



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

**Buku Panduan Guru**  
**DASAR-DASAR TEKNIK**  
**KIMIA INDUSTRI**

Fitriyani Yetti Handayani  
Teguh Pangajuanto  
Rizka Zulhijah

SMK/MAK 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.

**Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X**

**Penulis**

Fitriyani Yetti Handayani  
Teguh Pangajuanto  
Rizka Zulhijah

**Penelaah**

Hendrawati  
Muhammad Widodo

**Penyelia/Penyelaras**

Supriyatno  
Wijanarko Adi Nugroho  
Erlina Indarti

**Kontributor**

Iin Inayah  
Yuzelma

**Ilustrator**

Frisna Yulinda Nathasia Harahap

**Editor**

Imtam Rus Ernawati  
Erlina Indarti

**Desainer**

Dono Merdiko

**Penerbit**

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

**Dikeluarkan oleh:**

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

Cetakan pertama, 2023

ISBN 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)  
978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10/14 pt., SIL Open Font License, Version 1.1.  
xii, 284 hlm.: 17,6 x 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 yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Maret 2023  
Kepala Pusat,

Supriyatno  
NIP 196804051988121001

# Prakata

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan izin-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan buku *Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri untuk SMK/MAK kelas X*. Buku ini disusun untuk membantu guru pengampu dalam proses pembelajaran menggunakan buku siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri untuk SMK/MAK kelas X*.

Buku Panduan Guru ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu Panduan Umum dan Panduan Khusus. Panduan Umum berisi penjelasan umum tentang buku siswa yang terdiri atas enam bagian, yaitu pendahuluan, profil pelajar pancasila, capaian pembelajaran, penjelasan fitur-fitur buku siswa, strategi atau metode pembelajaran, dan skema pembelajaran untuk setiap bab dalam buku siswa. Panduan Khusus berisi penjelasan secara spesifik untuk setiap bab dalam buku siswa, yang memuat beberapa hal, yaitu pendahuluan yang berisi tujuan pembelajaran dan keterkaitan antara satu bab dengan bab lainnya, skema pembelajaran, panduan pembelajaran, strategi interaksi guru dan orangtua/wali siswa, refleksi pembelajaran, dan sumber belajar utama atau referensi yang bisa digunakan oleh guru. Dalam panduan pembelajaran diberikan beberapa alternatif metode pembelajaran yang bisa diterapkan oleh guru saat pembelajaran. Selain itu, disertakan pula kunci jawaban uji kompetensi yang ada dalam buku siswa serta contoh penilaiannya yang bisa diterapkan oleh guru dalam menilai hasil pekerjaan siswa.

Buku ini berisi panduan dalam menggunakan buku siswa dengan beragam alternatif metode pembelajaran. Agar pembelajaran berlangsung secara optimal, dalam praktiknya guru perlu melakukan improvisasi sesuai dengan kondisi siswa dan sekolah masing-masing.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan buku panduan guru ini. Penulis berharap buku ini turut memberikan kontribusi nyata dalam perkembangan dan kemajuan pendidikan di Indonesia.

Jakarta, Maret 2023

Tim Penulis

# Daftar Isi

<b>Kata Pengantar</b> .....	<b>iii</b>
<b>Prakata</b> .....	<b>iv</b>
<b>Daftar Isi</b> .....	<b>v</b>
<b>Daftar Gambar</b> .....	<b>x</b>
<b>Daftar Tabel</b> .....	<b>x</b>
<b>Petunjuk Penggunaan Buku</b> .....	<b>xi</b>
<b>Panduan Umum</b> .....	<b>1</b>
A. Pendahuluan .....	2
B. Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran.....	4
C. Strategi Pembelajaran .....	12
D. Asesmen.....	13
E. Penjelasan Komponen Buku Siswa .....	14
F. Skema Pembelajaran.....	15
<b>Bab 1 Proses Bisnis Industri Kimia</b> .....	<b>23</b>
A. Pendahuluan .....	24
B. Skema Pembelajaran.....	24
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	28
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	28
E. Panduan Pembelajaran Bab 1 .....	29
F. Pengayaan dan Remedial.....	38
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	39
H. Asesmen .....	39
I. Kunci Jawaban.....	41
J. Refleksi Guru .....	44
K. Sumber Belajar Utama .....	44
<b>Bab 2 Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global di Dunia Industri Kimia</b> .....	<b>45</b>
A. Pendahuluan .....	46
B. Skema Pembelajaran.....	46
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	51
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	51
E. Panduan Pembelajaran Bab 2 .....	52
F. Pengayaan dan Remedial.....	63
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	64
H. Asesmen.....	64
I. Kunci Jawaban .....	67

J. Refleksi Guru.....	72
K. Sumber Belajar Utama .....	72
<b>Bab 3 Profesi, Kewirausahaan, dan Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri .....</b>	<b>73</b>
A. Pendahuluan .....	74
B. Skema Pembelajaran.....	74
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	77
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran .....	77
E. Panduan Pembelajaran Bab 3 .....	78
F. Pengayaan dan Remedial.....	88
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	88
H. Asesmen.....	89
I. Kunci Jawaban.....	91
J. Refleksi untuk Guru .....	92
K. Sumber Belajar Utama .....	92
<b>Bab 4 Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia .....</b>	<b>93</b>
A. Pendahuluan .....	94
B. Skema Pembelajaran.....	94
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	96
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	96
E. Panduan Pembelajaran Bab 4 .....	97
F. Pengayaan dan Remedial.....	102
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua atau Wali .....	102
H. Asesmen.....	103
I. Kunci Jawaban .....	105
J. Refleksi Guru.....	106
K. Sumber Belajar Utama .....	106
<b>Bab 5 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup dan Budaya Kerja Industri .....</b>	<b>107</b>
A. Pendahuluan .....	108
B. Skema Pembelajaran.....	108
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	113
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	113
E. Panduan Pembelajaran Bab 5 .....	113
F. Pengayaan dan Remedial.....	124
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	125
H. Asesmen .....	125
I. Kunci Jawaban.....	126

J. Refleksi Guru .....	132
K. Sumber Belajar Utama .....	132
<b>Bab 6 Kimia Organik Dasar .....</b>	<b>133</b>
A. Pendahuluan .....	134
B. Skema Pembelajaran.....	134
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	138
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	138
E. Panduan Pembelajaran Bab 6 .....	138
F. Pengayaan dan Remedial.....	147
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	147
H. Asesmen .....	148
I. Kunci Jawaban.....	148
J. Refleksi Guru .....	150
K. Sumber Belajar Utama .....	150
<b>Bab 7 Reaksi Kimia, Stoikiometri, dan Larutan Standar .....</b>	<b>151</b>
A. Pendahuluan .....	152
B. Skema Pembelajaran.....	152
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	157
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	157
E. Panduan Pembelajaran Bab 7 .....	158
F. Pengayaan dan Remedial.....	166
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	167
H. Asesmen .....	167
I. Kunci Jawaban.....	168
J. Refleksi Guru .....	170
K. Sumber Belajar Utama .....	170
<b>Bab 8 Laju Reaksi .....</b>	<b>171</b>
A. Pendahuluan .....	172
B. Skema Pembelajaran.....	172
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	175
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	175
E. Panduan Pembelajaran Bab 8 .....	176
F. Pengayaan dan Remedial.....	180
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	181
H. Asesmen .....	181
I. Kunci Jawaban.....	182
J. Refleksi Guru .....	184
K. Sumber Belajar Utama .....	184

<b>Bab 9 Kesetimbangan Kimia.....</b>	<b>185</b>
A. Pendahuluan .....	186
B. Skema Pembelajaran.....	186
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	189
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	189
E. Panduan Pembelajaran Bab 9 .....	190
F. Pengayaan dan Remedial.....	195
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	195
H. Asesmen .....	196
I. Kunci Jawaban.....	196
J. Refleksi Guru .....	198
K. Sumber Belajar Utama .....	198
<b>Bab 10 Sifat Koligatif Larutan .....</b>	<b>199</b>
A. Pendahuluan .....	200
B. Skema Pembelajaran.....	200
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	204
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	204
E. Panduan Pembelajaran Bab 10 .....	205
F. Pengayaan dan Remedial.....	209
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	210
H. Asesmen .....	210
I. Kunci Jawaban.....	212
J. Refleksi Guru .....	214
K. Sumber Belajar Utama .....	214
<b>Bab 11 Redoks dan Elektrokimia .....</b>	<b>215</b>
A. Pendahuluan .....	216
B. Skema Pembelajaran.....	216
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat .....	221
D. Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	221
E. Panduan Pembelajaran Bab 11 .....	222
F. Pengayaan dan Remedial.....	229
G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	229
H. Asesmen .....	230
I. Kunci Jawaban.....	230
J. Refleksi Guru .....	231
K. Sumber Belajar Utama .....	232
<b>Bab 12 Dasar Mikrobiologi .....</b>	<b>233</b>
A. Pendahuluan .....	234
B. Skema Pembelajaran.....	234
C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	236

D.	Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	236
E.	Panduan Pembelajaran Bab 12 .....	237
F.	Pengayaan dan Remedial.....	246
G.	Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	247
H.	Asesmen .....	247
I.	Refleksi Guru .....	252
J.	Sumber Belajar Utama .....	252
<b>Bab 13</b>	<b>Analisis Dasar Laboratorium .....</b>	<b>253</b>
A.	Pendahuluan .....	254
B.	Skema Pembelajaran.....	254
C.	Konsep dan Keterampilan Prasyarat.....	258
D.	Penilaian Sebelum Pembelajaran.....	258
E.	Panduan Pembelajaran Bab 13 .....	259
F.	Pengayaan dan Remedial.....	263
G.	Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat.....	263
H.	Asesmen .....	264
I.	Kunci Jawaban.....	266
J.	Refleksi Guru .....	268
K.	Sumber Belajar Utama .....	268
	<b>Glosarium .....</b>	<b>269</b>
	<b>Daftar Pustaka.....</b>	<b>271</b>
	<b>Indeks.....</b>	<b>272</b>
	<b>Profil Pelaku Perbukuan .....</b>	<b>274</b>

# Daftar Gambar

Gambar 1. Profil Pelajar Pancasila.....	3
---	---

# Daftar Tabel

Panduan Umum berisikan bagian-bagian sebagai berikut.....	xi
Panduan Khusus berisikan bagian-bagian sebagai berikut.....	xii
Tabel 2. Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri.....	6
Contoh Lembar Penilaian Presentasi .....	39
Contoh Rubrik Penilaian Presentasi.....	39
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 1 .....	44
Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan .....	64
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi.....	65
Contoh Format Penilaian Presentasi .....	66
Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan .....	89
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi.....	89
Contoh Format Penilaian Presentasi .....	90
Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan .....	103
Contoh Rubrik Observasi Aktivitas Praktik.....	104
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi.....	104
Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Minyak Sawit.....	127
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 5.....	131
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 6 .....	148
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 7 .....	167
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 8 .....	181
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 9 .....	196
Contoh Rubrik Penilaian Observasi.....	210
Contoh Lembar Penilaian Presentasi .....	211
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 10 .....	211
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 11 .....	230
Contoh Lembar Penilaian Presentasi .....	247
Contoh Rubrik Penilaian Presentasi.....	247
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 12.....	251
Contoh Rubrik Penilaian Observasi.....	264
Contoh Lembar Penilaian Presentasi .....	264
Contoh Rubrik Penilaian Presentasi.....	264
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 13.....	266

# Petunjuk Penggunaan Buku

Buku Panduan Guru dirancang untuk memandu guru menggunakan Buku Siswa, mempermudah proses pembelajaran, dan menyediakan sumber-sumber pendukung proses pembelajaran. Buku ini terdiri atas Panduan Umum dan Panduan Khusus.

Panduan Umum berisikan bagian-bagian sebagai berikut.

Nama Bagian	Keterangan
Pendahuluan	Bagian ini menjelaskan fungsi dan isi buku Panduan Guru, penjelasan Profil Pelajar Pancasila, serta karakteristik mata pelajaran.
Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran	Bagian ini berisi deskripsi capaian pembelajaran dari tiap-tiap elemen, tujuan pembelajaran, dan alur tujuan pembelajaran.
Strategi Pembelajaran	Bagian ini menyajikan contoh strategi, model, dan metode pembelajaran yang dapat guru gunakan dalam melaksanakan proses pembelajaran.
Asesmen	Bagian ini menyajikan jenis-jenis asesmen yang dapat guru gunakan dalam melakukan evaluasi proses pembelajaran.
Penjelasan Komponen Buku Siswa	Bagian ini menjelaskan fitur-fitur yang terdapat dalam Buku Siswa
Skema Pembelajaran	Bagian ini menyajikan contoh skema dan aktivitas yang dapat guru lakukan dalam proses pembelajaran.

Panduan Khusus berisikan bagian-bagian sebagai berikut.

Nama Bagian	Keterangan
Pendahuluan	Bagian ini memberikan gambaran umum isi bab dan tujuan pembelajaran pada bab tersebut.
Skema Pembelajaran	Bagian ini berisi materi, alokasi waktu, aktivitas pembelajaran, kata kunci, dan sumber belajar yang dapat dijadikan contoh guru dalam melaksanakan proses pembelajaran
Konsep dan Keterampilan Prasyarat	Bagian ini berisi konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik sebelum mempelajari bab tersebut.
Penilaian Sebelum Pembelajaran	Bagian ini berisi penilaian sebelum dilaksanakan pembelajaran untuk mengetahui kesiapan peserta didik.
Panduan Pembelajaran	Bagian ini berisi subbab, alokasi waktu, tujuan pembelajaran, tahapan pembelajaran, aplikasi konsep, refleksi pembelajaran, dan tindak lanjut pembelajaran.
Pengayaan dan Remedial	Bagian ini menyajikan contoh kegiatan pengayaan dan remedial.
Interaksi Guru dengan Orang Tua/ Wali dan Masyarakat	Bagian ini menyajikan contoh interaksi yang dapat dilakukan guru dengan orang tua/wali dan masyarakat.
Asesmen	Bagian ini berisi jenis-jenis asesmen yang dapat dilakukan guru.
Kunci Jawaban	Bagian ini berisi kunci jawaban pada aktivitas dan uji kompetensi di Buku Siswa.
Refleksi Guru	Bagian ini menyajikan hal-hal yang dapat direfleksikan guru terhadap proses pembelajaran.
Sumber Belajar Utama	Bagian ini menyajikan sumber belajar yang dapat dipelajari guru untuk mendalami materi.

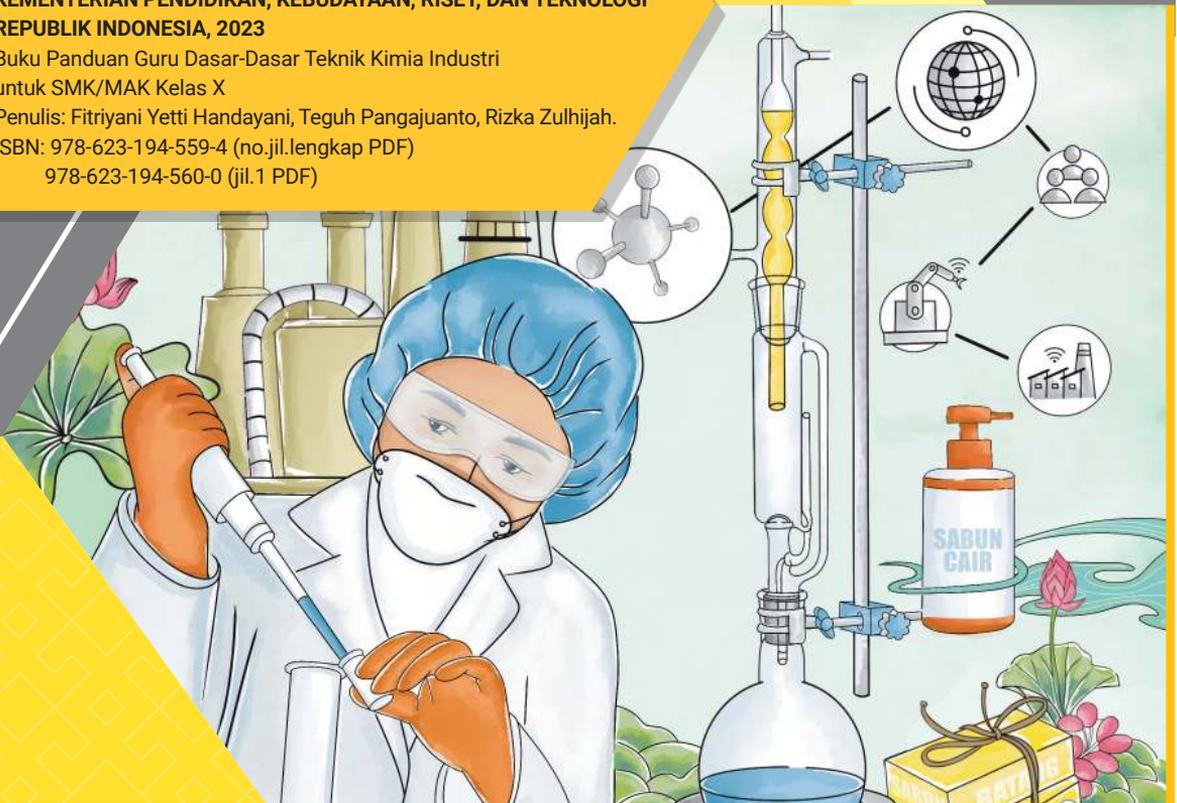
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2023**

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



# Panduan Umum

## A. Pendahuluan

Buku panduan guru merupakan buku pegangan yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Buku ini dipersiapkan oleh pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum Merdeka. Buku panduan guru ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak, di bawah koordinasi Pusat Perbukuan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku panduan guru merupakan dokumen yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku panduan guru ini.

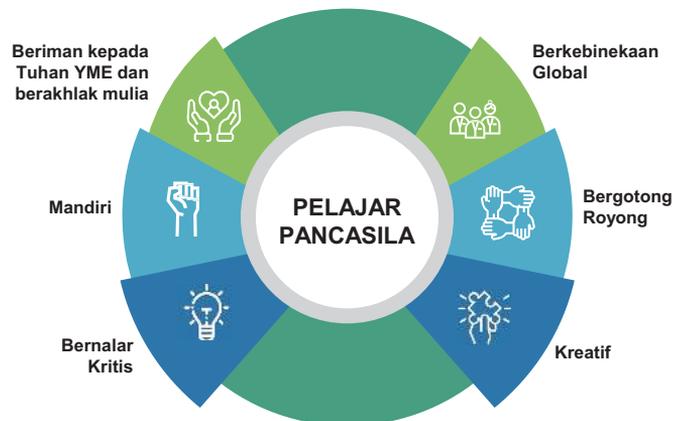
Buku panduan guru berfungsi sebagai petunjuk bagi guru dalam menggunakan buku siswa, sebagai acuan pembelajaran di kelas, serta memuat penjelasan tentang metode dan pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam proses pembelajaran. Buku panduan guru ini terdiri atas dua unit, yaitu Panduan Umum dan Panduan Khusus. Panduan Umum berisi penjelasan umum tentang buku panduan guru, sedangkan Panduan Khusus berisi penjelasan isi buku siswa secara spesifik pada setiap materi. Panduan Umum berisi enam bagian, yaitu pendahuluan, Profil Pelajar Pancasila, capaian pembelajaran Program Keahlian Teknik Kimia Industri Fase E yang harus dicapai oleh siswa SMK/MAK di kelas X, penjelasan fitur-fitur buku siswa, strategi atau metode pembelajaran secara umum yang dapat digunakan guru pada mata pelajaran ini, dan skema pembelajaran untuk setiap bab dalam buku siswa.

Panduan Khusus memuat lima aspek terkait materi pada setiap bab di buku siswa. *Pertama*, gambaran umum bab yang mendeskripsikan tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran, keterkaitan antarsubbab dan keterkaitan antara satu bab dan bab lainnya. *Kedua*, skema pembelajaran yang memuat alokasi waktu, aktivitas pembelajaran, kata kunci, sumber belajar utama dan tambahan. *Ketiga*, panduan pembelajaran yang memuat tujuan pembelajaran spesifik, apersepsi, sarana, media, metode, sumber lain pembelajaran, alternatif metode pembelajaran, konsepsi, kunci jawaban, contoh penilaian, dan tindak lanjut pembelajaran. *Keempat*, strategi interaksi antara guru dengan orang tua/wali peserta didik dan masyarakat. *Kelima*, refleksi guru berupa pertanyaan untuk membantu guru dalam merefleksikan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.

### Penjelasan Profil Pelajar Pancasila

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri memberikan kontribusi dalam membentuk peserta didik menjadi insan yang tidak hanya ahli pada bidang Teknik Kimia Industri, tetapi juga bernalar kritis, mandiri, kreatif, dan adaptif. Peserta didik juga diharapkan dapat menjadi insan yang beriman dan

bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia, bernalar kritis, mandiri, kreatif, bergotong royong, dan berkebinekaan global sesuai dimensi dalam Profil Pelajar Pancasila. Profil Pelajar Pancasila ini dapat dicapai dalam proses pembelajaran melalui materi yang diajarkan, kegiatan aktivitas mandiri peserta didik, dan kegiatan proyek yang dilakukan secara berkelompok.



Gambar 1. Profil Pelajar Pancasila

Sumber: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (2022)

## Karakteristik Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri merupakan mata pelajaran yang memuat kompetensi sebagai dasar penguasaan Program Keahlian Teknik Kimia Industri. Teknik kimia merupakan cabang ilmu teknologi atau rekayasa yang mempelajari pemrosesan bahan mentah menjadi barang yang lebih berguna, dapat berupa barang jadi atau barang setengah jadi. Ilmu teknik kimia ini diterapkan terutama dalam perancangan dan pemeliharaan proses-proses kimia, baik dalam skala kecil maupun skala besar seperti industri.

Mata pelajaran ini memuat ilmu dasar teknik kimia, ilmu dasar kimia, dan beberapa ilmu dasar pendukung lain pada Program Keahlian Teknik Kimia Industri. Ilmu-ilmu tersebut akan menjadi bekal bagi peserta didik dalam menguasai keilmuan Dasar Teknik Kimia Industri. Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri diberikan sebagai prasyarat sebelum peserta didik mempelajari mata pelajaran kejuruan secara lebih lanjut di kelas XI dan XII.

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri terdiri atas delapan elemen materi, meliputi proses bisnis secara menyeluruh bidang kimia industri; perkembangan teknologi di dunia kerja dan isu-isu global terkait dunia kimia industri; profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), serta peluang usaha di bidang kimia industri; teknik dasar proses produksi pada

bidang kimia industri; keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan hidup (K3LH) dan budaya kerja industri; dasar kimia; dasar mikrobiologi; serta teknik dasar pekerjaan laboratorium. Semua elemen materi ini menjadi pengetahuan dasar pada peserta didik agar siap melanjutkan pembelajaran ke fase berikutnya pada program keahlian Teknik Kimia Industri.

## B. Capaian Pembelajaran dan Alur Tujuan Pembelajaran

Buku Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri Kelas X disusun dengan mengacu Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka. Pada akhir fase E peserta didik akan memiliki gambaran mengenai program keahlian sehingga mampu menumbuhkan *vision* dan *passion* untuk merencanakan dan melaksanakan aktivitas pembelajaran.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis secara menyeluruh bidang kimia industri.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis bidang kimia industri secara menyeluruh, antara lain perancangan produk, Mata Rantai Pasok ( <i>Supply Chain</i> ), logistik, proses produksi pada industri kimia, perawatan peralatan produksi, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi di dunia kerja dan isu-isu global terkait dunia kimia industri.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami perkembangan proses produksi pada industri kimia, mulai dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, Industri 4.0, teknik digitalisasi di industri, <i>Product Life Cycle</i> , isu pemanasan global <i>Waste Control</i> , perubahan iklim dan aspek-aspek ketenagakerjaan.
Profesi dan kewirausahaan <i>job profile</i> dan <i>technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang kimia industri.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan ( <i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang kimia industri, untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i> , dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Teknik dasar proses produksi pada bidang kimia industri.	Meliputi praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan di industri kimia antara lain praktik dasar kimia, praktik dasar mikrobiologi, praktik dasar pekerjaan laboratorium dan penerapan dasar industri 4.0 dalam lingkup teknik kimia industri.
Keselamatan, kesehatan kerja, lingkungan hidup, dan budaya kerja industri.	Meliputi penerapan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), termasuk K3LH pada pengendalian pencemaran air, pengendalian pencemaran udara, pengelolaan limbah B3 dan non B3 dengan menggunakan <i>material safety data sheet</i> (MSDS) atau panduan lain yang sesuai serta etika kerja.
Dasar kimia.	Meliputi kimia organik dasar dan kimia anorganik dasar (larutan standar, reaksi kimia, stoikiometri, laju reaksi, kesetimbangan kimia, sifat koligatif larutan, redoks, dan elektrokimia).
Dasar mikrobiologi.	Meliputi pengenalan mikrobiologi, pengenalan media mikrobiologi, pembuatan media mikrobiologi, teknik sterilisasi, teknik isolasi dan inokulasi, dan perhitungan jumlah bakteri/kapang.
Teknik dasar pekerjaan laboratorium.	Meliputi penggunaan peralatan dasar laboratorium dan analisis dasar laboratorium.

## Alur Tujuan Pembelajaran

Alur tujuan pembelajaran (ATP) merupakan rangkaian tujuan pembelajaran yang tersusun secara sistematis berdasarkan capaian pembelajaran. Alur tujuan pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri ini sudah disusun berdasarkan alokasi waktu dalam satu tahun.

Alur tujuan pembelajaran yang disajikan pada buku ini dapat menjadi inspirasi guru dalam menyusun alur tujuan pembelajaran untuk memenuhi capaian pembelajaran. Alur Tujuan Pembelajaran dalam buku ini hanya sebagai contoh, guru dapat mengembangkan atau memodifikasi alur tujuan pembelajaran menyesuaikan dengan kondisi, kebutuhan, dan karakteristik peserta didik, serta kesiapan satuan pendidikan masing-masing. Tujuan pembelajaran dan alur tujuan pembelajaran dapat disusun bersama dengan mitra dunia kerja.

**Tabel 2. Alur Tujuan Pembelajaran Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri**

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
<p><b>Elemen 1:</b> Proses bisnis secara menyeluruh bidang kimia industri.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis bidang kimia industri secara menyeluruh, antara lain perancangan produk, Mata Rantai Pasok (<i>Supply Chain</i>), logistik, proses produksi pada industri kimia, perawatan peralatan produksi, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.</p>	<p>1.1 Menjelaskan industri kimia secara tepat.</p> <p>1.2 Mendeskripsikan perancangan produk secara benar.</p> <p>1.3 Menjelaskan alur mata rantai pasok (<i>supply chain</i>) secara tepat.</p> <p>1.4 Menjelaskan aktivitas logistik secara benar.</p> <p>1.5 Menjelaskan proses produksi pada industri kimia secara tepat.</p> <p>1.6 Mengidentifikasi peralatan produksi pada industri kimia secara tepat.</p> <p>1.7 Menjelaskan pengelolaan sumber daya manusia secara kritis.</p>	<pre> graph TD     1.1 --&gt; 1.2     1.2 --&gt; 1.3     1.3 --&gt; 1.4     1.4 --&gt; 1.5     1.5 --&gt; 1.6     1.6 --&gt; 1.7     </pre>
<p><b>Elemen 2:</b> Perkembangan teknologi di dunia kerja dan isu-isu global terkait dunia kimia industri.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami perkembangan proses produksi pada industri kimia, mulai dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, Industri 4.0, teknik digitalisasi di industri, <i>Product Life Cycle</i>, isu pemanasan global, <i>Waste Control</i>, perubahan iklim dan aspek-aspek ketenagakerjaan.</p>	<p>2.1 memahami perkembangan proses produksi industri kimia, mulai dari konvensional hingga teknologi modern;</p> <p>2.2 menjelaskan penerapan digitalisasi dan Industri 4.0 dalam industri kimia;</p> <p>2.3 mendeskripsikan konsep <i>product life cycle</i> dalam industri kimia;</p> <p>2.4 memahami pengaruh, peran, serta kontribusi industri kimia terhadap isu pemanasan global serta perubahan iklim;</p> <p>2.5 menjelaskan penerapan <i>waste control</i> di industri kimia; serta</p> <p>2.6 menjelaskan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia.</p>	<pre> graph TD     2.1 --&gt; 2.2     2.2 --&gt; 2.3     2.3 --&gt; 2.4     2.4 --&gt; 2.5     2.5 --&gt; 2.6     </pre>

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
<p><b>Elemen 3:</b> Profesi dan kewirausahaan (<i>jobprofile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang kimia industri.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang kimia industri, untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i>, dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.</p>	<p>3.1 Menjelaskan ragam profesi di bidang kimia industri.</p> <p>3.2 Menjelaskan ragam wirausaha di bidang kimia industri.</p> <p>3.3 Menganalisis peluang usaha di bidang kimia industri.</p> <p>3.4 Merancang rencana wirausaha di bidang kimia industri.</p>	
<p><b>Elemen 4:</b> Teknik dasar proses produksi pada bidang kimia industri.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami teknik dasar proses industri kimia melalui pengenalan dan praktik singkat yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan di industri kimia antara lain dasar teknik kimia, dasar mikrobiologi, dasar pekerjaan laboratorium dan penerapan industri 4.0 dalam lingkup teknik kimia industri.</p>	<p>4.1 Mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya.</p> <p>4.2 Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.</p> <p>4.3 Menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.</p>	

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
<p><b>Elemen 5:</b> Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan budaya kerja industri.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E, peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin). termasuk K3LH pada pengendalian pencemaran air, pengendalian pencemaran udara, pengelolaan limbah B3 dan non B3 dengan menggunakan <i>material safety data sheet</i> (MSDS) atau panduan lain yang sesuai serta etika kerja.</p>	<p>5.1 Menjelaskan keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan hidup.</p> <p>5.2 Menerapkan praktik kerja yang aman.</p> <p>5.3 Mengidentifikasi bahaya di tempat kerja.</p> <p>5.4 Menerapkan prosedur keadaan darurat.</p> <p>5.5 Menerapkan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).</p> <p>5.6 Menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran air.</p> <p>5.7 Menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran udara.</p> <p>5.8 Menjelaskan pengelolaan limbah B3 dan non-B3.</p> <p>5.9 Menerapkan penggunaan <i>material safety data sheet</i> (MSDS).</p>	<pre> graph TD     5.1 --&gt; 5.2     5.2 --&gt; 5.4     5.4 --&gt; 5.3     5.3 --&gt; 5.5     5.5 --&gt; 5.6     5.6 --&gt; 5.8     5.8 --&gt; 5.7     5.7 --&gt; 5.9   </pre>
<p><b>Elemen 6:</b> Dasar kimia</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami kimia organik dasar dan kimia anorganik dasar (larutan standar, reaksi kimia, stoikiometri, laju reaksi, kesetimbangan kimia, sifat koligatif larutan, redoks, dan elektrokimia).</p>	<p>6.1 Menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon.</p> <p>6.2 Memahami perbedaan senyawa organik dengan anorganik.</p> <p>6.3 Menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya.</p> <p>6.4 Menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa karbon.</p> <p>6.5 Menjelaskan kegunaan dan komposisi senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>6.6 Mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa.</p> <p>6.7 Membedakan alkohol primer, sekunder, dan tersier.</p>	<pre> graph TD     6.1 --&gt; 6.2     6.2 --&gt; 6.4     6.4 --&gt; 6.3     6.3 --&gt; 6.5     6.5 --&gt; 6.6     6.6 --&gt; 6.8     6.8 --&gt; 6.7     6.7 --&gt; 6.9     6.9 --&gt; 6.10     6.10 --&gt; 6.12     6.12 --&gt; 6.11   </pre>

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
	<p>6.8 Menuliskan senyawa isomer dan memberi nama senyawa turunan hidrokarbon.</p> <p>6.9 Menjelaskan sifat-sifat dan kegunaan serta dampak senyawa turunan hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>6.10 Menuliskan nama senyawa kimia berdasarkan rumus kimianya.</p> <p>6.11 Menyetarakan persamaan reaksi dengan benar.</p> <p>6.12 Menuliskan persamaan reaksi dengan benar.</p> <p>6.13 Menerapkan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume dalam perhitungan kimia.</p> <p>6.14 Menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia dalam persamaan reaksi.</p> <p>6.15 Menghitung konsentrasi larutan dalam berbagai satuan.</p> <p>6.16 Membuat larutan standar dan melakukan standarisasi.</p> <p>6.17 Menjelaskan pengertian laju reaksi.</p> <p>6.18 Menjelaskan pengaruh konsentrasi, luas permukaan sentuh, temperatur dan tekanan, serta volume terhadap laju reaksi ditinjau dari teori tumbukan.</p> <p>6.19 Menjelaskan pengaruh katalisator terhadap laju reaksi.</p> <p>6.20 Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi suatu reaksi berdasarkan data eksperimen.</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; 6.13((6.13))     6.13 --&gt; 6.14((6.14))     6.14 --&gt; 6.16((6.16))     6.16 --&gt; 6.15((6.15))     6.15 --&gt; 6.17((6.17))     6.17 --&gt; 6.18((6.18))     6.18 --&gt; 6.20((6.20))     6.20 --&gt; 6.19((6.19))     6.19 --&gt; 6.21((6.21))     6.21 --&gt; 6.22((6.22))     6.22 --&gt; 6.24((6.24))     6.24 --&gt; 6.23((6.23))     6.23 --&gt; 6.25((6.25))     6.25 --&gt; 6.26((6.26))     6.26 --&gt; 6.28((6.28))     6.28 --&gt; 6.27((6.27))     6.27 --&gt; 6.29((6.29))     6.29 --&gt; 6.30((6.30))     6.30 --&gt; 6.32((6.32))     6.32 --&gt; 6.31((6.31))     6.31 --&gt; 6.33((6.33))     6.33 --&gt; 6.34((6.34))     6.34 --&gt; 6.36((6.36))     6.36 --&gt; 6.35((6.35))     6.35 --&gt; 6.37((6.37))     6.37 --&gt; 6.38((6.38))     6.38 --&gt; End(( ))   </pre>

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
	<p>6.21 Menuliskan persamaan hukum laju reaksi suatu reaksi kimia.</p> <p>6.22 Menjelaskan penerapan konsep laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>6.23 Menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang.</p> <p>6.24 Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.</p> <p>6.25 Menentukan harga tetapan kesetimbangan (<math>K_c</math>).</p> <p>6.26 Menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial gas (<math>K_p</math>).</p> <p>6.27 Menjelaskan hubungan antara <math>K_c</math> dan <math>K_p</math>.</p> <p>6.28 Menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia pada bidang industri.</p> <p>6.29 Menjelaskan pengertian sifat koligatif larutan.</p> <p>6.30 Menjelaskan pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan.</p> <p>6.31 Menghitung penurunan tekanan uap jenuh larutan elektrolit dan nonelektrolit.</p> <p>6.32 Menghitung kenaikan titik didih larutan elektrolit dan nonelektrolit.</p> <p>6.33 Menentukan harga <math>M_r</math> zat terlarut berdasarkan persamaan kenaikan titik didih larutan.</p> <p>6.34 Menghitung penurunan titik beku larutan elektrolit dan nonelektrolit.</p> <p>6.35 Menentukan tekanan osmotik larutan elektrolit dan nonelektrolit.</p>	<pre> graph TD     Start(( )) --&gt; 6.39((6.39))     6.39 --&gt; 6.40((6.40))     6.40 --&gt; 6.41((6.41))     6.41 --&gt; 6.42((6.42))     6.42 --&gt; 6.43((6.43))     6.43 --&gt; 6.44((6.44))     6.44 --&gt; 6.45((6.45))   </pre>

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
	<p>6.36 Mendeskripsikan penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>6.37 Membedakan reaksi redoks dengan reaksi bukan redoks.</p> <p>6.38 Menyetarakan reaksi redoks dengan metode setengah reaksi dan perubahan bilangan oksidasi.</p> <p>6.39 Menuliskan persamaan sel elektrokimia.</p> <p>6.40 Menentukan potensial reduksi pada beberapa reaksi redoks.</p> <p>6.41 Menjelaskan proses terjadinya korosi pada logam.</p> <p>6.42 Menjelaskan cara-cara mencegah atau menghambat terjadinya proses korosi.</p> <p>6.43 Menuliskan reaksi elektrolisis pada lelehan dan beberapa larutan.</p> <p>6.44 Menerapkan hukum Faraday untuk menghitung massa endapan yang dihasilkan pada elektrolisis.</p> <p>6.45 Menerapkan konsep reaksi redoks untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.</p>	
<p><b>Elemen 7:</b> Dasar mikrobiologi</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami pengenalan mikrobiologi, pengenalan media mikrobiologi, pembuatan media mikrobiologi, teknik sterilisasi, teknik isolasi dan inokulasi, dan perhitungan jumlah bakteri/kapang.</p>	<p>7.1 Menjelaskan konsep mikrobiologi.</p> <p>7.2 Menjelaskan penerapan mikrobiologi di industri.</p> <p>7.3 Mengidentifikasi bakteri dan kapang.</p> <p>7.4 Membuat media mikrobiologi.</p> <p>7.5 Melaksanakan teknik sterilisasi.</p> <p>7.6 Melaksanakan teknik isolasi dan inokulasi.</p> <p>7.7 Menghitung jumlah bakteri/kapang.</p>	<pre> graph TD     7.1((7.1)) --&gt; 7.2((7.2))     7.2 --&gt; 7.3((7.3))     7.3 --&gt; 7.4((7.4))     7.4 --&gt; 7.5((7.5))     7.5 --&gt; 7.6((7.6))     7.6 --&gt; 7.7((7.7))     7.7 --&gt; 7.1   </pre>

Elemen dan Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)
<p><b>Elemen 8:</b> Teknik dasar pekerjaan laboratorium.</p> <p><b>Capaian Pembelajaran:</b> Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami penggunaan peralatan dasar laboratorium dan analisis dasar laboratorium.</p>	<p>8.1 Menjelaskan perbedaan analisis volumetri dengan analisis gravimetri.</p> <p>8.2 Menjelaskan perbedaan asidimetri dengan alkalimetri.</p> <p>8.3 Menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis volumetri.</p> <p>8.4 Melakukan analisis volumetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel.</p> <p>8.5 Menjelaskan langkah-langkah analisis gravimetri dengan metode pengendapan.</p> <p>8.6 Menghitung faktor gravimetri suatu unsur dalam endapan.</p> <p>8.7 Menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis gravimetri.</p> <p>8.8 Menjelaskan macam-macam metode gravimetri.</p> <p>8.9 Melakukan analisis gravimetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel.</p> <p>8.10 Menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam melakukan analisis.</p>	

### C. Strategi Pembelajaran

Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri dapat dilakukan di kelas dan laboratorium, dapat berupa proyek sederhana, interaksi dengan alumni atau praktisi industri, berkunjung pada industri yang relevan, dan mandiri melalui literatur-literatur yang relevan. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan metode ceramah, tanya jawab, diskusi, observasi, peragaan/demonstrasi, model pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), *discovery learning*, pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*), *inquiry learning*, dan model pembelajaran lain sesuai karakteristik materi.

Pembelajarannya dapat dilaksanakan secara sistem blok atau disesuaikan dengan karakteristik elemen yang dipelajari. Penguasaan peserta didik terhadap mata pelajaran ini sangat penting karena mata pelajaran ini menjadi dasar bagi semua mata pelajaran kejuruan pada Program Keahlian Teknik Kimia Industri. Pada awal pembelajaran disampaikan pada peserta didik bahwa perkembangan teknologi kimia industri yang begitu pesat memegang peranan yang begitu penting di semua bidang industri.

Peserta didik dikenalkan dengan industri dan dunia kerja yang berkaitan dengan dasar-dasar teknik kimia industri dan isu-isu penting dalam bidang manufaktur dan rekayasa seperti optimasi otomasi dan pengendalian limbah. Peserta didik dikenalkan dengan jenis-jenis industri dan dunia kerja sebagai peluang untuk bekerja setelah lulus. Untuk menumbuhkan *passion* (renjana), *vision* (visi), imajinasi, dan kreativitas dapat dilaksanakan melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek sederhana, interaksi dengan alumni, guru tamu dari industri/praktisi bidang kimia industri untuk menumbuhkan minat dan motivasi peserta didik, kunjungan industri untuk mengenalkan dunia kerja yang sesungguhnya, dan pencarian informasi melalui media digital. Tahap internalisasi wawasan serta *soft skills* ini membutuhkan porsi dominan (sekitar 75%) dari waktu yang tersedia pada kelas X, sebelum mempelajari aspek *hard skills* yang lebih spesifik.

## D. Asesmen

Proses pembelajaran dan asesmen merupakan kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Pada dasarnya asesmen atau penilaian dilakukan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran dan hasil belajar peserta didik. Asesmen yang dilakukan harus sesuai dengan capaian pembelajaran dan dapat mengukur tercapai atau tidaknya tujuan pembelajaran. Adapun jenis asesmen yang dilakukan sebagai berikut.

### 1. Asesmen Awal

Asesmen awal dilakukan untuk mengetahui pengetahuan kemampuan awal peserta didik sehingga guru dapat menentukan kebutuhan belajar dan membentuk program pembelajaran individual peserta didik. Asesmen awal dapat dilakukan pada awal tahun pelajaran, pada awal materi, atau sebelum pembelajaran dimulai.

### 2. Asesmen Formatif

Asesmen formatif digunakan untuk mendorong proses belajar, menjadi bagian dari pembelajaran, serta mengembangkan kemampuan metakognitif dan refleksi. Metode evaluasi yang dilakukan untuk evaluasi proses pemahaman peserta didik, kebutuhan pembelajaran, dan kemajuan akademik selama pembelajaran. Asesmen formatif dapat diberikan oleh guru, teman, atau diri sendiri.

### 3. Asesmen Sumatif

Asesmen sumatif bertujuan untuk menilai hasil belajar dan mengambil keputusan pada akhir suatu tahapan. Asesmen ini merupakan metode evaluasi yang dilakukan pada akhir pembelajaran untuk menilai pencapaian tujuan pembelajaran dan/atau CP peserta didik. Pada buku siswa, bentuk soal yang disajikan berupa uraian.

### E. Penjelasan Komponen Buku Siswa

Materi pada buku siswa disajikan dalam bentuk teks dilengkapi dengan visual yang menarik berupa foto, infografik, dan ilustrasi. Gambar-gambar yang ditampilkan mendukung konsep yang akan dipelajari peserta didik. Selain itu, media interaktif berupa video yang dapat diakses dengan memindai *QR Code* juga disajikan untuk mendukung pembelajaran. Dengan kombinasi ini, peserta didik diharapkan lebih tertarik mempelajari Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri, serta memudahkan peserta didik dalam memahami materi.

Secara umum ada lima fitur utama dalam buku siswa. *Pertama*, halaman kover bab yang berisi nomor dan judul bab serta pertanyaan pemantik. *Kedua*, bagian isi yang mencakup tujuan pembelajaran, peta konsep, kata kunci, apersepsi, isi materi, aktivitas pembelajaran, dan rangkuman. *Ketiga*, penilaian yang mencakup berbagai bentuk penilaian dan mengarah pada soal-soal AKM. *Keempat*, pengayaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan peserta didik mengenai materi pada setiap topik yang dipelajari. *Kelima*, refleksi yang mengajak peserta didik melakukan refleksi terhadap proses belajar pada setiap topik.

Dalam buku siswa akan ditemukan fitur-fitur sebagai penanda kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan. Fitur-fitur tersebut tertera pada tabel berikut.

Ikon	Nama Icon	Keterangan
	Tujuan Pembelajaran	Bagian ini memuat hasil pembelajaran dan kompetensi yang harus dicapai melalui proses pembelajaran. Tujuan pembelajaran disusun secara kronologis berdasarkan urutan pembelajaran yang menjadi prasyarat menuju capaian pembelajaran.
	Kata kunci	Bagian ini memuat istilah-istilah yang merujuk pada inti pembahasan materi.
	Pertanyaan Pemantik	Bagian ini berisi pertanyaan yang memantik nalar bepikirmu sebelum melakukan aktivitas pembelajaran.

Ikon	Nama Icon	Keterangan
	Peta Konsep	Bagian ini berisi materi-materi yang akan kamu pelajari dan capai dalam pembelajaran.
	Apersepsi	Bagian ini untuk menghubungkan pengalaman belajar atau kompetensi yang sudah kamu miliki dengan materi yang akan dipelajari.
	Materi Pembelajaran	Bagian ini berisi materi yang akan kamu pelajari.
	Aktivitas	Bagian ini memuat kegiatan pembelajaran yang kamu lakukan berupa diskusi, penugasan, praktikum, kunjungan industri, presentasi, dan lainnya.
	Rangkuman	Gambar ini menunjukkan rangkuman atau ringkasan dari materi pembelajaran pada masing-masing bab yang ditampilkan dalam bentuk poin-poin pernyataan.
	Uji kompetensi	Bagian ini memuat soal-soal uji kompetensi untuk mengukur kemampuanmu dalam mencapai tujuan pembelajaran.
	Pengayaan	Bagian ini berisi aktivitas tambahan untuk memperkaya pengetahuan dan wawasan terhadap materi dalam suatu bab.
	Refleksi	Bagian ini menunjukkan refleksi hasil kegiatan pembelajaran yang telah kamu lakukan. Refleksi disajikan dalam bentuk pertanyaan-pertanyaan yang mengajakmu berpikir secara mendalam terkait materi yang sudah dipelajari dan mengidentifikasi kekurangannya, manfaat, dan sikap setelah mempelajari materi tersebut.

## F. Skema Pembelajaran

Skema dan aktivitas pembelajaran yang disajikan di buku panduan guru ini merupakan **contoh**. Guru dapat dan/atau memodifikasi skema dan aktivitas lain sesuai kondisi peserta didik dan kesiapan sekolah masing-masing.

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
1. Proses Bisnis Industri Kimia	24 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan industri kimia secara tepat.</li> <li>2. Mendeskripsikan perancangan produk secara benar.</li> <li>3. Menjelaskan alur rantai pasok (Supply Chain) secara tepat.</li> <li>4. Menjelaskan aktivitas logistik secara benar.</li> <li>5. Menjelaskan proses produksi pada industri kimia secara tepat.</li> <li>6. Mengidentifikasi peralatan produksi pada industri kimia secara tepat.</li> <li>7. Menjelaskan pengelolaan sumber daya manusia secara kritis.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengenalan industri kimia.</li> <li>• Perancangan produk</li> <li>• Alur mata rantai pasok.</li> <li>• Aktivitas logistik.</li> <li>• Proses Produksi di Industri Kimia.</li> <li>• Peralatan proses produksi.</li> <li>• Pengelolaan SDM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industri kimia</li> <li>• Rantai pasok, logistik</li> <li>• Sumber daya manusia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Industri kimia</li> </ul>
2. Perkembangan Teknologi dan Isu Global di Dunia Kimia Industri	36 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memahami perkembangan proses produksi industri kimia, mulai dari konvensional hingga teknologi modern.</li> <li>2. Menjelaskan penerapan digitalisasi dan Industri 4.0 dalam industri kimia.</li> <li>3. Mendeskripsikan konsep product life cycle dalam industri kimia.</li> <li>4. Memahami pengaruh, peran, serta kontribusi industri kimia terhadap isu pemanasan global serta perubahan iklim.</li> <li>5. Menjelaskan penerapan waste control di industri kimia.</li> <li>6. Menjelaskan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkembangan Proses Industri.</li> <li>• Industri 4.0.</li> <li>• Product Life Cycle</li> <li>• Waste Control</li> <li>• Isu Pemanasan Global dan Perubahan Iklim</li> <li>• Ketenagakerjaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknologi digital</li> <li>• Otomatisasi</li> <li>• Industri 4.0</li> <li>• Pemanasan global</li> <li>• Tenaga kerja konvensional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Industri kimia</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
3. Profesi, Kewirausahaan, dan Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri	24 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya.</li> <li>2. Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.</li> <li>3. Menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesi di bidang kimia industri.</li> <li>• Kewirausahaan di bidang kimia industri.</li> <li>• Peluang usaha di bidang kimia industri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Copywriting</i></li> <li>• Modal</li> <li>• Operator</li> <li>• Peluang usaha</li> <li>• Pemasaran</li> <li>• Penelitian dan pengembangan</li> <li>• <i>Quality control</i></li> <li>• Wirausaha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Industri kimia</li> </ul>
4. Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia	24 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya.</li> <li>2. Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.</li> <li>3. Menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teknik dasar penggunaan peralatan laboratorium.</li> <li>• Teknik dasar pembuatan larutan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Larutan,</li> <li>• Konsentrasi</li> <li>• Persentase</li> <li>• Pengenceran</li> <li>• Laboratorium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> <li>• Eksperimen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Industri kimia</li> </ul>
5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup dan Budaya Kerja Industri	30 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan hidup.</li> <li>2. Menerapkan praktik-praktik kerja yang aman.</li> <li>3. Mengidentifikasi bahaya-bahaya di tempat kerja.</li> <li>4. Menerapkan prosedur-prosedur dalam keadaan darurat.</li> <li>5. Menerapkan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).</li> <li>6. Menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran air.</li> <li>7. Menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran udara.</li> <li>8. Menjelaskan pengelolaan limbah B3 dan non-B3.</li> <li>9. Menerapkan penggunaan <i>material safety data sheet</i> (MSDS).</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K3LH</li> <li>• Praktik-praktik kerja yang aman.</li> <li>• Bahaya-bahaya di tempat kerja.</li> <li>• Prosedur-prosedur dalam keadaan darurat.</li> <li>• Budaya kerja industri.</li> <li>• Pengendalian pencemaran air.</li> <li>• Pengendalian pencemaran udara.</li> <li>• Pengelolaan limbah B3 dan non-B3.</li> <li>• <i>Material safety data sheet</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K3LH</li> <li>• Budaya kerja industri</li> <li>• Limbah B3</li> <li>• MSDS</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Bahan kimia</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
6. Kimia Organik Dasar	48 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon.</li> <li>2. Memahami perbedaan senyawa organik dengan anorganik.</li> <li>3. Menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya.</li> <li>4. Menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa karbon.</li> <li>5. Menjelaskan penggunaan dan komposisi senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>6. Mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa.</li> <li>7. Membedakan alkohol primer, sekunder, dan tersier.</li> <li>8. Menuliskan senyawa isomer dan memberi nama senyawa turunan hidrokarbon.</li> <li>9. Menjelaskan sifat-sifat dan kegunaan serta dampak senyawa turunan hidrokarbon kehidupan sehari-hari.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbedaan senyawa organik dan anorganik.</li> <li>• Sifat khas atom karbon.</li> <li>• Posisi atom karbon.</li> <li>• Hidrokarbon.</li> <li>• Alkana.</li> <li>• Alkena.</li> <li>• Alkuna.</li> <li>• Senyawa turunan hidrokarbon.</li> <li>• Alkohol dan eter.</li> <li>• Aldehid dan keton.</li> <li>• Asam karboksilat dan ester.</li> <li>• Alkil halide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kimia organik</li> <li>• Kimia anorganik</li> <li>• Senyawa organik</li> <li>• Hidrokarbon</li> <li>• Senyawa turunan hidrokarbon</li> <li>• Alkana</li> <li>• Alkena</li> <li>• Alkuna</li> <li>• Alkohol</li> <li>• Eter</li> <li>• Aldehida</li> <li>• Keton</li> <li>• Asam karboksilat</li> <li>• Ester</li> <li>• Alkil halide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Organik</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
7. Reaksi Kimia, Stoikiometri, dan Larutan Standar	42 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menuliskan nama senyawa kimia berdasarkan rumus kimianya.</li> <li>2. Menyetarakan persamaan reaksi dengan benar.</li> <li>3. Menuliskan persamaan reaksi dengan benar.</li> <li>4. Menerapkan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume dalam perhitungan kimia.</li> <li>5. Menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia dalam persamaan reaksi.</li> <li>6. Menghitung konsentrasi larutan dalam berbagai satuan.</li> <li>7. Membuat larutan standar dan melakukan standarisasi dan sebaliknya.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tata nama senyawa.</li> <li>• Persamaan reaksi.</li> <li>• Hukum dasar kimia.</li> <li>• Konsep mol.</li> <li>• Stoikiometri.</li> <li>• Larutan standar.</li> <li>• Konsentrasi larutan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tata nama senyawa</li> <li>• Senyawa biner</li> <li>• Senyawa poliatomik</li> <li>• Senyawa ion</li> <li>• Senyawa asam</li> <li>• Senyawa organik</li> <li>• Persamaan reaksi</li> <li>• Koefisien reaksi</li> <li>• Hukum dasar kimia</li> <li>• Konsep Mol</li> <li>• Stoikiometri</li> <li>• Larutan standar</li> <li>• Standardisasi</li> <li>• Indikator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Dasar</li> </ul>
8. Laju Reaksi	24 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan pengertian laju reaksi</li> <li>2. Menjelaskan pengaruh konsentrasi, luas permukaan sentuh, temperatur dan tekanan, serta volume terhadap laju reaksi ditinjau dari teori tumbukan.</li> <li>3. Menjelaskan pengaruh katalisator terhadap laju reaksi</li> <li>4. Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi suatu reaksi berdasarkan data eksperimen.</li> <li>5. Menuliskan persamaan hukum laju reaksi suatu reaksi kimia.</li> <li>6. Menjelaskan penerapan konsep laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengertian laju reaksi.</li> <li>• Persamaan laju reaksi.</li> <li>• Faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.</li> <li>• Tahap penentu laju reaksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsentrasi</li> <li>• Pereaksi</li> <li>• Hasil reaksi</li> <li>• Energi aktivasi</li> <li>• Persamaan laju reaksi</li> <li>• Orde reaksi</li> <li>• Teori tumbukan</li> <li>• Luas permukaan sentuh</li> <li>• Suhu</li> <li>• Katalis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Dasar</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
9. Keseimbangan Kimia	30 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan reaksi keseimbangan dan keadaan setimbang.</li> <li>2. Menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran keseimbangan.</li> <li>3. Menentukan harga tetapan keseimbangan (Kc).</li> <li>4. Menentukan harga tetapan keseimbangan parsial gas (Kp).</li> <li>5. Menjelaskan hubungan antara Kc dan Kp.</li> <li>6. Menjelaskan penerapan keseimbangan kimia pada bidang industri.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaksi <i>reversible</i>.</li> <li>• Reaksi <i>irreversible</i>.</li> <li>• Keseimbangan dinamis.</li> <li>• Keseimbangan homogen.</li> <li>• Keseimbangan heterogen.</li> <li>• Faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran keseimbangan.</li> <li>• Tetapan keseimbangan.</li> <li>• Keseimbangan dalam industri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keseimbangan</li> <li>• Reaksi <i>reversible</i></li> <li>• Reaksi <i>irreversible</i></li> <li>• Tetapan keseimbangan.</li> <li>• Derajat disosiasi</li> <li>• Tekanan parsial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Dasar</li> </ul>
10. Sifat Koligatif Larutan	24 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan pengertian sifat koligatif larutan.</li> <li>2. Menjelaskan pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan.</li> <li>3. Menghitung penurunan tekanan uap jenuh larutan elektrolit dan nonelektrolit.</li> <li>4. Menghitung kenaikan titik didih larutan elektrolit dan nonelektrolit.</li> <li>5. Menentukan harga Mr zat terlarut berdasarkan persamaan kenaikan titik didih larutan.</li> <li>6. Menghitung penurunan titik beku larutan elektrolit dan nonelektrolit.</li> <li>7. Menentukan tekanan osmotik larutan elektrolit dan nonelektrolit.</li> <li>8. Mendeskripsikan penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat koligatif larutan.</li> <li>• Penurunan tekanan uap.</li> <li>• Kenaikan titik didih.</li> <li>• Penurunan titik beku.</li> <li>• Tekanan osmosis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat koligatif</li> <li>• Fraksi mol</li> <li>• Molalitas</li> <li>• Molaritas</li> <li>• Penurunan tekanan uap</li> <li>• Kenaikan titik didih</li> <li>• Penurunan titik beku</li> <li>• Tekanan osmosis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Dasar</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
11. Redoks dan Elektrokimia	42 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membedakan reaksi redoks dengan reaksi bukan redoks.</li> <li>2. Menyetarakan reaksi redoks dengan metode setengah reaksi dan perubahan bilangan oksidasi.</li> <li>3. Menuliskan persamaan sel elektrokimia.</li> <li>4. Menentukan potensial reduksi pada beberapa reaksi redoks.</li> <li>5. Menjelaskan proses terjadinya korosi pada logam.</li> <li>6. Menjelaskan cara-cara mencegah atau menghambat terjadinya proses korosi.</li> <li>7. Menuliskan reaksi elektrolisis pada lelehan dan beberapa larutan.</li> <li>8. Menerapkan hukum Faraday untuk menghitung massa endapan yang dihasilkan pada elektrolisis.</li> <li>9. Menerapkan konsep reaksi redoks untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perkembangan pengertian reaksi redoks.</li> <li>• Bilangan oksidasi.</li> <li>• Reduktior.</li> <li>• Oksidator.</li> <li>• Penyetaraan reaksi redoks.</li> <li>• Sel volta.</li> <li>• Korosi.</li> <li>• Sel elektrolisis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaksi reduksi</li> <li>• Reaksi oksidasi</li> <li>• Bilangan oksidasi</li> <li>• Sel volta</li> <li>• Potensial sel</li> <li>• Korosi</li> <li>• Sel elektrolisis</li> <li>• Hukum Faraday</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Dasar</li> </ul>
12. Dasar Mikrobiologi	48 JP	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan konsep mikrobiologi.</li> <li>2. Menjelaskan penerapan mikrobiologi di industri.</li> <li>3. Mengidentifikasi bakteri dan kapang.</li> <li>4. Membuat media mikrobiologi.</li> <li>5. Melaksanakan teknik sterilisasi.</li> <li>6. Melaksanakan teknik isolasi dan inokulasi.</li> <li>7. Menghitung jumlah bakteri/kapang.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsep mikrobiologi.</li> <li>• Penerapan mikrobiologi.</li> <li>• Identifikasi bakteri dan kapang.</li> <li>• Media Pertumbuhan Mikroba</li> <li>• Teknik sterilisasi.</li> <li>• Teknik isolasi dan inokulasi.</li> <li>• Penentuan jumlah bakteri/kapang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikroorganisme</li> <li>• Media mikroba</li> <li>• Sterilisasi</li> <li>• Isolasi</li> <li>• Inokulasi</li> <li>• TPC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Praktikum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Bahan kimia</li> <li>• Alat mikro-biologi</li> </ul>

Bab	Saran Waktu	Tujuan Pembelajaran	Pokok Materi	Kata Kunci	Metode dan Aktivitas	Sumber Belajar
13. Analisis Dasar Laboratorium	36 jp	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menjelaskan perbedaan analisis volumetri dengan analisis gravimetri.</li> <li>2. Menjelaskan perbedaan asidimetri dengan alkalimetri.</li> <li>3. Menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis volumetri.</li> <li>4. Melakukan analisis volumetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel.</li> <li>5. Menjelaskan langkah-langkah analisis gravimetri dengan metode pengendapan.</li> <li>6. Menghitung faktor gravimetri suatu unsur dalam endapan.</li> <li>7. Menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis gravimetri.</li> <li>8. Menjelaskan macam-macam metode gravimetri.</li> <li>9. Melakukan analisis gravimetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel.</li> <li>10. Menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam melakukan analisis.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis volumetri</li> <li>• Metode analisis volumetri</li> <li>• Analisis gravimetri</li> <li>• Faktor gravimetri</li> <li>• Metode analisis gravimetri</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisis volumetri</li> <li>• Analisis gravimetri</li> <li>• Larutan standar</li> <li>• Indikator</li> <li>• Titrasi</li> <li>• Faktor gravimetri</li> <li>• Asidimetri</li> <li>• Alkalimetri</li> <li>• Titik ekuivalen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ceramah</li> <li>• Tanya jawab</li> <li>• Penugasan</li> <li>• Diskusi</li> <li>• Eksperimen</li> <li>• Presentasi</li> <li>• Observasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku siswa</li> <li>• Internet</li> <li>• Buku Kimia Analisis Dasar</li> </ul>

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



Sumber: 127071/Pixabay, (2022)

# Bab 1

## Panduan Khusus **Proses Bisnis Industri Kimia**

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang bisnis industri kimia meliputi bahan baku yang diperlukan, proses produksi, dan produk yang dihasilkan merupakan hal penting bagi peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Pemahaman tersebut diperlukan agar peserta didik mengerti ruang lingkup ilmu yang akan dipelajari. Pemahaman tersebut sekaligus memberikan gambaran tentang bidang pekerjaan yang nantinya dapat menjadi pilihan profesi peserta didik sehingga diharapkan membangkitkan minat dan semangat mereka.

Setelah mempelajari Bab 1 tentang proses bisnis industri kimia, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan bisnis industri kimia secara menyeluruh meliputi:

1. industri kimia secara umum;
2. perancangan produk;
3. alur rantai pasok (*supply chain*);
4. aktivitas logistik;
5. proses produksi pada industri kimia;
6. peralatan produksi pada industri kimia; dan
7. pengelolaan sumber daya manusia.

## B. Skema Pembelajaran

### Subbab:

- A. Mengenal Industri Kimia
- B. Perancangan Produk

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai industri kimia.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Industri kimia</li><li>• Bangun industri nasional</li><li>• Perancangan produk</li></ul>	Buku siswa pada subbab Mengenal Industri Kimia.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang industri kimia.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati dan berdiskusi mengenai bangun industri nasional.		Buku siswa pada pada Gambar 1.2.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang pembangunan industri di Indonesia.
Mengerjakan Aktivitas 1.1 dan Aktivitas 1.2 pada subbab Menenal Industri Kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 1.1 dan Aktivitas 1.2.	Sumber bacaan di internet tentang produk kimia.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Membaca dan berdiskusi mengenai perancangan produk.</li> <li>Membedakan bahan kimia komoditas dan bahan kimia khusus.</li> </ul>		Buku siswa pada subbab Perancangan Produk.	Sumber bacaan yang relevan dengan perancangan produk kimia.

### Subbab:

C. Alur Rantai Pasok (*Supply Chain*)

D. Aktivitas Logistik

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah suatu produk sampai ke konsumen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rantai pasok</li> <li>logistik</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Alur Rantai Pasok.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang mata rantai pasok.
Membaca dan berdiskusi tentang alur rantai pasok ( <i>supply chain</i> ).		Buku siswa pada Gambar 1.3.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang skema mata rantai pasok.
Menelaah keuntungan rantai pasok dan pentingnya manajemen rantai pasok.		Buku siswa pada subbab Alur Rantai Pasok.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain atau sumber lain tentang rantai pasok.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah pentingnya aktivitas logistik.		Buku siswa pada subbab Aktivitas Logistik.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang aktivitas logistik.
Membedakan aktivitas logistik dan rantai pasok.		Buku siswa pada subbab Aktivitas Logistik.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang aktivitas logistik.
Mencari informasi di internet, berdiskusi, dan presentasi mengenai kasus rantai pasok dan logistik suatu industri kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 1.3.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang kasus mata rantai pasok dan aktivitas logistik suatu industri kimia.

#### Subbab:

- E. Proses Produksi pada Industri Kimia
- F. Peralatan Produksi Industri Kimia
- G. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati proses produksi industri kimia secara umum.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses produksi</li> <li>• Peralatan proses</li> <li>• Sumber daya manusia</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Proses Produksi pada Industri Kimia.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang proses produksi industri.
Membaca dan berdiskusi tentang alur proses industri kimia.		Buku siswa pada Gambar 1.4.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang proses produksi industri.
Membaca dan berdiskusi tentang peralatan proses produksi industri kimia.		Buku siswa pada subbab Peralatan Proses Produksi Industri Kimia.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang peralatan produksi industri.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati gambar atau video peralatan proses produksi industri kimia.		Buku siswa pada Gambar 1.5 s.d. 1.13.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain tentang proses produksi industri.
Membaca dan berdiskusi tentang pengelolaan sumber daya manusia.		Buku siswa pada subbab Pengelolaan Sumber Daya Manusia.	Sumber dari internet atau sumber lain yang relevan tentang pengelolaan sumber daya manusia.
Merencanakan kunjungan industri di daerah terdekat.		Buku siswa pada pembelajaran di luar kelas.	Informasi dari masyarakat atau alumni tentang industri di daerah sekitar.
Mengoordinasi dan melaksanakan persiapan pelaksanaan kunjungan industri.		Pembimbing kunjungan industri.	-
Mencermati proses dan peralatan produksi di tempat kunjungan industri.		Proses dan peralatan produksi di tempat kunjungan industri.	Buku siswa dan sumber di internet yang relevan.
Mencari informasi tentang bahan baku, produk, proses, peralatan, dan pemasaran hasil produksi.		Pembimbing dan karyawan di tempat kunjungan industri.	Buku siswa dan sumber di internet yang relevan.
Melakukan wawancara tentang personalia di tempat kunjungan industri.		Pegawai bidang personalia di tempat kunjungan.	Buku siswa dan sumber di internet yang relevan.
Mendokumentasikan kegiatan kunjungan industri.		Kegiatan kunjungan industri.	Buku siswa dan sumber di internet yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membuat laporan kunjungan industri.		Dokumentasi dan informasi pelaksanaan kunjungan industri.	Buku siswa dan sumber di internet yang relevan.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang proses bisnis industri kimia.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian dengan pembelajaran hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik Proses Bisnis Industri Kimia. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait dengan capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran yang sekarang, misalnya sebagai berikut.

- Produk industri kimia apa saja yang sering kalian temui di rumah, sekolah, atau di lingkungan sekitar?
- Apa yang kalian ketahui tentang rantai pasok?
- Coba kalian sebutkan peralatan produksi industri kimia!
- Bagaimana caranya jika kalian ingin mencari informasi di internet?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 1

### Subbab:

- A. Mengetahui Industri Kimia
- B. Perancangan Produk

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan industri kimia secara tepat; dan
- mendeskripsikan perancangan produk secara benar.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mencermati gambar pada cover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan sebagai berikut.
  - Apakah yang muncul di benak kalian setelah mencermati gambar pada cover bab?
  - Apa yang kalian rasakan jika tidak ada industri kimia?
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati barang-barang yang sering digunakan atau dikonsumsi. Barang tersebut merupakan produk industri, seperti minuman, makanan, kosmetik, pakaian, perabot rumah tangga, dan pupuk.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan mencermati gambar pada cover bab.
2. Peserta didik diajak ke suatu tempat sampah yang banyak isinya.
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati sampah berupa kantong atau kemasan suatu produk makanan dan minuman.
4. Peserta didik diajak berpikir mengenai proses pembuatan produk tersebut dengan mencermati informasi dalam kemasan.
5. Setelah pulang sekolah, peserta didik diminta menuliskan barang-barang di rumah yang termasuk produk industri.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami bahan kimia.
2. Peserta didik diajak mengenal industri kimia secara umum.
3. Peserta didik diminta mencari informasi dari berbagai sumber tentang contoh industri kimia.
4. Peserta didik diajak mencari informasi mengenai bahan baku pertanian dan pertambangan yang dapat digunakan untuk industri kimia.
5. Peserta didik ditekankan untuk mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam Indonesia.
6. Sebagai penerus bangsa, peserta didik diarahkan untuk bersikap baik dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak untuk membaca dokumen Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional (RIPIN) 2015–2035 bagian industri kimia.
8. Peserta didik diajak untuk menelaah Gambar 1.2 Bangun industri nasional. Selanjutnya, peserta didik diminta menghubungkan gambar tersebut dengan peran industri kimia dalam pembangunan Indonesia.
9. Peserta didik diarahkan berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk membahas Aktivitas 1.1.
10. Peserta didik diminta mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas.
11. Peserta didik diajak untuk mencermati klasifikasi industri menurut peraturan menteri perindustrian.
12. Peserta didik diarahkan berdiskusi dan bekerja secara berkelompok untuk membahas Aktivitas 1.2.
13. Peserta didik diminta mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas.
14. Peserta didik diajak untuk membaca dan berdiskusi tentang perancangan produk.
15. Peserta didik diarahkan untuk dapat membedakan bahan kimia komoditas dan bahan kimia spesial.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak untuk mengamati perkembangan produk kimia spesial di pasaran yang digunakan sehari-hari dan persaingan bisnisnya. Produk kimia tersebut misalnya sabun, obat, serta produk makanan dan minuman. Peserta didik diajak untuk menelaah kekhususan produk tersebut.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari serta hal-hal yang belum dipahami tentang subbab industri kimia dan perancangan produk dalam mendukung pembangunan ekonomi Indonesia.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada bab ini.
3. Peserta didik diberi penjelasan mengenai manfaat belajar pada subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penegasan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan pertama akan menjadi dasar pengetahuan materi selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penekanan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan mata rantai pasok.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap distribusi barang sampai kepada konsumen. Hal ini merupakan pengantar menuju subbab C.

### Subbab:

- C. Alur Mata Rantai Pasok (*Supply Chain*)
- D. Aktivitas Logistik

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan alur mata rantai pasok; dan
- menjelaskan aktivitas logistik.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik mencermati tayangan video atau gambar mengenai salah satu produk yang sering dikonsumsi masyarakat, misalnya mi instan (guru dapat memilih produk lain). Selanjutnya, guru bertanya kepada peserta didik apakah mereka pernah mengonsumsi produk tersebut.

2. Peserta didik diminta untuk membacakan bahan yang digunakan dalam produk tersebut dan membuka kemasan, menunjukkan bagian-bagian dari produk tersebut (misalnya mi, bumbu, kecap, dan sambal).
3. Peserta didik menjawab pertanyaan mengenai kemudahan dalam mendapatkan produk tersebut.
4. Peserta didik dijelaskan mengenai cara produk tersebut sampai kepada konsumen. Agar sampai kepada konsumen, produk tersebut melibatkan beberapa pihak, mulai dari pemasok bahan baku (pabrik terigu, kecap, sambal, minyak, dan plastik untuk kemasan), pabrik pembuat produk (pabrik mi instan), distributor, dan penjual.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menuliskan masakan yang paling disukai di selembar kertas.
2. Peserta didik diminta menuliskan kebutuhan bahan yang digunakan untuk membuat masakan tersebut.
3. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - Jika salah satu atau beberapa bahan tidak ada, dapatkah kalian memasak?
  - Jika dapat dimasak, apakah rasa masakan tersebut enak sesuai harapan?
4. Peserta didik dijelaskan bahwa industri kimia pun membutuhkan bahan baku yang seharusnya.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta mencermati produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya detergen.
2. Peserta didik diajak berpikir bagaimana produk mulai dibutuhkan sampai akhirnya hadir untuk konsumen.
3. Peserta didik diarahkan menelaah tahapan yang terlibat dalam rantai pasok.
4. Peserta didik diajak untuk mencermati Gambar 1.3 Alur rantai pasok.
5. Peserta didik diajak untuk menelaah nilai keuntungan rantai pasok.
6. Peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya mengenai pentingnya manajemen rantai pasok.
7. Peserta didik diberi penjelasan mengenai pentingnya aktivitas logistik.
8. Peserta didik diarahkan untuk menelaah perbedaan aktivitas logistik dengan rantai pasok.

9. Peserta didik diminta berdiskusi dan bekerja secara berkelompok untuk membahas kasus rantai pasok dan logistik suatu industri kimia seperti pada Aktivitas 1.3.
10. Peserta didik diajak untuk mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak mengamati perkembangan produk kimia spesial di pasaran yang digunakan sehari-hari dan persaingan bisnisnya, misalnya sabun, obat, serta produk makanan dan minuman. Peserta didik diajak untuk menelaah kekhususan produk tersebut.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk berdiskusi mengenai hal-hal apa yang telah dipelajari, atau belum dipahami tentang subbab Alur Rantai Pasok dan Aktivitas Logistik dalam bisnis industri kimia.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran mengenai pengetahuan yang mereka peroleh pada bab ini.
3. Guru menekankan kepada peserta didik mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Guru menekankan kepada peserta didik mengenai nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Guru menekankan kepada peserta didik bahwa pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan pertama akan menjadi dasar untuk pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penekanan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan rantai pasok.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap proses produksi bahan baku menjadi produk. Hal ini menjadi pengantar menuju pembahasan pada subbab E.

#### Subbab:

- E. Proses Produksi pada Industri Kimia
- F. Peralatan Produksi Industri Kimia
- G. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan proses produksi pada industri kimia secara tepat;
- mengidentifikasi peralatan produksi pada industri kimia secara tepat; serta
- menjelaskan pengelolaan sumber daya manusia secara kritis.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi pertanyaan terkait pengalamannya dalam membuat roti atau melihat orang membuat roti.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai bahan-bahan dan alat-alat yang biasa digunakan untuk membuat roti.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai proses pembuatan roti secara umum mulai dari persiapan bahan dan alat, proses pembuatannya, hingga diperoleh roti yang siap dikonsumsi.
4. Peserta didik diberikan gambaran bahwa pembuatan roti juga terjadi di industri kimia, mulai bahan baku yang dibutuhkan sampai diperoleh produk jadi atau setengah jadi.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik menyaksikan tayangan video di *YouTube* mengenai pembuatan keju dengan link <https://www.youtube.com/watch?v=oFfycKIdoy8> (Guru dapat mencari materi lain untuk memotivasi belajar peserta didik).
2. Peserta didik diminta menuliskan kebutuhan bahan yang digunakan untuk membuat keju tersebut.
3. Peserta didik diminta menuliskan proses pembuatan keju secara ringkas.
4. Peserta didik diberi pemahaman mengenai pelaksanaan serangkaian proses hingga diperoleh produk yang diinginkan.



## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi mengenai subbab proses produksi industri kimia.
2. Peserta didik diajak mencermati Gambar 1.4 Proses produksi industri kimia secara umum.

3. Peserta didik diarahkan untuk memperhatikan unit-unit yang terlibat dalam proses produksi.
4. Peserta didik diajak untuk mengomunikasikan fungsi setiap unit dan menyebutkan contoh metode yang digunakan.
5. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai jenis-jenis proses di industri kimia.
6. Peserta didik diarahkan untuk dapat membedakan proses *batch* dan *continue*.
7. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi mengenai subbab peralatan produksi industri kimia.
8. Peserta didik diminta menyebutkan kategori peralatan produksi industri kimia.
9. Peserta didik diminta membedakan jenis-jenis peralatan pada setiap kategori.
10. Peserta didik diarahkan untuk menyebutkan contoh penggunaan peralatan produksi.
11. Peserta didik diminta untuk memperhatikan gambar peralatan produksi industri kimia.
12. Peserta didik diarahkan untuk mencari gambar peralatan dari sumber di internet.
13. Peserta didik diajak menonton video pembuatan pupuk NPK (Nitrogen Phosphor Kalium) di *link*:  
<https://www.youtube.com/watch?v=6uI-EWQxXSg>
14. Peserta didik diarahkan untuk membaca dan mendiskusikan subbab pengelolaan sumber daya manusia.
15. Peserta didik diajak untuk mengkritisi pengelolaan sumber daya alam di Indonesia.
16. Peserta didik diarahkan untuk memahami pentingnya pengelolaan sumber daya manusia.
17. Peserta didik diminta mengungkapkan beberapa prinsip pengelolaan SDM.
18. Peserta didik diminta menjelaskan penempatan bidang kerja lulusan kimia industri.



### Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan mencermati penerapan pemisahan industri kimia dalam kehidupan sehari-hari, misalnya filtrasi, pengeringan, dan evaporasi. Peserta didik diarahkan agar mampu memahami konsep pemisahannya. Peserta didik diarahkan untuk berpikir mengenai upaya yang dilakukan agar pemisahannya efisien.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari serta hal-hal, hal-hal yang belum dipahami tentang subbab proses produksi industri kimia, peralatan produksi industri kimia, dan pengelolaan sumber daya manusia.
2. Peserta didik diminta menyimpulkan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Guru menekankan kepada peserta didik mengenai nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperolehnya pada pertemuan ini akan menjadi dasar untuk pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam melaksanakan proses produksi industri kimia.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap proses produksi di industri yang akan dikunjungi. Hal ini menjadi pengantar pertemuan berikutnya.

### Subbab:

- E. Proses Produksi pada Industri Kimia
- F. Peralatan Produksi Industri Kimia
- G. Pengelolaan Sumber Daya Manusia

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Kunjungan Industri



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan proses produksi pada industri kimia secara tepat;
- mengidentifikasi peralatan produksi pada industri kimia secara tepat; serta
- menjelaskan pengelolaan sumber daya manusia secara kritis.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi pertanyaan tentang industri yang akan dikunjungi.
2. Guru dan peserta didik membuat kesepakatan tentang tata tertib di industri yang akan dikunjungi.
3. Peserta didik diberi pemahaman tentang aspek keamanan, keselamatan, kesopanan, dan kesantunan di lokasi industri.
4. Peserta didik diberi motivasi untuk aktif mencari informasi mengenai industri yang akan dikunjungi.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diminta untuk mencari informasi mengenai profil industri yang akan dikunjungi melalui internet atau karyawan yang bekerja.
2. Beberapa peserta didik diminta untuk menyampaikan profil industri yang akan dikunjungi.
3. Peserta didik diminta untuk menyiapkan pertanyaan-pertanyaan sebagai bahan pendalaman informasi. Misalnya: terkait tanggung jawab setiap pegawai di industri.
4. Peserta didik diarahkan untuk tidak segan-segan bertanya jika belum paham.

#### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak melakukan persiapan kegiatan kunjungan industri.
2. Peserta didik diminta memperhatikan penjelasan umum dari karyawan industri.
3. Peserta didik diarahkan mencermati proses dan peralatan produksi industri yang dikunjungi.
4. Peserta didik diminta mencari informasi bahan baku, produk, proses, peralatan, dan pemasaran hasil produksi.
5. Peserta didik diajak melakukan wawancara dengan bagian personalia/SDM tentang pengelolaan sumber daya manusia.
6. Peserta didik mendokumentasikan kegiatan kunjungan industri.
7. Peserta didik membuat laporan kegiatan kunjungan industri.

#### Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan untuk mencermati tanggung jawab setiap pegawai di industri tempat berkunjung. Peserta didik diajak menerapkan budaya kerja di industri yang diamati selama kunjungan.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari dari kunjungan industri serta hal-hal yang belum dipahami tentang proses produksi industri kimia, peralatan produksi industri kimia, dan pengelolaan sumber daya manusia.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada kunjungan industri.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai manfaat dari kunjungan industri.
4. Peserta didik ditekankan mengenai nilai karakter setelah melakukan kunjungan industri.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Guru menekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada kunjungan industri ini akan menjadi pengalaman yang berharga bagi peserta didik.
2. Guru menekankan kepada peserta didik bahwa diperlukan karakter yang baik dalam melaksanakan proses produksi industri kimia.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap perkembangan teknologi dan isu-isu global sebagai pengantar pertemuan berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan diberikan bagi peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi kompetensi dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diarahkan berdiskusi dan mencari tahu tentang materi yang dibaca.
- c. Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya, baik dalam bentuk verbal maupun tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai nilai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Bentuk remedial sebagai berikut.

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- b. 41 - 65% belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan

- c. 66 - 85% sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan kunjungan industri. Guru mengajukan izin kepada pihak industri perihal kunjungan industri mulai persyaratan, informasi yang akan digali, hingga teknis pelaksanaannya. Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada pembelajaran ini sebagai salah satu bentuk umpan balik pada akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon, pesan, atau media sosial yang lain. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

### Contoh Lembar Penilaian Presentasi

No.	Nama Peserta Didik	Skor (Skala 1-4)				
		Penggunaan Bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran Jawaban	Pembuatan bahan presentasi
1.						
2.						
3.						
dst						

### Contoh Rubrik Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
1.	Penggunaan bahasa	Kriteria yang dinilai: Aspek bahasa Baku Terstruktur	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
2	Kejelasan menyampaikan	Kriteria yang dinilai: Artikulasi jelas Suara dapat didengar Sistematis (tidak bertele-tele)	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
3	Komunikatif	Kriteria yang dinilai : Pandangan lebih banyak menatap audiens daripada membaca Menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan Pemilihan diksi dalam menyusun kalimat	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
4	Kebenaran menjawab pertanyaan	Kriteria yang dinilai : Pertanyaan dijawab dengan benar Mampu menjelaskan Kemampuan mempertahankan jawaban jika disanggah	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
5	Pembuatan bahan presentasi	Kriteria : Pemilihan layout Ukuran dan jenis huruf Penggunaan gambar, audio atau video	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Catatan: Lembar dan rubrik penilaian presentasi ini sifatnya hanya contoh. Guru dapat menggunakan atau memodifikasi sesuai kebutuhan.

## I. Kunci Jawaban

### Aktivitas 1.1

Kelompok industri prioritas dan jenis industri sebagai berikut.

No.	Kelompok Industri Prioritas	Jenis Industri
1.	Industri pangan.	a. Industri pengolahan ikan. b. Industri pengolahan susu. c. Industri berbahan dasar gula. d. Industri tepung.
2.	Industri farmasi, kosmetik, dan alat kesehatan.	a. Industri farmasi. b. Industri kosmetik. c. Industri alat kesehatan.
3.	Industri tekstil, kulit, alas kaki, serta plastik dan karet.	a. Industri tekstil. b. Industri alas kaki dan kulit. c. Industri berbahan dasar kayu. d. Industri berbahan dasar plastik dan karet.
4.	Industri alat transportasi.	a. Industri sepeda motor. b. Industri kereta. c. Industri pesawat.
5.	Industri elektronika dan telematika/ICT.	a. Industri elektronika. b. Industri komputer. c. Industri peralatan komunikasi.
6.	Industri pembangkit energi.	Industri peralatan listrik.
7.	Industri barang modal, komponen, bahan penolong dan jasa industri.	a. Industri material. b. Industri mesin berat. c. Layanan industri.
8.	Industri hulu agro.	a. Industri kimia-minyak. b. Industri kertas dan pulp. c. Industri pangan-minyak.
9.	Industri logam dasar dan bahan galian bukan logam.	a. Industri pengolahan dan pemurnian berbahan besi. b. Industri pengolahan dan pemurnian berbahan logam nonbesi. c. Industri bahan bakar nuklir.

No.	Kelompok Industri Prioritas	Jenis Industri
10.	Industri kimia dasar berbasis migas dan batu bara.	a. Industri petrokimia hulu. b. Industri kimia organik. c. Industri pupuk. d. Industri resin dan bahan baku plastik.

## Aktivitas 1.2

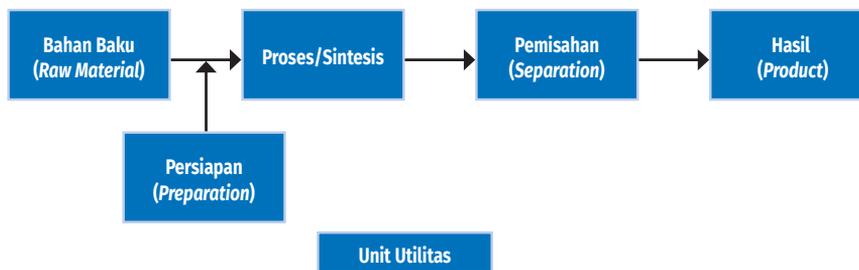
Jenis industri dan contoh produknya sebagai berikut.

No.	Jenis Industri	Contoh Produk
1.	Industri kimia organik.	a. Pewarna tekstil b. Bahan peledak c. Asam asetat
2.	Industri kimia anorganik.	a. Asam sulfat b. Semen c. Kaca
3.	Industri agrokimia.	a. Pupuk b. Pestisida c. Bioetanol
4.	Industri selulosa dan karet.	a. Pulp b. Ban c. Kertas
5.	Aneka industri kategori industri kimia.	a. Pasta gigi b. Obat c. Minyak goreng

## Uji Kompetensi

- Industri kimia adalah suatu industri yang mengolah bahan mentah menjadi bahan lebih bernilai (bahan jadi atau setengah jadi) dengan melibatkan bahan kimia. Industri yang termasuk industri kimia dasar antara lain industri kimia organik, industri kimia anorganik, industri agrokimia, industri selulosa, dan karet. Contoh produk industri kimia adalah semen, pupuk, asam sulfat, pewarna, etanol, ban, dan sabun.
- Langkah konsep perancangan produk spesial sebagai berikut.
  - Kebutuhan  
Langkah ini dilakukan untuk mencari informasi tentang produk spesial yang diinginkan masyarakat dan spesifikasinya. Bahan spesial ini dapat berupa bahan yang sama sekali baru atau bahan yang merupakan modifikasi bahan yang pernah ada.

- b. **Gagasan**  
Berupa langkah-langkah yang harus ditempuh untuk memproduksi bahan spesial tersebut. Pada langkah ini karena barang belum ada, maka dibutuhkan banyak ide.
  - c. **Seleksi**  
Langkah selanjutnya memilih di antara ide-ide pada langkah sebelumnya dengan mempertimbangkan aspek ekonomis, teknis, nonteknis, dan lingkungan.
  - d. **Manufaktur**  
Langkah manufaktur dilakukan untuk merealisasikan ide yang terseleksi atau terpilih.
3. Alur rantai pasok meliputi semua tahapan yang terlibat, secara langsung atau tidak langsung, dalam memenuhi permintaan pelanggan untuk pengembangan produk, pemasaran, operasi, distribusi, keuangan, layanan pelanggan.
  4. Bagan proses produksi industri kimia sebagai berikut.



5. Metode pemisahan yang dilakukan pada proses produksi sebagai berikut.
  - a. **Distilasi**  
Metode pemisahan campuran berupa cairan yang memiliki perbedaan volatilitas (kemudahan menguap), misalnya untuk memisahkan etanol dan air.
  - b. **Ekstraksi**  
Metode pemisahan berdasarkan perbedaan kelarutan dimana sebagian senyawa larut di dalam solven.
  - c. **Absorpsi**  
Metode pemisahan campuran gas dengan melarutkan dalam solven (pelarut).
  - d. **Filtrasi**  
Metode untuk memisahkan campuran padatan dan cairan dengan melewatkan ke medium.

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 1

Nomor Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	15	0 – 6 = belum memahami 7 – 11 = belum mencapai ketuntasan 12 – 15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak perlu remedial/Perlu remedial pada nomor .....		

### J. Refleksi Guru

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

### K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Chopra, S. and Meindl, P. 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation*. 3<sup>rd</sup> ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
3. Cussler EL, Moggridge GD. 2011. *Chemical Product Design*. Cambridge: Cambridge University Press.
4. Pusat Komunikasi Publik. 2015. *Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035*. Jakarta: Kementerian Perindustrian.
5. Treybal, R.E. 1981. *Massa-Transfer Operations*. 3<sup>rd</sup> ed. Tokyo: McGraw-Hill International Book Co.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



Sumber: mnbb/www.canva.com (2022)

## **Bab 2**

# **Panduan Khusus Perkembangan Teknologi dan Isu-Isu Global di Dunia Industri Kimia**

## A. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan isu-isu global di dunia industri kimia menjadi materi penting yang perlu dipelajari peserta didik kelas X SMK/MAK program keahlian teknik kimia industri. Materi ini merupakan lanjutan materi dari Bab 1, yaitu proses bisnis industri kimia. Pada bab sebelumnya, peserta didik telah mengetahui proses dalam industri kimia, mulai dari pengolahan bahan baku menjadi produk jadi serta pemasarannya. Pengetahuan tersebut dapat dijadikan bekal untuk memahami materi pada bab ini. Selain itu, materi pada Bab 2 juga berkaitan dengan Bab 3, yaitu profesi, kewirausahaan, dan peluang usaha dalam bidang teknik kimia industri. Perkembangan teknologi dan isu-isu global memengaruhi perkembangan profesi dan peluang usaha.

Setelah mempelajari materi pada bab ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. memahami perkembangan proses produksi industri kimia, mulai dari konvensional hingga teknologi modern;
2. menjelaskan penerapan digitalisasi dan Industri 4.0 dalam industri kimia;
3. mendeskripsikan konsep product life cycle dalam industri kimia;
4. memahami pengaruh, peran, serta kontribusi industri kimia terhadap isu pemanasan global serta perubahan iklim;
5. menjelaskan penerapan waste control di industri kimia; serta
6. menjelaskan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia.

## B. Skema Pembelajaran

### Subbab:

- A. Perkembangan Proses Produksi pada Industri Kimia
- B. Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang teknologi yang digunakan dalam proses produksi industri kimia, dari konvensional hingga modern (sebelum Revolusi Industri dan Revolusi Industri 1.0-4.0).	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teknologi</li><li>• Alat industri</li><li>• Konvensional</li><li>• Otomatis</li><li>• Industri 4.0</li></ul> <i>internet of things</i>	Buku siswa Bab 2 subbab A, yaitu Perkembangan Proses Produksi pada Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang perkembangan proses <i>batch</i> , <i>semi-batch</i> , dan <i>continuous flow</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Artificial intelligence</i></li> <li>• <i>Big data, cloud computing</i></li> <li>• <i>Augmented reality</i></li> <li>• <i>Cyber security</i></li> <li>• <i>Simulation</i></li> <li>• <i>Additive manufacturing</i></li> <li>• <i>System integration</i></li> <li>• <i>product life cycle</i></li> </ul>	Buku siswa Bab 2 subbab A, yaitu Perkembangan Proses Produksi pada Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mengidentifikasi berbagai peralatan di laboratorium sekolah, baik manual, otomatis, maupun digital.		Buku siswa pada Aktivitas 2.1.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mendiskusikan materi tentang contoh peralatan dalam industri kimia secara manual dan otomatis bersama kelompoknya. Selanjutnya, mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas.		Buku siswa pada Aktivitas 2.2.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang Revolusi Industri 4.0 serta membedakannya dengan Revolusi Industri yang terjadi sebelumnya.		Buku siswa Bab 2 Subbab B, yaitu Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mendiskusikan materi tentang teknologi yang berkembang pada Revolusi Industri 4.0.		Buku siswa pada Aktivitas 2.3.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang contoh penerapan dasar teknologi 4.0 dalam lingkup teknik kimia industri.		Buku siswa Bab 2 Subbab B, yaitu Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Industri Kimia	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang strategi industri kimia dalam menghadapi Industri 4.0 (peta jalan <i>making Indonesia 4.0</i> ).		Buku siswa Bab 2 Subbab B, yaitu Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mendiskusikan kegiatan pada Aktivitas 2.4 yang merupakan tugas proyek tahap 1.		Buku siswa pada Aktivitas 2.4.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

**Subbab:**

C. *Product Life Cycle* pada Industri Kimia

D. Pengendalian Limbah (*Waste Control*) di Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami materi tentang pengertian dan tahapan <i>product life cycle</i> pada industri kimia.		Buku siswa Bab 2 Subbab C, yaitu <i>Product Life Cycle</i> di Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Melakukan penelusuran informasi secara mandiri mengenai <i>product life cycle</i> dari barang hasil kimia industri yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari.		Buku siswa pada Aktivitas 2.5.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mengerjakan kegiatan secara berkelompok sesuai petunjuk pada Aktivitas 2.6 yang merupakan tugas proyek tahap 2.		Buku siswa pada Aktivitas 2.6.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang macam-macam limbah yang dihasilkan oleh industri kimia.		Buku siswa Bab 2 subbab D, yaitu Pengendalian Limbah ( <i>Waste Control</i> ) di Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mencari informasi dari berbagai sumber mengenai jenis sampah rumah tangga organik dan anorganik, serta jenis sampah yang dapat atau tidak dapat diolah kembali.		Buku siswa pada Aktivitas 2.7	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Melakukan pengamatan di lingkungan sekitar dan menelusuri informasi mengenai contoh jenis-jenis limbah pada industri kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 2.7	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang karakteristik air limbah secara fisika, kimia, dan biologi.		Buku Siswa Bab 2 Subbab D, yaitu Pengendalian Limbah ( <i>Waste Control</i> ) di Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang pengendalian air limbah industri kimia (pengolahan fisika, kimia, biologi, dan pengolahan khusus).		Buku Siswa Bab 2 Subbab D, yaitu Pengendalian Limbah ( <i>Waste Control</i> ) di Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mengerjakan aktivitas secara berkelompok sesuai petunjuk pada Aktivitas 2.8 yang merupakan tugas proyek Bab 2 tahap 3.		Buku siswa pada Aktivitas 2.8.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Melakukan percobaan penjernihan air limbah secara berkelompok sesuai petunjuk pada Aktivitas 2.9.		Buku siswa pada Aktivitas 2.9.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

### Subbab:

E. Pengaruh, Peran, dan Kontribusi Industri Kimia dalam Isu Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

F. Peraturan Ketenagakerjaan pada Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai isu pemanasan global dan perubahan iklim serta pengaruh dan peran industri kimia terhadap isu tersebut.	Pemanasan global	Buku siswa Bab 2 subbab E, yaitu Pengaruh, Peran, dan Kontribusi Industri Kimia dalam Isu Pemanasan Global dan Perubahan Iklim.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Melakukan penelusuran informasi secara mandiri mengenai dampak pemanasan global dan perubahan iklim.		Buku siswa pada Aktivitas 2.10.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Membuat infografik tentang isu pemanasan global dan perubahan iklim secara berkelompok. Selanjutnya, mengunggahnya di media sosial.		Buku siswa pada Aktivitas 2.11.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang peraturan ketenagakerjaan di industri kimia.		Buku siswa Bab 2 subbab F, yaitu Peraturan Ketenagakerjaan di Industri Kimia.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Menganalisis secara mandiri dampak apabila tidak ada peraturan yang mengatur tentang ketenagakerjaan di industri kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 2.12.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mengerjakan kegiatan secara berkelompok sesuai petunjuk pada Aktivitas 2.13 sebagai bagian dari tugas proyek Bab 2 tahap 4.		Buku siswa pada Aktivitas 2.13.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Merencanakan kunjungan di industri kimia terdekat.		Buku siswa pada pembelajaran di luar kelas.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Melakukan koordinasi dan persiapan pelaksanaan kunjungan industri.		Pembimbing dalam kunjungan industri.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mengamati proses dan penggunaan teknologi peralatan dalam industri kimia yang dikunjungi.		Proses dan peralatan produksi di lokasi industri yang dikunjungi.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mencari informasi tentang produk yang dihasilkan dan <i>life cycle</i> produk tersebut, persiapan industri dalam menghadapi revolusi, pengolahan limbah industri, dan peraturan ketenagakerjaan yang berlaku sebagai perlindungan terhadap tenaga kerja.		Pembimbing dan karyawan di industri yang dikunjungi.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.
Mendokumentasikan kegiatan kunjungan industri.		Kegiatan kunjungan industri.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menyusun laporan kunjungan industri sebagai tugas proyek Bab 2.		Dokumentasi dan informasi yang diperoleh selama kunjungan industri.	Berbagai bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Peserta didik telah mempelajari tahapan proses produksi dalam industri kimia pada Bab 1.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan tingkat pemahaman awal peserta didik tentang perkembangan teknologi dan isu-isu global di dunia kimia industri.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau memanfaatkan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan dalam asesmen awal nonkognitif sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Kegiatan apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian setelah belajar pada hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui pengetahuan dasar peserta didik mengenai materi perkembangan teknologi dan isu-isu global di dunia kimia industri. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran pada materi sebagai berikut.

- Bagaimana tahapan proses produksi pada industri kimia, seperti yang sudah dipelajari pada bab sebelumnya?
- Bagaimana perkembangan teknologi dalam proses produksi mulai dari konvensional hingga modern?
- Tahukah kalian industri era Revolusi Industri 4.0?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 2

### Subbab:

- A. Perkembangan Proses Produksi pada Industri Kimia
- B. Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- memahami perkembangan proses produksi pada industri kimia, dari teknologi konvensional hingga modern;
- menjelaskan penerapan digitalisasi dan Industri 4.0 di bidang industri kimia.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik mencermati gambar pada cover bab untuk meningkatkan rasa ingin tahunya terhadap materi yang akan dipelajari.
2. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai timbangan konvensional dan digital. Adapun hal yang didiskusikan sebagai berikut.
  - Apa perbedaan dari dua (gambar 2.1) tersebut?
  - Bagaimana cara kerja timbangan konvensional dan digital?
  - Menurut kalian, timbangan manakah yang lebih disukai masyarakat dan apa alasannya?
3. Peserta didik diminta memberikan contoh peralatan dalam kehidupan sehari-hari, baik konvensional maupun digital.

#### Alternatif 2

1. Guru menampilkan video pembelajaran melalui *link* berikut.  
<https://www.youtube.com/watch?v=rliF80zZz74>
2. Peserta didik diminta memberikan tanggapan terkait video yang telah ditayangkan di depan kelas.
3. Guru mengajak peserta didik berdiskusi tentang mesin otomatis dan dampaknya dalam proses pembuatan tepung singkong yang ada pada video.



**Catatan:** Guru dapat menampilkan video lain sesuai dengan tema alat industri otomatis.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 2.1.
2. Peserta didik diminta mengidentifikasi peralatan yang ada di laboratorium dan mengelompokkannya dalam kategori peralatan konvensional atau digital.
3. Guru menunjuk perwakilan peserta didik untuk membacakan hasil identifikasinya di depan kelas.
4. Guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengajukan pertanyaan ataupun sanggahan.
5. Guru menjelaskan kembali materi kepada peserta didik bahwa peralatan industri senantiasa mengalami perkembangan seiring perkembangan teknologi.
6. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada Subbab A tentang perkembangan revolusi industri dan jenis-jenis proses dalam industri kimia.
7. Guru dapat menampilkan video pembelajaran melalui *link* berikut sebagai alternatif pembelajaran.  
<https://www.youtube.com/watch?v=5LHGJ-ZL2A>



**Catatan:** Guru dapat menampilkan video lain yang relevan dengan perkembangan Industri 1.0 hingga 4.0.

8. Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan perkembangan Industri 1.0 hingga 4.0 dan ciri khas tiap-tiap tahapan revolusi industri tersebut.
9. Peserta didik diarahkan untuk membaca subbab A buku siswa tentang macam-macam proses produksi dalam industri kimia. Guru perlu memberikan penekanan materi mengenai perbedaan proses *batch*, semi *batch*, dan kontinu beserta contohnya.
10. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 2.2. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk membentuk grup diskusi yang terdiri atas 2–3 orang. Setiap kelompok diminta mencari contoh 10 peralatan di industri kimia yang masih konvensional dan dioperasikan secara manual serta 10 peralatan di industri kimia yang bekerja secara otomatis dan beroperasi secara digital.
11. Peserta didik diajak untuk melakukan penelusuran informasi di internet, buku di perpustakaan, atau sumber lain yang relevan.

12. Tiap kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Peserta didik dari kelompok lain diminta menanggapi hasil presentasi kelompok tersebut.
13. Guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik. Selanjutnya, peserta didik diminta menuliskan jawaban Aktivitas 2.2 di buku latihan.
14. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab B tentang teknologi yang menjadi pilar utama dalam Industri 4.0.
15. Peserta didik diminta untuk mengerjakan Aktivitas 2.3. Peserta didik dapat mencari informasi terkait melalui berbagai sumber, seperti internet atau perpustakaan.
16. Peserta didik diminta membacakan hasil pekerjaannya di depan secara bergantian. Peserta didik lain diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan atau memberikan tanggapan.
17. Peserta didik diarahkan untuk mencari contoh-contoh penerapan sembilan teknologi 4.0 di lingkungan sekitar. Guru memberikan validasi atas jawaban dan diskusi yang dilakukan oleh peserta didik.
18. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada Subbab B poin 2 mengenai penerapan Dasar Industri 4.0 dalam lingkup teknik kimia industri.
19. Peserta didik diajak berdiskusi tentang bagaimana industri kimia mengaplikasikan teknologi 4.0 dalam proses produksi. Guru bisa mengawali dengan menggali pengalaman peserta didik, mungkin ada di antara mereka yang pernah menemui teknologi 4.0 tersebut dalam kehidupan sehari-hari.
20. Peserta didik diarahkan untuk membaca Subbab B poin 2 mengenai upaya industri kimia dalam menghadapi revolusi Industri 4.0.
21. Peserta didik diminta berdiskusi mengenai poin-poin utama strategi penerapan teknologi di setiap bidang.
22. Guru menekankan kembali kepada peserta didik mengenai perbedaan Industri 4.0 dengan revolusi sebelumnya. Guru menjelaskan bahwa industri yang mengaplikasikan teknologi Industri 4.0 disebut *smart factory*. Saat ini banyak industri yang sedang bertransformasi untuk menuju ke sana.

### Aplikasi Konsep

1. Guru meminta peserta didik membentuk kelompok yang terdiri atas 3–4 orang.
2. Guru mengarahkan tiap-tiap kelompok untuk mengerjakan Aktivitas 2.4. Peserta didik diminta menelusuri informasi mengenai penerapan industri 4.0 dalam industri kimia melalui berbagai sumber relevan.
3. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa hasil Aktivitas 2.4 menjadi tugas proyek Bab 2 tahap 1.
4. Apabila memungkinkan, tugas proyek ini akan dilanjutkan dengan kunjungan industri pada pertemuan terakhir pada Bab 2.

5. Apabila memungkinkan, peserta didik dapat mencari informasi mengenai penerapan Industri 4.0 melalui internet atau wawancara dengan alumni yang bekerja di suatu industri.

## Alternatif

Guru dapat melakukan beberapa kegiatan alternatif berupa penerapan teknologi 4.0 yang bisa ditemui sehari-hari, seperti berikut ini.

1. Jika guru memiliki buku yang disertai teknologi *augmented reality* dengan menggunakan *smartphone*, maka guru dapat menggunakan buku tersebut untuk mengajak peserta didik mencoba praktik menggunakan teknologi *augmented reality*.
2. Jika guru atau sekolah menyediakan kacamata *virtual reality* (VR), maka guru dapat menyiapkan video dari berbagai aplikasi yang bisa ditonton dengan kacamata VR. Peserta didik akan merasakan bagaimana VR itu.
3. Guru dapat menggunakan aplikasi *cloud computing* sebagai tempat menyimpan sumber-sumber pembelajaran. Peserta didik diajak untuk menggunakan aplikasi tersebut selama proses pembelajaran berlangsung, seperti mengakses materi dan mengumpulkan tugas.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman yang mereka dapatkan, keterkaitan materi yang telah dipelajari dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja dibidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran
3. Peserta didik diminta untuk menyampaikan pemahaman mereka terkait materi yang diajarkan, mereka sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian
4. Peserta didik diminta untuk menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan pembelajaran.
5. Guru memberikan umpan balik (*feedback*) kepada peserta didik sebagai tahap akhir pembelajaran. Contoh umpan balik sebagai berikut.
  - a. Selain dalam industri kimia, saat ini teknologi Industri 4.0 banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi tersebut menuntut manusia untuk terus meningkatkan kemampuan diri dan kreativitas agar siap menghadapi perkembangan zaman.
  - b. Melalui aktivitas yang telah dilakukan, peserta didik telah menerapkan beberapa Profil Pelajar Pancasila sebagai berikut.

- Mandiri dalam mencari informasi tentang alat-alat industri konvensional dan otomatis, serta sembilan teknologi dalam Revolusi Industri 4.0.
- Bernalar kritis dalam mencari contoh sembilan teknologi tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa kegiatan pada Aktivitas 2.4 menjadi bagian dari tugas proyek Bab 2. Pada subbab C dan materi selanjutnya juga akan ada aktivitas lanjutan untuk melengkapi tugas proyek ini.
2. Peserta didik diberi tugas untuk membuat laporan dari hasil Aktivitas 2.4 setelah melakukan kegiatan kunjungan industri. Laporan tersebut harus memuat beberapa informasi, seperti nama industri dan penerapan teknologi Industri 4.0 di industri tersebut (alat produksi, tahapan proses, pemasaran, dan lainnya). Tugas ini dapat melatih peserta didik untuk meningkatkan kemampuan literasinya.
3. Selanjutnya peserta didik diminta melakukan penelusuran informasi mengenai siklus hidup produk salah satu produk industri kimia yang mereka temui di rumah (seperti pasta gigi, sabun cuci, dan sebagainya). Hasil pengerjaan tugas ini akan dijadikan bahan diskusi pada pembahasan subbab selanjutnya.

### Subbab:

- C. *Product Life Cycle* di Industri Kimia
- D. Pengendalian Limbah (*Waste Control*) di Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- mendeskripsikan konsep *product life cycle* di bidang industri kimia; dan
- menjelaskan penerapan *waste control* di industri kimia.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Tahap 1

1. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai produk industri kimia yang digunakan di rumah.

2. Peserta didik diajak berdiskusi tentang bagaimana perkembangan produk tersebut sejak pertama muncul hingga saat ini? Apakah ada perubahan, seperti kemasan, varian, dan sebagainya?
3. Peserta didik diberi penjelasan bahwa tahapan-tahapan yang dilalui oleh produk sejak diluncurkan di pasar hingga saat ini disebut dengan *product life cycle* atau siklus hidup produk.

### Alternatif 2

1. Peserta didik diajak berdiskusi tentang sampah/limbah yang dihasilkan di rumah mereka dan cara pengolahan sampah/limbahnya. Contoh pertanyaan yang dapat diajukan guru sebagai berikut.
  - a. Apakah sampah yang dihasilkan dapat dibuang secara langsung?
  - b. Apakah sampah perlu dipisahkan terlebih dahulu antara sampah organik dan anorganik?
  - c. Apa saja sampah yang dapat didaur ulang?
2. Guru menjelaskan bahwa sebagaimana sampah rumah tangga, di industri kimia limbah juga bermacam-macam dan perlu pengendalian sebelum dibuang ke lingkungan.
3. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan atau menanggapi penjelasan yang telah diberikan.

### Alternatif 3

1. Guru menampilkan video tentang pencemaran limbah Merkuri yang terjadi di Teluk Minamata, Jepang melalui pranala <https://www.youtube.com/watch?v=xBnE3KEoawA>
2. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai isi video, seperti jenis limbah, dampaknya, dan bagaimana pencemaran yang terjadi.
3. Peserta didik diminta memberi tanggapan tentang tindakan yang seharusnya dilakukan agar limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.
4. Peserta didik diberi kesempatan untuk menyampaikan pendapatnya tentang isi video di depan kelas.



Guru dapat memberikan alternatif artikel/video yang membahas tentang kasus pencemaran limbah industri kimia.

Keterangan: alternatif 1 merupakan contoh kegiatan apersepsi untuk materi Subbab C, sedangkan alternatif 2 dan 3 untuk kegiatan apersepsi materi Subbab D. Guru bisa menggunakan ketiganya atau memilih sesuai dengan kondisi dan ketersediaan waktu di kelas.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab C tentang *product life cycle* di industri kimia.
2. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik mengenai materi yang belum dipahami tentang *product life cycle* di industri kimia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 2.5. Peserta didik diminta mencari contoh lima barang hasil industri kimia yang ditemui di rumah. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk melakukan penelusuran informasi dari berbagai sumber mengenai *life cycle* produk tersebut. Hasilnya disajikan di buku tugas.
4. Beberapa peserta didik diminta untuk membacakan hasil pekerjaannya di depan kelas secara bergantian. Peserta didik yang lain diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan atau memberikan tanggapan.
5. Guru memberikan validasi atas hasil pekerjaan dan diskusi yang dilakukan peserta didik.
6. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab D tentang jenis limbah, karakteristik, dan pengendalian limbah pada industri kimia. Guru melakukan tanya jawab dengan peserta didik mengenai materi yang telah dipelajari.
7. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa pengolahan limbah sangat penting dilakukan oleh industri, terutama produk yang mengandung bahan kimia sehingga berbahaya bagi lingkungan. Pengolahan limbah industri perlu dilakukan sesuai dengan jenis limbahnya.
8. Peserta didik diarahkan mengerjakan Aktivitas 2.7. Pada poin 1, peserta didik diminta melengkapi tabel dengan menuliskan contoh sampah di sekitar lingkungan tempat tinggal atau sekolah sesuai dengan jenis yang disebutkan pada tabel. Pada poin 2, peserta didik diminta mencari contoh jenis-jenis limbah industri kimia. Peserta didik dapat mencari contoh tersebut melalui berbagai sumber, seperti buku, jurnal, atau internet.
9. Selanjutnya, peserta didik diminta menuliskan jawabannya pada buku latihan. Guru menunjuk beberapa peserta didik secara bergantian membacakan hasilnya di depan kelas. Sementara itu, peserta didik lainnya dapat memberikan tanggapan dan pertanyaan. Guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik pada Aktivitas 2.7.

## Aplikasi Konsep

1. Guru mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 2.6 dan Aktivitas 2.8.
2. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa hasil Aktivitas 2.6 dan Aktivitas 2.8 merupakan bagian tugas proyek Bab 2 pada tahap 2 dan 3.

- Peserta didik perlu mencari jawaban lengkap setelah melakukan kunjungan industri pada akhir pertemuan. Sebelumnya, peserta didik juga diminta untuk mencari jawabannya secara mandiri, baik dari buku maupun internet.
3. Apabila tidak memungkinkan dilakukan kunjungan industri, peserta didik dapat mencari informasi tersebut melalui internet atau wawancara dengan alumni atau wali murid yang bekerja di industri.
  4. Sebagai tambahan, peserta didik diajak untuk melakukan percobaan penjernihan air limbah secara sederhana seperti pada Aktivitas 2.9. Percobaan bisa dilakukan di rumah atau sekolah. Setelah melakukan percobaan, peserta didik diminta untuk membuat laporan dalam bentuk *slide* presentasi, video, atau laporan tertulis, kemudian mempresentasikannya di depan kelas.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman setelah mempelajari materi produk *life cycle* dan pengendalian limbah di industri kimia, keterkaitan materi tersebut dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja dibidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
3. Peserta didik diminta untuk menyampaikan pemahaman mereka terkait materi yang diajarkan, mereka sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian.
4. Peserta didik diminta untuk menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan materi produk *life cycle* dan pengendalian limbah di industri kimia.
5. Guru memberikan umpan balik (*feedback*) atas pertanyaan yang diajukan peserta didik.
6. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa aktivitas yang dilakukan sesuai Profil Pelajar Pancasila berikut.
  - Mandiri dan bernalar kritis dalam mencari informasi tentang *product life cycle* suatu produk dan macam-macam limbah yang dihasilkan industri kimia.
  - Berakhlak kepada alam karena mengetahui cara pengolahan limbah industri kimia menunjukkan sikap peduli lingkungan dan berakhlak mulia.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa Aktivitas 2.6 dan Aktivitas 2.8 merupakan bagian dari tugas proyek Bab 2.

2. Apabila kegiatan kunjungan industri tidak dimungkinkan untuk dilakukan, peserta didik diminta membuat laporan dari hasil Aktivitas 2.6. dan Aktivitas 2.8. Tugas tersebut akan melatih kemampuan literasi peserta didik.
3. Peserta didik diminta mencari informasi tentang isu pemanasan global dan perubahan iklim serta peraturan ketenagakerjaan dalam industri kimia. Tugas ini akan dijadikan bahan diskusi pada pembahasan subbab selanjutnya.

#### **Subbab:**

- E. Pengaruh, Peran, dan Kontribusi Industri Kimia dalam Isu Pemanasan Global dan Perubahan Iklim
- F. Peraturan Ketenagakerjaan di Industri Kimia

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



#### **Tujuan Pembelajaran**

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- memahami pengaruh, peran, serta kontribusi industri kimia terhadap isu pemanasan global serta perubahan iklim; dan
- menjelaskan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia.

#### **Tahapan Pembelajaran**



#### **Apersepsi**

##### **Alternatif 1**

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai cuaca hari ini. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk membahas suhu udara yang sangat panas atau cuaca ekstrem.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya mengenai faktor penyebab naiknya suhu di bumi.
3. Peserta didik diarahkan untuk membahas tentang pemanasan global dan perubahan iklim.

##### **Alternatif 2**

1. Guru menampilkan tayangan video tentang pemanasan global melalui laman berikut.

<https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20210810174506-203-678887/video-pemanasan-global-picu-perubahan-iklim-besar-besaran>



2. Peserta didik diajak berdiskusi tentang isi video.
3. Guru dapat mengajukan beberapa pertanyaan seperti berikut.
  - a. Informasi apa yang kalian peroleh dari video tersebut?
  - b. Mengapa suhu bumi mengalami kenaikan?
  - c. Tindakan apa dapat dilakukan agar pemanasan global tidak makin parah?

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab E tentang isu pemanasan global dan perubahan iklim.
2. Peserta didik diajak berdiskusi tentang pengaruh keberadaan industri kimia dan kontribusinya terhadap isu tersebut.
3. Guru mengarahkan peserta didik untuk mengerjakan Aktivitas 2.10. Guru memberikan waktu peserta didik untuk mencari artikel, baik dari majalah, surat kabar, maupun berita *online*.
4. Peserta didik diminta membuat laporan dari hasil pekerjaan Aktivitas 2.10. Guru menunjuk perwakilan peserta didik untuk mempresentasikan laporannya di depan kelas. Peserta didik lainnya dapat memberikan tanggapan dan pertanyaan setelah temannya presentasi. Guru memberikan validasi terhadap hasil presentasi dan diskusi yang dilakukan peserta didik.
5. Peserta didik diminta membentuk kelompok yang terdiri atas 3-4 anak. Tiap kelompok diarahkan untuk berdiskusi dan mengerjakan aktivitas 2.11 dan mempresentasikan hasilnya di kelas atau bisa mengunggahnya di media sosial masing-masing.
6. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab F tentang peraturan ketenagakerjaan di industri kimia.
7. Peserta didik diminta mencari peraturan tentang ketenagakerjaan.
8. Guru meminta peserta didik berdiskusi mengenai hak dan kewajiban tenaga kerja serta perlindungan tenaga kerja saat bekerja di lingkungan industri kimia.
9. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 2.12.
10. Peserta didik diminta mengumpulkan hasil pekerjaannya untuk memperoleh nilai.

### Aplikasi Konsep

1. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 2.13. Peserta didik diberi kesempatan apabila ada materi ataupun instruksi tugas yang belum dipahami.

2. Guru menjelaskan kepada peserta didik bahwa hasil pengerjaan Aktivitas 2.13 merupakan bagian tugas proyek Bab 2 tahap 4. Peserta didik perlu mencari informasi saat melakukan kunjungan industri pada akhir pertemuan untuk melengkapi hasil pengerjaan tugas tersebut.
3. Apabila kunjungan industri tidak dimungkinkan untuk dilakukan, peserta didik dapat mencari informasi tersebut melalui internet atau wawancara dengan alumni atau wali murid yang bekerja di industri.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman setelah mempelajari materi isu pemanasan global dan perubahan iklim dan penerapan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia, keterkaitan materi tersebut dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja dibidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran
3. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pemahamannya terkait materi yang diajarkan, apakah sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian.
4. Peserta didik diminta untuk menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan isu pemanasan global dan perubahan iklim dan penerapan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri.
5. Guru memberikan umpan balik (*feedback*) atas pertanyaan peserta didik.
6. Guru memberikan penjelasan bahwa aktivitas yang dilakukan peserta didik telah menerapkan Profil Pelajar Pancasila berikut.
  - Mandiri dan bernalar kritis dalam mencari informasi isu pemanasan global, perubahan iklim, dan peraturan ketenagakerjaan.
  - Berakhlak kepada alam melalui sikap peduli lingkungan mengenai isu pemanasan global dan perubahan iklim.
  - Kreatif dan bergotong royong dalam menyelesaikan tugas pembuatan infografik pada Aktivitas 2.11.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Guru meminta peserta didik mempelajari kembali Aktivitas 2.4, 2.6, 2.8, dan 2.13 sebagai persiapan untuk kunjungan industri pada pertemuan selanjutnya. Peserta didik juga diminta menyiapkan pertanyaan untuk diajukan saat kunjungan industri.
2. Apabila kunjungan industri tidak memungkinkan untuk dilakukan, peserta didik diminta membuat laporan secara keseluruhan dari hasil Aktivitas 2.4, 2.6, 2.8, dan 2.13 sebagai laporan tugas proyek Bab 2. Peserta didik diminta mengumpulkan hasilnya kepada guru dan mempresentasikannya di depan kelas secara bergantian.



## Kunjungan Industri



## Tujuan Pembelajaran

Setelah melakukan kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu menemukan dan mengetahui penerapan praktis hal-hal yang dipelajari dalam Bab 2 melalui pengamatan langsung di industri kimia.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pengalaman mereka saat melakukan kunjungan industri.
2. Peserta didik diminta menuliskan atau menyampaikan poin-poin penting yang mereka pelajari saat melakukan kunjungan industri.
3. Peserta didik diminta menyampaikan kesulitan yang dihadapi untuk memperoleh informasi saat kunjungan industri.
4. Peserta didik diminta untuk menyampaikan pendapat perihal yang perlu diperbaiki dan memberikan rekomendasi tempat untuk kunjungan industri selanjutnya.
5. Guru memberikan umpan balik (*feedback*) terhadap hal-hal yang disampaikan oleh peserta didik.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diminta menyusun laporan hasil kunjungan industri yang telah dilakukan, khususnya jawaban dari Aktivitas 2.4, 2.6, 2.8, dan 2.13.
2. Guru meminta peserta didik untuk melampirkan dokumentasi saat kunjungan pada laporan yang disusun.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

- a. Guru mengajak peserta didik untuk menyaksikan video dengan memindai *QR Code* yang tersedia pada bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diminta membuat resume mengenai isi video yang telah disaksikan.

#### Catatan:

Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah. Guru juga dapat memberikan video atau artikel lainnya yang relevan dengan materi pada Bab 2.

## 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Bentuk remedial sebagai berikut.

- 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian.
- 41 - 65% belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.
- 66 - 85% sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.
- 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan dan aktivitas yang dilakukan peserta didik. Guru dapat meminta bantuan orang tua/wali dan masyarakat untuk ikut serta melakukan pendampingan dan pengarahan terkait kegiatan yang dilakukan di rumah. Sebagai contoh, pada aktivitas praktik penjernihan air limbah dengan metode filtrasi dan adsorpsi sederhana, guru menyampaikan kepada orang tua agar ikut membantu anak apabila mengalami kesulitan dalam menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Guru juga bisa menghadirkan orang tua/wali murid yang bekerja di industri kimia sebagai guru tamu.

Guru perlu menyampaikan informasi kepada orang tua mengenai kegiatan kunjungan industri yang akan dilakukan sebagai bagian pembelajaran pada bab ini. Selain itu, orang tua/wali di rumah diminta melakukan pengawasan mengenai penggunaan internet peserta didik saat di rumah. Pada akhir pembelajaran, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi yang telah dipelajari.

## H. Asesmen

Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan

Tujuan Pembelajaran	KKTP	Hasil penilaian			
		1	2	3	4
Memahami perkembangan proses produksi industri kimia, mulai dari konvensional hingga teknologi modern	Menjelaskan perkembangan teknologi konvensional hingga modern pada revolusi industri 1.0 sampai 4.0				
	Menjelaskan proses produksi batch, semi-batch, dan kontinu				
	Membedakan dan mengklasifikasikan mana alat industri konvensional dan otomatis/digital				

Tujuan Pembelajaran	KKTP	Hasil penilaian			
		1	2	3	4
Menjelaskan penerapan digitalisasi dan Industri 4.0 dalam industri kimia;	Menjelaskan teknologi yang menjadi pilar Industri 4.0				
	Menjelaskan penerapan dasar teknologi 4.0 dalam industri kimia.				
	Mengidentifikasi bagaimana suatu industri kimia menerapkan teknologi 4.0 dalam proses produksi.				
Mendeskripsikan konsep <i>product life cycle</i> dalam industri kimia	Menjelaskan pengertian dan tahapan <i>product life cycle</i> menurut pemahamannya sendiri				
	Menjelaskan contoh <i>product life cycle</i> dari produk industri kimia yang ditemui sehari-hari.				
Menjelaskan penerapan waste control di industri kimia;	Mengklasifikasikan macam-macam sampah yang ditemui sehari-hari (sampah rumah tangga)				
	Mengklasifikasikan limbah industri kimia berdasarkan jenisnya				
	Menjelaskan cara pengolahan air limbah industri kimia				
	Melakukan praktik pengolahan air limbah secara sederhana				
Memahami pengaruh, peran, serta kontribusi industri kimia terhadap isu pemanasan global serta perubahan iklim	Menjelaskan pengertian dan bagaimana pemanasan global dan perubahan iklim terjadi				
	Menjelaskan pengaruh industri kimia dalam terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim				
	Menjelaskan kontribusi industri kimia dalam penanganan pemanasan global dan perubahan iklim				
Menjelaskan peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia.	Menjelaskan hal-hal apa saja yang diatur dalam peraturan tentang ketenagakerjaan di industri kimia				
	Menjelaskan perlindungan hukum atas keselamatan dan keamanan tenaga kerja di lingkungan industri kimia.				

Skala Penilaian:

4: memahami/kompeten; 3: cukup memahami; 2: Kurang memahami; 1: Tidak memahami/belum kompeten

#### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi

Nomor soal	Skor Maksimal	Kriteria penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomor soal	Skor Maksimal	Kriteria penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
2.	30	0-10 = belum memahami 11-20 = belum mencapai ketuntasan 21-30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	15	0-3 = belum memahami 4-10 = belum mencapai ketuntasan 11-15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	15	0-3 = belum memahami 4-10 = belum mencapai ketuntasan 11-15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak lanjut	Tidak perlu remedial/perlu remedial nomor .....		

**Catatan:** Asesmen dalam tabel merupakan contoh. Guru dapat memodifikasi penilaian sesuai kondisi sekolah masing-masing. Guru juga perlu melakukan remedial bagi peserta didik yang tidak mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Remedial dapat dilakukan dengan pemberian tugas atau pembelajaran ulang yang diakhiri dengan tes. Tes remedial disesuaikan dengan tujuan pembelajaran yang belum tuntas pada tiap-tiap peserta didik.

### Contoh Format Penilaian Presentasi

No.	Kriteria Ketercapaian Kompetensi	Penilaian (Skala 1-4)	Kelompok				
			1	2	3	4	Dst.
1.	Materi yang disampaikan sesuai dengan penugasan.						
2.	Penyajian materi lugas dan mudah dipahami.						
3.	Pemahaman terhadap materi yang disampaikan.						
4.	Kemampuan menarik perhatian, memotivasi, artikulasi, dan gestur.						
5.	Penampilan saat menyampaikan materi.						
6.	Sikap terhadap pertanyaan yang diajukan.						
7.	Kemampuan menjawab pertanyaan.						
8.	Kemampuan menyusun kesimpulan hasil diskusi.						

Skala Penilaian:

4 : Sangat Baik; 3 : Baik; 2 : Kurang Baik; 1 : Tidak Baik

Nilai Skor = Skor 1 + Skor 2 + Skor 3 + Skor 4 ... + Skor 8 (Maksimum nilai skor = 32)

Nilai Akhir = (Jumlah skor × 100)/32

**Catatan:** Format penilaian pada tabel di atas adalah contoh. Guru dapat memodifikasi sistem penilaian tersebut sesuai dengan kebutuhan sekolah yang memuat aspek penilaian materi yang disampaikan, cara penyampaian, dan kemampuan menjawab pertanyaan saat presentasi.



### Uji Kompetensi

Uji kompetensi bertujuan untuk menguji pemahaman kognitif peserta didik.

1. Peserta didik diarahkan untuk menjawab soal-soal di Uji Kompetensi.
2. Peserta didik diajak untuk memeriksa jawaban dari soal-soal tersebut di kunci jawaban.
3. Peserta didik diminta mengevaluasi secara mandiri dan jujur mengenai tingkat pemahaman dari hasil mengerjakan soal-soal di Uji Kompetensi.
4. Peserta didik diminta untuk mempelajari hal-hal yang masih belum dipahami dan mencoba mengerjakan soal-soal pada sumber lainnya.

## I. Kunci Jawaban

### Aktivitas 2.2

Jawaban pada aktivitas ini sesuai dengan alat-alat yang disebutkan oleh peserta didik. Selanjutnya, guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik.

Contoh alat industri konvensional dan otomatis sebagai berikut.

Alat Industri Konvensional	Alat Industri Otomatis/Modern
Mesin <i>milling</i>	Mesin CNC
Mesin bor	<i>Controller</i> tekanan
Mesin <i>dryer</i> konvensional	<i>Controller</i> suhu
Mesin bubut	PLC ( <i>Programmable Logic Controller</i> )

### Aktivitas 2.3

Teknologi yang menjadi pilar dalam Industri 4.0 sebagai berikut.

#### 1. *Internet of Things (IoT)*

IoT merupakan konsep mengenai sebuah objek yang dapat dioperasikan dengan cara mentransfer data yang terhubung dengan suatu jaringan internet, tanpa membutuhkan interaksi langsung dengan manusia.

#### 2. *Artificial Intelligence (AI)*

AI merupakan teknologi komputer atau mesin yang diberi kecerdasan buatan seperti kecerdasan manusia.

### 3. **Big Data**

*Big data* merupakan teknologi penyimpanan data dalam volume yang besar.

### 4. **Cloud Computing**

*Cloud computing* merupakan sebuah teknologi internet yang digunakan sebagai pusat pengelolaan data dan aplikasi.

### 5. **Augmented Reality (AR)**

AR merupakan teknologi yang menggabungkan benda dua dimensi dalam dunia maya dengan benda tiga dimensi di lingkungan dunia nyata. Oleh karena itu, AR mampu menghasilkan proyeksi benda maya menjadi nyata.

### 6. **Cyber Security**

*Cyber security* merupakan teknologi yang dikembangkan untuk menjaga keamanan semua data atau informasi yang dimiliki.

### 7. **Additive Manufacturing**

*Additive manufacturing* sering dikenal sebagai printer 3D. Dengan printer 3D, gambar digital dapat dicetak menjadi wujud benda nyatanya dalam bentuk 3D.

### 8. **Simulation**

*Simulation* merupakan teknologi yang digunakan untuk memprediksi suatu operasi atau sistem dari waktu ke waktu. *Simulation* banyak digunakan dalam industri untuk merancang optimasi produksi dan kerja.

### 9. **System Integration**

*System integration* merupakan sebuah rangkaian penghubung antara beberapa sistem, baik secara fisik maupun fungsional. Sistem integrasi juga menggabungkan antara komponen subsistem dalam satu sistem sehingga setiap fungsi yang ada dapat bekerja dengan baik sebagai satu kesatuan dari sistem.

## Aktivitas 2.7

Jenis Sampah Rumah Tangga	Contoh
Sampah organik.	Sisa makanan, kulit buah, sisa sayur, tepung, daun kering, dan ranting.
Sampah anorganik.	Botol plastik, botol gelas, dan kaleng.

Jenis Sampah Rumah Tangga	Contoh
Sampah yang tidak dapat diolah kembali.	<i>Styrofoam</i> , sol sepatu, kaleng, dan kaca.
Sampah yang dapat diolah kembali.	Kertas, botol plastik, dan sisa makanan.

Jenis Limbah industri	Contoh
Limbah kimia organik.	Abu bagasse.
Limbah kimia anorganik.	Lumpur sisa semen.
Limbah pelarut atau <i>solvent</i> .	Larutan asam sulfat.
Limbah yang mudah meledak.	Limbah pelarut toluena, benzena, dan aseton.
Limbah radioaktif.	Limbah uranium.
Limbah bahan-bahan logam atau besi.	Besi bekas alat yang sudah berkarat dan kabel.
Limbah yang dapat diuraikan ( <i>biodegradable</i> ).	Limbah dari agroindustri.



### Uji Kompetensi

- Kaitan perkembangan teknologi dalam produksi industri kimia dengan perkembangan revolusi industri sebagai berikut.
  - Pada sebelum revolusi industri, proses industri hanya mengandalkan tenaga manusia dan hewan, serta dilakukan dalam skala kecil rumah tangga.
  - Pada Revolusi Industri 1.0 ditemukan mesin uap. Industri mulai menggunakan mesin bertenaga uap. Tenaga manusia mulai digantikan oleh mesin-mesin.
  - Pada Revolusi Industri 2.0 tenaga uap yang semula sebagai tenaga utama mesin industri mulai diganti dengan tenaga listrik.
  - Pada Revolusi Industri 3.0 muncul teknologi informasi dan elektronik. Teknologi ini digunakan di dunia industri dalam bentuk sistem otomatisasi berbasis komputer dan robot.
  - Pada Revolusi Industri 4.0 terjadi konektivitas antara manusia, mesin, dan data dalam bentuk virtual. Pada masa Industri 4.0 ini terjadi digitalisasi industri yang disebut juga era disrupsi teknologi.
- Teknologi yang menjadi pilar dalam Industri 4.0 sebagai berikut.
  - Internet of Things (IoT)*  
IoT merupakan konsep mengenai sebuah objek yang dapat dioperasikan dengan cara mentransfer data yang terhubung dengan suatu jaringan internet, tanpa membutuhkan interaksi langsung dengan manusia.
  - Artificial Intelligence (AI)*  
AI merupakan teknologi komputer atau mesin yang diberi kecerdasan buatan seperti kecerdasan manusia.
  - Big Data*  
*Big data* merupakan teknologi penyimpanan data dalam volume yang besar.

- d. *Cloud Computing*  
*Cloud Computing* merupakan sebuah teknologi internet yang digunakan sebagai pusat pengelolaan data dan aplikasi.
  - e. *Augmented Reality (AR)*  
AR merupakan teknologi yang menggabungkan benda dua dimensi dalam dunia maya dengan benda tiga dimensi di lingkungan dunia nyata. Oleh karena itu, AR mampu menghasilkan proyeksi benda maya menjadi nyata.
  - f. *Cyber Security*  
*Cyber security* merupakan teknologi yang dikembangkan untuk menjaga keamanan semua data atau informasi yang dimiliki.
  - g. *Additive Manufacturing*  
*Additive manufacturing* sering dikenal sebagai printer 3D. Dengan printer 3D, gambar digital dapat dicetak menjadi wujud benda nyata dalam bentuk 3D.
  - h. *Simulation*  
*Simulation* merupakan teknologi yang digunakan untuk memprediksi suatu operasi atau sistem dari waktu ke waktu. *Simulation* banyak digunakan dalam industri untuk merancang optimasi produksi dan kerja.
  - i. *System Integration*  
*System integration* merupakan sebuah rangkaian penghubung antara beberapa sistem, baik secara fisik maupun fungsional. Sistem integrasi juga menggabungkan antara komponen subsistem dalam satu sistem sehingga setiap fungsi yang ada dapat bekerja dengan baik sebagai satu kesatuan dari sistem.
3. a. Manajemen Aset
    - Menggunakan teknologi *Internet of Things* untuk pengoperasian peralatan (turbin, kompresor, ekstruder, dan lainnya).
    - Menggunakan teknologi *Artificial Intelligence* untuk mendiagnosis potensi kerusakan peralatan serta menyusun jadwal perawatan dan rencana pengadaan komponen.
  - b. Manajemen Sumber Daya
    - Menggunakan teknologi IoT untuk memonitor kondisi operasi proses seperti aliran, suhu, tekanan, konsentrasi, dan lainnya.
    - Menggunakan teknologi AI untuk melakukan *data mining* dan *modeling*.

- c. Manajemen Risiko Keamanan Tenaga Kerja
    - Menggunakan teknologi *Advanced Robotics* untuk memudahkan tenaga kerja dapat memeriksa peralatan/lokasi pabrik yang berbahaya, seperti jalur kabel dan pipa tangki kimia.
    - Menggunakan teknologi *VR Wearable* untuk melatih pekerja secara virtual dalam menangani berbagai situasi di lokasi.
  - d. Manajemen Rantai Pasok
    - Pengembangan produk dengan menggunakan teknologi *3D printing*.
    - Menggunakan teknologi AI untuk membuat perkiraan peluang pemasaran dan permintaan konsumen.
    - Menggunakan teknologi IoT untuk memonitor kondisi bahan kimia selama pengiriman dan mengirimkan peringatan jika terjadi masalah.
4. Cara pengendalian air limbah industri sebagai berikut.
- a. Pengolahan fisika, yaitu pemisahan padatan-padatan dari cairan. Kegiatan ini bertujuan mengurangi beban pengolahan selanjutnya, menyeleksi bahan-bahan yang masih bermanfaat dan dapat digunakan kembali, serta menghindari kerusakan peralatan seperti pipa, dan pompa. Pengolahan fisika yang bisa dilakukan di antaranya mengayak, sedimentasi, dan pengapungan.
  - b. Pengolahan kimia, yaitu menggunakan zat kimia untuk mengurangi jumlah zat pencemar yang terkandung dalam air limbah. Kegiatan ini dilakukan dengan cara netralisasi, presipitasi, koagulasi, atau flokulasi.
  - c. Pengolahan biologi, yaitu mengurangi zat organik dengan bantuan mikroorganisme melalui reaksi biokimia. Ada tiga jenis proses yang dapat dilakukan, yaitu proses aerob, anaerob, dan fakultatif.
  - d. Pengolahan lanjut dengan cara khusus, yaitu pengolahan limbah dengan kondisi air limbah tidak dapat diatasi menggunakan metode fisika, kimia, dan biologi. Sebagai contoh, air limbah yang mengandung ion-ion organik dapat dilakukan pengolahan dengan *ion exchange* (pertukaran ion), adsorpsi karbon aktif, *reverse osmosis* (osmosis terbalik), dan sebagainya.
5. Hal-hal yang diatur dalam Peraturan Menteri Ketenagakerjaan berkaitan dengan perlindungan tenaga kerja di lingkungan industri kimia sebagai berikut.
- a. Faktor fisika, seperti iklim kerja, kebisingan, getaran, radiasi gelombang mikro, radiasi ultraviolet, radiasi medan magnet statis, tekanan udara dan pencahayaan, yang disebabkan oleh penggunaan mesin, peralatan, bahan, dan kondisi lingkungan di sekitar tempat kerja.

- b. Faktor kimia meliputi kontaminan kimia di udara berupa gas, uap, dan partikulat yang disebabkan oleh penggunaan bahan kimia dan turunannya di tempat kerja.
- c. Faktor biologi meliputi hewan, tumbuhan dan produknya serta mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit.
- d. Faktor ergonomi meliputi cara kerja, posisi kerja, alat kerja dan beban angkat terhadap tenaga kerja.
- e. Faktor psikologi yang merupakan hubungan antarpersonal di tempat kerja.

## J. Refleksi Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang dilakukan pada bab ini dengan menjawab beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah semua tujuan pembelajaran Bab 2 telah tercapai?
2. Apakah penyampaian materi, metode pembelajaran, dan instruksi yang diberikan mudah dipahami oleh peserta didik?
3. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan?
4. Apakah ada kendala yang dihadapi saat proses pembelajaran?
5. Apakah ada konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi sehingga perlu dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Dokumen *Making Indonesia 4.0*, 2018. Kementerian Perindustrian Indonesia
3. Hari, B. S. 2019. *Pemanasan Global dan Perubahan Iklim*. Depok: Penerbit Duta.
4. Ngakan Timur Antara, B. R. 2019. *Making Indonesi 4.0-Transformasi Industri Manufaktur Nasional ke Industri 4.0*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
5. Solichin, M. 2012. *Pengelolaan Air Limbah: TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR LIMBAH*. Malang.
6. Dokumen Undang-Undang Cipta Kerja Nomor 11 Tahun 2020.
7. Dokumen Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Lady-photo/Canva.com (2022)*

# Bab 3

## Panduan Khusus **Profesi, Kewirausahaan, dan Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri**

## A. Pendahuluan

Pada materi bab ini, peserta didik akan diajak mempelajari mengenai profesi yang berkaitan dengan kimia industri, seperti operator peralatan dan proses industri kimia, staf penelitian dan pengembangan, staf *quality*, dan *quality assurance (QA)*. Tidak hanya profesi di industri kimia saja, tetapi juga wirausaha dan peluang usaha yang berkaitan dengan kimia industri yang dapat dilakukan oleh lulusan teknik kimia. Dengan demikian, peserta didik mendapat gambaran nyata jenis profesi atau pilihan pekerjaan saat lulus nanti. Selain itu, materi ini dapat memberikan motivasi kepada peserta didik untuk belajar dengan baik dan memiliki kompetensi yang baik sehingga dapat berkarier dalam bidang kimia industri pada masa depan.

Topik ini berkaitan dengan Bab 1, yaitu proses bisnis dalam kimia industri. Pada bab tersebut peserta didik telah mengetahui pengertian industri kimia, proses yang terjadi di dalamnya, dan karakteristik produk yang dihasilkan dalam bidang industri kimia. Hal ini berkaitan dengan profesi yang dibutuhkan dalam industri kimia sehingga proses produksi dalam industri kimia dapat berjalan dengan baik.

Setelah mempelajari Bab 3 tentang profesi, kewirausahaan, dan peluang usaha dalam bidang teknik kimia, peserta didik diharapkan mampu:

1. menjelaskan ragam profesi di bidang kimia industri;
2. menjelaskan ragam wirausaha di bidang kimia industri;
3. menganalisis peluang usaha di bidang kimia industri; serta
4. merancang rencana wirausaha di bidang kimia industri.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Profesi di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi jenis profesi yang sesuai dengan bidang teknik kimia industri.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desain pabrik kimia</li><li>• Modal</li><li>• Operator</li><li>• Penelitian dan pengembangan</li><li>• <i>Quality control</i></li><li>• Wirausaha</li></ul>	Buku siswa pada bagian Aktivitas 3.1.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang profesi dalam bidang kimia industri.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang ragam profesi di bidang kimia industri.		Buku siswa pada subbab A Profesi di Bidang Kimia Industri.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang profesi dalam bidang kimia industri.
Bekerja secara berkelompok untuk mencari informasi mengenai jenis profesi yang ada dalam satu contoh industri kimia dan mengidentifikasi jenis profesi yang sesuai dengan bidang kimia industri.		Buku siswa pada bagian Aktivitas 3.2.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang struktur organisasi dalam suatu industri kimia.

**Subbab:** B. Kewirausahaan di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang definisi dan asas kewirausahaan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wirausaha</li> <li>Modal</li> </ul>	Buku siswa pada subbab B Kewirausahaan di Bidang Kimia Industri.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang kewirausahaan.
Membaca dan berdiskusi tentang proses perencanaan yang harus dilakukan oleh pelaku wirausaha dalam bidang kimia industri.		Buku siswa pada subbab B Kewirausahaan di Bidang Kimia Industri.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang kewirausahaan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencari ide wirausaha dalam bidang kimia industri.		Buku siswa pada Aktivitas 3.3.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang usaha di bidang kimia industri.
Berdiskusi secara berkelompok untuk mencari ide wirausaha dan melakukan analisis tentang perencanaan usaha.		Buku siswa pada Aktivitas 3.4.	-

**Subbab:** C. Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencari ide peluang usaha di lingkungan sekitar dengan menganalisis potensi sumber daya lingkungan dan kebutuhan masyarakat setempat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peluang usaha</li> <li>• <i>Copywriting</i></li> <li>• <i>Marketing</i></li> <li>• Promosi</li> <li>• Wirausaha</li> </ul>	Buku siswa pada subbab C Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri.	Sumber bacaan dari internet dan sumber lain yang relevan tentang kisah pelaku wirausaha dalam bidang kimia industri.
Membaca dan berdiskusi mengenai cara mencari peluang usaha dalam bidang kimia industri.		Buku siswa pada Aktivitas 3.5.	
Membaca dan berdiskusi tentang strategi pemasaran produk yang baik.		Buku siswa subbab C Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri.	Sumber bacaan dari internet atau sumber lain yang relevan tentang teknik <i>copywriting</i> .

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati cara <i>copywriting</i> yang dilakukan penjual di <i>marketplace</i> dalam memasarkan atau promosi produk.		Buku siswa pada Aktivitas 3.6.	<i>Copywriting</i> pada beberapa toko di <i>marketplace</i> .
Bekerja secara berkelompok untuk merancang rencana usaha di bidang kimia industri dan pemasarannya, kemudian mempresentasikannya.		Buku siswa pada Aktivitas 3.7.	-

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang profesi, kewirausahaan, dan peluang usaha di bidang kimia industri.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian dalam pembelajaran hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik profesi, kewirausahaan, dan peluang usaha di bidang kimia

industri. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran yang sekarang, misalnya:

- Apa saja profesi di bidang kimia industri?
- Jelaskan tugas seorang operator, peneliti, staf *quality control*, dan desainer pabrik kimia dalam industri kimia?
- Apa yang kalian ketahui tentang wirausaha?
- Bagaimana cara melihat peluang usaha di sekitar kita?
- Apa saja yang perlu diperhatikan saat merancang usaha dalam bidang industri kimia?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 3

**Subbab:** A. Profesi di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu mengidentifikasi jenis profesi yang sesuai dengan bidang kimia industri.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

1. Peserta didik diajak berdiskusi tentang masa depan setelah lulus sekolah dengan keahlian teknik kimia. Guru mengajukan beberapa pertanyaan berikut.
  - Mengapa kalian memilih keahlian teknik kimia?
  - Apa harapan kalian setelah lulus sekolah dengan program keahlian yang saat ini dipilih?
  - Apakah kalian memiliki bayangan mengenai peluang kerja setelah lulus sekolah dengan keahlian teknik kimia?
2. Peserta didik diarahkan untuk mengingat kembali pelajaran pada bab sebelumnya tentang proses yang terjadi dalam industri kimia. Guru memberikan kesempatan peserta didik untuk menyampaikan informasi yang mereka ketahui. Guru bisa memberikan validasi terhadap jawaban peserta didik.
3. Peserta didik diajak berpikir tentang peran yang dibutuhkan dalam industri kimia agar semua proses dapat berjalan dengan baik. Guru dapat mengajukan beberapa pertanyaan berikut.

- Apakah industri kimia dapat berjalan sendiri tanpa peran manusia di dalamnya?
  - Apakah mesin-mesin dalam industri kimia dapat beroperasi sendiri? Peran siapakah yang dibutuhkan?
  - Apakah produk yang dihasilkan dalam industri kimia pasti sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan? Peran apa yang dibutuhkan untuk memastikan produk yang akan dihasilkan telah sesuai dan siap dipasarkan?
  - Apa yang dibutuhkan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan perkembangan kebutuhan konsumen? Peran atau profesi apa yang dibutuhkan?
4. Guru memberikan konfirmasi atas jawaban yang disampaikan peserta didik.

### **Konstruksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diajak untuk mengisi tabel pada Aktivitas 3.1. Tabel tersebut berisi macam-macam profesi. Peserta didik diminta menganalisis profesi tersebut sesuai atau tidak dengan bidang teknik kimia dan menuliskan alasannya.

#### **Kegiatan Alternatif**

Aktivitas 3.1 juga dapat dilakukan dengan permainan, misalnya sebagai berikut.

- Guru menyiapkan beberapa kartu bertuliskan macam-macam profesi antara lain profesi dalam bidang teknik kimia.
  - Peserta didik diminta maju satu per satu untuk mengambil kartu dalam posisi tertutup. Peserta didik diminta membacakan profesi yang tertulis di kartu yang diambil dan menentukan sesuai atau tidak dengan bidang teknik kimia serta mengemukakan alasannya.
  - Kegiatan ini dilakukan sampai seluruh kartu habis dibaca oleh peserta didik.
  - Saat peserta didik memberikan jawabannya, guru mengarahkan peserta didik lainnya untuk memberikan konfirmasi benar atau salah. Guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik.
2. Peserta didik diminta menuliskan jawaban Aktivitas 3.1 di buku latihan masing-masing.
  3. Guru memberikan penjelasan tentang hal-hal yang dapat dilakukan oleh lulusan teknik kimia dalam industri kimia. Peserta didik diajak untuk berdiskusi mengaitkan peran tersebut dengan proses yang ada di industri kimia. Apakah peran tersebut dapat digantikan oleh lulusan bidang keahlian yang lain?

4. Peserta didik diberi kesempatan untuk membaca materi pada subbab A.
5. Guru menampilkan video berkaitan dengan profesi yang dijelaskan pada subbab A.
6. Guru mengajak peserta didik berdiskusi dengan bertanya kepada peserta didik tentang profesi yang mereka pilih setelah lulus sekolah.
7. Peserta didik diarahkan membentuk kelompok yang terdiri atas 3–4 orang. Setiap kelompok diminta mengerjakan Aktivitas 3.2. Satu kelompok mencari satu contoh industri kimia di daerah tempat tinggal atau di Indonesia dan mencari informasi mengenai profesi dalam struktur organisasi di industri tersebut. Peserta didik diminta mengidentifikasi profesi yang sesuai dengan bidang kimia industri.
8. Setiap kelompok diminta mempresentasikan hasilnya di depan kelas secara bergantian. Kelompok yang lain memberikan tanggapan atau pertanyaan. Guru memberikan validasi atas presentasi peserta didik dan diskusi.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman yang mereka dapatkan, keterkaitan materi yang telah dipelajari dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja dibidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
3. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pemahamannya terkait materi yang diajarkan, apakah sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian, dan diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi/bahasan yang belum dipahami.
4. Peserta didik diminta untuk menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan materi.
5. Peserta didik diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi/bahasan yang belum mereka pahami.
6. Guru memberikan umpan balik kepada peserta didik sebagai berikut.
  - a. Apa yang sudah baik dicapai oleh peserta didik dan apa yang masih perlu ditingkatkan lagi.
  - b. Melalui aktivitas yang dilakukan, peserta didik telah menerapkan beberapa Profil Pelajar Pancasila berikut.
    - Bernalar kritis dalam mengidentifikasi profesi di suatu perusahaan yang berhubungan dengan kimia industri.
    - Mandiri saat mengerjakan dan menyelesaikan tugas secara individu.
    - Bergotong royong dalam menyelesaikan tugas secara berkelompok.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diminta membuat laporan dari hasil Aktivitas 3.2 dengan menambahkan hal-hal yang didiskusikan bersama saat sesi presentasi hasil tugas. Dengan membuat laporan akan meningkatkan kemampuan literasi peserta didik. Laporan bisa dibuat dalam bentuk tulisan, video, infografik, atau media lain sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
2. Peserta didik diminta mengumpulkan laporan di pertemuan selanjutnya.
3. Peserta didik diminta mempelajari tentang kewirausahaan yang akan dibahas pada bab selanjutnya.

**Subbab:** B. Kewirausahaan di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik mampu mengetahui ragam wirausaha di bidang kimia industri.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

1. Peserta didik diajak berdiskusi tentang kondisi pandemi Covid-19 yang pernah melanda Indonesia. Selanjutnya, guru mengajukan pertanyaan kepada para peserta didik, seperti berikut.
  - a. Produk apa yang sangat dibutuhkan saat pandemi Covid-19 dan mengalami peningkatan permintaan cukup tinggi?
  - b. Bagaimana produk tersebut diproduksi dan dipasarkan?
  - c. Apakah kalian menemukan produk tersebut diproduksi dalam skala rumah tangga dan bagaimana memasarkannya?
  - d. Guru mengarahkan diskusi untuk membahas produk yang bisa diproduksi dan dipasarkan sendiri oleh masyarakat saat itu, seperti *hand sanitizer*.
2. Guru memberikan penjelasan singkat bahwa hal tersebut merupakan contoh kewirausahaan dalam industri kimia. Salah satu karakter seorang wirausahawan, yaitu bijak menyikapi peluang/kesempatan/kebutuhan/kesulitan masyarakat.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membaca materi pada subbab B.

2. Peserta didik berdiskusi mengenai contoh wirausaha di sekitar lingkungan mereka. Guru mengarahkan diskusi untuk fokus pada wirausaha pada bidang kimia industri. Peserta didik mendiskusikan produk bidang kimia industri yang dapat diproduksi untuk wirausaha.
3. Peserta didik diarahkan untuk memahami hal-hal yang harus dilakukan dan direncanakan secara matang saat melakukan wirausaha, seperti pada materi subbab B.
4. Peserta didik diarahkan untuk melakukan Aktivitas 3.3. Peserta didik diberi waktu beberapa menit untuk mengerjakannya di buku latihan.
5. Peserta didik diminta membacakan sepuluh ide wirausaha dalam bidang teknik kimia industri di depan kelas secara bergantian. Guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik.
6. Peserta didik diarahkan untuk membaca Aktivitas 3.4. Peserta didik dibimbing untuk membentuk kelompok yang terdiri atas 3–4 orang. Setiap kelompok diminta memilih satu ide dari ide-ide yang telah dikumpulkan sebagai ide wirausaha, selanjutnya mereka melakukan beberapa analisis seperti yang tertulis pada Aktivitas 3.4.
7. Setiap kelompok diminta mempresentasikan hasil analisisnya di depan kelas secara bergantian. Kelompok yang lain memberikan tanggapan atau pertanyaan.
8. Peserta didik membuat laporan dari hasil Aktivitas 3.4

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman yang mereka dapatkan, keterkaitan materi yang telah dipelajari dengan peran sebagai calon profesional di bidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
3. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pemahaman terkait materi yang diajarkan, apakah sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian, dan diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi/bahasan yang belum dipahami.
4. Peserta didik diminta menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan materi.
5. Guru memberikan umpan balik kepada peserta didik sebagai berikut.
  - a. Hal-hal yang sudah dicapai dengan baik oleh peserta didik dan hal-hal yang masih perlu ditingkatkan lagi.
  - b. Melalui aktivitas yang dilakukan, peserta didik telah menerapkan beberapa Profil Pelajar Pancasila berikut.

- Bernalar kritis dengan mencari ide wirausaha.
- Mandiri dengan mengerjakan dan menyelesaikan tugas secara individu.
- Dengan mengamati kondisi dalam masyarakat, seperti masalah yang dihadapi, kebutuhan masyarakat, serta potensi dan keunikan daerah masing-masing, peserta didik mampu meningkatkan kepedulian terhadap lingkungan.
- Bergotong royong dalam menyelesaikan tugas secara berkelompok.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

- Peserta didik diminta membuat laporan dari hasil Aktivitas 3.4 dengan menambahkan hal-hal yang didiskusikan bersama saat sesi presentasi hasil tugas. Pembuatan laporan akan meningkatkan kemampuan literasi peserta didik.
- Peserta didik diminta mengumpulkan laporan di pertemuan selanjutnya.
- Peserta didik diminta mengidentifikasi sumber daya alam yang ada di lingkungan tempat tinggal mereka dan hal-hal yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Pengetahuan ini akan bermanfaat untuk mempelajari materi peluang usaha pada bab selanjutnya.

**Subbab:** C. Peluang Usaha di Bidang Kimia Industri

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menganalisis peluang usaha di bidang kimia industri;
- melakukan kegiatan promosi produk dengan cara teknik *copywriting*;
- membuat simulasi usaha di bidang kimia industri, mulai dari menganalisis peluang dan pemasaran produk; serta
- membuat rancangan proyek usaha di bidang kimia industri dan mempresentasikannya.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi contoh kasus tentang cara menemukan peluang usaha di bidang kimia industri. Misalnya, tentang kondisi di tempat penggilingan kelapa menjadi santan. Kelapa diambil dagingnya untuk digiling sementara

air kelapa banyak dibuang begitu saja. Studi kasus dapat dijelaskan dengan cara guru menampilkan gambar pada layar dan guru memberikan pengantar sebagai pemantik diskusi.

2. Guru mengajukan pertanyaan terkait kasus kelapa tersebut. Peserta didik mendiskusikan pertanyaan yang diajukan guru. Contoh pertanyaan tersebut sebagai berikut.
  - Apa pendapat kalian tentang kejadian tersebut?
  - Apakah air kelapa dapat dimanfaatkan?
  - Ide usaha apa yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan air kelapa?
3. Guru menekankan kepada peserta didik bahwa pertanyaan yang didiskusikan tersebut merupakan contoh peluang usaha dalam bidang kimia industri.

**Catatan:** Guru dapat memodifikasi studi kasus yang diberikan, sesuai lingkungan masing-masing. Studi kasus dapat diambil dari fenomena yang banyak terjadi dan umum ditemui oleh peserta didik, sumber daya yang ada di daerah masing-masing, atau permasalahan yang sedang dihadapi oleh peserta didik dan masyarakat di daerah masing-masing. Studi kasus yang disampaikan harus menghadirkan peluang usaha dalam bidang kimia industri.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan untuk berdiskusi dengan memberikan pertanyaan pemantik seperti berikut.

Setelah produk dihasilkan, apa langkah selanjutnya yang harus dilakukan oleh pelaku usaha agar masyarakat mengetahui produk tersebut?
2. Guru mengarahkan diskusi untuk memperoleh jawaban tentang proses pemasaran atau *marketing* produk.
3. Guru menyiapkan dua gambar jenis contoh *marketing*. Gambar pertama contoh *marketing* produk tanpa *copywriting*. Gambar kedua contoh *marketing* produk dengan *copywriting*. Peserta didik diminta memilih dari dua jenis gambar tersebut yang lebih menarik. Peserta didik diminta menyampaikan alasannya.
4. Guru memberikan validasi terhadap jawaban yang diberikan peserta didik.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi tentang peluang usaha di bidang kimia industri pada subbab C.
2. Peserta didik berdiskusi tentang faktor yang perlu diperhatikan untuk memperoleh peluang di bidang kimia industri.
3. Guru menekankan kepada peserta didik bahwa peluang usaha dan ide usaha yang dilakukan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat,

- sesuatu yang sedang dibutuhkan masyarakat, atau solusi terhadap permasalahan yang sedang dialami oleh masyarakat saat itu.
4. Guru menjelaskan bahwa setelah menemukan peluang usaha, maka peserta didik harus melakukan beberapa analisis kriteria usaha sebelum mengeksekusi ide tersebut, seperti analisis modal, analisis proses produksi, analisis pasar, analisis penghasilan (penghitungan *break even point* atau BEP) dan analisis jam kerja.
  5. Peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 3.5 pada buku siswa.
  6. Guru membimbing peserta didik untuk menganalisis beberapa hal berikut.
    - a. Apa keunikan dan potensi sumber daya yang ada di daerah tempat tinggal masing-masing?
    - b. Apa yang menjadi kebutuhan masyarakat setempat, tetapi produksinya belum banyak diproduksi atau sulit terjangkau oleh semua kalangan masyarakat?
    - c. Masalah apa yang sedang dihadapi oleh masyarakat di daerah masing-masing?
  7. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, peserta didik dibimbing untuk mencari ide peluang usaha di bidang kimia industri yang dapat dilakukan. Beberapa peserta didik diminta melakukan presentasi dari hasil pekerjaan mereka. Saat ada yang melakukan presentasi, peserta didik lainnya diminta memberikan tanggapan. Guru memberikan pendapat dan validasi dari hasil presentasi peserta didik.
  8. Peserta didik diarahkan membaca materi tentang *marketing* yang ada pada materi subbab C.
  9. Peserta didik diajak berdiskusi tentang pentingnya *marketing* dan strategi *marketing* yang baik untuk suatu usaha.
  10. Peserta didik diajak berdiskusi tentang *copywriting*. Beberapa peserta didik diminta memberikan contoh *copywriting* suatu produk yang pernah mereka temui.
  11. Guru memberikan penjelasan dan penekanan mengenai pentingnya *marketing* agar masyarakat dapat mengenal produk yang dihasilkan.
  12. Guru menjelaskan bahwa diperlukan strategi *marketing* yang baik agar masyarakat tidak sekadar tahu tetapi juga tertarik membeli produk.
  13. Peserta didik dibimbing saat mengerjakan Aktivitas 3.6 di buku siswa. Peserta didik diberi waktu untuk membuka media sosial, *website* toko *online*, atau *marketplace* melalui gawai yang ada/tersedia.
  14. Peserta didik diminta mencari tiga contoh *copywriting* yang menarik dari contoh-contoh *marketing* produk yang mereka temukan di toko *online* atau *market place*.
  15. Beberapa peserta didik diminta membacakan hasil pencariannya di depan kelas.

16. Peserta didik diminta membuat *copywriting* untuk pemasaran produk yang dihasilkan dari ide usaha yang sudah dilakukan pada Aktivitas 3.5 sebelumnya.
17. Satu per satu peserta didik diberi waktu membacakan hasil tulisannya di depan kelas secara bergantian. Saat ada peserta didik yang membacakan tulisannya, peserta didik lain diminta memberikan komentar. Guru memberikan penilaian dari hasil *copywriting* yang telah dibuat oleh setiap peserta didik.

## Aplikasi Konsep

### Alternatif 1

---

1. Peserta didik dapat diajak melakukan simulasi untuk membuat salah satu produk di bidang kimia industri, seperti *nata de coco* pada Aktivitas 3.7. Peserta didik juga bisa membuat produk lain, misalnya sabun dan *hand sanitizer*. Pembuatan produk dapat dilakukan di rumah peserta didik atau di ruang praktikum.
2. Peserta didik ditekankan untuk mendokumentasikan setiap langkah proses pembuatan dan hasil yang diperoleh pada setiap tahap.
3. Dari produk yang dipilih, peserta didik diminta membuat analisis seperti yang tercantum pada Aktivitas 3.7 tentang alasan pemilihan produk, peluangnya dalam masyarakat, modal yang dibutuhkan, target pasar, analisis keuntungan, jumlah tenaga kerja, serta strategi *marketing*.
4. Setiap kelompok diberi kesempatan mempresentasikan produk, langkah proses pembuatannya, dan rancangan usahanya di depan kelas secara bergantian. Presentasi bisa dalam bentuk salindia, video, ataupun laporan tertulis. Peserta didik dapat berlatih melakukan *marketing* dengan memasarkan produknya di media sosial masing-masing.

### Alternatif 2

---

1. Peserta didik diajak membuat rencana proyek usaha di bidang kimia industri.
2. Peserta didik diarahkan untuk membentuk kelompok yang terdiri atas 3-4 peserta didik.
3. Setiap kelompok diminta untuk berdiskusi tentang rencana proyek usaha bidang kimia industri, antara lain memilih satu produk peluang usaha di sekitar tempat tinggal mereka, analisis proses produksinya, modal yang dibutuhkan, target pasar, keuntungan usaha, strategi pemasaran yang akan membuat produk dapat dikenal dan disukai masyarakat, serta *copywriting* produk.
4. Kegiatan ini bisa dibuat dengan mengondisikan peserta didik seperti sedang berlomba untuk membuat ide konsep usaha yang menarik dalam bidang kimia industri.

5. Guru membimbing setiap kelompok untuk melakukan diskusi.
6. Setiap kelompok diminta menyiapkan *slide* presentasi dari hasil diskusi yang dilakukan.
7. Setiap kelompok yang telah menyelesaikan tugasnya dipersilakan mempresentasikan hasilnya. Saat ada kelompok yang presentasi, peserta didik yang lain menanggapi. Selama presentasi guru memberikan penilaian.
8. Guru memberikan validasi atas presentasi peserta didik.

### Alternatif 3

1. Guru mengadakan kegiatan *video conference* atau *talkshow* yang menghadirkan alumni atau wali murid dengan beragam profesi sebagai narasumber. Dengan demikian, peserta didik dapat mengetahui secara jelas peluang pekerjaan setelah lulus dari pengalaman para alumni atau wali murid.
2. Peserta didik dilibatkan sebagai panitia penyelenggara untuk melatih jiwa kepemimpinan, kerja sama, dan tanggung jawab.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta menuliskan di buku latihan mengenai poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada subbab ini.
2. Perwakilan peserta didik diberi kesempatan membacakan poin-poin yang telah mereka pelajari pada pertemuan hari ini.
3. Guru menanyakan kepada peserta didik mengenai materi/bahasan yang belum mereka pahami.
4. Guru memberikan umpan balik kepada peserta didik seperti berikut.
  - a. *Marketing* merupakan hal yang penting dilakukan agar produk yang dihasilkan bisa dikenal dan sampai di tangan konsumen. Teknik *copywriting* merupakan salah satu strategi *marketing* untuk menarik konsumen membeli produk yang dihasilkan.
  - b. Guru memberikan evaluasi secara keseluruhan pada kegiatan presentasi yang dilakukan. Selanjutnya, guru memberikan pujian kepada peserta didik karena mereka telah berhasil merancang proyek usaha dalam bidang kimia industri.
  - c. Melalui Aktivitas 3.6 dan 3.7, peserta didik telah menerapkan beberapa sikap Profil Pelajar Pancasila berikut.
    - Mandiri dengan mengerjakan dan menyelesaikan tugas secara individu.
    - Dengan mengetahui keunikan dan potensi yang dimiliki suatu daerah, peserta didik akan meningkatkan rasa syukur akan nikmat yang telah diberikan oleh Tuhan, sebagai wujud sikap beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia.

- Bernalar kritis dengan menyusun rancangan rencana usaha dan mencari contoh *copywriting* yang menarik dari suatu produk yang ada di *market place*.
- Bergotong royong dengan mengerjakan dan menyelesaikan proyek secara bersama-sama.
- Kreatif dengan berlatih membuat *copywriting* yang menarik dari suatu produk dan membuat *slide* presentasi yang menarik.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

- a. Peserta didik diajak membaca artikel jurnal tentang beberapa peluang wirausaha dalam bidang teknik kimia industri dengan memindai *QR Code* pada bagian pengayaan.
- b. Peserta didik membuat tulisan tentang apa yang disaksikan pada video tersebut.

#### Catatan:

1. Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.
2. Guru dapat memberikan video atau artikel lain seputar materi pada Bab 3.

### 2. Remedial

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 setiap peserta didik.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan dan aktivitas yang diberikan kepada anaknya. Pada aktivitas membuat *Nata de Coco* yang dikerjakan di rumah, guru menyampaikan kepada orang tua agar ikut memantau dan membantu peserta didik jika mengalami kesulitan dalam menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Jika ada tugas yang menggunakan jaringan internet, orang tua diharapkan 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.

## H. Asesmen

### Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan

Tujuan Pembelajaran	KKTP	Hasil penilaian			
		1	2	3	4
menjelaskan ragam profesi di bidang kimia industri	Menjelaskan macam-macam profesi di bidang kimia industri				
	Mengidentifikasi profesi yang sesuai bidang kimia industri pada suatu industri kimia				
menjelaskan ragam wirausaha di bidang kimia industri;	Menjelaskan pengertian wirausaha dan azas kewirausahaan				
	Menjelaskan jenis wirausaha yang sesuai bidang kimia industri				
	Menjelaskan proses perencanaan yang dilakukan oleh pelaku wirausaha				
menganalisis peluang usaha di bidang kimia industri;	Mendapatkan ide peluang usaha dalam bidang industri kimia dengan menganalisis sumber daya lingkungan dan kebutuhan masyarakat di lingkungan tempat tinggal				
	Menjelaskan pentingnya pemasaran dalam menjalankan usaha				
	Menjelaskan bagaimana strategi pemasaran yang baik				
	Membuat <i>copy writing</i> dalam pemasaran suatu produk				
merancang rencana wirausaha di bidang kimia industri.	Membuat rancangan wirausaha mulai dari mendapatkan ide, menghitung modal yang dibutuhkan, merancang tahapan proses produksi, menentukan kebutuhan pekerja, menentukan target pasar, merancang strategi pemasaran, dan menganalisis keuntungan usaha.				
	Melakukan praktik memproduksi suatu produk bidang kimia industri dan membuat rancangannya wirausahanya				

Skala Penilaian:

4 : memahami/kompeten; 3 : cukup memahami; 2 : Kurang memahami; 1 : Tidak memahami/belum kompeten

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi

Nomor soal	Skor Maksimal	Kriteria penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomor soal	Skor Maksimal	Kriteria penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
2.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	20	0-6 = belum memahami 7-15 = belum mencapai ketuntasan 16-20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak lanjut	Tidak perlu remedial/perlu remedial nomor .....		

**Catatan:** Penilaian dalam tabel hanya contoh. Guru dapat memodifikasi penilaian sesuai kondisi setiap sekolah. Guru melakukan remedial bagi peserta didik yang tidak mencapai KKM.

#### Contoh Format Penilaian Presentasi

No.	Kriteria Ketercapaian Kompetensi	Penilaian (Skala 1-4)	Kelompok				
			1	2	3	4	Dst.
1.	Materi yang disampaikan sesuai dengan penugasan.						
2.	Penyajian materi lugas dan mudah dipahami.						
3.	Pemahaman terhadap materi yang disampaikan.						
4.	Kemampuan menarik perhatian, memotivasi, artikulasi, dan gestur.						
5.	Penampilan pada saat menyampaikan materi.						
6.	Sikap terhadap pertanyaan yang diajukan.						
7.	Kemampuan menjawab pertanyaan.						
8.	Kemampuan membuat kesimpulan hasil diskusi.						

#### Skala penilaian:

4 : sangat baik; 3 : baik; 2 : kurang baik; 1 : tidak baik. Nilai skor = skor 1 + skor 2 + skor 3 + skor 4 ... + skor 8 (maksimum nilai skor = 32) Nilai akhir = (jumlah skor × 100)/32

**Catatan:** Format penilaian pada tabel di atas adalah contoh. Guru dapat memodifikasi sistem penilaian tersebut sesuai kebutuhan, asalkan aspek penilaian mencakup materi yang disampaikan, cara penyampaian, dan kemampuan menjawab pertanyaan saat presentasi.



### Uji Kompetensi

1. Peserta didik menjawab soal-soal Uji Kompetensi.
2. Peserta didik mengevaluasi secara mandiri dan jujur mengenai tingkat pemahaman dari hasil mengerjakan soal-soal di Uji Kompetensi.
3. Guru menekankan kepada peserta didik untuk mempelajari hal-hal yang masih belum dipahami dan mencoba mengerjakan soal-soal dari sumber lain.

## I. Kunci Jawaban

### Aktivitas 3.1

Profesi	Sesuai atau Tidak dengan Bidang Teknik Kimia
Sekretaris	Tidak sesuai
Akuntan	Tidak sesuai
Operator proses	Sesuai
Peneliti atau laboran (Litbang)	Sesuai
Desain grafis	Sesuai
Konsultan	Sesuai
Staf <i>quality control</i>	Sesuai
Staf <i>marketing</i>	Sesuai untuk <i>marketing</i> alat-alat praktikum dan bahan kimia



### Uji Kompetensi

1. Jenis profesi yang bisa dilakukan oleh lulusan teknik kimia sebagai berikut.
  - a. Operator, yaitu bagian pekerjaan di industri yang mengoperasikan peralatan yang ada di industri.
  - b. Staf *quality control*, yaitu bagian pekerjaan di industri yang bertugas memeriksa produk akhir suatu industri dan memastikannya sesuai dengan standar, baik dari segi kualitas maupun pengemasannya.
  - c. Staf penelitian dan pengembangan, yaitu bagian pekerjaan dari desain pabrik kimia.

2. Jawaban sesuai dengan profesi yang diinginkan oleh peserta didik.
3. Kewirausahaan adalah semangat, sikap, perilaku, dan kemampuan seseorang dalam menangani usaha dan atau kegiatan yang mengarah pada upaya mencari, menciptakan, menerapkan cara kerja, teknologi dan produk baru dengan meningkatkan efisiensi dalam rangka memberikan pelayanan yang lebih baik dan atau memperoleh keuntungan lebih besar.
4. Asas-asas kewirausahaan sebagai berikut.
  - a. Kemampuan kuat untuk berkarya dan semangat kemandirian.
  - b. Kemauan dan kemampuan memecahkan masalah dan mengambil keputusan secara sistematis termasuk keberanian mengambil risiko.
  - c. Kemampuan berpikir dan bertindak secara kreatif dan inovatif.
  - d. Kemampuan bekerja secara teliti, tekun, dan produktif.
  - e. Kemauan dan kemampuan untuk berkarya dalam kebersamaan berlandaskan etika bisnis yang sehat.
5. Ide usaha yang sesuai, misalnya usaha produksi bata dari sampah plastik atau *ecobrick*.

## J. Refleksi untuk Guru

1. Apakah semua tujuan pembelajaran Bab 3 telah tercapai?
2. Apakah penyampaian materi, metode pembelajaran, dan instruksi yang diberikan oleh guru mudah dipahami oleh peserta didik?
3. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan?
4. Apakah ada kendala yang dihadapi oleh guru dalam proses pembelajaran?
5. Apakah ada konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi sehingga perlu dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*
2. Daryanto.2012. *Pendidikan Kewirausahaan*. Yogyakarta: Gava Media.
3. Dokumen lampiran Instruksi Presiden RI Nomor 4 Tahun 1995 tentang Gerakan Nasional Memasyarakatkan dan Membudayakan Kewirausahaan (GNMMK).
4. Hidayah, Malikhatul. 2015. *Sukses Wirausaha dengan Produk Kimia Berteknologi*. Tangerang: Ihsan Media Sejahtera
5. Javier Garcia-Martinez, Kunhao Li. 2022. *Chemistry Entrepreneurship*. Jerman: Wiley-VCH
6. Uche Nnaji. 2019. *Introduction to Chemical Engineering for Chemical Engineer and Student*. USA: John Wiley&Son.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Gilas/www.canva.com (2022)*

# Bab 4

Panduan Khusus

# Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia

## A. Pendahuluan

Teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia merupakan topik yang penting dipelajari oleh peserta didik kelas X SMK/MAK program keahlian teknik kimia industri. Peserta didik akan mempelajari mengenai peralatan laboratorium disertai dengan praktik penggunaan alat laboratorium sesuai dengan prosedur yang tepat. Pengetahuan dan kegiatan praktik pada bab ini akan bermanfaat dan menunjang kegiatan praktikum pada bab-bab selanjutnya tentang kimia dasar, mikrobiologi, dan analisis di laboratorium.

Tujuan pembelajaran yang diharapkan setelah peserta didik mempelajari Bab 4 sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya.
2. Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.
3. Menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Teknik Dasar Penggunaan Peralatan Laboratorium

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencari informasi tentang peralatan yang ada di laboratorium dan mengklasifikasikan sesuai dengan jenisnya.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Laboratorium</li><li>• Peralatan</li><li>• Gelas</li><li>• Peralatan nongelas</li><li>• Instrumen</li><li>• Prosedur keselamatan</li></ul>	Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.1.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang macam-macam peralatan gelas di laboratorium dan cara penggunaannya.		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Penggunaan Peralatan Laboratorium.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang macam-macam peralatan nongelas di laboratorium dan cara penggunaannya.		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Penggunaan Peralatan Laboratorium.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang macam-macam instrumen di laboratorium dan cara penggunaannya.		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Penggunaan Peralatan Laboratorium.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Bekerja secara berkelompok untuk melakukan kegiatan praktikum di laboratorium tentang cara penggunaan alat laboratorium.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.2.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Bekerja secara berkelompok untuk mencari informasi mengenai cara perawatan peralatan gelas, peralatan nongelas, instrumen, dan prosedur keselamatan kerja di laboratorium.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.3.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Melakukan presentasi, membuat poster, dan menempelnya di laboratorium atau di kelas.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.3.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.

### Subbab: B. Teknik Dasar Pembuatan Larutan

Alokasi Waktu: 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang cara membuat larutan dengan konsentrasi dalam persentase berat (%w/w).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larutan</li> <li>Konsentrasi</li> <li>Persentase berat</li> <li>Persentase volume</li> <li>Pengenceran</li> </ul>	Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Pembuatan Larutan.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang cara membuat larutan dengan konsentrasi % berat/ volume (%w/v).		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Pembuatan Larutan.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Bekerja secara berkelompok di laboratorium membuat larutan dengan variabel konsentrasi %w/w dan %w/v sesuai prosedur yang dijelaskan.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.4.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang cara membuat larutan dari larutan yang sudah diketahui konsentrasinya (pengenceran).		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Pembuatan Larutan.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Bekerja secara berkelompok di laboratorium membuat larutan dari larutan yang telah diketahui konsentrasinya.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.5.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.
Membaca dan berdiskusi tentang hal-hal yang perlu diperhatikan saat membuat larutan.		Buku siswa Bab 4 pada subbab Teknik Dasar Pembuatan Larutan.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencari informasi mengenai prosedur keamanan penggunaan dan penyimpanan larutan kimia di laboratorium, membuat posternya, dan mengunggah di media sosial.		Buku siswa Bab 4 pada Aktivitas 4.6.	Buku siswa, internet, atau sumber lain yang relevan.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet, seperti aplikasi google form, kahoot, jotform, dan sebagainya. Pertanyaan yang dapat diajukan seperti berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian dengan pembelajaran hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik teknik dasar pekerjaan laboratorium kimia. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait dengan capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran, misalnya seperti berikut.

- Sebutkan penggolongan alat-alat laboratorium beserta contohnya!
- Bagaimana cara membuat larutan gula dengan konsentrasi 10% (w/w) dan 10%(w/v)?
- Bagaimana prosedur pembuatan larutan dari larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya (pengenceran)?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 4

**Subbab:** A. Teknik Dasar Penggunaan Peralatan Laboratorium

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (12 JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya; dan
2. menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

Guru mengajak peserta didik berdiskusi dengan mengajukan pertanyaan tentang jenis peralatan laboratorium yang pernah digunakan atau diketahui peserta didik. Selanjutnya, peserta didik diminta menjelaskan fungsinya.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik membaca penjelasan mengenai Jenis Alat Laboratorium yang terdiri atas peralatan gelas, nongelas, dan instrumen.
2. Peserta didik diajak melakukan kunjungan ke laboratorium untuk mengidentifikasi jenis-jenis peralatan laboratorium.
3. Peserta didik membaca tugas pada Aktivitas 4.1. Selanjutnya, peserta didik mencatat peralatan di laboratorium dan mengidentifikasi alat tersebut sebagai alat gelas, nongelas, atau instrumen, serta memberikan penjelasan mengenai fungsi alat tersebut.
4. Peserta didik diminta mengumpulkan hasil pekerjaannya untuk diberi penilaian.
5. Peserta didik membaca penjelasan subbab A tentang teknik dasar penggunaan alat laboratorium yang terdiri atas penggunaan peralatan gelas, nongelas, dan instrumen.
6. Peserta didik diminta untuk bertanya jika ada penjelasan pada subbab A yang belum dipahami.

#### Kegiatan Alternatif

Agar peserta didik lebih memahami materi ini, guru dapat melakukan permainan berikut.

- Guru menyiapkan kertas *sticky note*/notes tempel bertuliskan macam-macam peralatan laboratorium, mencakup peralatan gelas, nongelas, dan instrumen.
  - Guru membuat tiga kolom di papan tulis dengan judul peralatan gelas, nongelas, dan instrumen.
  - Peserta didik diminta maju satu per satu untuk mengambil satu lembar *sticky note*/notes tempel dalam posisi tertutup. Peserta didik diminta membacakan tulisan di kertas yang diambil. Selanjutnya, peserta diminta menempelkan di kolom yang sesuai.
  - Guru melakukan langkah yang sama hingga seluruh kertas *sticky note*/notes ditempel oleh peserta didik.
  - Guru memeriksa kesesuaian kertas *sticky note*/notes tempel yang ditempel di kolom.
7. Peserta didik diarahkan membaca Aktivitas 4.2.
  8. Peserta didik diajak melakukan kegiatan praktikum di laboratorium untuk berlatih menggunakan beberapa peralatan laboratorium dengan benar.
  9. Peserta didik diminta membentuk kelompok yang terdiri atas 3-4 orang. Sebelum melakukan kegiatan praktikum peserta didik diajak menerapkan prosedur keamanan di laboratorium seperti mengenakan sarung tangan, masker, dan baju laboratorium. Pada Aktivitas 4.2 terdapat empat jenis praktikum penggunaan alat laboratorium, seperti timbangan digital, pipet ukur/pipet volume, labu ukur, dan piknometer. Guru dapat menambahkan atau memodifikasi sesuai kebutuhan, ketersediaan waktu pelajaran, dan ketersediaan peralatan di laboratorium masing-masing.
  10. Pada setiap praktikum penggunaan alat, peserta didik diminta membaca dengan detail cara penggunaan alat yang ada dalam materi. Peserta didik diberi kesempatan untuk bertanya jika ada yang tidak dimengerti.
  11. Peserta didik dipandu untuk melakukan setiap tahapan prosedur. Guru memberikan contoh jika diperlukan.
  12. Peserta didik mencatat langkah-langkah yang dilakukan dengan detail sebagai bahan untuk dimasukkan ke laporan praktikum.
  13. Setelah melakukan praktikum, peserta didik diarahkan mencuci dengan bersih, mengeringkan, dan menyimpan peralatan yang telah digunakan dengan benar.
  14. Peserta didik diingatkan untuk membuang sarung tangan dan masker bekas pakai di tempat sampah serta mencuci tangan hingga bersih.
  15. Seluruh peserta didik di kelas dibagi menjadi empat kelompok.
  16. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 4.3. Guru membagi empat topik untuk empat kelompok sehingga setiap kelompok mengerjakan satu topik yang berbeda.
  17. Setiap kelompok diberi waktu untuk berdiskusi dan mencari informasi tentang topik bahasan yang diperoleh.

18. Setiap kelompok diminta untuk mempresentasikan hasil diskusinya secara bergantian di depan kelas. Saat ada satu kelompok melakukan presentasi, kelompok yang lain diberi kesempatan memberikan tanggapan atau pertanyaan.
19. Guru memberikan validasi terhadap presentasi dan diskusi yang peserta didik lakukan.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman yang mereka peroleh, keterkaitan materi yang telah dipelajari dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja di bidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.
2. Peserta didik diminta untuk menceritakan perasaannya selama mengikuti pembelajaran
3. Peserta didik diminta untuk menyampaikan pemahaman terkait materi yang dipelajari, sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian.
4. Peserta didik diminta untuk menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah memperoleh materi.
5. Peserta didik diminta untuk bertanya jika ada materi yang belum dipahami.
6. Melalui aktivitas yang telah dilakukan, peserta didik menerapkan beberapa dimensi Profil Pelajar Pancasila berikut.
  - Mandiri dan bernalar kritis dalam mencari informasi dari topik yang telah ditentukan.
  - Gotong royong mengerjakan Aktivitas 4.2 dan 4.3 bersama-sama dalam satu kelompok.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk membuat laporan dari praktikum yang dilakukan pada Aktivitas 4.2 dan mengumpulkannya untuk diberi penilaian. Peserta didik diberi kebebasan untuk membuat laporan dalam bentuk tertulis, video, infografik, atau media lainnya sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
2. Peserta didik diminta untuk membuat poster dari hasil pengerjaan Aktivitas 4.3. Peserta didik diminta membawa hasil posternya pada pertemuan selanjutnya. Poster terbaik karya peserta didik selanjutnya ditempel di laboratorium atau di kelas.
3. Sampaikan kepada peserta didik bahwa pengetahuan dalam menggunakan peralatan laboratorium dengan baik dan benar akan bermanfaat untuk kegiatan praktikum pada bab-bab selanjutnya.

**Subbab:** B. Teknik Dasar Pembuatan Larutan

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

1. Guru mengajak peserta didik untuk berdiskusi mengenai cara membuat larutan gula. Guru mengajukan pertanyaan pemantik, seperti “Berapa gula yang dimasukkan dan berapa jumlah air yang dibutuhkan?”.
2. Guru memberikan penjelasan bahwa hal tersebut merupakan salah satu cara membuat larutan.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk membaca materi pada subbab B mengenai teknik dasar membuat larutan.
2. Peserta didik diajak berdiskusi untuk menjawab pertanyaan tentang larutan, zat terlarut, pelarut, dan konsentrasi larutan.
3. Peserta didik membaca materi pada poin 1 a dan b tentang cara membuat larutan dengan konsentrasi yang dinyatakan dalam % berat (%w/w dan %w/v).
4. Peserta didik membentuk kelompok yang terdiri atas 2-3 orang untuk mengerjakan Aktivitas 4.4.
5. Peserta didik melakukan kegiatan praktikum di laboratorium untuk membuat larutan dengan konsentrasi yang dinyatakan dalam % berat. Jenis larutan yang digunakan disesuaikan dengan jenis larutan yang ada di laboratorium, misalnya NaCl, KOH, dan KCl.
6. Sebelum melakukan praktikum, peserta didik diajak melaksanakan prosedur keselamatan bekerja di laboratorium, seperti mengenakan sarung tangan, masker, dan baju laboratorium.
7. Peserta didik diminta memperhatikan dengan detail prosedur pembuatan larutan seperti yang dijelaskan di materi, seperti menghitung berat padatan dan jumlah air yang dibutuhkan. Guru dapat membuat variasi % w/w dan % w/v yang harus dibuat untuk peserta didik. Setiap kelompok diberi beberapa variabel larutan yang harus dibuat untuk melancarkan keterampilan membuat larutan.

8. Setiap kelompok membuat laporan dari praktikum yang dilakukan. Peserta didik diberi kebebasan untuk membuat laporan dalam bentuk tertulis, video, infografik, atau media lainnya sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
9. Peserta didik mempelajari materi pada poin c tentang cara membuat larutan dari larutan yang telah diketahui konsentrasinya atau pengenceran.
10. Peserta didik diarahkan untuk mengerjakan Aktivitas 4.5. Peserta didik melakukan kegiatan praktikum di laboratorium untuk membuat larutan dari larutan yang telah diketahui konsentrasinya atau pengenceran. Larutan yang dibuat disesuaikan dengan ketersediaan larutan di laboratorium dengan konsentrasi yang telah diketahui. Guru juga dapat menyiapkan terlebih dahulu larutan dengan konsentrasi tertentu, misalnya HCl 2M, NaOH 5M, dan sebagainya. Selanjutnya, setiap kelompok melakukan pengenceran menggunakan larutan tersebut. Guru mendampingi peserta didik untuk melakukan setiap tahapan prosedurnya. Setiap kelompok diberi beberapa variabel larutan yang harus dibuat untuk melancarkan keterampilan membuat larutan.
11. Setiap kelompok membuat laporan dari praktikum yang dilakukan. Peserta didik diberi kebebasan untuk membuat laporan dalam bentuk tertulis, video, infografik, atau media lainnya sesuai dengan minat dan bakat peserta didik.
12. Peserta didik diarahkan membaca materi tentang hal-hal yang perlu diperhatikan saat membuat larutan. Selanjutnya, peserta didik mendiskusikan pertanyaan, misalnya “Apakah kalian pernah berinteraksi dengan larutan kimia? Jika ya, bagaimana pengalaman kalian saat berinteraksi dengan larutan kimia?”.
13. Peserta didik diminta menanyakan hal-hal yang belum mereka pahami dari materi yang telah dipelajari.

### **Aplikasi Konsep**

1. Peserta didik membaca dan mengerjakan Aktivitas 4.6 bersama kelompok yang telah dibentuk sebelumnya. Peserta didik mencari informasi mengenai prosedur penggunaan dan penyimpanan larutan kimia di laboratorium melalui buku di perpustakaan atau artikel di internet.
2. Setiap kelompok mempresentasikan hasil pekerjaannya dan guru memberikan validasi atas jawaban peserta didik. Selanjutnya, peserta didik membuat poster dan membagikannya di akun media sosial mereka.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diminta untuk menceritakan ilmu dan pengalaman setelah mempelajari materi teknik dasar pembuatan larutan keterkaitan materi yang telah dipelajari dengan peran mereka sebagai calon tenaga kerja

dibidang kimia industri, dan hambatan/tantangan yang dialami selama pembelajaran.

2. Peserta didik diminta menyampaikan perasaannya selama mengikuti pembelajaran.
3. Peserta didik diminta menyampaikan pemahaman terkait materi yang diperoleh, sudah memahami seluruhnya atau hanya sebagian.
4. Peserta didik diminta menceritakan sebuah perubahan dalam diri yang ingin mereka lakukan setelah mendapatkan materi.
5. Peserta didik diminta bertanya jika ada materi yang belum dipahami.
6. Melalui aktivitas yang telah dilakukan, peserta didik telah menerapkan beberapa dimensi pada Profil Pelajar Pancasila seperti berikut.
  - Mandiri dalam mencari informasi mengenai prosedur keamanan penggunaan dan penyimpanan larutan di laboratorium.
  - Bergotong royong dan kreatif dalam menyelesaikan poster secara berkelompok.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

- a. Peserta didik diajak menyaksikan video dengan memindai *QR Code* pada bagian Pengayaan.
- b. Peserta didik diberi tugas membuat tulisan tentang informasi yang diperoleh setelah menyaksikan video tersebut.

#### Catatan:

Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah. Guru juga dapat memberikan video atau artikel lainnya seputar materi Bab 4.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Bentuk remedial sebagai berikut:

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- b. 41 - 65% belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan
- c. 66 - 85% sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua atau Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait penugasan dan aktivitas yang diberikan kepada peserta didik. Pada Aktivitas 4.3. dan 4.6. peserta didik diminta mencari data atau informasi di internet. Orang tua diharapkan

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.

## H. Asesmen

### Contoh Rubrik Penilaian Aspek Pengetahuan

Tujuan Pembelajaran	KKTP	Hasil penilaian			
		1	2	3	4
Mengidentifikasi jenis-jenis alat laboratorium beserta fungsinya.	Menjelaskan macam-macam peralatan gelas di laboratorium dan fungsinya				
	Menjelaskan macam-macam peralatan nongelas di laboratorium dan fungsinya				
	Menjelaskan macam-macam peralatan instrumentasi di laboratorium dan fungsinya				
	Mengidentifikasi apa saja peralatan di laboratorium yang termasuk peralatan gelas, nongelas, atau instrumentasi				
Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium.	Menjelaskan cara penggunaan macam-macam peralatan gelas di laboratorium				
	Menjelaskan cara penggunaan macam-macam peralatan nongelas di laboratorium				
	Menjelaskan cara penggunaan macam-macam instrumentasi di laboratorium				
	Melakukan praktik menggunakan peralatan gelas, nongelas, dan instrumentasi di laboratorium				
	Menjelaskan cara perawatan peralatan gelas, nongelas, dan instrumentasi di laboratorium				
Menjelaskan teknik dasar pembuatan larutan dalam proses produksi.	Menjelaskan cara membuat larutan dengan konsentrasi dalam persentase berat (% w/w)				
	Menjelaskan cara membuat larutan dengan konsentrasi dalam persentase berat/volume (% w/v)				
	Melakukan praktik membuat larutan di laboratorium dalam konsentrasi % w/w dan % w/v				
	Menjelaskan cara membuat larutan dari larutan yang telah diketahui konsentrasinya (pengenceran)				
	Melakukan praktik pengenceran di laboratorium				
	Menjelaskan hal-hal yang perlu diperhatikan saat membuat larutan di laboratorium				
	Menjelaskan bagaimana cara menyimpan larutan kimia yang aman di laboratorium				

Skala Penilaian:

4: memahami/kompeten; 3: cukup memahami; 2: Kurang memahami; 1: Tidak memahami/belum kompeten

### Contoh Rubrik Observasi Aktivitas Praktik

No.	Tujuan Pembelajaran	Kriteria Unjuk Kerja	Penilaian	
			K	BK
1.	Menjelaskan teknik dasar penggunaan alat laboratorium Praktikum menimbang menggunakan timbangan digital	Kompetensi Awal		
		Peserta didik memiliki pengetahuan tentang macam-macam alat laboratorium dan fungsinya		
		Peserta didik memiliki pengetahuan tentang cara penggunaan alat gelas, nongelas, dan instrumentasi di laboratorium		
		Kompetensi Proses		
		Peserta didik melakukan persiapan sebelum memulai praktik di laboratorium		
		Peserta didik menyiapkan bahan yang akan ditimbang sesuai dengan prosedur		
		Peserta didik menyiapkan peralatan yang dibutuhkan untuk menimbang bahan padat		
		Peserta didik melakukan proses penimbangan bahan dengan timbangan digital sesuai dengan prosedur		
		Peserta didik membersihkan peralatan yang digunakan sesuai dengan prosedur		
		Peserta didik membuat laporan praktik penggunaan alat laboratorium.		

#### Keterangan:

Petunjuk pengisian rubrik: Beri tanda centang (✓) pada kolom K jika peserta didik dapat melakukan/mendemonstrasikan tugas sesuai kriteria, atau centang (✓) pada kolom BK bila sebaliknya.

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi

Nomor soal	Skor Maksimal	Kriteria penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	30	0-10 = belum memahami 11-20 = belum mencapai ketuntasan 21-30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	30	0-10 = belum memahami 11-20 = belum mencapai ketuntasan 21-30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	40	0-10 = belum memahami 11-30 = belum mencapai ketuntasan 31-40 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak lanjut	Tidak perlu remedial/perlu remedial nomor .....		

**Catatan:** Asesmen dalam tabel adalah contoh. Guru dapat memodifikasi penilaian disesuaikan dengan kondisi setiap sekolah.

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

1. Prosedur pembuatan larutan gula 10% sebagai berikut.

Alat yang digunakan: labu ukur atau gelas ukur atau gelas beker dan kaca pengaduk jika tidak menggunakan labu ukur.

Larutan gula 10% (% w/w) menunjukkan 10 gram gula dalam 100 gram larutan gula. 100 gram larutan gula berarti berat gula dan berat air.

Berat gula = 10 gram, maka berat air = 90 gram.

Densitas air = 1 g/ml

Maka volume air = 90 ml.

Dengan demikian, untuk membuat NaCl 10% (w/w) diperlukan 10 gram gula dan 90 ml air.

#### Prosedur pembuatan larutan:

- a. Menyiapkan bahan-bahan sebagai berikut.
    - Gula
    - Akuades
  - b. Menyiapkan alat laboratorium, antara lain kaca arloji, *beaker glass* atau gelas ukur, dan pengaduk kaca.
  - c. Memasukkan akuades kira-kira 50 ml dalam gelas beker atau gelas ukur.
  - d. Menimbang gula sebanyak 10 gram dengan menggunakan neraca analitik dan memasukkannya ke gelas beker atau gelas ukur yang sudah berisi akuades.
  - e. Menambahkan sisa air 40 ml kemudian mengaduk dengan pengaduk kaca.
  - f. Memindahkan larutan gula pada gelas reagen yang sudah diberi label: Nama larutan dan kadarnya, serta tanggal pembuatan.
2. Contoh alat laboratorium sebagai berikut.
- a. Peralatan Gelas
    - 1) Labu ukur, berfungsi membuat larutan dengan konsentrasi dan jumlah yang diketahui dengan pasti; digunakan untuk proses pengenceran larutan.
    - 2) Corong kaca berfungsi membantu memindahkan larutan dari satu wadah ke wadah lain, khususnya wadah dengan mulut yang kecil; tempat untuk meletakkan kertas saring saat melakukan penyaringan.
    - 3) Pipet volume berfungsi memindahkan cairan dengan volume tertentu sesuai ukuran pipet volume. Biasanya alat ini digunakan untuk larutan yang beracun dan berbahaya.

- b. Peralatan Nongelas
  - 1) Statif dan klem, berfungsi menopang dan menggantung alat kimia seperti buret, soklet, atau kondensor.
  - 2) Penjepit tabung reaksi, berfungsi menjepit tabung reaksi dan mengambil benda yang tidak boleh dipegang langsung dengan tangan, seperti botol timbang dan alat yang dipanaskan.
  - 3) Spatula porselen atau plastik, berfungsi untuk mengambil bahan kimia yang berbentuk padat atau serbuk.
- c. Instrumen
  - 1) Neraca digital, berfungsi untuk menimbang massa benda atau bahan secara digital.
  - 2) *Hot plate*, berfungsi memanaskan larutan dengan temperatur hingga kurang lebih 450°C.
  - 3) *Magnetic stirrer*, berfungsi mengaduk larutan dengan kecepatan tertentu sehingga zat cepat larut dan menjadi homogen.
- 3. Alat yang dibutuhkan untuk:
  - a. Menimbang bahan kimia padat: neraca digital.
  - b. Membuat larutan dengan konsentrasi yang akurat: labu ukur.
  - c. Menentukan densitas larutan: piknometer.
  - d. Menimbang bahan padat yang higroskopis: botol timbang.
  - e. Memanaskan bahan dengan suhu tinggi: *hot plate*.

## J. Refleksi Guru

1. Apakah semua tujuan pembelajaran Bab 4 telah tercapai?
2. Apakah penyampaian materi, metode pembelajaran, dan instruksi yang diberikan oleh guru mudah dipahami peserta didik?
3. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan?
4. Apakah ada kendala yang dihadapi oleh guru dalam proses pembelajaran?
5. Apakah ada konsep-konsep yang sulit dipahami peserta didik dan cenderung menjadi miskonsepsi sehingga perlu dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Indah Fatoni. 2015. *Panduan Teknis Penggunaan Alat dan Bahan Praktikum Kimia*. Jakarta: Sunda Kelapa Pustaka.

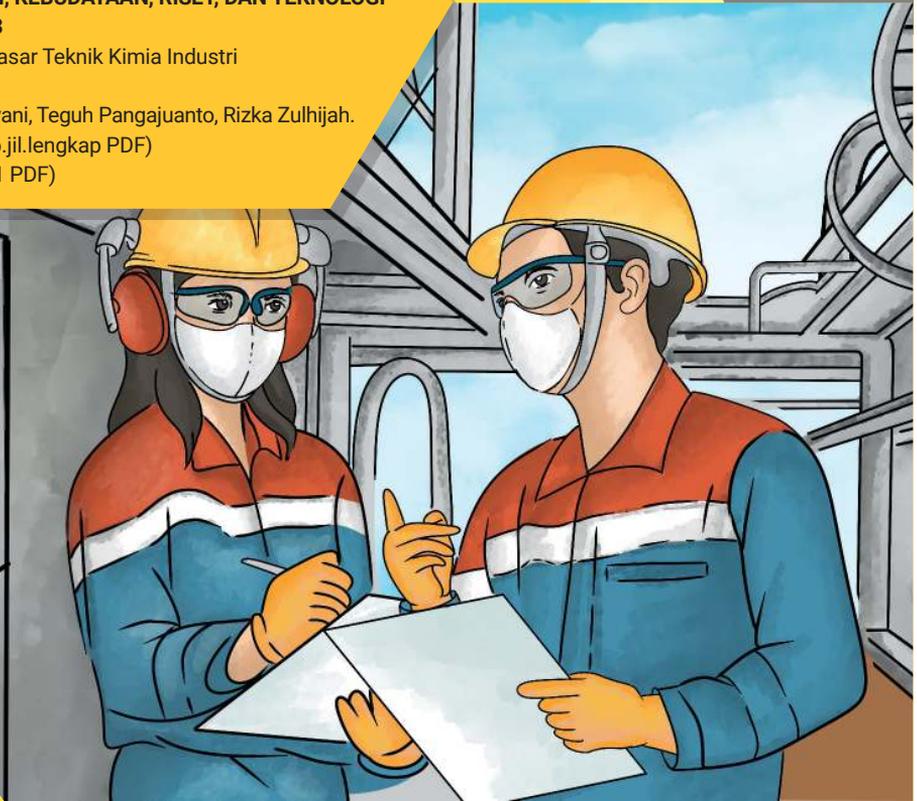
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



## Bab 5

# Panduan Khusus Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup dan Budaya Kerja Industri

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup (K3LH) serta budaya kerja industri perlu dimiliki peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Materi tersebut dapat menjadi bekal peserta didik untuk menerapkan prosedur keselamatan serta keamanan kerja sehingga tercipta lingkungan kerja yang aman dan nyaman. Dengan menerapkan K3LH, peserta didik dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada saat bekerja atau saat melakukan praktik di sekolah dan di lapangan. Selain itu, setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu menerapkan budaya kerja industri, baik saat masih sekolah maupun setelah bekerja.

Setelah mempelajari Bab 5 tentang keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup serta budaya kerja industri, peserta didik diharapkan mampu:

1. menjelaskan keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan hidup;
2. menerapkan praktik kerja yang aman;
3. mengidentifikasi bahaya di tempat kerja;
4. menerapkan prosedur keadaan darurat;
5. menerapkan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin);
6. menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran air;
7. menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran udara;
8. menjelaskan pengelolaan limbah B3 dan non-B3; serta
9. menerapkan penggunaan *material safety data sheet* (MSDS).

## B. Skema Pembelajaran

### Subbab:

- A. Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)
- B. Praktik-Praktik Kerja yang Aman
- C. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai K3LH.	<ul style="list-style-type: none"><li>• K3LH</li><li>• Kerja aman</li><li>• Alat pelindung diri (APD)</li><li>• Bahaya bahan kimia</li></ul>	Buku siswa pada subbab A, yaitu Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH).	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang K3LH.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah materi tentang kecelakaan kerja terburuk di dunia, seperti tragedi Piper Alpha.		Buku siswa pada subbab B, yaitu Praktik-Praktik Kerja yang Aman.	Sumber bacaan/ video di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang kecelakaan kerja.
Mengerjakan Aktivitas 5.1 tentang kecelakaan di industri kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 5.1.	Sumber bacaan/ video di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang kecelakaan kerja di industri kimia.
Membaca dan berdiskusi mengenai Alat Pelindung Diri (APD).		Buku siswa pada materi Alat Pelindung Diri.	Sumber bacaan yang relevan dengan alat pelindung diri di industri kimia.
Mengidentifikasi Alat Pelindung Diri (APD) yang tepat.		Buku siswa pada Gambar 5.2.	Sumber bacaan yang relevan dengan alat pelindung diri.
Mengerjakan Aktivitas 5.2 tentang jenis-jenis APD.		Buku siswa pada materi Alat Pelindung Diri.	Sumber bacaan yang relevan dengan alat pelindung diri di industri kimia.
Membaca dan berdiskusi mengenai bahaya-bahaya di tempat kerja.		Buku siswa pada subbab Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang bahaya di tempat kerja.
Mengidentifikasi simbol bahaya, sifat bahaya, dan contoh bahan kimia berbahaya.		Buku siswa pada Gambar 5.3 s.d. 5.8.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang simbol bahaya bahan kimia.
Mengerjakan Aktivitas 5.3, yaitu mengidentifikasi bahaya bahan kimia.		Buku siswa pada Aktivitas 5.3, yaitu mengidentifikasi bahan-bahan kimia di laboratorium sekolah.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang bahaya bahan kimia.

**Subbab:**

D. Prosedur-Prosedur dalam Keadaan Darurat

E. Budaya Kerja Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang prosedur-prosedur yang dapat dilakukan dalam keadaan darurat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keadaan darurat</li> <li>APAR</li> <li>Budaya kerja industri</li> </ul>	Buku siswa pada subbab D, yaitu Prosedur-Prosedur dalam Keadaan Darurat	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang penanganan keadaan darurat.
Mengerjakan Aktivitas 5.4, yaitu melakukan prosedur dan simulasi penggunaan Alat Pemadam Api Ringan (APAR).		Buku siswa pada materi tanggap darurat kebakaran.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang penanganan kebakaran.
Membaca dan berdiskusi tentang budaya kerja industri.		Buku siswa pada subbab E, yaitu Budaya Kerja Industri.	Sumber bacaan yang terkait dengan budaya kerja industri.
Menerapkan budaya kerja industri.		Buku siswa pada subbab E, yaitu Budaya Kerja Industri	Guru tamu dari industri.

**Subbab:**

F. Pengendalian Pencemaran Air

G. Pengendalian Pencemaran Udara

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang pencemaran air.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pencemaran air</li> <li>Pencemaran udara</li> <li>Pengendalian pencemaran</li> </ul>	Buku siswa pada materi mengenal pencemaran air.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pencemaran air.
Membaca dan berdiskusi tentang karakteristik air yang tercemar.		Buku siswa pada materi karakterisasi air yang tercemar.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang karakteristik air yang tercemar.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang manajemen limbah cair.		Buku siswa pada subbab manajemen limbah cair.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang manajemen limbah cair.
Mengerjakan Aktivitas 5.5.		Buku siswa pada Aktivitas 5.5.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengelolaan limbah.
Menelaah pengolahan air dari air sungai.		Buku siswa subbab pengolahan air Gambar 5.10.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengolahan air.
Menelaah prosedur pengolahan air limbah.		Buku siswa subbab pengolahan air limbah.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengolahan air limbah.
Menyampaikan pendapat perbedaan kondisi udara yang bersih dan terpolusi.		Buku siswa pada Gambar 5.18 dan Gambar 5.13.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang dampak polusi udara.
Membaca dan berdiskusi tentang konsep, jenis, karakteristik, dan sumber pencemaran udara.		Buku siswa pada subbab pengendalian pencemaran udara.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengendalian pencemaran udara.
Mengerjakan Aktivitas 5.6.		Buku siswa pada Aktivitas 5.6.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang baku mutu udara ambien.
Membedakan prinsip alat pengendali pencemaran udara.		Buku siswa pada subbab alat pengendali pencemaran udara.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang alat pengendali pencemaran udara.

**Subbab:**

H. Pengelolaan Limbah B3 dan Non-B3

I. *Material Safety Data Sheet* (MSDS)**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang jenis-jenis limbah	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limbah B3</li><li>• Limbah non-B3</li><li>• <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS)</li></ul>	Buku siswa pada subbab Pengelolaan limbah B3 dan non-B3.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
Mengerjakan Aktivitas 5.7, yaitu skema cara pandang pengelolaan limbah.		Buku siswa pada Aktivitas 5.7.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengelolaan limbah.
Mencermati algoritma penanganan limbah.		Buku siswa pada Gambar 5.17 dan 5.18.	Sumber bacaan di internet dan/ atau sumber lain yang relevan tentang algoritma penanganan limbah.
Membaca dan berdiskusi tentang cara-cara pengelolaan limbah B3 dan non-B3.		Buku siswa pada subbab Pengelolaan Limbah B3 dan non-B3.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
Mengidentifikasi informasi yang terdapat di <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS) pada label bahan.		Buku siswa pada subbab <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS) pada Gambar 5.20.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang <i>Material Safety Data Sheet</i> (MSDS).
Mengerjakan Aktivitas 5.8.		Buku siswa pada Aktivitas 5.8.	Sumber bacaan di internet dan/atau sumber lain yang relevan tentang bahaya akibat tidak menerapkan K3LH.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan pengetahuan awal peserta didik tentang Keselamatan, Kesehatan Kerja, Lingkungan Hidup, dan Budaya Kerja Industri.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat belajar peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Kegiatan apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian setelah pembelajaran pada hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui pengetahuan awal peserta didik mengenai materi keselamatan, kesehatan kerja, lingkungan hidup, dan budaya kerja industri. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran pada materi yang akan dipelajari sebagai berikut.

- Apakah kalian pernah melihat simbol bahaya di laboratorium sekolah atau di industri?
- Apa arti simbol bahaya yang kalian temui?
- Pernahkan kalian membaca slogan 5R? Apa artinya?
- Informasi apa saja yang dapat kita ketahui dari label bahan kimia?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 5

### Subbab:

- A. Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)
- B. Praktik-Praktik Kerja yang Aman
- C. Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan keselamatan kesehatan kerja dan lingkungan hidup;
- menerapkan praktik kerja yang aman; serta
- mengidentifikasi bahaya di tempat kerja.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan untuk mencermati gambar pada halaman awal bab untuk memantik rasa ingin tahunya terhadap materi pembelajaran.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai gambar. Contoh pertanyaan tersebut, yaitu “Mengapa pekerja tersebut mengenakan helm, masker, dan sarung tangan?”.
3. Peserta didik diajak berpikir mengenai kemungkinan kecelakaan kerja yang akan terjadi apabila pekerja pada gambar tidak mengenakan helm, masker, dan sarung tangan.
4. Peserta didik diarahkan untuk mencermati slogan “*safety first*” pada Gambar 5.1.
5. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.

Mengapa kita sering menjumpai slogan tersebut? Apa pentingnya?

Selanjutnya, peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya untuk menanggapi pertanyaan yang diajukan guru.

6. Pada kegiatan ini peserta didik diajak berpikir tentang pentingnya pengetahuan keselamatan kesehatan kerja (K3) di dunia industri.

#### Alternatif 2

1. Guru menampilkan video dari internet tentang pentingnya mengenakan APD saat bekerja.
2. Peserta didik diberi pertanyaan terkait video yang telah ditayangkan. Contoh pertanyaan tersebut sebagai berikut.

“Mengapa pekerja tersebut harus mengenakan alat pelindung diri (APD)?”

3. Peserta didik diajak untuk memikirkan kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja apabila tidak mengenakan alat pelindung diri.
4. Peserta didik diarahkan untuk mencermati slogan “Utamakan Keselamatan” yang ada di laboratorium atau tempat lain.

5. Guru menanyakan maksud slogan yang telah ditemukan peserta didik melalui pertanyaan berikut.  
“Mengapa kita sering menjumpai slogan tersebut? Apa pentingnya?”
6. Selanjutnya, peserta didik diajak untuk berpikir tentang pentingnya pengetahuan keselamatan kesehatan kerja (K3).

### **Konstruksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diajak untuk mengingat kembali kejadian saat pandemi Covid-19 tentang pentingnya mengenakan masker agar wabah tidak menyebar.
2. Selanjutnya, salah satu peserta didik diminta untuk membaca subbab Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH).
3. Peserta didik diberi pemahaman bahwa program keselamatan akan berhasil apabila komponen-komponen penyusun SAFETY (*System, Attitude, Fundamentals, Experience, Time, You*) terpenuhi.
4. Peserta didik diarahkan untuk menelaah terjadinya kecelakaan kerja terburuk di dunia, seperti tragedi Bhopal dan Piper Alpha.
5. Peserta didik diajak mengerjakan Aktivitas 5.1 untuk mengidentifikasi kecelakaan di industri kimia secara berkelompok.
6. Peserta didik diminta menyampaikan hasil pengerjaan Aktivitas 5.1 di depan kelas secara bergantian. Peserta didik dari kelompok lain dapat menanggapi hasil tersebut. Guru melakukan validasi terhadap hasil pengerjaan peserta didik.
7. Peserta didik ditekankan bahwa praktik kerja yang aman dapat dilaksanakan apabila semua orang menerapkan prosedur keselamatan dengan tertib.
8. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca dan berdiskusi dengan temannya tentang subbab alat pelindung diri.
9. Peserta didik diminta memberikan contoh alat pelindung diri yang sering dikenakan untuk praktik di laboratorium sekolah.
10. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai kegunaan alat pelindung diri.
11. Salah satu peserta didik diminta untuk mengenakan alat pelindung diri dengan benar sesuai instruksi.
12. Peserta didik diarahkan mencari sumber di internet atau sumber lain yang relevan beberapa alat pelindung diri lain yang ada di buku siswa, namun belum ada gambarnya.
13. Peserta didik dijelaskan bahwa alat pelindung diri yang sering dikenakan di industri kimia sesuai dengan bidang pekerjaan.
14. Selanjutnya, peserta didik diajak untuk mengerjakan Aktivitas 5.2, yaitu mengidentifikasi alat pelindung diri sesuai dengan pekerjaan/kegiatan.

15. Peserta didik diminta menyampaikan hasil pengerjaan Aktivitas 5.2 dan mendiskusikan dalam forum diskusi kelas. Guru melakukan validasi terhadap hasil pengerjaan peserta didik.
16. Peserta didik diarahkan untuk membaca dan diskusi dengan temannya tentang subbab Bahaya-Bahaya di Tempat Kerja.
17. Peserta didik dapat membedakan *risk* dan *hazard* sebagai bahaya di tempat kerja.
18. Peserta didik diminta memahami perbedaan tanda-tanda bahaya, arti, dan contoh bahan kimianya.
19. Peserta didik ditunjukkan beberapa bahan kimia yang dalam labelnya terdapat tanda bahaya.
20. Peserta didik diminta untuk mencermati simbol bahaya, sifat bahaya, dan contoh bahan kimia berbahaya.
21. Peserta didik diajak untuk mengerjakan Aktivitas 5.3, yaitu mengidentifikasi bahaya bahan kimia.
22. Perwakilan peserta didik setiap kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi. Kelompok lain dapat menanggapi hasil tersebut. Guru melakukan validasi terhadap hasil pengerjaan peserta didik.
23. Peserta didik diarahkan untuk memperhatikan tanda bahaya yang terdapat pada label bahan kimia yang digunakan.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak mengamati tanda bahaya, baik bahan maupun kondisi yang ada di lingkungan sekolah, masyarakat, atau industri di sekitar. Setelah melakukan pengamatan, peserta didik diminta memberikan penjelasan mengenai upaya yang harus dilakukan untuk pencegahan dan penanganannya.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari serta materi yang masih belum dipahami tentang subbab K3LH, APD, dan tanda bahaya.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya mengenai materi pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat dan pentingnya materi pembelajaran pada pertemuan ini.
4. Peserta didik ditanamkan nilai-nilai karakter melalui cerita sederhana ataupun pengalaman pribadi setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran pada materi selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam penerapan keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi prosedur-prosedur dalam keadaan darurat dari berbagai sumber, seperti buku, internet, atau sumber lain yang relevan. Materi ini menjadi pengantar menuju subbab D.

### Subbab:

- D. Prosedur-Prosedur dalam Keadaan Darurat
- E. Budaya Kerja Industri

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. menerapkan prosedur keadaan darurat;
2. menerapkan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditanya mengenai pengalamannya saat membaca atau melihat peristiwa kebakaran.
2. Peserta didik ditunjukkan salah satu gambar atau video peristiwa kebakaran (peristiwa yang terjadi akhir-akhir ini).
3. Salah satu peserta didik diminta untuk menyebutkan jenis-jenis kerugian akibat kebakaran.
4. Peserta didik ditanya mengenai perihal yang menjadi penyebab kebakaran pada peristiwa tersebut.
5. Peserta didik mengonstruksi upaya yang dapat dilakukan agar tidak terjadi kebakaran.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik membentuk kelompok diskusi yang terdiri atas 3–5 peserta didik secara heterogen.

2. Peserta didik diminta mencari berita dalam bentuk teks ataupun video tentang peristiwa kebakaran di laboratorium kimia atau industri kimia.
3. Tiap-tiap kelompok diminta menganalisis berita yang telah diperoleh.
4. Salah satu peserta didik diminta mewakili kelompok untuk menyampaikan hasil diskusinya di depan kelas.
5. Kelompok lain diminta untuk menyebutkan jenis-jenis kerugian akibat kebakaran.
6. Selanjutnya, peserta didik ditunjuk secara acak dan memberikan pertanyaan mengenai faktor penyebab kebakaran pada peristiwa tersebut.
7. Peserta didik mengonstruksi upaya yang dapat dilakukan agar tidak terjadi kebakaran.

### **Konstruksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diajak mengingat kembali peristiwa kebakaran yang pernah terjadi di Indonesia yang menimbulkan banyak kerugian materiel dan korban jiwa.
2. Peserta didik dijelaskan mengenai pentingnya tanggap darurat saat terjadinya kecelakaan tersebut.
3. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca materi pada subbab prosedur-prosedur dalam keadaan darurat.
4. Peserta didik menjawab pertanyaan mengenai macam-macam keadaan darurat yang biasanya terjadi di sekolah dan industri kimia.
5. Guru memberikan kesempatan kepada tiap-tiap peserta didik untuk mengungkapkan pendapatnya dan mengarahkan mereka untuk membedakan jenis-jenis kebakaran.
6. Peserta didik diajak untuk mengerjakan Aktivitas 5.4 tentang cara menggunakan alat pemadam api ringan (APAR).
7. Peserta didik diajak melakukan simulasi pemadaman kebakaran ringan di sekolah.
8. Peserta didik diajak untuk membaca dan berdiskusi subbab Budaya Kerja Industri.
9. Peserta didik dijelaskan mengenai pentingnya budaya kerja di bidang kimia industri.
10. Selanjutnya, peserta didik diminta menganalisis penerapan budaya kerja industri dengan mengamati kondisi laboratorium dan kegiatan praktik.
11. Peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya dalam forum diskusi kelas.
12. Peserta didik menjawab pertanyaan mengenai upaya yang perlu dilakukan agar pelaksanaan praktik di laboratorium sesuai dengan budaya kerja industri.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak mengamati alat pemadam ringan di sekolah. Selanjutnya, peserta didik diminta memperhatikan jenis bahan pemadam yang digunakan, tanggal kadaluarsa, dan penyebab kebakaran. Peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi bahan kimia dan proses yang berpotensi menyebabkan kebakaran. Pada bagian akhir peserta didik diarahkan untuk mengingat penerapan budaya kerja industri (5R) di perusahaan yang dikunjungi saat kunjungan industri.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta mengungkapkan pendapatnya mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang masih belum dipahami tentang subbab prosedur-prosedur dalam keadaan darurat dan budaya kerja industri.
2. Peserta didik merefleksikan kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan pada pertemuan ini.
3. Peserta didik dapat menjelaskan manfaat pembelajaran materi subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai-nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa materi pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran untuk materi selanjutnya
2. Peserta didik dijelaskan mengenai pentingnya karakter yang baik dalam budaya kerja industri.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari pengendalian pencemaran air dan udara secara mandiri. Materi tersebut menjadi pengantar menuju subbab Pengendalian Pencemaran Air.

### Subbab:

F. Pengendalian Pencemaran Air

G. Pengendalian Pencemaran Udara

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran air;
- menjelaskan langkah-langkah pengendalian pencemaran udara.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diminta mencermati contoh air tercemar seperti pada Gambar 5.9.
2. Peserta didik dijelaskan mengenai dampak pencemaran air dan udara bagi lingkungan hidup.
3. Guru mengonstruksi pentingnya suatu proses industri kimia melakukan pengendalian pencemaran air dan udara.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diajak untuk menyaksikan video pencemaran air sungai di Indonesia yang diunduh dari internet.
2. Peserta didik diminta menuliskan penyebab terjadinya pencemaran sungai tersebut.
3. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai dampak pencemaran air tersebut.
4. Peserta didik dijelaskan pentingnya melakukan pengendalian proses dan pengolahan air limbah agar tidak terjadi pencemaran pada industri kimia.

#### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diberi pertanyaan adakah yang rumahnya dekat dengan sungai. Guru juga menanyakan kondisi sungai saat musim kemarau dan musim hujan. Apabila kondisi air tercemar, apa yang menjadi penyebabnya?
2. Peserta didik diberi kesempatan mengemukakan pendapatnya dalam forum diskusi kelas.
3. Peserta didik dijelaskan pentingnya menjaga sungai agar tidak tercemar dengan tidak membuang sampah dan air limbah rumah tangga.
4. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca dan mendiskusikan materi pada subbab pengendalian pencemaran air.
5. Peserta didik diarahkan untuk memahami materi parameter air yang tercemar.
6. Peserta didik diajak untuk mengetahui hierarki pengelolaan limbah cair.
7. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 5.5 untuk menganalisis upaya pengelolaan limbah cair.
8. Peserta didik diberi kesempatan untuk menyampaikan hasil pekerjaannya di depan kelas.
9. Peserta didik diberikan umpan balik (*feedback*) atas hasil pekerjaannya dan menjelaskan kembali materi yang sulit dipahami.
10. Selanjutnya, peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi tentang pengolahan air dan pengolahan air limbah.

11. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai cara pengolahan air yang bersumber dari air sungai.
12. Peserta didik diminta menjelaskan tahapan pengolahan air limbah.
13. Peserta didik diminta untuk menyampaikan pendapat mengenai Gambar 5.12 dan Gambar 5.13.
14. Selanjutnya, peserta didik diberi pertanyaan mengenai keadaan udara di lingkungan tempat tinggal mereka.
15. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi mengenai materi pada subbab pengendalian pencemaran udara.
16. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai jenis-jenis dan sumber pencemaran udara.
17. Peserta didik diminta mempelajari baku mutu udara.
18. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 5.6 mengenai baku mutu udara ambien di daerah masing-masing.
19. Peserta didik diminta membaca materi tentang alat pengendali pencemaran udara.
20. Peserta didik diberi pertanyaan tentang perbedaan prinsip alat pengendali pencemaran udara kepada tiap-tiap peserta didik secara acak.

### **Aplikasi Konsep**

Peserta didik diajak mengamati penanganan limbah cair di sekolah. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk memperhatikan limbah cair yang ditangani dan proses pengelolaannya. Peserta didik diarahkan untuk mencari sumber di internet atau sumber lain yang relevan tentang bagaimana pengendalian pencemaran air dan udara yang dilaksanakan di suatu industri kimia.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang subbab pengendalian pencemaran air dan pengendalian pencemaran udara.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat pembelajaran materi subbab ini.
4. Peserta didik diberi penekanan nilai-nilai karakter setelah mempelajari materi subbab ini.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran pada materi selanjutnya.

2. Peserta didik dijelaskan mengenai perlunya nilai karakter yang baik dalam melaksanakan pengendalian pencemaran air dan udara.
3. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca materi tentang pengelolaan limbah B3 dan non-B3. Materi ini menjadi materi pengantar pada pertemuan berikutnya.

#### Subbab:

- H. Pengelolaan Limbah B3 dan Non-B3
- I. *Material Safety Data Sheet* (MSDS)

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan pengelolaan limbah B3 dan non-B3; dan
- menerapkan penggunaan *material safety data sheet* (MSDS).



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diminta untuk menyebutkan limbah yang ada di rumah masing-masing.
2. Peserta didik diajak mengelompokkan limbah rumah tangga berdasarkan fasanya.
3. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai pengelolaan limbah di rumah masing-masing.
4. Guru mengonstruksi pentingnya pengelolaan limbah, baik limbah rumah tangga maupun industri.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menyebutkan contoh-contoh limbah elektronik yang ada di rumah masing-masing. Sebagai contoh, telepon seluler, komponen komputer, televisi, dan baterai yang sudah tidak dipakai.
2. Peserta didik ditekankan bahwa limbah elektronik termasuk limbah B3 yang harus diolah secara khusus, tidak boleh dibuang sembarangan.
3. Peserta didik diajak untuk memperhatikan video pengelolaan limbah di *YouTube* melalui laman <https://www.youtube.com/watch?v=pC2EH-1bpsM>. atau pindai *QR Code* di samping. Guru dapat mencari materi lain untuk memotivasi belajar peserta didik.
4. Guru mengonstruksi pentingnya pengelolaan limbah, baik limbah B3 maupun non-B3.



## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk membaca materi pada subbab pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
2. Peserta didik diajak mengerjakan Aktivitas 5.7 mengenai pengelolaan limbah.
3. Peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil diskusinya. Kelompok lain dapat memberikan tanggapan dan Guru memberikan validasi terhadap hasil diskusi.
4. Peserta didik dijelaskan bahwa penanganan limbah harus dilakukan dengan komprehensif.
5. Peserta didik diajak untuk mencermati Gambar 5.18 mengenai algoritma penanganan limbah.
6. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi tentang cara-cara pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
7. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai upaya pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
8. Peserta didik dijelaskan bahwa pengelolaan limbah harus dilakukan dengan mengacu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
9. Peserta didik diajak untuk mengidentifikasi informasi pada *Material Safety Data Sheet* (MSDS) label kemasan bahan yang ada di laboratorium sekolah (seperti Gambar 5.20).
10. Peserta didik diberi penekanan mengenai pentingnya memperhatikan MSDS sebelum menggunakan bahan kimia.
11. Peserta didik diminta untuk menyebutkan informasi pada MSDS.
12. Peserta didik ditekankan untuk memahami *Risk/Safety Phrases* yang terdapat pada MSDS.
13. Peserta didik diarahkan untuk memahami Gambar 5.21 mengenai simbol bahaya bahan kimia menurut NFPA.
14. Peserta didik diminta untuk menjelaskan arti simbol bahaya menurut NFPA.
15. Tiap-tiap kelompok peserta didik diminta untuk mengakses dan mengunduh MSDS bahan kimia yang sering digunakan praktik melalui internet.
16. Peserta didik diminta untuk mengumpulkan MSDS yang diunduh ke pengurus kelas.
17. Pengurus kelas diarahkan untuk mencetak dan mendokumentasikan di laboratorium sekolah.
18. Peserta didik diajak untuk mengerjakan Aktivitas 5.8 tentang bahaya yang terjadi jika tidak menerapkan K3LH.
19. Tiap-tiap kelompok peserta didik mempresentasikan hasil diskusinya di depan kelas. Kelompok lain dapat memberikan tanggapan dan Guru memberikan validasi terhadap hasil diskusi.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan untuk menerapkan hierarki pengelolaan limbah dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya, dengan mengurangi sampah terutama yang sulit terurai, mengolah sampah organik dengan menjadikan kompos, dan lain-lain. Peserta didik diberi penjelasan untuk menerapkan ketentuan di MSDS dalam menangani bahan kimia.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mendiskusikan materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang pengelolaan limbah B3 dan non-B3 serta *material safety data sheet*.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang telah mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penekanan mengenai manfaat pembelajaran materi subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai-nilai karakter terkait pembelajaran subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran pada materi selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan mengenai perlunya nilai karakter yang baik dalam melaksanakan pengelolaan limbah B3 dan non-B3.
3. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca materi tentang kimia organik. Materi ini menjadi pengantar pada pertemuan berikutnya.
4. Peserta didik diminta mempelajari kembali semua subbab sebagai bahan persiapan penilaian harian.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilakukan kepada peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

- a. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diminta mendiskusikan materi yang telah dibaca.
- c. Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk verbal ataupun tulisan

**Catatan:** Kegiatan pengayaan ini juga dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

## 2. Remedial

Remedial dilakukan kepada peserta didik yang belum mencapai nilai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Remedial dapat dilakukan melalui beberapa upaya berikut.

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- b. 41 - 65% belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan
- c. 66 - 85% sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan pembelajaran sebelum dan sesudah dilaksanakan. Guru menyampaikan pentingnya penerapan keselamatan, kesehatan kerja, lingkungan hidup, dan budaya kerja industri selama kegiatan pembelajaran, terutama praktik yang akan membentuk karakter peserta didik untuk masa depannya kelak. Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik, khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik pada akhir bab. Guru menjalin komunikasi dengan orang tua melalui telepon, pesan, atau media sosial. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan melalui beberapa cara berikut.

1. Observasi selama kegiatan belajar berlangsung dalam hal tanggung jawab, keaktifan, dan kesantunan peserta didik.
2. Penilaian presentasi hasil diskusi.
3. Penilaian hasil lembar kerja peserta didik.
4. Uji kompetensi.

## I. Kunci Jawaban

### Aktivitas 5.2

Penentuan APD yang digunakan sebagai berikut.

No.	Jenis Pekerjaan/ Kegiatan	APD yang Digunakan
1.	Orang yang bekerja di bagian <i>quality control</i> industri makanan.	Penutup kepala, jas laboratorium, sarung tangan, masker, dan alas kaki.
2.	Orang yang bekerja di bagian produksi pabrik semen.	Helm, sepatu keselamatan, <i>earplug/ earmuff</i> , <i>goggles</i> , dan masker.
3.	Peserta didik yang praktikum mikrobiologi.	Penutup kepala, jas laboratorium, sarung tangan, masker, dan alas kaki khusus.
4.	Orang yang bekerja di bagian pengeboran minyak bumi.	Helm, sepatu <i>boot</i> , <i>earplug/ earmuff</i> , <i>goggles</i> , dan masker respirator.
5.	Orang yang bekerja di bagian konstruksi pabrik pupuk.	Helm, sepatu keselamatan, <i>earplug/ earmuff</i> , <i>goggles</i> , dan masker.

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

### Aktivitas 5.3

Jawaban dapat disesuaikan dengan hasil identifikasi bahan kimia yang ada di sekolah masing-masing.

No.	Jenis Bahaya	Simbol	Contoh Bahan Kimia
1.	Mudah terbakar		n-heksana, etanol, metanol, benzena, aseton
2.	Beracun		Kloroform, benzena, toluena, formalin

No.	Jenis Bahaya	Simbol	Contoh Bahan Kimia
3.	Korosif		NaOH, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , KOH, HNO <sub>3</sub>
4.	Oksidator		Kalium permanganat, Asam periodat, asam perklorat, kalium dikromat
5.	Iritan		NaOH, KOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

### Aktivitas 5.5

Contoh baku mutu limbah cair untuk industri kimia sebagai berikut.

#### Baku Mutu Limbah Cair untuk Industri Minyak Sawit

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
BOD <sub>5</sub>	250	1,5
COD	500	3,0
TSS	300	1,8
Minyak dan Lemak	30	0,18
Amonia Total (sebagai NH <sub>3</sub> -N)	20	0,12
pH	6,0–9,0	
Debit Limbah Maksimum	6m <sup>3</sup> ton bahan baku	

**Catatan:**

1. Kadar maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam miligram parameter per liter air limbah.
2. Beban pencemaran maksimum untuk setiap parameter pada tabel di atas dinyatakan dalam kg parameter per ton produk minyak sawit.

Contoh lain dapat disesuaikan dengan hasil pencarian peserta didik seperti tertuang dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair.

Upaya yang dapat dilakukan untuk pengelolaan limbah cair sebagai berikut.

Langkah	Kegiatan	Contoh Tindakan/Upaya
1.	Mencegah atau mengurangi terjadinya limbah.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menghemat penggunaan air.</li><li>• Menggunakan bahan-bahan yang ramah lingkungan.</li><li>• Menggunakan bahan praktik dalam jumlah kecil.</li></ul>
2.	Mengurangi toksisitas atau dampak negatif limbah.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menggunakan deterjen yang tidak mengandung phosphate.</li><li>• Menggunakan deterjen <i>biodegradable</i>.</li><li>• Mensubstitusi bahan praktik dengan bahan yang lebih kurang beracun.</li></ul>
3.	Mendaur ulang limbah dalam bentuknya yang sekarang.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menggunakan air sisa wudhu untuk menyirami tanaman.</li><li>• Menggunakan air kondensat sebagai pendingin.</li><li>• Menggunakan uap hasil evaporasi sebagai pemanas.</li></ul>
4.	Menggunakan kembali limbah setelah diproses lebih lanjut.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membuat pupuk cair dari air limbah tahu.</li><li>• Mengolah minyak jelantah menjadi biodisel.</li><li>• Membuat bioetanol dari tetes tebu (molases).</li></ul>
5.	Memperlakukan limbah sebelum dibuang.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melakukan netralisasi bahan praktik peserta didik.</li><li>• Melakukan adsorpsi pada limbah cair tekstil.</li><li>• Melakukan pengolahan limbah dengan bantuan mikroorganisme.</li></ul>
6.	Membuang dengan cara yang ramah lingkungan.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Limbah cair diresapkan di tanah.</li><li>• Limbah cair dibuang ke perairan sesuai peraturan.</li></ul>

**Catatan:** jawaban dapat disesuaikan dengan pekerjaan peserta didik, guru melakukan validasi.

## Aktivitas 5.6

Contoh baku mutu udara ambien di DKI Jakarta sebagai berikut.

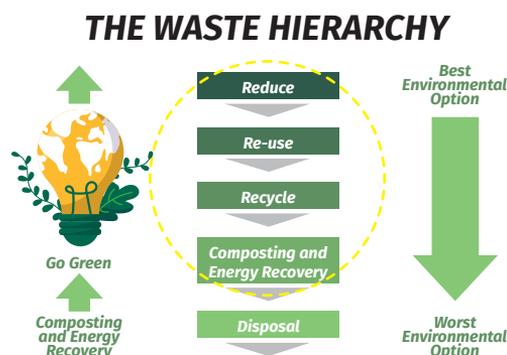
Jenis	Maksimum yang Diinginkan	Maksimum yang Diperkenankan	Akibat
CO	-	20 ppm/8 jam	Gangguan pernafasan
SO <sub>2</sub>	-	0,1 ppm/1 jam	Bronchitis, alergi, hujan asam
NO <sub>x</sub>	0,02 ppm/ 24 jam	0,05 ppm/24 jam	Iritasi, mutasi sel, hujan asam
NH <sub>3</sub>	-	2 ppm/24 jam	Bau tak sedap
Pb	0,02 mg/m <sup>3</sup>	0,06 mg/m <sup>3</sup>	Kerusakan organ viscera
H <sub>2</sub> S	-	0,03 ppm/30'	-
Oksidan	-	0,08 ppm/jam	Pernafasan
Debu	-	0,26 mg/m <sup>3</sup>	Bronchitis
Hidrokarbon	-	0,24 ppm/3 jam	

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

**Catatan:** Contoh dapat disesuaikan dengan hasil pencarian siswa, guru melakukan validasi.

## Aktivitas 5.7

Skema cara pandang pengelolaan limbah mengikuti gambar berikut.



Sumber: Prasetyo (2014)

Hierarki atau urutan pengolahan limbah ada lima (dari atas ke bawah), yaitu *Reduce* (Pengurangan), *Reuse* (Penggunaan kembali), *Recycle* (daur ulang), Pengomposan dan Pengambilan Energi, serta Pembuangan. Pengolahan limbah dengan *Reduce* terbaik bagi lingkungan, makin ke bawah makin buruk bagi lingkungan, hingga yang terburuk bagi lingkungan adalah dengan cara pembuangan, apabila cara di atasnya sudah tidak bisa. Sebaliknya, makin ke atas makin peduli terhadap lingkungan.



### Uji Kompetensi

1. APD yang digunakan karyawan di bagian *quality control* suatu pabrik makanan dan minuman sebagai berikut.
  - a. Jas laboratorium  
Melindungi tubuh dari percikan bahan kimia, cairan panas, dan mikroorganisme berbahaya.
  - b. Masker  
Melindungi alat pernapasan dari gas/uap bahan kimia dan mikroorganisme.
  - c. Sarung tangan  
Melindungi tangan dari bahan kimia dan mikroorganisme
  - d. Tutup kepala  
Menahan rambut agar tidak mengganggu kelancaran bekerja dan menghindarkan rambut jatuh ke meja kerja.
2. Simbol bahaya n-heksana sebagai berikut.

- a.  Mudah terbakar
- b.  Berbahaya bagi lingkungan
- c.  Bahan yang bersifat karsinogenik
- d.  Berbahaya

3. Perbedaan limbah B3 dan non-B3
  - a. Limbah B3  
Limbah B3 (Bahan Beracun dan Berbahaya) merupakan limbah yang didalamnya terdapat zat atau senyawa yang beracun dan berbahaya sehingga keberadaannya dapat merusak lingkungan, mengganggu kesehatan, dan mengancam kelangsungan kehidupan makhluk hidup. Sebagai contoh, asam sulfat, arsen, cadmium, dan merkuri.
  - b. Limbah non-B3  
Limbah Non B3 merupakan sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang tidak menunjukkan karakteristik limbah B3. Sebagai contoh, sampah organik, kertas, dan kayu.
4. Kendaraan bermotor di kota menimbulkan pencemaran udara.  
Sumber pencemar: kendaraan bermotor.  
Polutan: CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, hidrokarbon, debu, Pb.
5. Simbol NFPA Metanol



**Artinya:**

- Warna biru berbahaya untuk kesehatan
- Warna merah sangat mudah terbakar dengan flash point < 100°F
- Warna kuning reaktivitasnya stabil (tidak reaktif)
- Warna putih tidak ada sifat khusus

**Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 5**

Nomor Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3	20	0 – 8 = belum memahami 9 – 15 = belum mencapai ketuntasan 16 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomor Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
4	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5	20	0 – 8 = belum memahami 9 – 15 = belum mencapai ketuntasan 16 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak perlu remedial/Perlu remedial pada nomor .....		

## J. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi melalui beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Salami, I.R.S. 2012. *Kesehatan dan Keselamatan Lingkungan Kerja*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
3. Metcalf and Eddy. 2013. *Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery*. New York: McGraw-Hill Book Co.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Muhammad Ridwan/Bisnis.com, (2021)*

# Bab 6

## Panduan Khusus **Kimia Organik Dasar**

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang kimia organik dasar (hidrokarbon dan turunannya) mulai tata nama, sifat, reaksi dan pembuatan, hingga kegunaannya sangat penting dipelajari peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Dengan mempelajari materi ini peserta didik dapat memiliki gambaran mengenai macam dan kegunaan senyawa organik.

Setelah mempelajari Bab 6 tentang kimia organik dasar, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon.
2. Memahami perbedaan senyawa organik dengan anorganik.
3. Menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya.
4. Menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa karbon.
5. Menjelaskan kegunaan dan komposisi senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.
6. Mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa.
7. Membedakan alkohol primer, sekunder, dan tersier.
8. Menuliskan senyawa isomer dan memberi nama senyawa turunan hidrokarbon.
9. Menjelaskan sifat-sifat dan kegunaan serta dampak senyawa turunan hidrokarbon kehidupan sehari-hari.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Senyawa Organik  
B. Sifat Khas Atom Karbon  
**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai hidrokarbon.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Senyawa organik</li><li>• Hidrokarbon</li></ul>	Buku siswa pada subbab Hidrokarbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hidrokarbon.
Mencermati dan berdiskusi mengenai kekhasan atom karbon.		Buku siswa pada Tabel 6.1.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang identifikasi unsur penyusun senyawa organik.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengerjakan Aktivitas 6.1 pada subbab Senyawa Organik.		Buku siswa pada Aktivitas 6.1	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang mengidentifikasi gas CO <sub>2</sub> dan uap air.
Membaca dan berdiskusi mengenai sifat khas atom karbon.		Buku siswa pada subbab senyawa organik dan sifat khas atom karbon	Sumber bacaan yang relevan dengan senyawa organik dan sifat khas atom karbon.
Membedakan senyawa organik dan anorganik.			

### Subbab:

C. Posisi Atom Karbon dalam Rantai Karbon

D. Hidrokarbon

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah rumus struktur suatu hidrokarbon.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom karbon primer</li> <li>• Atom karbon sekunder</li> <li>• Atom karbon tersier</li> <li>• Atom karbon kuartener</li> <li>• Alkana</li> <li>• Alkena</li> <li>• Alkuna</li> <li>• Isomer</li> </ul>	Buku siswa pada subbab posisi atom karbon dalam rantai karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener.
Membaca dan berdiskusi tentang atom C primer, sekunder, tersier, dan kuartener.		Buku siswa pada subbab posisi atom karbon dalam rantai karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener.
Menelaah penggolongan hidrokarbon berdasar jenis ikatan antaratom karbon.		Buku siswa pada subbab Hidrokarbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hidrokarbon.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah penggolongan hidrokarbon menjadi alkana, alkena, dan alkuna.		Buku siswa pada subbab Hidrokarbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hidrokarbon.
Menelaah perbedaan, struktur, tata nama, sifat, kegunaan alkana, alkena, dan alkuna.		Buku siswa pada subbab Hidrokarbon dan molymod, Aktivitas 6.1, 6.2, dan 6.3.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penggolongan hidrokarbon.

**Subbab:** E. Gugus Fungsi Senyawa Karbon

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai gugus fungsi senyawa karbon.	Gugus fungsi senyawa karbon	Buku siswa pada subbab Gugus Fungsi Senyawa Karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang gugus fungsi senyawa karbon.
Mencermati dan berdiskusi mengenai gugus fungsi senyawa karbon.		Buku siswa pada Subbab Gugus Fungsi Senyawa Karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang gugus fungsi senyawa karbon.
Mengingat kembali rumus struktur hidrokrbon.		Buku siswa pada materi gugus fungsi.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang mengidentifikasi gugus aldehyd.
Membaca dan berdiskusi mengenai peranan gugus fungsi dalam senyawa karbon.		Buku siswa pada subbab gugus fungsi senyawa karbon.	Sumber bacaan yang relevan dengan gugus fungsi senyawa karbon.

**Subbab:** F. Senyawa Turunan Hidrokarbon

**Alokasi Waktu:** 24 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah rumus struktur suatu senyawa karbon.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Senyawa karbon</li> <li>• Alkohol</li> <li>• Eter</li> <li>• Aldehid</li> <li>• Keton</li> <li>• Asam Karboksilat</li> <li>• Ester</li> <li>• Alkil Halida</li> </ul>	Buku siswa pada subbab senyawa karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang senyawa karbon (alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida).
Membaca dan berdiskusi tentang senyawa karbon (alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida).		Buku siswa pada subbab senyawa karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang senyawa karbon (alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida).
Menelaah penggolongan senyawa karbon berdasar gugus fungsi yang dimiliki.		Buku siswa pada subbab senyawa karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan atau sumber lain yang relevan tentang senyawa karbon.
Menelaah penggolongan senyawa karbon menjadi alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida.		Buku siswa pada subbab senyawa karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang senyawa karbon.
Menelaah perbedaan, struktur, tata nama, sifat, kegunaan alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida.		Buku siswa pada subbab senyawa karbon, Aktivitas 6.4 dan 6.5.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penggolongan senyawa karbon.
Mencari informasi di internet, berdiskusi dan presentasi mengenai isomer pada senyawa karbon (isomer rantai, isomer posisi, isomer fungsi, dan isomer optis).		Buku siswa pada subbab senyawa karbon.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang isomer pada senyawa karbon (isomer rantai, isomer posisi, isomer fungsi, dan isomer optis).

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi lambang unsur.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang senyawa turunan hidrokarbon.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- a. Apa yang kalian rasakan saat ini?
- b. Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- c. Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- d. Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- e. Apa harapan kalian dengan pembelajaran hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik senyawa karbon. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran yang sekarang. Adapun contoh pertanyaan yang dapat diajukan guru seperti berikut.

- a. Apa yang kalian ketahui tentang senyawa organik?
- b. Senyawa organik apa saja yang sering kalian temui di rumah?
- c. Apa yang kalian ketahui tentang komponen gas LPG?
- d. Apa nama kimia dari asam cuka?
- e. Bagaimana cara kalian mencari informasi di internet?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 6

### Subbab:

- A. Senyawa Organik
- B. Sifat Khas Atom Karbon
- C. Posisi Atom Karbon dalam Rantai Karbon

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menguji keberadaan unsur C, H, dan O dalam senyawa karbon;
- memahami perbedaan senyawa organik dengan anorganik.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati gambar pada kover bab?
  - Apakah yang kalian rasakan jika tidak ada minyak bumi?
3. Peserta didik diarahkan mencermati macam-macam senyawa organik yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik memberikan contoh-contoh senyawa organik dan anorganik.
3. Peserta didik menjelaskan asal senyawa organik.
4. Peserta didik diajak berpikir kritis mengenai proses untuk mendapatkan senyawa-senyawa tersebut.
5. Setelah pulang sekolah, peserta didik diminta menuliskan bahan-bahan dan senyawa organik yang terkandung.

#### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami senyawa organik.
2. Peserta didik diajak mengenal sumber senyawa organik secara umum.
3. Peserta didik diajak mencari informasi dari berbagai sumber tentang contoh senyawa organik.
4. Peserta didik mencari informasi mengenai bahan baku pertanian dan pertambangan yang dapat digunakan sebagai sumber senyawa organik.
5. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam Indonesia.
6. Peserta didik diingatkan bahwa sebagai generasi penerus bangsa mereka hendaknya bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.

7. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk membahas Aktivitas 6.1.
8. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas.
9. Peserta didik diajak mencermati sifat khas atom karbon.
10. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang posisi atom karbon.
11. Peserta didik diminta membedakan atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener.
12. Peserta didik diajak mencermati atom karbon primer, sekunder, tersier, dan kuartener pada rumus struktur suatu senyawa hidrokarbon.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik mengamati senyawa-senyawa organik di pasaran yang digunakan sehari-hari serta sumber-sumber senyawa organik. Peserta didik menelaah senyawa organik serta kaitannya dengan sifat khas atom karbon.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari, hal-hal yang masih belum dipahami tentang subbab senyawa organik dan sifat khas atom karbon.
2. Peserta didik menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penekanan mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan mengenai nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar untuk mempelajari materi selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap senyawa organik, baik manfaat maupun sumbernya. Hal ini menjadi pengantar menuju pembahasan pada subbab D.

**Subbab:** D. Hidrokarbon

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menggolongkan senyawa hidrokarbon berdasarkan kejenuhan ikatan dan tata namanya;
- menjelaskan konsep isomer dan penerapannya pada sifat senyawa hidrokarbon;
- menjelaskan kegunaan dan komposisi senyawa hidrokarbon dalam kehidupan sehari-hari.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diminta menunjukkan salah satu produk mengandung hidrokarbon yang sering digunakan masyarakat, misalnya gas elpiji (guru dapat memilih produk lain).
2. Peserta didik ditanya apakah mereka pernah menggunakan produk tersebut.
3. Salah satu peserta didik diminta untuk membacakan bahan yang terkandung dalam produk tersebut.
4. Peserta didik ditanya tentang kegunaan produk tersebut.
5. Peserta didik diajak mengonstruksi rumus molekul dan rumus struktur hidrokarbon baik alkana, alkena, maupun alkuna.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menuliskan rumus molekul deret homolog hidrokarbon dengan rumus umum  $C_nH_{2n+2}$ .
2. Peserta didik diminta menuliskan rumus molekul dan rumus struktur suku ke-n dari alkana.
3. Peserta didik ditanya jika salah satu rumus molekul alkana diketahui apakah dapat memiliki rumus struktur yang berbeda.
4. Peserta didik diberi pemahaman dalam menuliskan rumus struktur alkana.

#### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mencermati hidrokarbon yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya elpiji.
2. Peserta didik diajak berpikir mengenai cara menarik rumus umum alkana, alkena, dan alkuna.
3. Peserta didik menelaah rumus struktur beberapa senyawa alkana.

4. Peserta didik mencermati contoh isomer heksana pada buku siswa.
5. Peserta didik menelaah banyaknya rumus struktur heksana.
6. Peserta didik menyampaikan pendapatnya bahwa rumus molekul heksana dapat memiliki rumus struktur berbeda yang dikenal dengan isomer.
7. Peserta didik diajak berpikir tentang hubungan Mr alkana/ panjang rantai alkana dengan titik didihnya.
8. Peserta didik diarahkan untuk menelaah perbedaan rumus molekul dan rumus struktur alkana dengan alkena juga alkuna.
9. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk membahas sifat-sifat alkana, alkena, dan alkuna, selanjutnya mengerjakan Aktivitas 6.2 dan 6.3.
10. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Kelompok lain dapat memberi tanggapan terhadap hasil kerja tersebut dan Guru melakukan validasi terhadap hasil kerja setiap kelompok.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan mengamati rumus struktur alkana, alkena, dan alkuna menggunakan molymod dengan mengerjakan Aktivitas 6.4 dan menuliskan isomer-isomer, baik alkana, alkena, maupun alkuna.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak mendiskusikan hal-hal yang telah dipelajari dan hal-hal yang belum dipahami tentang subbab Hidrokarbon.
2. Peserta didik menyampaikan hasil pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan mengenai nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran pada materi selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan bahan kimia, baik dalam kehidupan sehari-hari maupun di industri.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap rumus struktur, sifat, dan kegunaan hidrokarbon. Hal ini dapat menjadi bekal untuk mempelajari materi pada subbab E.

**Subbab:** E. Gugus Fungsi Senyawa Karbon

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati gambar pada kover bab?
  - Apakah yang kalian ketahui tentang gambar tersebut?
3. Peserta didik mencermati macam-macam senyawa karbon yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diajak mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik diajak memberikan contoh-contoh senyawa turunan hidrokarbon.
3. Peserta didik diarahkan mencermati gugus fungsi pada setiap golongan senyawa.
4. Peserta didik diajak berpikir bagaimana senyawa-senyawa itu disebut turunan hidrokarbon.
5. Setelah pulang sekolah, peserta didik diminta menuliskan bahan-bahan yang mengandung senyawa turunan hidrokarbon.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami senyawa turunan hidrokarbon.
2. Peserta didik diajak mengenal senyawa turunan hidrokarbon dari gugus fungsi yang dimiliki.
3. Peserta didik diajak mencari informasi dari berbagai sumber tentang contoh senyawa turunan hidrokarbon.

4. Peserta didik mencari informasi mengenai bahan-bahan yang mengandung senyawa turunan hidrokarbon.
5. Peserta didik diajak untuk mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam Indonesia.
6. Sebagai generasi penerus bangsa peserta didik dimotivasi untuk bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak untuk menelaah berbagai golongan senyawa karbon beserta gugus fungsi dan contoh senyawa pada buku siswa.
8. Peserta didik diarahkan berdiskusi dan bekerja secara berkelompok untuk membahas macam-macam gugus fungsi senyawa turunan hidrokarbon.
9. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Guru memberikan validasi di akhir diskusi terkait pembahasan macam-macam gugus fungsi senyawa turunan hidrokarbon
10. Peserta didik diajak mencermati ciri khas senyawa turunan hidrokarbon.
11. Peserta didik diajak membaca dan berdiskusi tentang cara mengidentifikasi gugus aldehid.
12. Peserta didik diarahkan untuk dapat membedakan aldehid dengan alkanon.
13. Peserta didik diajak mencermati golongan senyawa karbon dari gugus fungsinya.

### **Aplikasi Konsep**

Peserta didik diajak mengamati senyawa-senyawa turunan hidrokarbon di pasaran yang digunakan sehari-hari dan untuk keperluan industri. Peserta didik menelaah banyaknya senyawa turunan hidrokarbon serta kaitannya dengan gugus fungsi yang dimiliki.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari dan hal-hal yang belum dipahami tentang subbab gugus fungsi senyawa karbon.
2. Peserta didik diminta menyampaikan hasil pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Guru menekankan kepada peserta didik mengenai manfaat materi pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan tentang nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh peserta didik pada pertemuan ini akan menjadi dasar untuk pembelajaran materi selanjutnya.

2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan bahan kimia khususnya turunan hidrokarbon untuk kemaslahatan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap senyawa turunan hidrokarbon. Hal ini menjadi pengantar menuju pembelajaran pada materi subbab Senyawa Turunan Hidrokarbon.

**Subbab:** F. Senyawa Turunan Hidrokarbon

**Alokasi Waktu:** 24 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- membedakan alkohol primer, sekunder, dan tersier;
- menjelaskan sifat-sifat dan kegunaan serta dampak alkohol, eter, aldehid, keton, asam karboksilat, ester, dan alkil halida dalam kehidupan sehari-hari.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditunjukkan salah satu bahan yang mengandung senyawa turunan hidrokarbon sudah dikenal masyarakat, misalnya alkohol (guru dapat memilih bahan lain).
2. Peserta didik di beri pertanyaan mengenai kegunaan senyawa tersebut.
3. Peserta didik diminta membacakan rumus umum, gugus fungsi, dan contoh senyawa alkohol.
4. Peserta didik diberi pertanyaan tentang kegunaan senyawa tersebut.
5. Peserta didik diajak mengonstruksi rumus molekul dan rumus struktur alkohol tersebut.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menuliskan contoh rumus struktur alkohol.
2. Peserta didik diminta menuliskan rumus molekul dari alkohol tersebut.
3. Peserta didik ditanya jika salah satu rumus molekul alkohol diketahui apakah dapat memiliki rumus struktur yang berbeda?
4. Peserta didik diberikan pemahaman dalam menuliskan rumus struktur alkohol secara umum.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mencermati senyawa turunan hidrokarbon yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, misalnya alkohol dan cuka.
2. Peserta didik diajak berpikir mengenai cara menarik rumus umum senyawa alkohol dan turunan hidrokarbon yang lain.
3. Peserta didik diarahkan menelaah rumus struktur beberapa senyawa alkohol dan turunan hidrokarbon yang lain.
4. Peserta didik diajak mencermati contoh isomer alkohol pada buku siswa.
5. Peserta didik diajak menelaah banyaknya rumus struktur alkohol (primer, sekunder, dan tersier).
6. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pendapatnya bahwa rumus molekul alkohol dapat memiliki rumus struktur berbeda yang dikenal dengan isomer (isomer rantai, posisi, fungsi, dan optis).
7. Peserta didik diarahkan untuk menelaah perbedaan rumus struktur alkohol dan eter juga turunan hidrokarbon yang lain.
8. Peserta didik diajak berpikir tentang sifat-sifat alkohol dan senyawa turunan hidrokarbon yang lain.
9. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk membahas sifat-sifat senyawa turunan hidrokarbon serta mengerjakan Aktivitas 6.5 untuk subbab F, subbab E sudah diganti bukan aktivitas.
10. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Kelompok lain dapat memberi tanggapan atas hasil kerja tersebut. Guru memberikan validasi terhadap hasil kerja setiap kelompok.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan untuk membedakan aldehid dan keton menggunakan larutan fehling dengan mengerjakan Aktivitas 6.4 dan pembuatan ester dengan melakukan Aktivitas 6.5.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari dan hal-hal yang belum dipahami tentang subbab Senyawa Turunan Hidrokarbon.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat materi pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan mengenai nilai karakter dalam pembelajaran pada subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh peserta didik pada pertemuan ini akan menjadi dasar untuk pembelajaran materi selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan dan penggunaan Senyawa turunan hidrokarbon.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap rumus struktur, sifat dan kegunaan senyawa karbon. Hal ini menjadi bekal peserta didik untuk mempelajari materi pada pertemuan berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilaksanakan untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Peserta didik mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa di bagian pengayaan.
- b. Peserta didik berdiskusi tentang materi yang dibaca.
- c. Peserta didik menyampaikan hasil diskusi dalam bentuk verbal dan tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian.
- b. 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.
- c. 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan kunjungan industri. Guru mengajukan izin kepada pihak industri perihal kunjungan industri mulai dari persyaratan, informasi yang akan digali, dan teknis pelaksanaannya. Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon, pesan, atau media sosial lain. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara berikut.

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 6

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian(✓)
1.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

- $$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

1 heksena

$$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

2 heksena

$$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

3 heksena

$$\text{CH}_2 = \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

2 metil 1 pentena

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

$$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$$

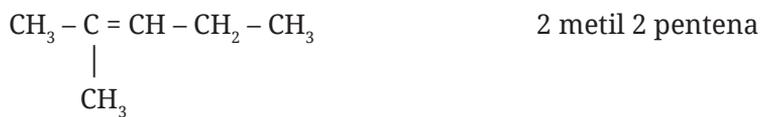
3 metil 1 pentena

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$

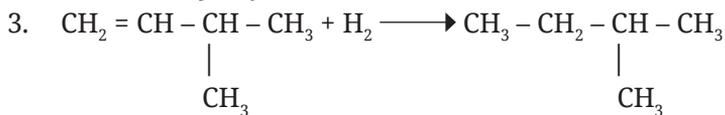
$$\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3$$

4 metil 1 pentena

$$\begin{array}{c} | \\ \text{CH}_3 \end{array}$$



2. Makin banyak jumlah atom C dalam alkana, makin tinggi titik didihnya.



(3 metil 1 butena)

(2 metil butana)

4. Senyawa A dengan rumus molekul  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  bila direaksikan dengan larutan fehling ternyata menghasilkan endapan merah dan bila direduksi menghasilkan propanol.



Senyawa B bila direaksikan dengan larutan fehling tidak menghasilkan endapan merah dan bila direduksi menghasilkan 2 propanol berarti senyawa B adalah propanon  $\text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3$



5. Dampak negatif penggunaan senyawa sebagai berikut.
  - a. Freon sebagai refrigerant: merusak ozon (karena  $O_3$  terurai menjadi  $O_2$ ).
  - b. Kloroform sebagai obat bius: dapat merusak hati dan beracun.
  - c. Karbon tetraoksida sebagai pemadam kebakaran pada suhu tinggi dapat teroksidasi menjadi  $COCl_2$  (fosgen) yang beracun.

## J. Refleksi Guru

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Allinger, Norman, et al. 1992. *Organic Chemistry, Second Edition*. New York: Worth Publishers, Inc.
3. Hart, Harold (Suminar Achmadi). 1990. *Kimia Organik Suatu Kuliah Singkat* (terjemahan). Jakarta: Erlangga.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



Sumber: Fatma, (2018)

# Bab 7

## Panduan Khusus **Reaksi Kimia, Stoikiometri, dan Larutan Standar**

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang tata nama, persamaan reaksi, stoikiometri, dan larutan standar merupakan materi penting bagi peserta didik kelas X program keahlian Teknik Kimia Industri. Peserta didik perlu memahami materi yang akan dipelajari, yaitu senyawa anorganik, reaksi, dan perhitungannya dalam laboratorium, serta kimia industri. Setelah mempelajari materi pada bab ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menuliskan nama senyawa kimia berdasarkan rumus kimianya.
2. Menyetarakan persamaan reaksi dengan benar.
3. Menuliskan persamaan reaksi dengan benar.
4. Menerapkan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume dalam perhitungan kimia.
5. Menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia dalam persamaan reaksi.
6. Menghitung konsentrasi larutan dalam berbagai satuan.
7. Membuat larutan standar dan melakukan standardisasi.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Tata Nama Senyawa  
B. Persamaan Reaksi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai tata nama senyawa dan persamaan reaksi.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tata nama senyawa</li><li>• Senyawa biner</li><li>• Senyawa poliatomik</li><li>• Senyawa ion</li><li>• Senyawa asam</li><li>• Senyawa organik</li><li>• Persamaan reaksi</li><li>• Koefisien reaksi</li></ul>	Buku siswa pada subbab Tata Nama Senyawa.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang tata nama senyawa.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati dan berdiskusi mengenai tata nama senyawa dan persamaan reaksi.		Buku siswa pada subbab Tata Nama Senyawa dan Persamaan Reaksi.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang tata nama dan persamaan reaksi.
Mengerjakan Aktivitas 7.1 pada subbab Tata Nama Senyawa.		Buku siswa pada Aktivitas 7.1.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang tata nama dan persamaan reaksi.
Mengerjakan Aktivitas 7.2, yaitu mempelajari reaksi pemanasan kalium klorat ( $\text{KClO}_3$ ) dan berdiskusi berdasar hasil percobaan.		Buku siswa pada subbab Persamaan Reaksi.	Sumber bacaan yang relevan dengan tata nama senyawa dan persamaan reaksi.

**Subbab: C. Hukum Dasar Kimia**

**D. Konsep Mol**

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan melakukan tanya jawab tentang materi hukum dasar kimia.	Hukum dasar kimia	Buku siswa pada subbab Hukum Dasar Kimia.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hukum dasar kimia.
Membaca dan berdiskusi tentang materi hukum dasar kimia.		Buku siswa pada subbab Hukum Dasar Kimia.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hukum dasar kimia.
Menelaah penerapan hukum dasar kimia dalam perhitungan kimia.		Buku siswa pada subbab Hukum Dasar Kimia.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hukum dasar kimia.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menerapkan hukum dasar kimia pada perhitungan kimia.		Buku siswa pada subbab Hukum Dasar Kimia.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hukum dasar kimia.
Mengerjakan Aktivitas 7.2, yaitu mempelajari massa zat sebelum reaksi dan sesudah reaksi.		Buku siswa pada subbab Hukum Dasar Kimia.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang hukum dasar kimia.
Membaca, berdiskusi, dan melakukan tanya jawab tentang konsep mol.		Buku siswa pada subbab Konsep Mol.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang konsep mol.

**Subbab:** E. Stoikiometri (Perhitungan Kimia)

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai fungsi koefisien reaksi dan penerapannya dalam stoikiometri.	Konsep mol Stoikiometri	Buku siswa pada subbab Stoikiometri.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan atau sumber lain yang relevan tentang stoikiometri.
Mencermati dan berdiskusi mengenai penerapan konsep mol pada penentuan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa.		Buku siswa pada materi penentuan rumus empiris dan rumus molekul.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan atau sumber lain yang relevan tentang penentuan rumus empiris dan rumus molekul.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati contoh soal penentuan rumus empiris dan rumus molekul pada subbab Stoikiometri.		Buku siswa pada penentuan rumus empiris dan rumus molekul.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penentuan rumus empiris dan rumus molekul.
Membaca dan berdiskusi mengenai persentase unsur dalam senyawa.		Buku siswa pada subbab Stoikiometri.	Sumber bacaan yang relevan dengan persentase unsur dalam senyawa.
Membaca dan berdiskusi mengenai materi penentuan air kristal dalam senyawa kristal.		Buku siswa pada subbab Stoikiometri.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi penentuan air kristal.
Mengerjakan Aktivitas 7.4, yaitu menentukan rumus kristal terusi $\text{CuSO}_4 \cdot x \text{H}_2\text{O}$ .		Buku siswa pada subbab Stoikiometri.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi penentuan air kristal.
Membaca dan berdiskusi mengenai langkah-langkah penyelesaian hitungan kimia pada persamaan reaksi beserta contoh soal.		Buku siswa pada subbab Stoikiometri.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi perhitungan kimia pada persamaan reaksi.

**Subbab:** F. Larutan Standar

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah rumus struktur suatu senyawa karbon.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Larutan standar</li> <li>Standardisasi</li> <li>Indikator</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang materi larutan standar.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.
Membaca dan berdiskusi tentang materi satuan konsentrasi larutan.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.
Mencermati contoh soal satuan konsentrasi larutan.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.
Menelaah syarat-syarat senyawa yang dapat digunakan untuk standar primer.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.
Membaca dan berdiskusi tentang materi standardisasi larutan.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang larutan standar.
Mencermati contoh soal standardisasi larutan dari data percobaan.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar, Gambar 7.6, 7.7, 7.8, 7.9, dan contoh soal.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang standardisasi larutan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengerjakan Aktivitas 7.4 dan membuat laporan percobaan.		Buku siswa pada subbab Larutan Standar.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang standardisasi larutan.

### C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi lambang unsur.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

### D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan tingkat awal pemahaman peserta didik tentang reaksi kimia, stoikiometri, dan larutan standar.

#### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau misalnya menanggapi tayangan video dari youtube yang berkaitan dengan perhitungan kimia. Pertanyaan yang dapat diajukan guru untuk melakukan asesmen awal nonkognitif sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian setelah mengikuti kegiatan pembelajaran pada hari ini?

#### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui pengetahuan dasar peserta didik mengenai materi reaksi kimia, stoikiometri, dan larutan standar. Guru

dapat mengajukan pertanyaan berikut terkait dengan capaian pembelajaran pada bab ini.

- Tahukah kalian rumus kimia dari bahan-bahan yang sering kita gunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti oksigen, air, dan garam dapur?
- Apa yang kalian ketahui tentang rumus kimia?
- Masih ingatkah kalian reaksi fotosintesis pada materi biologi?
- Bagaimana massa zat sebelum dan sesudah reaksi fotosintesis?
- Apakah tujuan digunakannya satuan lusin dalam kehidupan sehari-hari?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 7

**Subbab:** A. Tata Nama Senyawa  
B. Persamaan Reaksi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menuliskan nama senyawa kimia berdasarkan rumus kimianya;
- menyetarakan persamaan reaksi dengan benar; serta
- menuliskan persamaan reaksi dengan benar.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan untuk mencermati gambar pada awal bab untuk meningkatkan rasa ingin tahunya terhadap materi yang akan dipelajari.
2. Peserta didik diberi pertanyaan pemantik sebagai pengantar materi. Contoh pertanyaan tersebut, yaitu “Apa yang dapat kalian simpulkan setelah mencermati gambar pada kover bab?; Apa yang akan terjadi apabila tidak ada bahan-bahan kimia?”.
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati rumus kimia senyawa yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
4. Peserta didik diminta memberikan contoh-contoh senyawa yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
5. Peserta didik diarahkan untuk mencermati nama dan rumus kimia senyawa yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

6. Peserta didik dibimbing untuk menuliskan rumus kimia atau nama senyawa-senyawa tersebut.
7. Peserta didik diminta menuliskan nama-nama senyawa kimia yang lain sebagai tugas belajar di rumah.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami tata nama senyawa.
2. Peserta didik diajak mengenal tata nama senyawa biner, poliatom, asam, basa, dan senyawa ion.
3. Peserta didik diminta melakukan penelusuran informasi melalui berbagai sumber tentang tata nama senyawa.
4. Peserta didik diminta mengerjakan latihan untuk memberi nama beberapa senyawa dan menuliskan rumus kimia senyawa.
5. Peserta didik diajak untuk mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam di Indonesia.
6. Peserta didik diberi motivasi agar bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak untuk mendata bahan kimia di laboratorium dengan menuliskan rumus kimia, nama, serta letak bahan.
8. Peserta didik diminta membentuk kelompok dan berdiskusi untuk mengerjakan Aktivitas 7.1.
9. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum diskusi kelas.
10. Peserta didik diminta mencermati penulisan persamaan reaksi.
11. Peserta didik dijelaskan mengenai cara menyetarakan persamaan reaksi.
12. Peserta didik diberi tugas ringan mengenai cara menyetarakan persamaan reaksi. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengajukan pertanyaan mengenai materi yang belum dipahami.
13. Peserta didik diminta mengerjakan tugas untuk berlatih menuliskan persamaan reaksi yang setara dengan benar.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak untuk mencermati rumus kimia dan nama-nama senyawa kimia yang ada di laboratorium. Selanjutnya, peserta didik diminta menelaah nama-nama senyawa kimia tersebut dan menuliskan hasilnya di buku catatan.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mengemukakan pendapatnya mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami pada materi.

2. Peserta didik diminta menjelaskan secara singkat mengenai materi yang telah diperoleh pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penjelasan mengenai manfaat dan pentingnya mempelajari materi pada pertemuan ini.
4. Peserta didik ditanamkan nilai-nilai karakter melalui cerita sederhana ataupun pengalaman pribadi yang menginspirasi berkaitan dengan materi pada subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penjelasan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam mengelola sumber daya bagi kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi penulisan persamaan reaksi dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju subbab C dan D.

**Subbab:** C. Hukum Dasar Kimia  
D. Konsep Mol

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu menerapkan hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum kelipatan perbandingan, dan hukum perbandingan volume dalam perhitungan kimia.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik mengamati salah satu reaksi yang menunjukkan kesamaan massa zat sebelum reaksi dengan massa zat sesudah reaksi, misalnya reaksi perkaratan besi.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai perbedaan massa besi sebelum dan sesudah berkarat.
3. Peserta didik secara acak ditunjuk untuk menjawab pertanyaan yang telah diajukan tersebut serta menjelaskan alasannya.

4. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai hukum kekekalan massa.
5. Peserta didik bersama guru mengonstruksi kesimpulan mengenai penerapan hukum dasar kimia dalam perhitungan kimia.
6. Peserta didik diminta menjelaskan keuntungan menggunakan satuan lusin.
7. Peserta didik diminta menghitung sejumlah benda dalam satuan lusin.
8. Peserta didik secara acak diberi pertanyaan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan tersebut, yaitu “Apakah penggunaan satuan lusin dapat menyederhanakan perhitungan?”.
9. Peserta didik melanjutkan pembelajaran dengan diberikan penjelasan mengenai materi penggunaan satuan mol.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak mencermati contoh reaksi kimia dan diminta menganalisis massa zat sebelum dan sesudah terjadinya reaksi.
2. Peserta didik dibimbing untuk melakukan Aktivitas 7.2 dan diarahkan untuk menyimpulkan massa zat sebelum dan sesudah reaksi.
3. Peserta didik diminta mencermati contoh soal penerapan hukum kekekalan massa.
4. Peserta didik diminta mencermati hukum dasar kimia lainnya, seperti hukum perbandingan tetap, perbandingan volume, dan hipotesis Avogadro.
5. Peserta didik diajak menelaah contoh soal yang berkaitan dengan hukum dasar kimia.
6. Peserta didik diarahkan untuk menyampaikan pendapatnya mengenai hukum dasar kimia dan penyelesaian soal hitungan kimia, selain konsep mol.
7. Peserta didik diminta berdiskusi dan menelusuri informasi mengenai konsep mol (hubungan mol dengan jumlah partikel, massa, dan volume gas).
8. Peserta didik diarahkan untuk menelaah rumus-rumus mol, contoh soal, dan penyelesaiannya.
9. Peserta didik diarahkan berdiskusi kelompok untuk membahas soal latihan berkaitan dengan konsep mol.
10. Peserta didik diajak untuk mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum diskusi kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja kelompok lain. Guru memberikan validasi terhadap hasil kerja setiap kelompok.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diminta untuk mencermati hukum dasar kimia beserta soal dan penyelesaiannya. Guru juga dapat memberikan soal lain yang setingkat sebagai latihan mengaplikasikan konsep mol untuk menghitung jumlah partikel, massa, dan volume gas. Hasil pengerjaan ditulis di buku catatan sebagai tambahan sumber belajar.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang subbab hukum dasar dan konsep mol.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang telah mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penjelasan manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai-nilai karakter setelah mempelajari materi subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran subbab selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penjelasan mengenai perlunya nilai karakter yang baik dalam melakukan perhitungan kimia.
3. Selanjutnya, peserta didik diminta membaca materi tentang rumus-rumus yang diturunkan dari hukum dasar dan konsep mol, serta penerapannya dalam hitungan kimia. Materi ini menjadi materi pengantar pada pertemuan berikutnya.

**Subbab:** E. Stoikiometri (Perhitungan Kimia)

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu menerapkan konsep mol dalam perhitungan kimia dalam persamaan reaksi.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami bahwa perbandingan mol sama dengan perbandingan jumlah atom.
2. Selanjutnya, guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan tersebut, yaitu “Apa yang kalian pahami setelah mencermati perbandingan mol sama dengan perbandingan jumlah atom? Apa yang kalian ketahui tentang rumus empiris dan rumus molekul?”.

3. Peserta didik diminta untuk mencermati macam-macam penerapan konsep mol dalam perhitungan kimia.
4. Peserta didik diberi penjelasan bahwa rumus empiris menyatakan perbandingan jumlah atom.
5. Peserta didik diberi pertanyaan. Contoh pertanyaan tersebut sebagai berikut.
  - Apakah perbandingan mol sama dengan perbandingan jumlah atom?
  - Apa yang kalian ketahui tentang rumus-rumus molekul?
6. Peserta didik diarahkan untuk mencermati macam-macam penerapan konsep mol dalam perhitungan kimia.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk mengingat kembali rumus-rumus mol dalam hubungannya dengan jumlah partikel, massa, dan volume gas.
2. Peserta didik diminta mencermati penerapan konsep mol dalam penentuan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa.
3. Peserta didik diminta melakukan penelusuran informasi dari berbagai sumber tentang penentuan rumus empiris dan rumus molekul suatu senyawa.
4. Peserta didik diarahkan untuk mencermati contoh soal dan penyelesaiannya.
5. Guru mengajak peserta didik untuk mensyukuri nikmat dari Tuhan atas terjadinya reaksi kimia yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.
6. Peserta didik diarahkan sebagai generasi penerus bangsa untuk bersikap baik dalam mengelola bahan kimia sebagai sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak untuk menelaah penerapan konsep mol pada penentuan persentase unsur dalam senyawa.
8. Peserta didik diajak untuk menelaah penerapan konsep mol dalam penentuan air kristal pada buku siswa.
9. Peserta didik diarahkan berdiskusi kelompok untuk mengerjakan Aktivitas 7.3.
10. Peserta didik diminta mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya di depan kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja kelompok lain. Guru memberikan validasi terhadap hasil kerja setiap kelompok.
11. Peserta didik diajak untuk mencermati langkah-langkah perhitungan kimia pada persamaan reaksi.
12. Peserta didik diberi penjelasan penerapan langkah-langkah perhitungan kimia pada persamaan reaksi.
13. Peserta didik diberi tugas mengenai konsep mol pada berbagai hitungan kimia sebagai sarana latihan bagi peserta didik.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diberi penjelasan tentang penerapan konsep mol pada berbagai hitungan kimia. Selanjutnya, guru mengajak peserta didik untuk menelaah banyaknya perhitungan kimia yang menggunakan satuan mol untuk menyerderhanakan perhitungan.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mendiskusikan materi yang telah dipahami dan belum dipahami tentang subbab stoikiometri.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang telah mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penjelasan mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai-nilai karakter setelah mempelajari materi subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran pada subbab selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penjelasan mengenai perlunya nilai karakter yang baik dalam pengelolaan bahan kimia untuk kemaslahatan hidup manusia.
3. Peserta didik diminta mempelajari materi perhitungan kimia. Materi tersebut menjadi pengantar menuju subbab F.

**Subbab:** F. Larutan Standar

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menghitung konsentrasi larutan dalam berbagai satuan; dan
- membuat larutan standar dan melakukan standardisasi.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditunjukkan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk membuat larutan baku standar primer, misalnya asam oksalat (guru dapat memilih bahan lain).

2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai definisi larutan.
3. Salah satu peserta didik ditunjuk dan diminta membacakan syarat-syarat senyawa yang dapat digunakan untuk membuat larutan standar primer.
4. Peserta didik diberi pertanyaan tentang kegunaan larutan standar primer.
5. Peserta didik diajak merekonstruksi mengenai cara pembuatan larutan standar.

## Alternatif 2

1. Peserta didik ditunjukkan contoh larutan standar dan mendefinisikan larutan tersebut.
2. Peserta didik diminta mencermati cara membuat larutan standar.
3. Peserta didik diminta menyebutkan poin-poin yang tertulis pada label botol larutan.
4. Peserta didik diberi penjelasan cara membuat larutan standar secara umum.
5. Peserta didik yang belum memahami materi dapat mengajukan pertanyaan kepada guru.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mencermati rumus-rumus satuan konsentrasi.
2. Peserta didik diberi penjelasan materi mengenai cara membuat larutan dengan konsentrasi tertentu.
3. Peserta didik diarahkan untuk menelaah rumus hubungan konsentrasi larutan dengan mol atau massa.
4. Peserta didik diajak mencermati rumus menghitung massa dari rumus konsentrasi atau mol.
5. Peserta didik diminta menelaah salah satu rumus konsentrasi, misalnya molar.
6. Peserta didik diberi kesempatan untuk menyampaikan pendapatnya mengenai rumus molar yang dapat diperoleh dari rumus mol.
7. Peserta didik diarahkan untuk menentukan massa dari mol yang telah dihitung.
8. Peserta didik diberi penjelasan tentang pembuatan larutan setelah dihitung massa zat yang dibutuhkan.
9. Peserta didik diarahkan berdiskusi secara kelompok untuk membuat larutan standar dengan volume dan konsentrasi tertentu dengan mengerjakan Aktivitas 7.4 dalam buku siswa.
10. Peserta didik diajak untuk mengomunikasikan hasil kerjanya dalam forum diskusi kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja temannya. Guru memberikan validasi terhadap hasil kerja setiap kelompok.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang subbab larutan standar.
2. Peserta didik diminta menyampaikan poin-poin penting yang mereka peroleh setelah mempelajari materi pada subbab ini.
3. Peserta didik diberi penjelasan tentang manfaat mempelajari materi pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai karakter yang diperoleh peserta didik setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik diberi penjelasan mengenai perlunya nilai karakter yang baik dalam pengelolaan dan penggunaan bahan kimia.
3. Peserta didik diminta membaca materi tentang pembuatan larutan standar dan standardisasinya. Materi ini menjadi materi pengantar pada pertemuan berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Kisi-kisi pengayaan bab 7 Menentukan kadar cuka dapur:

- Mengencerkan cuka dapur, misal 2 ml diencerkan sampai menjadi 50 ml
- Menitrasi 10 ml larutan cuka encer dengan larutan standar NaOH 0,1 N menggunakan indikator pp.
- Menghitung Normalitas larutan cuka encer.
- Menghitung Normalitas cuka dapur sebelum diencerkan.
- Menghitung Molaritas cuka dapur.
- Menentukan massa jenis cuka dapur menggunakan piknometer.
- Menghitung massa cuka murni dalam 2 ml cuka dapur.
- Menghitung kadar cuka dapur dalam persen massa.

Pengayaan dilaksanakan kepada peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

- a. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diminta mendiskusikan materi yang telah dibaca.

- c. Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk lisan ataupun tulisan. Guru memvalidasi hasil pekerjaan peserta didik.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan ini juga dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

## 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan
- 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan pembelajaran sebelum dan sesudah dilaksanakan. Guru meminta bantuan orang tua untuk mengawasi peserta didik, khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik pada akhir bab. Guru menjalin komunikasi dengan orang tua melalui telepon, media sosial, atau media lainnya. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan melalui beberapa cara berikut.

**Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 7**

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
3.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

1. Persamaan reaksi:

- a. Gas etana ( $C_2H_6$ ) dibakar dengan oksigen menghasilkan gas karbon dioksida dan uap air.



- b. Logam aluminium direaksikan dengan larutan asam klorida menghasilkan larutan aluminium klorida dan gas hidrogen.

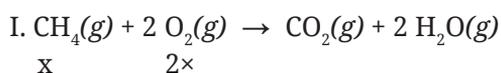


- c. Larutan kalsium klorida direaksikan dengan larutan natrium karbonat menghasilkan endapan kalsium karbonat dan larutan natrium klorida.



2. 8 liter campuran  $CH_4$  dan  $C_2H_6$  dibakar sempurna menghabiskan 25 liter gas  $O_2$ . Misal volume  $CH_4 = x$  liter.

Reaksi:





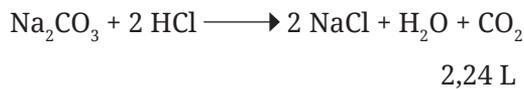
$$(8 - x) \quad \frac{7}{2} (8 - x)$$

$$\begin{aligned} \text{VO}_2 \text{ total} &= \text{VO}_2 \text{ I} + \text{VO}_2 \text{ II} \\ 25 &= 2x + \frac{7}{2} (8 - x) \\ &= 2x + 28 - 3,5x \\ 25 - 28 &= 2x - 3,5x \\ -3 &= -1,5x \\ x &= \frac{3}{1,5} \\ &= 2 \text{ (volume CH}_4\text{)} \\ \text{Jadi, volume CH}_4 &= 2 \text{ liter} \\ \text{Volume C}_2\text{H}_6 &= 8 - 2 \\ &= 6 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$3. \text{ mol} = \frac{\text{massa}}{\text{Mr}} = \frac{88}{44} = 2 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} V &= \text{mol} \times 22,4 \\ &= 2 \times 22,4 \\ &= 44,8 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$4. \text{ Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} = 19,6 \text{ gram}$$



$$\text{Mol CO}_2 = \frac{v}{22,4} = \frac{2,24}{22,4} = 0,1 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{Mol Na}_2\text{CO}_3 &= \frac{1}{1} \text{ mol CO}_2 \\ &= \frac{1}{1} \cdot 0,1 \\ &= 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Na}_2\text{CO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O} &= \text{mol} \times M_r \\ 19,6 &= 0,1 \cdot (106 + 18x) \\ 19,6 &= 10,6 + 1,8x \\ 19,6 - 10,6 &= 1,8x \\ 9 &= 1,8x \\ x &= \frac{9}{1,8} = 5 \end{aligned}$$

jumlah air Kristal = 5

rumus garam:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

5. Apabila pada standardisasi larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  yang dititresi dengan larutan  $\text{NaOH}$  0,1 N diperoleh data sebagai berikut.

No.	V $\text{H}_2\text{SO}_4$ yang Dititresi	V $\text{NaOH}$ 0,1 N yang Diperlukan
1.	10 ml	19 ml
2.	10 ml	21 ml
3.	10 ml	20 ml

Tentukan konsentrasi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dalam satuan molar dan normal!

Jawab:  $V_a \cdot N_a = V_b \cdot N_b$

$$N_a = 20 \cdot 0,1$$

$$N_a = \frac{20 \cdot 0,1}{10} = 0,2 \text{ N}$$

$$M = N / \text{valensi} = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ M}$$

## J. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan melalui beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Keenan, Charles W (et.al). Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas (terjemahan)* Jakarta: Erlangga.
3. Hill, J. W, Petrucci R. H, McCreary T. W, dan Perry Scott S. 2005. *General Chemistry*. Fourth Edition. Amerika Serikat: Prentice Hall.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)

# Bab 8

## Panduan Khusus **Laju Reaksi**



## A. Pendahuluan

Materi laju reaksi sangat penting dipahami peserta didik kelas X program keahlian Teknik Kimia Industri. Dengan memahami laju reaksi, peserta didik memiliki gambaran mengenai cakupan ilmu yang akan dipelajari dan diterapkan dalam industri kimia. Setelah mempelajari Bab 8 tentang laju reaksi, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian laju reaksi.
2. Menjelaskan pengaruh konsentrasi, luas permukaan sentuh, temperatur dan tekanan, serta volume terhadap laju reaksi ditinjau dari teori tumbukan.
3. Menjelaskan pengaruh katalisator terhadap laju reaksi
4. Menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi suatu reaksi berdasarkan data eksperimen.
5. Menuliskan persamaan hukum laju reaksi suatu reaksi kimia.
6. Menjelaskan penerapan konsep laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Pengertian Laju Reaksi  
B. Persamaan Laju Reaksi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai pengertian laju reaksi.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Molaritas</li><li>• Pengurangan konsentrasi</li><li>• Pereaksi</li><li>• Energi aktivasi</li><li>• Persamaan laju reaksi</li><li>• Orde reaksi</li><li>• Teori tumbukan</li><li>• Luas permukaan sentuh</li><li>• Katalis</li></ul>	Buku siswa pada subbab Pengertian Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang laju reaksi.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati dan berdiskusi mengenai rumus laju reaksi dan persamaan laju reaksi.		Buku siswa pada persamaan laju reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang persamaan laju reaksi.
Mencermati contoh soal dan pembahasan Aktivitas 8.1 pada subbab Persamaan Laju Reaksi.		Buku siswa pada subbab persamaan laju reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang persamaan laju reaksi.
Menjawab pertanyaan dan latihan menyelesaikan soal tentang persamaan laju reaksi.		Buku siswa pada subbab persamaan laju reaksi.	Sumber bacaan yang relevan dengan persamaan laju reaksi.

**Subbab:** C. Faktor-faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi  
D. Tahap Penentu Laju

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan melakukan tanya jawab tentang teori tumbukan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energi aktivasi</li> <li>• Orde reaksi</li> <li>• Teori tumbukan</li> <li>• Luas permukaan sentuh</li> <li>• Katalis</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi
Menelaah penerapan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
Menerapkan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi pada penyelesaian soal laju reaksi.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
Mengerjakan Aktivitas 8.1, yaitu mempelajari faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi dan Aktivitas 8.1.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
Membuat laporan dan mengomunikasikan hasil percobaan.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi konsentrasi larutan.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran diperlukan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menajajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang laju reaksi.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif diperlukan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- a. Apa yang kalian rasakan saat ini?
- b. Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- c. Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- d. Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- e. Apa harapan kalian setelah mengikuti kegiatan pembelajaran pada hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik mengenai materi laju reaksi. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran yang sekarang, misalnya peserta didik menjawab pertanyaan seperti berikut.

- a. Mana yang lebih cepat, reaksi perkaratan besi atau reaksi pembakaran kertas?
- b. Mengapa sayur/buah yang disimpan di dalam kulkas lebih awet segar dibandingkan disimpan pada suhu biasa?
- c. Kalian telah mempelajari enzim pada pelajaran biologi, apakah fungsi enzim pada reaksi dalam tubuh?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 8

**Subbab:** A. Pengertian Laju Reaksi  
B. Persamaan Laju Reaksi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan pengertian laju reaksi;
- menentukan orde reaksi dan tetapan laju reaksi suatu reaksi berdasarkan data eksperimen; serta
- menuliskan persamaan hukum laju reaksi suatu reaksi kimia.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati gambar pada kover bab?
  - b. Bagaimana proses yang terjadi agar reaksi antara dua zat dapat berlangsung?
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati reaksi yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari. Selanjutnya, guru mengajukan pertanyaan mengenai reaksi yang berlangsung cepat dan lambat.
4. Peserta didik mencermati gambar pada kover bab.
5. Peserta didik memberikan contoh-contoh reaksi yang sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
6. Peserta didik mencermati reaksi yang berlangsung cepat dan reaksi yang berlangsung lambat.
7. Peserta didik diajak berpikir untuk mendefinisikan laju reaksi.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami pengertian laju reaksi.
2. Peserta didik mencermati perubahan konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi selama reaksi berlangsung.
3. Peserta didik diajak mendefinisikan laju reaksi bila ditinjau dari pereaksi dan dari hasil reaksi.
4. Peserta didik merumuskan laju reaksi dari pengertian laju reaksi yang telah disampaikan.
5. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam Indonesia dan reaksi kimia terjadi dengan laju yang berbeda.
6. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diingatkan untuk bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak membuat persamaan laju reaksi secara umum.
8. Peserta didik diarahkan berdiskusi kelompok untuk mengerjakan Aktivitas 8.1.
9. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok.
10. Peserta didik diajak mencermati penulisan persamaan laju reaksi.
11. Peserta didik diajak membaca dan berdiskusi tentang pengaruh perubahan konsentrasi terhadap laju reaksi berdasar hukum laju reaksi.
12. Peserta didik diarahkan untuk dapat menentukan satuan laju reaksi dan tetapan laju reaksi.
13. Peserta didik diajak untuk berlatih menentukan persamaan laju reaksi berdasar data percobaan.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak mencermati persamaan reaksi sederhana secara umum. Peserta didik diajak menelaah hubungan konsentrasi pereaksi dengan laju reaksi dan merumuskan persamaan laju reaksi.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang masih belum dipahami tentang subbab pengertian laju reaksi dan persamaan laju reaksi.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap materi laju reaksi. Materi tersebut menjadi pengantar menuju pembahasan materi subbab C dan D.

**Subbab:** C. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi  
D. Tahap Penentu Laju Reaksi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan pengaruh konsentrasi, luas permukaan sentuh, temperatur dan tekanan, serta volume terhadap laju reaksi ditinjau dari teori tumbukan;
- menjelaskan pengaruh katalisator terhadap laju reaksi; serta
- menjelaskan penerapan konsep laju reaksi dalam kehidupan sehari-hari.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditunjukkan contoh reaksi yang dapat dipercepat dengan menambah konsentrasi pereaksi, misalnya reaksi pembakaran dapat dipercepat dengan cara mengipas.
2. Peserta didik ditanya, “Mengapa proses pembakaran yang dilakukan dengan kipas dapat lebih cepat?”.
3. Salah satu peserta didik diminta menjawab pertanyaan dan menjelaskan alasannya.
4. Peserta didik diberi pertanyaan tentang pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi.
5. Peserta didik diajak mengonstruksi pengaruh konsentrasi dapat mempercepat reaksi.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menjelaskan pengertian laju reaksi.
2. Peserta didik diminta merumuskan persamaan laju reaksi secara umum dan pengertian laju reaksi.
3. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai konsentrasi pereaksi yang memengaruhi laju reaksi dan pengaruhnya.
4. Peserta didik diberi pemahaman mengenai pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi dan pengaruh faktor lain.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik mencermati contoh reaksi kimia dalam kehidupan sehari-hari dan menanyakan cara mempercepat reaksi tersebut.
2. Peserta didik diajak berpikir mengenai cara menarik kesimpulan tentang faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik diarahkan menelaah teori tumbukan untuk menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
4. Peserta didik mencermati pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi.
5. Peserta didik mencermati pengaruh luas permukaan sentuh terhadap laju reaksi.
6. Peserta didik mencermati pengaruh suhu terhadap laju reaksi.
7. Peserta didik mencermati pengaruh katalisator terhadap laju reaksi.
8. Peserta didik menelaah contoh soal yang berkaitan dengan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
9. Peserta didik menyampaikan pendapatnya bahwa reaksi kimia dapat dipercepat atau diperlambat berdasar faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
10. Peserta didik diajak berpikir tentang tahap penentu laju pada reaksi yang berlangsung melalui beberapa tahap.
11. Peserta didik merumuskan persamaan laju reaksi berdasar tahap penentu laju reaksi.
12. Peserta didik berdiskusi dan secara berkelompok mengerjakan Aktivitas 8.2, yaitu mempelajari faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
13. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum diskusi kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik tersebut. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan mencermati faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi serta menerapkannya untuk mempercepat reaksi yang menguntungkan dan memperlambat reaksi yang merusak atau merugikan.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari dan hal-hal yang masih belum dipahami tentang subbab faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi dan tahap penentu laju reaksi.
2. Peserta didik menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat mempelajari materi pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan sebelumnya akan menjadi dasar Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik tersebut. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok. berikutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam menerapkan faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi.
3. Peserta didik diarahkan agar memiliki rasa ingin tahu terhadap faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi serta penerapannya. Materi ini menjadi pengantar menuju materi bab selanjutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilaksanakan untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Peserta didik diarahkan mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik mendiskusikan materi yang dibaca.
- c. Peserta didik menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk lisan dan tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan ini dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut:

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- b. 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan

- c. 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan pembelajaran sebelum dan sesudah dilaksanakan. Guru meminta bantuan orang tua untuk mengawasi peserta didik, khususnya penugasan yang berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru dapat menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon atau media sosial. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

**Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 8**

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	15	0 – 5 = belum memahami 6 – 10 = belum mencapai ketuntasan 11 – 15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	5	0 – 1 = belum memahami 2 – 3 = belum mencapai ketuntasan 4 – 5 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	5	0 – 1 = belum memahami 2 – 3 = belum mencapai ketuntasan 4 – 5 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	15	0 – 5 = belum memahami 6 – 10 = belum mencapai ketuntasan 11 – 15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
6.	15	0 – 5 = belum memahami 6 – 10 = belum mencapai ketuntasan 11 – 15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
7.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
8.	5	0 – 1 = belum memahami 2 – 3 = belum mencapai ketuntasan 4 – 5 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
9.	5	0 – 1 = belum memahami 2 – 3 = belum mencapai ketuntasan 4 – 5 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
10.	5	0 – 1 = belum memahami 2 – 3 = belum mencapai ketuntasan 4 – 5 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

- $$2\text{NO} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{NO}_2$$
  - $$V_{\text{NO}_2} = \frac{\Delta[\text{NO}_2]}{\Delta t} = \frac{0,4}{5} = 0,02 \text{ M/det}$$
  - $$\begin{aligned} V_{\text{O}_2} &= \frac{1}{2} V_{\text{NO}_2} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 0,02 \\ &= 0,01 \text{ M/ det} \end{aligned}$$
- Orde terhadap  $\text{Fe}^{3+}$  (data 1,2)

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{k[\text{Fe}^{3+}]^m [\text{S}^{2-}]^n}{k[\text{Fe}^{3+}]^m [\text{S}^{2-}]^n}$$

$$\frac{2}{8} = \left(\frac{0,1}{0,2}\right)^m$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^m$$

$m = 2$

Orde terhadap  $S^{2-}$  ( data 2,3)

$$\frac{v_1}{v_3} = \frac{k[Fe^{3+}]^m[S^{2-}]^n}{k[Fe^{3+}]^m[S^{2-}]^n}$$

$$\frac{8}{16} = \left(\frac{0,1}{0,2}\right)^n$$

$$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$n = 1$$

Persamaan laju reaksi :  $V = k [Fe^{3+}]^2[S^{2-}]$

3. Cara mempercepat reaksi sebagai berikut.

- Memperbesar konsentrasi.
- Meningkatkan suhu.
- Memperbesar luas permukaan.
- Menggunakan katalisator.

4. Makin besar luas permukaan makin mudah terjadi tumbukan, akibatnya makin cepat reaksi berlangsung.

5.  $T = T_0 \cdot 2^{-\Delta t/10}$ .

$$\frac{1}{4} = 16 \cdot 2^{-\Delta t/10}$$

$$\frac{1}{64} = 2^{-\Delta t/10}$$

$$\frac{1}{64} = \frac{1}{2^{-\Delta t/10}}$$

$$\frac{1}{64} = \frac{1}{2^{-\Delta t/10}}$$

$$\frac{1}{2^6} = \frac{1}{2^{-\Delta t/10}}$$

$$\frac{\Delta t}{10} = 6$$

$$\Delta t = 60$$

$$t = T_0 + \Delta t$$

$$= 25 + 60$$

$$= 85^\circ\text{C}$$

6.  $V = V_0 \cdot (2)^{\Delta t/10}$

$$= V_0 \cdot (2)^{40/10}$$

$$= V_0 \cdot (2)^4$$

$$= 16 \cdot V_0$$

Jadi, pada suhu  $60^\circ\text{C}$  reaksi 16 kali lebih cepat dari pada suhu  $20^\circ\text{C}$ .

$$\begin{aligned}
 7. \quad T &= T_0 \cdot (3)^{-\Delta t/20} \\
 &= 12 \cdot (3)^{-60/10} \\
 &= 12 \cdot (3)^{-3} \\
 &= \frac{12}{3^3} = \frac{12}{27} \\
 &= \frac{4}{9}
 \end{aligned}$$

8.
  - Menambah konsentrasi pereaksi.
  - Memperbesar luas permukaan.
  - Menambah katalis.
9. Reaksi menjadi delapan kali lebih cepat.
10. Tahap penentu laju adalah tahap lambat (tahap II) hukum laju :  $V = k(\text{SO}_2\text{H}_2)$

## J. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran melalui beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Keenan, Charles W (et.al). Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas (terjemahan)*. Jakarta: Erlangga.
3. Hill, J. W, Petrucci R. H, McCreary T. W, dan Perry Scott S. 2005. *General Chemistry*. Fourth Edition. Amerika Serikat: Prentice Hall
4. Silberberg, Martin S. 2000. *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*, Second Edition. USA: Mc. Graw Hill Companies.

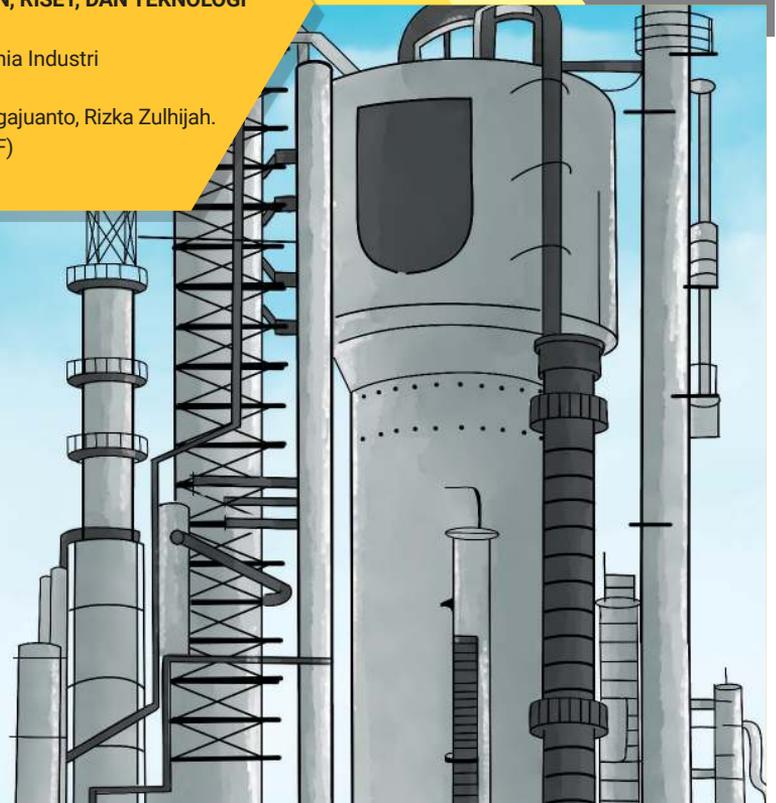
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



# Bab 9

Panduan Khusus

# Kesetimbangan Kimia

## A. Pendahuluan

Pemahaman mengenai kesetimbangan kimia sangat penting bagi peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri agar mereka memiliki gambaran cakupan materi yang akan dipelajari dan diterapkan dalam industri kimia. Dengan pemahaman tersebut, peserta didik diharapkan lebih semangat belajar. Setelah mempelajari materi Bab 9 tentang kesetimbangan kimia, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang.
2. Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran kesetimbangan.
3. Menentukan harga tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ).
4. Menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial gas ( $K_p$ ).
5. Menjelaskan hubungan antara  $K_c$  dan  $K_p$ .
6. Menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia pada bidang industri.

## B. Skema Pembelajaran

### Subbab:

- A. Reaksi Berkesudahan dan Reaksi Kesetimbangan
- B. Keadaan Setimbang
- C. Kesetimbangan Dinamis
- D. Kesetimbangan Homogen dan Heterogen

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai pengertian reaksi berkesudahan dan reaksi kesetimbangan serta keadaan setimbang.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kesetimbangan</li><li>• Reaksi reversible</li><li>• Reaksi irreversible</li></ul>	Buku siswa pada subbab Reaksi Berkesudahan dan Reaksi Kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang reaksi berkesudahan dan reaksi kesetimbangan.
Mencermati dan berdiskusi mengenai kesetimbangan dinamis serta perbedaan kesetimbangan homogen dan heterogen.		Buku siswa pada reaksi kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang reaksi kesetimbangan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengerjakan Aktivitas 9.1 pada subbab Kesetimbangan Dinamis.		Buku siswa pada Aktivitas 9.1.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang kesetimbangan dinamis.
Membuat laporan Aktivitas 9.1 dan mengomunikasikannya.		Buku siswa pada subbab Kesetimbangan Dinamis.	Sumber bacaan yang relevan dengan kesetimbangan kimia.

**Subbab:**

E. Pergeseran Kesetimbangan

F. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pergeseran Kesetimbangan

G. Tetapan Kesetimbangan

H. Kesetimbangan Kimia dalam Industri

**Alokasi Waktu: 18 Jam Pelajaran (JP)**

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab tentang pergeseran kesetimbangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pergeseran kesetimbangan</li> <li>Tetapan kesetimbangan</li> <li>Derajat disosiasi</li> <li>Tekanan parsial</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Pergeseran Kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang pergeseran kesetimbangan.
Membaca dan berdiskusi tentang faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pergeseran Kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Melaksanakan Aktivitas 9.2, yaitu mempelajari asas Le Chatelier.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pergeseran Kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.
Membuat laporan Aktivitas 9.2 dan mengomunikasikannya.		Buku siswa pada subbab Faktor-Faktor yang Memengaruhi Laju Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.
Membaca dan berdiskusi tentang tetapan kesetimbangan $K_c$ dan $K_p$ .		Buku siswa pada subbab Tetapan Kesetimbangan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang tetapan kesetimbangan.
Membaca dan berdiskusi tentang kesetimbangan kimia di industri pembuatan amonia dengan proses Haber-Bosch.		Buku siswa pada subbab Kesetimbangan Kimia dalam Industri.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang kesetimbangan kimia dalam industri (Industri amonia).
Membaca dan berdiskusi tentang kesetimbangan kimia di industri pembuatan asam sulfat dengan proses kontak.		Buku siswa pada subbab Kesetimbangan Kimia dalam Industri.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang kesetimbangan kimia dalam industri (industri asam sulfat).

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Berdiskusi tentang penerapan pergeseran kesetimbangan untuk mencapai kondisi yang dibutuhkan di industri.		Buku siswa tentang kesetimbangan kimia dalam industri.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang kesetimbangan kimia dalam industri.

### C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi konsentrasi larutan laju reaksi.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

### D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang laju reaksi.

#### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Contoh pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- a. Apa yang kalian rasakan saat ini?
- b. Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- c. Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- d. Apa hal yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- e. Apa harapan kalian terhadap pembelajaran hari ini?

#### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik kesetimbangan kimia. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait dengan capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat

pembelajaran sekarang, misalnya peserta didik diminta menjawab pertanyaan berikut.

- a. Apakah hasil reaksi pada suatu reaksi kimia dapat terurai kembali menjadi reaktan?
- b. Tahukah kalian bahwa pada reaksi reversible, zat hasil reaksi dapat bereaksi kembali menjadi pereaksi? Kapan reaksi reversibel dikatakan dalam keadaan setimbang?
- c. Kalian telah mempelajari katalisator pada bab yang lalu, apakah peranan katalisator pada reaksi kesetimbangan?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 9

### Subbab:

- A. Reaksi Berkesudahan dan Reaksi Kesetimbangan
- B. Keadaan Setimbang
- C. Kesetimbangan Dinamis
- D. Kesetimbangan Homogen dan Heterogen

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu menjelaskan reaksi kesetimbangan dan keadaan setimbang.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mencermati contoh reaksi reversible.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati bahwa ada reaksi dimana hasil reaksi dapat kembali menjadi pereaksi?
  - b. Bagaimanakah dengan konsentrasi hasil reaksi dan pereaksi pada reaksi reversible?
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati reaksi reversible yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari atau industri. Guru bertanya, kapan reaksi tersebut dikatakan setimbang?

## Alternatif 2

1. Peserta didik mencermati contoh reaksi reversible dalam buku siswa.
2. Peserta didik memberikan pendapat tentang perbedaannya dengan reaksi yang telah dipelajari sebelumnya (reaksi irreversible).
3. Peserta didik mencermati laju reaksi. Laju reaksi ke arah kanan dilambangkan  $V_1$  dan laju ke arah kiri  $V_2$ . Peserta didik diarahkan menganalisis peristiwa yang terjadi saat  $V_1 = V_2$ .
4. Peserta didik diajak berpikir untuk mendefinisikan reaksi setimbang.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami pengertian reaksi reversible.
2. Peserta didik diajak mencermati konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi selama reaksi berlangsung.
3. Peserta didik mendefinisikan reaksi setimbang bila ditinjau dari konsentrasi pereaksi dan hasil reaksi.
4. Peserta didik mendefinisikan kesetimbangan dinamis.
5. Peserta didik diajak untuk mensyukuri nikmat Tuhan atas kekayaan alam Indonesia dan terjadinya kesetimbangan.
6. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diarahkan untuk bersikap baik dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak untuk mencermati laju reaksi pada reaksi setimbang.
8. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk mengerjakan Aktivitas 9.1.
9. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerjanya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja tersebut. Guru memvalidasi hasil kerja setiap peserta didik.
10. Peserta didik mencermati penulisan persamaan reaksi reversible.
11. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang pengaruh perubahan konsentrasi terhadap reaksi yang telah setimbang.
12. Peserta didik mencermati reaksi reversible yang fase zatnya tidak sama satu dengan yang lain.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik mencermati persamaan reaksi reversibel secara umum. Peserta didik diajak untuk menelaah cara agar kesetimbangan cepat tercapai.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi terkait materi yang telah dipelajari, materi yang masih belum dipahami berkaitan dengan pembahasan pada subbab reaksi

berkesudahan dan reaksi kesetimbangan, kesetimbangan dinamis, serta kesetimbangan homogen dan heterogen.

2. Peserta didik menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan yang lalu akan menjadi dasar pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap pergeseran kesetimbangan. Hal ini menjadi pengantar menuju pembelajaran pada subbab E, F, G dan H.

#### Subbab:

- E. Pergeseran Kesetimbangan
- F. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Pergeseran Kesetimbangan
- G. Tetapan Kesetimbangan
- H. Kesetimbangan Kimia dalam Industri

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan;
- menentukan harga tetapan kesetimbangan ( $K_c$ );
- menentukan harga tetapan kesetimbangan parsial gas ( $K_p$ );
- menjelaskan hubungan antara  $K_c$  dan  $K_p$ ; serta
- menjelaskan penerapan kesetimbangan kimia pada bidang industri.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditunjukkan contoh reaksi kesetimbangan, misalnya reaksi pembuatan amonia.

2. Peserta didik ditanya, “Apa yang terjadi bila konsentrasi nitrogen dan hidrogen ditambah?” Salah satu peserta didik diminta untuk menjawab dan menjelaskan alasannya.
3. Peserta didik ditanya tentang pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan.
4. Peserta didik diajak mengonstruksi pengaruh konsentrasi yang dapat menggeser kesetimbangan.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diminta menjelaskan pengertian reaksi setimbang.
2. Peserta didik mencermati dan menjawab pertanyaan, “Apabila terhadap reaksi setimbang dilakukan aksi, misalnya penambahan pereaksi, apakah hasil reaksi bertambah?”.
3. Peserta didik diberi pertanyaan, “Apakah perubahan konsentrasi pereaksi memengaruhi kesetimbangan? Bagaimana pengaruhnya?”.
4. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai pengaruh konsentrasi terhadap pergeseran kesetimbangan dan pengaruh faktor lainnya.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik mencermati contoh reaksi kesetimbangan. Selanjutnya, guru bertanya, “Bagaimana apabila konsentrasi pereaksi diperbesar?”.
2. Peserta didik diajak berpikir bagaimana perubahan konsentrasi memengaruhi pergeseran kesetimbangan?
3. Peserta didik menelaah asas Le Chatelier untuk menjelaskan perubahan konsentrasi memengaruhi pergeseran kesetimbangan.
4. Peserta didik mencermati ilustrasi pipa U yang diisi air, kemudian salah satu sisinya ditambah atau dikurangi.
5. Peserta didik diajak mencermati permukaan air dalam pipa U saat ditambah atau dikurangi.
6. Peserta didik mencermati permukaan air dalam pipa U setelah bergeser.
7. Peserta didik mencermati pengaruh perubahan suhu, tekanan, dan katalisator terhadap pergeseran kesetimbangan.
8. Peserta didik diajak menelaah contoh soal berkaitan dengan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.
9. Peserta didik diberi kesempatan menyampaikan pendapatnya. Guru meluruskan bila pendapat peserta didik belum tepat dan memperkuat pendapat peserta didik bila sudah tepat.
10. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk mengerjakan Aktivitas 9.2, yaitu mempelajari asas Le Chatelier.

11. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok/peserta didik.
12. Peserta didik diajak berpikir kritis tentang tetapan kesetimbangan suatu reaksi.
13. Peserta didik merumuskan tetapan kesetimbangan  $K_p$  dan  $K_c$ .
14. Peserta didik menelaah contoh soal yang berkaitan dengan tetapan kesetimbangan  $K_p$  dan  $K_c$ .
15. Peserta didik mencermati penerapan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan pada kesetimbangan dalam industri.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan untuk mencermati faktor-faktor yang memengaruhi contohnya: pipa U yang diisi larutan, semula permukaan rata, lakukan penambahan atau pengurangan larutan pada salah satu sisi amati yang terjadi.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi terkait materi yang telah dipelajari, materi yang masih belum dipahami tentang subbab pergeseran kesetimbangan, faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan, tetapan kesetimbangan, dan kesetimbangan dalam industri.
2. Peserta didik menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh peserta didik pada pertemuan sebelumnya akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam menerapkan faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pergeseran kesetimbangan serta penerapannya. Hal ini menjadi pengantar menuju materi bab berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilaksanakan untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- Peserta didik diarahkan mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- Peserta didik diminta berdiskusi tentang materi yang dibaca.
- Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk lisan ataupun tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian.
- 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.
- 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.
- 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan kunjungan industri. Guru mengajukan izin kepada pihak industri perihal kunjungan industri mulai dari persyaratan, informasi yang akan digali, hingga teknis pelaksanaannya. Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon, media sosial, atau media lainnya. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 9

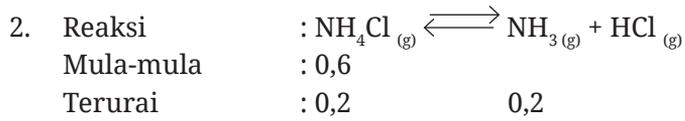
Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian(✓)
1.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

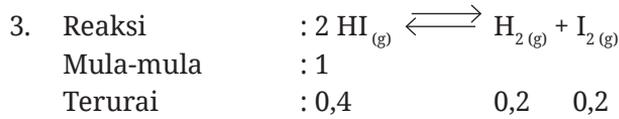
- $$\text{N}_{2(g)} + 3 \text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \quad \Delta H = -92,2 \text{ kJ}$$
  - $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  ditambah, kesetimbangan bergeser ke kanan ( $\text{NH}_3$  bertambah).
  - $\text{NH}_3$  dipisahkan, kesetimbangan bergeser ke kanan (ke arah  $\text{NH}_3$ ).
  - Tekanan dinaikkan, kesetimbangan bergeser ke kanan.
  - Suhu diturunkan, kesetimbangan bergeser ke kanan.
  - Volume diperbesar, kesetimbangan bergeser ke kiri (ke arah  $\text{N}_{2(g)}$  dan  $\text{H}_2$ ).



---

setimbang : 0,4                      0,2

$$\alpha = \frac{\text{mol terurai}}{\text{mol mula} - \text{mula}} = \frac{0,2}{0,6} = \frac{1}{3}$$

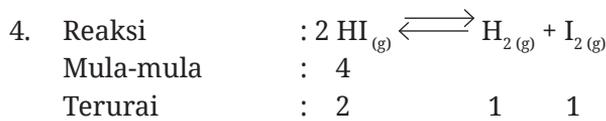


---

Setimbang : 0,6                      0,2    0,2

$$K = \frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2} = \frac{\left(\frac{0,2}{2}\right)\left(\frac{0,2}{2}\right)}{\left(\frac{0,6}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{0,01}{0,09} = \frac{1}{9}$$



---

Setimbang : 2                      1        1

a.  $P_{\text{total}} = 2,4 \text{ atm}$

$$p\text{H}_2 = \frac{\text{mol H}_2}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

$$p\text{I}_2 = \frac{\text{mol I}_2}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

$$p\text{HI} = 2,4 - (0,6 + 0,6)$$

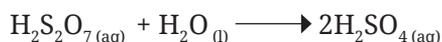
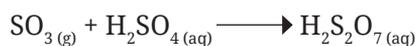
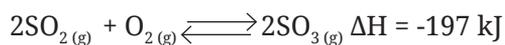
$$K_p = \frac{[p\text{H}_2][p\text{I}_2]}{[p\text{HI}]^2} = \frac{(0,6)(0,6)}{(1,2)^2} = 0,25$$

b.  $K_c = K_p (\text{RT})^{\Delta n}$

$$K_c = 0,25 (\text{RT})^{2-2}$$

$$K_c = 0,25$$

5. a. Reaksi proses kontak:



b. Hal-hal yang perlu ditempuh agar asam sulfat dapat menguntungkan:

- 1) menambahkan konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$ ;
- 2) memisahkan  $\text{SO}_3$  yang telah terbentuk;
- 3) dilakukan pada tekanan tinggi;
- 4) dilakukan pada suhu optimum  $\pm 475^\circ\text{C}$ ; dan
- 5) digunakan katalisator  $\text{V}_2\text{O}_5$ .

## J. Refleksi Guru

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai harapan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Keenan, Charles W (et.al). Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas* (terjemahan). Jakarta: Erlangga.
3. Hill, J. W, Petrucci R. H, Mc Creary T. W, dan Perry Scott S. 2005. *General Chemistry*. Fourth Edition. Amerika Serikat: Prentice Hall.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Matra pendidikan.com, (2022)*

# Bab 10

## Panduan Khusus **Sifat Koligatif Larutan**

## A. Pendahuluan

Sifat koligatif larutan merupakan materi yang penting dipelajari peserta didik kelas X program keahlian Teknik Kimia Industri. Dengan mempelajari materi tersebut, peserta didik memiliki gambaran cakupan ilmu yang akan dipelajari dan diterapkan dalam industri kimia. Setelah mempelajari materi tentang sifat koligatif larutan, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian sifat koligatif larutan.
2. Menjelaskan pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan.
3. Menghitung penurunan tekanan uap jenuh larutan elektrolit dan nonelektrolit.
4. Menghitung kenaikan titik didih larutan elektrolit dan nonelektrolit.
5. Menentukan harga  $M_r$  zat terlarut berdasarkan persamaan kenaikan titik didih larutan.
6. Menghitung penurunan titik beku larutan elektrolit dan nonelektrolit.
7. Menentukan tekanan osmotik larutan elektrolit dan nonelektrolit.
8. Mendeskripsikan penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai definisi sifat koligatif dan mengidentifikasi jenis-jenisnya.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sifat koligatif</li><li>• Fraksi mol</li><li>• Molalitas</li><li>• Molaritas</li><li>• Penurunan tekanan uap</li><li>• Kenaikan titik didih</li><li>• Penurunan titik beku</li><li>• Tekanan osmosis</li></ul>	Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati materi dan berdiskusi mengenai pengaruh zat terlarut terhadap tekanan uap, selanjutnya menyimpulkan dan mengomunikasikan hasilnya dalam forum diskusi kelas.		Buku siswa pada pada subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.
Mencermati materi dan berdiskusi mengenai pengaruh zat terlarut terhadap titik didih, selanjutnya menyimpulkan dan mengomunikasikan hasilnya dalam forum diskusi kelas.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.
Mencermati dan berdiskusi mengenai pengaruh zat terlarut terhadap titik beku, selanjutnya menyimpulkan dan mengomunikasikan hasilnya dalam forum diskusi kelas.		Buku siswa pada subab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.
Mencermati contoh soal dan pembahasan yang berkaitan dengan penurunan tekanan uap, kenaikan titik didih, dan penurunan titik beku.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengerjakan Aktivitas 10.1, yaitu mengidentifikasi kenaikan titik didih dan penurunan titik beku larutan nonelektrolit.		Buku siswa pada Aktivitas 10.1.	Sumber bacaan yang relevan dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit.
Mengomunikasikan hasil kegiatan pada Aktivitas 10.1, yaitu mengidentifikasi titik didih dan penurunan titik beku larutan nonelektrolit.		Buku siswa pada Aktivitas 10.1.	Sumber bacaan yang relevan dengan sifat koligatif larutan nonelektrolit.
Mencermati dan berdiskusi mengenai pengaruh zat terlarut terhadap tekanan osmosis, selanjutnya menyimpulkan dan mengomunikasikan hasilnya dalam forum diskusi kelas.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan nonelektrolit.

**Subbab:** B. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan melakukan tanya jawab tentang sifat koligatif larutan elektrolit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sifat koligatif</li> <li>• Fraksi mol</li> <li>• Molalitas</li> <li>• Molaritas</li> <li>• Penurunan tekanan uap</li> <li>• Kenaikan titik didih</li> <li>• Penurunan titik beku</li> <li>• Tekanan osmosis</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang faktor Van't Hoff pada sifat koligatif larutan elektrolit.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit
Memperhitungkan dan memasukkan faktor Van't Hoff pada rumus sifat koligatif larutan elektrolit.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.
Mencermati contoh soal dan pembahasan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.
Melakukan kegiatan sesuai petunjuk Aktivitas 10.2, yaitu mempelajari kenaikan titik didih beberapa larutan elektrolit.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.
Membuat laporan dan menjawab pertanyaan hasil kegiatan pada Aktivitas 10.2.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.
Mengomunikasikan hasil Aktivitas 10.2 dalam forum diskusi kelas.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan Elektrolit.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan elektrolit.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Melakukan penelusuran informasi dan berdiskusi tentang penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.		Buku siswa pada subbab Sifat Koligatif Larutan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sifat koligatif larutan.

### C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi konsentrasi larutan.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

### D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan tingkat awal pemahaman peserta didik tentang laju reaksi.

#### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau memanfaatkan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan guru untuk melakukan asesmen awal nonkognitif sebagai berikut.

- Apakah yang terjadi saat kamu merebus air hingga mendidih?
- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian setelah mengikuti kegiatan pembelajaran pada hari ini?

#### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui pengetahuan dasar peserta didik mengenai materi sifat koligatif larutan. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait dengan capaian pembelajaran pada materi sebagai berikut.

- Berapakah titik didih air pada tekanan biasa?
- Apakah air yang diberi sedikit zat terlarut memiliki titik didih yang sama?
- Bagaimana apabila zat terlarut yang ditambahkan lebih banyak?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 10

**Subbab:** A. Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Menjelaskan pengertian sifat koligatif larutan.
- Menjelaskan pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan
- Menghitung penurunan tekanan uap jenuh larutan nonelektrolit.
- Menghitung kenaikan titik didih larutan nonelektrolit.
- Menentukan harga  $M_r$  zat terlarut berdasarkan persamaan kenaikan titik didih larutan.
- Menghitung penurunan titik beku larutan nonelektrolit.
- Menentukan tekanan osmotik larutan nonelektrolit.
- Mendeskripsikan penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mencermati peristiwa terangkatnya tutup ketel saat air mendidih di atas kompor. Selanjutnya, peserta didik diminta menyampaikan pendapatnya mengenai alasan terjadinya peristiwa tersebut.
2. Peserta didik diminta membandingkan titik didih air dengan titik didih larutan, misalnya suhu air mendidih dengan suhu kuah sayur mendidih.
3. Selanjutnya, peserta didik diberi pertanyaan. Contoh pertanyaan tersebut, yaitu “Manakah yang titik didihnya lebih tinggi?; Bagaimana dengan titik bekunya?”.
4. Peserta didik ditunjuk secara acak untuk mengemukakan pendapatnya mengenai pertanyaan yang diajukan guru.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan untuk mencermati bahwa titik didih air 100 °C.
2. Selanjutnya, peserta didik diminta mengemukakan pendapat tentang persamaan titik didih larutan.
3. Peserta didik diajak mencermati bahwa titik beku air 0°C. Lantas guru mengajukan pertanyaan, yaitu “Bagaimana dengan air yang diberi sedikit zat terlarut, misalnya gula saat membuat es manis. Apakah juga membeku pada suhu 0°C?”.
4. Peserta didik diminta menganalisis pengaruh zat terlarut terhadap titik didih dan titik beku larutan.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk memahami definisi sifat koligatif larutan.
2. Peserta didik diminta mencermati pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan.
3. Peserta didik diminta mendefinisikan tekanan uap.
4. Peserta didik diarahkan untuk mencermati pengaruh zat terlarut pada tekanan uap larutan.
5. Peserta didik diajak untuk mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam dan terjadinya dua musim di Indonesia.
6. Peserta didik diminta mencermati pengaruh zat terlarut terhadap titik didih dan titik beku larutan.
7. Peserta didik diarahkan berdiskusi kelompok untuk mengerjakan kegiatan pada Aktivitas 10.1.
8. Peserta didik diminta mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum diskusi kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok.
9. Peserta didik diajak mencermati definisi osmosis dan tekanan osmosis.
10. Peserta didik diajak untuk membaca dan berdiskusi tentang pengaruh zat terlarut terhadap tekanan osmosis larutan.
11. Peserta didik diarahkan mencermati contoh soal dan penyelesaiannya. Selanjutnya, peserta didik diminta menyelesaikan soal sifat koligatif.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak untuk mencermati pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan. Selanjutnya, guru meminta peserta didik untuk menelaah penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang subbab Sifat Koligatif Larutan Nonelektrolit.

2. Peserta didik diminta menyampaikan materi pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik dijelaskan karakter yang diperoleh peserta didik setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi sifat koligatif larutan dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju subbab B.

**Subbab:** B. Sifat Koligatif Larutan Elektrolit

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- Menjelaskan pengertian sifat koligatif larutan.
- Menjelaskan pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan.
- Menghitung penurunan tekanan uap jenuh larutan elektrolit.
- Menghitung kenaikan titik didih larutan elektrolit.
- Menentukan harga  $M_r$  zat terlarut berdasarkan persamaan kenaikan titik didih larutan.
- Menghitung penurunan titik beku larutan elektrolit.
- Menentukan tekanan osmotik larutan elektrolit.
- Mendeskripsikan penerapan sifat koligatif larutan dalam kehidupan sehari-hari.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan untuk mencermati uap larutan nonelektrolit memiliki tekanan lebih rendah dari tekanan uap air. Selanjutnya, guru meminta peserta didik mengemukakan pendapatnya mengenai tekanan uap pada larutan elektrolit.

2. Peserta didik diarahkan untuk membandingkan titik didih air dengan titik didih larutan nonelektrolit dan titik didih larutan elektrolit dengan molalitas yang sama.
3. Selanjutnya, peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - Manakah yang titik didihnya paling tinggi?
  - Bagaimana dengan titik bekunya?
4. Peserta didik diberi kesempatan untuk mengemukakan pendapatnya dalam forum diskusi kelas.

### Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan bahwa titik didih larutan nonelektrolit  $>100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Peserta didik diminta mengemukakan pendapatnya tentang titik didih larutan elektrolit.
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati bahwa titik beku larutan nonelektrolit  $<0^{\circ}\text{C}$  dan memberikan pertanyaan mengenai titik beku pada larutan elektrolit.
4. Peserta didik diminta menganalisis pengaruh zat terlarut terhadap titik didih dan titik beku larutan elektrolit.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk mencermati pengaruh zat terlarut pada tekanan uap larutan.
2. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam dan terjadinya dua musim di Indonesia.
3. Peserta didik diajak untuk mencermati pengaruh zat terlarut terhadap titik didih dan titik beku larutan.
4. Peserta didik diarahkan berdiskusi kelompok untuk mengerjakan Aktivitas 10.2.
5. Peserta didik diminta mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum diskusi kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok.
6. Peserta didik diminta melakukan penelusuran informasi dari berbagai sumber untuk mengetahui pengertian osmosis dan tekanan osmosis.
7. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi tentang pengaruh zat terlarut terhadap tekanan osmosis larutan.
8. Peserta didik diminta mencermati contoh soal dan penyelesaian, kemudian latihan menyelesaikan soal sifat koligatif.
9. Peserta didik diberi kesempatan menyampaikan pertanyaan apabila ada materi yang belum dipahami.
10. Peserta didik diberi umpan balik terhadap pertanyaan peserta didik.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak untuk mencermati pengaruh zat terlarut terhadap sifat koligatif larutan. Contoh: Campuran es batu dan garam dapur sebagai pendingin pada pembuatan es puter. Pengolahan air laut menjadi air tawar dengan reverse osmosis.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mengemukakan pendapatnya mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami.
2. Peserta didik diminta menjelaskan secara singkat mengenai materi yang telah diperoleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat dan pentingnya mempelajari materi pada pertemuan ini.
4. Kepada peserta didik ditanamkan nilai-nilai karakter melalui cerita sederhana ataupun pengalaman pribadi yang menginspirasi berkaitan dengan materi pada subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penjelasan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi sifat koligatif larutan dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju bab berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan diberikan kepada peserta didik yang telah mencapai nilai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

- a. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diajak mendiskusikan materi yang telah dibaca.
- c. Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk verbal ataupun tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan ini juga dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

## 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian.
- 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.
- 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.
- 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan pembelajaran, sebelum dan sesudah dilaksanakan. Guru meminta bantuan orang tua untuk mengawasi peserta didik, khususnya penugasan yang berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru juga menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru menjalin komunikasi dengan orang tua melalui telepon, media sosial, atau media lainnya. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan melalui beberapa cara berikut.

Contoh Rubrik Penilaian Observasi

No.	Nama Peserta didik	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1.						
2.						
3.						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut. 4 = sangat baik; 3 = baik; 2 = cukup; 1 = kurang.

### Contoh Lembar Penilaian Presentasi

No.	Nama Peserta Didik	Skor (Skala 1-4)				
		Penggunaan Bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran Jawaban	Pembuatan bahan presentasi
1.						
2.						
3.						

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 10

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	20	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	20	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	20	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	20	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

$$1. \text{ Mol urea} = \frac{\text{Massa}}{\text{Mr}} = \frac{10}{60} = \frac{1}{6}$$

$$\text{Mol H}_2\text{O} = \frac{90}{18} = 5$$

$$\Delta P = x_t P^\circ$$

$$= \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{6} + 5} \times 70$$

$$= 2,26 \text{ mmHg}$$

$$P = P^\circ - \otimes P$$

$$= 70 - 2.26$$

$$= 67,74 \text{ mmHg}$$

$$2. \Delta T_f = \frac{\text{Massa}}{\text{Mr}} \cdot \frac{1000}{P} \text{ kf}$$

$$8 = \frac{28}{\text{Mr}} \cdot \frac{1000}{250} \cdot 5$$

$$8 = \frac{28 \cdot 4.5}{\text{Mr}}$$

$$\text{Mr} = \frac{28 \cdot 4.5}{8}$$

$$= 70$$

$$\text{Mr} (\text{CH}_2)_n = 70$$

$$(12 + 2) n = 70$$

$$14n = 70$$

$$n = 5$$

Rumus molekul  $(\text{CH}_2)_5 = \text{C}_5\text{H}_{10}$ , pentena

3. Urea 10% 10 gram urea

90 gram air

$$a. \Delta T_b = m \cdot K_b$$

$$= \frac{100}{60} \cdot \frac{1000}{90} \cdot 0,52$$

$$= 0,96^\circ \text{ C}$$

$$T_b = 100 + 0,96$$

$$= 100,96^\circ \text{ C}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } \Delta T_f &= m \cdot K_f \\
 &= \frac{100}{60} \cdot \frac{1000}{90} \cdot 1,86 \\
 &= 3,44^\circ \text{ C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_f &= 0 - 3,44 \\
 &= -3,44^\circ \text{ C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. } \Delta P &= x \cdot P^\circ \\
 &= \frac{\text{Mol B}}{\text{Mol B} + \text{Mol A}} \cdot P^\circ
 \end{aligned}$$

$$4. \Delta T_b = m \cdot k_b$$

$$0,2 = m \cdot 0,52$$

$$m = \frac{0,2}{0,52}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta T_f &= m \cdot k_f \\
 &= \frac{0,2}{0,52} \cdot 1,86
 \end{aligned}$$

$$= 0,75^\circ \text{ C}$$

$$T_f = 0 - 0,75$$

$$= -0,75^\circ \text{ C}$$

$$5. \pi = M R T$$

$$32,8 = M \cdot 0,082 (27 + 273)$$

$$32,8 = M \cdot 0,082 \cdot 300$$

$$32,8 = m \cdot 24,6$$

$$M = \frac{32,8}{24,6}$$

$$M = \frac{\text{Massa}}{\text{Mr} \cdot V}$$

$$1,3 = \frac{24}{\text{Mr} \cdot 0,25}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Mr} &= \frac{24}{1,3 \cdot 0,25} \\
 &= 72
 \end{aligned}$$

## J. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi terhadap kegiatan pembelajaran yang dilakukan melalui beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Keenan, Charles W (et.al). Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas* (terjemahan). Jakarta: Erlangga.
3. Hill, J. W, Petrucci R. H, McCreary T. W, dan Perry Scott S. 2005. *General Chemistry*. Fourth Edition. Amerika Serikat: Prentice Hall.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Suzuki.co.id, (2022)*

# Bab 11

## Panduan Khusus **Redoks dan Elektrokimia**

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang redoks dan elektrokimia sangat penting bagi peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Pemahaman mengenai cakupan ilmu yang akan dipelajari dan gambaran begitu banyak reaksi redoks yang diterapkan dalam kehidupan sehari-hari dan industri, diharapkan dapat menumbuhkan semangat belajar peserta didik. Setelah mempelajari materi ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Membedakan reaksi redoks dengan reaksi bukan redoks.
2. Menyetarakan reaksi redoks dengan metode setengah reaksi dan perubahan bilangan oksidasi.
3. Menuliskan persamaan sel elektrokimia.
4. Menentukan potensial reduksi pada beberapa reaksi redoks.
5. Menjelaskan proses terjadinya korosi pada logam.
6. Menjelaskan cara-cara mencegah atau menghambat terjadinya proses korosi.
7. Menuliskan reaksi elektrolisis pada lelehan dan beberapa larutan.
8. Menerapkan hukum Faraday untuk menghitung massa endapan yang dihasilkan pada elektrolisis.
9. Menerapkan konsep reaksi redoks untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Perkembangan Konsep Reaksi Redoks

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai perkembangan konsep reaksi redoks.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reaksi reduksi</li><li>• Reaksi oksidasi</li><li>• Bilangan oksidasi</li><li>• Setengah reaksi</li></ul>	Buku siswa pada subbab Perkembangan Konsep Reaksi Redoks.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.
Mencermati dan berdiskusi mengenai konsep reaksi redoks ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen.		Buku siswa pada konsep reaksi redoks ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati dan berdiskusi mengenai konsep reaksi redoks ditinjau dari penerimaan dan pelepasan elektron.		Buku siswa pada konsep reaksi redoks ditinjau dari penerimaan dan pelepasan elektron.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.
Mencermati dan berdiskusi mengenai konsep reaksi redoks ditinjau dari peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi.		Buku siswa pada konsep reaksi redoks ditinjau dari peningkatan dan penurunan bilangan oksidasi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.
Melakukan Aktivitas 11.1 Mengamati contoh reaksi redoks.		Buku siswa pada Aktivitas 11.1.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.
Mengomunikasikan hasil Aktivitas 11.1, yaitu mengamati contoh reaksi redoks.		Buku siswa pada Aktivitas 11.1 dan laporan hasil percobaan.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang perkembangan konsep reaksi redoks.

**Subbab: B. Penyetaraan Reaksi Redoks**

**Alokasi Waktu: 6 Jam Pelajaran (JP)**

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab mengenai penyetaraan reaksi redoks.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaksi reduksi</li> <li>• Reaksi oksidasi</li> <li>• Bilangan oksidasi</li> <li>• Setengah reaksi</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Penyetaraan Reaksi Redoks.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.
Membaca dan berdiskusi tentang penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sel volta</li> <li>• Potensial sel</li> <li>• Korosi</li> <li>• Sel elektrolisis</li> <li>• Hukum Faraday</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Penyetaraan Reaksi Redoks Cara Setengah Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menelaah contoh penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.		Buku siswa pada subbab Penyetaraan Reaksi Redoks Cara Setengah Reaksi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.
Membaca dan berdiskusi tentang penyetaraan reaksi redoks dengan cara bilangan oksidasi.		Buku siswa pada subbab Penyetaraan Reaksi Redoks Cara Bilangan Oksidasi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.
Menelaah contoh penyetaraan reaksi redoks dengan cara bilangan oksidasi.		Buku siswa pada subbab penyetaraan reaksi redoks cara bilangan oksidasi.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.
Mengerjakan Aktivitas 11.2, yaitu menyetarakan reaksi redoks, cara setengah reaksi, dan cara bilangan oksidasi.		Buku siswa pada Aktivitas 11.2.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.
Mengomunikasikan penyetaraan reaksi redoks pada aktivitas 11.2.		Buku siswa pada Aktivitas 11.2 dan pekerjaan siswa.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang penyetaraan reaksi redoks.

**Subbab:** C. Elektrokimia

**Alokasi Waktu:** 24 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai elektrokimia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sel volta</li> <li>• Potensial sel</li> <li>• Korosi</li> <li>• Sel elektrolisis</li> <li>• Hukum Faraday.</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Elektrokimia.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang elektrokimia.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati dan berdiskusi mengenai sel volta.		Buku siswa pada materi sel volta.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sel volta.
Berdiskusi dan tanya jawab tentang notasi sel dan rumus potensial sel.		Buku siswa tentang notasi sel dan rumus potensial sel.	Sumber bacaan di internet dan sumber lain yang relevan tentang sel volta.
Mencermati contoh soal tentang potensial sel dan penyelesaian dilanjutkan latihan menghitung potensial sel.		Buku siswa pada contoh soal sel volta.	Sumber bacaan yang relevan dengan potensial sel.
Membaca dan berdiskusi mengenai sel volta dalam kehidupan sehari-hari (baterai dan aki).		Buku siswa pada materi sel volta dalam kehidupan sehari-hari.	Sumber bacaan yang relevan dalam kehidupan sehari-hari dengan materi sel volta.
Membaca dan berdiskusi mengenai sel elektrolisis.		Buku siswa pada materi sel elektrolisis.	Sumber bacaan yang relevan dengan sel elektrolisis.
Membaca dan berdiskusi mengenai reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis.		Buku siswa pada reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis.	Sumber bacaan yang relevan tentang reaksi yang terjadi pada sel elektrolisis.
Berdiskusi dan tanya jawab tentang hukum Faraday.		Buku siswa pada hukum Faraday.	Sumber bacaan yang relevan dengan hukum Faraday.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati contoh soal penerapan hukum Faraday kemudian berlatih menyelesaikan soal yang berkaitan dengan hukum Faraday I.		Buku siswa pada contoh soal hukum Faraday I.	Sumber bacaan yang relevan dengan hukum Faraday I.
Mencermati contoh soal penerapan hukum Faraday kemudian berlatih menyelesaikan soal berkaitan dengan hukum Faraday II.		Buku siswa pada contoh soal hukum Faraday II.	Sumber bacaan yang relevan dengan hukum Faraday II.
Membaca dan berdiskusi tentang kegunaan elektrolisis.		Buku siswa pada kegunaan elektrolisis.	Sumber bacaan yang relevan dengan kegunaan elektrolisis.
Mengerjakan Aktivitas 11.3 No.1, yaitu mengamati proses elektrolisis.		Buku siswa pada Aktivitas 11.3 No. 1, yaitu mengamati proses elektrolisis.	Sumber bacaan yang relevan dengan kegunaan elektrolisis.
Membaca dan berdiskusi tentang korosi.		Buku siswa pada materi korosi.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi korosi.
Mengerjakan Aktivitas 11.3 No.2 tentang korosi pada besi.		Buku siswa pada aktivitas 11.3 No.2 tentang korosi pada besi.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi korosi.
Membaca dan berdiskusi mengenai cara mencegah korosi pada besi.		Buku siswa pada materi korosi.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi korosi.

## C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi persamaan reaksi dan stoikiometri.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

## D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang reaksi kimia, stoikiometri, dan larutan standar.

### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis, kegiatan di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Contoh pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- a. Apa yang kalian rasakan saat ini?
- b. Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- c. Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- d. Apa hal yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- e. Apa harapan kalian tentang pembelajaran hari ini?

### 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik redoks dan elektrokimia. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran sekarang. Peserta didik diminta menjawab pertanyaan berikut.

- a. Bagaimana proses perkaratan besi?
- b. Apa yang kalian ketahui tentang baterai dan aki?
- c. Kalian telah mempelajari persamaan reaksi pada pelajaran yang lalu, bagaimana reaksi yang terjadi pada baterai dan aki?
- d. Bagaimana menurut kalian cara mencegah korosi pada besi?
- e. Apakah tujuan melapisi logam besi dengan nikel atau krom?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 11

**Subbab:** A. Perkembangan Konsep Reaksi Redoks

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu membedakan reaksi redoks dengan reaksi bukan redoks.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati gambar pada kover bab?
  - b. Apakah yang kalian rasakan jika tidak ada aki atau baterai?
3. Peserta didik diarahkan untuk mencermati peristiwa elektrokimia yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diminta mencermati gambar pada kover bab.
2. Peserta didik memberikan contoh peristiwa elektrokimia yang sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari.
3. Peserta didik diajak berpikir mengenai proses kerja baterai dan aki.
4. Setelah pulang sekolah, peserta didik mengamati baterai atau aki yang dimiliki.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan tentang perbedaan antara reaksi redoks dan bukan redoks.
2. Peserta didik diajak mengenal perkembangan konsep reaksi redoks.
3. Peserta didik mencari informasi tentang konsep reaksi redoks ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen.

4. Peserta didik mencari keterbatasan konsep redoks ditinjau dari penggabungan dan pelepasan oksigen.
5. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam di Indonesia.
6. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diarahkan untuk bersikap baik dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik mencermati konsep reaksi redoks berdasar pelepasan dan pengikatan elektron.
8. Peserta didik berdiskusi tentang keterbatasan konsep reaksi redoks berdasarkan pelepasan dan pengikatan elektron.
9. Peserta didik dijelaskan tentang bilangan oksidasi dan cara penentuannya.
10. Peserta didik diajak mencermati konsep reaksi redoks ditinjau dari kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi.
11. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang jenis reaksi, oksidator, reduktor, hasil oksidasi, dan hasil reduksi pada suatu reaksi.
12. Peserta didik melakukan Aktivitas 11.1, yaitu mengamati contoh reaksi redoks.
13. Peserta didik mengomunikasikan hasil Aktivitas 11.1. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap peserta didik.

### **Aplikasi Konsep**

Peserta didik mencermati konsep redoks secara lebih luas. Peserta didik diajak menelaah banyaknya reaksi redoks dalam kehidupan sehari-hari dan industri. Peserta didik diharapkan dapat memanfaatkan reaksi redoks yang menguntungkan dan mencegah reaksi redoks yang dapat merusak atau merugikan.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik berdiskusi tentang materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami terkait pembelajaran pada subbab perkembangan konsep reaksi redoks.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat mempelajari subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap penulisan persamaan reaksi. Hal ini menjadi pengantar menuju pembahasan materi subbab B.

**Subbab:** B. Penyetaraan Reaksi Redoks

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu menyetarakan reaksi redoks dengan metode setengah reaksi dan perubahan bilangan oksidasi.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik ditunjukkan contoh reaksi redoks dalam bentuk ion yang sulit disetarakan secara langsung.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai cara menyetarakan reaksi redoks.
3. Salah satu peserta didik diminta menjawab dan menjelaskan alasannya.
4. Peserta didik diberi pertanyaan tentang setengah reaksi reduksi dan oksidasi yang telah dipelajari.
5. Peserta didik diajak mengonstruksi bagaimana menyetarakan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diberi contoh reaksi redoks yang sulit disetarakan secara langsung.
2. Peserta didik diminta mencoba menyetarakan dengan cara seperti biasanya.
3. Peserta didik diberi pertanyaan apakah kalian mengalami kesulitan menyetarakan reaksi tersebut dengan cara seperti biasanya?
4. Peserta didik diberi pemahaman dalam penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak mencermati penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.
2. Peserta didik diajak berpikir mengenai langkah-langkah penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.
3. Peserta didik menelaah contoh soal penyetaraan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.
4. Peserta didik diajak berlatih menyetarakan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi.
5. Peserta didik menelaah contoh soal yang disetarakan dengan cara perubahan bilangan oksidasi.
6. Peserta didik menyampaikan pendapat tentang langkah-langkah menyetarakan reaksi redoks dengan cara perubahan bilangan oksidasi.
7. Peserta didik diajak berpikir tentang langkah-langkah menyetarakan reaksi redoks dengan cara perubahan bilangan oksidasi.
8. Peserta didik berlatih menyetarakan reaksi redoks dengan cara perubahan bilangan oksidasi.
9. Peserta didik berdiskusi dan bekerja secara berkelompok untuk membahas Aktivitas 11.2, yaitu menyetarakan reaksi redoks dengan cara setengah reaksi dan cara perubahan bilangan oksidasi.
10. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik mencermati cara menyetarakan reaksi redoks. Guru memberikan soal lain yang setingkat sebagai latihan mengaplikasikan langkah-langkah kedua cara penyetaraan reaksi redoks.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami terkait subbab penyetaraan reaksi redoks.
2. Peserta didik diberi waktu menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat mempelajari subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan lalu akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam melakukan perhitungan kimia.
3. Peserta didik dimotivasi mengembangkan rasa ingin tahu dalam menyetarakan reaksi redoks, baik dengan cara setengah reaksi maupun cara perubahan bilangan oksidasi. Hal ini menjadi pengantar menuju pembelajaran pada subbab C.

**Subbab:** C. Elektrokimia

**Alokasi Waktu:** 24 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menuliskan persamaan sel elektrokimia;
- menentukan potensial reduksi pada beberapa reaksi redoks;
- menjelaskan proses terjadinya korosi pada logam;
- menjelaskan cara mencegah atau menghambat terjadinya proses korosi;
- menuliskan reaksi elektrolisis pada lelehan dan beberapa larutan;
- menerapkan hukum Faraday untuk menghitung massa endapan yang dihasilkan pada elektrolisis; serta
- menerapkan konsep reaksi redoks untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diajak mencermati gambar kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apakah yang timbul di benak kalian setelah mencermati gambar di kover bab?
  - b. Apakah yang kalian ketahui tentang aki?
3. Peserta didik diarahkan mencermati cara aki menghasilkan arus listrik.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diajak mencermati gambar kover bab.
2. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apakah fungsi aki seperti pada gambar?
  - b. Apakah yang kalian ketahui tentang aki?
3. Peserta didik mencermati proses yang terjadi pada aki.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta mengingat kembali reaksi redoks dan cara menyetarakan.
2. Peserta didik mencermati penerapan reaksi redoks pada elektrokimia.
3. Peserta didik mencari informasi dari berbagai sumber tentang elektrokimia.
4. Peserta didik mencermati susunan sel volta melalui Gambar 11.1 pada buku siswa.
5. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat Tuhan atas terjadinya reaksi redoks yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.
6. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diarahkan untuk bersikap baik dalam mengelola reaksi redoks untuk menunjang kebutuhan manusia.
7. Peserta didik diajak menelaah notasi sel volta dan rumus menghitung potensial sel.
8. Peserta didik diajak menelaah contoh soal dan penyelesaian tentang notasi sel dan potensial sel.
9. Peserta didik diajak berlatih menyelesaikan soal tentang notasi sel dan potensial sel.
10. Peserta didik mencermati sel volta dalam kehidupan sehari-hari (baterai dan aki).
11. Peserta didik diajak mencermati sel elektrolisis melalui Gambar 11.6 pada buku siswa.
12. Peserta didik diajak mencermati reaksi yang terjadi di anoda dan katoda pada sel elektrolisis.
13. Peserta didik diajak berlatih menuliskan persamaan reaksi yang terjadi di anoda dan katoda suatu sel elektrolisis.
14. Peserta didik diarahkan mencermati hukum Faraday I dan II serta rumus menghitung hasil reaksi elektrolisis.
15. Peserta didik diajak berlatih menyelesaikan soal yang berkaitan dengan hukum Faraday I dan II.
16. Peserta didik diajak mencermati kegunaan elektrolisis.
17. Peserta didik berdiskusi dan bekerja berkelompok untuk melakukan Aktivitas 11.3 Nomor 1.

18. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap peserta didik/kelompok.
19. Peserta didik diarahkan mencermati proses korosi pada besi melalui Gambar 11.10 pada buku siswa.
20. Peserta didik diarahkan berdiskusi dan bekerja secara berkelompok untuk melakukan Aktivitas 11.3 Nomor 2.
21. Peserta didik diajak mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain dapat menanggapi hasil kerja peserta didik lainnya. Guru memvalidasi hasil kerja setiap kelompok/peserta didik.
22. Peserta didik diajak berdiskusi tentang cara mencegah terjadinya korosi pada besi.

### **Aplikasi Konsep**

Peserta didik diajak mencermati penerapan reaksi redoks pada sel elektrokimia. Peserta didik diajak menelaah banyaknya manfaat sel elektrokimia untuk menunjang kebutuhan manusia.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang subbab elektrokimia.
2. Peserta didik diminta menyampaikan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan yang lalu akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan reaksi redoks untuk kemaslahatan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk memiliki rasa ingin tahu terhadap perhitungan kimia. Hal ini menjadi pengantar menuju pembelajaran pada bab berikutnya.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilaksanakan untuk peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- Peserta didik mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa di bagian pengayaan.
- Peserta didik diminta berdiskusi tentang materi pengayaan yang dibaca.
- Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk verbal ataupun tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan
- 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan kunjungan industri. Guru mengajukan izin kepada pihak industri perihal kunjungan industri mulai dari persyaratan, informasi yang akan digali, dan teknis pelaksanaannya. Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon atau media sosial. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

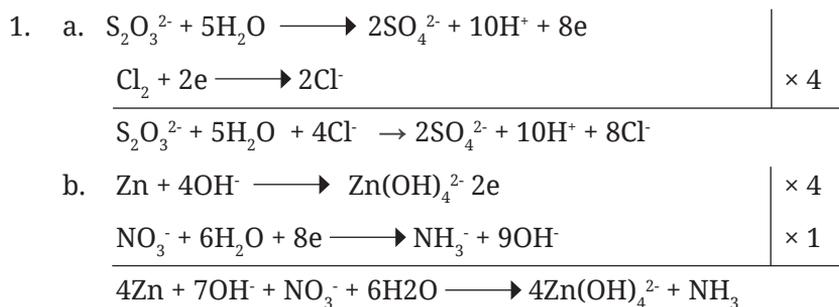
Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 11

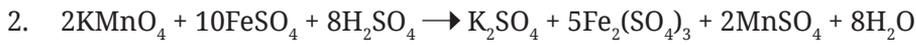
Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian(✓)
1.	20	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	20	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	20	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	20	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi





$$\begin{aligned} \text{Mol KMnO}_4 &= \frac{2}{10} \times \text{mol FeSO}_4 \\ &= \frac{2}{10} \times 0,5 \text{ mol} \\ &= 0,1 \text{ mol} \end{aligned}$$

$$3. \quad E_{\text{sel}} = E^\circ \text{ Katoda} - E^\circ \text{ Anoda}$$



$$\begin{aligned} E_{\text{sel}} &= E^\circ \text{Ag} - E^\circ \text{Cu} \\ &= 0,80 - 0,34 \\ &= +0,46 \text{ volt} \end{aligned}$$

Jadi, reaksi tersebut dapat berlangsung spontan.

$$4. \quad m = e \cdot f$$

$$16 = \frac{Ar}{\text{Valensi}} \cdot 0,5$$

$$16 = \frac{Ar}{2} \cdot 0,5$$

$$Ar = \frac{16 \cdot 2}{0,5} = 64$$

5. Cara pencegahan korosi logam besi pada berbagai keperluan sebagai berikut.
  - a. Melapisi logam dengan cat, minyak atau oli, plastik atau dengan logam lain yang tahan korosi, misalnya krom, nikel, dan perak.
  - b. Logam yang dilindungi dari korosi diposisikan sebagai katoda, kemudian dihubungkan dengan logam lain yang lebih mudah teroksidasi, misalnya Mg.

## J. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi setelah melaksanakan pembelajaran melalui beberapa pertanyaan berikut.

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai harapan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Keenan, Charles W (et.al). Pudjaatmaka. 1999. *Ilmu Kimia Universitas* (terjemahan). Jakarta: Erlangga.
3. Hill, J.W, Petrucci R. H, McCreary T.W, dan Perry Scott S. 2005. *General Chemistry*. Fourth Edition. Amerika Serikat: Prentice Hall.

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

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Edward Jenner/Merdeka.com (2021)*

# Bab 12

## Panduan Khusus **Dasar Mikrobiologi**

## A. Pendahuluan

Pemahaman tentang materi dasar mikrobiologi perlu dimiliki peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Materi tersebut dapat dijadikan bekal peserta didik untuk melaksanakan prosedur pengoperasian peralatan-peralatan mikrobiologi dan melaksanakan penghitungan jumlah mikroorganisme.

Setelah mempelajari Bab 12 tentang dasar mikrobiologi, peserta didik diharapkan mampu:

1. menjelaskan konsep mikrobiologi;
2. menjelaskan penerapan mikrobiologi di industri;
3. mengidentifikasi bakteri dan kapang;
4. membuat media mikrobiologi;
5. melaksanakan teknik sterilisasi;
6. melaksanakan teknik isolasi dan inokulasi; serta
7. menghitung jumlah bakteri atau kapang.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Konsep Mikrobiologi  
B. Penerapan Mikrobiologi di Industri  
C. Identifikasi Bakteri dan Kapang

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai konsep mikrobiologi.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mikrobiologi</li><li>• Mikroorganisme</li><li>• Bakteri</li><li>• Kapang</li></ul>	Buku siswa pada subbab A, yaitu Konsep Mikrobiologi.	Sumber bacaan di internet atau media lain yang relevan tentang mikrobiologi.
Menelusuri informasi mengenai perbedaan jenis-jenis mikroorganisme.		Buku siswa pada materi jenis-jenis mikroorganisme.	Sumber bacaan atau video di internet atau media lain yang relevan tentang jenis-jenis mikroorganisme.
Menjelaskan penerapan mikrobiologi di bidang industri.		Buku siswa pada subbab B, yaitu Penerapan Mikrobiologi di Industri.	Sumber bacaan di internet tentang penerapan mikrobiologi di industri.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mendiskusikan tugas proyek mengenai penerapan mikrobiologi di bidang industri.		Buku siswa pada tugas proyek.	Sumber bacaan atau video di internet tentang pembuatan tempe, tape, keju, dan lainnya.
Menelaah materi tentang bakteri dan kapang.		Buku siswa pada subbab C, yaitu Identifikasi Bakteri dan Kapang.	Sumber bacaan yang relevan dengan materi bakteri dan kapang.
Mengerjakan Aktivitas 12.1 tentang mengidentifikasi kapang dengan mikroskop.		Buku siswa pada Aktivitas 12.1.	Sumber bacaan atau video yang relevan dengan materi bakteri dan kapang.

**Subbab:** D. Media Pertumbuhan Mikroba  
E. Teknik Sterilisasi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang materi media pertumbuhan mikroba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Media pertumbuhan mikroba</li> <li>Teknik sterilisasi</li> </ul>	Buku siswa pada subbab D, yaitu Media Pertumbuhan Mikroba.	Sumber bacaan di internet atau media lain yang relevan tentang media pertumbuhan mikroba.
Mengerjakan Aktivitas 12.2, yaitu mencari video tentang pembuatan media pertumbuhan mikroba.		Buku siswa pada Aktivitas 12.2.	Sumber bacaan atau video di internet tentang cara pembuatan media pertumbuhan mikroba.
Membaca dan berdiskusi tentang teknik sterilisasi.		Buku siswa pada subbab E, yaitu Teknik Sterilisasi.	Sumber bacaan di internet atau media lain yang relevan tentang teknik sterilisasi.
Mengerjakan Aktivitas 12.3, yaitu mengkaji proses sterilisasi.		Buku siswa pada Aktivitas 12.3.	Sumber bacaan atau video tentang proses sterilisasi.

**Subbab:** F. Teknik Isolasi dan Inokulasi

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang teknik isolasi dan inokulasi.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Teknik isolasi</li><li>• Inokulasi</li></ul>	Buku siswa pada subbab F, yaitu Teknik Isolasi dan Inokulasi.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang teknik isolasi dan inokulasi.
Mengerjakan Aktivitas 12.4 tentang isolasi dan inokulasi.		Buku siswa pada Aktivitas 12.4.	Sumber bacaan atau video di internet tentang teknik isolasi dan inokulasi.

**Subbab:** G. Penentuan Jumlah Bakteri/Kapang

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi tentang penentuan jumlah bakteri atau kapang.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jumlah bakteri/kapang</li><li>• <i>Total Plate Count</i> (TPC)</li></ul>	Buku siswa pada subbab penentuan jumlah bakteri/kapang.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penentuan jumlah bakteri atau kapang.
Mengerjakan Aktivitas 12.5 tentang pengujian total kapang.		Buku siswa pada Aktivitas 12.5.	Sumber bacaan atau video tentang pengujian total kapang.

### C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan menerapkan K3LH.

### D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan tingkat awal pemahaman peserta didik tentang dasar mikrobiologi.

## 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau memanfaatkan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan guru untuk melakukan asesmen awal nonkognitif sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?
- Hal apa yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian setelah mengikuti kegiatan pembelajaran pada hari ini?

## 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik mengenai materi dasar mikrobiologi. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran pada materi berikut.

- Apakah kalian pernah membuat tempe, tape, atau keju?
- Bagaimana peran mikroorganisme di industri kimia?
- Apakah kalian pernah menggunakan mikroskop?
- Bagaimana cara melakukan isolasi dan inokulasi mikroorganisme?
- Bagaimana cara menghitung jumlah bakteri atau kapang?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 12

**Subbab:** A. Konsep Mikrobiologi  
B. Penerapan Mikrobiologi di Industri  
C. Identifikasi Bakteri dan Kapang

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan konsep mikrobiologi;
- menjelaskan penerapan mikrobiologi di industri; serta
- mengidentifikasi bakteri dan kapang.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi penjelasan tentang kegunaan etanol dengan menunjukkan *hand sanitizer*.

2. Peserta didik diberikan beberapa pertanyaan terkait *hand sanitizer*. Contoh pertanyaan tersebut sebagai berikut.
  - Senyawa apa yang paling banyak terkandung dalam *hand sanitizer*?
  - Bagaimana proses pembuatan etanol sebagai bahan baku *hand sanitizer*?
3. Peserta didik diminta melakukan penelusuran internet dengan mengunjungi *website* perusahaan yang memproduksi etanol.
4. Guru mengajukan pertanyaan kepada peserta didik mengenai bahan baku pembuatan etanol dan mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi.
5. Peserta didik diberi pertanyaan bahwa proses produksi yang melibatkan mikroorganisme memiliki sifat dan fungsi yang spesifik.
6. Selanjutnya, peserta didik diminta mencermati materi tentang jenis-jenis mikroba dan kegunaannya.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai pengalaman mereka mengonsumsi makanan dengan tambahan keju, seperti roti.
2. Peserta didik diminta mencari video tentang cara pembuatan keju di internet.
3. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai bahan baku dan mikroorganisme yang digunakan untuk pembuatan keju tersebut.
4. Peserta didik dijelaskan bahwa proses produksi yang melibatkan mikroorganisme memiliki sifat dan fungsi yang spesifik.
5. Peserta didik diminta mempelajari jenis-jenis mikroba dan kegunaannya.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mengingat kembali fenomena pandemi Covid-19 tentang pentingnya menggunakan *hand sanitizer* untuk menjaga kebersihan tangan dari virus.
2. Peserta didik diajak mensyukuri karunia Tuhan Yang Maha Esa yang telah menciptakan berbagai makhluk dengan ukuran yang beragam.
3. Peserta didik diminta membaca materi konsep mikrobiologi.
4. Peserta didik diberi kesempatan mengemukakan pendapatnya mengenai perbedaan mikrobiologi dan mikroorganisme.
5. Peserta didik dijelaskan mengenai keberadaan mikroorganisme dapat ditemukan di udara, air, tanah, ataupun dalam makhluk hidup yang lain.
6. Selanjutnya, peserta didik diminta mempelajari perbedaan jenis-jenis mikroorganisme.
7. Peserta didik diminta untuk membaca dan berdiskusi tentang penerapan mikrobiologi di industri.
8. Selanjutnya, peserta didik diminta mendiskusikan tugas proyek penerapan mikrobiologi di industri.

9. Peserta didik diarahkan untuk membaca dan berdiskusi tentang cara mengidentifikasi bakteri dan kapang.
10. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai pengelompokan kapang.
11. Peserta didik diminta mengungkapkan pendapatnya mengenai nama kapang, manfaat, atau kerugiannya.
12. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 12.1 untuk mengidentifikasi kapang dengan mikroskop.
13. Peserta didik ditekankan senantiasa menggunakan alat pelindung diri dengan benar.
14. Peserta didik diminta menuliskan hasil pengamatannya di laporan sementara.
15. Peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil pekerjaannya di depan kelas. Peserta didik lain diminta menanggapi hasil presentasi temannya. Guru memvalidasi hasil pekerjaan peserta didik.
16. Selanjutnya, peserta didik diminta membuat laporan resmi sebagai hasil pengerjaan Aktivitas 12.1.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak mengamati beberapa produk makanan yang memanfaatkan mikroorganisme, misalnya kecap, *yoghurt*, susu fermentasi, dan keju. Selanjutnya, peserta didik diminta mengidentifikasi jenis mikroorganisme yang digunakan dalam pembuatan makanan tersebut. Peserta didik juga diajak untuk mengobservasi cara penyimpanan mikroskop di sekolah. Selanjutnya, peserta didik diminta mengidentifikasi kesesuaian penyimpanan mikroskop tersebut dan memberikan rekomendasi saran mengenai penyimpanan yang tepat.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang konsep mikrobiologi, penerapan mikrobiologi di industri, peralatan mikrobiologi, dan identifikasi bakteri atau kapang.
2. Peserta didik diminta menyampaikan materi pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat pembelajaran subbab ini.
4. Peserta didik dijelaskan nilai karakter yang diperoleh setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.

3. Peserta didik diarahkan mempelajari materi pembuatan media mikrobiologi dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju subbab D.

**Subbab:** D. Media Pertumbuhan Mikroba  
E. Teknik Sterilisasi

**Alokasi Waktu:** 12 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- membuat media mikrobiologi; dan
- melaksanakan teknik sterilisasi.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi apersepsi dengan tanya jawab mengenai pertumbuhan dan perkembangan yang baik pada manusia.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa semua makhluk hidup, termasuk mikroorganisme membutuhkan nutrisi yang cukup agar tumbuh dan berkembang dengan baik.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai upaya yang dilakukan dengan membuat media agar pertumbuhan mikroorganisme baik.
4. Peserta didik diajak mengingat kembali mengenai imbauan untuk melakukan sterilisasi saat pandemi Covid-19, baik pada tubuh kita (terutama tangan), peralatan, maupun ruangan.
5. Selanjutnya, peserta didik diminta mengungkapkan pendapat mengenai tujuan dilakukannya sterilisasi tersebut.
6. Peserta didik dijelaskan bahwa sterilisasi wajib dilakukan saat menangani mikroorganisme, baik kepada manusia, alat, bahan, maupun ruangan.

#### Alternatif 2

1. Peserta didik ditunjukkan contoh media untuk pertumbuhan mikroba.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa pertumbuhan mikroorganisme yang baik membutuhkan nutrisi yang cukup dan baik pula.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk membuat media mikroorganisme agar berkembang dengan baik.
4. Peserta didik ditunjukkan peralatan-peralatan yang digunakan untuk sterilisasi.

5. Peserta didik diminta mengungkapkan pendapatnya mengenai nama-nama peralatan yang digunakan dalam sterilisasi.
6. Peserta didik dijelaskan bahwa sterilisasi wajib dilakukan jika menangani mikroorganisme, baik orang, alat, bahan, maupun ruangan.

### Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta mencermati Gambar 12.9 mengenai media pertumbuhan bakteri.
2. Peserta didik dijelaskan mengenai beberapa cara penyajian media pertumbuhan bakteri dalam wadahnya.
3. Peserta didik diminta membaca dan berdiskusi mengenai bahan-bahan media pertumbuhan dan jenis-jenis media pertumbuhan mikroba.
4. Peserta didik diminta untuk membedakan jenis-jenis media pertumbuhan.
5. Peserta didik diarahkan untuk dapat menjelaskan prosedur pembuatan media pertumbuhan mikroba.
6. Peserta didik diminta mencermati Gambar 12.13 mengenai *autoclave*.
7. Salah satu peserta didik ditunjuk untuk menjelaskan fungsi *autoclave*.
8. Peserta didik ditekankan tentang pentingnya sterilisasi.
9. Peserta didik diminta untuk membaca dan berdiskusi mengenai prinsip dan tujuan sterilisasi.
10. Peserta didik diminta mengungkapkan pendapatnya dalam forum diskusi kelas untuk menjelaskan prinsip dan tujuan sterilisasi.
11. Peserta didik dijelaskan metode sterilisasi.
12. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 12.2, yaitu mencari video tentang pembuatan media pertumbuhan mikroba.
13. Peserta didik diminta menyampaikan hasil pencarian video yang telah dilakukan di depan kelas secara bergantian.
14. Peserta didik diajak mengerjakan Aktivitas 12.3 tentang proses sterilisasi.
15. Peserta didik diingatkan untuk senantiasa menggunakan alat pelindung diri dengan benar.
16. Peserta didik diminta agar menuliskan hasil pengamatannya di laporan sementara.
17. Peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil pekerjaannya di depan kelas. Peserta didik lain diminta menanggapi hasil presentasi temannya.
18. Peserta didik diminta membuat laporan resmi sebagai hasil pengerjaan Aktivitas 12.3.

### Aplikasi Konsep

Peserta didik diajak untuk mengamati bahan untuk media pertumbuhan mikroba yang ada di sekolah. Selanjutnya, peserta didik diminta mendiskusikan akibat yang akan terjadi apabila menangani mikroorganisme tanpa teknik sterilisasi dengan

benar, terutama mikroorganisme yang bersifat patogen. Peserta didik diarahkan untuk belajar dari tenaga kesehatan yang menangani pasien Covid-19 atau orang yang melakukan tes Covid-19 betapa ketatnya dalam melakukan teknik sterilisasi.

### Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk mengemukakan pendapatnya mengenai materi yang telah dipelajari dan materi yang belum dipahami.
2. Peserta didik diminta menjelaskan secara singkat mengenai materi yang telah diperoleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat dan pentingnya mempelajari materi pada pertemuan ini.
4. Peserta didik ditanamkan nilai-nilai karakter melalui cerita sederhana ataupun pengalaman pribadi yang menginspirasi berkaitan dengan materi pada subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi sifat koligatif larutan dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju subbab berikutnya.

**Subbab:** F. Teknik Isolasi dan Inokulasi

**Alokasi Waktu:** 6 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- melaksanakan teknik isolasi; dan
- melaksanakan teknik inokulasi.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diingatkan kembali peristiwa saat pandemi Covid-19, yaitu kewajiban melakukan isolasi mandiri di rumah minimal 2 minggu bagi masyarakat yang terkonfirmasi positif atau jika parah misalnya mengalami sesak napas, maka akan dibawa ke rumah sakit dan ditempatkan di ruang isolasi khusus.

2. Peserta didik diminta mengungkapkan pendapat alasan upaya harus Peserta didik diminta mengungkapkan pendapat tentang alasan mengapa dilakukan isolasi.
3. Peserta didik dijelaskan mengenai pentingnya melakukan isolasi mikroorganisme.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diajak untuk menyaksikan video inokulasi bakteri di *YouTube* melalui laman <https://youtu.be/f1xzEEU-fFI> atau memindai *QR Code* di samping. Guru juga dapat mencari materi lain untuk memotivasi belajar peserta didik.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai tujuan inokulasi.
3. Peserta didik diminta menjelaskan metode inokulasi yang dilakukan pada video tersebut.
4. Guru mengonstruksi pentingnya mengikuti prosedur dalam melakukan inokulasi.



## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak untuk membaca dan mendiskusikan subbab teknik isolasi dan inokulasi.
2. Peserta didik diminta menjelaskan perbedaan isolasi dan inokulasi.
3. Peserta didik dijelaskan materi tentang metode sterilisasi.
4. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan isolasi.
5. Peserta didik diminta menjelaskan beberapa teknik isolasi dan teknik inokulasi.
6. Peserta didik diminta untuk mengerjakan Aktivitas 12.4, yaitu melakukan isolasi dan inokulasi. Guru melakukan validasi terhadap hasil pekerjaan peserta didik.
7. Peserta didik ditekankan untuk senantiasa menggunakan alat pelindung diri dan mengikuti prosedur.
8. Peserta didik diminta menuliskan hasil pengamatannya di laporan sementara.
9. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil pekerjaannya di depan kelas. Peserta didik lain diminta menanggapi hasil presentasi temannya.
10. Peserta didik diminta membuat laporan resmi sebagai hasil pengerjaan Aktivitas 12.4.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik diarahkan untuk menerapkan teknik isolasi dan inokulasi sesuai prosedur, baik masih sekolah maupun saat bekerja nantinya. Peserta didik diminta untuk menerapkan keselamatan kesehatan dan keamanan lingkungan hidup dalam menangani mikroorganisme.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik berdiskusi mengenai materi yang dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang teknik isolasi dan inokulasi.
2. Peserta didik diminta menyampaikan materi pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat mempelajari materi subbab ini.
4. Peserta didik dijelaskan nilai karakter yang diperoleh peserta didik setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari materi penentuan jumlah bakteri/kapang dari berbagai sumber, seperti buku ataupun internet. Materi ini merupakan pengantar menuju pertemuan selanjutnya.

**Subbab:** G. Penentuan Jumlah Bakteri/Kapang

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi pada subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan metode penentuan jumlah bakteri/kapang; dan
- menghitung jumlah bakteri/kapang.

## Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai pengetahuannya terkait jumlah bakteri/kuman yang ada di telapak tangan kita.
2. Peserta didik ditanya alasan produk makanan, minuman, dan farmasi harus aman dari bakteri/kuman yang merugikan.
3. Peserta didik ditekankan pentingnya melakukan penghitungan jumlah bakteri/kapang.

## Alternatif 2

1. Peserta didik diajak untuk menyaksikan video cara menghitung bakteri di *YouTube* melalui laman <https://youtu.be/3SzEjdsGDy4> atau memindai *QR Code* di samping. Guru dapat mencari materi lain untuk memotivasi belajar peserta didik.
2. Peserta didik diberi pertanyaan mengenai cara menghitung bakteri dan khamir dengan *coloni counter*.
3. Guru mengonstruksi pentingnya mengikuti prosedur dalam melakukan penentuan jumlah bakteri/kapang.



## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diminta untuk mempelajari materi penentuan jumlah bakteri dan kapang. Apabila waktu belajar tidak cukup, kegiatan ini dapat dilakukan di rumah.
2. Peserta didik diminta untuk menjelaskan metode penentuan kapang.
3. Peserta didik diminta menjelaskan keuntungan dan kerugian menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC).
4. Peserta didik dijelaskan tentang pentingnya pengenceran untuk jumlah di atas 300 mikroba.
5. Peserta didik diminta untuk menjelaskan prosedur pengenceran dengan teknik TPC.
6. Peserta didik dijelaskan materi tentang proses perhitungan koloni mikroba.
7. Peserta didik diarahkan untuk berlatih menghitung koloni bakteri di buku siswa.
8. Peserta didik diminta mengerjakan Aktivitas 12.5, yaitu praktik pengujian total kapang (dilaksanakan dalam dua pertemuan).
9. Peserta didik ditekankan untuk senantiasa menggunakan alat pelindung diri dan mengikuti prosedur.
10. Peserta didik diminta untuk menuliskan hasil pengamatannya di laporan sementara.
11. Selanjutnya, peserta didik diminta untuk menyampaikan hasil pekerjaannya di depan kelas. Peserta didik lain diminta menanggapi hasil presentasi temannya.
12. Peserta didik diminta membuat laporan resmi sebagai hasil pengerjaan Aktivitas 12.5.

## Aplikasi Konsep

Guru mengarahkan peserta didik untuk menerapkan semua prosedur mulai dari penyiapan media, sterilisasi, isolasi, dan inokulasi hingga menghitung jumlah bakteri/kapang. Peserta didik juga perlu ditekankan untuk menerapkan keselamatan kesehatan dan keamanan lingkungan hidup dalam menangani mikroorganisme.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik diajak berdiskusi mengenai materi yang dipelajari dan materi yang belum dipahami tentang penentuan jumlah bakteri atau kapang.
2. Peserta didik diminta menyampaikan materi pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik dijelaskan manfaat mempelajari materi subbab ini.
4. Peserta didik dijelaskan nilai karakter yang diperoleh setelah mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik dijelaskan bahwa pengetahuan yang diperoleh pada pertemuan ini akan menjadi dasar Pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik dijelaskan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam penentuan jumlah bakteri/kapang.
3. Peserta didik diarahkan untuk mempelajari kembali materi-materi pada bab dasar mikrobiologi untuk menyiapkan asesmen harian.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan diberikan kepada peserta didik yang telah mencapai kriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Kegiatan pengayaan dapat dilakukan melalui langkah-langkah berikut.

- a. Peserta didik diarahkan untuk mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik diminta mendiskusikan materi yang telah dibaca.
- c. Peserta didik diminta menyampaikan hasil diskusinya dalam bentuk lisan ataupun tulisan

**Catatan:** Kegiatan pengayaan ini juga dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapaikriteria ketercapaian dari tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Remedial dapat dilakukan melalui beberapa upaya berikut.

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian.
- b. 41 - 65% belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan.
- c. 66 - 85% sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial.
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih.

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait kegiatan pembelajaran, sebelum dan sesudah dilaksanakan, seperti proyek penerapan mikrobiologi di industri. Guru meminta bantuan orang tua untuk mengawasi peserta didik, khususnya penugasan yang berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru juga menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru menjalin komunikasi dengan orang tua melalui telepon, media sosial, atau media lainnya. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan beberapa cara berikut.

### Contoh Lembar Penilaian Presentasi

No.	Nama Peserta Didik	Skor (Skala 1-4)				
		Penggunaan Bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran Jawaban	Pembuatan bahan presentasi
1.						
2.						
3.						
dst.						

### Contoh Rubrik Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
1.	Penggunaan bahasa	Kriteria yang dinilai: Aspek bahasa Baku Terstruktur	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
2.	Kejelasan menyampaikan	Kriteria yang dinilai: Artikulasi jelas Suara dapat didengar Sistematis (tidak bertele-tele)	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
3.	Komunikatif	Kriteria yang dinilai: Pandangan lebih banyak menatap audiens daripada membaca Menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan Pemilihan diksi dalam menyusun kalimat	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
4.	Kebenaran menjawab pertanyaan	Kriteria yang dinilai: Pertanyaan dijawab dengan benar Mampu menjelaskan Kemampuan mempertahankan jawaban jika disanggah	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
5.	Pembuatan bahan presentasi	Kriteria: Pemilihan layout Ukuran dan jenis huruf Penggunaan gambar, audio atau video	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Catatan: Lembar dan rubrik penilaian presentasi ini sifatnya hanya contoh. Guru dapat menggunakan atau memodifikasi sesuai kebutuhan.

## Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

1. Faktor-faktor yang memengaruhi pertumbuhan bakteri sebagai berikut.
  - a. Nutrisi dalam media pertumbuhan  
Kandungan karbohidrat, lemak, protein dan zat esensial lainnya dalam media sangat memengaruhi pertumbuhan mikroba. Makin sesuai dengan kebutuhan mikroba, maka pertumbuhan mikroba menjadi makin cepat. Namun jika nutrisinya terbatas, pertumbuhan mikroba juga akan terbatas, bahkan terhenti.
  - b. pH atau Derajat Keasaman  
Mikroba memiliki sifat yang spesifik pada lingkungan hidupnya. Ada bakteri yang tahan terhadap suasana asam, tetapi ada pula yang tidak tahan terhadap suasana asam.
  - c. Kelembapan Udara  
Kelembapan udara terkait langsung dengan kadar air yang ada di udara tersebut. Kadar air juga memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Ada mikroba yang cepat tumbuh dalam media yang lembab dan ada mikroba yang menyukai media yang kering.
  - d. Kadar Oksigen  
Mikroba memiliki sifat terhadap oksigen, yaitu mikroba aerob yang membutuhkan oksigen dalam pertumbuhannya dan mikroba anaerob, yaitu mikroba yang tidak membutuhkan oksigen dalam pertumbuhannya.
  - e. Suhu  
Mikroba pada umumnya lebih cepat tumbuh dalam suhu kamar, sehingga jika dipanaskan atau didinginkan akan menyebabkan terganggunya proses pertumbuhan mikroba tersebut.
  - f. Cahaya/Sinar  
Sinar atau cahaya merupakan sinar tampak dan di dalamnya juga terdapat sinar tidak tampak seperti sinar infra merah dan ultraviolet. Sinar ini berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba.
2. Alat-alat pada metode sterilisasi dengan pemanasan kering sebagai berikut.
  - a. Bunsen
  - b. Pembakar gas
  - c. Oven

### 3. Manfaat kapang:

No.	Nama Kapang	Manfaat
1.	<i>Aspergillus wentii</i>	pembuatan kecap
2.	<i>Auricularia auricula</i>	bisa dimakan
3.	<i>Lentinula edodes</i>	bisa dimakan
4.	<i>Penicillium notatum</i>	antibiotik
5.	<i>Penicillium requeforti</i>	membuat keju
6.	<i>Rhizopus oryzae</i>	membuat tempe
7.	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	membuat tape
8.	<i>Volvariella volvacea</i>	bisa dimakan

### 4. Jenis media pertumbuhan:

#### a. *Plate Count Agar* (PCA)

PCA atau *Plate count agar* merupakan media yang umum digunakan untuk menumbuhkan mikroba di permukaan media. PCA umum digunakan untuk memudahkan dalam menghitung pertumbuhan total mikroba. PCA mengandung *casein enzymic hydrolysate* sebagai sumber asam amino dan nitrogen serta vitamin B kompleks.

#### b. *Potato Dextrose Agar* (PDA)

Identifikasi *yeast* dapat dilakukan dengan media PDA. Jamur dan kapang cocok ditumbuhkan dengan media PDA. Kandungan PDA sebagai sumber karbohidrat sehingga baik untuk jamur dan kapang, tetapi tidak cukup baik untuk pertumbuhan bakteri. Dalam PDA kandungan karbohidrat kentang sebanyak 20% dan glukosa sebesar 2%.

#### c. *Lactose Broth*

*Lactose broth* berupa cairan yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri *Koli* pada air, susu atau makanan. Media ini diperkaya dengan kaldu untuk menumbuhkan bakteri *Salmonella*. Pepton dan ekstrak *beef* merupakan bahan baku pembuatan *Lactose broth*. Bahan tersebut sebagai sumber nutrisi esensial untuk pertumbuhan dan metabolisme bakteri.

#### d. *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA)

EMBA merupakan sumber laktosa untuk menumbuhkan mikroba jenis *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella*. Fermentasi laktosa menghasilkan koloni berwarna gelap, sedangkan yang lainnya tidak memberi efek warna.

- e. Nutrient Agar (NA)  
NA digunakan pada pengujian mutu air, sewage, produk pangan, dan produk dairy, untuk menumbuhkan mikroba yang bersifat heterotrof. Agar, pepton, dan ekstrak beef merupakan bahan dasar untuk pembuatan media NA. Media NA juga digunakan untuk mengisolasi kultur murni mikroba untuk pertumbuhan sampel pada uji bakteri.
- f. Nutrient Broth  
NB kepanjangannya adalah *Nutrient broth*. Media NB merupakan media yang berbentuk cair. NA terbuat dari bahan dasar yang sama dengan NA, hanya saja bentuk NB yang berupa cairan, sedangkan NA padatan. Media NB juga digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme pada uji mutu air, sewage, produk pangan, untuk isolasi kultur murni mikroba.
- g. deMan Rogosa Sharpe Agar (MRSA)  
MRSA sebagai sumber asetat, magnesium, mangan, dan *polyasorbate*.

#### 5. Perhitungan koloni

Jumlah mikroba antara 25–250 koloni, maka dihitung dari tiap-tiap tingkat pengenceran, dikalikan dengan faktor pengencerannya.

$$N = \frac{\left( (150 + 170) \times \frac{1}{10^{-2}} \right) + \left( (55 + 85) \times \frac{1}{10^{-3}} \right)}{2}$$

$$N = \frac{(320 \times 100) + (140 \times 1000)}{2}$$

$$N = \frac{(32.000) + (140.000)}{2}$$

$$N = 86.000$$

Jumlah koloni adalah 86.000 cfu/ml

#### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi Bab 12

Nomor Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	15	0 – 6 = belum memahami 7 – 11 = belum mencapai ketuntasan 12 – 15 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....

Nomor Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
4.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	25	0 – 10 = belum memahami 11 – 19 = belum mencapai ketuntasan 20 – 25 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak perlu remedial/Perlu remedial pada nomor .....		

## I. Refleksi Guru

Guru dapat melakukan refleksi setelah melaksanakan pembelajaran melalui beberapa pertanyaan berikut

1. Apakah pemberian materi, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## J. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Black, J.G. et al. 2012. *Microbiology: Principles and Explorations*, 8 th ed., New York: John Wiley & Sons, Inc.
3. Hasruddin dan Pratiwi, N. 2015. *Mikrobiologi Industri*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
4. Madigan, M.T. et al. 2015. *Brock Biology of Microorganisms*. 14th ed. New York: Pearson Education. Inc.
5. Pollack, R. et al. 2016. *Praktik Laboratorium Mikrobiologi*. Alih Bahasa: Triashtra Lakshmi. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
6. Yusminar dkk., 2017. *Mikrobiologi dan Parasitologi: Bahan Ajar Farmasi, Badan Pengembangan dan Pemberdayaan SDM*. Jakarta: Pusat Pendidikan SDM, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

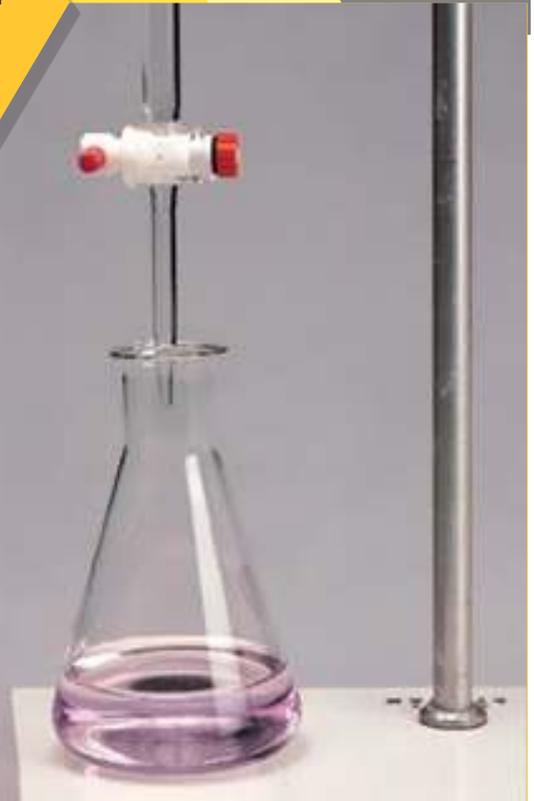
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Fitriyani Yetti Handayani, Teguh Pangajuanto, Rizka Zulhijah.

ISBN: 978-623-194-559-4 (no.jil.lengkap PDF)

978-623-194-560-0 (jil.1 PDF)



*Sumber: Chang, (2005)*

# Bab 13

## Panduan Khusus **Analisis Dasar Laboratorium**

## A. Pendahuluan

Pemahaman mengenai analisis dasar laboratorium sangat penting bagi peserta didik kelas X Teknik Kimia Industri. Pemahaman ini diperlukan agar peserta didik mempunyai kompetensi yang dibutuhkan dalam capaian fase berikutnya. Dengan demikian, akan timbul semangat peserta didik untuk belajar. Setelah mempelajari materi tentang analisis dasar laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

1. menjelaskan perbedaan analisis volumetri dengan analisis gravimetri;
2. menjelaskan perbedaan asidimetri dengan alkalimetri;
3. menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis volumetri;
4. melakukan analisis volumetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel;
5. menjelaskan langkah-langkah analisis gravimetri dengan metode pengendapan;
6. menghitung faktor gravimetri suatu unsur dalam endapan;
7. menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis gravimetri;
8. menjelaskan macam-macam metode gravimetri;
9. melakukan analisis gravimetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel; serta
10. menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam melakukan analisis.

## B. Skema Pembelajaran

**Subbab:** A. Analisis Volumetri

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai syarat yang harus dipenuhi pada analisis volumetri.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analisis volumetri</li><li>• Analisis gravimetri</li><li>• Larutan standar</li><li>• Indikator</li><li>• Titrasi</li><li>• Faktor gravimetri</li></ul>	Buku siswa pada subbab Analisis Volumetri.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis volumetri.
Mencermati dan berdiskusi mengenai analisis volumetri dengan metode titrasi asidimetri dan alkalimetri.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Asidimetri</li><li>• Alkalimetri</li><li>• Titik ekuivalen</li></ul>	Buku siswa pada subbab Analisis Volumetri dengan Metode Asidi Alkalimetri.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang asidi alkalimetri.
Mencermati contoh soal dan pembahasan analisis alkalimetri.		Buku siswa pada contoh soal analisis alkalimetri.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang asidi alkalimetri.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati soal latihan dan menyelesaikan.		Buku siswa pada soal latihan/uji kompetensi.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang asidi alkalimetri.
Melakukan Aktivitas 13.1 Menentukan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.		Buku siswa pada Aktivitas 13.1, yaitu menentukan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penentuan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.
Membuat laporan hasil Aktivitas 13.1 dan mempresentasikan di depan kelas.		Buku siswa pada Aktivitas 13.1, yaitu menentukan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang penentuan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.
Mencermati dan berdiskusi mengenai analisis volumetri dengan metode pengendapan.		Buku siswa pada analisis volumetri dengan metode pengendapan.	Sumber bacaan yang relevan dengan analisis volumetri dengan metode pengendapan.
Latihan menyelesaikan soal analisis volumetri dengan metode pengendapan.		Buku siswa pada soal latihan/ uji kompetensi.	Sumber bacaan yang relevan dengan analisis volumetri dengan metode pengendapan.
Melakukan Aktivitas mencari referensi, yaitu menentukan kadar NaCl dalam garam dapur.		Buku siswa pada Aktivitas mencari referensi, yaitu menentukan kadar NaCl dalam garam dapur.	Sumber bacaan yang relevan dengan analisis volumetri dengan metode pengendapan.
Membuat rangkuman materi menentukan kadar NaCl dalam garam dapur		Buku dan sumber lain tentang cara, yaitu menentukan kadar NaCl dalam garam dapur.	Sumber bacaan yang relevan dengan analisis volumetri dengan metode pengendapan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membuat rangkuman dan mempresentasikan di depan kelas.		Buku dan sumber lain tentang cara, yaitu menentukan kadar NaCl dalam garam dapur.	Sumber bacaan yang relevan dengan analisis volumetri dengan metode pengendapan.

**Subbab:** B. Analisis Gravimetri

**Alokasi waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab tentang analisis gravimetri.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis gravimetri</li> <li>Faktor gravimetri</li> </ul>	Buku siswa pada subbab Analisis Gravimetri.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri.
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab tentang analisis gravimetri metode penguapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode penguapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.
Mencermati contoh soal analisis gravimetri dengan metode penguapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode penguapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.
Mengerjakan soal latihan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode penguapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.
Melakukan Aktivitas 13.2, yaitu menentukan jumlah air kristal, kadar air, dan rumus kristal.		Buku siswa pada Aktivitas 13.2, yaitu menentukan jumlah air kristal, kadar air, dan rumus kristal.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.
Membuat laporan hasil Aktivitas 13.2.		Buku siswa pada Aktivitas 13.2, yaitu menentukan jumlah air kristal, kadar air, dan rumus kristal.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengomunikasikan hasil Aktivitas 13.2.		Buku siswa pada Aktivitas 13.2, yaitu menentukan jumlah air kristal, kadar air, dan rumus kristal.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode penguapan.
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab tentang analisis gravimetri metode pengendapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode pengendapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Mencermati contoh soal analisis gravimetri dengan metode pengendapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode pengendapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Mengerjakan soal latihan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode pengendapan.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Melakukan Aktivitas 13.3, yaitu menentukan kadar klorida dalam sampel garam dapur.		Buku siswa pada Aktivitas 13.3, yaitu menentukan kadar klorida dalam sampel garam dapur.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Membuat laporan dan menjawab pertanyaan hasil Aktivitas 13.3.		Buku siswa pada Aktivitas 13.3, yaitu menentukan kadar klorida dalam sampel garam dapur.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Mengomunikasikan hasil Aktivitas 13.3.		Buku siswa pada Aktivitas 13.3, yaitu menentukan kadar klorida dalam sampel garam dapur.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
Membaca, berdiskusi, dan tanya jawab tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mencermati contoh soal analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.
Mengerjakan soal latihan analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.		Buku siswa pada analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.
Membuat rangkuman tentang analisis dasar laboratorium.		Buku siswa pada Bab 13 Analisis Dasar Laboratorium.	Sumber bacaan di internet atau sumber lain yang relevan tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.

### C. Konsep dan Keterampilan Prasyarat

Konsep dan keterampilan prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik dalam mempelajari materi pada bab ini sebagai berikut.

1. Kemampuan menggunakan internet untuk mencari informasi.
2. Kemampuan memahami materi larutan standar.
3. Keterampilan menggunakan peralatan dasar laboratorium kimia.

### D. Penilaian Sebelum Pembelajaran

Penilaian sebelum pembelajaran digunakan untuk mengetahui kesiapan nonkognitif peserta didik (asesmen awal nonkognitif) dan menjajaki tingkat pemahaman awal peserta didik tentang analisis dasar laboratorium.

#### 1. Asesmen Awal Nonkognitif

Asesmen awal nonkognitif digunakan untuk mengetahui kondisi psikis peserta didik, kegiatan peserta didik di rumah, kondisi keluarga, gaya belajar, dan minat peserta didik. Asesmen dapat dilakukan dengan tanya jawab langsung atau menggunakan fasilitas interaksi di internet. Pertanyaan yang dapat diajukan sebagai berikut.

- Apa yang kalian rasakan saat ini?
- Bagaimana perasaan kalian saat belajar di rumah?
- Apa saja kegiatan belajar kalian di rumah?

- Apa hal yang menyenangkan dan tidak menyenangkan saat belajar di rumah?
- Apa harapan kalian terhadap pembelajaran hari ini?

## 2. Asesmen Awal Kognitif

Asesmen awal kognitif dilakukan untuk mengetahui kemampuan dasar peserta didik dalam topik analisis dasar laboratorium. Guru dapat mengajukan pertanyaan terkait capaian pembelajaran baru atau topik yang menjadi prasyarat pembelajaran yang sekarang. Sebagai contoh, peserta didik diminta menjawab pertanyaan berikut.

- Apakah yang dimaksud dengan larutan standar?
- Apakah perbedaan larutan standar primer dan standar sekunder?
- Bagaimana cara menstandarisasi larutan?
- Pernahkah kamu mengonsumsi cuka dapur? Berapa persen kadarnya?

## E. Panduan Pembelajaran Bab 13

**Subbab:** A. Analisis Volumetri

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan perbedaan analisis volumetri dengan analisis gravimetri;
- menjelaskan perbedaan asidimetri dengan alkalimetri;
- menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis volumetri; serta
- melakukan analisis volumetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel.

### Tahapan Pembelajaran



### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diarahkan mengingat kembali larutan standar dan standardisasi. Guru menanyakan mengenai kegunaan larutan standar.
2. Peserta didik menjelaskan cara menstandarisasi larutan.
3. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Apa saja alat dan bahan yang diperlukan pada standardisasi larutan beserta fungsinya?
  - b. Apa yang dimaksud dengan titik ekuivalen?

## Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan mengingat kembali perbedaan larutan standar primer dan standar sekunder.
2. Peserta didik diajak memberikan pendapat tentang titrasi.
3. Peserta didik menjelaskan pengertian titrasi, indikator, dan titik ekuivalen.
4. Peserta didik diajak diajak berpikir mengenai cara menentukan kadar asam asetat dalam cuka dapur.

## Konstruksi Pembelajaran

1. Peserta didik diarahkan untuk mengingat kembali cara menstandarisasi larutan.
2. Peserta didik mencermati fungsi larutan standar primer dan indikator pada standardisasi.
3. Peserta didik diajak mendefinisikan analisis volumetri.
4. Peserta didik diarahkan mengingat kembali titik ekuivalen.
5. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam Indonesia.
6. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diarahkan untuk bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.
7. Peserta didik diajak mencermati titrasi asidi alkalimetri.
8. Peserta didik mencermati contoh soal dan pembahasan analisis volumetri dengan metode titrasi alkalimetri di buku siswa.
9. Peserta didik mengerjakan Aktivitas 13.1 Nomor 1, yaitu menentukan kadar asam asetat dalam cuka perdagangan.
10. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain diminta menanggapi hasil kerja temannya.
11. Peserta didik mencermati analisis volumetri dengan titrasi pengendapan.
12. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang metode Mohr, Volhard Fajans, dan Liebig.
13. Peserta didik mengerjakan Aktivitas 13.1 Nomor 2 tentang penentuan kadar NaCl dalam garam dapur.
14. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompoknya dalam forum tanya jawab di kelas.
15. Peserta didik berlatih mengerjakan soal-soal analisis volumetri.

## Aplikasi Konsep

Peserta didik mencermati prinsip analisis volumetri. Peserta didik menelaah mengenai cara penetapan kadar suatu zat dengan analisis volumetri.

## Refleksi Pembelajaran

1. Peserta didik mendiskusikan hal-hal yang telah dipelajari dan masih belum dipahami tentang subbab Analisis Volumetri.

2. Peserta didik menyimpulkan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.
3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan pada nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik ditekankan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan sebelumnya akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap analisis volumetri. Hal ini menjadi pengantar menuju pembahasan subbab B.

**Subbab:** B. Analisis Gravimetri

**Alokasi Waktu:** 18 Jam Pelajaran (JP)



#### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari subbab ini, peserta didik diharapkan mampu:

- menjelaskan langkah-langkah analisis gravimetri dengan metode pengendapan;
- menghitung faktor gravimetri suatu unsur dalam endapan;
- menentukan kadar suatu zat dalam sampel berdasar data analisis gravimetri;
- menjelaskan macam-macam metode gravimetri;
- melakukan analisis gravimetri dalam menentukan kadar zat dalam sampel; serta
- menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja dalam melakukan analisis.

### Tahapan Pembelajaran



#### Apersepsi

#### Alternatif 1

1. Peserta didik diajak mengingat kembali analisis volumetri.
2. Peserta didik diarahkan menjelaskan analisis gravimetri.
3. Peserta didik diberi pertanyaan berikut.
  - a. Manakah alat dan bahan yang diperlukan pada analisis gravimetri?
  - b. Apa yang dimaksud dengan faktor gravimetri?

#### Alternatif 2

1. Peserta didik diarahkan mengingat kembali pengertian analisis volumetri.
2. Peserta didik memberikan pendapat tentang analisis gravimetri.

3. Peserta didik menjelaskan pengertian faktor gravimetri dan cara merumuskan faktor gravimetri.
4. Peserta didik diajak berpikir mengenai cara menentukan kadar zat dalam sampel dengan analisis gravimetri.

### **Konstruksi Pembelajaran**

1. Peserta didik diarahkan mengingat kembali cara analisis volumetri.
2. Peserta didik mencermati dasar pengukuran pada analisis volumetri.
3. Peserta didik mencermati dasar pengukuran pada analisis gravimetri.
4. Peserta didik mendefinisikan analisis gravimetri.
5. Peserta didik mencermati faktor gravimetri.
6. Peserta didik diajak mensyukuri nikmat dari Tuhan atas kekayaan alam Indonesia.
7. Sebagai generasi penerus bangsa, peserta didik diarahkan bersikap bijak dalam mengelola sumber daya alam.
8. Peserta didik mencermati analisis gravimetri dengan metode penguapan.
9. Peserta didik mencermati contoh soal dan pembahasan analisis gravimetri dengan metode penguapan di buku siswa.
10. Peserta didik mengerjakan Aktivitas 13.2, yaitu menentukan rumus kristal/kadar air.
11. Peserta didik mengomunikasikan hasil kerja kelompok dalam forum tanya jawab di kelas. Peserta didik lain diminta untuk menanggapi hasil kerja temannya.
12. Peserta didik mencermati analisis volumetri dengan metode pengendapan.
13. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang langkah-langkah analisis gravimetri dengan metode pengendapan.
14. Peserta didik membaca dan berdiskusi tentang analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.
15. Peserta didik mencermati contoh soal dan pembahasan analisis gravimetri dengan metode elektrolisis.
16. Peserta didik berlatih mengerjakan soal-soal analisis gravimetri.

### **Aplikasi Konsep**

Peserta didik mencermati prinsip analisis gravimetri. Peserta didik menelaah cara penetapan kadar suatu zat dengan analisis gravimetri.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Peserta didik berdiskusi mengenai hal-hal yang telah dipelajari dan belum dipahami tentang subbab Analisis Gravimetri.
2. Peserta didik diminta menyimpulkan pembelajaran yang mereka peroleh pada subbab ini.

3. Peserta didik ditekankan mengenai manfaat pembelajaran pada subbab ini.
4. Peserta didik ditekankan mengenai nilai karakter setelah mempelajari subbab ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Peserta didik diberi penekanan bahwa pengetahuan yang telah diperoleh pada pertemuan sebelumnya akan menjadi dasar pada pembelajaran selanjutnya.
2. Peserta didik ditekankan bahwa diperlukan karakter yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam dan analisisnya untuk kelangsungan hidup manusia.
3. Peserta didik dimotivasi untuk mengembangkan rasa ingin tahu terhadap analisis dasar kimia.

## F. Pengayaan dan Remedial

### 1. Pengayaan

Pengayaan dilaksanakan untuk peserta didik yang telah mencapai pada pembelajaran. Kegiatan pengayaan yang dapat dilakukan sebagai berikut.

- a. Peserta didik mengeksplorasi pengetahuan dengan membaca materi pada buku siswa bagian pengayaan.
- b. Peserta didik berdiskusi tentang materi yang dibaca.
- c. Peserta didik menyampaikan hasil diskusi dalam bentuk lisan dan tulisan.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dilakukan berupa penugasan di rumah.

### 2. Remedial

Remedial dilaksanakan untuk peserta didik yang belum mencapai ketuntasan yang telah ditetapkan sebagai berikut.

- a. 0 - 40% belum mencapai, remedial di seluruh bagian
- b. 41 - 65 % belum mencapai ketuntasan, remedial di bagian yang diperlukan
- c. 66 - 85 % sudah mencapai ketuntasan, tidak perlu remedial
- d. 86 - 100% sudah mencapai ketuntasan, perlu pengayaan atau tantangan lebih

## G. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali dan Masyarakat

Orang tua diharapkan mengawasi peserta didik khususnya penugasan berupa pencarian informasi di internet. Selain itu, guru menyampaikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab. Guru membuka komunikasi melalui telepon atau media sosial. Pemantauan oleh orang tua dapat dilakukan dengan memeriksa dan menandatangani tugas/hasil belajar peserta didik.

## H. Asesmen

Asesmen dapat dilakukan dengan cara berikut.

### Contoh Rubrik Penilaian Observasi

No.	Nama Peserta didik	Kerja sama	Rasa Ingin Tahu	Santun	Komunikatif	Keterangan
1.						
2.						
3.						

Kolom Aspek perilaku diisi dengan angka yang sesuai dengan kriteria berikut. 4 = sangat baik; 3 = baik; 2 = cukup; 1 = kurang.

### Contoh Lembar Penilaian Presentasi

No.	Nama Peserta Didik	Skor (Skala 1-4)				
		Penggunaan Bahasa	Kejelasan menyampaikan	Komunikatif	Kebenaran Jawaban	Pembuatan bahan presentasi
1.						
2.						
3.						

### Contoh Rubrik Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
1.	Penggunaan bahasa	Kriteria yang dinilai: Aspek bahasa Baku Terstruktur	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
2.	Kejelasan menyampaikan	Kriteria yang dinilai: Artikulasi jelas Suara dapat didengar Sistematis (tidak bertele-tele)	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3

No.	Aspek	Indikator Penilaian	Skor
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
3.	Komunikatif	Kriteria yang dinilai: Pandangan lebih banyak menatap audiens daripada membaca Menggunakan gestur yang membuat audiens memperhatikan Pemilihan diksi dalam menyusun kalimat	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
4.	Kebenaran menjawab pertanyaan	Kriteria yang dinilai: Pertanyaan dijawab dengan benar Mampu menjelaskan Kemampuan mempertahankan jawaban jika disanggah	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1
5.	Pembuatan bahan presentasi	Kriteria: Pemilihan layout Ukuran dan jenis huruf Penggunaan gambar, audio atau video	
		Menampilkan seluruh kriteria dengan baik	4
		Menampilkan dua kriteria dengan baik	3
		Menampilkan satu kriteria dengan baik	2
		Sama sekali tidak menampilkan kriteria	1

$$\text{Nilai Akhir} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100$$

Catatan: Lembar dan rubrik penilaian presentasi ini sifatnya hanya contoh. Guru dapat menggunakan atau memodifikasi sesuai kebutuhan.

### Contoh Rubrik Penilaian Uji Kompetensi bab 13

Nomer Soal	Skor Maksimal	Kriteria Penilaian	Tingkat Ketercapaian (✓)
1.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
2.	20	0 – 9 = belum memahami 10 – 14 = belum mencapai ketuntasan 15 – 20 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
3.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
4.	10	0 – 3 = belum memahami 4 – 7 = belum mencapai ketuntasan 8 – 10 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
5.	30	0 – 10 = belum memahami 11 – 20 = belum mencapai ketuntasan 21 – 30 = sudah mencapai ketuntasan	..... ..... .....
Tindak Lanjut	Tidak Perlu Remedial/Perlu Remedial nomer .....		

## I. Kunci Jawaban



### Uji Kompetensi

- Langkah kerja: menentukan kadar cuka perdagangan dengan metode alkalimetri.
  - Ambil 10,00 ml cuka makan dengan pipet volume, tuangkan ke labu ukur 250 ml dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas.
  - Ambil 25,00 ml dengan pipet volume, tuangkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, tambahkan 2–3 tetes indikator fenolftalein (pp).
  - Titrasi dengan larutan NaOH yang telah distandardisasi dengan HCl atau asam oksalat sampai titik akhir titrasi (terjadi perubahan warna).
  - Percobaan diulang tiga kali.
  - Hitung kadar (%) asam asetat dalam cuka makan dengan persamaan:
  - Persamaan reaksi:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- Reaksi:  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$   
 $M \text{ NaOH} = N / \text{valensi} = 0,1 / 1 = 0,1 \text{ M}$   
 $\text{Mol NaOH} = M \cdot V_{\text{rata-rata}}$   
 $= 0,1 \cdot 42$   
 $= 4,2 \text{ mmol}$

$$\begin{aligned}\text{Mol CH}_3\text{COOH} &= \frac{1}{1} \times \text{mo NaOH} \\ &= \frac{1}{1} \times 4,2 = 4,2 \text{ mmol (dalam 20 ml)}\end{aligned}$$

Mol CH<sub>3</sub>COOH dalam 200 ml = 200/20 × 4,2 = 42 mmol (= dalam 10 ml cuka)

Massa CH<sub>3</sub>COOH = mol × Mr = 42 × 60 = 2520 mg = 2,52 g

Massa sampel = volume × massa jenis = 10 × 1,05 = 10,5 g

$$\text{Kadar cuka} = \frac{\text{massa CH}_3\text{COOH}}{\text{massa sampel}} \times 100\% = \frac{2,52}{10,5} \times 100\% = 24 \%$$

3. Reaksi:  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl(s)}$

kelebihan larutan AgNO<sub>3</sub> bereaksi dengan K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> :



AgNO<sub>3</sub> (V X N) = (V X N)

$$10,50 \text{ mL} \times 0,1050 = 10,0 \text{ mL} \times N \text{ Cl}$$

$$N \text{ Cl} = 1,050 \times 0,1050 N$$

$$M \text{ Cl} = 1,050 \times 0,1050 M$$

$$M \text{ Cl} = 0,1103 M$$

$$\text{Mol Cl} = 0,1103 \times 10 = 1,103 \text{ mmol} = 0,001103 \text{ mol}$$

$$\text{Dalam 100 ml} = 100/10 \times 0,001103 \text{ mol} = 0,01103 \text{ mol}$$

$$\text{Massa Cl} = \text{mol} \times \text{Ar Cl} = 0,01103 \times 35,5 = 0,39 \text{ gram}$$

$$\text{Kadar Cl} = \text{Massa Cl} / \text{Massa sampel} \times 100\% = 0,3916 / 100 \times 100\% = 0,39 \%$$

4. Analisis gravimetri meliputi beberapa tahap berikut.

- Pelarutan sampel (untuk sampel padat).
- Pembentukan endapan dengan menambahkan pereaksi pengendap secara berlebih agar semua unsur/senyawa diendapkan oleh pereaksi. Pengendapan dilakukan pada suhu tertentu dan pH tertentu yang merupakan kondisi optimum reaksi pengendapan. Tahap ini merupakan tahap paling penting.
- Penyaringan endapan.
- Pencucian endapan dengan cara menyiram endapan di dalam penyaring dengan larutan tertentu.
- Pengeringan endapan sampai mencapai berat konstan.
- Penimbangan endapan.
- Perhitungan.

5. Kadar Cl dan kadar NaCl

$$\begin{aligned}\text{a. Kadar Cl (\%)} &= \frac{\text{Berat endapan AgCl (gram)} \times \frac{B_{\text{AgCl}}}{B_{\text{M}_{\text{AgCl}}}}}{\text{Berat sampel (gram)}} \times 100\% \\ &= \frac{2,87 \times \frac{35,5}{143,5}}{1,5} \times 100\% \\ &= 47,3\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Kadar NaCl (\%)} &= \frac{\text{Berat endapan AgCl (gram)} \times \frac{\text{BMNaCl}}{\text{BMAgCl}}}{\text{Berat sampel (gram)}} \times 100\% \\
 \text{Kadar Cl (\%)} &= \frac{2,87 \times \frac{58,5,5}{143,5}}{1,5} \times 100\% \\
 &= 78\%
 \end{aligned}$$

## J. Refleksi Guru

1. Apakah pemberian materi analisis dasar laboratorium, metode pembelajaran, instruksi, dan penjelasan teknis mudah dipahami peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap kegiatan pembelajaran?
3. Apakah proses pembelajaran berjalan sesuai dengan yang diharapkan?
4. Bagian manakah yang perlu diperbaiki?

## K. Sumber Belajar Utama

1. Buku Siswa *Dasar-Dasar Teknik Kimia Industri*.
2. Herliani, An An, 2011. *Memahami dan Menerapkan Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia*. Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik Dan Tenaga Kependidikan Pertanian Cianjur
3. Sunarya, Y. 2010. *Kimia Dasar I: Berdasarkan Prinsip-prinsip Terkini*. Bandung: Yrama Widya.
4. Petrucci, R. H, Harwood W. S, dan Herring G. F. 2002. *General Chemistry, Principles and Modern Applications. Eighth Edition*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc

# Glosarium

<b>apersepsi</b>	:	kegiatan pengamatan di lingkungan sekitar untuk dijadikan dasar pengetahuan sebelum memasuki kegiatan pembelajaran
<b>aplikasi konsep</b>	:	kegiatan peserta didik untuk menerapkan ilmu pengetahuan atau informasi yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari
<b>asesmen diagnostik</b>	:	evaluasi yang dilakukan secara spesifik untuk mengidentifikasi kompetensi, kekuatan, dan kelemahan peserta didik sehingga pembelajaran dapat dirancang sesuai kondisi peserta didik
<b>asesmen formatif</b>	:	penilaian di awal atau sepanjang proses pembelajaran yang bertujuan memantau dan memperbaiki proses pembelajaran serta mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran
<b>asesmen sumatif</b>	:	penilaian yang dilakukan setelah pembelajaran berakhir dan digunakan untuk mengukur perkembangan peserta didik serta memandu guru merancang kegiatan pembelajaran berikutnya
<b>capaian pembelajaran</b>	:	kompetensi pembelajaran yang harus dicapai peserta didik pada setiap fase perkembangan belajar
<b><i>cooperative learning</i></b>	:	metode pembelajaran yang menekankan kerja sama antarpeserta didik dan diskusi dalam kelompok belajar
<b><i>discovery learning</i></b>	:	metode pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk menyelidiki, menemukan, dan membangun pengetahuan baru secara mandiri demi menghasilkan pembelajaran yang bermakna
<b>interaksi guru dengan orang tua/wali</b>	:	komunikasi yang dilakukan guru dengan orang tua/wali untuk mengawasi proses belajar peserta didik di rumah dan bertujuan memberikan informasi perkembangan peserta didik selama mengikuti kegiatan belajar di sekolah
<b><i>inquiry learning</i></b>	:	model pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan penyelidikan atau proses pencarian informasi dan kebiasaan berpikir peserta didik
<b>jumlah jam pelajaran</b>	:	alokasi waktu yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran dalam rangka memenuhi capaian pembelajaran pada satu pertemuan

<b>konstruksi pengetahuan</b>	:	kegiatan peserta didik dalam menemukan dan mengubah informasi yang diperoleh berdasarkan pengetahuan dan pengalaman yang telah dimiliki sebelumnya
<b>refleksi pembelajaran</b>	:	kegiatan pembelajaran yang mengharuskan peserta didik memberikan umpan balik ( <i>feedback</i> ) secara lisan atau tertulis kepada guru berdasarkan hasil pembelajaran
<b>pendekatan pembelajaran</b>	:	prinsip-prinsip atau strategi yang dilakukan guru agar proses pembelajaran berjalan efektif
<b>pengayaan</b>	:	upaya membantu peserta didik yang sudah mencapai nilai ketuntasan minimal dengan memberikan tugas tambahan di rumah atau di kelas untuk memperluas pengetahuan yang dimiliki
<b><i>problem based learning</i></b>	:	model pembelajaran dengan melibatkan peserta didik untuk memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan kaitannya dengan materi pembelajaran
<b><i>project based learning</i></b>	:	model pembelajaran berbasis proyek atau menggunakan berbagai kegiatan sebagai media/sarana pembelajaran dalam rangka meningkatkan kompetensi pengetahuan, sikap, dan keterampilan peserta didik
<b>Profil Pelajar Pancasila</b>	:	perwujudan pelajar Indonesia sebagai pelajar sepanjang hayat yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai nilai-nilai Pancasila
<b>referensi</b>	:	sumber-sumber belajar yang direkomendasikan untuk digunakan guru dan peserta didik, baik bentuk cetak maupun digital
<b>remedial</b>	:	kegiatan pembelajaran bagi peserta didik yang belum mampu mencapai tujuan belajar dan membantu memperbaiki nilai peserta didik yang belum tuntas
<b>skema pembelajaran</b>	:	tahapan pembelajaran yang berisi tujuan pembelajaran, alokasi waktu, strategi pengajaran, referensi, dan media pembelajaran
<b>tindak lanjut pembelajaran</b>	:	rencana kegiatan yang dilakukan setelah refleksi dan evaluasi dari kegiatan pembelajaran sebelumnya
<b>tujuan pembelajaran</b>	:	deskripsi tentang capaian pembelajaran yang diharapkan dapat dipenuhi peserta didik setelah mengikuti kegiatan pembelajaran

# Daftar Pustaka

- Anggraena, Y. dkk. 2022. *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. 2016. *Analisis Penerapan Model Pembelajaran*. Materi Pelatihan, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan. 2022. *Keputusan Kepala BSKAP Kemendikbudristek Nomor 033/H/KR/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Kepala BSKAP 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran pada PAUD, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka*. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.
- Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 009/H/Kr/2022 tentang Dimensi, Elemen, dan Subelemen Profil Pelajar Pancasila pada Kurikulum Merdeka
- Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 262/M/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum Dalam Rangka Pemulihan Pembelajaran
- Khoerunnisa, P. dan Aqwal, S.M. 2020. "Analisis Model-Model Pembelajaran." *Volume 4, Nomor 1*, Maret 2020: 1-27.
- Satria, R. dkk. 2022. *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah*. Jakarta: Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
- Susanti Sufyadi, Tracey Yani Harjatanaya, Pia Adiprima, M. Rizki Satria, Ardanti Andiarti, Indriyati Herutami. 2021. *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila Jenjang Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

# Indeks

## A

aktivitas pembelajaran xii, 2, 4, 14, 15, 272  
apersepsi 2, 14, 240, 241, 269, 272  
aplikasi konsep xii, 269, 272  
asesmen awal nonkognitif 28, 30, 51, 77, 96, 97, 113, 138, 157, 175, 189, 204, 221, 236, 237, 258, 259, 272  
asesmen diagnostik 269, 272  
asesmen formatif 269, 272  
asesmen sumatif 269, 272  
Augmented Reality 67, 68, 70, 272

## C

capaian pembelajaran iv, 2, 5, 13, 14, 28, 30, 51, 78, 96, 97, 113, 114, 138, 139, 157, 175, 189, 204, 221, 237, 259, 269, 270, 272  
cooperative learning 269, 272

## D

discovery learning 12, 269, 272

## H

hierarki 120, 121, 124, 272

## I

inquiry learning 12, 269, 272  
instrumen 94, 95, 97, 98, 272

## K

karakter 31, 33, 35, 36, 38, 81, 82, 116, 117, 119, 121, 122, 124, 125, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 177, 178, 179, 180, 191, 192, 194, 206, 207, 209, 223, 224, 225, 226, 228, 239, 240, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 261, 263, 272  
karakterisasi 110, 111, 272  
ketuntasan minimal 38, 125, 209, 270, 272  
kognitif 28, 30, 51, 66, 67, 77, 78, 96, 97, 113, 138, 139, 157, 175, 189, 204, 221, 237, 259, 272  
kunci jawaban iv  
kunjungan industri 13, 15, 27, 28, 29, 30, 37, 38, 39, 40, 41, 50, 51, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 119, 147, 148, 195, 229, 272

## N

nilai karakter 33, 35, 36, 38, 116, 117, 119, 121, 122, 124, 140, 141, 142, 144, 145, 146, 147, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 177, 179, 180, 191, 192, 194, 209, 223, 225, 228, 239, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 261, 263, 272  
nonkognitif 28, 30, 51, 77, 96, 97, 113, 138, 157, 175, 189, 204, 221, 236, 237, 258, 259, 272

## O

observasi 12, 272

## P

penelitian dan pengembangan 74, 91, 92, 273

pengayaan xii, 14, 38, 40, 63, 64, 88, 102, 103, 124, 125, 147, 166, 180, 181, 195, 209, 210, 229, 246, 247, 263, 264, 270, 273

peraturan ketenagakerjaan 50, 60, 61, 62, 273

problem based learning 270, 273

Profil Pelajar Pancasila x, xi, 2, 3, 55, 56, 59, 62, 80, 81, 83, 88, 99, 100, 102, 103, 270, 271, 273

project based learning 270, 273

promosi 77, 83, 273

prosedur 5, 17, 18, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 108, 110, 111, 115, 117, 118, 119, 234, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 273

## R

refleksi guru 2, 273

refleksi pembelajaran iv, xii, 270, 273

remedial xii, 38, 40, 66, 88, 89, 90, 102, 125, 147, 166, 180, 181, 195, 210, 229, 246, 263, 270, 273

## S

skema pembelajaran iv, 2, 270, 273

## T

tindak lanjut pembelajaran xii, 2, 270, 273

tujuan pembelajaran iv, xi, xii, 2, 5, 13, 14, 15, 38, 65, 66, 71, 72, 88, 92, 105, 106, 124, 125, 147, 166, 180, 195, 209, 229, 246, 269, 270, 273

## U

uji kompetensi iv, xii, 15, 255, 273

Undang-Undang ii, 61, 72, 273

## V

validasi 53, 54, 58, 61, 66, 67, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 87, 99, 101, 102, 115, 116, 123, 128, 129, 142, 144, 146, 161, 163, 165, 243, 273

# Profil Pelaku Perbukuan

## Profil Penulis

Nama Lengkap : Fitriyani Yetti Handayani, S.T.  
Email : *fitriyaniyetti@gmail.com*  
Instansi : SMKN 2 Depok Sleman  
Alamat Instansi : Mrican, Caturtunggal, Depok,  
Sleman, DIY  
Bidang Keahlian : Teknik Kimia



### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Ketua Program Keahlian Kimia Industri SMKN 2 Depok (2021–sekarang)
2. Guru Kimia Industri di SMK Negeri 2 Depok (2020–sekarang)
3. Guru Kimia Industri di SMK Negeri 1 Panjatan (2010–2019)

### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. S2: Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada (2021–sekarang)
2. S1: Teknik Kimia Universitas Gadjah Mada (1995–2001)

### Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Operasi Teknik Kimia Kelas XI, PT Kuantum Buku Sejahtera, 2020.
2. Operasi Teknik Kimia Kelas XII, PT Kuantum Buku Sejahtera, 2020.
3. Proses Industri Kimia Kelas XII, PT Kuantum Buku Sejahtera, 2020.
4. Proses Industri Kimia Kelas XI, Penerbit Andi Yogyakarta, 2022.

Nama Lengkap : Teguh Pangajuanto  
Email : *teguhpanjauanto@gmail.com*  
Instansi : SMK Negeri 2 Sukoharjo, Jawa  
Tengah  
Alamat Instansi : Jalan Solo–Wonogiri, Begajah,  
Sukoharjo 57515  
Bidang Keahlian : Teknik Kimia Industri



### **Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)**

Guru Kimia Industri SMK Negeri 2 Sukoharjo

### **Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar**

S1: Universitas Sebelas Maret Surakarta (1989–1995)

### **Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)**

1. Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia, Semester 2, 2021
2. Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia, Semester 1 2021
3. Aneka Sabun Buatan Sendiri, 2020
4. Azas Teknik Kimia, 2020

### **Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)**

1. Peningkatan Kompetensi Membuat Larutan Standar pada Capaian Satuan Molar Melalui Model Pembelajaran *Team Assisted Individualization* (TAI) Modifikasi *Problem Based Learning* (PBL) Siswa Kelas XI TKI A SMK Negeri 2 Sukoharjo Semester 1 Tahun Pelajaran 2022/ 2023.
2. Peningkatan Kompetensi Menimbang dengan Neraca Analitis Melalui Model Pembelajaran *Team Assisted Individualization* (TAI) pada Siswa Kelas X KI A SMK Negeri 2 Sukoharjo Semester 1 Tahun Pelajaran 2019/ 2020.

Nama Lengkap : Dr. Eng. Rizka Zulhijah, ST., MT.  
Email : [zulhijahrizka@gmail.com](mailto:zulhijahrizka@gmail.com)  
Instansi :  
Alamat Instansi :  
Bidang Keahlian : Teknik Kimia



**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

1. Penulis buku nonfiksi tersertifikasi (2021–sekarang)
2. Dosen Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya, Malang (2016–2018)

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

1. S3: Chemical Engineering, Hiroshima University, Japan (2013–2016)
2. Student Exchange S2 Kumamoto University, Japan (2011–2012)
3. S2: Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (2010–2012)
4. S1: Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (2006–2010)

**Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

1. Juara US Fisika SMA, Tiga Serangkai, 2023.
2. Ensiklopedia Hidup Sehat, Tiga Serangkai, 2022.
3. LKS Fisika Kelas XIB, Bina Pustaka, 2022.
4. Buku Teks Pendamping Informatika Kelas X, Intan Pariwara, 2022.
5. Popo, Sampah, dan Suratnya, Balai Pustaka, 2022.
6. Doa Burung-Burung, Republika, 2022.
7. Roda Dari Masa ke Masa, Grasindo, 2022
8. Seri Nusantara Keren Petani dan Tanaman Beraneka, Grasindo, 2022.
9. Engkau Bukan Jodohku, WIN Media Literatama, 2022.
10. 86 Dongeng Ternama Indonesia, Elex Media Komputindo, 2022.
11. Fabel Pembentuk Anak Sholeh, WIN Media Literatama, 2021.
12. Di Angkasa Banyak Cerita, Wonderland Publisher, 2021.
13. Muslim Heroes, Wonderland Publisher, 2021.
14. Dongeng Anak, Froggi Ingin Bisa Terbang, SIP Publishing, 2021.
15. Dialog Iman, Maskana Media, 2020.
16. Cerita Anak Bergambar Jelajah Dunia Islam, Rumah Literasi IP Bekasi, 2018.
17. Beginilah Cara Tuhan Mengubah Nasibku, Quantum (Elex Media), 2015.

**Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

1. R, Zulhijah, Yoshimi, K. Nandiyanto, A. B. D. Ogi, T. Iwaki, T. Nakamura, K. Okuyama, K.  $\alpha$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> phase formation of plasma-synthesized core-shell type  $\alpha$ -Fe nanoparticles under various conditions. **Adv. Powder Technol.** **2014**, 25, 582-590.
2. R, Zulhijah, Nandiyanto, A. B. D. Ogi, T. Iwaki, T. Nakamura, K. Okuyama, K. Gas phase preparation of spherical core-shell  $\alpha$ -Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> /SiO<sub>2</sub> magnetic nanoparticles. **Nanoscale**, **2014**, 6, 6487-6491.

3. R, Zulhijah. Nandiyanto, A. B. D. Ogi, T. Iwaki, T. Nakamura, K. Okuyama, K. Effect of oxidation on  $\alpha$ "-Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> phase formation from plasma-synthesized spherical core-shell  $\alpha$ Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. **J. Magn. Magn. Mater.** **2015**, 381, 89-98.
4. R, Zulhijah. Suhendi, A. Yoshimi, K. Kartikowati, C.W. Ogi, T. Iwaki, T. Okuyama, K. LowEnergy Bead-Mill Dispersion of Agglomerated Core-Shell  $\alpha$ -Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and  $\alpha$ "-Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Ferromagnetic Nanoparticles in Toluene. **Langmuir** **2015**, 31, 6011-6019.
5. A, Suhendi. Zulhijah, R. Kartikowati, C. W. Ogi, T. Iwaki, T. Okuyama, K. Preparation and characterization of Magnetic Films of Well-dispersed Single Domain of Core-Shell  $\alpha$ "- Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles. **Adv. Powder Technol.** **2015**, 26, 1618-1623.
6. C. W, Kartikowati. Suhendi, A. Zulhijah, R. Ogi, T. Iwaki, T. Okuyama, K. Effect of magnetic field strength on the alignment of  $\alpha$ "-Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> nanoparticle films. **Nanoscale** **2016**, in press.
7. T, Ogi. Zulhijah, R. Iwaki, T. Okuyama, K. Recent Progress in Nanoparticle Dispersion using Bead-mill. **Kona Powder Part. J.** **2016**, 33.
8. C. W, Kartikowati. Suhendi, A. Zulhijah, R. Ogi, T. Iwaki, T. Okuyama, K. Preparation and Evaluation of Magnetic Nanocomposite Fibers Containing  $\alpha$ -Fe and  $\alpha$ "-Fe<sub>16</sub>N<sub>2</sub> nanoparticles in Polyvinylpyrrolidone via Electrospinning. **Nanotechnology** **2016**, 27, 025601-025610.
9. Asep Bayu Dani Nandiyanto, Zulfan Adi Putra, Riezqa Andika, Muhammad Roil Bilad, Tedi Kurniawan, Rizka Zulhijah, Ida Hamidah. Porous activated carbon particles from rice straw waste and their adsorption properties. **Journal of Engineering Science and Technology.** **2017**.
10. Machmudah, S., Zulhijah, R., Wahyudiono, Kanda, H., Goto, M. Magnetite thin film on mild steel formed by hydrothermal electrolysis for corrosion prevention. **Chemical Engineering Journal**, **2015**, 268, pp. 76–85.
11. Poerwadi, Bambang; Miranda, Farid Fadillah; Arini, Mutiara Dita; Oktavian, Rama; Zulhijah, Rizka. Sintesa Adsorben Zeolite Alam Aktif Dengan Bantuan Microwave Untuk Adsorpsi Co<sub>2</sub>. **Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan.** **2017**. Vol 1, No 1.

#### Informasi Lain dari Penulis:

1. Penulis memiliki Sertifikat Kompetensi Penulis Nonfiksi, yang diterbitkan oleh Badan Nasional Sertifikasi Profesi (berlaku sampai tahun 2024) dengan nomor: No. Reg. KOM.1446.01133 2021
2. Alamat *google scholar*:  
<https://scholar.google.co.jp/citations?user=EWeORdQAAAAJ&hl=id>



## Profil Penelaah

Nama Lengkap : Dr. Hendrawati, M.Si.  
Email : [hendrawati@uinjkt.ac.id](mailto:hendrawati@uinjkt.ac.id)  
Instansi : -  
Alamat Instansi : Prodi Kimia FST UIN Jakarta Jalan  
Ir. H. Djuanda No 95 Ciputat Tangsel  
Banten  
Bidang Keahlian : Ilmu Kimia Lingkungan



### Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:

Dosen tetap Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta pada mata kuliah: Kimia Dasar, Kimia Analitik, Kimia Lingkungan, Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan dan AMDAL.

### Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:

1. Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan IPB University (2016)
2. Program Student Exchange/Program Sandwich Luar Negeri (Prosale) Kemenag RI Boras University Swedia (2015)
3. S2 Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia (2003)
4. Matrikulasi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia (1999)
5. S1 Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UNNES (1997)

### Judul Penelitian dan Tahun Terbit:

1. Pyrolysis of PP and HDPE from plastic packaging waste into liquid hydrocarbons using natural zeolite Lampung as a catalyst. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering journal *homepage: www.sciencedirect.com/journal/case-studies-in-chemical-and-environmental-engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100290>. Scopus Q1 tahun 2023.
2. Formulation and Antioxidant Activity of Lip Balm Preparete Enriched by Bidara Leaf Extract (*Ziziphus spina-christi* L.). *EnvironmentAsia* 15(3) 2022 95-105. DOI 10.14456/ea.2022.51 ISSN 1906-1714; ONLINE ISSN: 2586-8861. Scopus Q3 2022.
3. Synthesis of Adsorbent from Bagasse for Methylene Blue Adsorption. *Jurnal Kimia Valensi*, Vol 7(2), November 2021, 188-195 Available online at Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/valensi>. Sinta 2 tahun 2021.
4. Analysis of Cs-137 Radionuclide On The East Jakarta Flood Canal Water Samples Using Gamma Spectrometer; *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia* Vol 22, No. 2 (2021) 47 – 51 (*Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*). 2021
5. FORMULATION, ANTIOXIDANT AND ANTIBACTERIA ACTIVITIES OF PEEL-OFF GEL MASK, ENRICHED WITH BIDARA LEAF (*ZIZIPHUS SPINA-CHRISTI* L.) EXTRACT. *International Journal of GEOMATE*, April, 2020, Vol.18, Issue 68, pp. 66 - 72 ISSN:

- 2186-2982 (P), 2186-2990 (O), Japan, DOI: <https://doi.org/10.21660/2020.68.5656>  
Q3 2020
6. Facial Mask Formulation Enriched with Moringa Leaves (*Moringa oleifera*) Extract and Their Activity as Antioxidants and Antibacterials. *Jurnal Kimia Valensi*, Vol 6(2), November 2020, 198-207 Available online at Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/valensi>. Sinta 2 tahun 2020.
  7. CHARACTERIZATION AND ANTICANCER ACTIVITY FROM GAHARU (*Aquilaria malaccensis*) STEM BARK EXTRACT; *EduChemia Vol.x*, No.x, 2020 (Jurnal Kimia dan Pendidikan) e-ISSN 2502-4787; 2020.
  8. Characterization of solid perfume based on Cocoa Butter with Jasmine Oil as fragrance; The 6th International Symposium on Applied Chemistry (ISAC) 2020 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1011 (2021) 012037 IOP Publishing doi:10.1088/1757-899X/1011/1/012037; 2020.
  9. FORMULATION OF THE BODY SCRUB CREAM CONTAINING MORINGA SEED POWDER (*Moringa oleifera*) AND ITS EXAMINATION DERMAL ACUTE IRRITATION. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/692/572>. Q3 2019.
  10. Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (*Arachis hipogaea* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru; *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 4(2), November 2018, 156-167; Sinta 2 2018.
  11. KARAKTERISASI SIFAT MAGNETIK DAN SERAPAN GELOMBANG MIKRO Ni(0,5-X)LaX Fe<sub>2</sub>,5O<sub>4</sub> HASIL SINTESIS DENGAN METODE KO-PRESIPITAS; *Jurnal Kimia VALENSI: Jurnal Penelitian dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 4(2), November 2018, 156-167. Sinta 2 2018.
  12. PEMBUATAN PUPUK KALIUM SULFAT DARI PRODUK SAMPING BIODISEL DENGAN BAHAN BAKU MINYAK GORENG BEKAS. *Jurnal Kimia Valensi*. DOI: 10.15408/jkv.v3i1.5143. Sinta 2 tahun 2017.
  13. The use of Moringa Oleifera Seed Powder as Coagulant to Improve the Quality of Wastewater and Ground Water; IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016
  14. Penggunaan Kitosan Sebagai Koagulan Alami Dalam Perbaikan Kualitas Air Danau. DOI: 10.15408/jkv.v0i0.3148. Sinta 2 Tahun 2015.
  15. Characterization of physico-chemical properties of nano-sized Moringa oleifera seed powder and its application as natural coagulant in water purification. *Journal of Environment and Earth Science*. Volume 5. ISSN 2224-3216 (Paper) ISSN 2225-0948 Pages 19-26. Publisher www.iiste.org Tahun 2015.
  16. Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah; *Valensi* Vol. 4 No. 1, Mei 2014 (36-44) ISSN : 1978-8193; Sinta 2 tahun 2014.
  17. PEMBUATAN PUPUK KALIUM SULFAT DARI PRODUK SAMPING BIODISEL DENGAN BAHAN BAKU MINYAK GORENG BEKAS; *Jurnal Kimia Valensi*, Sinta 2 tahun 2014.

Nama Lengkap : Muhammad Widodo, A.T., M.Tech.,  
Ph.D.  
Email : *mwidodo@stttekstil.ac.id*;  
*mohwidodo@gmail.com*  
Instansi : Politeknik STTT Bandung (School of  
Textile Technology)  
Alamat Instansi : Jalan Jakarta No. 31, Bandung  
Bidang Keahlian : *Senior Lecturer*



**Riwayat Pekerjaan/Profesi dalam 10 Tahun Terakhir:**

1. *Head of Postgraduate Program, Politeknik STTT Bandung (2020-sekarang).*
2. *Head of Center for Research and Community Services, Politeknik STTT Bandung (2016–2020).*
3. *Invited Guest Lecturer in Postgraduate Study Program, Master in Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), Surabaya: “Supercritical Carbon Dioxide: A Clean and Sustainable Alternative for Waterless Textile Dyeing”. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya (2017).*
4. *Invited Guest Lecturer in Postgraduate Study Program, Master in Physics, Universitas Diponegoro, Semarang: “Application of Plasma Technology for A Sustainable Alternative Textile Processing”. Universitas Diponegoro, Semarang (2016).*
5. *Reviewer for TEAM projects and South Initiatives 2016, VLIR UOS Belgium, VLIR UOS (2015).*

**Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

1. *Postdoctoral training, Fiber & Polymer Science, College of Textiles, North Carolina State University, USA 2010–2011.*
2. *PhD in Fiber and Polymer Science, Fiber & Polymer Science, College of Textiles, North Carolina State University, USA 2007–2010.*
3. *M.Tech. in Chemical Technology, Chemical Technology, Institute of Technology and Engineering, Massey University, New Zealand 1999–2002.*
4. *B.App.Sci. in Textile Chemistry, Textile Chemistry, School of Textile Technology 1986–1992.*

**Judul Penelitian dan Tahun Terbit:**

1. Primadi, Doni, Mohamad Widodo, Noerati. (2021). “Pencangkakan Poli (N-Isopropilakrilamida) pada Jaring Raschel Polietilena Menggunakan Plasma Lucutan Korona Bertekanan Atmosfir.” *Texere* 19 (1), 46-61 (2021).
2. Kusumah, Tisna, Tatang wahyudi, Mohamad Widodo. “Phase Change Material dari Campuran Parafin untuk Tekstil Swa-Termoregulasi.” *Texere* Vol 18, No 2 (2020).
3. Widodo, Mohamad, Atih Fauzi Handayani, and Gugun Sumaryadi. “Tailoring cotton fabric with wettability gradient and anisotropic penetration of liquid by spray coating.” *The Journal of The Textile Institute* 111.7 (2020): 972-984. 2020.

4. Widodo, Mohamad, and Sophie Anggitta Raharjani. "Structure-Activity Relationships and Surface Immobilization of Polycationic Antimicrobials." *Arena Tekstil* 35.1 (2020): 39-60. 2020.
5. Rachman, Aziz Fathur, Mohamad Widodo, and Doni Sugiyana. "Aplikasi Partikel Nano Seng Oksida pada Kain Batik Zat Warna Alam Secang (*Caesalpinia Sappan* Linn) untuk Meningkatkan Proteksi Warna terhadap Radiasi Ultraviolet." *Prosiding Seminar Nasional Industri Kerajinan dan Batik*. Vol. 2. No. 1. 2020.
6. Nuramdhani, Ida, Gilbert De Mey, Mohamad Widodo, Carla Hertleer, and Lieva Van Langenhove. "Ionic shot noise in an electrochemical capacitor system made of poly (3, 4-ethylenedioxythiophene)-poly (styrenesulfonate) film and silver-coated polybenzoxazole-stainless steel electrodes on textile fabrics." *Textile Research Journal* 89, no. 7 (2019): 1276-1285. 2019.
7. Widodo, M., Nuhiyah, S., Umam, K., Muchlisin, Z., & Nur, M. (2019). Penyempurnaan Tahan Api dan Antibakteri Pada Kain Kapas Dengan N-Metilol Dimetilfosfonopropionamida (Pyrovatex CP New) dan Kitosan Menggunakan Plasma Lucutan Korona. *Arena Tekstil*, 34(2). 2019.
8. Nurman, R., A. S. Tayibnapi, and M. Widodo. "Improvement of Moisture Management Properties of Polyester Fabric by Atmospheric Pressure Corona Discharge Plasma". In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Indonesian Textile Conference*, Politeknik STTT Bandung, 2017.
9. Puspitasari, A. and M. Widodo. "The Use of Laccase for Biobleaching of Cotton Fabrics". In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Indonesian Textile Conference*, Politeknik STTT Bandung 2017.
10. Haifa, M.N., and M. Widodo. "Reuse of Pectinase in Bioscouring of Cotton Knit Fabric". In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Indonesian Textile Conference*, Politeknik STTT Bandung, 2017.
11. Nuramdhani, I., M. Widodo, V.G.V. Putra, M. Siahaan. "Fabrication and Characterization of PEDOT:PSS Textile Supercapacitor For Smart Textiles". In *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Indonesian Textile Conference*, Politeknik STTT Bandung, 2017.
12. Muslim, I., I.N. Mauliza, and M. Widodo. "Synthesis of Textile Natural Colorants from Cassava Peel Waste Fermented by *Monascus purpureus*". In *Proceedings of The 7th Annual Basic Science International Conference*, Universitas Brawijaya, Malang, 2017.
13. Susan, A. I., M. Widodo, and M. Nur. "Corona Glow Discharge Plasma Treatment for Hydrophylicity Improvement of Polyester and Cotton Fabrics." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 214, no. 1, p. 012031. IOP Publishing, 2017.

## Profil Ilustrator

Nama lengkap : Frisna Yulinda Nathasia Harahap, S.Des.  
Email : *frisna.yn@gmail.com*  
Instansi : -  
Alamat Instansi : Jalan Jamblang II No.7 Harapan Jaya Bekasi  
Bidang Keahlian : Desain Komunikasi Visual

### **Riwayat Pekerjaan (10 Tahun Terakhir):**

1. 2017-Sekarang: *Owner* Greegrass Shoes dan Sepatu Capung.
2. 2016: Desainer Georgian Furniture.
3. 2013-sampai sekarang: Artistik Majalah GADIS.
4. 2013: *Freelance* PT. Unilever Indonesia.
5. 2012-2016: Desain dan Ilustrator Majalah Cahaya Trisakti.

### **Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar:**

S1: Desain Komunikasi Visual (2009–2013)

### **Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 tahun terakhir):**

Pameran Tugas Akhir, Sekolah Tinggi Media Komunikasi Trisakti (2013).

### **Buku yang Pernah dibuat ilustrasi/desain (10 tahun terakhir):**

1. Perancangan Buku Ilustrasi Sebagai Media Pengenalan Penyandang Tunagrahita (2013).
2. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Agama Katolik Kelas 2, 3, 7 dan 11.
3. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Agama Kristen Kelas 2, 3, 6, 8, 9, 10 dan 11.
4. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Agama Buddha Kelas 1, 3, 5 dan 12.
5. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Agama Hindu Kelas 2.
6. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Agama Konghucu Kelas 3.
7. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Seni Tari Kelas 10.
8. Ilustrasi Buku Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Sosiologi Kelas 10.

## Profil Editor

Nama Lengkap : Imtam Rus Ernawati  
Email : *imtamrew@gmail.com*  
Instansi : Penerbit Intan Pariwara  
Alamat Instansi : Jalan Ki Hajar Dewantara, Klaten 57438  
Bidang Keahlian : Penerbitan dan Editorial

### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. 2015–sekarang: GM Production PT Penerbit Intan Pariwara.
2. 2018–sekarang: Asesor Kompetensi pada LSP Penulis dan Editor Profesional.

### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

S1 : Fakultas Ilmu Budaya/Jurusan Sejarah/ Universitas Gadjah Mada Yogyakarta (1991)

### Judul Buku yang Pernah Diedit dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. *Dasar-Dasar Kuliner Semester 1* untuk SMK/MAK Kelas X, Kemendikbudristek (2022)
2. *Dasar-Dasar Kuliner Semester 2* untuk SMK/MAK Kelas X, Kemendikbudristek (2022)
3. *Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Kuliner* untuk SMK/MAK Kelas X, Kemendikbudristek (2022)
4. *Sosiologi SMA Kelas XII*, Kemendikbudristek (2022)
5. *Buku Panduan Guru Sosiologi SMA Kelas XII*, Kemendikbudristek (2022)
6. *Buku Panduan Guru Pendidikan Khusus bagi Peserta Didik Disabilitas Netra Disertai Hambatan Intelektual*, Kemendikbudristek (2022)
7. *Buku Panduan Guru Prakarya dan Kewirausahaan: Rekayasa SMA/MA Kelas X*, Kemendikbudristek (2022)
8. *Buku Panduan Guru Prakarya: Rekayasa SMP/MTs Kelas VII*, Kemendikbudristek (2022)
9. *Sosiologi SMA Kelas XI*. Kemendikbudristek (2022)
10. *Buku Panduan Guru Sosiologi SMA Kelas XI*, Kemendikbudristek (2022)

Nama Lengkap : Erlina Indarti  
Email :  
Instansi : Pusbuk  
Alamat Instansi : Pusat Perbukuan Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan  
Bidang Keahlian : Penerbitan

## Profil Desainer

Nama Lengkap : Dono Merdiko  
E-mail : donoem.2019@gmail.com  
Instansi : Independen  
Alamat Instansi : Jl. Akmaliah No. 24, 13730  
Bidang Keahlian : Desainer Buku

### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir)

1. Penata Letak Mizan Group (2013–2021)
2. Penata Letak Penerbit Kasyaf (2005–2021)
3. Penata Letak BTP Tematik Pusat Kurikulum dan Perbukuan (2014–2019)
4. Penata Letak Majalah TrackrMagz (2012-2013)

### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

Bina Sarana Informatika, Manajemen Informatika, (2002)

### Buku yang Pernah Dibuat Ilustrasi/Desain (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Seri Tematik, Pusat Kurikulum dan Perbukuan (2014–2019)
2. Buku Agama Mizan Group (2013–2021)
3. Buku Agama Penerbit Kasyaf (2005–2021)
4. *Buku Panduan Guru Pengembangan Pembelajaran untuk Satuan PAUD*, Pusat Perbukuan (2021)
5. *Buku Panduan Guru Sejarah untuk SMA/SMK Kelas XI*, Pusat Perbukuan (2021)
6. *Matematika Tingkat Lanjut untuk SMA/SMK Kelas XI*, Pusat Perbukuan (2021)
7. *Matematika untuk SD/MI Kelas I*, Pusat Perbukuan (2022)
8. *Buku Panduan Guru Matematika untuk SD/MI Kelas I*, Pusat Perbukuan (2022)