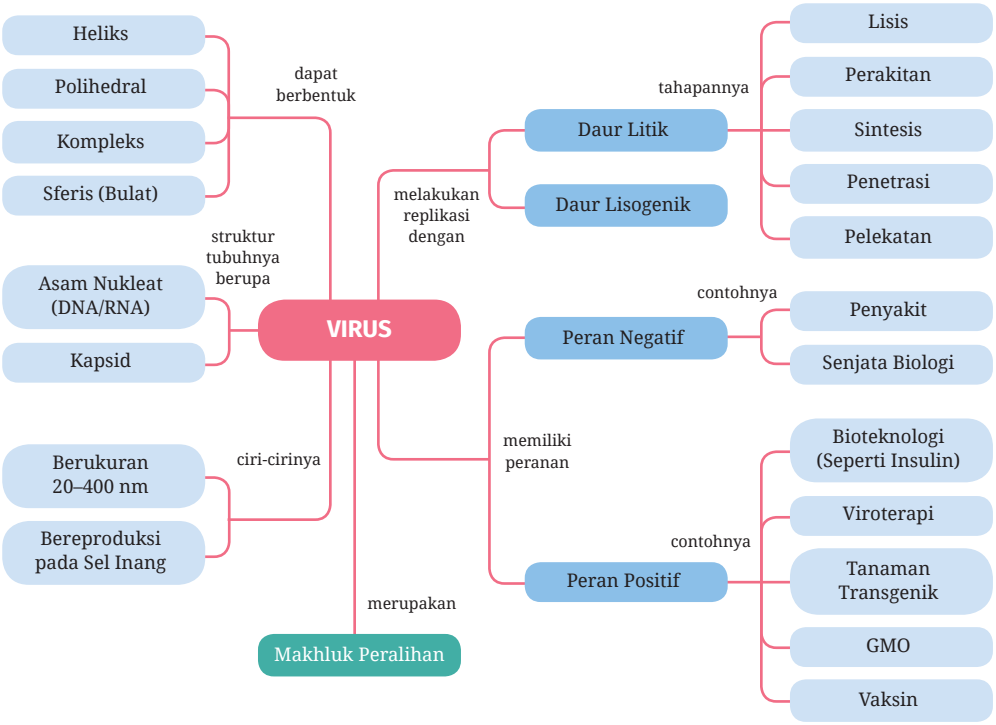
Bab II

Panduan Khusus
Virus dan Peranannya

A. Pendahuluan

Virus merupakan topik kedua yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Saat ini, virus adalah topik yang sangat menarik untuk dipelajari karena permasalahannya dihadapi langsung pada masa pandemi lalu. Topik ini berkaitan dengan Bab I, yaitu pengukuran, ketika peserta didik harus memahami ukuran dari suatu virus dan cara melakukan kerja ilmiah dalam mengamati virus. Bab ini juga berkaitan dengan Bab V Kimia Hijau, ketika membahas pencegahan penyebaran virus secara kimiawi.

Subbab pada topik virus disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya. Contohnya, sebelum memahami cara virus bereproduksi, peserta didik harus memahami ciri dan struktur virus terlebih dahulu. Adapun peta konsep terkait bab ini ditunjukkan oleh gambar berikut.



B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari virus adalah memahami ciri-ciri makhluk hidup dan sel sebagai unit terkecil makhluk hidup yang sebelumnya telah dipelajari pada Fase D. Dengan demikian, ada baiknya dilakukan penguatan terlebih dahulu tentang materi prasyarat

dengan cara mengajak peserta didik mengingat kembali konsep prasyarat tersebut atau memberikan bahan bacaan ringkas terkait materi prasyarat.

Catatan:

Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini.

1. Virus bukan merupakan sel.
2. Struktur yang selalu dimiliki oleh semua virus adalah asam nukleat (DNA atau RNA) dan kapsid, sedangkan struktur lainnya hanya spesifik pada virus tertentu.
3. Virus hanya memiliki satu ciri hidup, yaitu mampu bereproduksi. namun, virus hanya dapat bereproduksi pada sel inang.
4. Virus dapat melakukan replikasi litik atau lisogenik. Daur lisogenik dapat berpindah menuju daur litik. Beda kedua siklus ini adalah apakah sel inang pecah/lisis atau asam nukleat virus bergabung dengan asam nukleat sel inang.
5. Virus tidak hanya memiliki peran negatif, yaitu menyebabkan penyakit atau dijadikan sebagai senjata biologis, tetapi juga dapat berperan positif, yaitu dapat dimanfaatkan dalam bioteknologi seperti pembuatan insulin dan GMO.
6. Virus dapat dicegah penyebaran dengan berbagai cara, bergantung pada jenisnya. Contohnya, koronavirus dapat dicegah penyebarannya secara fisika, kimia, dan biologi

Untuk pendalaman materi terkait virus, guru dapat membaca referensi yang terpercaya, seperti buku karangan Campbell terkait topik virus (Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga).

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas materi disesuaikan dengan penyakit tertentu akibat virus yang menjadi isu di lingkungan sekitar.

D. Apersepsi

Ada beberapa strategi yang bisa dilakukan dalam kegiatan apersepsi pada bab ini. Adapun strateginya adalah sebagai berikut.

1. Mengajak peserta didik untuk mencermati video atau gambar terkait proses terjadinya pandemi, korban pandemi, tindakan selama pandemi, hingga akhirnya pandemi dinyatakan usai, kemudian ajukan beberapa pertanyaan terkait pengalamannya saat pandemi terjadi dan pendapatnya terkait pandemi.
2. Bermain peran bersama peserta didik dengan skenario kejadian saat pandemi Covid-19, kemudian ajukan beberapa pertanyaan apakah pengalaman itu dirasakan secara langsung oleh peserta didik dan pendapatnya terkait pandemi.
3. Bermain tebak kata, di mana seorang peserta didik memperagakan beberapa aktivitas atau kejadian saat pandemi Covid-19 tanpa bersuara, peserta lain menebak kata tersebut. Setelah itu, ajak peserta didik untuk merenungkan kembali pengalamannya terkait pandemi dan memintanya untuk menyampaikan pendapatnya.

Catatan:

Penjelasan di atas adalah contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi virus dan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Asesmen awal dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti tes tertulis atau tanya jawab terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik terkait dengan topik virus. Contoh asesmen awal virus berupa tes isian sebagai berikut.

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Sebutkan minimal empat ciri makhluk hidup!
2. Apa yang kamu ketahui tentang virus?

Berdasarkan data asesmen awal tersebut, dapat dilakukan perencanaan pembelajaran seperti memberikan perhatian khusus atau LKPD yang berbeda bagi peserta didik yang belum menguasai materi prasyarat dan membagi peserta didik secara heterogen, di mana untuk peserta didik yang pengetahuan terkait topik lebih dalam dapat saling berbagi dan membantu rekan sekelompoknya yang kurang memahami.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 10 jam pelajaran (JP). Meskipun demikian, guru dapat menyesuaikannya dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi tetap harus memperhatikan agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah melakukan telaah struktur virus (Aktivitas 2.1), replikasi virus (Aktivitas 2.2), peranan virus (Aktivitas 2.3), pencegahan virus (Aktivitas 2.4), dan proyek. Pada akhir setiap aktivitas pada bab ini, guru dapat menambahkan kegiatan untuk melatih keterampilan peserta didik dalam berkomunikasi seperti dengan menyusun laporan dan mempresentasikan hasil telaah yang dilakukan.

Catatan:

Pada Aktivitas 2.3, guru dapat menggunakan alternatif video lain yang sesuai dengan topik atau membantu peserta didik menggunakan *Google Translate* untuk menerjemahkan konten video sesuai dengan *caption*-nya.

Proyek pada Buku Siswa adalah proyek yang berkesinambungan yang dibagi menjadi beberapa tahapan. Pada proyek tahap terakhir, peserta didik diminta untuk mengomunikasikan hasil proyek secara menyeluruh, baik secara tertulis maupun lisan. Guru juga dapat menggunakan strategi menggabungkan tahapan yang ada dan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi satuan pendidikan. Selama melaksanakan Proyek Tahap 1, peserta didik dapat diingatkan untuk menjaga kesehatan dan keselamatan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD). Guru dapat bekerja sama dengan orang tua untuk mengingatkan peserta didik menggunakan APD. Selain itu, guru juga dapat menggunakan LKPD sebagai panduan siswa dalam melaksanakan proyek. Berikut adalah inspirasi LKPD untuk proyek.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Tujuan:
Peserta didik dapat mengampanyekan solusi pencegahan virus.

Langkah Proyek Tahap 1

1. Secara berkelompok, pilihlah salah satu pusat kesehatan yang ada di sekitar lingkunganmu sebagai tempat untuk mencari informasi terkait penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus (contoh puskesmas, klinik, rumah sakit, atau tempat praktik dokter)

   Hasil diskusi:
   Lokasi tempat yang diplih: .....

2. Susunlah pertanyaan-pertanyaan yang akan kalian ajukan dalam melakukan wawancara terkait penyakit apa saja yang terjadi selama sebulan ini.

   Hasil diskusi:
   Pertanyaan yang akan diajukan dalam wawancara:
   1. .....
   2. ..... dan seterusnya

3. Lakukanlah wawancara ke tempat yang telah kalian pilih dan catatlah hasil wawancara kalian. Pada saat melakukan wawancara tetap jaga kesehatan dan keselamatan dengan menggunakan APD.

Hasil wawancara:

Nama narasumber: .....

No.	Pertanyaan	Tanggapan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Langkah Proyek Tahap 2

1. Berdasarkan hasil Proyek Tahap 1, pilihlah salah satu penyakit yang disebabkan oleh virus.

   Hasil diskusi:
   Pilihan penyakit yang disebabkan oleh virus: .....

2. Lakukanlah kajian literatur untuk mengidentifikasi ciri-ciri, struktur, replikasi dan cara penyebaran virus yang menyebabkan penyakit tersebut!

Nama virus:	
Ciri-cirinya:	1. 2. 3.
Gambar struktur tubuh virus:	
Replikasi virus:	
Cara penyebaran virus:	1. 2. 3.

Langkah Proyek Tahap 3

1. Berdasarkan hasil Proyek Tahap 2, diskusikanlah bersama kelompok cara-cara apa yang dapat kalian lakukan untuk mencegah penyebaran virus tersebut.

Solusi:

.....

Susunlah laporan hasil proyek kalian dalam bentuk media yang kalian sukai (video, infografis, gambar, slide presentasi, poster dll)

Laporan dalam bentuk: .....
Hasil laporan (bisa diisi dengan tautan):

.....

2. Kampanyekan hasil proyek kalian di media sosial yang kalian miliki.

Selain melatih literasi dan keterampilan berpikir, aktivitas ini juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan proses dalam menganalisis data dan informasi serta mengomunikasikan hasil. Dalam aktivitas-aktivitas ini ada yang memerlukan koneksi internet, sehingga jika terdapat keterbatasan dalam sarana dan prasarana, guru dapat mengunduh video atau gambar terlebih dahulu, kemudian disajikan sesuai kondisi. Contohnya, jika peserta didik tidak memiliki *smartphone*, guru dapat menyajikan video secara bersama-sama atau mencetak gambar yang kemudian dibagikan pada peserta didik.

Dalam proses pembelajaran, ada satu model yang dapat digunakan, yaitu *project-based learning*, mengingat di dalam bab ini terdapat aktivitas proyek. Guru juga dapat menggunakan berbagai metode atau model pembelajaran sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal, contohnya menggunakan "*think pair share*" dalam membahas peranan virus.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini adalah menganggap 1) virus merupakan sel, 2) virus bereproduksi pada semua sel, dan 3) virus dapat berpindah dengan sendirinya. Untuk mengatasinya, guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam terkait hal ini atau mengajak peserta didik berdiskusi di dalam kelompok kecil dengan memberikan pertanyaan terkait hal ini. Dengan melakukan kegiatan ini peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya dan guru dapat menguatkan konsep atau memperbaiki miskonsepsi.

G. Pengayaan dan Remedial

Untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Selain materi pengayaan

virus onkolitik, guru juga dapat menggunakan pengayaan seperti replikasi virus RNA. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat dilakukan program remedial. Program remedial ini dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi, penugasan yang diakhiri dengan diskusi, dan pembelajaran ulang. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik akan mengambil data ke puskesmas atau rumah sakit terdekat agar diberi pemantauan untuk tetap melakukan protokol kesehatan. Khusus tugas mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, guru juga dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapain tujuan pembelajaran dalam Buku Siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat menjelaskan ciri-ciri virus.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi struktur tubuh virus.
3. Peserta didik dapat membedakan daur litik dan lisogenik.
4. Peserta didik dapat menjelaskan peranan virus dalam kehidupan sehari-hari.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 2.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Ayo Berlatih pada setiap subbab
	Non Tes	Aktivitas 2.1, 2.2, 2.3, dan 2.4
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 2.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 2.1

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; istilah ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; istilah ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{20} \times 100$$

Tabel 2.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Perencanaan** • Pemilihan lokasi observasi • Pemilihan perlengkapan dan cara memperoleh data • Rancangan jadwal proses pelaksanaan proyek • Pemilihan media kampanye	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
2.	**Proses pelaksanaan proyek** • Persiapan perlengkapan observasi • Persiapan pertanyaan wawancara • Kesesuaian data yang dicari dengan perencanaan proyek • Kerja sama kelompok	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Hasil produk kampanye** • Media yang digunakan menarik • Menampilkan gambar virus • Kebenaran isi media kampanye • Kemudahan dalam memahami media kampanye	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
4.	**Presentasi** • Penggunaan bahasa yang baik dan benar • Penyampaiannya mudah dipahami • Penggunaan media yang menarik • Kekompakan tim	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{40} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, hasil produk, dan presentasi.

Selama melakukan asesmen formatif dan sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait Aktivitas 2.1 yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Bagus, Suta telah mampu menemukan persamaan dan perbedaan struktur antara koronavirus dengan bakteriofag serta menuliskan

istilah dengan tepat. Suta perlu memperdalam pemahamannya terkait perbedaan antara virus dan sel."

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 2.1

1. Keduanya memiliki asam nukleat dan selubung protein.
2. Ukuran bakteriofag 25–45 mikron dan ukuran koronavirus 80–160 mikron.
3. Virus hanya memiliki asam nukleat dan selubung protein sehingga bukan sebuah sel dan bukan makhluk hidup.

2. Ayo Berlatih Subbab A

Pada video ditampilkan struktur koronavirus. Struktur tubuhnya terdiri atas RNA, selubung protein, amplop, dan *spike protein*.

Soal no. 1:

- Koronavirus adalah sel berukuran kecil. **(Salah)**
- Disebut korona karena memiliki amplop yang mengandung struktur seperti paku. **(benar)**
- Koronavirus tergolong virus RNA. **(Benar)**

Soal no. 2:

- Pengamatan virus menggunakan mikroskop cahaya. **(Salah)**
- Mengidentifikasi jenis protein pada struktur amplopnya. **(Salah)**
- Mengidentifikasi jenis asam nukleatnya, apakah rantai tunggal atau rantai ganda. **(Salah)**

3. Aktivitas 2.2

Koronavirus hanya dapat bereproduksi pada sel inang, yaitu sel-sel pada sistem pernapasan. Berdasarkan video, prosesnya dimulai dari tahap pelekatan, penetrasi, sintesis, perakitan, dan lisis.

4. Ayo Berlatih Subbab B

1. Urutan tahapan: pelekatan, penetrasi, sintesis, perakitan, dan sel lisis
2. Siklus litik

3. Persamaan dan perbedaannya dapat dilihat pada diagram venn berikut.

4. a. Kalimat nomor 2
   b. Kegiatan laboratorium
      - Mengamati di bawah mikroskop elektron sel kulit tangan yang terpapar koronavirus dan sel kulit tangan yang telah dicuci dengan sabun. **(Salah)**
      - Membandingkan jumlah yang tertular Covid-19 antara kelompok orang yang tidak mencuci tangan dan yang selalu mencuci tangan setelah kontak dengan penderita Covid-19. **(Benar)**
      - Mencampur koronavirus dengan air sabun kemudian mengecek strukturnya di bawah mikroskop elektron. **(Benar)**

5. Aktivitas 2.3

1. Virus dapat dimanfaatkan dalam bidang kesehatan, seperti terapi kanker, terapi gen, dan vaksin. Selain itu, berperan sebagai vektor dalam rekayasa genetika.
2. Disesuaikan dengan pilihan peserta didik.

6. Ayo Berlatih Subbab C

1. Polio – poliovirus, AIDS – HIV, rabies – rhabdovirus, mosaik – TMV, demam berdarah – virus dengue
2. Proses membawa gen insulin ke dalam tubuh virus.

3. a. Variabel bebas: pemberian vaksin atau tidak
   Variabel terikat: terinfeksi koronavirus atau tidak

   b. Kelompok yg divaksin = $\frac{20}{500} = 0,04$

   Kelompok yang tidak divaksin = $\frac{100}{500} = 0,2$

   Efikasi = $\frac{(0,2 - 0,04)}{0,2} \times 100\% = 80\%$

   c. Aktivitas penelitian
      - Orang yang akan diberikan vaksin harus dalam kondisi sehat. **(Benar)**
      - Jumlah orang yang diberikan vaksin boleh lebih banyak dibandingkan dengan kelompok pembanding. **(Salah)**

7. Aktivitas 2.4

1. Koronavirus menyebar melalui droplet penderita yang bersin, batuk, atau bicara.
2. Sabun dapat merusak amplop koronavirus dan melepas virus yang menempel pada permukaan kulit.
3. Masker dapat menghalangi masuknya koronavirus ke dalam saluran pernapasan.
4. Gizi seimbang berfungsi untuk memperkuat imun tubuh.
5. Anjuran lain: mengonsumsi vitamin, istirahat yang cukup, atau hal lainnya yang logis dalam pencegahan penyebaran virus.

8. Ayo Berlatih Subbab D

1. Hand sanitizer ini tidak mengandung alkohol sehingga tidak dianjurkan untuk pencegahan penyebaran virus

2. a. Urutan jenis kain: *silk*, linen, katun, masker bedah

   b. Linen memiliki kenyamanan bernapas tertinggi dan mampu menyaring virus hingga 62%.

   c. Pernyataan:
      - Mengukur diameter serat kain. **(Benar)**
      - Membandingkan jumlah virus yang tersaring di antara dua kain tersebut. **(Benar)**

- Membandingkan ukuran koronavirus dengan pori-pori masing-masing kain. **(Benar)**

9. Ayo Cek Pemahaman

1. Pilihlah pernyataan yang benar tentang virus adalah:
   - Virus hanya dapat bereproduksi dalam sel inang.
   - Virus bukan merupakan sebuah sel.
   - Virus tersusun atas materi genetik dan kapsid.
2. Gambar fase dengan nama fase yang benar pada siklus litik.

3. Peranan virus:
   - Tungro adalah penyakit yang menyerang tanaman padi yang disebabkan oleh virus tungro. **(Benar)**
   - Virus NCD menyebabkan penyakit tetelo pada ayam dan itik. **(Benar)**
   - Cikungunya adalah penyakit demam yang disebabkan oleh virus dengue. **(Salah)**
   - Virus dapat menghasilkan insulin dengan merekayasa materi genetiknya. **(Salah)**
4. a. Pernyataan:
      - Mengatur jarak maksimal 2 meter dapat mengurangi penyebaran koronavirus. **(Benar)**
      - Menggunakan gelas bergiliran tidak dianjurkan. **(Benar)**
      - Tinggal dalam ruangan ber-AC dapat mengurangi penyebaran koronavirus. **(Salah)**

   b. Pernyataan:
      - Peneliti bermaksud membandingkan efektivitas masker, pelindung wajah (*face shield*) dan kaca penyekat. **(Benar)**
      - Peneliti tersebut meneliti perbandingan sebaran droplet (percikan) apabila seseorang menggunakan pelindung dan

tidak menggunakan sama sekali. **(Benar)**

- Data penelitian tersebut dapat digunakan untuk menentukan pelindung yang tepat untuk mengurangi penyebaran Covid-19. **(Benar)**

c. Penelitian lanjutan yang dapat dilakukan adalah jenis masker apa yang baik untuk pencegahan covid-19 atau yang lainnya yang logis dan berkaitan dengan rencana penelitian pada **soal 4.c**.

K. Refleksi

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini. Refleksi ini dilakukan untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya dan juga hal-hal positif yang tetap dapat dipertahankan dalam proses pembelajaran. Selain itu, refleksi juga diperlukan untuk mengecek apakah masih ada peserta didik yang mengalami miskonsepsi, sehingga dapat segera dilakukan tindak lanjut untuk menghilangkan miskonsepsi tersebut. Contohnya, ketika guru mendapatkan refleksi bahwa peserta didik memiliki keterbatasan paket data dalam menyimak video pada *smartphone*, maka tindakan yang dapat dilakukan oleh guru seperti menampilkan video bersama-sama atau mengajak peserta didik menonton video di laboratorium komputer.

L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar seperti buku Biologi karangan Campbell, menyimak situs WHO untuk mendapatkan informasi terkait penyakit yang disebabkan virus, ataupun jurnal-jurnal ilmiah terkait penyakit akibat virus. Sumber utama belajar dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Bab III

Panduan Khusus

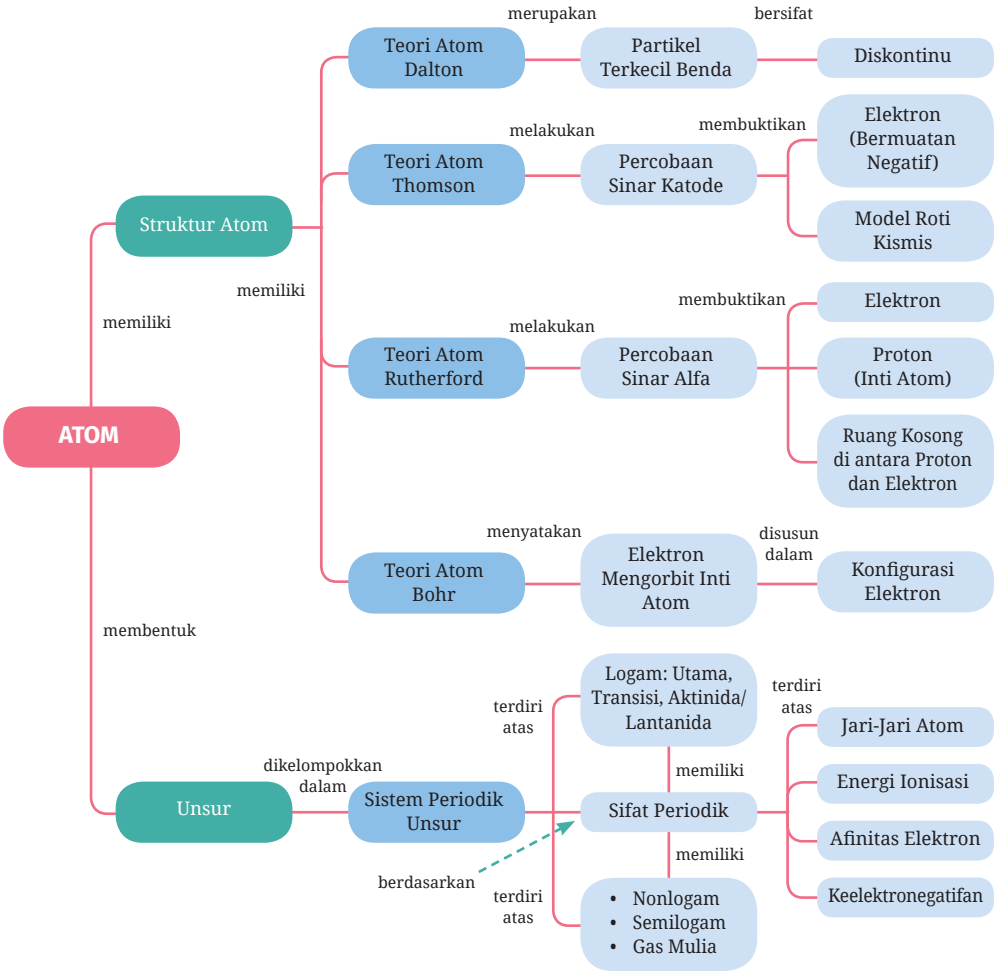
Struktur Atom

Fakta di Balik Materi

A. Pendahuluan

Struktur Atom Fakta di Balik Materi merupakan topik ketiga yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Topik ini memberi landasan berpikir pada semua bab bahwa benda-benda disusun dari atom sebagai unit terkecil. Atom terdiri atas partikel subatomik (proton, neutron, dan elektron) yang menempati posisi tertentu pada atom. Partikel subatomik memiliki massa dan muatannya masing-masing sehingga atom-atom dapat bergabung menjadi molekul unsur dan molekul senyawa. Pada topik ini juga diperkenalkan unsur-unsur yang disusun teratur berdasarkan golongan dan periode dalam tabel periodik. Unsur-unsur memiliki sifat keperiodikan yang menjelaskan sifat kimia dan fisika serta menjadi dasar terbentuknya ikatan kimia pada materi kimia lanjutan di kelas XI.

Materi-materi yang dipelajari pada bab ini dirangkum pada peta konsep berikut.



Subbab pada topik struktur atom ini disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya, contohnya adalah pembelajaran diawali dari konsep atom pada masa Yunani kemudian rekonseptualisasi atom menurut Dalton. Berikutnya adalah sejarah ditemukannya partikel subatomik, mulai dari elektron (teori atom Thomson), proton (teori atom Rutherford), dan neutron (ditemukan oleh Chadwick). Penyempurnaan teori atom dikemukakan oleh Niels Bohr yang mencetuskan konfigurasi elektron sebagai dasar pengaturan unsur dalam tabel sistem periodik unsur. Selanjutnya, pengaturan unsur dalam golongan dan periode pada tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektronnya. Kecenderungan sifat periodik unsur (jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan) dalam satu golongan dan satu periode menutup bab ini.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari struktur atom adalah mengenal tentang unsur, senyawa, dan campuran yang telah dipelajari pada Fase D. Sebaiknya dilakukan penguatan terlebih dahulu tentang materi prasayarat dengan mengajak peserta didik mengingat kembali konsep prasyarat tersebut. Memberikan bahan bacaan ringkas dan tanya jawab terkait materi prasayarat dapat mendorong peserta didik memperkuat konsep materi tersebut.

Catatan:

Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini.

1. Perkembangan konsep atom zaman Yunani hingga Dalton.
2. Perkembangan penemuan partikel subatomik (elektron, proton, dan neutron) oleh para ahli.

3. Partikel subatomik memiliki sifat yaitu memiliki massa dan muatannya masing-masing.
4. Perkembangan model atom yang dicetuskan Niels Bohr memberi gambaran posisi partikel subatomik dan konfigurasi elektron.
5. Mengenal lambang atom, ion, dan isotop terkait partikel subatomik.
6. Organisasi tabel periodik unsur modern meliputi golongan, periode, sifat logam, nonlogam, dan semilogam.
7. Pengaturan unsur dalam golongan dan periode tabel periodik berdasarkan konfigurasi elektron.
8. Sifat periodik unsur (jari-jari atom, energi ionisasi, dan afinitas elektron) dimiliki unsur-unsur dengan kecenderungan yang teratur, baik dalam golongan maupun periode.

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas materi disesuaikan dengan kebutuhan belajar peserta didik, misalnya pengembangan materi tertentu.

Untuk pendalaman materi terkait struktur atom, guru dapat membaca referensi yang terpercaya seperti buku karangan Raymond Chang, yaitu *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti, Jilid 1, Edisi ke-3*. Penerbit Erlangga tahun 2003, serta sumber *e-book* dan *platform* Rumah Belajar yang disiapkan pemerintah.

D. Apersepsi

Beberapa strategi yang bisa dilakukan dalam kegiatan apersepsi pada bab ini.

1. Mengajak peserta didik mengamati gambar mobil listrik pada bab ini. Pertanyaan pemantik *"Bagaimana partikel subatomik (atau partikel subatomik diganti dengan kata benda paling kecil yang tak terlihat mata) dalam mobil ini menghasilkan energi sehingga bisa menggerakkan kendaraan listrik?"* mengawali diskusi.
2. Mengajak peserta didik untuk mengamati percobaan listrik statis. Peserta didik menjawab pertanyaan berdasarkan hasil percobaannya.
3. Mengajak peserta didik untuk menonton video percobaan tentang listrik statis, lalu peserta didik mendiskusikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan.

Catatan:

Penjelasan ini merupakan contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi struktur atom dan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Asesmen awal dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti tes tulis atau tanya jawab terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik. Contoh asesmen awal struktur atom berupa tes isian sebagai berikut.

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Apakah unsur? Berikan beberapa contoh unsur!
2. Bagaimana unsur dibentuk?

Berdasarkan data asemen awal tersebut, dapat dilakukan kegiatan pembelajaran terdiferensiasi. Pada kelompok peserta didik yang belum menguasai materi prasyarat diberikan perhatian khusus dengan memberi pengulangan materi dan penugasan menggunakan LKPD. Bagi peserta didik yang sudah menguasai materi prasyarat dapat saling berbagi dan membantu rekan sekelompoknya yang belum memahami.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 16 JP. Meskipun demikian guru dapat menyesuaikannya dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi tetap harus mengingat agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah mengamati percobaan listrik statis (Aktivitas 3.1) sebagai pengantar mempelajari struktur atom dan sifatnya, membuktikan teori atom Dalton (Aktivitas 3.2), mengidentifikasi partikel subatomik (Aktivitas 3.3, 3.4, 3.5, dan Ayo Berlatih

Subbab D) dan subatomik dalam isotop (Ayo Berlatih Subbab D). pengantar memahami teori atom Niels Bohr melalui menyimak tayangan video spektrum garis (Aktivitas 3.6 dan 3.7), menulis konfigurasi elektron dan menentukan elektron valensi (Ayo Berlatih Subbab E), menemukan keteraturan unsur dalam satu golongan dan periode (Aktivitas 3.8 dan 3.9), serta mengidentifikasi kecenderungan sifat periodik unsur dalam satu golongan dan satu periode (Aktivitas 3.10 s.d. 3.13). Proyek akhir bab adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari pada bab itu.

Selain melatih literasi membaca, matematika, sains, dan keterampilan berpikir peserta didik, aktivitas ini juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan proses dalam menganalisis data dan informasi serta mengomunikasikan hasil. Dalam aktivitas-aktivitas ini ada yang memerlukan koneksi internet, sehingga jika terdapat keterbatasan dalam sarana dan prasarana, guru dapat mengunduh video atau gambar terlebih dahulu kemudian disajikan sesuai kondisi. Contohnya, jika peserta didik tidak memiliki *smartphone*, guru dapat menyajikan video secara bersama-sama atau mencetak gambar yang kemudian dibagikan bersama-sama. Cara lain adalah guru menggandakan materi atau gambar dari konten video yang akan dipelajari, kemudian peserta didik mencermati gambar tersebut. Pada aktivitas membuat grafik, jika peserta didik tidak mempunyai komputer maka bisa menggunakan kertas milimeter grafik. Jika kesulitan untuk mengakses internet maka aktivitas membuat media digital dapat diganti dengan membuat media dari karton.

Catatan:

Pada Aktivitas 3.8 dan 3.9, guru dapat menggunakan alternatif video lain yang sesuai dengan topik atau membantu peserta didik menggunakan *Google Translate* untuk menerjemahkan konten video sesuai dengan *caption*-nya.

Dalam proses pembelajaran, ada satu model yang dapat digunakan yaitu *project-based learning* mengingat ada aktivitas proyek. Guru juga dapat menggunakan berbagai metode atau model pembelajaran sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal. Contohnya adalah menggunakan *jigsaw* dalam membahas keteraturan unsur dalam tabel periodik dan sifat keperiodikan unsur.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini, antara lain menganggap (1) atom merupakan partikel terkecil, padahal di dalam atom terdapat partikel subatom yang ukurannya jauh lebih kecil dari ukuran atom; (2) elektron hanya dapat berpindah ke lintasan kulit yang lebih luar dalam teori atom Bohr, tetapi sering kali peserta didik belum mengetahui bahwa elektron juga dapat berpindah ke lintasan kulit yang lebih dalam. Untuk mengatasi hal ini maka guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam dengan memberikan pertanyaan terkait hal ini. Peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya dan guru dapat menguatkan konsep atau memperbaiki miskonsepsi.

G. Pengayaan dan Remedial

Untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Materi pengayaan teori atom mekanika kuantum yang menerangkan posisi atom pada kulit, subkulit, orbital, dan spin sebagai lanjutan teori atom Niels Bohr dapat diberikan. Materi pengayaan menghitung massa atom rata-rata dari campuran isotop unsur-unsur yang ada di alam juga dapat diberikan sebagai materi pengayaan. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat dilakukan program remedial. Program remedial ini dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi dalam pembelajaran ulang kemudian diakhiri dengan penugasan. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketersediaan kuota agar dapat terkoneksi internet dan pengawasan terhadap anak-anak saat menggunakan internet perlu disampaikan. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dalam Buku Siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi partikel subatomik yang menyusun atom.

2. Peserta didik dapat mengidentifikasi sifat partikel subatomik berdasarkan muatan listrik dan massanya.
3. Peserta didik mampu menghitung jumlah partikel subatomik pada lambang atom dan ion.
4. Peserta didik mampu menghitung jumlah partikel subatomik pada isotop.
5. Peserta didik dapat menulis konfigurasi elektron dari atom-atom bernomor 1 sampai 20.
6. Peserta didik dapat menentukan elektron valensi masing-masing atom berdasarkan konfigurasi elektronnya.
7. Peserta didik dapat mengidentifikasi pengaturan unsur pada golongan dan periode berdasarkan konfigurasi elektron.
8. Peserta didik mampu mengidentifikasi kecenderungan jari-jari atom, energi ionisasi, afinitas elektron, dan keelektronegatifan unsur dalam satu periode dan golongan pada tabel periodik.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 3.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Aktivitas 3.6, 3.7, 3.10 sampai 3.16 Ayo Cek Pemahaman
	Non-Tes	Aktivitas 3.1 sampai 3.5, 3.8, 3.9
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 3.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 3.4, 3.6, dan Ayo Cek Pemahaman

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; istilah ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; istilah ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Tabel 3.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Konten media** (dimensi P3 bernalar kritis) Menjawab lima pertanyaan dengan konsep yang benar. • Pengertian LTJ • Contoh-contoh LTJ • Identifikasi posisi LTJ pada tabel periodik • Sifat keperiodikan unsur pada LTJ • Memilih salah satu unsur LTJ lalu mengidentifikasi partikel subatomiknya serta pemanfatannya dalam teknologi terkini	5 jawaban benar	5	4
		4 jawaban benar	4	
		3 jawaban benar	3	
		2 jawaban benar	2	
		1 jawaban benar	1	

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
2.	**Media digital** (dimensi P3 kreatif) • Tampilan memiliki daya tarik • Keterbacaan • Sistematika penulisan • Tata letak	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Presentasi** (dimensi P3 gotong royong) • Penggunaan bahasa yang baik dan benar. • Penyampaiannya mudah dipahami. • Menjawab pertanyaan teman dengan benar. • Kekompakan dalam bekerja dan anggota kelompok berbagi peran dengan merata.	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari konten, grafis, dan presentasi.

Selama melakukan asesmen formatif maupun sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait Aktivitas 3.4 yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Bagus, Cantika telah mampu mengidentifikasi partikel subatomik proton, neutron, elektron, serta muatan dan massanya, juga menuliskan simbol dengan tepat. Cantika juga dapat menemukan posisi partikel-partikel tersebut dalam atom. Ayo, terus belajar untuk memperdalam pemahaman terkait posisi elektron pada bagian subkulit dan orbital atom."

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 3.1

Aktivitas 3.1 adalah pengantar untuk mengenal bahwa benda-benda mengandung sesuatu yang kecil, tidak terlihat tetapi memiliki sifat yang menyebabkan benda-benda itu dapat tarik-menarik.

Jawaban semua peserta didik diterima dan didiskusikan bersama. Guru mengarahkan bahwa jika penggaris plastik digosokkan pada rambut yang kering maka beberapa elektron pada rambut tertarik ke penggaris plastik. Gerakan elektron dari suatu tempat ke tempat lain membangkitkan akumulasi muatan listrik. Penggaris plastik mendapatkan tambahan elektron sehingga penggaris plastik bermuatan negatif. Sementara itu, rambut kehilangan beberapa elektron, akibatnya rambut bermuatan positif. Kertas ditarik oleh penggaris plastik karena muatan negatif dan muatan positif saling menarik.

2. Aktivitas 3.2

Aktivitas 3.2 dipelajari setelah peserta didik mempelajari teori atom Dalton yang bertujuan membuktikan jika dua jenis atom membentuk dua macam senyawa atau lebih maka atom-atom yang sama dalam kedua senyawa itu mempunyai perbandingan yang berbeda tetapi sederhana. Contohnya kelompok senyawa CH_3OH, C_2H_5OH, C_3H_7OH; kelompok senyawa CH_3COOH, CH_3CH_2COOH, $CH_3CH_2CH_2COOH$, dan seterusnya. Masing-masing atom senyawa disusun oleh atom C dan H dengan perbandingan yang tertentu dan tetap, sementara atom O berada pada perbandingan sama di semua senyawa. Peserta didik diarahkan memberikan contoh yang berbeda satu sama lain.

3. Aktivitas 3.3

Aktivitas ini dilakukan setelah peserta didik mempelajari tentang partikel subatomik, dimulai dari penemuan elektron, proton, dan neutron. Peserta didik mengidentifikasi partikel subatomik yang menyusun atom melalui aktivitas membuat model atom. Peserta didik diberikan kebebasan membuat model atom, tetapi tetap berpedoman konsep bahwa inti atom terdiri atas proton dan neutron. Elektron berada pada lintasan atau kulit di sekeliling atom.

4. Aktivitas 3.4

Guru mengarahkan peserta didik untuk mencermati Tabel 3.1.

1. Partikel subatomik yang menyusun atom adalah proton, neutron, dan elektron.
2. Posisi partikel subatomik tersebut dalam atom, yaitu proton dan neutron terdapat dalam inti atom, sementara elektron berada pada lintasan, orbit, atau kulit atom.
3. Sifat partikel subatomik adalah muatan listrik dan massanya. Proton bermuatan listrik positif, neutron tak bermuatan listrik, sedangkan elektron bermuatan listrik negatif. Massa proton hampir sama dengan massa neutron. Massa neutron lebih besar sedikit ketimbang massa proton. Sedangkan massa elektron besarnya sepuluh ribu kali lebih kecil ketimbang massa keduanya.

5. Aktivitas 3.5

Peserta didik diberi kebebasan untuk membuat karya lagu, pantun, puisi, TikTok, *podcast*, atau lainnya tentang partikel subatomik dan sifatnya. Pembuatan karya tersebut tetap berpedoman pada konsep partikel subatomik (elektron, neutron, proton) pada letaknya dalam atom, sifat muatan listriknya, dan massanya.

6. Ayo Berlatih Subbab D

Mengisi jawaban pada Tabel 3.2.

No.	Lambang Atom	Nomor Atom	Nomor Massa	Muatan	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
1.	Li	3	7	0	3	3	4
2.	Li^+	3	7	+1	3	2	4
3.	O	8	16	0	8	8	8
4.	O^{2-}	8	16	–2	8	10	8
5.	Al	13	27	0	13	13	14
6.	Al^{3+}	13	27	+3	13	10	14

Kesimpulan dari Tabel 3.2 adalah atom bersifat netral sehingga jumlah proton sama dengan jumlah elektron. Saat atom membentuk ion positif maka elektron valensi dalam atom dilepaskan. Saat atom membentuk ion negatif maka atom menangkap elektron valensi dari atom lain.

7. Ayo Berlatih Akhir Subbab D

1. Menulis lima lambang atom yang berbeda disertai nomor atom dan nomor massanya serta makna nomor atom dan nomor massa terkait jumlah proton, neutron, dan elektron pada masing-masing atom tersebut.
   Jawab:
   Peserta didik diberi kebebasan memilih lima buah unsur pada tabel periodik. Kelima unsur tersebut dituliskan lambang atomnya, misalnya:

   $^{23}_{11}Na$

   maka:
   nomor atom = jumlah proton = 11
   Atom bersifat netral maka jumlah proton = jumlah elektron = 11
   Nomor massa = jumlah proton + neutron = 23 maka jumlah neutron = 23 – 11 = 12

2. Atom Mg memiliki nomor atom 12 cenderung membentuk ion positif, yaitu Mg^{2+}, sedangkan atom N bernomor atom 7 dapat membentuk ion negatif N^{3-}.
   a. Proses pembentukan ion Mg^{2+} terkait jumlah proton, neutron, dan elektronnya

Unsur	Nomor atom	Nomor massa	Jumlah proton	Jumlah elektron saat atom membentuk ion Mg^{2+}	Jumlah neutron
Mg	12	24	12	12 – 2 = 10	24 – 12 = 12

   b. Proses pembentukan ion N^{3-} terkait jumlah proton, neutron, dan elektronnya

Unsur	Nomor atom	Nomor massa	Jumlah proton	Jumlah elektron saat atom membentuk ion N^{3-}	Jumlah neutron
N	7	14	7	7 + 3 = 10	14 – 7 = 7

3. Jumlah neutron yang terdapat pada isotop zirkonium-92 dengan nomor atom 40 adalah 92 – 40 = 52.

4. Suatu isotop atom X memiliki nomor massa 81. Isotop atom X dapat membentuk ion bermuatan negatif dua.
   X-81, maka nomor massa = jumlah proton + neutron = 81

   Peserta didik diarahkan mencermati tabel periodik unsur untuk mencari unsur yang nomor massanya mendekati 81. Pada tabel periodik, unsur Brom (Br) mempunyai nomor massa 80 dan nomor atom 35, maka:

Unsur	Nomor massa isotop	Nomor massa	Nomor atom	Jumlah proton	Jumlah elektron	Jumlah elektron ion X^{2-}	Jumlah neutron
X	81	80	35	35	35	35+2=37	p+n=80 35+n=80 n=45

5. Magnesium secara alami terdapat dalam tiga isotop, yaitu ^{24}Mg, ^{25}Mg, dan ^{26}Mg. Jumlah proton, elektron, dan neutron pada masing-masing isotop Mg sebagai berikut.
   Peserta didik diarahkan untuk menelusuri tabel periodik unsur untuk menemukan nomor atom unsur Mg.

Partikel subatomik	Nomor Atom	Isotop		
		^{24}Mg	^{25}Mg	^{26}Mg
Jumlah proton	12	12	12	12
Jumlah elektron	12	12	12	12
Jumlah neutron	12	12	13	14

Peserta didik diarahkan untuk menelusuri sumber informasi terkait kegunaan isotop magnesium. Sumber *https://buku.kemdikbud.go.id/s/AG* menuliskan bahwa isotop Mg digunakan sebagai geotermometer untuk menghitung suhu berbagai proses geologi, antara lain suhu panas bumi dan menelusuri sejarah magmatik.

https://buku.kemdikbud.go.id/s/AG

8. Aktivitas 3.6

Percobaan nyala dari zat-zat: (a) LiCl, (b) NaCl, (c) KCl, (d) $CaCl_2$, (e) $SrCl_2$, (f) $BaCl_2$, (g) $CuSO_4$

Jika jumlah bahan kimia terbatas maka guru yang mendemostrasikan percobaan nyala. Peserta didik mengamati warna nyala tiap zat. Guru mengarahkan peserta didik berdiskusi lalu membuat kesimpulan bersama bahwa masing-masing unsur logam dalam tiap zat memiliki spektrum garis yang spesifik. Saat atom logam menyerap energi panas dari nyala api, elektronnya berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Saat elektron kembali dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah, sebagian besar energi dilepaskan dalam bentuk radiasi elektromagnetik di daerah sinar tampak. Hasilnya berupa spektrum garis dengan warna-warni yang khas pada masing-masing atom logam.

Pilihan lain adalah guru mengunduh video pada tautan di samping, kemudian menayangkannya pada peserta didik. Guru mengarahkan peserta didik membuat kesimpulan tentang video tersebut.

https://buku.kemdikbud.go.id/s/FTC

Guru perlu mengingatkan bahwa sebelum melakukan eksperimen di laboratorium atau bekerja menggunakan bahan-bahan kimia maka peserta didik perlu menggunakan alat pelindung diri (APD). Dalam percobaan ini, APD yang perlu digunakan adalah:

1. Baju laboratorium, untuk melindungi pakaian dari bahaya kebakaran akibat nyala api.
2. Masker penutup hidup, untuk melindungi diri dari bahaya terhirupnya serbuk atau debu hasil pembakaran.
3. Kacamata laboratorium, untuk melindungi diri dari percikan nyala api.
4. Sarung tangan, untuk melindungi tangan agar tidak terkena bahan-bahan kimia.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Judul Praktikum: Percobaan Nyala Logam

Tujuan Praktikum:

Peserta didik dapat memahami keberadaan elektron melalui spektrum cahaya.

Alat:

1. Gelas kimia ukuran 100 ml (jika tidak ada, gunakan kaleng bekas minuman kemasan, potong setengah bagian). Jumlah gelas kimia sebanyak jumlah zat yang akan diuji nyalanya.
2. Spatula (jika tidak ada, gunakan sendok teh)
3. Pipet tetes (jika tidak ada, gunakan sendok teh)
4. Pemantik api (jika tidak ada, gunakan lilin, lidi, kapas, dan korek api)

Bahan:

1. Etanol 95% secukupnya (jika tidak ada, gunakan alkohol 70% yang dapat dibeli di apotek)
2. Zat yang akan diuji nyalanya disesuaikan dengan ketersediaan di sekolah, yaitu padatan (a) LiCl, (b) NaCl (jika tidak ada, gunakan garam dapur), (c) KCl, (d) $CaCl_2$, (e) $SrCl_2$, (f) $BaCl_2$, dan (g) $CuSO_4$.

Cara Kerja Alternatif 1:

1. Siapkan gelas kimia bersih dan kering sebanyak jumlah zat yang akan diuji nyalanya.
2. Masukkan 2 spatula zat yang akan diuji ke dalam gelas kimianya masing-masing.
3. Tambahkan 1 ml pipet (20 tetes) etanol 95%. Satu tetes pipet sama dengan 0,05 ml.
4. Sulut dengan pemantik api pada masing-masing gelas (hati-hati terhadap bahaya api!). Amati warna nyala yang terjadi pada masing-masing zat yang dibakar. Pengamatan akan lebih jelas jika kondisi ruangan agak gelap.
5. Ambil foto pada masing-masing gelas saat nyala api berlangsung (foto ini akan kalian gunakan untuk membuat laporan).

Cara Kerja Alternatif 2:

1. Siapkan kaleng bekas minuman kemasan yang sudah dipotong setengah bagian sebanyak jumlah zat yang akan diuji nyalanya. Kaleng dicuci dan dikeringkan.
2. Masukkan ½ sendok teh zat yang akan diuji ke dalam setiap kaleng.
3. Tambahkan ½ sendok teh alkohol 70%. Satu sendok teh sama dengan 5 ml.
4. Bungkuslah lidi dengan kapas kemudian celupkan ke dalam cairan alkohol 70%. Sulut lidi pada lilin yang menyala. Sulut lidi yang sudah menyala tadi ke dalam masing-masing kaleng. Amati warna nyala yang terjadi pada masing-masing zat yang dibakar. Pengamatan akan lebih jelas jika kondisi ruangan agak gelap.
5. Ambil foto pada masing-masing kaleng saat nyala api berlangsung (foto ini akan kalian gunakan untuk membuat laporan).

Hasil Pengamatan:

1. Salinlah dan lengkapi tabel berikut, kemudian masukkan ke dalam laporan hasil eksperimen kelompok kalian. Tulislah zat yang kalian gunakan saja.

No.	Zat	Logam	Warna nyala	Foto
1.	NaCl	Li		
2.	KCl	K		
3.	$CaCl_2$	Ca		
4.	$SrCl_2$	Sr		
5.	$BaCl_2$	Ba		
6.	$CuSO_4$	Cu		

2. Carilah berbagai sumber informasi untuk menjawab pertanyaan, mengapa zat-zat tersebut dapat memancarkan warna nyala yang beragam?
3. Ikuti petunjuk dari guru kalian untuk membuat laporan hasil eksperimen ini.
4. Komunikasikan laporan yang sudah kalian tulis di depan kelas untuk didiskusikan bersama.

9. Aktivitas 3.7

Guru menayangkan video pada tautan di samping tentang spektrum atom hidrogen. Tayangan video tentang munculnya spektrum cahaya dalam atom-atom hidrogen menjelaskan percobaan yang dilakukan pada Aktivitas 3.6. Hal ini sebagai jembatan untuk memahami pernyataan para ahli bahwa elektron yang bergerak mengelilingi inti atom ternyata berada pada lintasan yang berbeda-beda. Pada tayangan video terlihat spektrum yang berwarna-warni. Spektrum ini dihasilkan saat elektron dalam atom hidrogen tereksitasi kemudian melepaskan sejumlah energi cahaya saat kembali ke posisi lintasan asalnya.

https://buku.kemdikbud.go.id/s/SOH

10. Ayo Berlatih Subbab E

1. a. Mengacu pada Tabel 3.5, konfigurasi elektron masing-masing atom bernomor 1 sampai 20 adalah:

Nomor Atom	K	L	M	N	O	P	Q
1	1						
2	2						
3	2	1					
4	2	2					
5	2	3					
6	2	4					
7	2	5					
8	2	6					
9	2	7					
10	2	8					
11	2	8	1				
12	2	8	2				
13	2	8	3				

Nomor Atom	K	L	M	N	O	P	Q
14	2	8	4				
15	2	8	5				
16	2	8	6				
17	2	8	7				
18	2	8	8				
19	2	8	8	1			
20	2	8	8	2			

b. Elektron valensi dari masing-masing atom tersebut terletak pada kulit terluar. Elektron valensi atom H, Li, Na, dan K adalah satu. Posisi H, Li, Na, dan K ternyata berada dalam satu golongan. Elektron valensi atom He, Be, Mg, dan Ca adalah dua. Posisi Be, Mg, dan Ca ternyata berada dalam satu golongan. Elektron valensi atom B dan Al adalah tiga, dan seterusnya.

2. Peserta didik diarahkan menelusuri tabel periodik unsur untuk menemukan nomor atom B, Al, Ga, In, dan Tl, kemudian menulis konfigurasi elektronnya.
   - Konfigurasi elektron B dengan nomor atom 5 = 2.3
   - Konfigurasi elektron Al dengan nomor atom 13 = 2.8.3

   Dengan cara yang sama Ga, In, dan Tl memiliki jumlah elektron valensi yang sama, yaitu 3, kemudian mereka tertata pada kolom yang sama.

11. Aktivitas 3.8

1. Unsur-unsur yang ada dalam satu golongan pada Tabel 3.5 adalah unsur H, Li, Na, dan K. Karena jumlah elektron valensinya sama, yaitu satu, maka unsur-unsur ini terletak pada golongan yang sama, yaitu golongan 1A.
2. Unsur-unsur yang ada dalam golongan II A adalah Be, Mg, Ca, Sr, Ba, dan Ra. Unsur-unsur ini memiliki elektron valensi sama, yaitu dua. Unsur yang berada pada periode ke-2 adalah Be, B, C, N, O, F, dan Ne. Unsur-unsur pada periode 2 ini memiliki jumlah kulit yang sama, yaitu 2.

12. Aktivitas 3.9

No.	Pernyataan	Huruf pada Tabel Periodik
1.	Unsur golongan aktinida dengan nomor atom 94.	J
2.	Unsur dengan elektron valensi berjumlah delapan dan bersifat inert.	C
3.	Unsur dengan konfigurasi elektron 2.8.18.8.2.	A
4.	Unsur berwujud gas dengan nomor atom terkecil.	F
5.	Unsur metaloid pada golongan IVA.	B
6.	Unsur yang terletak pada periode ke-6 golongan VIIIA.	H
7.	Unsur transisi dalam dengan nomor atom di antara 89-103.	I
8.	Unsur dengan jumlah elektron valensi tujuh.	E
9.	Unsur yang terletak pada periode ke-5 golongan IIIA.	D
10.	Unsur logam transisi pada periode ke-4.	G

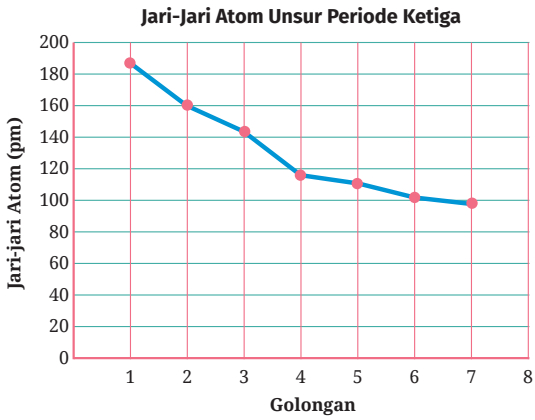
13. Aktivitas 3.10

1. Berdasarkan Gambar 3.23, kecenderungan jari-jari atom pada unsur-unsur dalam satu periode akan makin kecil karena bertambahnya nomor atom. Alasannya, meskipun jumlah kulit atomnya sama tetapi bertambahnya nomor atom menunjukkan jumlah proton juga bertambah. Proton bermuatan positif dan terdapat dalam inti atom. Gaya tarik-menarik inti atom terhadap elektron valensi yang bermuatan negatif menjadi lebih kuat sehingga jari-jari atom menjadi lebih pendek.

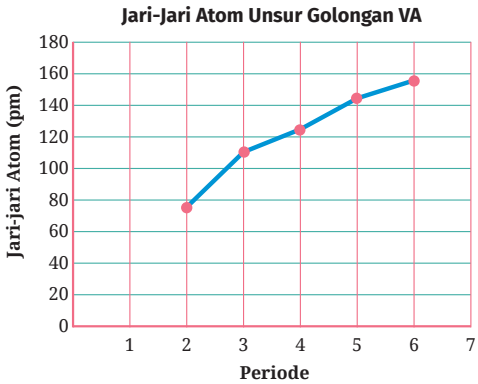
   Kecenderungan jari-jari atom pada unsur-unsur dalam satu golongan adalah makin besar karena bertambahnya kulit atom. Kulit atom yang lebih banyak akan menambah panjang jarak antara inti atom terhadap elektron valensi.

2. Berdasarkan Tabel 3.7 dibuat grafik hubungan letak unsur pada periode ketiga terhadap jari-jari atom.
   a. Penjelasan bahwa dalam satu periode, jari-jari atomnya bertambah kecil, sementara satu golongan jari-jari atom bertambah besar sudah dijawab pada nomor 1.

b. Berdasarkan Tabel 3.7 maka grafik jari-jari atom unsur periode ketiga sebagai berikut.



c. Berdasarkan Tabel 3.7, maka grafik jari-jari atom unsur golongan VA sebagai berikut.



Cara membuat grafik dapat dilakukan menggunakan komputer atau menggunakan kertas milimeter grafik.

d. Urutan kenaikan jari-jari atom pada unsur P, Si, dan N adalah N < Si < P.

14. Aktivitas 3.11

1. Berdasarkan Gambar 3.24 kecenderungan energi ionisasi dalam satu periode adalah semakin besar, sedangkan dalam satu golongan energi ionisasinya semakin kecil.

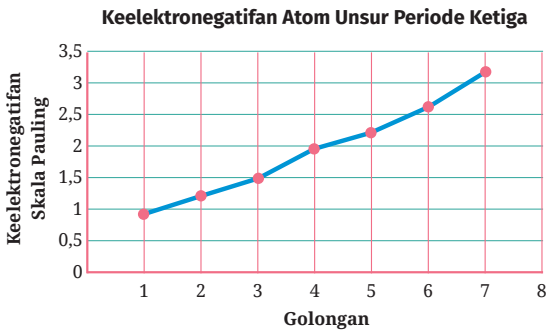
2. Berdasarkan grafik energi ionisasi pada Gambar 3.24 maka:
   a. Atom yang memiliki energi ionisasi pertama yang terbesar adalah helium. Atom yang energi ionisasinya terkecil adalah cesium.
   b. Secara umum, periode yang memiliki energi ionisasi yang cenderung besar adalah periode satu, sementara golongan yang memiliki kecenderungan energi ionisasi kecil adalah golongan 1A. Makin ke kanan pada tabel periodik unsur maka jumlah proton semakin besar sehingga gaya tarik elektron valensi terhadap inti atom membesar. Perlu energi besar untuk melepaskan elektron valensi membentuk ion positif.

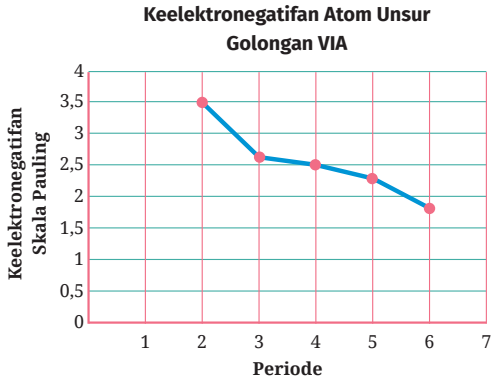
15. Aktivitas 3.12

Berdasarkan Gambar 3.26 kecenderungan afinitas elektron unsur-unsur dalam satu periode makin ke kanan makin besar, kecuali gas mulia, sementara dalam satu golongan makin ke bawah, afinitas elektron semakin kecil. Golongan gas mulia bersifat inert, sehingga tidak memerlukan elektron untuk membentuk ion negatif. Gas mulia memiliki afinitas elektron paling kecil. Hal ini ditunjukkan oleh angka afinitas elektron yang besar dan positif. Sebaliknya, jika angka afinitas elektron makin besar dan negatif maka sifat afinitas elektronnya semakin besar.

16. Aktivitas 3.13

1. Berdasarkan Gambar 3.27 kecenderungan elektronegativitas atom-atom dalam tabel periodik unsur adalah dalam satu periode makin ke kanan semakin besar, sementara dalam satu golongan makin ke bawah semakin kecil.
2. Grafik yang diperoleh dari Tabel 3.9 sebagai berikut.





Kecenderungan keelektronegatifan atom unsur periode ketiga makin ke kanan makin membesar, sementara pada atom unsur golongan VIA makin ke bawah makin mengecil. Jari-jari atom unsur periode ketiga makin ke kanan makin memendek karena bertambahnya jumlah proton yang mengakibatkan gaya tarik-menarik antara elektron valensi dan inti atom bertambah kuat. Dengan demikian, atom lebih cenderung menangkap elektron dari atom tetangga untuk membentuk ikatan kimia bersama. Jari-jari atom unsur golongan VIA makin ke bawah makin panjang karena bertambahnya kulit atom. Hal ini menyebabkan gaya tari-menarik inti atom dengan elektron valensi makin melemah sehingga elektron valensi justru lebih mudah lepas maka atom justru sulit menangkap elektron dari atom tetangganya.

17. Ayo Cek Pemahaman

Soal 1. Jawaban menjodohkan

	Pernyataan		Pernyataan	Jawaban
1	Tidak bermuatan	A	Nukleus	1-D
2	Massa relatifnya hampir sama	B	Elektron	2-E
3	Proton	C	$-1{,}60218 \times 10^{-19}$	3-A
4	Elektron	D	Neutron	4-C
5	Massanya 10.000 kali lebih kecil dari massa partikel dalam inti atom.	E	Proton dan neutron	5-B

Soal 2. Jawaban melengkapi kolom pada tabel

Lambang Atom	Nomor Atom	Nomor Massa	Muatan	Jumlah Proton	Jumlah Elektron	Jumlah Neutron
B	5	11	0	5	5	6
C	6	14	0	6	6	6
K	19	39	+1	19	18	20
Cl	17	35	–1	17	18	18
Mg	12	24	+2	12	10	12

- Unsur yang merupakan ion adalah K^+, Mg^{2+}, dan Cl^-. Ion positif dibentuk dari atom yang melepas elektron valensinya. Ion negatif dihasilkan dari atom yang menangkap elektron valensi dari atom lain.
- Unsur yang merupakan isotop adalah C-14. Isotop adalah atom yang memiliki nomor atom sama tetapi berbeda jumlah neutronnya.

Soal 3. Jawaban menjodohkan

	Pernyataan		Jawaban	Jawaban
1	Energi dibebaskan saat atom gas menerima elektron.	A	Energi ionisasi rendah	1-J
2	Unsur-unsur dengan kecenderungan memiliki angka elektronegativitas tinggi.	B	Bertambahnya kulit atom	2-I
3	Unsur-unsur logam yang cenderung memiliki energi ionisasi kecil.	C	Elektronegativitas	3-G
4	Unsur yang paling stabil karena enggan melepaskan elektron valensinya.	D	Proton dan neutron	4-F
5	Kecenderungan jari-jari atom dalam satu golongan.	E	Elektron	5-B
6	Partikel subatom yang berperan menentukan sifat kimia zat.	F	Gas mulia	6-E
7	Partikel subatom yang mengisi hampir 90% volume atom.	G	Alkali	7-D

	Pernyataan		Jawaban	Jawaban
8	Kecenderungan atom fluor untuk menarik elektron dari atom hidrogen (H) ke arah dirinya sehingga membentuk ion negatif F^-.	H	Ion Ca^{2+}	8-C
9	Ion yang dapat dibentuk oleh atom yang memiliki konfigurasi elektron 2.8.8.2.	I	Halogen	9-H
10	Unsur-unsur logam	J	Afinitas elektron	10-A

Soal 4. Jawaban uraian

1. Suatu unsur memiliki nomor atom 16 dan nomor massa 32.
   a. Kedudukannya dalam tabel periodik unsur adalah golongan VIA dan periode ketiga.
   b. Sifat keperiodikan unsurnya dibandingkan dengan atom natrium yang bernomor atom 11 dan bernomor massa 23 adalah energi ionisasi lebih besar, afinitas elektron lebih besar, jari-jari atom lebih pendek, dan keelektronegatifan lebih besar.

2. Disajikan unsur dengan nomor atom 3, 6, 9, 11, 15, 18, dan 20.
   Urutan besarnya (dari paling besar ke paling kecil) sifat keperiodikan unsur-unsur tersebut adalah sebagai berikut. Peserta didik diarahkan untuk menelusuri tabel periodik unsur dan mencermati letak unsur-unsur tersebut.
   a. Jari-jari atom unsur bernomor atom 20 adalah yang paling besar.
   b. Energi ionisasi unsur bernomor atom 18 adalah yang paling besar.
   c. Afinitas elektron unsur bernomor atom 9 adalah yang paling besar.
   d. Keelektronegatifan unsur bernomor atom 9 adalah yang paling besar.

18. Proyek Akhir Bab

1. Apa yang dimaksud dengan LTJ?
   LTJ (logam tanah jarang) adalah kelompok logam pada tabel periodik unsur yang terdapat pada golongan transisi. Logam tanah jarang terdiri atas unsur-unsur lantanida ditambah skandium dan yttrium. Di alam, unsur-unsur ini dijumpai dalam wujud mineral.

2. Contoh-contoh LTJ
   Ada 17 unsur LTJ, yaitu scandium (Sc), Yttrium (Y), lantanum (La), cerium (Ce), praseodimium (Pr), neodimium (Nd), prometium (Pm), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), disprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), Ytterbium (Yb), dan lutetium (Lu).
3. Posisi LTJ pada tabel sistem periodik unsur terletak pada golongan transisi (lantanida).
4. Sifat keperiodikan unsur pada LTJ.
   Karena terletak pada periode ke-6 maka jari-jari atom cenderung panjang, energi ionisasi kecil, serta afinitas elektron dan kelektronegatifan kecil.
5. Salah satu unsur LTJ dengan partikel subatomiknya serta pemanfatannya dalam teknologi terkini.
   Lantanum (La) adalah salah satu LTJ dengan nomor atom 57 dan nomor massa 139. Jumlah proton sama dengan elektronnya, yaitu 57. Jumlah neutronnya adalah 139 – 57, yaitu 82. Salah satu kegunaan lantanum adalah sebagai lampu studio dalam industri perfilman.

Dalam pembelajaran terdiferensiasi, peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok lalu diberi pilihan membuat salah satu produk media digital. Pilihan produk bisa berupa poster, infografis, TikTok, *podcast*, atau video yang berisi konten jawaban terhadap pertanyaan yang diajukan. Peserta didik mengunggah ke akun media sosial. Aktivitas dapat dilanjutkan dalam bentuk presentasi di kelas untuk mendapat tanggapan dari teman-teman dan guru. Sebelum presentasi, kelompok penyaji dapat mengunduh *file* media digital yang akan ditampilkan.

19. Pengayaan

1. Pengertian isotop
   Isotop adalah unsur-unsur dengan nomor atom sama, jumlah proton sama, tetapi memiliki nomor massa dan jumlah neutron yang berbeda.
2. Jumlah proton, neutron, dan elektron pada tiap isotop nikel
   Nikel-58 memiliki nomor atom 28, sehingga jumlah proton dan elektronnya masing-masing 28, sementara jumlah neutronnya 58 – 28 = 30. Demikian seterusnya peserta didik diarahkan untuk mencari

jumlah partikel subatomik dari isotop lainnya sesuai konsep yang sudah dipelajari pada Buku Siswa.

3. Sifat kimia isotop-isotop nikel
   Isotop memiliki nomor atom sama maka jumlah elektron valensinya juga sama, sehingga umumnya isotop-isotop memiliki sifat kimia yang mirip.

4. Sifat keperiodikan dari atom Ni-58
   Unsur nikel terletak pada periode keempat, memiliki kulit atom berjumlah 4, sehingga jari-jari atom lebih panjang. Oleh karena merupakan unsur logam maka kecenderungan energi ionisasinya kecil. Atom unsur ini mudah melepaskan elektron valensi membentuk ion positif, sehingga sifat afinitas elektron dan keelektronegatifannya cenderung kecil.

5. Hitungan untuk mendapatkan massa rata-rata satu atom nikel dalam satuan sma (satuan massa atom).

Isotop	Kelimpahan (%)	
Ni-58	68,0769	58 × 68,0769 = a
Ni-60	26,2231	60 × 26,2231 = b
Ni-61	1,1399	61 × 1,1399 = c
Ni-62	3,6345	62 × 3,6345 = d
Ni-64	0,9256	64 × 0,9256 = e

Massa rata-rata satu atom nikel $= \dfrac{a+b+c+d+e}{100} = ...$

(Peserta didik diarahkan untuk menghitung menggunakan kalkulator.)

K. Refleksi

Refleksi adalah bagian dari proses pembelajaran. Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang sudah dilakukan. Pada bagian akhir bab ini disajikan Ayo Refleksi, tetapi guru dapat menambahkan aktivitas refleksi setelah melaksanakan proses pembelajaran pada satu tujuan pembelajaran atau beberapa tujuan pembelajaran.

Refleksi bertujuan untuk (1) menemukan hal-hal yang menjadi kendala pada saat proses pembelajaran sehingga dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya, (2) membantu guru menemukan hal-hal positif yang dapat dipertahankan dalam

proses pembelajaran selanjutnya atau bahkan dikembangkan, serta (3) untuk mengevaluasi kemajuan belajar peserta didik. Contohnya adalah keterbatasan akses internet, peserta didik tidak memiliki laptop atau *smartphone* yang memadai maka pembuatan grafik hubungan sifat periodik unsur terhadap unsur-unsur dalam golongan atau periode dalam tabel periodik, dapat dilakukan menggunakan kertas milimeter grafik. Saat dijumpai kelompok peserta didik yang *slow learner* maka guru dapat mendiferensiasi proses belajar untuk menjawab kebutuhan belajar peserta didik yang beragam.

L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar berupa buku, antara lain:

1. Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti, Jilid 1, Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
2. Kotz, J.C., *et al*. 2023. *Chemistry and Chemical Reactivity*, *11th Edition*. Boston: Cengage.
3. McMurry, J.E. and Robert C. Fay. 2008. *Chemistry*, *5th Edition*. New Jersey: Pearson Education International.
4. Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd Edition*. Boston: McGraw-Hill.
5. Tro, Nivaldo J. 2015. *Chemistry: Structure and Properties, 2nd Edition*. US: Pearson.

Selain buku-buku di atas, guru juga dapat mengunduh *ebook* yang mendukung dari pembelajaran bab ini, atau *platform* Rumah Belajar yang disiapkan pemerintah. Sumber belajar utama dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Sumber: freepik/freepik.com (2023)

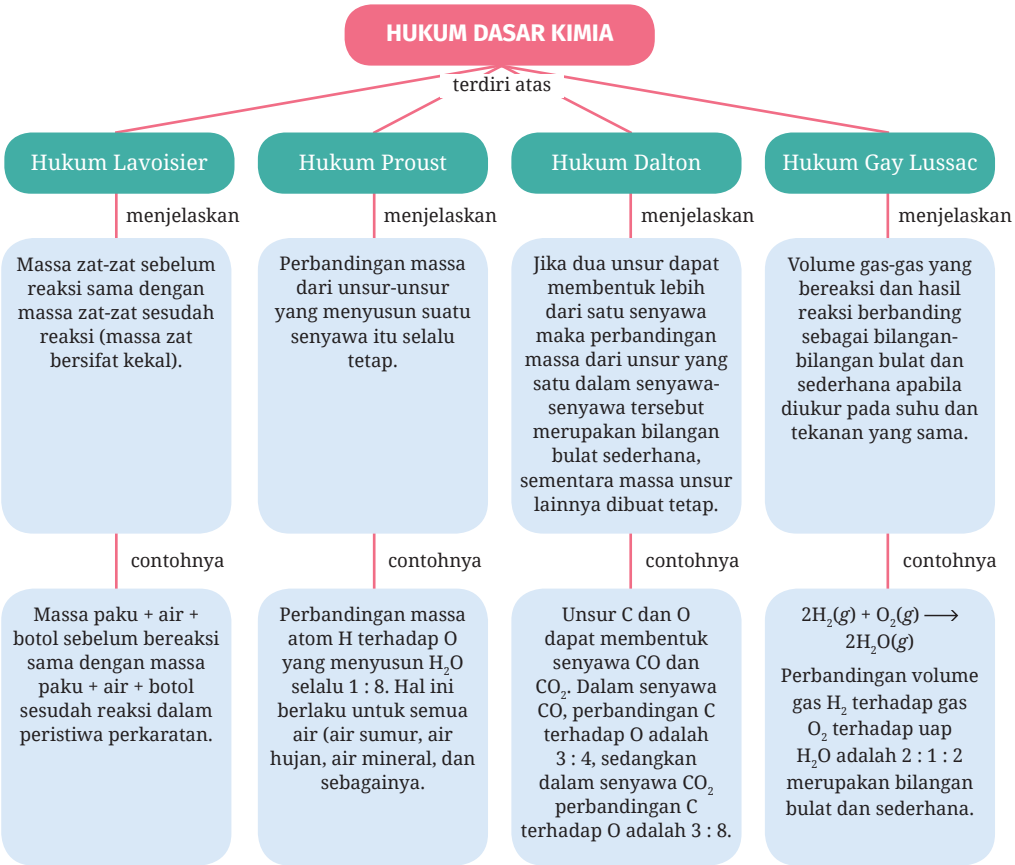
Bab IV

Panduan Khusus
Hukum Dasar Kimia di Sekitar Kita

A. Pendahuluan

Hukum Dasar Kimia di Sekitar Kita merupakan topik keempat yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Bab ini dilandasi oleh teori atom Dalton yang sudah diulas pada bab 3. Dalton menyatakan bahwa atom-atom yang bersenyawa dalam molekul, mempunyai perbandingan tertentu dan jumlah massa keseluruhannya tetap. Jumlah massa sebelum atom-atom bersenyawa sama dengan jumlah massa sesudah atom-atom itu bersenyawa. Massa zat tidak hilang meskipun suatu senyawa terurai, sebaliknya senyawa itu akan membentuk senyawa baru dengan cara berikatan dengan unsur yang lain melalui reaksi kimia. Oleh karena itu, bab ini diawali dengan menulis persamaan reaksi kimia yang setara.

Materi-materi dalam bab ini dirangkum pada peta konsep berikut.



Pada bab ini dibahas empat hukum dasar kimia, yaitu hukum Lavoisier, hukum Proust, hukum Dalton, dan hukum Gay Lussac. Keempat hukum ini dibuktikan melalui perhitungan yang disertai dengan persamaan reaksi kimia setara. Subbab pada topik hukum dasar kimia ini disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya. Contohnya, mengenal ciri-ciri reaksi kimia, jenis reaksi kimia, dan menyetarakan persamaan reaksi kimia yang sederhana. Berikutnya adalah sejarah perkembangan teori terkait konsep reaksi pembakaran hingga muncul hukum kekekalan massa (hukum Lavoisier), dilanjutkan hukum perbandingan tetap (hukum Proust), hukum perbandingan berganda (hukum Dalton), dan hukum perbandingan volume gas (hukum Gay Lussac). Tiap-tiap hukum diulas, baik konsep maupun cara membuktikannya melalui perhitungan. Penerapan hukum dasar kimia dalam menyelesaikan permasalahan sederhana menutup bab ini.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari hukum dasar kimia adalah memahami pengertian atom, unsur, molekul, mengenal lambang atom unsur-unsur, mengenal ciri-ciri dan jenis reaksi kimia. Sebaiknya dilakukan penguatan terlebih dahulu tentang materi prasayarat dengan cara mengajak peserta didik mengingat kembali konsep prasyarat tersebut. Memberikan bahan bacaan ringkas, tanya jawab terkait materi prasayarat dapat mendorong peserta didik memperkuat konsep materi tersebut.

Catatan:

Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini.

1. Persamaan Reaksi Kimia
2. Hukum Kekekalan Massa (Hukum Kekekalan Massa)
3. Hukum Perbandingan Tetap (Hukum Proust)
4. Hukum Perbandingan Berganda (Hukum Dalton)
5. Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas materi disesuaikan dengan kebutuhan belajar peserta didik, misalnya pengembangan materi tertentu.

D. Apersepsi

Beberapa strategi yang bisa dilakukan dalam kegiatan apersepsi pada bab ini.

1. Mengajak peserta didik mengamati gambar pada bagian awal bab 4 yaitu daerah dengan deposit mineral laterit terbanyak di Indonesia. Guru memperkenalkan kepada peserta didik tentang manfaat mineral laterit dan kandungannya yaitu campuran logam nikel (Ni), besi (Fe), dan kobal (Co). Guru melanjutkan pertanyaan bagaimana perbandingan logam-logam tersebut dalam mineral laterit tersebut.
2. Guru bertanya kepada peserta didik, apakah yang akan terjadi jika lilin yang menyala kemudian ditutup dengan gelas. Peserta didik juga diminta menjelaskan alasannya.

Catatan:

Penjelasan ini merupakan contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

Untuk pendalaman materi terkait struktur atom, guru dapat membaca referensi terpercaya seperti buku karangan Raymond Chang, yaitu *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti, Jilid 1, Edisi Ketiga*. Penerbit Erlangga, 2003. Selain itu, bisa juga sumber *e-book* maupun portal Rumah Belajar yang disiapkan pemerintah.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi hukum dasar kimia dan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Asesmen awal dapat dilakukan dengan berbagai teknik, seperti tes tulis atau tanya jawab terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik. Contoh asesmen awal hukum dasar kimia dapat berupa tes isian sebagai berikut.

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Menurut kalian apa saja ciri-ciri reaksi kimia?
2. Beri satu contoh dari masing-masing ciri yang sudah kalian sebutkan!

Berdasarkan data asemen awal tersebut, dapat dilakukan kegiatan pembelajaran terdiferensiasi. Pada kelompok peserta didik yang belum menguasai materi prasyarat, diberikan perhatian khusus dengan memberi pengulangan materi dan penugasan menggunakan lembar kerja peserta didik (LKPD). Bagi peserta didik yang sudah menguasai materi prasyarat dapat saling berbagi dan membantu rekan sekelompoknya yang belum memahami.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 16 jam pelajaran (JP). Meskipun demikian, guru dapat menyesuaikannya dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi tetap harus mengingat agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah mengamati ciri, jenis, dan mengenal persamaan reaksi kimia setara yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari atau di sekitar peserta didik (Aktivitas 4.1). Aktivitas 4.1 adalah pengetahuan prasyarat sebagai pengantar mempelajari hukum dasar kimia. Aktivitas pembelajaran selanjutnya adalah membuktikan teori terkait reaksi pembakaran melalui percobaan membakar pita magnesium (Aktivitas 4.2). Teori ini perlu dipelajari sebagai landasan dalam memahami hukum kekekalan massa. Kemudian, mengevaluasi pernyataan tentang perbedaan teori flogiston terhadap teori terkait pembakaran yang dikenal saat ini (Aktivitas 4.3). Selanjutnya, peserta didik menemukan konsep hukum kekekalan massa (Lavoisier) melalui percobaan balon ajaib (Aktivitas 4.4), membuktikan hukum dasar kimia melalui perhitungan, yaitu hukum Proust, Dalton, dan Gay Lussac (Ayo Berlatih Subbab B), dan menerapkan hukum dasar kimia untuk menyelesaikan kasus sederhana dalam kehidupan sehari-hari (Aktivitas 4.5).

Proyek akhir bab adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari pada bab itu. Keterampilan proses sains pada aktivitas proyek menstimulasi

peserta didik agar mengasah dimensi Profil Pelajar Pancasila (bernalar kritis, kreatif, mandiri, dan gotong royong).

Aktivitas-aktivitas pada bab ini ada yang memerlukan koneksi internet, sehingga jika terdapat keterbatasan dalam sarana dan prasarana, guru dapat mengunduh sumber belajarnya terlebih dahulu kemudian disajikan sesuai kondisi. Contohnya, jika peserta didik tidak memiliki *smartphone*, guru dapat menyajikan video percobaan secara bersama-sama atau menggandakan sumber belajar yang kemudian dipelajari bersama. Jika dijumpai kendala keterbatasan sarana untuk melakukan percobaan bagi tiap kelompok maka guru dapat melakukan demonstrasi di depan kelas kemudian peserta didik bergantian memperagakan percobaan itu. Hasil percobaan dicatat, dihitung bersama, dan disimpulkan apakah hukum dasar kimia tersebut dapat dibuktikan.

Catatan:

Pada Aktivitas 4.2 dan 4.4, guru dapat menggunakan metode alternatif, misalnya dengan demonstrasi atau menayangkan video percobaan virtual yang sudah diunduh dari tautan pada Buku Siswa.

Dalam proses pembelajaran, guru dapat memilih model yang sesuai, misalnya *project-based learning*, *discovery learning*, atau lainnya, mengingat ada aktivitas proyek dalam bab ini. Guru juga dapat menggunakan berbagai model pembelajaran lainnya sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal. Contohnya, menggunakan model *think pair share (TPS), cooperative learning*, atau metode lain dalam membahas pembuktian hukum dasar kimia melalui perhitungan.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini, antara lain peserta didik menganggap bahwa pada materi hukum dasar kimia hanya mempelajari hitungan, padahal diperlukan pemahaman awal untuk menyetarakan persamaan reaksi kimia. Selain itu, peserta didik berpikir bahwa reaksi pembakaran adalah seperti yang saat ini dikenal, padahal berbagai eksperimen telah dilakukan ilmuwan untuk menemukan konsep reaksi pembakaran seperti yang telah dikenal saat ini.

Untuk mengatasi hal ini maka guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam dengan memberikan pertanyaan terkait hal ini. Peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya dan guru dapat menguatkan konsep atau memperbaiki miskonsepsi.

G. Pengayaan dan Remedial

Untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan, misalnya materi konsep mol. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat dilakukan remedial. Program remedial ini dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi dalam pembelajaran ulang kemudian diakhiri dengan penugasan. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Kebutuhan ketersediaan kuota agar dapat terkoneksi internet dan pengawasan terhadap anak-anak saat menggunakan internet perlu disampaikan. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dalam Buku Siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri reaksi kimia.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis-jenis reaksi kimia.
3. Peserta didik dapat menuliskan persamaan reaksi kimia yang setara.
4. Peserta didik dapat membuktikan hukum kekekalan massa (hukum Lavoisier) berdasarkan hasil percobaan.
5. Peserta didik dapat membuktikan hukum perbandingan tetap (hukum Proust) melalui perhitungan.
6. Peserta didik dapat membuktikan hukum perbandingan berganda (hukum Dalton) melalui perhitungan.
7. Peserta didik dapat membuktikan hukum perbandingan volume (hukum Gay Lussac) melalui perhitungan.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 4.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Ayo Berlatih Subbab B dan Aktivitas 4.5
	Non-Tes	Aktivitas 4.1 sampai 4.4
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 4.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Ayo Berlatih, Aktivitas 4.5, dan Ayo Cek Pemahaman

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; istilah ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; istilah ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Tabel 4.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Konten percobaan** (dimensi P3 bernalar kritis) Melakukan lima langkah dalam percobaan. • Menulis persamaan reaksi kimia setara. • Melakukan percobaan sesuai prosedur. • Mencatat hasil percobaan. • Menghitung hasil percobaan. • Menyimpulkan hasil percobaan.	5 jawaban benar	5	4
		4 jawaban benar	4	
		3 jawaban benar	3	
		2 jawaban benar	2	
		1 jawaban benar	1	
2.	**Media digital** (dimensi P3 kreatif) • Tampilan memiliki daya tarik • Keterbacaan • Sistematika penulisan • Tata letak	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Presentasi** (dimensi P3 gotong royong) • Penggunaan bahasa yang baik dan benar. • Penyampaiannya mudah dipahami. • Menjawab pertanyaan teman dengan benar. • Kekompakan dalam bekerja dan anggota kelompok berbagi peran dengan merata.	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, misalnya pada tahapan proyek yang dirancang sendiri.

Selama melakukan asesmen formatif maupun sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait Ayo Berlatih pada Subbab B yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Hebat, Karisma telah mampu membuktikan hukum perbandingan tetap (Hukum Proust) melalui perhitungan dan menuliskan simbol atom, unsur dengan tepat. Ayo, terus belajar untuk memperdalam pemahaman terkait hukum dasar kimia berikutnya yaitu hukum perbandingan berganda (Hukum Dalton)."

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 4.1

Reaksi Kimia	Pengamatan Terhadap Ciri-Ciri Reaksi Kimia yang Terjadi
Pembakaran	Muncul asap yang berbau tidak enak.
Perkaratan	Ada warna cokelat kemerahan pada besi.
Fermentasi	Tercium aroma tapai.
Pengendapan	Terlihat endapan berwarna putih.
Pembusukan	Tercium aroma tidak sedap.

2. Aktivitas 4.2

Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan percobaan pembakaran logam Mg sebagai langkah mengenal hukum kekekalan massa. Peserta didik juga diminta menuliskan hasil percobaan ke dalam tabel, lalu menganalisis datanya. Kemudian peserta didik diarahkan untuk membuat kesimpulan terhadap massa pita Mg, baik sebelum maupun sesudah pembakaran.

3. Aktivitas 4.3

No.	Pernyataan	Benar atau Salah
1.	Dalam percobaannya, Lavoisier menemukan bahwa massa logam bertambah berat karena bergabung dengan gas oksigen (O_2) dari udara. Hal ini mendukung bahwa zat bernama *flogiston* diperlukan dalam proses pembakaran karena terbakarnya sebuah benda terjadi apabila oksigen bertemu dengan bahan yang terbakar.	Salah, sebab flogiston tidak pernah ada.
2.	Membakar sate dengan cara mengipas arang yang menyala membuktikan bahwa gas oksigen dari udara dibutuhkan agar pembakaran tetap berlangsung. Hal ini menyangkal keberadaan *flogiston*.	Benar
3.	Ahli kimia melakukan percobaan pembentukan *calx* (abu, debu) dengan cara membakar logam. Hasil percobaan menunjukkan bahwa logam kehilangan massanya saat dibakar karena lepasnya *flogiston* yang terdapat dalam benda.	Salah, sebab justru massa logam akan bertambah setelah dibakar.

4. Aktivitas 4.4

Percobaan Balon Ajaib

Persamaan reaksi kimia cuka (CH_3COOH) dengan soda kue ($NaHCO_3$):

$$1CH_3COOH(aq) + 1NaHCO_3(s) \longrightarrow 1CH_3COONa(aq) + 1H_2O(l) + 1CO_2(g)$$

Guru mengarahkan peserta didik untuk melakukan percobaan membuktikan hukum kekekalan massa. Peserta didik menyimpulkan bagaimana perubahan massa balon dan botol beserta isinya sebelum bereaksi dibandingkan dengan sesudah bereaksi.

5. Ayo Berlatih (Hukum Proust)

1. Pembahasan

Percobaan	Massa CuO (g)	Massa Cu (g)	Massa O (g)	Perbandingan Cu: O
1	1,375	1,098	1,375 – 1,098 = 0,277	1,098 : 0,277 = 4
2	1,476	1,179	1,476 – 1,179 = 0,297	1,179 : 0,297 = 4

Perbandingan Cu : O = 4 : 4 = 1 : 1
Hukum perbandingan tetap dapat dipenuhi.

2. Perbandingan Na : S = 23 : 16

$$\frac{\text{Na}}{\text{S}} = \frac{23}{16} = \frac{50\text{ g}}{x\text{ g}}$$

x = 34,782 gram

Menurut perhitungan di atas, massa S yang bereaksi 34,782 gram, padahal S yang tersedia hanya 32 gram, artinya S habis bereaksi.

Karena S habis bereaksi, maka kita hitung massa Na yang bereaksi.

$$\frac{\text{Na}}{\text{S}} = \frac{23}{16} = \frac{x\text{ g}}{32\text{ g}}$$

x = 46 gram

Jadi, Na yang bereaksi sebanyak 46 gram dan menyisakan 4 gram yang tidak bereaksi.

Dengan demikian,

Keadaan	Na	S	Na_2S
Awal	50	32	-
Reaksi	46	32	78
Sisa	4	0	78

a. Na_2S yang terbentuk adalah 46 g + 32 g = 78 g
b. Unsur yang bersisa adalah unsur Na sebanyak 4 g.
c. Perbandingan Na : S = 46 : 32 = 23 : 16 (terbukti)

6. Ayo Berlatih (Hukum Dalton)

1. Senyawa 1:

S	O
50 g	50 g
50 g/50 g	50 g/50 g
1 × 2	1 × 2
2	2

Senyawa 2:

S	O
40 g	60 g
40 g/40 g	60 g/40 g
1 × 2	1,5 × 2
2	3

Berdasarkan senyawa 1, perbandingan unsur S : O = 2 : 2
Berdasarkan senyawa 2, perbandingan unsur S : O = 2 : 3

Dengan demikian, perbandingan unsur S : O adalah 2 : 3, merupakan bilangan bulat dan sederhana. Keadaan ini memenuhi hukum Dalton. Menurut Dalton, jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika massa-massa salah satu unsur dalam senyawa-senyawa tersebut sama, sedangkan massa-massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur lainnya dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana.

2. Senyawa A:

P	O
4,13 g	3,20 g
4,13 g/3,20 g	3,20 g/3,20 g
1,3 × 4	1 × 4
5	4

Senyawa B:

P	O
4,48 g	5,80 g
4,48 g/4,48 g	5,80 g/4,48 g
1 × 3	1,3 × 3
3	4

Berdasarkan senyawa A, perbandingan unsur P : O = 5 : 4
Berdasarkan senyawa B, perbandingan unsur P : O = 3 : 4

Dengan demikian, perbandingan massa fosfor pada kedua senyawa adalah 5 : 3, merupakan bilangan bulat dan sederhana. Keadaan ini memenuhi hukum Dalton. Menurut Dalton, jika dua jenis unsur bergabung membentuk lebih dari satu senyawa, dan jika massa-massa salah satu unsur dalam senyawa-senyawa tersebut sama, sedangkan massa-massa unsur lainnya berbeda, maka perbandingan massa unsur

lainnya dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat dan sederhana.

7. Ayo Berlatih (Hukum Gay Lussac)

1. Diketahui persamaan reaksi:

   $2H_2(g) + 1Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$ *(sudah setara)*

   Jika gas HCl yang dihasilkan sebesar 500 ml maka:

   - Volume gas H_2 $= \frac{2}{2} \times 500$ ml = 500 ml
   - Volume volume gas Cl_2 $= \frac{1}{2} \times 500$ ml = 250 ml

   Guru mengingatkan peserta didik agar memerhatikan koefisien reaksi. sebagai jumlah zat yang berbanding lurus dengan volume gas.

2. Diketahui persamaan reaksi

   $2H_2O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) + 1O_2(g)$ *(sudah setara)*

   Jika diperlukan 100 liter gas H_2O_2 maka:

   - Volume H_2O $= \frac{2}{2} \times 100$ liter = 100 liter
   - Volume gas O_2 $= \frac{1}{2} \times 100$ liter = 50 liter

   Guru mengingatkan peserta didik agar memperhatikan koefisien reaksi sebagai jumlah zat yang berbanding lurus dengan volume gas.

8. Aktivitas 4.5

Kasus 1:

Tabel 4.3 Perbandingan Nikel terhadap Oksigen dalam Batuan Laterit

Percobaan	Massa Batuan Laterit (ton)	Kadar NiO (%)	Massa NiO (ton)	Massa Ni (ton)	Massa O (ton)	Perbandingan Ni : O
1	1	1,42	1,42	1,0	0,42	1 : 0,42 = 2,38
2	1	1,56	1,56	1,1	0,46	1,1 : 0,46 = 2,39

Berdasarkan Tabel 4.3 maka perbandingan Ni : O = 1 : 1.

Tabel 4.4 Perbandingan Kobalt terhadap Oksigen dalam Batuan Laterit

Percobaan	Massa Batuan Laterit (ton)	Kadar CoO (%)	Massa CoO (ton)	Massa Co (ton)	Massa O (ton)	Perbandingan Co : O
1	1	0,2	0,2	0,10	0,10	0,10 : 0,10 = 1
2	1	0,3	0,3	0,15	0,15	0,15 : 0,15 = 1

Berdasarkan Tabel 4.4 maka perbandingan Co : O = 1 : 1.

Hukum dasar kimia yang berlaku pada perbandingan atom-atom yang menyusun mineral laterit adalah hukum perbandingan berganda (hukum Dalton). Hukum ini menyatakan bahwa jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa maka perbandingan massa dari unsur yang satu dalam senyawa-senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana, sementara massa unsur yang lainnya dibuat tetap.

Kasus 2:

Kasus soal ini dapat dijadikan materi pengayaan dalam pembelajaran terdiferensiasi proses dan konten.

Perhitungan massa produk menurut persamaan reaksi berikut.

$$4H^+(aq) + CaMg(CO_3)_2(s) \longrightarrow H_2O(l) + 2CO_2(g) + Ca^{2+}(aq) + Mg^{2+}(aq)$$

Kapur dolomit adalah $CaMg(CO_3)_2$ sebanyak 2 ton = 2.000 kg = 2×10^6 gram.

M_r dolomit = 184 g/mol, maka $\frac{2 \times 10^6 \text{ g}}{184 \text{ g/mol}}$ = 10.869,5652 mol.

(Peserta didik diarahkan untuk menghitung M_r dolomit lebih dahulu.)

Perbandingan koefisien reaksi adalah perbandingan mol, maka:

- Massa H_2O $= \frac{2}{1} \times 10.869,5652$ mol = 21.739,1304 mol
  = 21.739,1304 mol × 18 g/mol
  = 391.304,3472 gram

- Massa CO_2 $= \frac{2}{1} \times 10869,5652$ mol = 21.739,1304 mol
  = 21.739,1304 mol × 44 g/mol
  = 956.521,7376 gram

- Massa Ca^{2+} $= \frac{1}{1} \times 10.869{,}5652$ mol
  $= 10.869{,}5652$ mol $\times$ 40 g/mol
  $= 434.782{,}608$ gram

- Massa Mg^{2+} $= \frac{1}{1} \times 10.869{,}5652$ mol
  $= 10.869{,}5652$ mol $\times$ 24 g/mol
  $= 260.869{,}5648$ gram

Jumlah massa produk $H_2O + CO_2 + Ca^{2+} + Mg^{2+}$ = 2.043.478,2576 gram, lebih besar daripada massa dolomit, yaiu 2×10^6 gram. Hal ini disebabkan karena massa H^+ pada soal diabaikan. Guru mengarahkan peserta didik untuk memprediksi bahwa massa H^+ adalah selisih dari massa produk dikurangi massa dolomit, yaitu 43478,2576 gram. Berdasarkan perhitungan ini maka hukum kekekalan massa dapat terbukti.

9. Ayo Cek Pemahaman

1) Pembahasan

	C(*g*)	O_2(*g*)	CO(*g*)
Massa awal (g)	38	40	belum terbentuk
Massa yang bereaksi (g)	24	40	64
Massa setelah reaksi (g)	14	0	64

a. Persamaan reaksi kimia setaranya:
   $1C(s) + 1O_2(g) \longrightarrow 1CO(g)$

b. Uraikan hitungan kalian untuk mengisi kolom-kolom yang masih kosong.
   Massa zat setelah bereaksi = massa C sisa + massa CO = 14 + 64 = 78 g
   Massa zat sebelum bereaksi = massa C awal + massa O_2 awal = x + 40
   Massa sebelum bereaksi = massa sesudah bereaksi, maka:
   $78 = (x + 40)$
   $x = 78 - 40 = 38$ g sebagai massa C awal

c. Hukum dasar kimia yang berlaku untuk kasus ini adalah hukum kekekalan massa (hukum Lavoisier).

2) Di antara pasangan senyawa H_2O dan SO_2; CO_2 dan H_2O; CO_2 dan CO; SO_2 dan CO; serta NO_2 dan NH_3 yang mengikuti hukum perbandingan berganda adalah CO_2 dan CO.

3) Perbandingan massa Na terhadap Cl berbanding sebagai bilangan bulat dan sederhana.

- $Na = \frac{47{,}33\ g}{12\ g} = 3{,}944$
- $Cl = \frac{72{,}90\ g}{12\ g} = 6{,}075$

Perbandingan Na : Cl = 3,944 : 6,075 = 2 : 3

Hukum dasar kimia yang memenuhi hal ini adalah hukum Proust.

4) a. Persamaan reaksi yang terjadi adalah:

	$2H_2(g)$	+	$1O_2(g)$	$\longrightarrow$	$2H_2O(g)$	(***sudah setara***)
Awal	50 ml		20 ml		-	
Reaksi	$\frac{2}{1} \times 20 = 40$ ml		20 ml		$\frac{2}{1} \times 20 = 40$ ml	
Sisa	10 ml		0		40 ml	

b. Gas yang bersisa adalah gas H_2 sebanyak 10 ml.

c. Volume uap air (H_2O) yang dihasilkan adalah 40 ml.

d. Hukum dasar kimia yang memenuhi kasus ini adalah hukum Gay Lussac.

10. Proyek Akhir Bab

Proyek 1:

Reaksi perkaratan (korosi) besi (Fe) oleh gas oksigen (O_2) dan air (H_2O).

Persamaan reaksi kimia setara:

$$4Fe(s) + 3O_2(g) + 2xH_2O(l) \longrightarrow 2Fe_2O_3.xH_2O(s)$$

Senyawa $Fe_2O_3.xH_2O$ berwarna merah kecokelatan. Senyawa ini menyebabkan perkaratan pada besi. Huruf *x* berarti jumlah air kristal yang terdapat pada senyawa karat. Bagian ini disampaikan oleh guru bahwa akan dipelajari di kelas XI.

Guru mengarahkan peserta didik untuk merancang percobaan membuktikan hukum kekekalan massa pada kasus mengamati reaksi korosi yang terjadi pada paku besi. Setelah sekian hari, paku besi akan bereaksi dengan air dan gas oksigen di udara menghasilkan warna cokelat kemerahan $Fe_2O_3.xH_2O$ pada permukaan paku. Perubahan warna sebagai salah satu ciri reaksi kimia.

Proyek 2.

Reaksi air kapur ($Ca(OH)_2$) dan gas karbon dioksida (CO_2).

Persamaan reaksi kimia setara:

$$1Ca(OH)_2(aq) + 1CO_2(g) \longrightarrow 1CaCO_3(s) + 1H_2O(g)$$

Senyawa kalsium karbonat ($CaCO_3$) adalah endapan kapur yang berwarna putih.

Guru mengarahkan peserta didik untuk merancang percobaan membuktikan hukum kekekalan massa pada kasus mereaksikan kapur (bisa kapur tulis) dengan air. Air kapur yang sudah dibuat kemudian ditiup sehingga gas CO_2 yang keluar dari penapasan akan bereaksi dengan air kapur membentuk endapan putih $CaCO_3$. Pembentukan endapan sebagai salah satu ciri reaksi kimia.

Guru juga dapat menggunakan LKPD sebagai panduan siswa dalam melaksanakan proyek. Berikut adalah inspirasi LKPD untuk proyek.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Judul Kegiatan: Mengamati reaksi perkaratan (korosi) besi (Fe) oleh gas oksigen (O_2) dan air (H_2O).

Tujuan:
Peserta didik dapat membuktikan hukum Lavoisier pada hitungan hasil reaksi perkaratan paku besi.

Alat dan Bahan:
1) Paku besi
2) Air
3) Stoples kaca dan tutupnya
4) Neraca

Cara Kerja:

1. Masukkan sebatang paku yang sudah diampelas ke dalam stoples kaca kemudian ditambahkan sedikit air ke dalamnya. Tutup rapat stoples kaca.
2. Timbang stoples kaca beserta paku dan air pada keadaan awal (hari ke-0), catatlah hasilnya.
3. Biarkan reaksi berlangsung selama sekian hari. Ikuti petunjuk dari guru kapan kalian bisa menimbang kembali paku dan air dalam stoples tersebut.
4. Timbang kembali paku yang sudah berkarat bersama air dan stoplesnya, catatlah hasilnya. Amati apa yang terjadi pada paku setelah sekian lama disimpan.
5. Simpulkan bagaimana perubahan massa stoples berisi paku dan air sebelum dan sesudah mengalami perkaratan? Kesimpulan apakah yang kalian peroleh? Bagaimana kalian membuktikan hukum kekekalan massa pada kasus ini?

Data Hasil Percobaan:

Hari Ke-...	Massa Stoples Kaca + Paku + Air (g)	Perubahan yang Teramati
1		
2		
3		
4		
dan seterusnya		

Pertanyaan:

1. Setarakan persamaan reaksi kimia berikut!
   $__Fe(s) + __O_2(g) + xH_2O(l) \longrightarrow __Fe_2O_3.xH_2O(s)$
2. Senyawa $Fe_2O_3.xH_2O$ yang terbentuk pada permukaan paku berwarna _____. Senyawa ini menyebabkan perkaratan pada besi. Huruf *x* berarti jumlah air kristal yang terdapat pada senyawa karat. Bagian ini akan kalian pelajari pada kelas XI.

3. Bagaimana massa stoples + air + paku pada hari ke-0 dibandingkan dengan hari terakhir kalian mengamati reaksi paku dalam air tersebut?

Kesimpulan:

1. Massa massa stoples + air + paku pada hari ke-0 (sebelum reaksi) _____ massa stoples + air + paku setelah reaksi perkaratan.
2. Hukum Lavoisier pada percobaan ini _____ (terbukti/tidak).

11. Pengayaan

1) Menghitung massa air laut

Volume air laut = 500 ml
Massa jenis air laut = 1,02 g/cm^3 = 1,02 g/ml

Maka, massa air laut: $1{,}02 = \dfrac{x \text{ gram}}{500 \text{ ml}}$

x = 510 gram

Menghitung massa $AgNO_3$ yang diperlukan:

$AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3\ (aq)$

Cairan yang mengandung endapan putih pada bagian bawah tabung adalah massa AgCl sekaligus massa cairan $NaNO_3$ sebesar 69,70 gram.

Maka, massa zat sebelum bereaksi:
Massa NaCl = 17,85 gram
Massa $AgNO_3$ = x gram

Massa zat sesudah bereaksi:
Massa AgCl + massa $NaNO_3$ = 69,70 gram

Jadi, 69,70 = 17,85 + x
x = 51,85 gram adalah massa $AgNO_3$.

2) $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \longrightarrow AgCl(s) + NaNO_3\ (aq)$
AgCl adalah endapan berwarna putih.

3) Karakteristik reaksi kimia yang terjadi pada kasus ini adalah timbulnya endapan dan perubahan warna menjadi putih.

4) Hukum dasar kimia yang terlibat dalam kasus ini adalah Hukum Lavoisier karena dalam sistem tertutup, massa zat sebelum dan sesudah reaksi sama.

K. Refleksi

Refleksi adalah bagian dari proses pembelajaran. Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang sudah dilakukan. Pada bagian akhir subbab dan akhir keseluruhan bab, disajikan aktivitas Ayo Refleksi tetapi guru dapat menambahkan aktivitas refleksi setelah melaksanakan proses pembelajaran pada satu tujuan pembelajaran atau beberapa tujuan pembelajaran.

Refleksi bertujuan untuk (1) menemukan hal-hal yang menjadi kendala pada saat proses pembelajaran sehingga dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya, (2) membantu guru menemukan hal-hal positif yang dapat dipertahankan dalam proses pembelajaran selanjutnya atau bahkan dikembangkan, serta (3) untuk mengevaluasi kemajuan belajar peserta didik. Contohnya, keterbatasan akses internet, peserta didik tidak memiliki laptop atau *smartphone* yang memadai maka sumber belajar dapat diunduh terlebih dahulu oleh guru kemudian digandakan, dibagikan kepada peserta didik atau ditayangkan melalui proyektor. Saat dijumpai kelompok peserta didik yang *slow learner* maka guru dapat mendiferensiasi proses belajar untuk menjawab kebutuhan belajar peserta didik yang beragam.

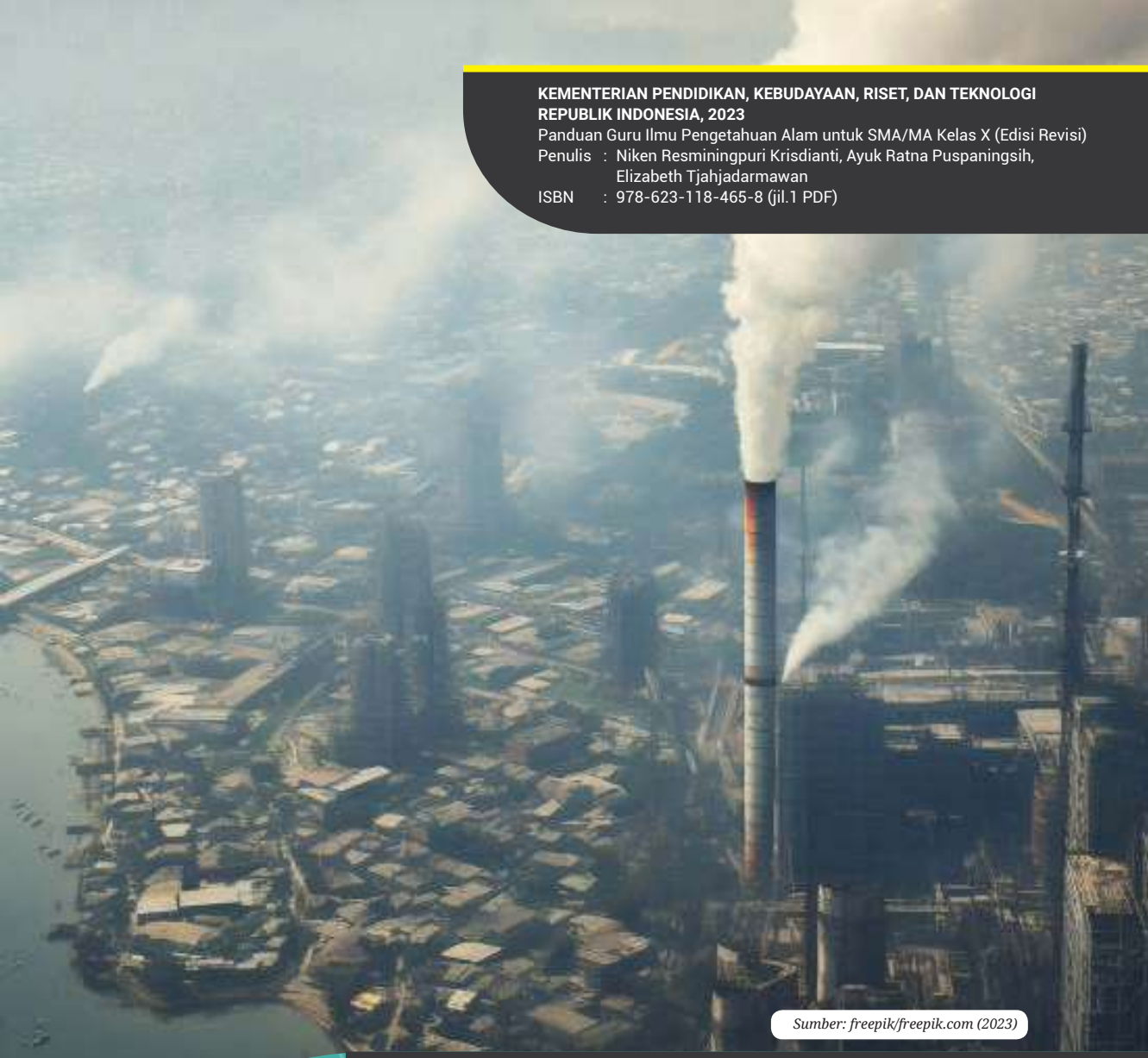
L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar berupa buku, antara lain:

1. Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti, Jilid 1, Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
2. Kotz,J.C., *et al*. 2003. *Chemistry and Chemical Reactivity*, *11th Edition*. Boston: Cengage, 2023.
3. McMurry, J.E. and Robert C. Fay. 2008. *Chemistry, 5th Edition*. New Jersey: Pearson Education International.
4. Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd Edition*. Boston: McGraw-Hill.
5. Tro, Nivaldo J. 2015. *Chemistry: Structure and Properties, 2nd Edition*. US: Pearson.

Selain itu, peserta didik dapat pula menggunakan sumber belajar berupa *e-book* yang diunduh oleh guru atau portal Rumah Belajar yang disiapkan pemerintah. Sumber belajar utama dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)



Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Bab V

Panduan Khusus
Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030

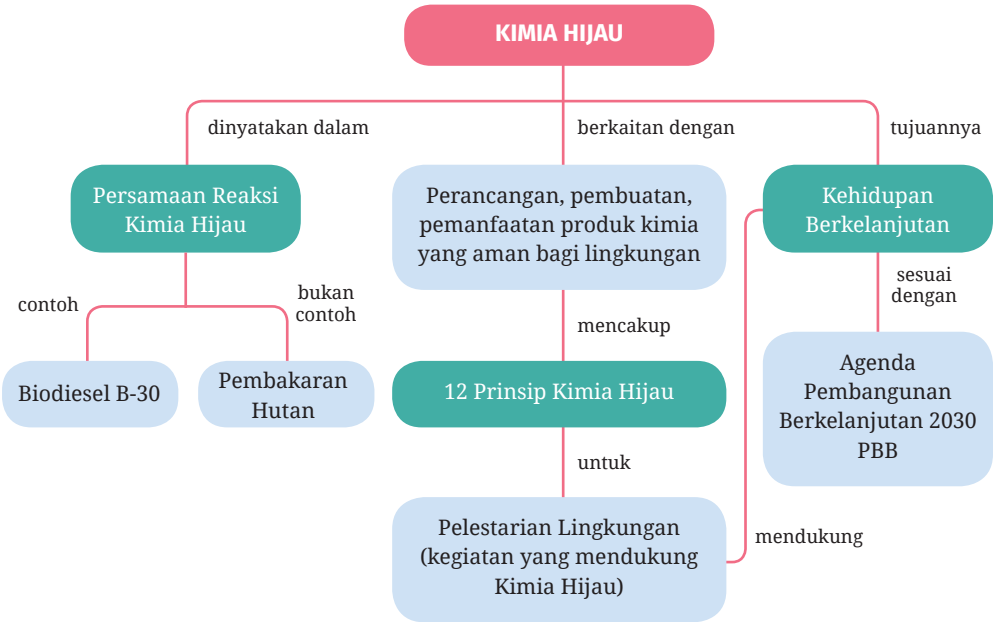
A. Pendahuluan

Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030 merupakan topik kelima yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Setelah mempelajari bab Struktur Atom dan Hukum Dasar Kimia, peserta didik diberi penguatan terhadap peran reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari. Unsur, atom, teori atom, dan hukum dasar kimia menjadi landasan untuk memahami kimia hijau. Benda-benda disusun dari atom sebagai unit terkecil. Atom terdiri atas partikel subatomik (proton, neutron, dan elektron) yang menempati posisi tertentu pada atom. Partikel subatomik memiliki sifat masing-masing, yaitu massa dan muatannya, sehingga atom-atom dapat bergabung menjadi molekul unsur dan molekul senyawa. Molekul bereaksi satu sama lain dalam reaksi kimia yang ditulis sebagai persamaan reaksi kimia setara. Konsep persamaan reaksi kimia dilandasi teori atom Dalton yang menyatakan bahwa suatu unsur kimia terdiri atas partikel-partikel kecil (atom) yang semuanya memiliki sifat kimia yang sama. Selain itu, atom-atom dari unsur yang berbeda mempunyai sifat yang berbeda dan atom-atom ini tidak berubah selama reaksi kimia. Menurut hukum Proust, senyawa terbentuk dengan menggabungkan atom-atom dari unsur-unsur yang berbeda dalam perbandingan bilangan bulat sederhana dan tertentu.

Reaksi kimia yang diperkenalkan dapat dikelompokkan ke dalam reaksi kimia yang mendukung prinsip kimia hijau maupun yang tidak. Oleh karena itu, judul bab ditulis menggunakan kata kimia hijau yang bertujuan (1) menarik perhatian peserta didik agar memiliki paradigma berpikir tentang prinsip kimia hijau dalam reaksi kimia hijau, yaitu kimia yang ramah lingkungan, serta (2) mendorong peserta didik memiliki kesadaran sebagai bagian dari masyarakat global yang memiliki tanggung jawab bersama. Bentuk tanggung jawab yang bisa dilakukan antara lain mendukung pelestarian lingkungan untuk berkontribusi pada agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 yang dicanangkan PBB.

Subbab pada topik Kimia Hijau dalam Pembangunan Berkelanjutan 2030 ini disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya. Pembelajaran diawali dari mendeskripsikan pengertian dan pentingnya kimia hijau, mengidentifikasi kegiatan yang sesuai dan tidak sesuai dengan 12 prinsip kimia hijau dalam proses kimia sehari-hari, mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau, dan di akhir bab adalah mengkreasi proses kimia yang berguna bagi kehidupan sehari-hari yang

sesuai dengan prinsip kimia hijau. Materi-materi yang dipelajari pada bab ini dirangkum pada peta konsep berikut.



B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Pada bab ini disisipkan kembali tabel periodik unsur untuk mengingat lambang atom unsur-unsur sebagai materi prasyarat. Memahami kembali pengertian unsur, lalu hubungan unsur dengan atom dan molekul juga diulas kembali pada bab ini sebagai materi prasyarat. Ciri-ciri dan jenis reaksi kimia, serta persamaan reaksi kimia yang sudah pernah diulas pada bab 4 juga disinggung kembali pada bab ini untuk menguatkan materi prasyarat. Aktivitas yang dilakukan untuk mengulang materi prasyarat adalah dengan membaca bagian materi-materi tadi pada bab ini kemudian dilanjutkan dengan tanya jawab. Hal ini diharapkan dapat mendorong peserta didik memperkuat konsep materi tersebut.

Catatan:

Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini.

1. Persamaan reaksi kimia terkait kimia hijau dan yang bukan kimia hijau
2. Dua belas prinsip kimia hijau

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas materi disesuaikan dengan kebutuhan belajar peserta didik, misalnya pengembangan materi tertentu.

Untuk pendalaman materi terkait kimia hijau, guru dapat membaca referensi yang terpercaya seperti buku karangan Manahan, S.E. 2006. *Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability*. 2nd edition. Columbia: ChemChar Research, Inc. Buku versi *e-book* tersedia pada tautan di samping.

https://buku.kemdikbud.go.id/s/GC

D. Apersepsi

Beberapa strategi yang bisa dilakukan dalam kegiatan apersepsi pada bab ini.

1. Mengajak peserta didik mengamati gambar pada awal bab ini, yaitu keadaan udara Jakarta yang menduduki posisi kedua sebagai kota dengan kualitas udara terburuk di dunia pada Selasa 17 Oktober 2023. Beberapa pertanyaan pemantik yang dapat diajukan untuk mengawali diskusi adalah, “Apa yang menyebabkan kualitas udara pada gambar tersebut memburuk? Apa yang akan terjadi jika kualitas udara seperti ini terus berlangsung?"
2. Mengajak peserta didik untuk menonton video terkait polusi udara di kota besar lalu peserta didik mendiskusikan jawaban dari pertanyaan yang diajukan.

Catatan:

Penjelasan ini merupakan contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal penting dilakukan untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi kimia hijau. Asesmen sebelum pembelajaran ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Asesmen dapat dilakukan dengan berbagai teknik seperti tes tertulis atau tanya jawab terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik. Contoh asesmen awal kimia hijau berupa tes isian sebagai berikut.

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Diberikan lambang atom dari unsur berikut.

   $$^{12}_{6}C$$

   Tulislah nama unsur tersebut!

2. Hukum dasar kimia yang manakah yang mendasari bahwa atom-atom bergabung membentuk senyawa kimia dengan perbandingan massa unsur-unsur yang tertentu dan tetap?

Berdasarkan data asesmen awal tersebut, dapat dilakukan kegiatan pembelajaran terdiferensiasi. Kelompok peserta didik yang belum menguasai materi prasyarat dapat diberikan perhatian khusus dengan memberi pengulangan materi dan penugasan menggunakan LKPD. Bagi peserta didik yang sudah menguasai materi prasyarat dapat saling berbagi dan membantu rekan sekelompoknya yang belum memahami.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 12 JP. Meskipun demikian, guru dapat menyesuaikannya dengan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi tetap harus mengingat agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah menelaah bacaan untuk menjawab pertanyaan terkait karakteristik, pengertian, dan pentingnya kimia hijau. Aktivitas ini sebagai pengantar terhadap pemahaman kimia hijau (Aktivitas 5.1). Mengenal 12 prinsip kimia hijau,

kemudian mencari informasi dari berbagai sumber terkait permasalahan yang selama ini menyimpang dari prinsip kimia hijau. Pada aktivitas ini, peserta didik diarahkan untuk menyarankan solusi mengatasi penyimpangan terhadap prinsip kimia hijau (Aktivitas 5.2). Berlatih menyetarakan persamaan reaksi kimia sederhana sebagai pengulangan dan penguatan konsep persamaan reaksi kimia setara (Ayo Berlatih Subbab C). Mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau (Aktivitas 5.3). Mencari dan menganalisis informasi (literasi membaca) dari berbagai sumber tentang biodiesel B30 sebagai penerapan prinsip kimia hijau (Aktivitas 5.4). Mengamati lingkungan sekitar untuk menciptakan kegiatan berdasarkan prinsip kimia. Kegiatan ini sebagai bentuk kontribusi terhadap agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB (Aktivitas 5.5). Ayo Cek Pemahaman adalah aktivitas mengerjakan tes untuk mengingat kembali dan menguatkan konsep materi yang telah dipelajari pada bab ini.

Proyek Akhir Bab sebagai penutup bab ini adalah penerapan dari semua materi yang sudah dipelajari sepanjang bab. Aktivitas yang dilakukan adalah membuat komunitas Gerakan Hijau yang bertujuan mengedukasi dan mengajak masyarakat menerapkan prinsip kimia hijau. Aktivitas dilakukan di lingkungan sekitar rumah dan sekolah. Selain melatih literasi membaca, matematika, sains, dan keterampilan berpikir peserta didik, aktivitas proyek juga membantu peserta didik mengembangkan keterampilan proses dalam menganalisis data dan informasi serta mengomunikasikan hasil.

Aktivitas-aktivitas ini ada yang memerlukan koneksi internet, tetapi jika terdapat keterbatasan dalam sarana dan prasarana, guru dapat memberikan bacaan yang sudah dikopi terlebih dahulu, kemudian disajikan sesuai kondisi. Contohnya, jika peserta didik tidak memiliki *smartphone*, guru dapat mencetak artikel atau gambar terkait materi yang kemudian dipelajari bersama-sama. Jika kesulitan untuk mengakses internet maka aktivitas membuat infografis digital yang diunggah ke akun media sosial dapat diganti dengan membuat infografis di kertas.

Catatan:

Pada Aktivitas 5.2, 5.3, 5.4, dan 5.5, guru dapat menambah sumber informasi lain yang sesuai dengan topik yang sedang dibahas.

Dalam proses pembelajaran, ada satu model yang dapat digunakan, yaitu *project-based learning* mengingat ada aktivitas proyek dalam bab ini. Guru juga dapat menggunakan berbagai metode atau model pembelajaran sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal. Contohnya, menggunakan model *problem-based learning* dalam menganalisis informasi dari berbagai sumber tentang biodiesel B30.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini, antara lain (1) menganggap bahwa reaksi kimia itu berbahaya, merugikan, dan menakutkan; (2) kimia hijau bukan materi yang harus dipelajari di sekolah, sebab kesadaran terhadap pelestarian lingkungan akan muncul dengan sendirinya setelah peserta didik dewasa dan hidup bermasyarakat; serta (3) sebagian besar peserta didik belum memahami pengertian kimia sebagai bagian dari ilmu kimia serta belum menyadari pentingnya kimia hijau. Untuk mengatasi hal ini, guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam dengan memberikan pertanyaan terkait hal ini. Guru dapat menayangkan berbagai peristiwa terkait perilaku masyarakat yang merugikan lingkungan, kemudian peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya. Guru dapat menguatkan konsep, kemudian memperbaiki miskonsepsi dari hasil diskusi bersama peserta didik.

G. Pengayaan dan Remedial

Untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Materi pengayaan untuk mendalami berbagai senyawa polutan, baik logam berat (Pb, Cd, Hg) yang mencemari air, tanah, dan udara maupun molekul organik yang digunakan sebagai bahan pestisida. Polutan yang bersifat radioaktif juga dapat diberikan untuk mengembangkan wawasan berbagai bahan kimia yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau. Di samping itu, pengetahuan tentang proses kimia yang mendukung kimia hijau perlu disampaikan, misalnya pembuatan *green ozone* sebagai desinfektan air.

Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat dilakukan program remedial. Program remedial ini dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi dalam pembelajaran ulang kemudian diakhiri dengan penugasan. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait pentingnya materi kimia hijau yang dipelajari anaknya sehingga anak memiliki pola pikir dan tanggung jawab dalam melestarikan lingkungan. Guru juga menyampaikan kepada orang tua terkait penugasan proyek yang dilakukan anaknya. Kebutuhan ketersediaan kuota agar dapat terkoneksi internet dan pengawasan terhadap anak-anak saat menggunakan internet perlu disampaikan. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dalam buku siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat mendeskripsikan pengertian dan pentingnya kimia hijau.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi kegiatan yang sesuai dan tidak sesuai dengan 12 prinsip kimia hijau dalam proses kimia sehari-hari.
3. Peserta didik dapat mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.
4. Peserta didik dapat mengkreasi proses kimia yang berguna bagi kehidupan sehari-hari yang sesuai dengan prinsip kimia hijau.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 5.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Aktivitas 5.3 (menyetarakan persamaan reaksi kimia sebagai penguatan konsep sebelum melakukan Aktivitas 5.4)
	Non-Tes	Aktivitas 5.1, 5.2, 5.4, 5.5,dan 5.6
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 5.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 5.3 dan Ayo Cek Pemahaman

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; simbol ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; simbol ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Tabel 5.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek pada Model *Project-Based Learning*

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Tahapan proyek** (dimensi P3 bernalar kritis) dengan kriteria: • Membuat pertanyaan terkait permasalahan yang akan diselesaikan. • Membuat jadwal pelaksanaan proyek. • Desain proyek diawali dengan membuat infografis sebagai tahap edukasi. • Desain proyek melibatkan masyarakat dalam pertemuan awal (edukasi). • Desain proyek melibatkan masyarakat dalam membuat *action plan*.	5 jawaban benar	5	4
		4 jawaban benar	4	
		3 jawaban benar	3	
		2 jawaban benar	2	
		1 jawaban benar	1	
2.	**Media digital** infografis (dimensi P3 kreatif) • Tampilan memiliki daya tarik • Keterbacaan • Sistematika penulisan • Tata letak	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Memaparkan *action plan*** (dimensi P3 gotong royong) • Penggunaan bahasa yang baik dan benar. • Penyampaiannya mudah dipahami. • Menjawab pertanyaan masyarakat (audiensi) dengan baik. • Kekompakan dalam bekerja dan anggota kelompok berbagi peran dengan merata (dimensi P3 gotong rotong).	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot yang didapat}}{\text{total skor} \times \text{bobot seluruhnya}} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari konten proyek, media, dan presentasi.

Selama melakukan asesmen formatif maupun sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait Aktivitas 5.1 yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Hebat, Angkasa telah mampu menemukan karakteristik kimia hijau, mendeskripsikan pengertian, dan pentingnya kimia hijau dengan memberi contoh-contoh yang benar. Ayo, terus belajar untuk memperdalam pemahaman dan penerapan 12 prinsip kimia hijau."

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 5.1

1. Kata kunci yang ditemukan pada bacaan adalah kimia hijau, paparan kimia, bahan kimia, proses kimia, ramah lingkungan, dan lingkungan sehat.
2. Hal yang menjadi karakteristik kimia hijau adalah berhubungan dengan bagaimana mendesain produk kimia dan prosesnya untuk mengurangi atau menghindari penggunaan bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi manusia, hewan, tumbuhan, dan lingkungan tempat tinggal kita. Kimia hijau bertujuan pada pelestarian lingkungan.
3. Pengertian kimia hijau adalah:
   a. kimia yang mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya pada desain produk
   b. kimia yang mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya pada proses pembuatan produk
   c. kimia yang tidak merusak ozon
   d. kimia yang tidak menimbulkan pemanasan global
   e. kimia yang tidak menimbulkan paparan bahan kimia

f. kimia yang mengarahkan semua kegiatan pada pelestarian lingkungan
g. kimia yang mengarahkan semua kegiatan yang tidak merusak lingkungan
h. kimia yang membuat lingkungan rumah aman
i. kimia yang mengurangi paparan bahan kimia
j. Kimia yang mengarahkan penghematan bahan bakar fosil
k. kimia yang mengarahkan penggunaan sumber energi yang ramah lingkungan
l. kimia yang mengurangi limbah

Guru mengapresiasi semua jawaban peserta didik, biarkan peserta didik berpikir kreatif sesuai dimensi Profil Pelajar Pancasila. Pada akhir diskusi, guru dan peserta didik meluruskan jawaban yang belum tepat kemudian menarik kesimpulan.

4. Kimia hijau penting bagi makhluk hidup karena:
   a. Membuat lingkungan rumah aman dan sehat
   b. Membuat lingkungan sekitar rumah aman dan sehat
   c. Membuat udara, air, tanah, tanaman, dan hewan terhindar dari paparan bahan kimia berbahaya
   d. Menjaga lingkungan tetap asri dan sehat
   e. Membuat bumi terhindar dari pemanasan global dan bencana alam.

   Guru mengapresiasi semua jawaban peserta didik, biarkan peserta didik berpikir kreatif sesuai dimensi Profil Pelajar Pancasila. Pada akhir diskusi, guru dan peserta didik meluruskan jawaban yang belum tepat kemudian menarik kesimpulan.

2. Aktivitas 5.2

Secara berpasangan, peserta didik mencermati ke-12 prinsip kimia hijau pada Gambar 5.5. Peserta didik diarahkan mencari informasi yang diperlukan dari berbagai sumber terkait permasalahan yang selama ini menyimpang dari prinsip kimia hijau, lalu menyarankan solusi untuk mengatasinya. Peserta didik juga mencantumkan sumber informasi yang dirujuk. Peserta didik membuat tabel seperti Tabel 5.1 kemudian mengisi bagian tabel yang kosong dengan jawaban mereka. Berikut adalah contoh jawaban peserta didik.

Permasalahan	Hal-hal yang Tidak Sesuai dengan Ke-12 Prinsip Kimia Hijau	Solusi	Sumber informasi
• Indonesia penyumbang sampah plastik terbesar ke-2 di dunia (1,23 million metrik ton). • Banyak sampah plastik di rumah saya. Sampah plastik itu ditimbun tanah.	Membuang limbah tanpa diolah.	• Menggunakan bioplastik dari pati singkong yang tidak menghasilkan limbah telah dilakukan oleh tim peneliti LIPI sejak tahun 2016 hingga kini. • Membawa tas belanja dari rumah saat berbelanja. • Mengolah plastik bekas kemasan sebagai tas, tempat pena, tempat sampah, pot bunga, dan lainnya.	https://buku.kemdikbud.go.id/s/IPS https://buku.kemdikbud.go.id/s/BPR

Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk mengemukakan semua jawabannya meskipun ada yang kurang tepat. Pada akhir pembelajaran, guru meluruskan jawaban yang lebih tepat.

3. Ayo Berlatih Subbab C

1. $1N_2(g) + 3H_2(g) \longrightarrow 2NH_3(g)$
2. $1H_2SO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow 1Na_2SO_4(aq) + 2H_2O(l)$
3. $2NH_4NO_3(aq) \longrightarrow 2N_2(g) + 1O_2(g) + 4H_2O(g)$
4. $2H_2O_2(l) \longrightarrow 2H_2O(l) + 1O_2(g)$
5. $2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(l)$
6. $1CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2CaCl_2(aq) + 1H_2O(l) + 1CO_2(g)$
7. $1CH_3COOH(aq) + 1KOH(aq) \longrightarrow 1CH_3COOK(aq) + 1H_2O(l)$
8. $1Al(OH)_3(aq) + 3HCl(aq) \longrightarrow 1AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$
9. $1P_4(g) + 6Cl_2(g) \longrightarrow 4PCl_3(g)$
10. $1Zn(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 1ZnCl_2(aq) + 1H_2(g)$

Catatan:

Jika pada persamaan reaksi kimia terdapat koefisien reaksi “1” maka angka “1” ini boleh tidak dituliskan.

4. Aktivitas 5.3

Peserta didik diminta mengidentifikasi proses kimia dalam kehidupan sehari-hari yang tidak mendukung prinsip kimia hijau (Tabel 5.2).

Contoh 1:

Kegiatan atau kejadian di dalam/ sekitar rumah	**Membakar sampah dapur**
Proses kimia	Reaksi pembakaran
Reaksi kimia setara (cari dari berbagai sumber informasi, ikuti petunjuk dari guru kalian)	$3C_xH_yO_z + \frac{1}{2}(3x + \frac{3}{2}y - 3z)O_2(g) \longrightarrow xCO_2(g) + \frac{3}{2}yH_2O(l) + xCO(g) + xC(s)$ (Keterangan: $C_xH_yO_z$ = sampah organik)
Hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.	Proses pembakaran melepaskan gas CO_2 yang berdampak pada peningkatan pemanasan global. Gas CO dan C sebagai hasil reaksi juga berpotensi terhadap gangguan kesehatan.
Tindakan sebagai solusi penerapan prinsip kimia hijau.	Sampah organik dari dapur ditanam dalam tanah, dijadikan kompos. Sampah organik juga dapat diolah menjadi pupuk organik cair. Baik kompos maupun pupuk organik cair membantu menyuburkan tanaman tanpa merusak lingkungan.

Contoh 2:

Kegiatan atau kejadian di dalam/ sekitar rumah	**Membakar sampah plastik**
Proses kimia	Reaksi pembakaran

Reaksi kimia setara (cari dari berbagai sumber informasi, ikuti petunjuk dari guru kalian)	$C_{10}H_8O_4(s) + 10O_2(g) \longrightarrow 10CO_2(g) + 4H_2O(l)$
Hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau.	Proses pembakaran tak sempurna melepaskan gas CO_2 yang berdampak pada peningkatan pemanasan global. Plastik yang dibakar juga melepaskan senyawa beracun bernama dioksin yang berbahaya bagi kesehatan.
Tindakan sebagai solusi penerapan prinsip kimia hijau.	Sampah plastik dipotong kecil-kecil lalu dimasukkan ke dalam botol bekas air mineral. Kumpulan botol yang telah penuh berisi potongan plastik disebut *ecobrick*. Kumpulan *ecobrick* dapat dibentuk berbagai benda yang bermanfaat.

Peserta didik diarahkan untuk membuat contoh lainnya kegiatan kejadian di dalam atau sekitar rumah yang tidak mendukung prinsip kimia hijau. Misalnya, aktivitas membakar sampah plastik dan menyemprotkan herbisida pembunuh rumput di lingkungan rumah atau sekolah.

5. Aktivitas 5.4

Pada aktivitas ini peserta didik melakukan literasi membaca yaitu mencari dan menganalisis informasi dari berbagai sumber tentang biodiesel B30.

1. Bagaimana biodiesel B30 dibuat?
2. Bagaimana perbandingannya dengan sumber energi nonbio?

Contoh sumber informasi yang dapat dirujuk:

https://buku.kemdikbud.go.id/s/PMB

https://buku.kemdikbud.go.id/s/PDB

3. Bagaimana biodiesel B30 mendukung prinsip kimia hijau?
   Biodiesel B30 mendukung prinsip kimia hijau nomor 7, yaitu menggunakan bahan baku terbarukan.

6. Aktivitas 5.5

Peserta didik mengamati keadaan lingkungan sekitar baik di sekolah maupun di rumah terkait hal-hal yang kurang mendukung prinsip kimia hijau. Peserta didik mencermati hal-hal manakah yang mirip dengan deskripsi lingkungan pada Tabel 5.3. Peserta didik mengisi kolom yang kosong dengan kegiatan yang mendukung prinsip kimia hijau sebagai solusi terhadap permasalahan lingkungan tersebut.

No.	Gambar	Deskripsi	Solusi Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau	Nomor Agenda PBB
1.	Sampah plastik di kantin sekolah *Sumber: Elizabeth T/ Kemdikbudristek (2023)*	Di kantin sekolah banyak tumpukan sampah plastik. Penanganan sampah selama ini baru sebatas tumpukan sampah plastik dibakar atau dibuang ke tempat pembuangan sampah di depan sekolah.	Memilah sampah plastik dari sampah organik. Menyerahkan sampah plastik ke bank sampah atau mengolah sampah plastik menjadi barang yang berguna.	6 (air bersih dan sanitasi) 13 (perubahan iklim)
2.	Sungai Batanghari Jambi *Sumber: Elizabeth T/ Kemdikbudristek (2023)*	Di daerah tempat tinggal kalian terdapat sungai yang airnya kotor dan keruh. Masyarakat sekitar sungai sering membuang sampah ke area pinggir sungai.	Mengedukasi masyarakat setempat agar tidak membuang sampah di area sungai. Menyediakan tempat sampah yang berbeda, yaitu sampah organik, kaleng, kaca, dan plastik.	6 (air bersih dan sanitasi)

No.	Gambar	Deskripsi	Solusi Kegiatan yang Mendukung Prinsip Kimia Hijau	Nomor Agenda PBB
3.	Ampas tebu *Sumber: Elizabeth T/ Kemdikbudristek (2023)* Ampas kulit jagung *Sumber: Elizabeth T/ Kemdikbudristek (2023)*	Di depan sekolah kalian banyak penjual es tebu dan jagung bakar. Sampah kulit tebu dan jagung ditumpuk dan belum dimanfaatkan.	Sampah kulit tebu dan kulit jagung dibuat briket sebagai salah satu energi alternatif nonfosil. Solusi lainnya membuat kompos yang terbuat dari limbah bahan organik.	7 (menggunakan bahan bakar terbarukan)
4.	Sampah dapur (kulit buah-buahan) *Sumber: Elizabeth T/ Kemdikbudristek (2023)*	Ibu sering mengupas buah-buahan. Kulitnya dibuang begitu saja. Sampah dapur menumpuk, belum dimanfaatkan, dan mengundang serangga.	Mengumpulkan limbah sampah kulit buah-buahan sebagai bahan membuat *ecoenzim*.	13 (perubahan iklim)

Peserta didik dapat melanjutkan tabel tersebut untuk menambahkan contoh lainnya berdasarkan pengamatan mereka terhadap keadaan lingkungan yang tidak mendukung prinsip kimia hijau lalu menyarankan solusinya.

7. Ayo Cek Pemahaman

Soal 1:

1. Tidak semua reaksi kimia menghasilkan zat-zat yang berbahaya. Ada reaksi kimia yang tidak berbahaya, namun bukan merupakan reaksi kimia hijau. Contoh reaksi yang termasuk kategori ini antara lain

penggunaan soda kue dalam proses memanggang adonan roti. Gas karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan akan membuat roti menjadi empuk dan enak disantap.

Pernyataan ini **benar**. Alasan yang mendukung adalah meskipun dilepaskan gas karbon dioksida (CO_2**)** sebagai gas rumah kaca, namun gas ini berada dalam adonan roti itu sendiri. Gas CO_2 digunakan untuk mengembangkan adonan roti sehingga roti yang dihasilkan menjadi empuk.

2. Reaksi kimia pembakaran tak sempurna misalnya membakar sampah di udara terbuka. Hal ini tidak akan mencemari lingkungan karena menghasilkan gas karbon monoksida (CO) yang aman bagi makhluk hidup. Reaksi ini merupakan reaksi dengan konsep kimia hijau.

   Pernyataan ini **salah**. Alasan yang mendukung adalah gas karbon monoksida (CO) mengikat hemoglobin (Hb) darah 200 kali lebih kuat ketimbang Hb darah mengikat oksigen (O_2). Oleh karena itu, gas CO berbahaya bagi makhluk hidup.

3. Biodiesel B30 adalah salah satu upaya pemerintah untuk menerapkan prinsip kimia hijau, yaitu menggunakan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan.

   Pernyataan ini **benar**. Alasan yang mendasarinya adalah B30 dibuat menggunakan campuran bahan nonfosil. yaitu buah kelapa sawit. Dengan demikian, dapat mengurangi emisi gas buang sebagai hasil pembakaran.

4. Reaksi pembusukan sampah dapur yang tidak diolah akan melepas gas-gas rumah kaca ke udara. Pembusukan dalam keadaan terbuka (banyak udara) akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2), sedangkan pembusukan dalam keadaan tertutup (udara terbatas) akan dihasilkan gas metana (CH_4). Kedua gas ini merupakan gas rumah kaca. Pembusukan sampah dapur merupakan penerapan prinsip kimia hijau.

   Pernyataan ini **salah**. Justru gas rumah kaca menyebabkan pemanasan global yang bertentangan dengan prinsip kimia hijau.

Soal 2:

Berdasarkan analisis grafik pada Gambar 5.12, prinsip kimia hijau yang harus dipenuhi untuk mencegah peningkatan gas rumah kaca di Indonesia dari tahun ke tahun adalah prinsip nomor 1 (mencegah limbah). Upaya yang harus dilakukan oleh ke-6 sektor yang tertera pada grafik tersebut adalah:

1. Kebakaran gambut serta penggunaan hutan dan lahan lain: menghindari metode pembakaran untuk keperluan *replanting* (peremajaan lahan).
2. Pertanian: menggunakan pupuk organik yang ramah lingkungan.
3. Limbah: mengolah limbah organik menjadi pupuk organik, biogas, mengolah limbah plastik menjadi *biofuel*, dan bahan beton atau pengeras jalan.
4. Industri: menggunakan *syngas* (gasifikasi batu bara) sehingga mengurangi emisi gas rumah kaca.
5. Energi: menggunakan sumber energi alternatif nonfosil.

Soal 3:

Peserta didik diarahkan untuk menganalisis infografis yang disajikan pada Gambar 5.13 tentang penerapan prinsip kimia hijau pada konservasi laut dalam mendukung agenda Pembangunan Berkelanjutan 2030 PBB. Peserta didik diajak untuk mengembangkan wawasan berpikir lintas mata pelajaran, yaitu biologi, ekonomi, dan geografi. Peserta didik melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk menjawab pertanyaan yang disajikan.

1. Hal-hal yang paling berkaitan dengan prinsip kimia hijau adalah saat laut menjadi asam karena dapat mengancam ekosistem laut. Keasaman laut disebabkan oleh pencemaran laut, misalnya hujan asam atau tumpahnya bahan bakar minyak bumi dari area pengeboran lepas pantai. Hal lainnya adalah saat area keragaman laut hayati tidak terlindungi karena ancaman limbah plastik yang hanyut ke laut. Demikian juga aktivitas manusia di lautan yang melanggar hukum, misalnya menangkap ikan, udang, atau cumi-cumi menggunakan bahan kimia.

2. Bila hal-hal yang tidak sesuai dengan prinsip kimia hijau tersebut dibiarkan terus terjadi maka ekosistem laut akan terancam, termasuk punahnya keragaman laut hayati secara global.

3. Akibatnya terhadap perekonomian, kelestarian lingkungan, dan sosial adalah pertama menurunnya pendapatan nelayan sehingga ikut mempengaruhi berkurangnya pendapatan nasional bruto dari sektor kelautan. Kedua, merusak citra laut Indonesia sebagai bagian dari promosi pariwisata laut yang akan menurunkan angka kunjungan wisatawan. Hal ini akan memengaruhi kehidupan sosial masyarakat setempat karena penduduk usia muda akan pindah ke kota dan menambah angka pengangguran dan kejahatan di kota besar.

4. Pertanyaan terkait saran dan kegiatan yang dapat dilakukan peserta didik untuk menjaga pelestarian ekosistem pantai dan laut dijawab peserta didik dengan bebas berpikir kreatif. Jika peserta didik tinggal di area sekitar pesisir pantai maka mencegah abrasi pantai dengan menanam mangrove sangat sesuai. Jika peserta didik tinggal di area dekat dengan pantai maka kegiatan bersih pantai dapat dilakukan bersama dengan sekolah dan masyarakat sekitar. Jika peserta didik tinggal di area jauh dari pantai maka edukasi menjaga ekosistem pantai dilakukan dengan cara membuat infografis yang diunggah ke akun media sosial atau membuat komunitas Gerakan Cinta Pantai dan Laut Indonesia. Jawaban lainnya tetap diterima dan diskusikan bersama. Guru dan peserta didik membuat kesimpulan bersama yang bertujuan pelestarian lingkungan berbasis prinsip kimia hijau.

8. Proyek Akhir Bab

Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok. Guru mengarahkan setiap kelompok untuk membuat Gerakan Hijau berdasarkan prinsip kimia hijau. Model pembelajaran yang digunakan antara lain *project-based learning* yang memuat tahapan proyek, yaitu:

1. Mengamati permasalahan kebersihan di lingkungan sekitar rumah atau sekolah.
2. Membuat pertanyaan kunci terkait permasalahan tersebut. Misalnya, permasalahan yang diamati adalah tentang sampah yang berserakan dan belum diolah maka pertanyaan yang dapat diajukan adalah (1) Bagaimana kesadaran warga terhadap pentingnya kebersihan lingkungan? (2) Bagaimana pengetahuan warga terhadap pentingnya

kimia hijau? (3) Bagaimana mengolah sampah yang berserakan dengan cara yang sederhana sehingga dapat diikuti warga?

3. Membuat desain proyek, misalnya dimulai dari:
   a. Membuat infografis yang berisi edukasi pentingnya melestarikan lingkungan dengan cara memilah dan mengolah sampah. Mengunggah infografis ini ke akun media sosial peserta didik (Instagram, Facebook, YouTube, atau lainnya) agar mudah diakses masyarakat atau peserta didik mencetak selebaran infografis itu.
   b. Membuat janji bertemu dengan beberapa warga kemudian mensosialisasikan infografis terkait pelestarian lingkungan dengan cara memilah dan mengolah sampah.
   c. Membuat rencana bersama warga terkait demonstrasi memilah atau mengolah sampah menjadi pupuk organik cair.
   d. Melakukan *action plan* bersama warga.
   e. Mengajak mereka membuat Gerakan Hijau untuk kelanjutan aktivitas melestarikan lingkungan serta mengajak warga lainnya.
4. Membuat jadwal kegiatan proyek sesuai dengan desain proyek
5. Memonitor kemajuan proyek
6. Menilai proyek
7. Mengevaluasi pengalaman peserta didik setelah melaksanakan proyek

Peserta didik dapat memilih topik yang berbeda terkait pelestarian lingkungan berbasis prinsip kimia hijau. Berikut contoh LKPD untuk kegiatan proyek Membuat Gerakan Hijau.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Judul Kegiatan: Membuat Gerakan Hijau

Model pembelajaran:
Project-Based Learning (PjBL) dilakukan berkelompok.

Tujuan:
Peserta didik dapat menciptakan kegiatan yang melestarikan lingkungan berbasis pada prinsip kimia hijau atau *green chemistry*.

Tahapan Aktivitas Proyek:

Aktivitas 1: Menentukan pertanyaan dasar.

1. Bersama kelompok kalian cermati keadaan lingkungan di sekitar, bisa di rumah, sekolah, atau lainnya.
2. Diskusikan bersama kelompok dan guru kalian untuk membuat beberapa pertanyaan kunci terkait hal-hal apa yang menimbulkan rasa ingin tahu kalian terhadap lingkungan sekitar.
3. Tulislah pertanyaan kunci yang kalian buat pada buku catatan.

Aktivitas 2: Membuat desain proyek.

1. Proyek yang kalian rancang terkait aktivitas yang mengajak masyarakat sekitar, antara lain memilah sampah plastik dan organik di rumah masing-masing. Sampah organik diolah menjadi pupuk kompos atau pupuk organik cair (POC), sedangkan sampah plastik diolah menjadi *ecobrick*. Kegiatan lain misalnya menanam tanaman sayuran di pekarangan rumah yang gersang. Ciptakan ide yang kratif sesuai dengan keadaan lingkungan yang kalian cermati.
2. Ciptakan nama proyek yang akan kalian lakukan, misalnya Kapten Hijau, Srikandi Hijau, Jawara Hijau, atau Hijau Indonesiaku.
3. Bersama kelompok kalian, buatlah desain proyek yang menarik agar masyarakat sekitar mau menjaga lingkungan bersih dan lestari. Berikut adalah contoh desain proyek yang bisa kalian kembangkan.

No.	Pelaksana	Tahap	Kegiatan
1.	Siswa	Sosialisasi	Membuat infografis lebih dahulu yang berisi pentingnya melestarikan lingkungan dan contoh cara memilah dan mengolah sampah.
2.	Siswa	Sosialisasi	Mengunggah infografis ke akun media sosial kalian agar mudah diakses masyarakat atau dicetak berupa selebaran.

No.	Pelaksana	Tahap	Kegiatan
3.	Siswa dan masyarakat	Perkenalan	Membuat janji untuk bertemu dengan perwakilan dari masyarakat kemudian ajaklah mereka membuat Gerakan Hijau. Buatlah kesepakatan jadwal pertemuan rutin untuk mengevaluasi kegiatan yang sudah berjalan.
4.	Siswa dan masyarakat	Aksi nyata	Melaksanakan kegiatan bersama masyarakat.
5.	Siswa	Menyiapkan laporan	Selama kegiatan berlangsung, membuat catatan harian apa saja yang sudah dilakukan beserta foto-foto kegiatan.
6.	Siswa	Presentasi	Mengomunikasikan laporan yang sudah dibuat untuk mendapat tanggapan dari teman dan guru.
7.	Siswa dan masyarakat	Refeksi	Melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilakukan. Buatlah lembar berisi pertanyaan yang akan dijawab oleh masyarakat terhadap kegiatan yang sudah dilakukan. Contoh: • Apa yang Bapak/Ibu rasakan selama mengikuti kegiatan Gerakan Hijau? • Manfaat apa saja yang Bapak/Ibu rasakan setelah melaksanakan kegiatan Gerakan Hijau? • Apakah Bapak/Ibu akan terus melanjutkan kegiatan Gerakan Hijau ini? Apa alasannya?

Aktivitas 3: Menyusun jadwal proyek.

Bersama guru kalian berdiskusilah untuk menyusun jadwal proyek. Tentukan lebih dahulu berapa lama proyek berlangsung. Contoh kerangka jadwal proyek.

No.	Aktivitas	Bulan _____					Bulan _____				
		Minggu ke-...					Minggu ke-...				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.											
2.											
3.											
4.											
dst.											

Aktivitas 4: Melaksanakan proyek sesuai desain dan jadwal proyek yang sudah dibuat.

9. Pengayaan

Beberapa industri bekerja sama untuk memanfaatkan energi hijau yang hemat dan bersih sehingga tidak (a) mencemari/mengotori/memberi polusi lingkungan. Sebuah kebun tomat di Inggris berada berdampingan dengan pabrik penghasil gas amonia (NH_3). Industri amonia ini menghasilkan limbah panas dan karbon dioksida (CO_2). Limbah panas yang dihasilkan digunakan untuk (b) menghangatkan rumah kaca sehingga masa tanam bisa lebih panjang tanpa dipengaruhi musim salju. Gas CO_2 dimanfaatkan untuk kebutuhan (c) fotosintesis tanaman tomat. Nilai tambah lainnya ditinjau dari aspek ekonomis adalah dapat menghemat (d) energi untuk memanaskan rumah kaca, di samping (e) impor berkurang karena kebutuhan tomat dalam negeri sudah terpenuhi. Rasa tomat yang dikonsumsi juga lebih (f) manis/enak karena waktu yang pendek antara pemanenan dan penjualan. Hal ini adalah penerapan prinsip (g) kimia hijau, yaitu mencegah (h) pemanasan

global, menggunakan energi (i) dari limbah pabrik, dan memaksimalkan (j) nilai/potensi ekonomi.

K. Refleksi

Refleksi adalah bagian dari proses pembelajaran. Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang sudah dilakukan. Pada bagian akhir bab ini disajikan aktivitas Ayo Refleksi, tetapi guru dapat menambahkan aktivitas refleksi setelah melaksanakan proses pembelajaran pada satu tujuan pembelajaran atau beberapa tujuan pembelajaran.

Refleksi bertujuan untuk (1) menemukan hal-hal yang menjadi kendala pada saat proses pembelajaran sehingga dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya, (2) membantu guru menemukan hal-hal positif yang dapat dipertahankan dalam proses pembelajaran selanjutnya atau bahkan dikembangkan, serta (3) mengevaluasi kemajuan belajar peserta didik. Contohnya, keterbatasan akses internet, peserta didik tidak memiliki laptop atau *smartphone* yang memadai maka sumber belajar yang memerlukan akses internet dapat digantikan dengan sumber bacaan yang sudah disiapkan guru. Saat dijumpai kelompok peserta didik yang *slow learner* (lambat memahami materi) maka guru dapat mendiferensiasi proses belajar untuk menjawab kebutuhan belajar peserta didik yang beragam.

L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar berupa buku-buku antara lain,

1. Chang, Raymond. 2003. *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti, Jilid 1, Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
2. Kotz,J.C., *et al*. 2003. *Chemistry and Chemical Reactivity, 11th Edition*. Boston: Cengage, 2023.
3. McMurry, J.E. and Robert C. Fay. 2008. *Chemistry, 5th Edition*. New Jersey: Pearson Education International.
4. Silberberg, Martin S. 2003. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change, 3rd Edition*. Boston: McGraw-Hill.
5. Tro, Nivaldo J. 2015. *Chemistry: Structure and Properties, 2nd Edition*. US: Pearson.

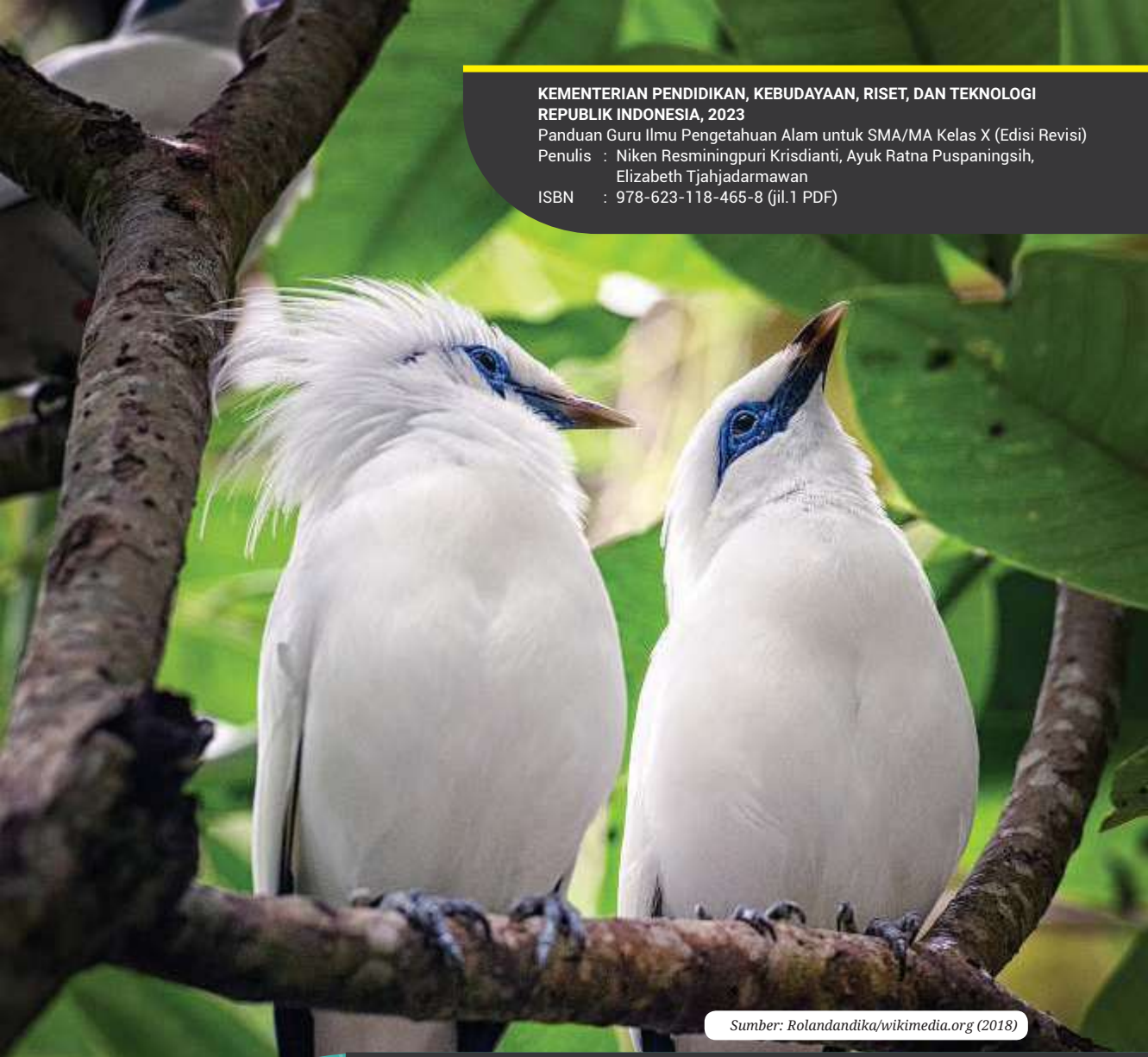
Selain itu, dapat pula menggunakan sumber belajar berupa *e-book* yang diunduh oleh guru atau portal Rumah Belajar yang disiapkan pemerintah.

Sumber belajar materi kimia hijau dapat digunakan buku karya Manahan, S.E. 2006. *Green Chemistry and the Ten Commandments of Sustainability, 2nd Edition.* Columbia: ChemChar Research, Inc. Buku versi *e-book* tersedia pada tautan di samping.

https://buku.kemdikbud.go.id/s/GC

Sumber belajar utama dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)



Sumber: Rolandandika/wikimedia.org (2018)

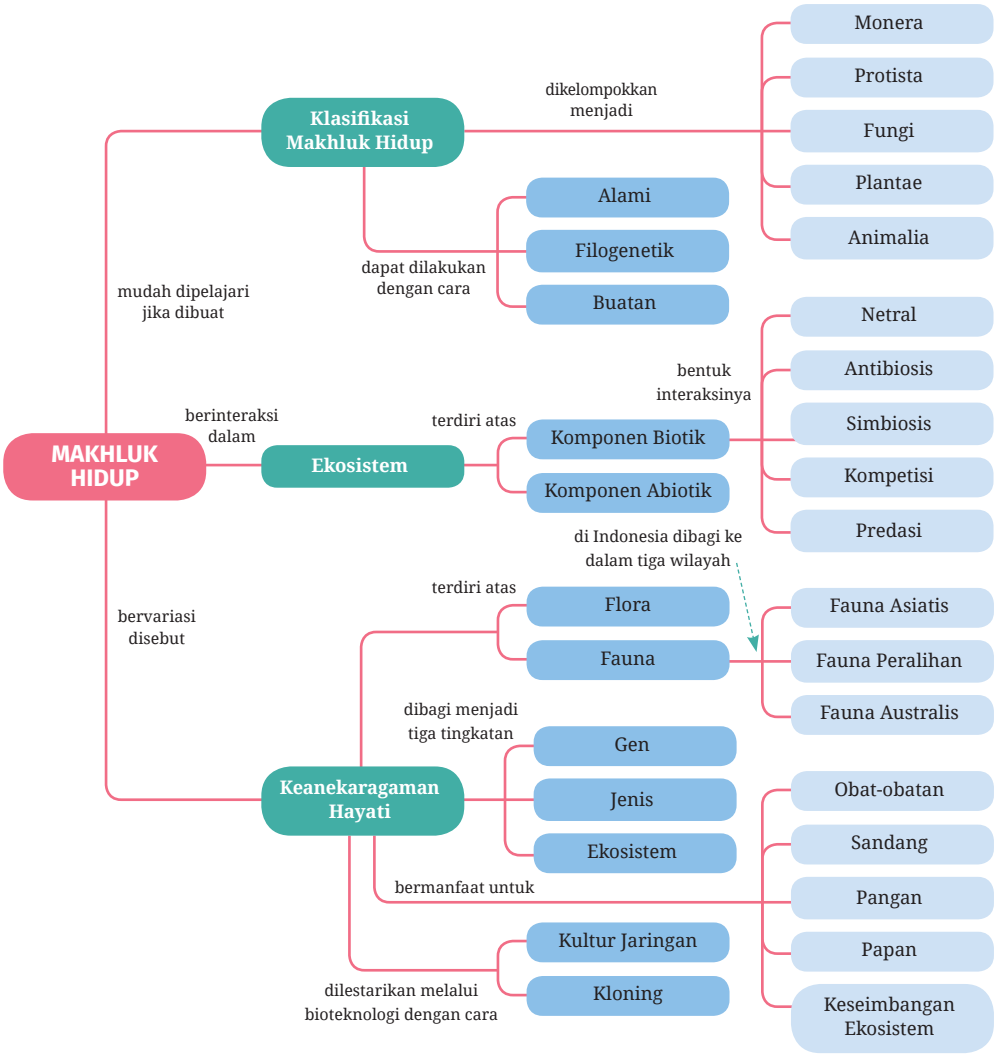
Bab VI

Panduan Khusus

Keanekaragaman Makhluk Hidup, Interaksi, dan Peranannya di Alam

A. Pendahuluan

Keanekaragaman makhluk hidup, interaksi dan peranannya, merupakan topik keenam yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Topik ini menggambarkan bahwa makhluk hidup di dunia beraneka ragam, melakukan interaksi dan memiliki manfaat dalam keberlangsungan ekosistem. Topik ini berkaitan dengan Bab 1, yaitu pengukuran, ketika peserta didik menggunakan beberapa alat dalam melakukan observasi. Bab ini juga berkaitan dengan Bab 7 Energi Terbarukan, ketika membahas peranan manusia dalam pencemaran lingkungan, perubahan interaksi yang muncul akibat perubahan lingkungan, dan tentunya pemanfaatan beberapa makhluk hidup sebagai sumber energi alternatif, serta Bab 8 Perubahan Iklim.



Subbab pada topik ini disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya. Sebagai contoh, peserta didik harus memahami bahwa makhluk hidup beraneka ragam yang tentunya banyak memiliki karakteristik pembeda terlebih dahulu sebelum mempelajari cara pengelompokan makhluk hidup.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari bab ini adalah ciri-ciri makhluk hidup dan tingkatan organisasi kehidupan yang sebelumnya telah dipelajari pada Fase D. Materi prasyarat ini perlu dikuatkan sebelum peserta didik mempelajari materi selanjutnya. Strategi yang dapat digunakan oleh guru terkait penguatan ini adalah dengan melakukan tanya jawab atau diskusi terkait materi prasyarat. Selain itu, guru juga dapat melakukan strategi dengan pemberian kuis yang diakhiri dengan diskusi.

Catatan:

Guru dapat melakukan strategi lainnya untuk menyetarakan kemampuan awal peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Adapun konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Keanekaragam hayati tingkat gen adalah keanekaragaman yang terjadi pada satu spesies.
2. Keanekaragaman hayati tingkat jenis/spesies adalah keanekaragaman hayati yang terjadi antarspesies.
3. Keanekaragaman hayati tingkat ekosistem adalah keanekaragaman yang terjadi antarekosistem.
4. Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, baik flora maupun faunanya. Keanekaragaman hayati Indonesia dibagi menjadi tiga wilayah, yaitu wilayah australis (wilayah yang flora dan faunanya mirip dengan yang ada di Australia), wilayah asiatis (wilayah yang flora dan faunanya mirip dengan yang ada di Asia), dan wilayah peralihan (wilayah yang flora dan faunanya berbeda dari wilayah australis maupun asiatis).

5. Klasifikasi makhluk hidup dilakukan dengan melihat persamaan dan perbedaan ciri-ciri makhluk hidup untuk mempermudah dalam mempelajarinya. Sistem klasifikasi ini akan terus berkembang seiring dengan penemuan informasi baru.
6. Bakteri memiliki ciri khas yang dikategorikan sebagai sel prokariotik. Bakteri memiliki peranan positif pada bidang bioteknologi dan peranan negatif sebagai penyebab penyakit.
7. Jamur memiliki ciri khas memiliki struktur tubuh berupa hifa dan memiliki spora. Jamur memiliki peranan positif di bioteknologi makanan dan peranan negatif sebagai penyebab penyakit.
8. Ekosistem terbentuk karena adanya interaksi antarkomponen ekosistem. Komponen biotik adalah komponen ekosistem berupa makhluk hidup, sedangkan komponen abiotik adalah komponen ekosistem selain makhluk hidup.
9. Menurun atau menghilangnya satu komponen ekosistem akan memengaruhi keseimbangan ekosistem.
10. Bioteknologi dapat digunakan untuk melestarikan keanekaragaman hayati seperti kloning, kultur jaringan, atau inseminasi buatan.

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas materi disesuaikan dengan keanekaragaman hayati, contoh-contoh tingkatan keanekaragaman hayati, dan ekosistem yang ada di lingkungan sekitar.

Pendalaman materi terkait materi pada topik-topik ini, guru dapat menggunakan referensi seperti buku Biologi karangan Campbell (Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga).

D. Apersepsi

Pada bab ini, ada beberapa strategi yang dapat dilakukan oleh guru dalam melakukan apersepsi. Berikut adalah beberapa contoh apersepsi yang dapat dilakukan oleh guru.

1. Guru mengajak peserta didik mencermati gambar pada awal bab kemudian membaca apersepsi. Di akhir kegiatan, guru dapat menanyakan kepada

peserta didik, “Apa yang akan terjadi jika semua burung hanya ada satu jenis?”

2. Guru meminta dua orang peserta didik untuk maju ke depan kelas, kemudian meminta peserta didik lainnya untuk mengobservasi apa perbedaan dari dua orang peserta didik di depan dan menyampaikan hasil observasinya. Di akhir kegiatan, guru dapat menanyakan, “Apa yang terjadi jika kedua orang ini atau semua orang di kelas ini seragam?
3. Guru mengajak peserta didik mengobservasi lingkungan sekitarnya, misalnya kebun yang ada di sekolah. Mengajak peserta didik mencermati makhluk hidup yang ditemukan, kemudian diberi pertanyaan, “Apa pendapatmu jika seluruh makhluk hidup seragam?”

Catatan:

Penjelasan ini merupakan contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Asesmen awal sangat penting dilakukan oleh guru untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi pada bab ini. Hasil asesmen awal ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Guru dapat melakukan asesmen awal dengan berbagai teknik seperti tes tulis berupa kuis atau tanya jawab. Asesmen awal biasanya dilakukan untuk mengetahui pemahaman peserta didik terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik terkait dengan topik pada bab ini. Contoh asesmen awal pada bab ini berupa tes isian sebagai berikut!

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Sebutkan minimal empat ciri makhluk hidup!
2. Apa saja contoh tingkatan keanekaragaman hayati?
3. Apa saja manfaat dan cara pelestarian keanekaragaman hayati?
4. Apa yang kalian ketahui tentang jamur dan bakteri?
5. Apa saja komponen ekosistem dan interaksi yang terjadi di dalamnya?

Catatan:

Guru dapat menggunakan teknik lainnya dalam melakukan asesmen awal, misalnya dengan bantuan aplikasi Kahoot atau Quiziz.

Data asesmen awal tersebut dapat digunakan sebagai pedoman dalam menyusun perencanaan pembelajaran. Guru dapat melakukan strategi dengan memberikan perhatian khusus pada peserta didik yang belum mengetahui prasyarat atau memberikan LKPD yang berbeda bagi peserta didik yang belum menguasai materi prasyarat. Guru juga dapat membagi peserta didik secara heterogen berdasarkan pengetahuan awal yang mereka miliki sehingga peserta didik yang memiliki pengetahuan awal lebih dalam dapat saling berbagi dan membantu rekan sekelompoknya yang kurang memahami.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 34 JP. Meskipun demikian, guru dapat menyesuaikan waktu berdasarkan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi harus tetap memerhatikan agar materi penting dikuasai oleh peserta didik.

Beberapa aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah melakukan pengamatan sayuran dan buah di pasar (Aktivitas 6.1), telaah artikel bioteknologi yang berperan dalam pelestarian keanekaragaman hayati (Aktivitas 6.2), pengelompokan bumbu dapur (Aktivitas 6.3), mengobservasi karakteristik contoh masing-masing kingdom (Aktivitas 6.4), mengamati bakteri (Aktivitas 6.5), mengamati jamur (Aktivitas 6.6), menguji faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan jamur (Aktivitas 6.7), mengamati ekosistem (Aktivitas 6,8), dan proyek terkait solusi dalam mengatasi penurunan populasi suatu spesies tertentu di lingkungan sekitar.

Catatan:

Pada Aktivitas 2.3 guru dapat menggunakan alternatif video lain yang sesuai dengan topik atau membantu peserta didik menggunakan Google Translate untuk menerjemahkan konten video sesuai dengan *caption*-nya.

Pada akhir setiap aktivitas pada bab ini, guru dapat menambahkan kegiatan untuk melatih keterampilan berkomunikasi, seperti dengan menyusun laporan dan mempresentasikan hasil telaah yang dilakukan.

Proyek pada buku siswa adalah proyek yang berkesinambungan yang dibagi menjadi beberapa tahap. Pada proyek tahap terakhir, peserta didik diminta untuk mengomunikasikan hasil proyek secara menyeluruh, baik secara tertulis maupun lisan. Guru juga dapat menggunakan strategi menggabungkan tahapan yang ada, disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi satuan pendidikan. Selama melaksanakan Proyek Tahap 1, peserta didik dapat diingatkan untuk menjaga kesehatan dan keselamatan dengan menggunakan alat pelindung diri (APD) atau guru dapat bekerja sama dengan orang tua untuk mengingatkan peserta didik agar menggunakan APD. Selain itu, guru juga dapat menggunakan LKPD sebagai panduan siswa dalam melaksanakan proyek. Berikut adalah inspirasi LKPD pada proyek.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Tujuan:

Peserta didik dapat mengampanyekan solusi kelangkaan spesies tertentu.

Langkah Proyek Tahap 1

1. Secara berkelompok, pilihlah salah satu wilayah di sekitar kalian yang akan kalian observasi.

   Hasil diskusi:
   Lokasi tempat yang diplih: .....

2. Susunlah pertanyaan-pertanyaan yang akan kalian ajukan dalam melakukan wawancara terkait spesies tumbuhan yang sudah jarang ditemukan di wilayah tersebut.

   Hasil diskusi:
   Pertanyaan yang akan diajukan dalam wawancara:
   1. .....
   2. ..... dan seterusnya

3. Lakukanlah observasi dan wawancara ke tempat yang telah kalian pilih dan catatlah hasil wawancara kalian.

   Hasil wawancara:

   Nama narasumber: .....

No.	Pertanyaan	Tanggapan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Langkah Proyek Tahap 2

1. Berdasarkan hasil Proyek Tahap 1, pilihlah salah satu spesies tanaman yang menarik untuk kalian telaah.

   Hasil diskusi
   Pilihan spesies tumbuhan: .....

2. Lakukan kajian literatur untuk mengidentifikasi klasifikasi dan ciri-ciri spesies tumbuhan tersebut serta penyebab dan dampak menurunnya populasi spesies tumbuhan tersebut!

Nama spesies tumbuhan:	
Klasifikasi:	
Ciri-cirinya:	1. 2. 3.
Penyebab menurunnya populasi spesies tumbuhan yang dipilih.	
Dampak menurunnya populasi spesies tumbuhan yang dipilih	

Langkah Proyek Tahap 3

1. Berdasarkan hasil Proyek Tahap 2, diskusikan bersama kelompok cara-cara apa yang dapat kalian lakukan untuk mencegah punahnya spesies tumbuhan yang kalian pilih tersebut.

   Hasil diskusi:

   Solusi:

   .....

2. Susunlah laporan hasil proyek kalian dalam bentuk media yang kalian sukai, seperti video, infografis, gambar, *slide* presentasi, dan poster.

   Laporan dalam bentuk: .....
   Hasil laporan (bisa diisi dengan tautan):

   .....

3. Kampanyekan hasil proyek kalian di media sosial yang kalian miliki.

Aktivitas-aktivitas tersebut, selain melatih literasi dan keterampilan berpikir peserta didik, juga melatih peserta didik dalam mengembangkan keterampilan proses, terutama dalam melakukan percobaan, menganalisis data dan informasi, serta mengomunikasikan hasil. Dalam aktivitas-aktivitas ini ada yang menggunakan peralatan di laboratorium sehingga jika sekolah tidak memiliki perlengkapan yang memadai dapat menggantikan aktivitasnya dengan mengamati gambar atau video hasil observasi.

Dalam proses pembelajaran, ada beberapa model yang dapat dilakukan, yaitu *discovery learning*, inkuiri, dan *project-based learning*. *Discovery learning* dan inkuiri dapat dilakukan ketika melakukan aktivitas percobaan, seperti mengamati faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan jamur, observasi jamur dan bakteri, serta contoh lima kingdom, sedangkan *project-based learning* dilakukan pada aktivitas proyek. Guru juga dapat menggunakan berbagai metode atau model pembelajaran sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal. Contohnya, menggunakan "*jigsaw*" dalam mempelajari lima kingdom.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini adalah menganggap 1) keanekaragaman tingkat spesies terjadi hanya dalam satu familia, 2) bakteri sama dengan virus, 3) jamur selalu berukuran besar, dan 4) komponen biotik dan abiotik tidak saling berinteraksi. Untuk mengatasi miskonsepsi, guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam terkait miskonsepsi yang terjadi atau mengajak peserta didik berdiskusi di dalam kelompok kecil dengan memberikan pertanyaan terkait miskonsepsi. Dengan melakukan kegiatan ini, peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya dan guru dapat menguatkan konsep atau memperbaiki miskonsepsi.

G. Pengayaan dan Remedial

Peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Materi pengayaan yang diberikan pada bab ini adalah terkait daur biogeokimia. Selain itu, guru juga dapat memberikan materi pengayaan seperti klasifikasi dengan sistem dua domain, serta reproduksi bakteri dan jamur. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat diberikan program remedial. Program remedial dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi, penugasan yang diakhiri dengan diskusi, atau pembelajaran ulang. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang dikembangkan.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta melakukan pengamatan di lingkungan sekitar agar diberi pemantauan untuk tetap melakukan protokol kesehatan. Khusus tugas mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dalam Buku Siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat membedakan keanekaragaman hayati tingkat gen, jenis, dan ekosistem.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi keanekaragaman hayati di wilayah asiatis, peralihan, dan australis.
3. Peserta didik dapat mengklasifikasikan makhluk hidup berdasarkan dasar pengelompokan tertentu.
4. Peserta didik dapat mengidentifikasi ciri khas dari masing-masing kingdom.
5. Peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri bakteri dan peranannya.
6. Peserta didik dapat mendeskripsikan ciri-ciri jamur dan peranannya.
7. Peserta didik dapat mengidentifikasi komponen biotik dan abiotik.
8. Peserta didik dapat mengidentifikasi interaksi yang terjadi antarkomponen ekosistem.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 6.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Ayo Berlatih pada setiap subbab
	Non Tes	Aktivitas 6.1, 6.2, 6.3, dan 6.8
	Unjuk kerja	Aktivitas 6.4, 6.5, 6.6, dan 6.7
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 6.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Aktivitas 6.1

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; istilah ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; istilah ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{20} \times 100$$

Tabel 6.3 Contoh Rubrik Unjuk Kerja

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Prosedur kerja** • Melaksanakan semua prosedur • Urutan prosedur benar • Menggunakan alat dan bahan sesuai prosedur • Melaksanakan prinsip keselamatan kerja	4 poin terpenuhi	4	5
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
2.	**Tampilan data hasil observasi** • Menggambar sesuai dengan pengamatan • Objek yang diamati benar • Keterangan pada gambar benar • Perbandingan ukuran struktur pada gambar sesuai	4 poin terpenuhi	4	4
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
3.	**Kebersihan** • Membersihkan alat yang telah digunakan • Mengembalikan alat dan bahan pada tempatnya • Tidak merusakkan alat dan bahan • Rapi selama melaksanakan praktikum	4 poin terpenuhi	4	1
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{40} \times 100$$

Tabel 6.4 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Perencanaan** • Pemilihan lokasi observasi • Pemilihan perlengkapan dan cara memperoleh data • Rancangan jadwal proses pelaksanaan proyek • Pemilihan media kampanye	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
2.	**Proses pelaksanaan proyek** • Persiapan perlengkapan observasi • Persiapan pertanyaan wawancara • Kesesuaian data yang dicari dengan perencanaan proyek • Kerja sama kelompok	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Hasil produk kampanye** • Media yang digunakan menarik • Menampilkan gambar • Kebenaran isi media kampanye • Kemudahan dalam memahami media kampanye	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
4.	**Presentasi** • Penggunaan bahasa yang baik dan benar • Penyampaiannya mudah dipahami • Penggunaan media yang menarik • Kekompakan tim	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{40} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, hasil produk, dan presentasi.

Selama melakukan asesmen formatif maupun sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait Aktivitas 6.7 yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Bagus, Danes telah mampu merancang sebuah percobaan terkait faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan jamur, menganalisis data, dan menyusun simpulan dengan baik. Danes perlu berlatih lagi menampilkan data dalam bentuk tabel dan grafik agar mudah dibaca oleh pembaca laporan."

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 6.1

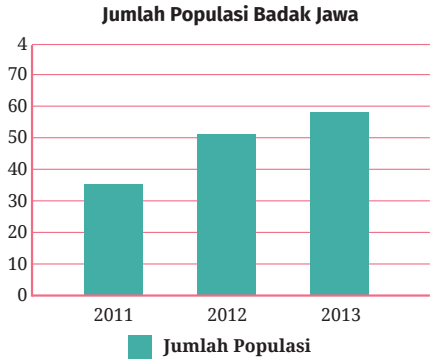
Seluruh jawaban bergantung pada hasil observasi peserta didik. Tekankan bahwa ada keanekaragaman pada sayur dan buah.

2. Aktivitas 6.2

1. Kelebihan: dapat memproduksi tanaman dalam jumlah banyak dengan sifat yang sama.
2. Kelemahan: sifat tanaman seragam sehingga tidak ada variasi pada tanaman yang dihasilkan.
3. Dapat, akan tetapi hasil kloning menghasilkan hewan yang sifatnya sama sehingga tidak ada variasi.

3. Ayo Berlatih Subbab A

1. a. Grafik populasi badak



   b. Berdasarkan informasi populasi badak akan meningkat karena akan disiapkan habitat kedua dan dilakukan penangkaran.

   c. Solusi penangkaran, mempertahankan keberadaan habitat atau yang lainnya yang logis sebagai upaya pelestarian.

2. Pernyataan:
   a. Meletakkan kamera di beberapa tempat, kemudian menganalisis gambar hewan yang terekam dengan parameter tertentu untuk menentukan spesies yang sama. **(benar)**

   b. Menghitung jumlah spesies pada beberapa wilayah tertentu, kemudian menghitung total dari seluruh hasil hitungan. **(salah)**

   c. Memberi tanda pada spesies yang ditemui, hingga tidak menemukan spesies yang tidak memiliki tanda, kemudian menghitung jumlah tanda yang telah digunakan. **(benar)**

4. Aktivitas 6.3

Diberikan kebebasan pada peserta didik untuk melakukan pengelompokan asalkan pengelompokannya sesuai dengan dasar pengelompokan yang dipilihnya.

5. Aktivitas 6.4

1. Diberikan kebebasan pengelompokan yang dilakukan oleh peserta didik.
2. Benang-benang pada tempe: kingdom fungi; air kolam atau air rendaman jerami: kingdom protista; lumut/paku/tumbuhan: kingdom plantae; semut: kingdom animalia. Karena ciri-cirinya sesuai dengan kingdom tersebut.
   Catatan: jika organisme diganti disesuaikan dengan organisme yang diamati.
3. Ciri kingdom fungi: memiliki hifa; kingdom protista: belum memiliki jaringan yang terdiferensiasi; kingdom plantae: autotrof; kingdom animalia: multiseluler heterotrof.
   Catatan: jawaban bisa merujuk ciri-ciri lain pada tiap-tiap kingdom.
4. Peran jamur tempe: membuat tempe; organisme air kolam: produsen; lumut: dapat dimanfaatkan sebagai obat; semut: detritivor.
   Catatan: jika organisme diganti disesuaikan dengan peran organisme tersebut.

6. Aktivitas 6.5

Membiakkan bakteri

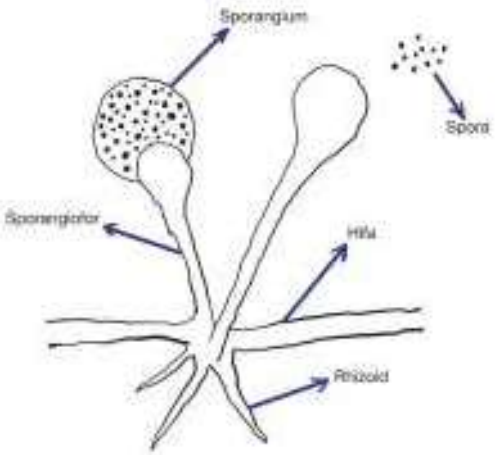
1. Ciri koloni bakteri: bentuk bulat atau tepi rata, warna putih susu atau kekuningan.
2. Faktor yang memengaruhi: kesterilan dan media yang sesuai.

Mengobservasi bakteri

1. Bentuk bakteri: bulat, basil, atau yang lainnya sesuai dengan bakteri yang diobservasi.
2. Karakteristik bakteri yang teramati: bentuk dan apakah berkoloni atau tidak.

7. Aktivitas 6.6

1. Jamur tempe



2. Termasuk kingdom fungi karena memiliki hifa

8. Aktivitas 6.7

1. Catatan guru: tabel hasil pengamatan disesuaikan dengan hasil percobaan dan juga variabel terikat dan variabel bebasnya.
2. Catatan guru: pengaruhnya bergantung pada hasil percobaan.
3. Faktor-faktor yang memengaruhi: kelembapan, jenis media, intensitas penyiraman, dan suhu.

9. Ayo Berlatih Subbab B

1. Diberikan kebebasan kepada peserta didik untuk melakukan pengelompokan, dengan catatan pengelompokan dilakukan sesuai dengan dasar pengelompokan yang digunakan.
2. a. Pernyataan:
   - Mikoriza merupakan simbiosis mutualisme antara fungi dengan akar tumbuhan. **(benar)**
   - Semaian pinus tumbuh dengan baik saat dipindahkan jika ada mikoriza pada akarnya. **(salah)**
   - Pada mikoriza, fungi yang mengolonisasi ke dalam, permukaan, dan di sekitar akar membantu dalam memperluas penyerapan unsur hara. **(benar)**

b. Variabel bebas: pemberian mikoriza atau tidak; variabel terikat: tinggi pohon mangga; hipotesis: pemberian mikoriza memengaruhi tinggi pohon mangga

Pernyataan:

- Tujuan penelitian ini adalah ingin mengetahui efektivitas mikoriza dalam pertumbuhan bibit mangga. **(benar)**
- Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu cara meningkatkan pertumbuhan bibit tanaman mangga. **(benar)**
- Peneliti ingin membandingkan pertumbuhan bibit mangga di tempat kering dengan tempat lembap. **(benar)**

c. Dapat, jika tanaman tersebut dapat bersimbiosis dengan mikoriza, karena mikoriza mampu memperluas penyerapan air dan unsur hara tanaman.

10. Aktivitas 6.8

Jaring-jaring makanan dan rantai makanan disesuaikan dengan hasil pengamatan. Perhatikan kebenaran rantai makanan/jaring-jaring makanan yang disusun dan interaksi yang terjadi.

11. Ayo Berlatih Subbab C

1. Peneliti bermaksud mengidentifikasi interaksi yang terjadi antara kepiting dengan siput. **(benar)**
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk memprediksi populasi rumput laut. **(benar)**

12. Ayo Cek Pemahaman

1. Contoh pengelompokannya adalah hewan berkaki: ayam, sapi, dan bebek; hewan tidak berkaki: belut, ikan, dan lele. Cara pengelompokannya berdasarkan satu ciri yang dijadikan persamaan.

   Catatan: peserta didik dapat melakukan pengelompokan dengan cara lain. Perhatikan dasar pengelompokan yang digunakan dan kebenarannya.

2. a. Pernyataan:
   - Udang dan siput berkompetisi untuk mendapatkan makanan. **(benar)**
   - Jika ikan besar dihilangkan pada jaring-jaring makanan tersebut maka populasi udang akan meningkat tajam. **(salah)**
   - Kodok, ikan besar, dan ular merupakan organisme pada tingkatan trofik III. **(benar)**

   b. Pernyataan:
   - Menghitung jumlah masing-masing organisme pada tingkatan tropiknya. **(benar)**
   - Menimbang berat kering organisme pada masing-masing tingkatan trofik. **(salah)**
   - Menggambar ukuran blok sesuai dengan jumlah organisme pada tingkatan trofiknya. **(benar)**

K. Refleksi

Refleksi perlu dilakukan oleh guru terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini. Refleksi ini dilakukan untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya dan juga hal-hal positif yang tetap dapat dipertahankan dalam proses pembelajaran. Selain itu, refleksi juga diperlukan untuk mengecek apakah masih ada peserta didik yang mengalami miskonsepsi, sehingga dapat segera dilakukan tindak lanjut untuk menghilangkan miskonsepsi tersebut. Contohnya, ketika guru mendapatkan refleksi bahwa peserta didik memiliki kemampuan yang rendah dalam menggunakan mikroskop, guru dapat memberikan pelatihan mandiri kepada peserta didik terkait penggunaan mikroskop.

L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar seperti buku Biologi karangan Campbell (Campbell, Niel. A. dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi*. Jakarta: Erlangga.) atau menyimak situs mongabay.co.id untuk mendapatkan informasi terkait pelestarian keanekaragaman hayati. Sumber utama belajar dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Bab VII

Panduan Khusus

Energi Terbarukan

A. Pendahuluan

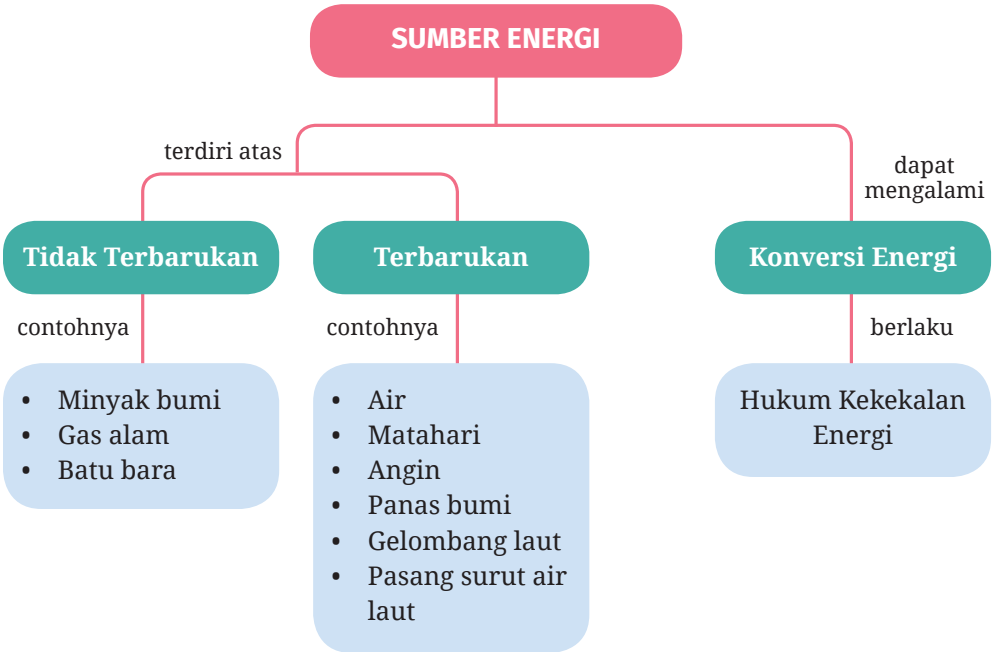
Energi terbarukan merupakan solusi dari masalah ketersediaan energi dalam skala lokal, regional, serta dapat memanfaatkan sumber daya energi setempat. Hal penting lainnya adalah tidak merusak lingkungan. Sistem penyediaan energi yang dapat memenuhi kriteria adalah sistem konversi energi yang memanfaatkan sumber daya energi terbarukan, seperti matahari, angin, air, dan biomassa.

Sebelumnya, peserta didik telah mempelajari pembahasan mengenai kimia hijau yang merupakan salah satu tujuan program pembangunan berkelanjutan SDGs. Wawasan peserta didik akan diperluas lagi melalui pembahasan energi terbarukan yang merupakan salah satu tujuan program pembangunan berkelanjutan SDGs lainnya. Dengan penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan, keseimbangan ekosistem dan keanekaragaman hayati yang dipelajari pada materi biologi dapat terjaga, serta menjadi salah satu solusi guna mengurangi dampak pemanasan global.

Setelah mempelajari Bab 7 Energi Terbarukan, peserta didik diharapkan dapat:

1. menemukan fakta masalah ketersediaan energi yang terjadi,
2. mengidentifikasi berbagai jenis sumber energi,
3. mengidentifikasi potensi sumber energi lokal beserta dampak penggunaannya,
4. menemukan masalah ketersediaan energi yang ada di lingkungan sekitar tempat tinggal,
5. membuat produk pemanfaatan sumber energi alternatif,
6. merencanakan rancangan pembuatan alat atau prototipe penghasil energi sederhana sebagai solusi masalah ketersediaan energi,
7. memperbaiki rancangan alat atau prototipe penghasil energi sederhana yang telah diujicobakan,
8. melaporkan hasil pembuatan produk pemanfaatan sumber energi alternatif.

Berikut ini merupakan peta konsep dari materi energi.



Seluruh materi ini dapat disampaikan dengan alokasi waktu 27–33 jam pelajaran (JP). Kisaran alokasi waktu penyampaian materi tersebut bergantung dengan kondisi aktual di satuan pendidikan. Guru perlu memerhatikan keragaman kondisi, potensi, kemampuan individu peserta didik, dan dinamika kelas.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari energi terbarukan adalah energi dan perubahannya, serta gaya dan gerak yang sudah dipelajari sebelumnya pada fase D. Dengan demikian, ada baiknya materi prasyarat diulas terlebih dahulu sebelum melangkah pada materi energi terbarukan. Pembahasan materi prasyarat dapat dilakukan dengan cara mengajak peserta didik mengingat kembali konsep prasyarat tersebut secara lisan, memberikan bahan materi terkait materi prasyarat dalam beragam bentuk media, seperti video, gambar, dan lain-lain, serta memberikan ulasan bacaan singkat mengenai materi prasyarat.

C. Penyajian Materi Esensial

Berikut adalah konsep penting atau konsep kunci energi terbarukan:

1. Kebergantungan masyarakat terhadap energi fosil menimbulkan berbagai masalah, antara lain:
   a. Laju penggunaan bahan bakar fosil jauh lebih cepat dari produksinya di alam. Kondisi tersebut dapat berpotensi menimbulkan terjadinya krisis energi.
   b. Dampak lingkungan yang ditimbulkan akibat eksplorasi dan pengolahan bahan bakar fosil, antara lain lahan sisa pertambangan yang tandus dan rusak, serta pencemaran akibat pembuangan limbah hasil produk energi.
2. Sisa hasil pembakaran bahan bakar fosil menimbulkan polutan yang berkontribusi terhadap peristiwa pemanasan global.
3. Penggunaan energi terbarukan sebagai solusi pemenuhan kebutuhan energi masyarakat, sekaligus energi yang ramah lingkungan. Energi terbarukan merupakan sumber energi yang dapat diperbarui secara alami dalam waktu yang relatif cepat. Contoh sumber energi terbarukan adalah matahari, panas bumi, biomassa, air, dan angin.
4. Konversi energi merupakan perubahan energi dari bentuk awal tersedia di alam menjadi bentuk yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Segala aktivitas konversi energi didasari oleh hukum kekekalan energi, yaitu energi total tidak berubah untuk semua perubahan yang terjadi di alam.
5. Teknologi penyimpanan energi dapat membantu mengatasi tantangan fluktuasi pasokan energi dari sumber terbarukan, sehingga energi dapat digunakan ketika dibutuhkan. Contohnya adalah sistem penyimpanan termal dan baterai.
6. Efisiensi energi merupakan penggunaan energi yang lebih sedikit untuk mendapatkan hasil kerja yang sama atau melakukan tugas yang sama.

D. Apersepsi

Apersepsi dapat dilakukan dengan beberapa alternatif berikut ini:

1. Menggunakan kasus awal yang disajikan pada bagian awal buku.
   a. Mengarahkan peserta didik untuk mengamati kasus dengan konteks sebuah desa terpencil yang belum pernah menikmati energi listrik di Indonesia.
   b. Memberi kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang telah didapatkan dari cuplikan berita tersebut.
   c. Memberi kesempatan pada peserta didik untuk bertanya atau menanggapi mengenai hal-hal yang berkaitan dengan berita tersebut.
   d. Poin b dan c dapat dilaksanakan secara tertulis pada buku latihan peserta didik masing-masing dan/atau secara lisan.
   e. Sebagai pengantar, sebelum masuk ke dalam materi pembelajaran, guru dapat memberikan pertanyaan kepada peserta didik:

      "Di Indonesia, masih terdapat tempat yang belum menikmati energi listrik secara optimal. Salah satu penyebabnya adalah tempat tersebut sulit diakses oleh kendaraan berat. Bagaimana solusinya agar masyarakat di daerah tersebut juga dapat menikmati energi listrik?"

2. Menggunakan masalah yang sedang populer dalam masyarakat berkaitan dengan ketersediaan energi.
   a. Guru menyediakan teks bacaan berupa berita tentang masalah ketersediaan energi listrik bagi masyarakat dan/atau peserta didik mencari dan menggali berita tersebut.
   b. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk memberikan pendapatnya:

      "Bagaimana kebermanfaatan pengetahuan ketersediaan energi listrik bagi masyarakat?"

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran bertujuan untuk mengukur penguasaan materi prasyarat (jika ada), dan mengetahui kemampuan awal peserta didik terhadap materi (pengetahuan, keterampilan, sikap) yang akan dipelajari.

Berikut ini merupakan alternatif contoh penilaian sebelum pembelajaran:

Contoh penilaian sebelum pembelajaran:

Instruksi 1: Tuliskanlah hal-hal yang kamu ketahui tentang energi!

Instruksi 2: Berdasarkan pengalamanmu, seberapa menarik materi tentang energi?

Sangat kurang menarik — Sangat menarik

Arsirlah gambar bintang untuk menggambarkan ketertarikanmu pada materi energi. Jumlah bintang menggambarkan nilai ketertarikanmu terhadap materi energi.

Jawaban instruksi 1 digunakan untuk menggali informasi ranah kognitif peserta didik melalui pengalaman belajar pada fase sebelumnya. Jawaban instruksi 2 digunakan untuk menggali informasi ranah sikap (afektif) dilihat dari minat peserta didik terhadap materi tentang energi, sementara hasil penilaian ini digunakan sebagai bahan untuk merancang strategi pembelajaran yang tepat sesuai kebutuhan peserta didik (diferensiasi).

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan untuk materi energi terbarukan adalah 27–33 JP. Alokasi waktu pembelajaran bergantung pada metode pembelajaran dan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi guru perlu memastikan bahwa seluruh materi pokok penting dapat dikuasai oleh peserta didik.

Tujuan pembelajaran (TP) untuk bab ini adalah mengaplikasikan penggunaan sumber energi alternatif sederhana dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi. Tujuan pembelajaran ini diuraikan lebih lanjut ke dalam kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) atau indikator pencapaian tujuan pembelajaran pada setiap submateri. KKTP atau indikator pada setiap submateri harus memuat aspek pengetahuan dan keterampilan sesuai dengan Capaian Pembelajaran (CP). Aktivitas dan model pembelajaran

dapat ditentukan berdasarkan KKTP yang telah disusun. Berikut ini merupakan contoh pemetaan TP, KKTP, dan aktivitas pembelajaran pada Buku Siswa.

Tabel 7.1 Pemetaan TP, KKTP, dan Aktivitas Pembelajaran

Tujuan Pembelajaran (TP)	Submateri	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	Aktivitas
Peserta didik mampu mengaplikasikan penggunaan sumber energi alternatif sederhana dan pemanfaatannya untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi.	Masalah ketersediaan energi listrik	Menemukan fakta masalah ketersediaan energi yang terjadi	Aktivitas 7.1
	Energi dan konversi energi	Mengidentifikasi berbagai perubahan bentuk energi	Aktivitas 7.2
	Macam-macam sumber energi	Mengidentifikasi berbagai jenis sumber energi	Aktivitas 7.3
		Mengidentifikasi potensi sumber energi lokal beserta dampak penggunaannya	Aktivitas 7.4
	Dampak eksplorasi dan penggunaan energi	Membuat produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Pengayaan
	Gaya hidup hemat energi	Merencanakan rancangan pembuatan alat atau prototipe penghasil energi sederhana sebagai solusi masalah ketersediaan energi	Pengayaan
		Memperbaiki rancangan alat atau prototipe penghasil energi sederhana yang telah diujicobakan	Pengayaan
		Melaporkan hasil pembuatan produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Pengayaan

Guru berperan sebagai fasilitator untuk:

1. menuntun peserta didik dalam mengingat kembali materi yang telah didapatkan,
2. memberi penguatan konsep,
3. memberi tuntunan dalam berbagai aktivitas yang dapat memperluas wawasan peserta didik, dan
4. memberi konfirmasi materi berdasarkan seluruh aktivitas yang telah dilakukan oleh peserta didik.

Terdapat beberapa alternatif model pembelajaran yang dapat digunakan pada materi ini adalah *problem-based learning*, *project-based learning*, *research-based learning*, dan inkuiri terbimbing.

Berdasarkan alur yang disusun pada buku peserta didik, alternatif aktivitas pembelajaran salah satunya dapat dilakukan dengan model pembelajaran *problem-based learning*. Alternatif produk pemecahan masalah dapat disajikan dalam berbagai macam bentuk, misalnya poster digital, majalah dinding, artikel, dan komik.

Catatan:

Pemilihan produk pemecahan masalah dapat disesuaikan dengan kondisi peserta didik dan sekolah.

Berikut ini merupakan contoh langkah metode pembelajaran *problem-based learning*.

1. Orientasi pada masalah

   Peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi masalah ketersediaan energi dengan diskusi kelas. Diskusi dimulai dari pengalaman pribadi hingga pengalaman masyarakat, misalnya meminta peserta didik diminta untuk menceritakan pengalaman pribadi tentang ketidaknyamanan yang dialami saat terjadi mati listrik selama berjam-jam, kemudian peserta didik diajak mengeksplorasi berbagai masalah ketersediaan energi listrik yang dialami masyarakat Indonesia, seperti sebuah desa terpencil tanpa aliran listrik, sebuah wilayah yang hanya dialiri listrik pada siang hari saja, dan lain-lain.

2. Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar

Peserta didik dibagi ke dalam beberapa kelompok dengan anggota sekitar 5–6 orang. Peserta didik secara berkelompok diminta untuk mengerjakan Aktivitas 7.1 terkait masalah ketersediaan energi listrik yang tidak diimbangi dengan peningkatan kebutuhan secara pesat. Setelah itu, peserta didik mempresentasikan hasil eksplorasinya.

Catatan:

Jika pembelajaran terdapat proses pencarian data di internet, beri penekanan kepada peserta didik untuk memastikan sumber bacaan terpercaya. Guru perlu memberi arahan kepada peserta didik sumber bacaan apa saja yang dapat digunakan sebagai referensi dalam pengerjaan tugas. Ingatkan peserta didik untuk mencantumkan sumber bacaan pada setiap penugasan. Guru perlu mendampingi peserta didik dalam proses pemilihan sumber bacaan.

3. Penyelidikan individu maupun kelompok

Setelah peserta didik diberikan pengarahan mengenai masalah, peserta didik diarahkan untuk membangun dasar pengetahuan energi alternatif secara terstruktur melalui tugas yang diberikan. Langkah ini dimulai dari mengingatkan kembali pengetahuan yang telah didapatkan sebelumnya tentang macam-macam bentuk energi dan konversi energi melalui Aktivitas 7.2 secara individu. Setelah mengulas materi prasyarat, peserta didik diajak untuk mengenal berbagai macam sumber energi, beserta manfaat dan dampak yang dihasilkan pada Aktivitas 7.3.

Peserta didik membaca submateri “Pemanfaatan Potensi Sumber Energi Lokal sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik” secara individu terlebih dahulu. Kemudian, berkumpul dengan teman sekelompok dan mendiskusikan pertanyaan nomor 1 dan 2 pada Aktivitas 7.4. Peserta didik mengambil inspirasi dari upaya masyarakat dalam memenuhi kebutuhan energi listrik.

Selanjutnya, peserta didik ditugaskan untuk mengamati potensi sumber daya alam di sekitar lingkungan tempat tinggal (pertanyaan nomor 3 Aktivitas 7.4) secara individu terlebih dahulu, kemudian peserta didik diminta

berkelompok dan memilih satu topik sumber daya alam. Topik yang dipilih berdasarkan kesepakatan kelompok digali lebih mendalam dan dilaporkan dalam beragam bentuk karya.

Contoh lembar kerja kelompok:

Setelah kalian melakukan observasi potensi sumber energi di lingkungan sekitar tempat tinggal masing-masing, diskusikanlah hasil observasi kalian dan buatlah laporan diskusi dengan menjawab format berikut ini.

1. Potensi sumber energi yang dapat dimanfaatkan di lingkungan sekitar adalah sebagai berikut.
   a. .....
   b. .....
   c. dan seterusnya.
2. Potensi sumber energi yang ingin digali lebih lanjut adalah ....
3. Alasan kelompok kami memilih sumber energi tersebut untuk dipelajari lebih lanjut adalah ....

Peran guru pada tahapan ini adalah untuk memantau keterlibatan peserta didik dalam kegiatan diskusi dan pengumpulan informasi selama proses penyelidikan.

4. Pengembangan dan penyajian hasil karya

Setelah peserta didik mengumpulkan pengetahuan pada tahap penyelidikan individu maupun kelompok, hasil penggalian informasi mengenai topik yang disepakati kelompok disajikan dalam bentuk karya yang disepakati kelompok. Pemberian penugasan dengan topik pilihan dan bentuk karya yang berbeda-beda merupakan bentuk pembelajaran berdiferensiasi dari segi proses dan produk.

Guru berperan sebagai pemantau jalannya diskusi. Pada tahap ini, guru membimbing proses penyusunan karya setiap kelompok hingga siap untuk dipresentasikan.

5. Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah

   Presentasi produk dilaksanakan secara berkelompok. Kelompok lainnya dipersilakan memberikan tanggapan pada kelompok yang presentasi. Diskusi antarkelompok ini dapat melengkapi atau memperbaiki isi produk. Setiap kelompok melakukan presentasi, kelompok yang lain memberikan apresiasi. Kegiatan dilanjutkan dengan merangkum atau membuat kesimpulan sesuai dengan masukan yang diperoleh dari kelompok lain.

   Guru memantau jalannya diskusi dan presentasi, serta mendorong kelompok mengapresiasi dan memberi masukan kepada kelompok lain. Pada akhir presentasi, peserta didik dan guru menyimpulkan materi bersama-sama.

Catatan:

- Pada kegiatan diskusi kelompok, guru dapat menyajikan beberapa bahan bacaan cetak tambahan lainnya untuk setiap kelompok jika daerahnya mengalami kendala koneksi internet.
- Jika terkendala ketersediaan komputer untuk keperluan presentasi, presentasi dapat menggunakan karton.
- Kegiatan presentasi kelas dapat juga diganti dengan kegiatan pameran kecil di sekolah.

Jika kondisi sekolah dan kondisi peserta didik memadai, contoh alternatif model pembelajaran lain yang menghasilkan proses dan produk pembelajaran yang lebih kompleks adalah sebagai berikut.

1. Metode *project-based learning* menghasilkan produk pembelajaran berupa alat atau pelaksanaan sistem. Dengan metode pembelajaran ini, peserta didik dapat memahami bagaimana konsep membuat produk. Adapun metode ini dapat dilakukan dengan beberapa alternatif pendekatan, salah satunya adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Pada pendekatan STEM, produk dievaluasi dan diolah kembali melalui proses *redesign*, serta memerhatikan nilai estetika produk, sehingga peserta didik dapat membuat produk dengan hasil akhir terbaik. Dengan pendekatan ini, guru dapat berkolaborasi dengan guru mata pelajaran lain, seperti matematika, seni rupa, dan informatika.

Tabel 7.2 Contoh Aktivitas Pembelajaran dengan Pendekatan STEM

Tahapan STEM	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran	Metode	Aktivitas Kelas
Guru menyajikan masalah terkait ketersediaan energi.	Menemukan fakta masalah ketersediaan energi yang terjadi	Demonstrasi, Diskusi, dan eksplorasi	Aktivitas 7.1 Menulis uraian tentang masalah ketersediaan energi listrik
Peserta didik didorong untuk memikirkan solusi yang berupa teknologi.	Mengidentifikasi berbagai jenis sumber energi	Diskusi dan eksplorasi	Aktivitas 7.2, 7.3, dan 7.4 Membuat tabel informasi mengenai bermacam-macam pembangkit listrik yang telah ada di Indonesia dan mencari ide alat yang ingin dibuat
	Mengidentifikasi potensi sumber energi lokal beserta dampak penggunaannya	Diskusi dan eksplorasi	
Peserta didik dibimbing untuk mendesain teknologi.	Merencanakan produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi dan eksplorasi	Pengayaan Membuat rancangan produk sumber energi terbarukan
• Peserta didik membuat prototipe teknologi • Peserta didik menguji prototipe yang dikembangkan • Peserta didik memperbaiki desain teknologinya	Membuat, mengevaluasi, dan memperbaiki produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi, eksplorasi, dan proyek	Membuat produk berdasarkan rancangan, mempresentasikan hasil evaluasi, dan memperbaiki produk kembali
Peserta didik mengomunikasikan hasil	Melaporkan hasil pembuatan produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi, eksplorasi, dan proyek	Membuat laporan pembuatan produk

Jika materi energi alternatif disampaikan dengan metode *project-based learning*, berikut ini contoh Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dapat digunakan.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Tahap 1: Rencana Proyek Energi Terbarukan

1. Amatilah potensi energi yang ada di sekitar sekolah dan/atau tempat tinggal kalian. Buatlah daftar masalah yang kalian temukan.

No.	Nama Pemberi Ide	Ide
1.		
2.		
3.		
4.		
dst.		

   Usahakanlah agar alat yang dibuat memiliki daya guna (dapat digunakan sehari-hari). Pertimbangkan juga ketersediaan alat dan bahan baku dalam perancangan yang dibuat. Misalnya, studi potensi kelistrikan cabai rawit, karena tanaman cabai rawit telah tersedia di pekarangan rumah.

2. Diskusikan dan pilihlah satu ide yang paling mungkin kalian buat.
   a. Tuliskan ide apa yang kalian pilih!
   b. Jelaskanlah alasan kalian memilih ide tersebut!
3. Adakah alat dan bahan yang dibutuhkan untuk mewujudkan proyek tersebut? Jika ya, buatlah daftar alat dan bahan, jumlahnya, beserta perincian biaya yang dibutuhkan. Jelaskan penggunaan alat dan bahan tersebut!
4. Jelaskanlah cara membuat alat yang kalian rancang. Gambarkan desain alat yang dibuat dan jelaskan prinsip kerja alat tersebut!
5. Adakah prinsip fisika dalam ide tersebut? Jelaskan!
6. Adakah dampak yang dihasilkan dari ide yang kalian rancang? Kalian dapat meninjaunya dari berbagai aspek misalnya lingkungan, sosial, dan ekonomi.

7. Metode *research-based learning* menghasilkan produk berupa alat dan makalah penelitian sederhana. Melalui metode pembelajaran ini, peserta didik dilatih untuk memecahkan masalah dengan pemikiran yang orisinal dan kreatif. Selain itu, metode pembelajaran ini dapat membekali peserta didik keterampilan pemecahan masalah dan asimilasi informasi dengan pemikiran kreatif dan original.

Tabel 7.3 Contoh Aktivitas Pembelajaran dengan *Model Research-Based Learning*

Tahapan *Research-Based Learning*	Indikator Pencapaian Tujuan Pembelajaran	Metode	Aktivitas
Guru menyajikan berita tentang masalah ketersediaan energi listrik, dan peserta didik mengklarifikasi isu, pertanyaan, tantangan, dan teka-teki.	Menemukan fakta masalah ketersediaan energi yang terjadi	Demonstrasi, diskusi, dan eksplorasi	Aktivitas 7.1 Mengumpulkan data masalah ketersediaan energi dan membuat uraian penjelasannya
Peserta didik mengumpulkan dan memproses informasi.	Mengidentifikasi berbagai jenis sumber energi	Diskusi dan eksplorasi	Aktivitas 7.2, 7.3, dan 7.4 Mencari informasi mengenai macam-macam pembangkit listrik yang telah ada di Indonesia
	Mengidentifikasi potensi sumber energi lokal beserta dampak penggunaannya	Diskusi dan eksplorasi	
• Mengumpulkan dan memproses informasi • Berpikir kritis dan kreatif • Mengaplikasikan pengetahuan dan gagasan, dan menggambarkan kesimpulan	Merencanakan produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi dan eksplorasi	Pengayaan Membuat rancangan produk sumber energi terbarukan
	Membuat produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi, eksplorasi, eksperimen, dan proyek	Membuat produk dan mempresentasikan evaluasi kegiatan pembuatan produk
Mengomunikasikan hasil	Melaporkan hasil pembuatan produk pemanfaatan sumber energi alternatif	Diskusi, eksplorasi, dan proyek	Membuat laporan hasil penelitian sederhana

Catatan:

Sebaiknya peserta didik diberi kebebasan memilih produk yang ingin dibuat. Hal tersebut merupakan salah satu wujud nyata terlaksananya diferensiasi pembelajaran dari sisi proses dan produk.

Jika kondisi peserta didik dan kondisi sekolah tidak memungkinkan untuk memilih produk, guru dapat memberikan proyek produk sederhana, contohnya pembuatan baterai dengan menggunakan berbagai limbah organik.

G. Pengayaan dan Remedial

Apabila seluruh kegiatan konstruksi pengetahuan yang disajikan dalam bentuk Aktivitas 7.1 hingga 7.4 dapat terlaksana dengan baik, hasil dari proses lanjutannya tidak hanya produk solusi berupa gagasan tertulis yang disajikan dalam berbagai bentuk media. Produk solusi yang dapat dihasilkan dapat berupa alat konversi energi sederhana, alat penghemat energi atau meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil, sistem regulasi sederhana penghemat energi yang diterapkan dalam skala kelas atau rumah, dan lain-lain. Langkah-langkah umum pengerjaan proyek pembuatan produk dan format laporan dapat mengikuti pengayaan.

Catatan:

Pemilihan produk yang dihasilkan dan metode pembelajaran perlu memerhatikan kondisi sekolah dan peserta didik. Metode pembelajaran dengan produk pembelajaran yang kompleks, dibuat opsional dan instruksinya diakomodir dalam fitur pengayaan pada Buku Siswa. Instruksi pengayaan dapat dimodifikasi dan disesuaikan dengan metode, pendekatan, dan strategi pembelajaran yang digunakan.

Adapun bagi peserta didik yang di bawah rata-rata, strategi pembelajaran alternatif perlu disiapkan bagi peserta didik yang akan mengikuti remedial untuk menjamin ketercapaian tujuan pembelajaran. Alternatif strategi yang dapat dilakukan bagi peserta didik yang masih belum memenuhi KKTP adalah membuat lembar perbaikan untuk tugas dan tes, dan memberi soal baru yang

sejenis pada bagian indikator yang belum memenuhi syarat, misal dengan format berikut.

Lembar Remedial:

1. Bagian mana yang sebelumnya dijawab kurang tepat?
2. Bagaimana jawaban yang benar?
3. Cobalah kerjakan kembali soal berikut ini.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat bekerja sama dengan orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas pada kegiatan observasi Aktivitas 7.4 dan pengayaan, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses yang dilakukan oleh peserta didik.

Dalam proses penyelesaian tugas-tugas aktivitas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh KKTP untuk bab ini dapat dilihat pada Tabel 7.1. Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 7.4 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis Asesmen	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Tes	Aktivitas 7.2
	Non-Tes	Penilaian kinerja pada Aktivitas 7.1, 7.3, dan 7.4
Sumatif	Tes	Latihan soal terpadu, Ayo Cek Pemahaman, dan Aktivitas 1.7
	Non-Tes	Aktivitas 1.7

Catatan:

Penilaian dalam tabel adalah contoh. Guru dapat memodifikasi penilaian disesuaikan dengan kondisi masing-masing sekolah. Remedial dapat dilakukan dengan pemberian tugas atau pembelajaran ulang yang diakhiri dengan tes. Tes remedial yang disusun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang belum tuntas pada masing-masing peserta didik.

Tabel 7.5 Contoh Rubrik Penilaian Aktivitas 7.1

Indikator Penilaian	Perlu Bimbingan	Cukup	Baik	Sangat Baik
	0,0–1,5	1,6–2,9	3,0–3,5	3,6–4,0
Sistematika penulisan	Tidak mengumpulkan tugas	Penulisan kurang sesuai dengan format yang diarahkan oleh guru dan penjelasan kurang runut	Penulisan esai sesuai format format yang diarahkan oleh guru, tetapi penjelasan kurang runut	Penulisan esai sesuai format yang diarahkan oleh guru, penjelasan runut, dan menjelaskan masalah dengan baik
Ketersediaan data		Seluruh pernyataan tidak disertai dengan data dan fakta di lapangan	Beberapa pernyataan disertai dengan data dan fakta di lapangan	Seluruh pernyataan disertai dengan data dan fakta di lapangan
Kualitas sumber tulisan		Tidak mencantumkan daftar pustaka	Terdapat sumber bacaan dari sumber kurang terpercaya	Seluruh sumber bacaan dari sumber terpercaya

Nilai akhir = (total nilai : 3) × 25

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, hasil produk dan presentasi.

J. Kunci Jawaban

1. Aktivitas 7.1

Pada penugasan ini, jawaban peserta didik terdapat mengandung beberapa kunci penilaian berikut.

- Data sesuai dengan grafik yang ditampilkan
- Penjelasan sesuai dengan instruksi penugasan
- Sumber bacaan dicantumkan pada jawaban

2. Aktivitas 7.2

1. Menentukan besaran-besaran yang perlu diketahui untuk mengetahui besar energi terkait beserta dimensi dan alat ukurnya.

No.	Bentuk Energi	Besaran yang perlu diketahui	Satuan SI	Alat Ukur	Dimensi
1.	Energi kinetik pada mobil mainan yang bergerak lurus.	Kecepatan mobil mainan (panjang lintasan dan waktu tempuh)	Panjang (m) dan waktu (s)	Panjang lintasan: penggaris Waktu: *stopwatch*	$[L][T]^{-1}$
2.	Energi potensial pada benda yang dijatuhkan pada ketinggian tertentu.	Ketinggian	m	Penggaris, meteran	[L]
3.	Kalor air yang dipanaskan.	Massa dan perubahan suhu (suhu awal dan akhir)	Massa (kg) dan perubahan suhu (K)	Massa: neraca Perubahan suhu: termometer	Massa: [M] Suhu: [θ]

No.	Bentuk Energi	Besaran yang perlu diketahui	Satuan SI	Alat Ukur	Dimensi
4.	Energi listrik yang dihasilkan oleh generator kecil.	Beda potensial, kuat arus listrik, dan hambatan listrik	Beda potensial (V) Kuat arus listrik (A) Hambatan listrik (Ω)	Multimeter	Beda potensial: $[M][L]^2[T]^{-3}[I]^{-1}$ Kuat arus listrik: [I] Hambatan listrik: $[M][L]^2[T]$

2. Menentukan satuan SI dan dimensi dari besaran yang merupakan konstanta berikut ini.

No.	Bentuk Energi	Besaran/ Konstanta	Satuan SI	Dimensi
1.	Energi potensial gravitasi	Percepatan gravitasi (g)	m/s^2	$[L][T]^{-2}$
2.	Kalor	Kalor jenis (c)	J/kg.K	$[L]^2[T]^{-2}[\theta]^{-1}$

3. Membuktikan bahwa persamaan ini memiliki dimensi yang sama dengan energi.

No.	Dimensi Energi	Bentuk Energi	Persamaan	Dimensi
1.	$\frac{[M][L]^2}{[T]^2}$	Energi kinetik	$E_K = \frac{1}{2}mv^2$	$[M]\{[L][T]^{-1}\}^2 = [M][L]^2[T]^{-2}$
2.		Energi potensial gravitasi	$E_P = mgh$	$[M][L][T]^{-2}[L] = [M][L]^2[T]^{-2}$
3.		Kalor	$Q = mc\Delta T$	$[M]\{[L]^2[T]^{-2}[\theta]^{-1}\}[\theta]$ $= [M][L]^2[T]^{-2}$

3. Aktivitas 7.3

Pada penugasan ini, jawaban peserta didik terdapat mengandung beberapa kunci penilaian berikut.

a. Menyebutkan sumber-sumber energi pembangkit listrik dengan tepat
b. Memberikan contoh lokasi pembangkit listrik yang telah beroperasi dengan tepat
c. Menjelaskan kejadian konversi energi yang terjadi dengan tepat
d. Mengelompokkan jenis sumber energi berdasarkan ketersediaannya dengan tepat
e. Menjelaskan kelebihan masing-masing sumber energi dengan tepat
f. Menjelaskan dampak penggunaan sumber energi dengan tepat
g. Sumber bacaan relevan dicantumkan pada jawaban

Contoh pengelompokan sumber energi berdasarkan ketersediaannya adalah sebagai berikut.

a. Energi tak terbarukan: bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas bumi.
b. Energi terbarukan: angin, matahari, air, gelombang pasang air laut, biomassa, biogas, geotermal, dan lain-lain.

Dampak penggunaan sumber energi tak terbarukan bagi lingkungan.

a. Menyebabkan polusi udara dari gas berbahaya yang dihasilkan menyebabkan banyak dampak, seperti terganggunya kesehatan masyarakat, hujan asam, dan lain-lain.
b. Kerusakan lingkungan akibat alih fungsi lahan hutan untuk eksploitasi sumber energi tak terbarukan, seperti pertambangan batu bara. Kehilangan hutan dapat mengurangi keanekaragaman hayati, mengakibatkan berbagai spesies kehilangan habitatnya, mengganggu keseimbangan ekosistem, dan memperburuk perubahan iklim.
c. Limbah beracun hasil pengolahaan sumber energi tidak terbarukan terlepas ke lingkungan yang berdampak terhadap ekosistem.
d. Dan lain-lain.

Kemungkinan jumlah jawaban setiap peserta didik atau jumlah sumber energi yang diulas berbeda-beda. Guru dapat memberi standar minimal jumlah sumber energi yang diulas, misalnya minimal empat sumber energi. Guru dapat memutuskan cara penilaiannya bergantung pada keadaan peserta didik.

4. Aktivitas 7.4

Jawaban bergantung pada nilai-nilai apa yang didapatkan peserta didik dari berita yang ditelusuri oleh peserta didik.

5. Aktivitas 7.5

Jawaban bergantung pada kebiasaan atau sikap peserta didik dalam penggunaan energi dalam kehidupan sehari-hari. Guru hanya perlu memberikan bimbingan untuk peserta didik yang belum terbiasa dengan pola hidup yang hemat energi.

6. Ayo Cek Pemahaman

1. Menentukan benar atau salah

Pernyataan	Benar	Salah
Terdapat sekitar 977 gunung api di dunia.	✓	
Sekitar 46% gunung api di Indonesia sudah dipantau dengan peralatan seismik.		✓
Prinsip kerja generator pembangkit listrik tenaga panas bumi sama dengan prinsip kerja dinamo mobil mainan yang menggunakan baterai untuk memutar roda.		✓
Indonesia memiliki potensi geotermal sekitar 23.966 MW.	✓	

Cara pengerjaan:

Pernyataan 1:

Informasi yang tersedia pada teks bacaan soal adalah “13% dari gunung api di dunia berada di Indonesia, yaitu sebanyak 127 gunung api”, sehingga cara pengerjaannya adalah sebagai berikut.

- 13% × jumlah gunung api di dunia = 127 gunung api
- Jumlah gunung api di dunia = 127 gunung api : 13% = 977 gunung api

Pernyataan 1 benar.

Pernyataan 2:

Informasi yang tersedia pada teks bacaan soal adalah “13% dari gunung api di dunia berada di Indonesia, yaitu sebanyak 127 gunung api, dengan 58 gunung api di antaranya belum dipantau dengan peralatan seismik”, sehingga cara pengerjaannya adalah sebagai berikut.

- Jumlah gunung api yang sudah dipantau dengan peralatan seismik = 127 – 58 = 69 gunung api.
- Persentase gunung api yang sudah dipantau dengan peralatan seismik = $\frac{69}{127} \times 100\% = 54\%$

Pernyataan 2 salah.

Pernyataan 3:

Prinsip kerja dinamo mobil mainan yang menggunakan baterai untuk memutar roda adalah mengubah energi listrik dari baterai menjadi energi mekanik (gerak roda mobil mainan). Teks menjelaskan bahwa uap panas bumi ini memutar turbin (ada energi mekanik) sehingga dapat menghasilkan energi listrik, sehingga prinsip kerja dinamo mobil mainan dan prinsip kerja pembangkit listrik berkebalikan.
Pernyataan 3 salah.

Pernyataan 4:

Informasi yang tersedia pada teks bacaan soal adalah “energi panas bumi yang telah dimanfaatkan baru 8,9% dari seluruh potensi panas bumi yang ada di Indonesia”, ditunjang dengan data infografis energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit listrik geotermal 2.133 MW telah dihasilkan Indonesia, sehingga potensi geotermal di Indonesia dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

- potensi geotermal di Indonesia × 8,9% = energi listrik yang sudah dihasilkan
- potensi geotermal di Indonesia = energi listrik yang sudah dihasilkan : 8,9%
- potensi geotermal di Indonesia = 2.133 MW : 8,9% = 23.966 MW

Pernyataan 4 benar.

2. Pada teks tersebut, penulis menyatakan bahwa “ciri-ciri daerah yang dilalui oleh sabuk sirkum Pasifik adalah memiliki banyak gunung api aktif dan sering terjadi aktivitas seismik.” Pesan yang ingin disampaikan penulis pada pembaca melalui pernyataan tersebut adalah masyarakat harus lebih waspada terhadap potensi bencana yang mungkin terjadi.

   Penjelasan: dengan mengetahui risiko tinggal di daerah sabuk sirkum Pasifik, diharapkan pembaca waspada dan bersiap akan segala kemungkinan bencana yang tidak dapat diprediksi waktunya.

3. Berdasarkan skema gambar dan penjelasan yang tersedia pada teks, alat-alat yang perlu disediakan pada pembangkit listrik tenaga panas bumi untuk menghasilkan energi listrik adalah pipa besi (mengalirkan uap dan air panas), separator, turbin, generator, kondenser, pompa, pengukur tekanan, menara pendingin, dan lain-lain.

K. Refleksi

Selain dilaksanakan oleh peserta didik, refleksi juga perlu dilakukan oleh guru. Refleksi bermanfaat untuk pengembangan diri dan peningkatan kualitas pembelajaran bagi guru. Refleksi yang dilakukan oleh guru akan efektif apabila dilakukan secara rutin dan didokumentasikan dalam bentuk jurnal pribadi. Hal-hal yang dapat diperhatikan kegiatan refleksi proses pembelajaran adalah materi pembelajaran beserta kebermanfaatannya yang disampaikan, metode pembelajaran, kendala selama proses pembelajaran, dan penanganan pada berbagai kelompok peserta didik. Proses refleksi ini akan lebih optimal, apabila guru melakukan diskusi dengan teman sejawat terkait evaluasi proses pembelajaran, baik yang telah dilakukan maupun telah dilakukan. Tanpa kegiatan refleksi, kegiatan pembelajaran akan berlangsung tanpa tujuan yang bermakna bagi guru dan peserta didik. Hasil evaluasi tersebut dapat menjadi acuan dalam pembuatan rencana kegiatan pembelajaran untuk selanjutnya. Data dari hasil proses refleksi dapat digunakan oleh guru untuk membuat keputusan tentang rencana pembelajaran selanjutnya dan memberi pendampingan khusus bagi peserta didik yang memerlukannya.

L. Sumber Belajar Utama

Beberapa sumber referensi yang dapat digunakan bagi guru adalah sebagai berikut.

1. Ferry, R. and Elizabeth. 2020. *Land Art Generator: A Field Guide to Renewable Energy Technologies*. 2nd Edition. [online] tersedia di www. landartgenerator. org
2. Halliday, D., Resnick, and R., Walker, J. 2004. *Fundamentals of Physics.* 7th Edition. New York: John Wiley & Sons Inc.
3. Hewitt, Paul G. 2015. *Conceptual Physics*. 12th Edition. US: Pearson Education, Inc.
4. Sang, D., Jones, G., Chadha, G., and Woodside, R. 2010. *Cambridge International AS and A Level Coursebook*. 2nd Edition Physics. UK: Cambridge University Press.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI REPUBLIK INDONESIA, 2023
Panduan Guru Ilmu Pengetahuan Alam untuk SMA/MA Kelas X (Edisi Revisi)
Penulis : Niken Resminingpuri Krisdianti, Ayuk Ratna Puspaningsih, Elizabeth Tjahjadarmawan
ISBN : 978-623-118-465-8 (jil.1 PDF)

Sumber: freepik/freepik.com (2023)

Bab VIII

Panduan Khusus

Perubahan Iklim

A. Pendahuluan

Perubahan Iklim adalah topik terakhir yang dipelajari oleh peserta didik kelas X SMA/MA. Topik ini menggambarkan tentang fenomena, penyebab, dampak, dan solusi perubahan iklim. Bab ini merupakan aplikasi dari materi-materi sebelumnya, baik pada mata pelajaran fisika, kimia, maupun biologi.

Topik ini berhubungan dengan Bab 5 Kimia Hijau dan Bab 7 Energi Terbarukan sebagai dasar dalam penentuan solusi terkait perubahan iklim, serta Bab 6 Keanekaragaman Makhluk Hidup untuk menjelaskan bagaimana dampak perubahan iklim terhadap ekosistem dan keseimbangan ekosistem. Subbab pada topik ini disusun berjenjang berdasarkan pengetahuan prasyaratnya, contoh peserta didik harus memahami terlebih dahulu tentang interaksi antar-komponen ekosistem sebelum belajar tentang bagaimana dampak perubahan iklim terhadap ekosistem. Berikut ini merupakan peta konsep dari materi perubahan iklim.

B. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Materi prasyarat yang harus dikuasai oleh peserta didik sebelum mempelajari bab ini adalah interaksi antarsistem pengukuran dalam kerja ilmiah, komponen ekosistem, reaksi kimia, dan energi terbarukan.

Guru perlu memeriksa pemahaman dasar dan kondisi awal peserta didik dengan melakukan asesmen awal pembelajaran. Setelah mengetahui hasil asesmen secara umum, guru dapat mengulas kembali materi yang belum dikuasai dengan baik oleh kebanyakan peserta didik di kelas. Untuk peserta didik yang membutuhkan penjelasan materi prasyarat lebih lanjut, guru dapat menyediakan bahan materi terkait materi prasyarat dalam beragam bentuk media, seperti video dan gambar, serta memberikan ulasan bacaan singkat yang mudah diakses oleh peserta didik.

C. Penyajian Materi Esensial

Konsep penting atau konsep kunci yang harus diberikan pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Perubahan iklim ditandai dengan adanya peningkatan suhu bumi dan lautan, pencairan es di kutub dan meningkatnya permukaan air laut, serta adanya pola cuaca yang ekstrem.
2. Perubahan iklim disebabkan oleh peningkatan gas-gas efek rumah kaca akibat aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil.
3. Dampak perubahan iklim dapat terlihat dari banyaknya kejadian bencana alam, seperti kekeringan. Selain itu, perubahan iklim juga berdampak pada keseimbangan ekosistem dan kepunahan dari suatu spesies.
4. Perubahan iklim dapat ditanggulangi dengan cara menekan laju emisi gas-gas rumah kaca dan menerapkan gaya hidup yang lebih ramah lingkungan.

Catatan:

Guru dapat memilih dan mengemas fakta-fakta, penyebab, dan dampak perubahan iklim yang terjadi di sekitar lingkungannya.

D. Apersepsi

Terdapat beberapa strategi penyampaian apersepsi pada bab ini. Berikut adalah beberapa contoh apersepsi yang dapat dilakukan oleh guru.

1. Guru mengajak peserta didik untuk mengidentifikasi musim yang sedang berlangsung saat ini, kemudian tanyakan, "Apakah musim hujan atau musim kemarau?" Setelah itu, guru mengajak peserta didik untuk mengingat apakah ada perbedaan lama musim hujan atau kemarau tahun ini dengan tahun-tahun sebelumnya dan tanyakan perbedaannya.
2. Guru mengajak peserta didik mengamati Gambar 8.1 tentang kekeringan di lahan pertanian. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk melihat berita-berita tentang masalah-masalah lainnya yang ditimbulkan akibat perubahan iklim, seperti banjir, longsor, dan lain-lain. Guru menanyakan, "Apa yang menyebabkan ini terjadi? Apakah ada kaitannya dengan suhu bumi yang meningkat?"
3. Guru mengajak peserta didik untuk berpikir bahwa lingkungan terus mengalami perubahan. Tekankan bahwa perubahan lingkungan terjadi menuju ke arah negatif dengan memberikan contoh-contoh dan perlu adanya tindak lanjut untuk mencegah hal tersebut.

Catatan:

Penjelasan ini merupakan contoh apersepsi. Guru dapat mengembangkan apersepsi lainnya.

E. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Untuk mengetahui kesiapan belajar peserta didik terkait materi pada bab ini, guru harus melakukan asesmen awal. Selain itu, hasil asesmen awal ini juga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam menentukan aktivitas pembelajaran. Guru dapat melakukan asesmen awal pembelajaran dengan berbagai teknik seperti tes tertulis, kuis, atau tanya jawab. Asesmen awal biasanya dilakukan untuk mengetahui pemahaman peserta didik terkait materi prasyarat dan kemampuan awal peserta didik terkait dengan topik pada bab ini. Contoh asesmen awal pada bab ini berupa tes isian sebagai berikut!

Contoh asesmen awal:

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat!

1. Apakah kalian menyadari bahwa terjadi perubahan iklim pada tahun-tahun terakhir?
2. Apa saja contoh aktivitas yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim?
3. Apa saja dampak perubahan iklim terhadap ekosistem?

Catatan:

Guru dapat menggunakan teknik lainnya dalam melakukan asesmen awal, misalnya dengan bantuan aplikasi Kahoot atau Quiziz.

Data asesmen awal tersebut dapat digunakan oleh guru sebagai pedoman dalam menyusun perencanaan pembelajaran. Data ini dapat digunakan dalam mengatur pembagian kelompok ataupun memberikan aktivitas yang beragam sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Contohnya, guru dapat membagi peserta didik secara heterogen sehingga peserta didik yang kemampuan awalnya lebih baik akan memberi bantuan pada peserta didik yang kemampuan awalnya kurang.

F. Panduan Pembelajaran

Waktu yang diperlukan dalam pembelajaran di bab ini adalah 10 jam pelajaran (JP). Guru dapat menyesuaikan waktu berdasarkan kondisi satuan pendidikan masing-masing, tetapi harus tetap memerhatikan agar materi penting pada bab ini dikuasai oleh peserta didik.

Aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam buku ini adalah melakukan proyek yang dilakukan secara bertahap. Pada kegiatan awal, peserta didik melakukan observasi dan mencari data terkait fakta-fakta perubahan lingkungan. Dari data ini, peserta didik akan berlanjut menganalisis penyebab terjadinya perubahan lingkungan dengan kajian literatur atau melakukan wawancara. Guru dapat juga memanfaatkan *graphic organizer* dalam aktivitas ini, seperti dengan menggunakan *fish bone*. *Graphic organizer* ini akan bermanfaat sebagai cara peserta didik dalam menentukan solusi terhadap terjadi perubahan lingkungan

berdasarkan akar masalah yang dipilih dan pada akhirnya peserta didik diajak mengampanyekan terkait solusi yang dipilih dalam media sosialnya masing-masing. Guru juga dapat memandu proyek dengan menggunakan LKPD. Berikut adalah contoh inspirasi LKPD yang dapat digunakan.

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Tujuan:

Peserta didik dapat mengampanyekan solusi permasalahan perubahan iklim.

Langkah Proyek Tahap 1:

1. Secara berkelompok, pilihlah salah satu pantai yang ada di sekitar kalian, kemudian observasi perubahan garis pantai.

   Catatan: jika lokasi jauh dari pantai, kalian cukup mengobservasi wilayah di sekitar kalian dengan mencermati pergeseran musim dan perubahan lamanya musim hujan dan kemarau atau perubahan siklus hidup atau reproduksi hewan dan tumbuhan tertentu yang ada di sekitar kalian.

   Hasil diskusi:
   Lokasi pantai/tempat yang dipilih: .....

   Hasil observasi:

No.	Pengamatan	Keterangan
1.	Perubahan garis pantai (untuk yang memilih pantai)	
2.	Pergeseran musim dan perubahan lamanya musim hujan dan musim kemarau	
3.	Perubahan siklus hidup atau reproduksi hewan dan tumbuhan tertentu	

2. Susunlah pertanyaan-pertanyaan yang akan kalian ajukan dalam melakukan wawancara terkait rata-rata suhu tahunan dan rata-rata curah hujan tahunan di daerahmu selama 10 tahun belakangan ini.

   Hasil diskusi:
   Pertanyaan yang akan diajukan dalam wawancara:
   1. .....
   2. .....
   3. dan seterusnya.

3. Kunjungilah BMKG terdekat, kemudian lakukanlah wawancara kepada petugas BMKG. Jika kalian jauh dari BMKG, kalian dapat mengunjungi situs BMKG untuk mendapatkan informasi ini.

Aktivitas proyek, selain melatih literasi dan keterampilan berpikir, juga melatih kepekaan peserta didik terhadap masalah atau isu-isu yang terjadi di lingkungan sekitar. Dalam melakukan proyek, guru sebaiknya memberikan kebebasan kepada peserta didik untuk memecahkan masalah yang dipilihnya.

Catatan:

Guru dapat menggunakan *graphic organizer* lainnya dalam melakukan proyek dan melakukan pengamatan sesuai dengan kondisi lingkungan yang ada di sekitarnya

Dalam proses pembelajaran, model yang dianjurkan adalah *project-based learning* sesuai dengan aktivitas proyek yang akan dilakukan. Meskipun demikian, guru juga dapat menggunakan berbagai metode atau model pembelajaran lainnya yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan dan hasil asesmen awal. Contohnya menggunakan *problem-based learning*.

Miskonsepsi yang sering terjadi dalam bab ini adalah menganggap 1) menipisnya lapisan ozon adalah penyebab dari perubahan iklim, dan 2) efek rumah kaca terjadi karena banyak rumah atau gedung bertingkat yang menggunakan kaca. Untuk mengatasi miskonsepsi, guru dapat melakukan diskusi lebih mendalam terkait miskonsepsi yang terjadi atau mengajak peserta didik berdiskusi di dalam kelompok kecil dengan memberikan pertanyaan terkait

miskonsepsi. Dengan melakukan kegiatan ini, peserta didik diberikan ruang untuk mengungkapkan pemahamannya dan guru dapat menguatkan konsep atau memperbaiki miskonsepsi.

G. Pengayaan dan Remedial

Peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dapat diberikan pengayaan. Kegiatan pengayaan yang dilakukan pada bab ini adalah dengan menganalisis dan mengkritisi kalimat yang terkait perubahan iklim. Bagi peserta didik yang belum mencapai KKTP dapat diberikan program remedial. Program remedial dapat dilakukan dengan berbagai strategi, seperti melakukan diskusi, penugasan yang diakhiri dengan diskusi, atau pembelajaran ulang. Perlu dicermati bahwa program remedial ini dilakukan untuk mencapai KKTP yang belum tercapai.

H. Interaksi dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari informasi dengan melakukan wawancara dan melakukan observasi ke lingkungan, diharapkan orang tua ikut mengawasi dan mendukung proses dengan membantu pelibatan masyarakat sebagai narasumber. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

I. Asesmen/Penilaian

Contoh kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) dalam Buku Siswa pada bab ini adalah sebagai berikut.

1. Peserta didik dapat mengidentifikasi fakta-fakta perubahan iklim.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi aktivitas-aktivitas manusia yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim.
3. Peserta didik dapat mendeskripsikan dampak perubahan iklim.
4. Peserta didik dapat menganalisis solusi dan mengomunikasinya terkait perubahan iklim.

Untuk mengetahui ketercapaian peserta didik terhadap KKTP, berikut adalah penilaian yang dapat dilakukan oleh guru.

Tabel 8.1 Asesmen pada Buku Siswa

Jenis	Bentuk	Bagian pada Buku Siswa
Formatif	Proyek	Sepanjang melakukan proyek untuk memberikan umpan balik
Sumatif	Tes	Ayo Cek Pemahaman
	Proyek	Proyek

Catatan:

Guru dapat mengembangkan KKTP lain yang sesuai dengan kondisi satuan pendidikan. Guru juga dapat mengembangkan bentuk penilaian lainnya yang sesuai dengan kondisi di satuan pendidikan, tetapi harus tetap berpedoman pada KKTP yang dikembangkan.

Berikut adalah contoh-contoh instrumen yang dapat menjadi inspirasi bagi guru dalam melakukan penilaian.

Tabel 8.2 Contoh Rubrik Penilaian pada Ayo Cek Pemahaman

Kriteria	Skor			
	1	2	3	4
Jawaban pertanyaan (bobot 4)	Lebih dari 1 jawaban yang salah	Ada 1 jawaban yang salah	Semua jawaban benar tetapi tidak lengkap; istilah ditulis dengan tepat	Semua jawaban benar dan lengkap; istilah ditulis dengan tepat
Waktu pengumpulan tugas (bobot 1)	Lewat lebih dari 2 hari	Lewat 2 hari	Lewat 1 hari	Tepat waktu

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{20} \times 100$$

Tabel 8.3 Contoh Rubrik Penilaian Proyek

No.	Aspek	Penskoran	Skor	Bobot
1.	**Perencanaan** • Pemilihan lokasi observasi • Pemilihan perlengkapan dan cara memperoleh data • Rancangan jadwal proses pelaksanaan proyek • Pemilihan media kampanye	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
2.	**Proses pelaksanaan proyek** • Persiapan perlengkapan observasi • Persiapan pertanyaan wawancara • Kesesuaian data yang dicari dengan perencanaan proyek • Kerja sama kelompok	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
3.	**Hasil produk kampanye** • Media yang digunakan menarik • Menampilkan gambar • Kebenaran isi media kampanye • Kemudahan dalam memahami media kampanye	4 poin terpenuhi	4	3
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	
4.	**Presentasi** • Penggunaan bahasa yang baik dan benar • Penyampaiannya mudah dipahami • Penggunaan media yang menarik • Kekompakan tim	4 poin terpenuhi	4	2
		3 poin terpenuhi	3	
		2 poin terpenuhi	2	
		1 poin terpenuhi	1	

$$\text{Nilai} = \frac{\text{total skor} \times \text{bobot}}{40} \times 100$$

Catatan:

Guru bisa memodifikasi rubrik penilaian sesuai kebutuhan, asalkan proses penilaian dimulai dari perencanaan, pelaksanaan, hasil produk, dan presentasi.

Selama melakukan asesmen formatif maupun sumatif, guru harus memberikan umpan balik yang konstruktif dan spesifik sehingga peserta didik dapat mengetahui bagian yang sudah berkembang baik dan bagian yang perlu dikembangkan lagi. Contoh umpan balik yang dapat diberikan oleh guru terkait aktivitas proyek yang mengidentifikasi penyebab perubahan iklim yang dikerjakan oleh peserta didik adalah sebagai berikut.

> "Bagus, Kaila telah mampu memetakan berbagai aktivitas yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Kaila perlu berlatih lagi dalam menganalisis akar-akar penyebab dari aktivitas yang menyebabkan perubahan iklim"

J. Kunci Jawaban

Ayo Cek Pemahaman

Soal 1:

Pertanyaan A:

1. Berdasarkan informasi pada grafik, suhu rata-rata normal Indonesia adalah 26,9°C, ditandai dengan anomali suhu sebesar 0.0.
2. Suhu terpanas selama 10 tahun terakhir terjadi pada tahun 2016 dengan suhu udara sebesar 27,4°C; 0,6°C di atas suhu rata-rata normal.
3. Rata-rata anomali suhu selama 10 tahun terakhir:

   $$= \frac{0,1 + 0,2 + 0,5 + 0,4 + 0,2 + 0,2 + 0,6 + 0,3 + 0,2 + 0,2}{10} = 0,29°\text{C}$$

   dengan suhu rata-rata sebesar:

   $$= \frac{27 + 27,09 + 27,3 + 27,2 + 27,1 + 27 + 27,4 + 27,1 + 27 + 27}{10} = 27,1°\text{C}$$

Pertanyaan B:

Dampak pencairan es di kutub bagi Indonesia adalah banyaknya daratan-daratan yang hilang, sering terjadi banjir rob di daerah pesisir pantai, terganggunya ekosistem laut, dan lain-lain.

Pertanyaan C:

1. Pernyataan
   a. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah jenis kelamin penyu. **(salah)**

b. Peneliti akan memberikan berbagai perlakuan suhu yang berbeda saat telur dierami dalam pasir. **(benar)**
c. Hasil penelitian ini akan digunakan sebagai dasar pembiakan penyu hijau. **(benar)**

2. Lebih banyak betina, karena diprediksi suhu lingkungan terus meningkat jika tidak ada penanggulangan terkait perubahan iklim.

Pertanyaan D:

1. Bencana hidrometeorologi adalah bencana yang dampaknya disebabkan oleh kondisi cuaca dan iklim dengan berbagai parameter, seperti peningkatan curah hujan, penurunan curah hujan, suhu ekstrem, cuaca ekstrem seperti hujan lebat yang disertai angin kencang serta kilat atau petir, dan sebagainya. Jumlah bencana yang termasuk dalam kategori bencana hidrometeorologi adalah 227 kejadian banjir, 66 kejadian puting beliung, 60 kejadian tanah longsor, serta 4 kejadian kebakaran hutan dan lahan.

2. Contoh jawaban:
   Pada tahun 2016, terlihat bahwa terjadi peningkatan suhu dari suhu yang sangat tajam berbanding lurus dengan banyaknya peristiwa banjir yang sedikit, yaitu 72 kejadian banjir.

Soal 2

1. Jawaban: D (data tentang jumlah masing-masing gas di atmosfer)
   Alasan memilih jawaban ini adalah keempat gas yang terdapat pada tabel tersebut merupakan gas polutan yang menyebabkan pencemaran udara dan pemanasan global (efek rumah kaca) sehingga berujung pada perubahan iklim. Jumlah gas terbanyak di atmosfer menunjukkan banyaknya aktivitas manusia yang berdampak pada produksi gas tersebut. Semakin banyak gas rumah kaca di atmosfer maka semakin banyak radiasi inframerah yang diserapnya sehingga suhu di permukaan bumi semakin tinggi.

2. Jawaban: E (ozon atau O_3 adalah gas berbahaya yang merupakan gas rumah kaca sehingga penipisan ozon akan *mengurangi* pemanasan global)
   Alasan memilih jawaban ini karena ozon (O_3) adalah gas berbahaya yang merupakan gas rumah kaca sehingga penipisan ozon justru akan *meningkatkan* pemanasan global. Ozon adalah gas yang dihasilkan dari aktivitas manusia maupun gas yang secara alamiah tersebar dalam lapisan

stratosfer membentuk ketebalan sekitar 35 km. Ketebalan lapisan ozon ini cukup tipis bila dibandingkan dengan tebalnya seluruh atmosfer bumi. Ozon pada lapisan ini dapat menyaring semua sinar ultraviolet matahari yang berbahaya bagi makhluk hidup di bumi.

3. Jawaban: A (menggunakan bahan kimia secukupnya dan mengolah limbah hasil reaksi kimia)
   Alasan memilih jawaban ini adalah bahwa prinsip ke-1 dari 12 prinsip kimia hijau adalah mencegah timbulnya limbah. Mencegah limbah lebih baik ketimbang mengolah limbah.

4. a. Kontributor utama pemanasan global menurut gambar tersebut adalah gas karbon dioksida (CO_2).
   b. Hal yang masih diduga menurunkan suhu bumi adalah adanya partikel maupun konsentrasi partikel yang bertebaran di awan.
   c. Persamaan reaksi kimia setara pada pembakaran sempurna gas metana ditulis sebagai berikut:
      $CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l)$
   d. Berdasarkan sumber referensi berikut: *http://jurnal.lapan.go.id/index.php/berita_dirgantara/article/ viewFile/2060/1871* dicatat bahwa aerosol adalah partikel cair atau padatan yang terdispersi dalam medium pendispersinya yaitu gas. Aerosol dapat memengaruhi perubahan iklim secara global. Keberadaan aerosol di stratosfer disebabkan oleh aktivitas gunung berapi. Letusan gunung berapi akan melepaskan aerosol berupa partikel padatan antara lain senyawa sulfat yang menyebar ke awan sehingga menyebabkan *global cooling*. Salah satu contohnya adalah meletusnya Gunung Pinatubo di Filipina pada tahun 1991 menyebabkan penurunan suhu bumi hingga 0,7°C. Selain itu, sumber aerosol di lapisan troposfer didominasi oleh aktivitas manusia, baik industri maupun transportasi pada penggunaan bahan bakar fosil yang mengandung unsur belerang.
   e. Prinsip-prinsip kimia hijau yang tidak didukung oleh aktivitas manusia yang tertulis pada artikel tersebut adalah prinsip nomor 7. Prinsip kimia hijau nomor 7 antara lain menggunakan bahan bakar yang berasal dari bahan alam (nonfosil) yang dapat diperbarui. Pembakaran menggunakan sumber energi nonfosil misalnya minyak diesel dari buah sawit dan alga (ganggang) menghasilkan biodiesel. Contoh lain adalah

pembuatan bahan bakar bioetanol dari bonggol jagung, kulit singkong, kulit nanas, kulit durian, bahkan limbah cucian beras. Sumber energi yang ramah lingkungan ini sebaiknya digunakan sebagai bahan bakar pada mesin kendaraan atau kegiatan industri sehingga membantu mencegah peningkatan suhu bumi.

f. Argumen terhadap kegiatan manusia yang tertulis pada artikel tersebut sehingga mendukung pengurangan emisi gas karbon dioksida, antara lain (a) melakukan penanaman dan pelestarian tanaman baik di sekitar rumah, lingkungan rumah, jalan raya, sekolah, perkantoran, pertokoan, dan tempat lainnya. Tanaman akan melakukan fotosintesis sehingga mengurangi emisi gas karbon dioksida, dan (b) bersepeda ke sekolah atau ke kantor juga mengurangi emisi gas rumah kaca.

K. Refleksi

Guru harus melakukan refleksi diakhir proses pembelajaran. Refleksi dilakukan untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran sehingga dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Selain itu juga untuk menemukan hal-hal positif yang terjadi sepanjang proses pembelajaran agar tetap dapat dipertahankan dalam proses pembelajaran. Refleksi juga diperlukan untuk mengecek apakah masih ada peserta didik yang mengalami miskonsepsi, sehingga dapat segera dilakukan tindak lanjut untuk menghilangkan miskonsepsi tersebut. Contohnya, ketika guru mendapatkan refleksi bahwa peserta didik kesulitan dalam menyusun sebuah pertanyaan wawancara maka guru dapat membimbing prosesnya.

L. Sumber Belajar Utama

Guru dapat menggunakan beberapa sumber belajar seperti buku Clegg, C.J and Davis, Andrew. 2023. *Biology for IB Diploma Programme*. UK: Hodder Education atau menyimak situs *https://www.bmkg.go.id/iklim* untuk mendapatkan informasi terkait perubahan iklim. Sumber utama belajar dapat bervariasi disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing.

Glosarium

abiotik; komponen tak hidup pada ekosistem

aerob; keadaan yang mengandung udara (gas oksigen)

aerosol; bahan yang disusun dari partikel padat atau cair yang tersebar dalam fasa gas

afinitas elektron; perubahan energi (dalam kJ/mol) ketika atom netral (dalam fase gas) ditambahkan elektron sehingga membentuk ion negatif

agenda kegiatan yang terencana.

anaerob; keadaan yang tidak mengandung udara (tidak ada gas oksigen)

analisis kegiatan berpikir detil dan teliti untuk menemukan sebab dan akibat

angka pasti; angka yang diberikan oleh alat ukur sesuai dengan ketelitiannya

angka penting; nilai dari hasil pengukuran yang terdiri atas angka pasti dan angka taksiran

angka taksiran; angka terakhir hasil pengukuran yang ditaksir

antibiosis; interaksi dua jenis makhluk hidup yang mana salah satu makhluk hidup tersebut mengeluarkan racun untuk membunuh makhluk hidup lainnya

antibodi; protein larut yang dihasilkan oleh sistem imunitas sebagai respons terhadap keberadaan suatu antigen dan akan bereaksi dengan antigen tersebut

apersepsi kegiatan yang dilakukan guru sebelum memasuki kegiatan pembelajaran inti untuk menarik perhatian peserta didik agar lebih fokus dalam belajar

asam nukleat; polimer yang tersusun atas rantai nukleotida yang mengandung informasi genetik, terdiri atas DNA dan RNA

asesmen penilaian; kegiatan mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasi data atau informasi tentang peserta didik dan lingkungannya untuk memperoleh gambaran tentang kondisi individu dan lingkungannya sebagai bahan untuk memahami individu dan pengembangan program layanan bimbingan dan konseling yang sesuai dengan kebutuhan

atom; partikel yang menyusun semua zat, terdiri atas proton, neutron, dan elektron

bakteri; organisme yang tidak memiliki membran inti

bencana hidrometeorologi; bencana yang diakibatkan oleh aktivitas cuaca seperti siklus hidrologi, curah hujan, temperatur, angin, dan kelembapan

besaran; sesuatu yang ingin diketahui ukurannya dengan skala satuan tertentu

besaran pokok; besaran dasar yang satuannya telah ditentukan secara internasional

besaran turunan; besaran yang satuan dan dimensinya diturunkan dari satuan dan dimensi besaran pokok

biodiesel; bahan bakar mesin diesel yang sebagian atau seluruhnya berasal dari bahan organik

biogas; gas yang terbuat dari kotoran ternak atau hasil fermentasi bahan organik

biopestisida; pestisida yang mengandung mikroorganisme seperti bakteri patogen, virus, dan jamur

bioremediasi; pemanfaatan mikroorganisme (jamur, bakteri) untuk membersihkan senyawa pencemar (polutan) dari lingkungan

bioteknologi; cabang ilmu yang mempelajari pemanfaatan makhluk hidup untuk menghasilkan barang dan jasa

biotik; komponen makhluk hidup pada ekosistem

Covid-19; penyakit yang menyebabkan terjadinya gangguan pernapasan dan radang paru yang disebabkan oleh infeksi virus SARS-CoV-2

cuaca; keadaan udara di atmosfer pada waktu dan tempat tertentu yang sifatnya tidak menentu dan berubah-ubah

dimensi; cara penyusunan suatu besaran turunan dari besaran-besaran pokok

DNA; singkatan dari *deoxyribo nucleic acid*, molekul yang memuat seluruh informasi genetik yang akan diturunkan dari generasi ke generasi

ekosistem; unit struktural dan fungsional ekologi di mana organisme hidup berinteraksi satu sama lainnya dan dengan lingkungan sekitarnya

elektron; partikel bermuatan negatif yang menyusun atom

elektron valensi; elektron yang ada di kulit terluar suatu atom

elektronegativitas; kemampuan atau kecenderungan suatu atom menangkap atau menarik elektron dari atom lain ke arah dirinya

el nino peristiwa meningkatnya suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di atas rata-rata normal suhu permukaan laut

empiris berdasarkan pengalaman (terutama yang diperoleh dari penemuan, percobaan, atau pengamatan yang telah dilakukan)

endemik; spesies asli suatu wilayah tertentu

energi ionisasi; energi yang diperlukan suatu atom dalam wujud gas untuk melepaskan satu buah elektron

energi kinetik; energi yang dimiliki oleh benda bergerak

energi potensial; energi yang dimiliki oleh benda yang berada pada posisi/kedudukan tertentu

eukariotik; tipe sel yang memiliki membran inti

fermentasi; reaksi penguraian bahan-bahan menjadi lebih sederhana yang dibantu oleh mikroorganisme

flogiston; dalam bahasa Yunani artinya terbakar

formatif penilaian yang dilakukan dengan tujuan untuk memantau dan memperbaiki proses pembelajaran, serta mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran

fosil; sisa, jejak, atau bekas binatang maupun tumbuhan masa lalu yang berada dalam bumi

fungi; sel eukariotik yang tidak memiliki klorofil, tumbuh sebagai hifa, memiliki dinding sel yang mengandung kitin, bersifat heterotrof, menyerap nutrien melalui dinding selnya, mengekskresikan enzim ekstraselular ke lingkungan melalui spora, serta melakukan reproduksi seksual dan aseksual

gas mulia; kelompok unsur-unsur gas dalam golongan VIIIA tabel periodik unsur

gas rumah kaca; gas-gas yang ada di atmosfer (misalnya CO_2, CH_4, dan NO_x) yang menyebabkan pemanasan global

gas tertawa; senyawa kimia dengan rumus N_2O, gas ini tidak berwarna dan tidak mudah terbakar

gelombang; perambatan energi tanpa disertai perpindahan partikel-partikel medium yang dirambatinya

gen; unit pewarisan sifat pada makhluk hidup

gen terapeutik; gen normal yang disisipkan dalam virus pada terapi gen

geotermal; panas yang berasal dari pusat bumi

geologi; ilmu yang mempelajari tentang planet bumi dan isinya

heterotrof; organisme yang tidak dapat membuat makanan sendiri

hifa; struktur menyerupai benang yang terdiri atas satu atau banyak sel yang dikelilingi dinding berbentuk pipa

hipotesis; jawaban sementara dari masalah yang perlu diuji kebenarannya melalui eksperimen

iklim; keadaan hawa (suhu, kelembapan, awan, hujan, dan sinar matahari) di suatu daerah dalam jangka waktu lama (30 tahun)

inert; keadaan tidak mudah bereaksi dengan zat lain

infografis informasi visual yang menarik dan memudahkan pembaca untuk memahami data tabel, grafik, diagram, atau kurva

insulin hormon yang berfungsi membantu penyerapan glukosa ke dalam sel-sel tubuh untuk mengendalikan gula darah

interaksi hubungan komunikasi dua arah

inti atom; pusat atom yang disusun dari proton dan neutron

ion; atom yang melepaskan elektron valensinya atau menangkap elektron dari atom lain

ion hidronium; ion hidrogen yang bereaksi dengan molekul air

isotop; unsur-unsur yang sama, yaitu memiliki persamaan jumlah proton dan elektron, tetapi jumlah neutronnya berbeda

jari-jari atom; jarak antara inti atom sampai ke elektron di kulit terluar

jaring-jaring makanan; gabungan dari beberapa rantai makanan yang siklusnya saling berhubungan

kalibrasi pengaturan akurasi suatu alat ukur dengan cara membandingkan alat ukur dengan acuan standar alat ukur tersebut

kalor jenis; banyaknya kalor yang dibutuhkan 1 gram zat untuk menaikkan suhunya sebesar $1^{o}C$

kanker; penyakit yang disebabkan oleh ketidakteraturan perjalanan hormon yang mengakibatkan tumbuhnya daging pada jaringan tubuh yang normal; tumor ganas

kapsid; selubung protein virus

karsinogenik; sifat bahan yang menyebabkan kanker

katalis; zat yang dapat mempercepat atau memperlambat reaksi yang pada akhir reaksi dilepaskan kembali dalam bentuk semula

kimia hijau; cabang ilmu kimia yang mengajarkan desain produk dan proses kimia untuk mengurangi

atau menghilangkan penggunaan dan pembentukan senyawa-senyawa berbahaya

kingdom; urutan takson tertinggi

kloning; teknologi yang digunakan untuk menghasilkan hewan yang sama yang identik secara genetik

kompetensi kumpulan pengetahuan, perilaku, dan keterampilan yang harus dimiliki peserta didik dan guru untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pendidikan

konfigurasi elektron; susunan elektron di dalam atom yang mengikuti aturan tertentu

koronavirus; virus yang menyebabkan penyakit Covid-19

kultur jaringan; metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman, seperti sekelompok sel atau jaringan yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik, sehingga bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri tumbuh menjadi tanaman lengkap kembali

la nina; peristiwa menurunnya suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di bawah rata-rata normal suhu permukaan laut

laterit; mineral yang mengandung oksida nikel dan oksida kobalt

limfosit; salah satu jenis sel darah putih yang menghasilkan antibodi

lisis; peristiwa pecah atau rusaknya membran sel dan menyebabkan keluarnya organel sel

literasi keterampilan untuk mencari informasi dan memahaminya

logam tanah jarang; sekumpulan logam yang ada pada periode keenam tabel periodik unsur (berjumlah 15) ditambah logam skandium dan itrium

materi genetik; informasi pada setiap sel makhluk hidup yang dapat diturunkan pada keturunan selanjutnya

mikoriza; fungi yang bersimbiosis dengan akar tumbuhan

mikrohidro; pembangkit listrik tenaga air berskala kecil dengan batasan kapasitas antara 5 kW–1 MW per unit

mikrometer; satuan panjang yang besarnya satu persejuta meter

mikrometer sekrup; alat ukur panjang yang terdiri atas sekrup terkalibrasi dan memiliki tingkat kepresisian 0,01 mm (10^{-5} m)

mol; satuan jumlah zat dalam bahan kimia

molekul; gabungan atom sejenis maupun tak sejenis

molekul senyawa; gabungan atom-atom unsur yang berbeda

molekul unsur; molekul yang tersusun atas atom-atom sejenis

monera; salah satu kingdom dalam klasifikasi biologi sistem lima kingdom yang terdiri atas makhluk hidup bersel prokariotik

nanometer; satuan panjang yang besarnya satu perseribu juta meter

neutron; partikel tidak bermuatan listrik yang menyusun atom

nomor atom; disebut juga nomor proton merupakan jumlah proton dalam inti atom

nomor massa; disebut juga nomor nukleon merupakan jumlah total proton dan neutron.

notasi ilmiah; cara menuliskan nilai untuk mengakomodir nilai yang terlalu kecil atau terlalu besar

ozon; gas yang terdiri atas tiga atom oksigen, berperan melapisi bumi dari radiasi ultraviolet

pandemi; wabah yang terjadi secara serentak yang terjadi pada wilayah geografis yang luas

paralaks; perubahan kedudukan suatu penglihatan dalam mengamati suatu objek

partikulat; partikel halus dalam suatu padatan

patogen; agen yang dapat menyebabkan penyakit

pemanasan global; peningkatan suhu rata-rata bumi akibat bertambahnya gas rumah kaca

pemantik berupa pertanyaan-pertanyaan yang dirancang untuk merangsang minat dan keterlibatan peserta didik dalam topik atau materi pembelajaran tertentu

pengayaan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan sedemikian rupa sehingga mereka dapat mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya

pikometer; satuan panjang yang besarnya satu pertriliun meter

piramida makanan; diagram yang menampilkan susunan tingkat tropik satu dengan tingkat tropik lainnya berdasarkan jumlah, massa, atau jumlah energi pada setiap tropiknya

populasi; kumpulan individu sejenis dalam suatu wilayah tertentu

potensi kemampuan yang dimiliki dan memungkinkan untuk dikembangkan

prokariotik; sel yang tidak memiliki membran inti

protista; mikroorganisme eukariotik yang bukan hewan, tumbuhan, atau fungi

proton; partikel bermuatan positif yang menyusun atom

radiasi; perpindahan panas tanpa media perantara, misalnya panas dari matahari berpindah ke bumi

rantai makanan; peristiwa makan dan dimakan

refleksi dalam pembelajaran dilakukan guru dan siswa yang berguna untuk mengetahui kekurangan dan kelebihan kegiatan pembelajaran yang sudah dilakukan

rekayasa genetika; manipulasi genetik dalam sel untuk menghasilkan suatu sifat yang dikehendaki, kadang-kadang disebut teknologi rekombinan DNA

replikasi; proses perbanyakan tubuh virus pada sel inang

resitasi metode penyajian di mana guru memberikan tugas yang sifatnya lebih luas dari PR agar peserta didik melakukan kegiatan belajar. Metode ini diberikan karena dirasakan bahan pelajaran terlalu banyak sementara waktu sedikit

satuan; pembanding yang digunakan dalam pengukuran suatu besaran

satuan internasional (SI); sistem satuan internasional yang ditetapkan oleh organisasi standar internasional, yakni *International Bureau of Weights and Measures* (BPIM)

sel; unit terkecil dari makhluk hidup

senyawa; gabungan unsur dengan perbandingan tertentu yang dibentuk melalui reaksi kimia

siklus lisogenik; siklus reproduksi virus yang tidak menyebabkan pecahnya sel inang, tetapi asam nukleat virus tersisip pada sel inang

siklus litik; siklus reproduksi virus yang menyebabkan pecahnya sel inang

siklus materi; perputaran materi yang terjadi di antara komponen ekosistem

simbiosis; interaksi dua jenis makhluk hidup yang hidup bersama

sirkum Pasifik; jalur pegunungan yang membentang dari Pegunungan Andes di Amerika Selatan menuju Pegunungan Rocky di Amerika Utara, lalu menuju ke Jepang, kemudian melalui negara-negara di Asia Tenggara seperti Filipina dan Indonesia (Sulawesi)

skala nonius; skala yang berfungsi untuk meningkatkan akurasi pada pengukuran

skala utama; skala yang menunjukkan hasil pengukuran awal dan dibaca pertama saat pengukuran

spektrum; rentetan warna kontinu yang diperoleh apabila cahaya diuraikan ke dalam komponennya

spora; alat reproduksi pada jamur, lumut, dan paku

stratosfer; lapisan udara di antara 10–60 km di atas permukaan bumi; lapisan udara di atas troposfer

sumatif penilaian, asesmen yang dilakukan untuk memastikan ketercapaian keseluruhan tujuan pembelajaran yang perolehan rata-rata nilainya dimasukkan ke dalam rapor

terapi gen; suatu teknik terapi untuk memperbaiki gen-gen mutan (abnormal/cacat) yang bertanggung jawab terhadap terjadinya suatu penyakit

titrasi; metode untuk mengukur kadar suatu zat (cairan) menggunakan zat lain (cairan) yang sudah diketahui kadarnya

troposfer; bagian paling bawah atmosfer bumi yang tingginya dari permukaan bumi berkisar 9–17 km

unsur; gabungan atom sejenis

vaksin; zat atau senyawa yang berfungsi untuk membentuk kekebalan tubuh terhadap suatu penyakit

variabel; setiap karakteristik, jumlah, atau kuantitas yang dapat diukur atau dihitung

variabel bebas; variabel yang memberikan pengaruh pada variabel yang lain

variabel kontrol; variabel yang dipertahankan tetap

variabel terikat; variabel yang nilainya ditentukan atau dipengaruhi oleh variabel lain

vektor; agen pembawa

virulensi; kemampuan dari bibit penyakit untuk menimbulkan penyakit

virus; agen infeksius submikroskopis nonseluler yang hanya bereplikasi di dalam sel hidup suatu organisme

virus onkolitik; virus yang dimanfaatkan dalam dunia kesehatan untuk melisiskan sel kanker tanpa merusak sel non-kanker

Daftar Pustaka

Burger, P.A. “Origins and Characteristic of Lateritic Deposits.” *Proseding Nickel* (1996): 179–183, The Australisian Institute of Mining and Metallurgy, Melbourne.

Cahit, H., Selahattin, K., Necip G., Tolga Q., Ibrahim G., Hasan S., and Osman P. “Mineralogy and Genesis of the Lateritic Regolith Related Ni-Co Deposit of the Çaldağ Area (Manisa, Western Anatolia), Turkey. *Canadian Journal of Earth Science* (2017).

Chang, Raymond. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti*. Jilid 1. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga, 2003.

Damon, A., R. McGonegal, P. Tosto, and W. Wiliam. Higher Level Biology. Second Edition. Edinburg: Pearson Education Limited, 2014.

Giancolli, D.C. Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics. Fourth Edition. US: Pearson Education, Inc., 2008

Halliday and Resnick. *Fundamental of Physics*. Ninth Edition. Jefferson City: R.R. Donelley, 2011.

Hewitt, Paul G. *Conceptual Physics*. Twelfth Edition. US: Pearson Education, Inc., 2015.

Jones, M. *Biology Coursebook*. Third Edition. United Kingdom: Cambridge University Press, 2013.

Jones, M., R. Fosbery, J. Gregory, and D. Taylor. *Cambridge International AS and A Level Biology Coursebook*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2013.

Kanginan, M. *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Erlangga, 2002.

Kemendikbudristek. *Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Kemendikbudristek, 2020.

Kotz, J.C., et al. *Chemistry and Chemical Reactivity*. Eleventh edition. Boston: Cengage, 2023.

Lasmi, N.K. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Erlangga, 2018.

Mader, S.S. *Biology*. Twelfth Edition. New York: McGraw-Hill Education, 2015.

McMurry, J.E. and Robert C. Fay. *Chemistry*. Fifth Edition. New Jersey: Pearson Education International, 2008.

Poerba, Y.Y., D. Martanti. F. Ahmad, Herlina, T. Handayani, dan Witjaksono. *Deskripsi Pisang*. Jakarta: Lipi Press, 2014.

Reece, J.B. and Campbell, N.A. *Biology*. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2008.

Sang, D., Jones, G., Chadha, G., and Woodside, R. *Cambridge International AS and A Level Physics Coursebook*. Second Edition. United Kingdom: Cambridge University Press, 2010

Seah, I., Su, X., and Lingam, G. "Revisiting the Dangers of the Coronavirus in the Ophthalmology Practice". *Eye Journal* (July 2020): 1155-1157.

Silberberg, Martin S. *Chemistry: The Molecular Nature of Matter and Change*. Third Edition. Boston: McGraw-Hill, 2003.

Tipler, P. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga, 1998.

Tro, Nivaldo J. *Chemistry: Structure and Properties*. Second Edition. US: Pearson, 2015.

Tsai, W.T. *Encyclopedia of Toxicology*. Maryland: Elsevier, 2014.

Daftar Sumber Gambar

Kover Bab Panduan Umum diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/front-view-stacked-books-ladders-education-day_21745498.htm#page=2&query=teacher&position=10&from_view=search&track=sph&uuid=26d3cf26-2752-476d-a89f-956afb30445e pada 1 Desember 2023

Kover Bab 1 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/man-working-mdf-boards-warehouse_25625264.htm#page=2&query=Vernier%20calipers&position=10&from_view=search&track=ais&uuid=dd828d80-eb45-41a2-9f90-faea2d299c2f pada 22 November 2023.

Kover Bab 2 diunduh dari https://www.freepik.com/free-psd/coronavirus-structural-morphology_22741121.htm#query=coronavirus&position=49&from_view=search&track=sph&uuid=053ed6e3-232f-43e3-89f0-0338bd98bdaf pada 20 November 2023.

Kover Bab 3 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/full-shot-woman-holding-groceries_29382534.htm#page=5&query=electric%20vehicles&position=30&from_view=search&track=ais&uuid=0ad4dbdc-6a0e-4adf-ac59-51699b3051b1 pada 20 November 2023.

Kover Bab 4 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/building-construction-work-site_20517694.htm#page=6&query=coal%20mining&position=46&from_view=search&track=ais&uuid=84d30e2b-03dc-4500-97ca-5ca0e6372ef6 pada 25 November 2023.

Kover Bab 5 diunduh dari https://www.freepik.com/free-ai-image/factory-producing-co2-pollution_72617733.htm#page=3&query=air%20pollution&position=18&from_view=search&track=ais&uuid=3bb5b06c-9c25-4a67-90af-a71f0221c9c0 pada 26 November 2023.

Kover Bab 6 diunduh dari https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jalak_Bali_Taman_Nasional_Bali_Barat.jpg pada 26 November 2023.

Kover Bab 7 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/view-bioengineering-advance-with-human-hands_57314142.htm#query=renewable%20energy&position=0&from_view=search&track=ais&uuid=593c4945-41a8-4500-8662-ad1b3eaa7ec1 pada 26 November 2023.

Kover Bab 8 diunduh dari https://www.freepik.com/free-photo/cloudy-nature-landscape-by-lake_26324442.htm#page=5&query=climate%20change&position=45&from_view=search&track=ais&uuid=c89b9ca3-c57d-4482-9e54-35e6bdbcf6c0 pada 29 November 2023.

Indeks

A

abiotik 160, 166, 167, 215, 216

aerob 215

aerosol 213, 215

afinitas elektron 22, 83, 84, 88, 102, 105, 106, 107

anaerob 215

angka pasti 48, 215

angka penting 20, 32, 40, 46, 47, 48, 58, 59, 215

angka taksiran 48, 58, 215

animalia 172, 215

anomali 211

antibiosis 215

antibodi 215, 220

asam nukleat 67, 76, 215, 222

atmosfer 212, 213, 215, 217

atom 9, 11, 12, 13, 14, 22, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 118, 123, 132, 133, 135, 215, 218, 220, 221

B

bakteri 9, 11, 13, 14, 27, 28, 161, 162, 165, 166, 167, 172, 216

bakteriofag 75, 76

banjir rob 211

bencana hidrometeorologi 212

besaran 20, 32, 34, 35, 39, 42, 43, 44, 45, 50, 55, 194, 195, 216, 222

besaran pokok 34, 42, 43, 216

besaran turunan 34, 42, 43, 216

biodiesel 136, 137, 145, 146, 213

biogas 149, 196

biopestisida 216

bioremediasi 216

bioteknologi 9, 11, 13, 21, 26, 27, 28, 67, 158, 160, 162, 216

biotik 160, 166, 167, 216

Bohr 14, 22, 82, 83, 84, 86, 87

C

Covid-19 68, 77, 80

cuaca 203, 212

D

Dalton 14, 22, 23, 24, 82, 83, 85, 91, 110, 111, 113, 115, 118, 121, 123, 132

dimensi 3, 20, 39, 42, 43, 44, 45, 89, 90, 114, 117, 140, 142, 194, 195, 216

DNA 66, 67, 215, 223

dolomit 123, 124, 216

droplet 78, 79, 216

E

ecobrick 145, 152

efikasi 216

ekosistem 9, 11, 14, 26, 28, 29, 149, 150, 158, 159, 160, 161, 162, 167, 178, 196, 202, 203, 205, 211, 215, 216, 219, 222

elektron 13, 14, 22, 77, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 132, 218

elektronegativitas 102, 104

elektron valensi 22, 86, 88, 93, 99, 100, 102, 103, 104, 107

El Nino 202

endemik 218

energi 9, 11, 12, 13, 14, 22, 29, 83, 84, 88, 95, 98, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 142, 145, 147, 148, 149, 154, 155, 158, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 203, 213, 214, 216, 217, 218, 219, 220, 221

energi ionisasi 22, 83, 84, 88, 101, 102, 104, 105, 106

energi kinetik 217

energi panas bumi 198

energi potensial 217

eukariotik 217

F

fermentasi 217

flogiston 24, 113, 119

fosil 142, 180, 191, 196, 203, 213, 217

fotosintesis 154, 214

fungi 172, 173, 217, 220

G

gas mulia 102

gas rumah kaca 148, 149, 203, 212, 214, 217, 221

gas tertawa 217

Gay Lussac 14, 23, 24, 110, 111, 113, 115, 122, 125

gelombang 196, 217

gen 26, 77, 159, 167, 217, 219, 220, 222

generator 195, 197, 199

gen terapeutik 217

geologi 94, 217

geotermal 196, 197, 198

gravitasi 195, 218

H

heterotrof 172, 217

hewan asiatis 218

hewan australis 218

hewan endemik 218

hewan peralihan 218

hifa 160, 172, 173, 217, 218

hipotesis 174, 218

hukum kekekalan massa 111, 113, 115, 118, 119, 124, 126, 127

hukum perbandingan berganda 111, 115, 118, 123

hukum perbandingan volume 111, 115

I

iklim iv, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 30, 146, 147, 196, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211, 212, 213, 214

imun 78, 218
inert 100, 102, 218
insulin 67, 77, 79, 218
inti atom 91, 92, 98, 100, 102, 103
ion 84, 88, 93, 94, 102, 104, 105, 107, 218
ion hidronium 218
isotop 22, 84, 86, 87, 88, 94, 104, 106, 107

J

jangka sorong 45, 46, 48, 49, 55, 56
jari-jari atom 22, 83, 84, 88, 100, 101, 104, 105, 106, 107
jaring-jaring makanan 174, 175, 218

K

kalor 218, 219
kalor jenis 219
kanker 77, 219, 223
kapsid 67, 79, 219
karsinogenik 219
katalis 219
keanekaragaman hayati 9, 13, 14, 26, 159, 160, 161, 162, 167, 176, 178, 196, 219
kimia hijau 13, 14, 25, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 154, 156, 178, 213
kingdom 27, 162, 165, 167, 172, 173, 215, 220, 221
kloning 160, 171, 219
koefisien reaksi 122, 123, 144
konfigurasi elektron 13, 14, 22, 83, 84, 86, 88, 98, 100, 105
koronavirus 67, 75, 76, 77, 78, 79
korosi 125, 126, 219
kultur jaringan 160, 219

L

La Nina 202
laterit 112, 123
Lavoisier 14, 23, 24, 110, 111, 113, 115, 119, 124, 126, 128, 129
limfosit 220
lisis 67, 76, 220
logam tanah jarang 105, 220

M

massa 24, 34, 40, 43, 45, 54, 60, 61, 62, 82, 84, 87, 92, 93, 94, 103, 105, 106, 107, 110, 111, 113, 115, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 135, 220
massa jenis 40, 43, 60, 61, 62
materi genetik 77, 79, 220
medan listrik 220
medan magnet 220
membran sel 220
metabolisme 220
metaloid 100
mikoriza 173, 174, 220
mikrometer 45, 46, 56, 220
mikrometer sekrup 45, 46, 56
mikroskop elektron 77
mol 115, 123, 124, 220

molekul 82, 110, 111, 132, 133, 137, 218, 220
molekul senyawa 82, 132
molekul unsur 82, 132
monera 220
multiseluler 172
mutagenik 220

N

nanometer 220
neraca 45, 57, 58, 60, 194
neraca empat lengan 57
neutron 22, 82, 83, 90, 91, 92, 93, 94, 103, 104, 106, 132
nomor atom 93, 94, 99, 100, 104, 105, 106, 107
nomor massa 93, 94, 105, 106
notasi ilmiah 20, 32, 39, 42, 58, 220

O

organik 137, 144, 146, 147, 149, 151, 152, 191, 220, 221
ozon 141, 207, 212, 213, 221

P

pandemi 66, 68
paralaks 35, 221
partikel subatom 87
partikulat 221
patogen 216, 221
pelapukan 221
pemanasan global 30, 141, 142, 144, 145, 148, 154, 178, 180, 212, 213, 221
pestisida 137, 216, 221
pikometer 221
pipet volumetrik 60
piramida makanan 221
plantae 172, 221
polutan 137, 180, 212, 216, 221
populasi 162, 164, 171, 174, 175, 221
predasi 221
prokariotik 160
protista 172, 222
proton 22, 82, 83, 90, 91, 92, 93, 94, 100, 102, 103, 106, 132

R

radiasi 95, 212, 217, 221, 222
rantai makanan 174, 218, 222
rekayasa genetika 77
replikasi 21, 66, 67, 69, 71, 73, 222, 223
resitasi 16
rumah kaca 30, 148, 149, 154, 203, 207, 212, 214, 217, 221
Rutherford 82, 83

S

satuan iii, 15, 16, 20, 32, 34, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 55, 58, 59, 69, 70, 72, 74, 80, 85, 86, 88, 107, 108, 113, 114, 116, 130, 135, 137, 139, 156, 162, 163, 165, 167, 176, 179, 182, 195, 205, 207, 209, 214, 216, 219, 220, 221, 222
satuan internasional 42, 222
sel 66, 67, 72, 76, 77, 79, 160, 217, 218, 219, 220, 222, 223

sel inang 67, 76, 77, 79, 222
senyawa 82, 83, 91, 110, 121, 122, 123, 125, 127, 132, 135, 137, 145, 213, 215, 216, 217, 223
siklus lisogenik 222
siklus litik 79, 222
siklus materi 222
simbiosis 173, 222
simbiosis mutualisme 173
sintesis 76, 222
sirkum Pasifik 199
skala nonius 46, 55, 56, 57
skala utama 46, 55, 56, 57
spektrum 22, 86, 95, 96, 98
spora 160, 217
stratosfer 213

T

terapi gen 77, 217, 222
termometer 194
Thomson 82, 83
titrasi 222
troposfer 213, 223
turbin 198, 199

U

unsur 13, 14, 22, 23, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 118, 120, 121, 123, 132, 133, 135, 173, 174, 213, 215, 216, 220, 223

V

vaksin 21, 77, 78, 223
variabel 10, 35, 173, 174
variabel bebas 35
variabel terikat 10, 35, 173, 174
vektor 77, 216, 223
virulensi 223
virus 9, 11, 13, 14, 21, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 166, 216, 217, 219, 221, 222, 223
virus DNA 223
virus onkolitik 72
virus RNA 73, 76, 223

Profil Pelaku Perbukuan

Profil Penulis

Nama Lengkap : Niken Resminingpuri Krisdianti
Email : niken@smasantamaria1.sch.id
Instansi : SMA Santa Maria 1 Bandung
Alamat Instansi : Jalan Bengawan no. 6, Cihapit, Bandung
Bidang Keahlian : Fisika

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. SMA Kristen Pelita Bangsa Bandung (2016–2017)
2. SMA Negeri 17 Bandung (2017–2018)
3. SMA Santa Maria 1 Bandung (2018–sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Magister Fisika Institut Teknologi Bandung (2019 – 2022)
2. Sarjana Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia (2013 – 2017)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Tidak ada

Profil Penulis

Nama Lengkap : Ayuk Ratna Puspaningsih, S.Pd., M.Pd.
Email : bi.jegeg@gmail.com
Instansi : SMA Negeri Bali Mandara
Alamat Instansi : Jln. Air Sanih, Kubutambahan, Buleleng, Bali
Bidang Keahlian : Biologi

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru Biologi di SMA Negeri Bali Mandara (2011–sekarang)
2. Duta Sains Tahun 2019 PPPPTK IPA
3. Penyusun CP Biologi, ATP Biologi, dan buku IPA SMA Kelas X
4. Pengajar Praktik Baik Angkatan I Program Guru Penggerak
5. Fasilitator Guru Penggerak Angkatan 6 dan 9 Program Guru Penggerak
6. Instruktur Calon Pengajar Praktik Program Guru Penggerak
7. Narasumber pada Bimtek Calon Instruktur, Calon Pelatih Ahli dan Fasilitor Sekolah Penggerak
8. Fasilitator pada beberapa kegiatan pengembangan profesi guru

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Magister Pendidikan Sains, Universitas Pendidikan Ganseha (2009–2011)
2. Sarjana Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Ganesha (2005–2009)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Pengembangan UKBM berbasis *Computational Thinking* pada Materi Metabolisme Tahun 2022
2. *Paper Presenter* pada *International Joint Conference on STEM Education* Tahun 2020: *Implementation of STEM based ILU on Respiratory System*
3. Pemakalah Terbaik Kedua Simposium Nasional PPPPTK IPA Tahun 2019: Implementasi *Biology Interactive Notebook* dalam *Flipped Classroom* pada Materi Metabolisme
4. Finalis Inobel Katagori SMA Tahun 2018: Pengembangan *Screencast* dalam Pembelajaran Biologi pada *Flipped Classroom*

Profil Penulis

Nama Lengkap : Elizabeth Tjahjadarmawan, S.Si., M.Pd
Email : gurukimiadigital2020@gmail.com
Instansi : SMA Xaverius 1 Kota Jambi
Alamat Instansi : Jalan A.R. Saleh 19 Kel. Thehok, Kec. Jambi Selatan, Kota Jambi
Bidang Keahlian : Kimia

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru kimia di SMA Xaverius 1 Jambi
2. Pengajar Praktik Program Guru Penggerak Angkatan 9
3. Pembina Olimpiade Sains Kimia SMA Provinsi Jambi
4. Penulis Buku Pelajaran dan Nonpelajaran

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Benchmark Pendidikan, Kemdikbud, Korea Selatan dan Jepang (2015)
2. Shortcourse Education, Auckland, New Zealand (2009)
3. Magister Teknologi Pendidikan, Universitas Jambi (2007)
4. Sarjana Kimia, Institut Pertanian Bogor (1994)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Bioplastic Wrap* dalam Pembelajaran Proyek. Sukabumi: Haura (2023)
2. Asah Literasi-Numerasi ala Pembelajaran Proyek Kimia dalam AKM Kelas. Sukabumi: Haura (2023)
3. *Green Projects* dalam Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila Sekolah Penggerak. Banyumas: Omera Pustaka (2022)
4. Buku Siswa dan Buku Guru IPA Kelas X. Jakarta: Kemenristekdikti (2021)
5. Belajar dari Rumah; Catatan Kimia dari Dapur. Yogyakarta: Parama Ilmu (2020)
6. Guru, Kepala Sekolah, dan Pengawas Penggerak dalam Best Practice. Yogyakarta: Parama Ilmu (2020)

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

Pemakalah Terbaik Best Practice Guru: Mendulang Medali OSN Kimia. Best Practice Guru dalam Tugas Pembelajaran di Sekolah, Pusbangprodik Kemdikbud (2013).

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Dr. Anna Permanasari, MSi.
Email : anna.permanasari@unpak.ac.id
Instansi : Universitas Pakuan Bogor
Alamat Instansi : Jln. Pakuan No. 1 Ciheuleut Bogor
Bidang Keahlian : Pendidikan Kimia

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Dosen Pendidikan Kimia UPI (1983-2021)
2. Dosen Pendidikan IPA UNPAK (2021-sekarang)
3. Ketua Perkumpulan Pendidik IPA Indonesia (PPII)
4. President of East Asia Science Education (EASE)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1 Pendidikan Kimia, IKIP Bandung (1978–1982)
2. S2 Kimia, ITB (1990–1992)
3. S3 Kimia, ITB (1995–2000)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Kimia Analitik II (Penerbit Universitas Terbuka, 2014)
2. Kimia Analitik Instrumen (Penerbit Universitas Terbuka, 2017)
3. Beberapa *book chapter* dengan tema literasi sains, pembelajaran berbasis STEM

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. STEM-ESD untuk pembelajaran sains abad ke-21 (2017–sekarang)
2. Low Carbon Education (2019–sekarang)
3. Pengembangan web Rumah Sains untuk meningkatkan kompetensi abad ke-21 (2023–2025)
4. Model TBLA (*Transcript Based Lesson Analysis*) untuk meningkatkan kualitas pembelajaran Sains (2019–2022)

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Ir. Wahyu Srigutomo, S.Si., M.Si., Ph.D.
Email : srigutomo@itb.ac.id
Instansi : FMIPA Institut Teknologi Bandung
Alamat Instansi : Jl. Ganesha 10 Bandung
Bidang Keahlian : fisika, komputasi numerik, esplorasi geofisika & kebumian

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru Besar (Professor): 2020–sekarang
2. Lektor Kepala (Associate Professor): 2009–2020
3. Asisten Ahli (Assistant Professor): 1997–2009
4. Eksplorasi sumber daya alam (tim lapangan, tim ahli, dan konsultan): sejak 1995

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Profesi Insinyur (PSPPI – FTTM ITB): 2020–2021
2. Doktor (Geophysics, The University of Tokyo, Japan): 1999–2002
3. Magister (Fisika, FMIPA ITB): 1995–1997
4. Sarjana (Fisika, FMIPA ITB): 1989–1995

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Wahyu Srigutomo & I Gede Putu Fadjar Soerya Djaja, Prinsip Dasar dan Interpretasi Numerik Metode Seismik Refraksi, Penerbit Erlangga, 2020, ISBN 978-602-4868-05-5.
2. Tim Penulis, Meneliti Itu Seru!!!, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia, 2018, ISBN 978-602-5616-08-2.
3. Sungkono, Erna Apriliani, Saifuddin, Fajriani, Wahyu Srigutomo, Book Chapter: Self-Potential Method: Theoretical Modeling and Applications in Geosciences - Ensemble Kalman Inversion for Determining Model Parameter of Self-potential Data in the Mineral Exploration, Switzerland, 2021, Springer Geophysics, ISBN 978-303-0793-33-3.

4. Wahyu Srigutomo, Penerapan Metode-Metode Elektromagnetik Kebumian di Indonesia, Tantangan dan Potensi Pengembangannya, Bandung, 2022, Forum Guru Besar ITB, ISBN 978-602-6624-60-4.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Sufyana C.M., Akbar F.T., Srigutomo W., Thermal Modeling and Simulation of a Single-Flash Geothermal Power Plant Involving Non-Condensable Gas: A Case Study of Kamojang Geothermal Field in Garut, West Java, Indonesia (2023) Geothermal Energy, 11 (1), art. no. 6.
2. Nurhasan, Rizqia M.N., Hidayat, Setiawan A., Gumelar F., Fitriani D., Sutarno D., Mustopa E.J., Srigutomo W., Rusdiana R., Identification of Geological Structure Based on Gravity Method in Tangkuban Parahu Volcano, Bandung, Indonesia (2023) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1159 (1), art. no. 012006.
3. Susilawati A., Niode M., Surmayadi M., Pratomo P.M., Nurhasan, Mustopa E.J., Sutarno D., Srigutomo W., Resistivity and Density Structure of Limboto Lake—Pentadio, Gorontalo, Indonesia Based on Magnetotelluric and Gravity Data (2023) Applied Sciences (Switzerland), 13 (1), art. no. 644.
4. Kuncoro A.K., Srigutomo W., Fauzi U., Coseismic Deformation Responses due to Geometrical Structure and Heterogeneity of the Accretionary Wedge: Study Case 2010 Mentawai Earthquake, West Sumatra, Indonesia (2023) International Journal of Geophysics, 2023, art. no. 5507264.
6. Dan lain-lain.

Informasi Lain:

Publikasi lengkap dapat diakses di Google Scholar:
https://scholar.google.co.id/citations?user=M1zWR9oAAAAJ&hl=en&oi=ao

Profil Penelaah

Nama Lengkap : Prof. Dr. Ari Widodo, M. Ed.
Email : widodo@upi.edu
Instansi : Universitas Pendidikan Indonesia
Alamat Instansi : Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung
Bidang Keahlian : Pendidikan IPA/Pendidikan Biologi

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

Dosen Universitas Pendidikan Indonesia (IKIP Bandung) sejak 1992

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S1: IKIP Bandung, lulus tahun 1991
2. S2: Deakin University, Australia, lulus tahun 1996
3. S3: Kiel University, Jerman, lulus tahun 2004

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Duit, R., Treagust, D.F. & Widodo, A. (2013). Teaching Science for Conceptual Change. in S. Vosniadou (Ed.). International Handbook of Research on Conceptual Change (Second Edition). New York: Routledge.
2. Widodo, A., Rochintaniawati, D. & Riandi. (2016). Indonesia. in B. Vlaardingerbroek and N. Taylor (Eds.). Teacher Quality in Upper Secondary Science Education. New York: Palgrave Macmillan.
3. Widodo, A. (2021). Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam: Dasar-Dasar untuk Praktik. Bandung: UPI Press.

Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Empowering Teacher's Pedagogical Content Knowledge (PCK) to Improve Student's Achievement and Reasoning Skills
2. Facilitating STEM Education in Indonesian Schools using Open-Source Environmental Sensors (Maker Motes)
3. Teacher Education for Education for Sustainable Development
4. Promoting Teacher Education for Climate Change Education through Collaboration between Asian Centres of Excellence on Education for Sustainable Development

Informasi Lain:
Publikasi lengkap dapat diakses di Google Scholar:
https://scholar.google.co.id/citations?user=6g4ETNsAAAAJ&hl=en

Profil Ilustrator

Nama Lengkap : Yul Chaidir
Email : zul.illustrator@gmail.com
Instagram : yul_c_illustrator
Alamat Rumah : Pedongkelan Belakang RT 002/RW 013, No. 73, Kapuk, Cengkareng, Jakarta Barat
Bidang Keahlian : Illustrasi dan Animator

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. llustrator, PT Kompas Gramedia, 2009–2011 (Pekerja Lepas)
2. llustrator, PT Zikrul Hakim-Bestari, 2011–2016 (Staf Ilustrator)
3. Ilustrator Lepas, 2016 hingga sekarang

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:
SMEA 6 PGRI, Tahun 1991

Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 tahun terakhir):

1. Seri Pengetahuanku; Ruang Angkasa, Zikrul-Bestari (2014)
2. Fabel; Komik, Nectar-Zikrul-Bestari (2015)
3. Seri Kesatria Cilik, Tiga Serangkai (2015)
4. Seri Nabi-Nabi Ulul Azmi, Ziyad Publishing (2015)
5. 30 Dongeng Seru untuk Anak, Tiga Serangkai (2016)
6. Dongeng 5 Benua, Zikrul-Bestari (2016)
7. Mukjizat Hebat, Zikrul-Bestari (2016)
8. Seri Selebritas Langit, Tiga Serangkai (2017)
9. Ensiklopedia Petualangan Mesjid di Dunia, Ihsan Media (2020)
10. Ilustrasi PAI & PAB, PAUD, Pusat Perbukuan, Kemenristekdikti (2021–2022)
11. Ilustrasi PAI, Dirjen PAI, Kemenag (2022)

Profil Penyunting dan Penata Letak

Nama Lengkap : Harris Syamsi Yulianto, S.Si.
Email : harrissyulianto@gmail.com
Instansi : Pekerja lepas
Alamat Instansi : Jl. H. Cepit No. 32 RT 01/03 Jatimulya, Cilodong, Kota Depok
Bidang Keahlian : Editor (Bersertifikasi BNSP, masa berlaku 2023–2026)

Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):
1. Editor & Desainer *Freelance*, Wirausahawan (2016–sekarang)
2. Editor di Grup Trubus (2009–2016)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:
S1 Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (1999–2004)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 tahun terakhir):
1. Kimia untuk SMA/SMK Kelas XI (2022, Kemdikbudristek)
2. Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara untuk SMK Kelas X (2022, Kemdikbudristek)
3. Buku Panduan Guru Bahasa Indonesia Tingkat Lanjut SMA/MA Kelas XII (2022, Kemdikbudristek)
4. Sang Penjaga Hutan (2020, Multisarana Nusa Persada)
5. Bara di Rumah Morita (2020, Multisarana Nusa Persada)
6. Merevitalisasi Desa Mengakhiri Marjinalisasi (2019, Puspa Swara)
7. Selayang Pandang Bina Swadaya (2019, Puspa Swara)
8. Kitab Munajatun Nisa': Doa-Doa Mustajab Khusus Wanita (2019, Kaysa Media)
9. Dan sebagainya

Buku yang Pernah Ditelaah, Direviu, Dibuat Ilustrasi dan/atau Dinilai (10 tahun terakhir):
1. Atlas Indonesia & Dunia Terkini & Terlengkap (2018, Puspa Swara)
2. Kumpulan Terlengkap Lagu Wajib Nasional (2018, Puspa Swara)
3. Kumpulan Terlengkap Lagu Daerah (2018, Puspa Swara)

Profil Editor Visual

Nama Lengkap : Is Yuniarto Nafawi
Email : isyuniarto@gmail.com
Instansi : Wind Rider Studio
Alamat Instansi : Krukah Selatan No. 73, Surabaya
Bidang Keahlian : Komik, ilustrasi, dan desain
Media Sosial : instagram.com/is.yuniarto

Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Ilustrator dan komikus
2. General Manager Bumilangit Comic Media
3. Dosen honorer di Universitas Kristen Petra, Universitas Ciputra, ISTTS

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

S1 jurusan Desain Komunikasi Visual, Universitas Kristen Petra (1999–2003)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Grand Legend Ramayana Vol. 7, Reon Comics, 2023
2. Grand Legend Ramayana Vol. 6, Reon Comics, 2022
3. Grand Legend Ramayana Vol. 5, Reon Comics, 2020
4. Gundala Son of Lightning, Line Webtoon2, 2019
5. Garudayana Saga Format Scroll, Ciayo Comics, 2018
6. Grand Legend Ramayana Japan Edition, Digital Catapult, 2016
7. Garudayana Saga Japan Edition, Digital Catapult, 2015
8. Garudayana Saga Vol. 4–6, CAB Publishing, 2015
9. Garudayana Saga Vol. 1–3, CAB Publishing, 2014
10. Grand Legend Ramayana, Reon Comics, 2013

Informasi Lain:

1. Perwakilan Indonesia dalam *launching* film 'Avengers Infinity War' pada tahun 2018 di Marina Bay Sand, Singapura.
2. Masuk dalam jajaran *Playable Hero* dalam *game* 'Mobile Legends' (2017).
3. Perwakilan Indonesia dalam ajang pameran komik internasional di Erlangen Jerman tahun 2012.
4. Nominasi Lollipop Award 2010 di kategori Komik Indonesia Favorit Pilihan Pembaca XY Kids.
5. Nominasi Komikasia Award 2005 di kategori Best Cover, Best Character, dan Best Comic.